教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势*
——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析

闫志明 唐夏夏 秦 旋 张 飞 段元美

(鲁东大学 教育科学学院,山东烟台 264000)

[摘 要] 为进一步引领人工智能(AI)应用与研发,美国白宫科技政策办公室于2016年10月发布了题为《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》两份重要报告。报告认为,人工智能技术对社会各领域的影响越来越深刻,教育是人工智能应用的一个重要领域。教育人工智能(Educational Artificial Intelligence)是人工智能与学习科学相结合的一个新领域,目前,教育人工智能的关键技术主要体现在知识的表示方法、机器学习与深度学习、自然语言处理、智能代理、情感计算等方面,其应用与发展趋势集中在智能导师与助手、智能测评、学习伙伴、数据挖掘与学习分析等领域。基此,迫切需要在各级各类教育中强化人工智能方面的人才培养,以应对人工智能的快速发展。

[关键词] 人工智能;教育人工智能;EAI;机器学习;智能数据;学习分析;学习计算;深度学习

[中图分类号] G40-057 [文献标识码] A [文章编号] 1672—0008(2017)01—0026—10

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2017.01.003

近年来,人工智能(AI)技术对人类社会的影响越来越深远与广泛,它正在为农业、医疗、教育、能源、国防等诸多领域提供了大量新的发展机遇。为了应对这种快速发展趋势,美国白宫科技政策办公室(The Office of Science and Technology Policy,OSTP)于2016年10月发布了题为《为人工智能的未来做好准备》(*Preparing for the Future of Artificial Intelligence*)和《国家人工智能研发战略规划》(*The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan*)两份重要报告,以期为人工智能的未来发展提供针对性的建议。

本文在对这两份报告进行深度解读的基础上,对教育人工智能(Educational Artificial Intelligence,EAI,下同)的内涵、关键技术及应用趋势等进行初步解析,以便我们进一步把握、促进人工智能在教育中的有效或合理的应用,应对当今智能化浪潮下教育人工智能需要面对的重要挑战,较好地顺应技术发展趋势,助力教育变革。

一、美国人工智能发展战略介绍

2016年5月3日,美国白宫科技政策办公室在国家科技委员会之下成立了“机器学习与人工智能分委员会”(Subcommittee on Machine Learning and Artificial Intelligence, MLAI),该委员会通过跨部门协调工作,负责就人工智能的相关问题提供技术和政策的咨询与建议,监督各行业、研究机构及联邦政府人工智能技术的研发。

2016年10月12日,“机器学习与人工智能分委员会”发布了题为《为人工智能的未来做好准备》的报告,以期为联邦机构和其他相关者在人工智能领域的下一步行动提供具体建议。另外,为了把握、指导人工智能研发的整体方向,由MLAI委托“网络与信息技术研发分委员会”(Subcommittee on Networking and Information Technology Research and Development ,NITRD)编写的《国家人工智能研发战略规划》也一并发布。

《为人工智能的未来做好准备》及《国家人工智能研发战略规划》,是目前全球范围内最具权威的有关人工智能方面的研究报告。这两份报告认为,人工智能自出现以来,已经历了以“基于规则的专家系统”为焦点的第一次热潮和以“机器学习”为特征的

* 基金项目:本文系山东省本科高校教学改革基金项目“新能力标准框架下高校师范生现代教育技术课程重构”(项目编号:2015M062);山东省科技发展计划基金项目“基于mBaaS云端架构的移动评教系统研制与开发”(项目编号:2013YD01031);鲁东大学引进博士科研启动基金项目“动画学习中视觉注意转移的眼动研究”(项目编号:LY2013033)的研究成果。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

第二次热潮，而致力于“解释性和通用人工智能技术”的第三次热潮即将来临[1]。为了促进人工智能领域实现新的突破，《为人工智能的未来做好准备》从七个方面提出了二十三条具体建议；《国家人工智能研发战略规划》则提出了七大战略规划，其中既包括基础研发战略（Basic R&D）又包括跨领域的研发基础战略（Cross-cutting R&D Foundations）。

（一）《为人工智能的未来做好准备》内容介绍

自2016年5月以来，由白宫科技政策办公室牵头，围绕人工智能这一主题组织了五场研讨会，分别是“人工智能、法律和治理”，“为社会造福的人工智能”，“人工智能的未来：在全球创业峰会的新兴话题和社会福利”，“人工智能的技术、安全及控制”，“人工智能的社会和充分的经济影响”。在上述活动的基础上，经过总结和充分研讨，“机器学习与人工智能分委员会”（MLAI）最终完成了《为人工智能的未来做好准备》这一报告。

该报告从七个方面分析了美国人工智能在各个领域的发展现状、现有及潜在应用、可能引发的问题：（1）在公共事务方面，人工智能已经被应用到医疗保健、交通运输等公共领域，这有助于扭转严重的低效现象，改善人们的生活；（2）在联邦政府方面，应在政府中广泛使用人工智能技术，以提高服务水平和办公效率。但由于机构与机构之间存在技术、资源、经费等差异，因此，联邦政府应尽快解决各机构中人工智能技术的应用问题，使其发挥更大的作用；（3）在监管方面，人工智能的应用首先要符合人工智能产品管理制度，其次必须保障社会公共安全；（4）在研发与从业者培养方面，联邦政府在基础研发领域进行的长期投资推动着人工智能技术的进步，但人工智能的快速发展，则对人工智能研究人员、技术专家以及庞大的用户提出了巨大需求，这就要求政府、学校应对需求采取必要的措施；（5）在自动化与经济方面，人工智能的应用解放了双手，实现了自动化操作，但随之也对部分工作和行业产生了潜在的负面影响。为应对以人工智能为代表的自动化所引发的问题，联邦政府应尽快提出应对政策；（6）在公平、安全与治理方面，使用人工智能控制现实世界的设备，引发了人类对安全问题的关注，所以，人工智能的应用必须强调安全性和可控性，确保人工智能可以促进正义和公平；（7）在全球考量与安全议题方面，人工智能可用于处理全球问题，如，灾害预防、气候变化等，而国际关系、网络安全和国防方面的政策，也必将随着人工智能的应用而发生某些变化。

（二）《国家人工智能研发战略规划》内容介绍

《国家人工智能研发战略规划》是由美国“网络与信息技术研发分委员会”（NITRD）专门成立的人工智能工作小组编写，该规划目的是为了促进人工智能知识与技术的发展，在为社会带来广泛效益的同时，使其产生的负面影响最小化。

该报告针对人工智能研发提出了七个战略规划（见图1），具体包括：（1）对人工智能研究进行长期投资；（2）研发更有效的人类与人工智能协作方法；（3）了解和处理人工智能的道德性、法律性和社会性影响；（4）确保人工智能系统的安全性；（5）开发用于人工智能训练及测试的共享公共数据集和环境；（6）通过制定标准和相关参照，对人工智能技术进行测量评估；（7）了解美国人工智能的人力资源需求。

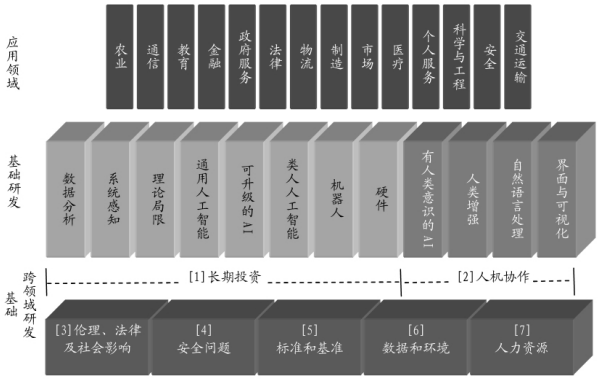


图1 人工智能研发战略规划结构图

这七条规划分为两类，其中第1条、第2条属于人工智能基础研发战略，第3至第7条属于人工智能研发基础战略。基础研发战略的目的是为了促进对人工智能现象和规律的认识，以获取关于人工智能新知识、新原理和新方法。人工智能基础研发涉及到数据分析、系统感知、理论局限、通用人工智能等领域。而研发基础战略属于跨领域的战略，为基础研发提供支撑，包括伦理、法律及社会影响，安全问题，标准和基准，数据和环境，人工智能人才队伍五个方面。在图1所示的三层结构中，人工智能技术的应用领域处于最顶层，可以看出人工智能技术能被广泛应用于教育、农业、金融、法律、交通、制造、市场等领域。

上述这两份报告包含的内容非常广泛，既涉及到人工智能研究的绝大部分主题，又涉及人工智能应用的各个领域。教育，无疑也是人工智能发展过程中即将或者已经影响的领域之一。事实上，教育人工智能（EAI）已经出现，作为教育工作者，必须具有前

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

瞻性的视野，密切关注教育人工智能的发展及其可能产生的变化。上述两份报告的解读也喻示我们：需要对教育人工智能的内涵、一些关键技术以及应用、人才培养等方面，进行前瞻性的分析与探讨，未雨绸缪，以应对智能化时代的变革浪潮。

二、教育人工智能(EAI)的内涵

人工智能本身就是一个模拟人类能力和智慧行为的跨领域学科[2]，涉及到计算机科学、控制论、信息论、神经生理学、语言学、心理学等多个领域；学习科学同样是一个跨学科领域，它关注学习是如何发生的以及怎样才能促进高效地学习，涉及到教育学、心理学、语言学、社会学等多个学科[3]。

教育人工智能(EAI)则是人工智能与学习科学相结合而形成的一个新领域[4](如图2)。教育人工智能的目标有两个：一是促进自适应学习环境的发展和人工智能工具在教育中高效、灵活及个性化的使用[5]；二是“使用精确的计算和清晰的形式表示教育学、心理学和社会学中含糊不清的知识”[6]，让人工智能成为打开“学习黑匣子”的重要工具[7]。换言之，教育人工智能重在通过人工智能技术，更深入、更微观地窥视、理解学习是如何发生的，是如何受到外界各种因素(如，社会经济、物质环境、科学技术等)影响的，进而为学习者高效地进行学习创造条件。

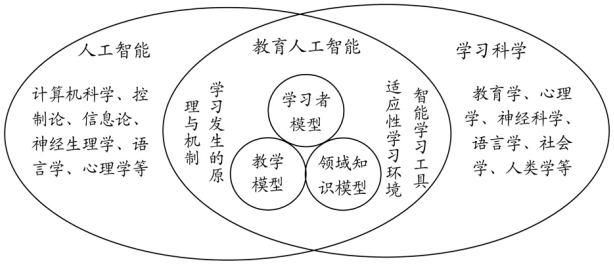


图2 教育人工智能的内涵

在教育人工智能中，教学模型、领域知识模型和学习者模型是其核心。教学模型主要包含教学的专业知识、技能和有效方法，领域知识模型包含了学生所学科目的专业知识体系，学习者模型展现了计算机与学习者的互动，通过学生学习活动、情绪状态等了解学生的学习情况。学习者模型可以根据具体学习者的学习行为反馈其学习情况，教学模型和领域知识模型则通过学习者模型的反馈情况推断学习者的进度，调整模型中的知识体系、教学方法等[8]，以适合学习者的学习，进而形成一个相互循环的动态系统，使整个模型体系更加完整，更加丰富。

三、影响教育人工智能(EAI)发展的关键技术

从人工智能的角度看，教育是人工智能的应用领域。从教育学的视角看，人工智能的关键技术是教育人工智能的基础，将直接影响教育人工智能的发展。因此，教育领域的研究者应始终关注人工智能关键技术的发展，并以此为基础，推进教育人工智能研究。目前，教育人工智能的关键技术主要有：

(一)知识表示方法

知识表示作为人工智能和信息融合的核心技术之一，决定了领域知识获取、知识库构建以及推理计算的有效性等，影响着所开发系统的推理效率和能力，它实质上是一种可被计算机接受的用于描述知识的数据结构[9]。

知识表示具有多种方法，关于它的研究主要包括早期的一阶谓词逻辑表示法、产生式表示法、框架表示法以及现在的神经网络知识表示法等[10]。知识表示是研发智能专家系统需要解决的首要问题，人工神经网络知识表示法，主要用于评估难度较高或领域专家无法清晰表达为规则的知识[11]。在教育领域，人工神经网络的应用大多与教学专家系统相结合，以提高专家系统的智能性，解决各种复杂的现实问题[12]。合适的知识表示方法，对智能专家系统的研发具有重要的意义，也会对教育带来深远的影响。

(二)机器学习与深度学习

机器学习作为人工智能研究的一个核心领域，它可以让计算机通过经验不断提高自身性能，在未事先明确编程的情况下做出正确反应[13]。现代机器学习是一个始于大量数据的统计学过程，试图通过数据分析导出规则或者流程，用于解释数据或者预测未来数据[14]。总之，机器学习能够使计算机依据统计学方式，自行寻找在实践中发挥功效的决策流程，并最终解决问题。

随着机器学习研究的不断深入，深度学习作为机器学习领域一个新兴研究方向，逐渐成为研究者关注的焦点。“深度学习通过建立类似于人脑的分层模型结构，对输入数据逐级提取从底层到高层的特征，从而能很好地建立从底层信号到高层语义的映射”[15]。深度学习是一种高效的特征提取方法，通过提取数据中更加抽象的特征，从而实现对数据更本质的刻画[16]。深度学习研究的进展，对语音识别、图像识别、自然语言处理等领域均有重要的影响。

例如，微软研究院的专家通过与深度学习专家的合作，在语音识别技术框架上取得了彻底的突破；

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

百度公司基于深度学习技术在语音搜索系统、自然图像识别和人脸识别上均取得了重要的进展；谷歌的迪恩和斯坦福大学计算机系的吴恩达联合开发的“谷歌大脑”，就是通过深度学习的方式分析了数万张猫的图片后形成了对猫的“记忆”，如图 3 所示。在美国白宫科技政策办公室发布的两份报告中，特别指出了机器学习与深度学习在人工智能研究中的基础性地位，值得教育人工智能研究人员关注。

图 3 “谷歌大脑”通过图像识别技术而形成的对猫的“记忆”

(三)自然语言处理

自然语言处理主要是让计算机理解人类的自然语言，以实现用自然语言与计算机进行交流[17]。自然语言处理研究的内容包括：如何让计算机正确回答用自然语言提出的问题；如何使计算机根据输入的文本生成摘要；怎样使计算机利用不同的词语和句型，对输入的自然语言信息进行复述以及让计算机进行语言翻译等[18]。在教育领域，自然语言处理技术最初的应用是进行语法错误检测[19]，随着自然语言处理技术及其应用研究的不断进步，自然语言处理技术在教育领域的应用越来越广泛。

有研究者将其在教育中的应用概括为四个方面[20]：第一，文本的分析与知识管理，如，作文或译文的自动评价和纠错、话语和文体分析、剽窃检测等；第二，人工系统的自然语言界面，如，智能问答系统、计算机和学生之间的多模态交流等；第三，语料库在教育中的应用，如，基于语料库的数据挖掘工具等；第四，面向语言教学研究的应用，像计算机辅助语言教学、电子书包等。自然语言处理的发展，将为学生进行语言、数学以及其他技能的学习带来全新的方式。

(四)智能代理

智能代理是一种以主动服务方式自动完成一组操作的机动计算机程序，具有分布性、自主性、主动适应性和迁移性等特点[21]。目前，智能代理的研究多集中在智能代理中的关键技术、管理问题、检索应用和基于智能代理构建的系统等方面[22]。在这些研究领域中，基于智能代理构建的系统更多地吸引了研究者的注意，尤其是各种分布式系统的研究。有研究者指出，基于智能代理的各种分布式系统极大地提高了分布式系统的安全性能[23]。

随着智能代理技术研究的不断成熟，教学系统中也逐渐引入了智能代理，它有效地提高了教学系统的智能性，其分布性、迁移性等特点，使学习资源得以充分利用，为学生个性化的学习提供了条件[24]。智能代理在教学系统中取得的良好效果，将会进一步促进其在教育中的应用。

(五)情感计算

情感计算是指人类通过为机器设定程序使之能识别、理解、处理并模拟人的情感[25]。例如，可运用摄像机捕捉面部表情和手势，同时，运用一种可以检测并理解这些人类情感的算法，使机器获取使用者的情感状态。情感计算的核心是开发可以实现上述功能的程序和硬件。在商业上，已经研发出了具有情感表达能力的机器人；如，开发出了能够根据求职者视频来评估其情感表现的网站 HireVue，它能够帮助雇主挑选出更适合工作岗位的雇员[26]，如图 4 所示。

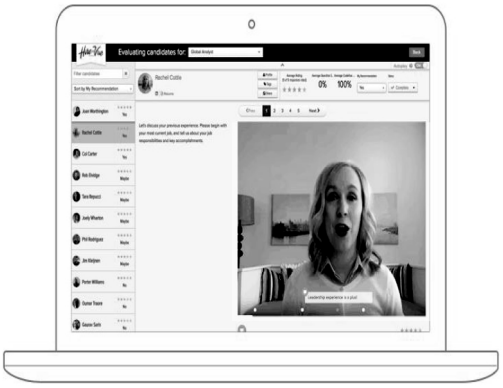


图 4 求职者通过 HireVue 网站进行面试

情感计算应用在教育领域，可以使计算机教学系统能够实时捕捉学习者的情感状态，在合适的时机给学生提供激励和适切帮助，因此，也是教育领域需要关注的一项人工智能技术。

四、教育人工智能(EAI)的应用与发展趋势

(一)人工智能在教育领域的典型应用

1.智能导师辅助个性化教与学

智能导师是人工智能在教育领域的一个重要应用，它能够根据学生的兴趣、习惯和学习需求为其制

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

定专门的学习计划,有利于学生的个性化学习[27]。智能导师首次出现于1982年,它主要是由计算机模拟教师教学的经验和方法,对学生实施一对一的教学,并向具有不同需求和特征的学习者传递知识[28]。智能导师通过自然语言处理和语音识别技术,来实现计算机扮演导师角色的功能,它能够代替现有教师为学生提供辅助性的学习材料。

智能导师之所以可以促进学生的个性化发展,提高学生的学习效果,主要是因为智能导师能够在学习者学习的过程中实时跟踪、记录和分析学习者的学习过程和结果,以了解其个性化的学习特点[29],并根据这一特点为每一位学习者选择合适的学习资源,制定个性化的学习方案[30]。当然,智能导师在为学习者提供有针对性、即时的学习方案时,还能够对学习者的学习表现和问题解决的情况进行评价和反馈,并提出相应的建议[31]。

2.教育机器人等智能助手

随着人工智能技术的发展,越来越多的人工智能工具被应用于教育领域,成为教师教学和学生学习的得力助手。教育机器人就是一种被广泛应用于教育领域的人工智能型助手。例如,网龙华渔教育研发的"未来教师"机器人(如图5所示),可以帮助教师完成课堂辅助性或重复性的工作,如,朗读课文、点名、监考、收发试卷等[32],还可以帮助教师收集、整理资料,辅助教师进行备课、科研活动[33],减轻了教师的负担,提高了教师的工作效率。

教育机器人作为学生学习的助手,可以帮助学生管理学习任务和时间,分享学习资源,引导学生积极主动地参与到学习中[34],通过与学生的友好合作,进而促进学生的学习。除了教育机器人,各种基于语音技术的虚拟智能助手也正在成为人们学习的好帮手。如,苹果手机中的Siri(如图6所示)和安卓系统中的Jelly Bean,人们可以向它们提出任何问题,与其进行逼真地对话,从而快速找到自己所需要的资源。

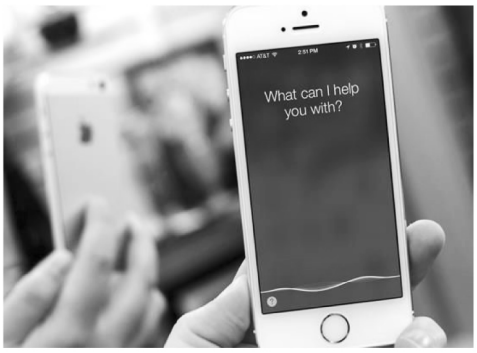


图6 苹果手机中的Siri虚拟助手

3.居家学习的儿童伙伴

人工智能产品不仅仅是学校教育中教师与学生的助手,同时也是家庭中儿童的伙伴。例如,由北京紫光优蓝机器人技术有限公司研发的"爱乐优"家庭亲子机器人,就是针对0–12岁儿童而设计的同伴机器人。它不仅能够陪伴儿童一起做体操、唱歌、玩游戏,而且还能为儿童提供补习照顾,成为一人一机的学习助理,促进儿童的学习,达到寓教于乐的效果[35](如图7所示)。智能机器人"小胖"还可以陪伴儿童一起观看视频(如图8所示)。教育机器人作为儿童的伙伴,一方面可辅助学童完成作业,另一方面也能够担任学童的玩伴,并随时反馈学生在家的情况。

图7 "爱乐优"家庭亲子机器人与小朋友们互动

图5 网龙华渔教育研发的"未来教师"机器人

图8 智能机器人"小胖"陪伴儿童观看视频

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4.实时跟踪与反馈的智能测评

智能测评强调通过一种自动化的方式来测量学生的发展，所谓自动化就是指由机器担任一些人类负责的工作，包括体力劳动、脑力劳动或者认知工作[36]。通过人工智能技术而实现的自动测评方式，能够实时跟踪学习者的学习表现，并恰当地对他们的学习表现进行评价。

以批改网为例，它就是一个以自然语言处理技术和语料库技术为基础的在线自动评测系统，它可以分析学生英语作文和标准语料库之间的距离，进而对学生的作文进行即时评分并提供改善性建议和内容分析结果[37]，如图 9 所示。通过人工智能技术实现的即时评价方式，不再局限于封闭式的评价方式，而是可以通过开放的形式，对学生类似于论文式的学习给出有效反馈和评价。

图 9　批改网上一篇英语作文的评分和点评

5.教育数据的挖掘与智能化分析

教育数据挖掘(Educational Data Mining)是综合运用数学统计、机器学习和数据挖掘等技术和方法，对教育大数据进行处理和分析，通过数据建模，发现学习者学习结果与学习内容、学习资源、教学行为等变量之间的相关关系，来预测学习者未来的学习趋势[38]。

对于学习者而言，教育数据挖掘与智能化分析，能够向学习者推荐有助于改进他们学习的学习活动、学习资源、学习经验和学习任务。对于教育工作者而言，教育数据挖掘能够提供更多、更客观的反馈信息，使他们能够更好地调整和优化教育决策、改进教育过程、完善课程开发，并根据学习者的学习状态来组织教学内容、重构教学计划等[39]。

6.学习分析与学习者数字肖像

学习分析(Learning Analysis)是一类运用先进的分析方法和分析工具预测学习结果、诊断学习中发生的问题、优化学习效果的教学技术[40]，近年来，随着人工智能技术的进步，通过智能化的数据挖掘和机器学习算法等可呈现学习者数字化肖像。即基于不同类型的动态学习数据，可分析、计算每个学习者的学习心理与外在行为表现特征，刻画出立体化、可视化的学习者肖像，从而为不同学生的个性化学习以及教师改进教学提供精准服务[41]。

例如，美国普渡大学构建的名为“课程信号”的教师教学支持与学习干预系统，就是利用学习分析的各种技术手段帮助教师了解每个学生的学习情况，不断改进教学方法，并为学习者提供及时且具有针对性的反馈[42]。

(二)人工智能教育应用的发展趋势

传统的人工智能学习系统更多是为了满足某个专门领域的学习需求，目的是为了促进学习者获得特定的知识和技能，而且这些系统常常作为学校教育的补充，未能深入影响学生的日常学习和生活。随着人工智能技术的发展，教育领域对人工智能技术提出了更高要求，期望人工智能技术对教育产生革命性的影响。总体来说，人工智能教育应用的发展趋向主要有以下五个方面[43]：

第一，人工智能技术要为每位学习者提供个性化学习机会。随着学习科学领域研究的不断深入，人们期望下一步智能学习系统的开发，能够充分结合学习科学研究成果与人工智能技术的进步，使学习系统能够与学习者之间以更自然的方式进行交互，在教师缺席的情况下承担起个人和小组导师的角色。

第二，人工智能技术要促进学习者“21 世纪能力”的获得。“21 世纪能力”是为了应对知识经济发展需求及社会进步而对人才培养所提出的要求，具体包括创造性与问题解决、信息素养、自我认识与自我调控、批判性思维、学会学习与终身学习、公民责任与社会参与等内容[44]。“21 世纪能力”要求人工智能技术不能仅局限于促进学生学习具体的、结构良好的知识和技能，而是要帮助学生获得复杂问题解决、批判性思维、多人协作能力等高阶能力。

第三，人工智能技术要实现对学习环境中交互性数据的分析。针对信息化教学系统和智能导师系统中存储的大量数据，目前，已经形成了学习分析和教育数据挖掘两类研究群体。但是，教育的发展对人工智能技术提出了更高的期望：不仅要分析来自学习者的个人数据，而且还要分析各种交互性数据。交互性数据既包括学习者之间的交互数据，也包括学

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

习者与实物之间的交互数据。

第四，人工智能要支持全球课堂的普及。全球课堂(Global Classroom)的目标是为学习者提供一种普及化的、随时随地可以访问的、学习者深度参与的学习环境。在这样的学习环境中，处于任何水平的学习者都能获得良好的学习体验。慕课(MOOC/MOOCs)可以被看作是全球课堂的雏形，但当前的慕课具有偏重知识传递、通过率低、只适应具有一定知识背景和较高学习动机的学习者等局限。而人工智能技术支持下的全球课堂，能够为学习者提供一个云端一体、支持认知发展和相互协作的全新学习环境。

第五，人工智能要支持人们的随处学习和终身学习。要实现这一目标，一方面，要求人工智能技术能够根据学习者的成长变化，为学习者提供合适的、高度相关的资源以适应他们的理解和需求；另一方面，也要求人工智能技术能够有效促进对共同话题的关注，以及有效的人际交流，而上述功能的实现，离不开智能代理、虚拟角色等人工智能技术的普及。

五、教育人工智能(EAI)人才培养中政府、学校及培训机构的定位

我们认为，教育要应对智能化时代人工智能快速发展的各种挑战，人才是关键因素，政府、学校、培训机构在人才培养中均应承担相应的职责。

(一)政府在人工智能人才培养中的定位

在人工智能专业人才培养中，政府应该提供政策和资金方面的保障。一方面，政府应了解企业和社会对人工智能人才的需求，制定出人工智能专业人才的培养目标和相关标准，并根据目标和标准协调包括中小学、大学、职业培训机构等在内的相关机构，推进人工智能专业人才的培养。另一方面，政府应为人工智能教育提供必要的经费支持，如，增加人工智能研究生的培养经费，提升人工智能课程设计的投入，资助人工智能教育研究项目，对开展人工智能教育的高校、职业院校和其他组织拨款等。

(二)中小学在人工智能人才培养中的定位

中小学是学生学习的基础阶段，此阶段主要是让学生学习与人工智能相关的基础知识，培养他们对人工智能的兴趣。具体措施包括：

首先，培养学生的数据科学素养，为人工智能人才的成长奠定良好的基础。一个人工智能的社会，要求全体公民都应具备阅读数据、使用数据、理解数据和表达数据的基本能力，而这种能力应从基础教育阶段就开始培养。中小学应开设数据科学课程，培养学生的数据科学素养，以应对人工智能时代的挑战。

其次，在中小学教育阶段应开设《人工智能基础》等课程，使学生掌握人工智能初步知识。一方面，可将人工智能列入技术类教育的教学内容中，使学生对人工智能有一个基本了解。事实上，许多国家已经在有关课程中加入了人工智能的内容：有的国家将人工智能课程作为选修课纳入到信息与通讯技术(ICT)课程中，有的国家将人工智能作为《信息处理与技术》课程的组成部分[45]。我国教育部则是将《人工智能初步》和《简易机器人制作》设为高中信息技术课程的选修模块。另一方面，除了常规的课程学习，中小学还可以积极组织学生参加各种青少年人工智能竞赛，如，中国青少年机器人竞赛、中国教育机器人大赛、国际奥林匹克机器人大赛(World Robot Olympiad，WRO)、FLL机器人世锦赛(FIRST LEGO League，FLL)等(如图10所示)，通过竞赛使学生增加对人工智能的兴趣，并形成问题解决能力。

图10 FLL机器人世锦赛参赛选手正在给机器人更换手臂

(三)大学在人工智能人才培养中的定位

正如《为未来人工智能做好准备》报告所指出，大学在培养人工智能专业人才方面扮演着十分重要的角色。具体来说，我们可以从以下几个方面着手：

——在师资方面。为应对人工智能发展的挑战，大学和学术机构一方面应该把计算机科学人才、统计学人才、数据库和软件工程师等与人工智能相关的人才组织起来，形成一支高水平的研究团队并给予支持；另一方面还应该积极从学校外部引进人工智能专业人才，充实人工智能教学团队，为教学质量提高和人才培养提供基本保障。

——在课程方面。首先，大学应在软件工程等相关专业中加强机器学习、数据挖掘、自然语言处理等人工智能相关课程的教学，在程序设计等专业课程

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

中突出人工智能方法，使学生掌握人工智能专业知识和专业能力，培养专门的人工智能研发人才。其次，大学应向其他专业学生提供人工智能应用类课程，使学生掌握在其他领域中应用人工智能工具的方法。例如，针对教育学专业的学生，可向他们介绍教育领域常用的人工智能工具，并使他们掌握应用这些工具优化教学的方法。另外，大学应对社会各领域在人工智能和数据科学方面所面临的挑战进行整理，形成典型的教学案例以供学生进行分析和研究，从而促进人工智能专业人才的培养。

——在实践方面。大学应加强与人工智能企业的交流合作，建立密切的伙伴关系，为学生提供研究和实践的机会。例如，美国麻省理工学院媒体实验室“终身幼儿园”项目小组通过与乐高公司紧密合作，开发出可编程的乐高智能玩具，以帮助孩子们学会在数字时代怎样进行设计活动[46]。通过校企合作，可以有效提高学生在人工智能产品方面的研发能力。

此外，大学还应定期举办和参加人工智能类竞赛，如，全国大学生机器人大赛、全国机器人锦标赛、机器人世界杯(Robot World Cup)、FIRA 机器人足球比赛 (Federation of International Robot-soccer Association，FIRA)、DRC 机器人挑战赛(DARPA Robotics Challenge，DRC)等，如图 11 所示。通过竞赛，不但能够使学生加深和巩固专业知识的学习，而且能够提高他们的创新精神和实践能力[47]。

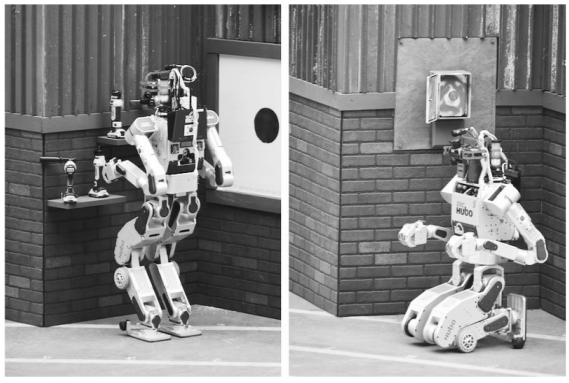


图 11 DRC 机器人挑战赛上的 DRC-HUBO 机器人

(四)职业培训机构在人工智能人才培养中的定位

职业培训机构可以为受训人员提供必要的技能培训，为那些有意扩展个人职业技能的在职人员、进修人员及失业人员提供自我提升和再就业的学习机会。在今后的培训中，这些机构可以继续发挥自身的优势，增加《人工智能应用》等实用课程培训，使受训人员更好地适应人工智能社会带来的新变化。

六、教育人工智能(EAI)未来应关注的一些问题

(一)教育人工智能的相关标准及支撑条件

我们认为，需要尽快建立教育人工智能相关标准，为教育人工智能系统、工具的开发与应用提供必要的规范、准则和要求，这是促进教育人工智能发展的必要条件。首先，教育管理机构应该组织相关专家，在对人工智能一般标准讨论的基础上，依据教育领域的需求与目标，可从“软件工程、性能、指标、安全、可用性、兼容性、安全与隐私、可追溯性”[48]等诸多方面做出相关的规定。其次，为了促进大数据时代教育人工智能产品的研发，有必要建立高质、开放、安全、大容量的训练与测试数据库，以便教育人工智能产品可采用深度学习等技术来建构模型。

(二)基于人工智能的智慧学习环境

在教育领域，人工智能教育应用与发展正从独立的、针对特定领域的智能导师系统向基于人工智能技术的智慧学习环境演进。所谓智慧学习环境，是指整合了智能感知、学习分析、情感计算等技术的融合体[49]。与独立的智能导师系统相比，智能学习环境不但能够感知学习者的个人知识与学习特征，还能够感知学习者与他人交互所表现出的社会性特征，从而构建更加全面准确的学习者模型，提供更加有针对性的教与学服务。

(三)教师与人工智能系统的协同机制

人工智能的研究案例表明，当人类智慧与人工智能技术相结合的时候，工作往往能够取得更好的效果。例如，一项研究发现，当通过照片判断淋巴细胞中是否存在癌细胞时，如果只使用人工智能技术错误率为 7.5%，如果只由医疗专家来判断错误率为 3.5%，但如果将两者结合起来，错误率可以下降至 0.5%[50]。在教育领域，怎样将人工智能教学系统与面对面教学相结合，使教师与人工智能系统之间协同工作，以最大限度地发挥二者的协作优势，共同为学生提供更有个性化的、更有效的教学体验，这是当前教育人工智能研究需要深入探讨的问题之一。

(四)人工智能人才的培养与储备

人工智能的发展，归根到底要依靠专业人才。来自美国的资料显示，人工智能人才目前处于明显缺乏状态，而这种状况还存在扩大的趋势[51]，高校、企业之间人才争夺已经拉开帷幕[52]。“领英”数据分析进一步发现，美国拥有 10 年以上经验的人工智能人才比例接近 50%，而我国只有 25%。总体上，我国人工智能专业人才总量较美国和欧洲发达国家来说还

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

较少,10年以上资深人才尤其缺乏。从教育领域来看,应该尽快了解我国人工智能领域的人才状况,建立人才数据库,并根据社会发展需要加大人工智能人才的培养力度。

(五)教育人工智能的伦理、社会及安全问题

在图像识别技术上,出于对当事人隐私或者某些信息的保护,电视和网络会将文字或脸部像素化。但随着人工智能的发展,这种保护隐私的方法已经不再可靠。有研究发现,神经网络只要通过主流的机器学习方法训练,就可以识别图像中隐藏的信息。在某些数据库和隐私技术上,神经网络的成功率已达到80%,甚至是90%。在像素化图像方面,随着图片模糊程度增加,神经网络的成功率会降低,但仍然能够达到50%到75%的成功率[53],如图12所示。因此,伦理道德和安全保障是教育人工智能也必须面对的挑战之一。为此,一方面,应将伦理道德教育纳入人工智能课程之中,树立伦理道德意识;另一方面,应该加强人工智能教育应用的监管,制定与安全应用相关的规定,运用区块链等技术保护使用者的隐私和权益,推动教育人工智能良性积极发展。

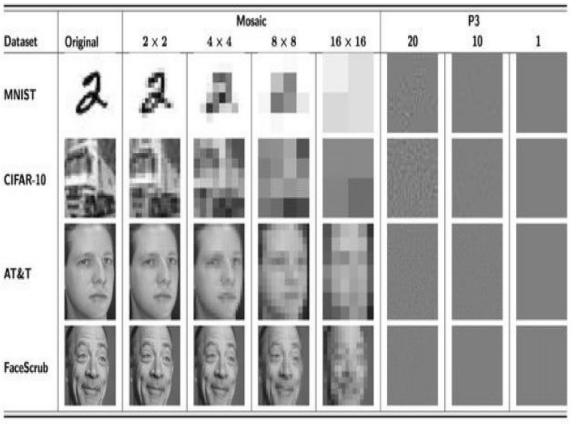


图12 接受机器学习训练的神经网络对像素化图像的识别

七、结束语

本文通过解读美国白宫科技政策办公室最近发布的两份人工智能报告,阐述了教育人工智能(EAI)发展中的关键技术、内涵与应用、人才培养以及面临的一些挑战,有助于我们把握教育人工智能发展趋势,促进人工智能在教育中的深入应用,推动教育人工智能的研发活动。然而,由于教育人工智能发展本身还不太成熟,目前仍然缺乏系统的理论、严谨的实验数据,使得本文的解读与分析尚不够深入。但这种解析依然具有一定的现实意义与价值:

首先,面对教育人工智能发展的新机遇,教育技术专业人员应保持一份开放的心态,做教育人工智能的实践者、建设者和研究者。教育技术人员应始终关注人工智能技术取得的新进展,了解不断涌现的教育人工智能产品,推动基于人工智能技术的智慧学习环境建设,探索人工智能技术教育应用的方法与策略,引领由数据挖掘、深度学习等人工智能技术驱动的教育研究,促进教育人工智能的良性发展。

其次,面对智能化浪潮,教育技术人员还应保持一份冷静的心态,警惕教育人工智能有可能导致的风险及负面影响,并预先采取相关措施加以避免。针对人工智能将启动变革人类社会第四次"工业革命"的观点,世界经济论坛创始人克劳斯·施瓦布教授在2016年达沃斯会议上就警告说[54],新技术(包括人工智能、机器人、物联网、3D打印等)的规模、速度和影响如此深远,从来没有哪个历史阶段像现在这样拥有巨大的前景,但潜在危险也是前所未有的。

因此,作为教育技术专业人员,我们同样需要警惕教育人工智能的盲目或不适当推广而造成的潜在影响。即在教育人工智能的研究、开发、应用、推广等过程中,我们始终遵循科学的方法,避免教育技术发展史上技术乐观主义者所导致错误的重演。

[参考文献]

[1][27][30][48][50][51]National Science and Technology Council. The national artificial intelligence research and development strategic plan [EB/OL]. [2016-11-24]. http://www.360doc.com/content/16/1015/20/37334461_598685262.shtml.

[2][4][5][7][8]Luckin R, Holmes W. Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education [EB/OL].[2016-11-24].https://www.pearson.com/news/blogs/CompanyBlog/2016/03/intelligence-unleashed-an-argument-for-ai-in-education.html.

[3]R.基思·索耶.剑桥学习科学手册[M].北京:教育科学出版社,2010:1.

[6]John Self. The defining characteristics of intelligent tutoring systems research: ITSs care, precisely [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED), 1998(10): 350-364.

[9]周伟祝,宦婧. 新的面向对象知识表示方法[J]. 计算机应用,2012,32(S2):16-18,37.

[10]年志刚,梁式,麻芳兰,李尚平. 知识表示方法研究与应用[J]. 计算机应用研究,2007,24(5):234-236,286.

[11]张攀,王波,卿晓霞.专家系统中多种知识表示方法的集成应用[J]. 微型电脑应用,2004,20(6):4-5,18.

[12][21]徐鹏,王以宁. 国内人工智能教育应用研究现状与反思[J]. 现代远距离教育,2009(5):3-5.

[13]祝叶华. 人工智能革命"助燃剂":机器学习[J]. 科技导报,2016,34(7):64-66.

[14][36]Executive Office of the President National Science and Technology Council Committee on Technology. Preparing for the future of artificial intelligence[EB/OL]. [2016-11-24]. http://www.360doc.com/content/16/1015/20/37334461_598684776.shtml.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[15]余凯,贾磊,陈雨强,徐伟. 深度学习的昨天、今天和明天[J]. 计算机研究与进展,2013,50(9):1799-1804.
[16]孙志远,鲁成祥,史忠植,马刚. 深度学习研究与进展[J]. 计算机科学,2016,43(2):1-8.
[17][18][24]王海芳,李峰. 人工智能应用于教育的新进展[J]. 现代教育技术,2008,18(13):18-20.
[19][20]王萌,俞士汶,朱学锋. 自然语言处理技术及其教育应用[J]. 数学的实践与认识,2015,45(20):151-156.
[22]张幸,华薇娜. 近二十年国际智能代理领域研究热点分析——基于共词分析和社会网络分析[J]. 现代情报,2014,39(9):133-140.
[23]Farag H E, El-Saadany E F, Seethapathy R. A two ways communication-based distributed control for voltage regulation in smart distribution feeders[J]. IEEE transactions on smart grid, 2012, 3(1): 271-281.
[25]NMC Horizon Project Wiki contributors. Affective Computing[EB/OL]. [2016-11-24]. http://china.nmc.org/index.php?title=AffectiveComputing&oldid=3573.
[26][29][49]刘清堂,毛刚,杨琳,程云. 智能教学技术的发展与展望[J]. 中国电化教育,2016(6):8-15.
[28]Sleeman D, Brown J S. Intelligent Tutoring Systems: An Overview[M]. New York: Academic Press,1982:1-11.
[31]Stone P, Brooks R, Brynjolfsson E, et al. Artificial Intelligence and Life in 2030[EB/OL]. [2016-11-25]. https://ai100.stanford.edu/2016-report.
[32][33][34][35] 北京师范大学智慧学习研究院. 2016年全球教育机器人发展白皮书[DB/OL].[2016-11-25.] http://sanwen8.cn/p/34fFTTF.html.
[37]杨晓琼,戴运财. 基于批改网的大学英语自主写作教学模式实践研究[J].外语电化教育,2015(2):17-23.
[38]徐鹏,王以宁,刘艳华,张海. 大数据视角分析学习变革——美国《通过教育数据挖掘和学习分析促进教与学》报告解读及启示[J]. 远程教育杂志,2013(6):11-17.
[39]葛道凯,张少刚,魏顺平. 教育数据挖掘:方法与应用[M].北京:教育科学出版社,2012.
[40]李青,王涛. 学习分析技术研究与应用现状述评[J].中国电化教育,2012(8):129-133.
[41]牟智佳. 学习者数据肖像支撑下的个性化学习路径破解——学习计算的价值赋予[J]. 远程教育杂志,2016(6):11-19.
[42]郑旭东,杨九民.学习分析在高等教育领域内的创新应用:进展、挑战与出路[J].中国电化教育,2016(2):2-7.
[43]Woolf B P, Lane H C, Chaudhri V K, et al. AI Grand Challenges for Education[J]. AI Magazine, 2013, 34(4): 66-84.
[44]当代教育家. 世界都在关心哪些核心素养? 素养教育的全球经验出炉了! [EB/OL].[2016-11-25]. http://learning.sohu.com/20160605/n453108721.shtml.
[45]张剑平,张家华. 我国人工智能课程实施的问题与对策[J]. 中国电化教育,2008(10):95-98.
[46]张剑平,王益. 机器人教育:现状、问题与推进策略[J]. 中国电化教育,2006(12):65-68.
[47]程望斌,张国云,吴健辉.基于学科竞赛的电子信息类专业人才培养研究[J]. 计算机教育,2015(3):65-69.
[52]熊威.人工智能风口已至,人才将是竞争关键[J]. 机器人产业,2016(3):95.
[53]中关村在线. 在图像识别上,隐私技术面临人工智能的挑战[EB/OL].[2016-11-25]. http://news.zol.com.cn/604/6044346.html.
[54]人工智能学家.人工智能是变革人类社会的第四次"工业革命"吗? [EB/OL]. [2016-11-30].http://mp.weixin.qq.com/s/6uMEhm8HscSoNTyck85m^{2}g.

[作者简介]

闫志明,鲁东大学教育科学学院副教授,博士,硕士生导师,研究方向:信息技术教育应用,学习科学与技术等;唐夏夏,鲁东大学教育科学学院在读硕士研究生,研究方向:信息技术与课程整合;秦旋,鲁东大学教育科学学院在读硕士研究生,研究方向:信息技术与教师专业发展;张飞,鲁东大学教育科学学院在读硕士研究生,研究方向:信息技术教育应用;段元美,鲁东大学教育科学学院副教授,研究方向:信息技术与教师专业发展。

http://dej.zjtvu.edu.cn

The Connotations, Key Technologies and Application Trends of Educational Artificial Intelligence (EAI): Interpretation and Analysis of the Two Reports Entitled "Preparing for the Future of Artificial Intelligence" and "The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan"

Yan Zhiming, Tang Xiaxia, Qin Xuan, Zhang Fei & Duan Yuanmei

(School of Education Science, Ludong University, Yantai Shandong 264011)

【Abstract】 In order to further the application, research and development of artificial intelligence (AI), the Office of Science and Technology Policy of White House released two reports entitled "*Preparing for the Future of Artificial Intelligence*" and "*The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan*" in October 2016. According to the reports, the AI has been playing a growing role in every area of society, among which education is an important one. Educational artificial intelligence (EAI) is a new field which combines AI with learning science. Currently, the key technologies of EAI are knowledge representation, machine learning, deep learning, natural language processing, intelligent agent, affective computing, etc. The development of EAI in education focuses on the intelligent tutor and assistant, intelligent evaluation, learning partner, data mining, learning analysis, etc. On this account, there is urgent need to strengthen the training of workforce of EAI at all levels, in accordance with the rapid development of AI.

【Keywords】 Artificial intelligence; Educational artificial intelligence; EAI; Machine learning; Intelligent data; Learning analysis; Learning computing; Deep learning

收稿日期:2016年11月30日
责任编辑:陶 侃

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2018)03—0024—07

人工智能教育应用的现状分析、典型特征与发展趋势*

梁迎丽，刘 陈

(南京邮电大学 教育科学与技术学院，江苏 南京 210023)

摘要：新技术浪潮汹涌而至。大数据、并行计算和深度学习驱动人工智能技术飞速发展，并重塑教育新形态。人工智能教育应用现状与发展趋势研究有助于推动技术与教育的深度融合发展。该文从技术发展的角度回顾了人工智能的发展历程，概述了人工智能发展史上的三次浪潮，揭示了人工智能的三大要素与驱动力，阐述了人工智能在教育领域中的四大具体应用形态，分析了人工智能教育应用的五大典型特征，并指出其未来的发展趋势，最后归纳并构建了人工智能与教育的融合创新发展体系，旨在为我国人工智能与教育的融合发展提供理论指导。

关键词：人工智能；深度学习；ITS；自动化测评；教育应用

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

大数据应用方兴未艾，人工智能已悄然而至。人工智能已逐渐渗透到社会的各个领域，引起经济结构、社会生活和工作方式的深刻变革，并重塑世界经济发展的新格局。人工智能在全球发展中的重要作用已引起国际范围内的广泛关注和高度重视，多个国家已将人工智能提升为国家战略，出台了相关政策和规划，力争抢占科技的制高点。美国先后颁布了《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》，欧盟委员会制定了SPARC机器人创新计划，英国和德国政府分别制定了“现代工业战略”和“工业4.0”计划，日本政府规划了人工智能产业化路线并部署了超智能社会。我国政府于2017年7月8日发布了《新一代人工智能发展规划》，指明了我国发展人工智能的重点任务，并对发展规划进行了全面部署，这是我国“抢占信息化制高点，增加国际话语权”的重要战略举措。

在人工智能浪潮的冲击和影响下，教育领域正在经历一场深层次变革，技术正在重塑教育的新形态。在此背景下，研究如何应用新技术推动教育事业的发展具有重要意义。教育技术领域已经涌现出一批相关研究，集中表现为人工智能内涵、技术与应用等内容的概述，如探讨了人工智能教育应用的热点问题[1]；侧重对美国政府两个人工智能报告的解读，分析了教育人工智能的内涵、关键技术与应用趋势[2]；探索了机器学习在教育中的应用[3]；分析了人工智能与STEM等课程的融合[4][5]；构筑了人工智能+教育的生态系统[6]。已有研究揭开了人工智能的神秘面纱，为后续研究奠定了基础。然而，技术在其产生、发展与应用中存在一定的客观规律。人工智能发展到今天，其原因何在？教育领域中的人工智能有何不同？这些问题驱动着对人工智能的进一步深入研究。因此，有必要回顾人工智能的产生与发展历程，立足于人工智能技术在教育领域中的应用现状，剖析其在教育应用中的典型特征，并把握其未来发展趋势，为推动我国人工智能与教育的融合创新发展提供理论指导。

一、人工智能的发展历程与核心驱动力

(一)人工智能的三次浪潮

人工智能起源于1956年美国达特茅斯学院举办的夏季学术研讨会。在这次会议上，达特茅斯学院助理教授John McCarthy提出的“人工智能(Artificial Intelligence, AI)”这一术语首次正式使用。之后，人工智能的先驱艾伦·图灵提出了著名的“图灵测

* 本文系江苏省教育科学“十三五”规划重大课题“教育信息化与教育教学改革研究”(项目编号：A/2016/06)、江苏高校哲学社会科学研究基金项目“基于大数据的高校智慧学习模型构建与应用研究”(项目编号：2017SJB0088)和南京邮电大学教育科学“十三五”规划2017年度课题“基于大数据的智慧学习模式研究”(项目编号：GJS-XKT1717)阶段性成果。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

试”：在人机分隔的情况下进行测试，如果有超过30%的测试者不能确定被试是人还是机器，那么这台机器就通过了测试，并被认为具有人工智能。图灵测试掀起了人工智能的第一轮浪潮。在人工智能研究方法上，以抽象符号为基础，基于逻辑推理的符号主义方法盛行，其突出表现为：在人机交互过程中数学证明、知识推理和专家系统等形式化方法的应用。但在电子计算机诞生的早期，有限的运算速度严重制约了人工智能的发展。

20世纪80年代，人工智能再次兴起。传统的符号主义学派发展缓慢，有研究者大胆尝试基于概率统计模型的新方法，语音识别、机器翻译取得了明显进展，人工神经网络在模式识别等领域初露端倪。但这一时期的人工智能受限于数据量与测试环境，尚处于学术研究和实验室中，不具备普遍意义上的实用价值。

人工智能的第三次浪潮缘起于2006年Hinton等人提出的深度学习技术。ImageNet竞赛代表了计算机智能图像识别领域最前沿的发展水平，2015年基于深度学习的人工智能算法在图像识别准确率方面第一次超越了人类肉眼[7]，人工智能实现了飞跃性的发展。随着机器视觉研究的突破，深度学习在语音识别、数据挖掘、自然语言处理等不同研究领域相继取得突破性进展。2016年，微软将英语语音识别词错率降低至5.9%，可与人类相媲美。如今，人工智能已由实验室走向市场，无人驾驶、智能助理、新闻推荐与撰稿、搜索引擎、机器人等应用已经走进社会生活[8]。因此，2017年也被称为人工智能产业化元年。

(二)人工智能的三大要素与核心驱动力

回顾人工智能的发展历程，在三次浪潮的浮浮沉沉中，人工智能不断突破并接近自身的目标：能够根据对环境的感知，做出合理的行动，从而获得最大收益。从人工智能的发展历程来看，不难看出，运算力、数据量和算法模型是人工智能的三大要素。如图1所示，人工智能具体应用的实现，如语音识别和图像识别等，需要先赋予机器一定的推理能力，然后它才能做出合理的行动。而这种推理能力，源自于大量的应用场景数据集。通过使用大量的数据对算法模型进行一定的训练，机器才能够根据算法做出具有类人智能的判断、决策和行为。奠定了的坚实基础。

人工智能在逐步发展完善自身理论与方法，以及寻求外部动力的过程中螺旋式上升发展。从图灵测试理论的提出到无人驾驶汽车自动上路行驶，从实验室的“封闭世界”到外部“开放世界”的安全过渡，大数据、云计算和深度学习这三大核心驱动力，共同促成了人工智能的突破性进展。

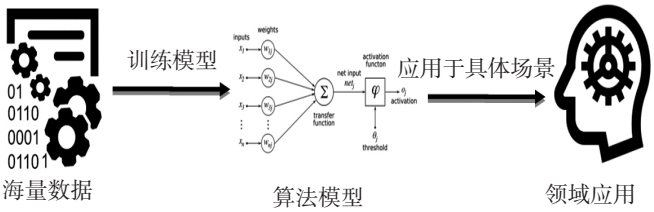


图1 人工智能的实现原理

1.大数据

人工智能建立于海量优质的应用场景数据基础之上。训练数据的数量、规模和质量尤为重要，丰富的海量数据集是算法模型训练的前提。甚至有观点认为，拥有更海量的数据比拥有更好的算法更重要。受益于移动互联网的发展和多样化智能终端的普及，以及物联网的发展和传感器的大量应用，源自各种设备及互联网应用的数据急剧增加，大数据迅速发展。大数据处理技术能在很大程度上提高人工智能训练数据集的质量，并能优化存储和管理标注后的数据。因此，可以说，海量数据是机器智能的源泉，大数据有力地助推了机器学习等技术的进步，在智能服务的应用中释放出无限潜力。

2.并行计算

人工智能发展过程中，有限的运算能力曾是制约人工智能发展的主要瓶颈。从电子计算机出现的早期至今，机器的运算处理能力不断提升，为人工智能的发展提供了极大的动力支持。云计算在虚拟化、动态易扩展的资源管理方面的优势，GPU等人工智能专用芯片的出现，奠定了人工智能在大规模、高性能并行运算的软硬件基础，推动数据处理规模和运算速度的指数级增长，极大地提高了算法执行效率和识别准确率。

3.深度学习

数据和硬件是人工智能的基础，而算法是人工智能的核心。人工智能发展史上，两个转折点尤其值得关注。一个是研究方法由符号主义转向统计模型，自此开辟了人工智能发展的新路径；另一个是深度学习凭借绝对优势，颠覆了其他算法设计思路，突破了人工智能的算法瓶颈。深度学习即深度网络学习，它受人类大脑神经结构的启发，由一组单元组成，每个单元借由一组输入值而产生输出值，该输出值又继续被传递到下游神经元。深度学习网络通常使用许多层次，且在每层使用大量单元，以便识别海量数据中极其复杂和精确的模式。深度学习将人类程序员从构建模型的复杂活动中解放了出来，并提供一种更优化、更智能的算法，能

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

够自动从海量数据库中进行自我学习，自动调整规则参数并优化规则和模型，识别准确率极高。自学习状态已成为机器学习的主流方法。

二、人工智能教育应用的现状分析

逻辑推理、知识表示、规划和导航、自然语言处理和感知是人工智能的主要问题空间[9]。在教育问题解决与应用中，人工智能主要有四大应用形态：智能导师系统、自动化测评系统、教育游戏与教育机器人。

(一)智能导师系统

智能导师系统(Intelligent Tutoring System，ITS)由早期的计算机辅助教学发展而来，它模拟人类教师实现一对一的智能化教学，是人工智能技术在教育领域中的典型应用。典型的智能导师系统主要由领域模型、导师模型和学习者模型三部分组成，即经典的“三角模型”。领域模型又称为专家知识，它包含了学习领域的基本概念、规则和问题解决策略，通常由层次结构、语义网络、框架、本体和产生式规则的形式表示，其关键作用是完成知识计算和推理。导师模型决定适合学习者的学习活动和教学策略，学习者模型动态地描述了学生在学习过程中的认知风格、能力水平和情感状态。事实上，ITS的导师模型、学习者模型和领域模型正是教学三要素——教师、学生、教学内容的计算机程序化实现，其互相关系如图2所示。其中，领域模型是智能化实现的基础，教学模型则是领域模型和学生模型之间的桥梁，其实质是做出适应性决策和提供个性化学习服务。教学模型根据领域知识及其推理，依据学习者模型反映的学习者当前的知识技能水平和情感状态，做出适应性决策，向学习者提供个性化推荐服务，如图3所示。

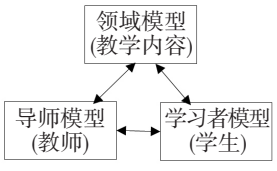


图2 ITS体系结构

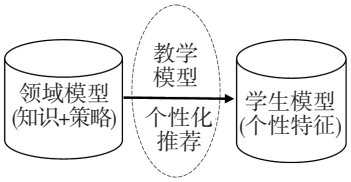


图3 ITS的个性化学习服务原理

ITS尊重学习者的个性特征，如学习风格、兴趣、特长等，满足学习者的个性化需求。ITS根据学习者模型所刻画的个性特征，向其提供个性化的学习路径[10]、学习资源[11]和学习同伴等资源。美国国防高级研究计划署赞助开发的一种使用人工智能来模拟专家和新手之间的互动的数字导师系统，能够帮助学习者获得所需的技能，将海军新兵训练成为技术技能专家所需的时间从几年减少到几个月。

近年来，情感、元认知和动机等研究越来越受重视，神经科学、认知科学、心理学和教育学的研究表明，情感状态在一定程度上影响了学生的学习效率和态度[12]，消极的情感状态会阻碍学生的思考过程，而积极的情感为学生的问题解决和创新进步提供有利的条件。然而，情感缺失一直是ITS中存在的突出问题。ITS通过与学生的交互实现情感的感知、识别、调节与预测。根据学生情感的来源，如面部表情[13]、声音等可察因素，及可测量的行为等，采用传感器等技术获取数据，根据相关科学模型，应用人工智能的方法与技术，综合运用心理学和认知科学等知识进行情感推理，也称之为情感识别或情感计算[14]。研究表明，系统通过对话的方式对学生进行的情感调节具有积极效果[15]。

ITS中教学模型模拟人类教师实现一对一个性化教学的过程即是适应性教学策略选取和个性化资源推荐算法的实现过程，适应性教学策略选择是资源个性化推荐的前提。在适应性教学策略的选择方面，这种适应性表现为多个层次：从适应性应答学生的表现，适应学生的知识水平，帮助学生取得具体目标，到对学生的情感状态做出适应性干预调节，提供适应学生元认知能力的帮助。事实上，ITS要模拟人类教师凭借经验进行决策的复杂过程，具有一定难度。而人工智能引发了教育领域的数据革命和智能化革命，数据驱动的智慧教学与智能决策正在成为教育教学的新范式。

(二)自动化测评系统

评价是教学活动的重要组成部分。自动化测评技术的应用引发了评价方法和形式的深刻变革。自动化测评系统能够实现客观、一致、高效和高可用的测评结果，提供即时反馈，极大地减轻教师负担，并为教学决策提供真实可靠的依据。

1.ICT技能与程序作业的自动化测评系统

ICT技能培训与程序设计是计算机教育领域中的重要内容。ICT技能是信息时代的基本素养。文字编辑、电子表格数据处理、收发邮件、制作演示文稿和网页等技能的学习和培训过程中，ICT自动化测评系统所构建的信息模型通过信息获取、知识推理和综合评价三个步骤，动态跟踪用户的操作行为，并对操作过程进行诊断、评价和反馈，极大地提高了学习效率[16]。

计算机程序设计是培养计算思维的有效途径，程序作业通常由学生上机完成。程序设计语言有其自身的语法规则。动态程序测评能够获取程序的编译和运行时信息，分析程序的行为和功能，从程序的功能和执行效率出发，展开综合评价。而静态程

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

序测评，如图4所示，首先对程序代码进行信息提取，然后将程序进行中间形式表示，预测程序所有可能的执行路径与结果，利用知识发现技术实现对程序的评价。目前，国内外已经实现自动化测评的程序设计语言包括Java、C/C++、Python和Pascal，以及汇编语言、脚本语言和数据库查询语言等。

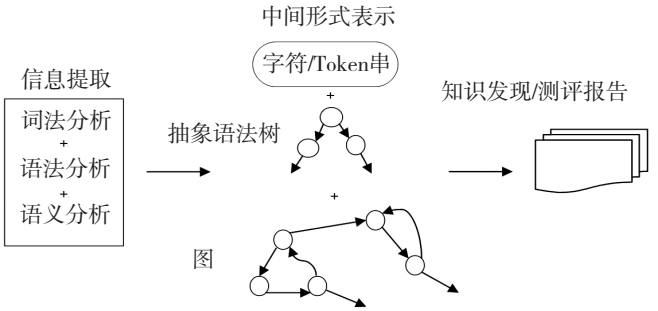


图4 自动化程序测评原理图

2.自动化短文评价系统

短文写作是当前很多标准化测试的基本要求。随着人工智能技术的发展，自动化短文评价(Automated Assessment of Essays and Short Answers)运用自然语言处理技术和机器学习等技术实现对短文本的计算分析和语义理解。美国教育考试服务中心(Educational Testing Service, ETS)设计和举办多项大型标准化考试，如TOEFL、SAT、GRE等。ETS始终致力于测评理论、方法和技术的研究，尤其在自动化测评领域一直处于前沿。目前，ETS已经实现了语音、短文、数学等领域的自动化评价与反馈。在其产品中，TextEvaluator[17]是一种全自动化的基于Web的技术工具，旨在辅助教师、教材出版商和考试开发人员选取用于学习和测试的文本段落。TextEvaluator超越了传统的句法复杂性和词汇难度的可读性维度，解决了由于内聚性、具体性、学术导向、论证水平、叙述程度和交互式对话风格的差异而导致的复杂性变化。另外，E-rater[18]引擎用于学生作文的自动化评分和反馈。在设定了评价标准之后，学生可以使用E-rater的反馈来评估他们的写作技巧，并确定需要改进的地方。教师可用来帮助学生独立发展自己的写作技巧，并自动获得建设性的反馈意见。除了提供短文的整体得分，E-rater还提供关于语法、写作风格和组织结构等的实时诊断和反馈。

3.自动化口语测评系统

自动化口语评价运用语音识别等技术实现了多种语言口语语音的自动化测试与评价，图5展示了基于移动智能终端和测评云服务的口语学习系统架构，其中声学模型和语言学模型是语音识别的关键。ETS的SpeechRater引擎是英语口语测评方面应用最广泛的测评引擎之一。其测评任务并不限定范围和对象，开放性是其最大特点。该引擎可以用于提高发音可靠性、语法熟练度和交际的流利程度。SpeechRater引擎使用自动语音识别系统处理每个响应，该系统特别适用于母语非英语的学习者。基于该系统的输出，使用自然语言处理和语音处理算法来计算在许多语言维度上定义语音的一组特征，包括流利性、发音、词汇使用、语法复杂性和韵律。然后将这些功能的模型应用于英语口语测评，最终得出分数并提供反馈建议。

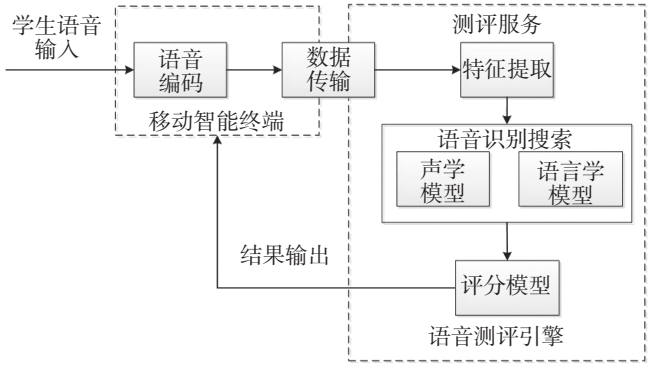


图5 基于移动终端的自动化口语测评框架

对于我国的英语教学来说，言语环境匮乏是当前制约学生英语口语学习的最大障碍，口语评价难度较大且时效性差更加加剧了英语口语教与学的难度。科大讯飞依托语音技术的强劲优势，所开发的听说智能测试系统、英语听说智能考试与教学系统和大学英语四六级口语考试系统可以用于促进英语听说训练和自动化测试与反馈。另外，普通话模拟测试与学习系统和国家普通话智能测试系统在推广普通话及相关考试方面发挥着重要作用。

(三)教育游戏

游戏智能是人工智能研究内容的一部分。运用深度学习技术的AlphaGo大胜人类职业围棋选手，标志着人工智能技术的又一次飞跃。在教育应用领域中，计算机和视频游戏不仅仅提供一种娱乐方式，更能推动玩家在游戏中获得新的知识和技能。教育游戏具有明确、有意义的目标，多个目标结构，评分系统，可调节的难度级别，随机的惊喜元素，以及吸引人的幻想隐喻。教育游戏通过构建充分开放的游戏框架和环境，提供一种观察和认识世界的新视角。益智游戏玩家不仅使用游戏工具解决问题，而且还使用自己的知识和技能。在角色扮演中，玩家必须在恶劣的环境中生存和获得新的知识。在所有这些情况下，对周围空间的详细研究等活动都是对玩家的注意力、耐心、专业知识和逻辑思维的考验与锻炼。例如，芝加哥科学与工业博物

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

馆的网站允许游客玩“生存模式”的游戏[19]。该游戏专为青少年设计，专注于研究在极端情况下发生在人体内的主要身体系统的变化过程。游戏玩家不仅克服了许多障碍，还了解了人体的结构。另外，青少年学会使用鼠标和手写笔学习撰写简单的生存搜索等机器人程序。

(四)教育机器人

教育机器人在教学中的应用越来越普遍。一方面，教育机器人可以培养和发展学生的计算思维能力。越来越多的学校正在引进教育机器人作为创新的学习环境，用于提高和建立学生的高层思维能力，作为提高学生学习动机和抽象概念理解的补充工具，帮助学生解决复杂的问题。另一方面，教育机器人具有多学科性质，提供建设性的学习环境，有助于学生更好地理解科学知识，在科学、技术、工程和数学(STEM)教育方面发挥着重要作用。在STEM教学方面，机器人可以协助教师实现工程和技术概念的真实应用，将现实世界中的科学和数学概念进行具体化，有助于消除科学和数学的抽象性。事实上，各种教育机器人的应用推动了科学、技术、工程和数学在教学的改进，机器人固有的灵活性使其在STEM不同教育场景中的应用取得了成功[20]。此外，使用机器人教学有助于增强批参与者的判性思维，促进团队合作，提高沟通交流能力和创新能力。

三、人工智能教育应用的典型特征与发展趋势

人工智能通过知识表示、计算与理解，可以模拟人类教师实现个性化教学；依托于问题空间理论，实现知识和技能的自动化测量与评价；借助于自然语言处理与语音识别技术，解决文本和口语语音的词法分析、语法判别和语义理解；通过教育游戏和教育机器人，以智能增强的方式赋予“寓教于乐”以新的内涵。进一步深入分析人工智能教育应用的典型特征，并把握其未来发展趋势是推动人工智能教育应用的必要条件。

(一)五大典型特征

人工智能在教育应用中的典型特征突出体现在以下五个方面：

1.智能化

智能化是教育信息化的发展趋势之一。海量数据蕴藏着丰富的价值，在知识表示与推理的基础上，构建算法模型，借助于高性能并行运算可以释放这种价值与能量。未来，在教育领域将会有越来越多支持教与学的智能工具，智慧教学将给学习者带来新的学习体验。在线学习环境将与生活场景无缝融合，人机交互更加便捷智能，泛在学习、终身学习将成为一种新常态。

2.自动化

与人相比，人工智能更擅长记忆、基于规则的推理、逻辑运算等程序化的工作，擅长处理目标确定的事务。而对于主观的东西，如果目标不够明确，则较为困难。如数学、物理、计算机等理工科作业，评价标准客观且容易量化，自动化测评程度较高。随着自然语言处理、文本挖掘等技术的进步，短文本类主观题的自动化测评技术将日益成熟并应用于大规模考试中。教师将从繁重的评价活动中解放出来，从而有精力专注于教学。

3.个性化

基于学习者的个人信息、认知特征、学习记录、位置信息、媒体社交信息等数据库，人工智能程序可以自学习并构建学习者模型，并从不断扩大更新的数据集中调整优化模型参数。针对学习者的个性化需求，实现个性化资源、学习路径、学习服务的推送。这种个性化将越来越呈现出客观、量化等特征。

4.多元化

人工智能涉及多个学科领域，未来的教学内容需要适应其发展需要，如美国已经高度重视STEM学科的学习，我国政府高度重视并鼓励高校扩展和加强人工智能专业教育，形成“人工智能+X”创新专业培养模式。从人才培养的角度分析，学校教育应更强调学生多元能力的综合性发展，以人工智能相关基础学科理论为基础，提供基于真实问题情境的项目实践，侧重激发、培养和提高学生的计算思维、创新思维、元认知等能力。

5.协同化

短期来看，人机协同发展是人工智能推动教育智能化发展的一种趋势。从学习科学的角度分析，学习是学习者根据自己已有的知识去主动构建和理解新知识的过程。对于人工智能来说，新知识是它们所无法理解的，所以这种时候学习者就需要教师的协同、协助和协调。因此在智能学习环境中，教师的参与必不可少，人机协同将是人工智能辅助教学的突出特征。

(二)发展趋势

人工智能在教育中的应用特征为推动人工智能与教育的融合创新发展指明了方向。在当前国家大力发展人工智能的政策引领下，不仅要从本质上认识人工智能的核心要素与驱动力，把握其典型应用特征，还要能够顺应其发展趋势。以数据驱动引领教育信息化发展方向，以深化应用推动教育教学模

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

式变革，以融合创新优化教育服务供给方式，将是人工智能教育应用的未来发展趋势，也是人工智能时代教育发展的鲜明任务和重要机遇。

1.以数据驱动引领教育信息化发展方向

人工智能技术在教育领域的深入应用，推动着信息技术与教育的融合创新发展。纵观人工智能在教育领域的应用发展历程，从早期基于规则的知识表示与推理，到今天基于深度学习的自然语言处理、语音识别与图像识别，“智能”的习得已经由早期的专家赋予演变为机器主动学习获取。除了算法模型的显著改进，作为模型的训练数据集，大数据为人工智能添加了十足的动力燃料。大数据智能以数据驱动和认知计算为核心方法，从大数据中发现知识，进而根据知识做出智能决策。数据已经成为产业界争夺的焦点，数据驱动的智能决策与服务已经成为学术界研究的热点。在教育领域，数据可以解释教育现象，也可以揭示教育规律，并能够预测未来趋势。数据驱动的方法推动着教育研究从经验主义走向数据主义和实证主义。因此，教育数据革命已经到来。数据驱动的人工智能将引领教育信息化发展的新方向。

2.以深化应用推动教育教学模式变革

人工智能在教育领域取得如此大的成就，技术引领是关键。同时，不难看出，人工智能在教育领域的应用具有较强的场景性，也就是说，这种应用是针对教育实践活动中的具体问题而展开的，具有明确的问题空间和目标导向。也因此，这种由应用驱动的技术与教育的融合发展，是技术在教育领域中的一种深入应用。如自动化口语测评中，针对具体的语言语音对象，在语音识别技术的基础上，应用语音测评技术实现对学生口语的自动化评价。人工智能技术在教育领域的深化应用，创设了强感知、高交互、泛在的学习环境，为学生的知识建构活动提供了良好条件，为创新型教学模式的发现和运用提供了空间。

3.以融合创新优化教育服务供给方式

人工智能在教育领域中的应用实现了跨学科、跨领域和跨媒体的融合创新。人工智能与神经科学、认知科学、心理学、数学等相关基础学科的交叉融合，联合推动了教育人工智能技术的发展和应用。同时，人工智能本身的发展，离不开人工智能教育和培训。而这种教育更需要建立于STEM学科融合的基础之上。人工智能与教育两者相辅相成，互相促进。跨领域推理融合了多个领域的数据与知识，奠定了强大的智能基础。跨媒体感知计算以智能感知、场景感知、视听觉感知、多媒体自主学习等理论方法为依托，旨在实现超人感知和高动态、高纬度、多模式分布式大场景感知[21]。人工智能技术与教学内容、教学媒体和知识传播路径的多层次融合，突破了传统教育方式的限制，提供跨学科、跨媒体、跨时空的智能教育服务供给，是建设“人人皆学、处处能学、时时可学”学习型社会的有效途径。

基于上述人工智能在教育中的主要应用与典型特征分析，本文提出如图6所示的人工智能与教育融合发展体系。在大数据和深度学习等技术的重要支撑下，人工智能关键技术的突破，推动了人工智能在教育领域中的多样化应用形态，并提供了更智能的学习服务与体验，呈现出智能化、自动化、个性化、多元化和协同化的特征与趋势。在服务监控与治理的保障下，以政策为引领，牢牢把握“应用驱动”的基本原则，进而展开理论和技术研究，是推动人工智能与教育融合创新发展的重要路径。

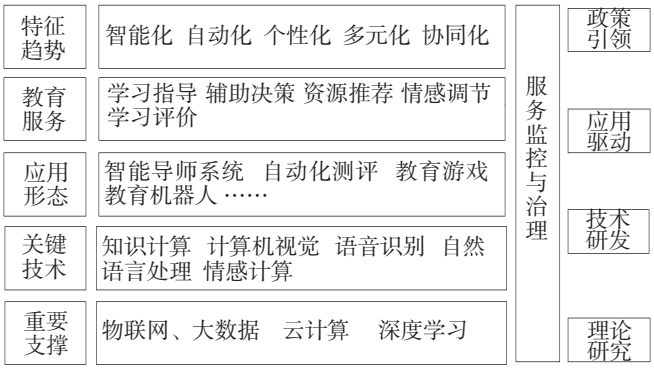


图6 人工智能与教育的融合创新发展体系

四、结束语

本文回顾了人工智能的发展历程，揭示了人工智能的三大内部要素与外部驱动力。结合人工智能技术在教育中的四大具体应用形态，深入分析了人工智能教育应用的五大典型特征，并据此指出其未来的发展趋势，最终将上述内容进行归纳总结，构建了人工智能与教育融合创新发展体系，旨在为我国人工智能与教育的融合发展提供理论指导。

人工智能技术正在推动教育信息化的快速发展。然而，在推进人工智能教育应用的过程中，还有很多具体问题值得探讨，亟待解决。如训练人工智能算法模型需要开放教育大数据，但会涉及到个人隐私暴露等信息安全问题；相关技术在教学与考试中的应用，可能需要政策和制度的同步完善；人工智能在提高教学效率和推动教育公平的同时，是否也会造成数字鸿沟的增大；未来的教师和学生、教育研究、教育管理和规划等该如何适应人工智能带来的诸多变革等。面对全球智能化发展趋势及其挑战，教育必须积极主动地调整自身发展，借助现有技术的优势与潜能，实现

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

服务社会经济发展的功能。

参考文献：

[1] 贾积有.国外人工智能教育应用最新热点问题探讨[J].中国电化教育,2010,(7):113-118.

[2] 闫志明,唐夏夏,秦旋等.教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,2017,35(1):26-35.

[3] 余明华,冯翔,祝智庭.人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索[J].远程教育杂志,2017,35(3):11-21.

[4] 唐烨伟,郭丽婷,解月光,钟绍春.基于教育人工智能支持下的STEM跨学科融合模式研究[J].中国电化教育,2017,(8):46-52.

[5] 张剑平,张家华.我国人工智能课程实施的问题与对策[J].中国电化教育,2008,(10):95-98.

[6] 吴永和,刘博文,马晓玲.构筑"人工智能+教育"的生态系统[J].远程教育杂志,2017,35(5):27-39.

[7] The Electronic Frontier Foundation. Measuring the Progress of AI Research[DB/OL]. https://www.eff.org/files/AI-progress-metrics.html#Vision,2017-10-15.

[8] 李开复,王咏刚.人工智能[M].北京:文化发展出版社,2017.5-25.

[9] Frank Chen.AI, Deep Learning and Machine Learning: A Primer[DB/OL]. http://a16z.com/2016/06/10/ai-deep-learning-machines,2017-10-15.

[10] Hwang G J,Kuo F R,Yin P Y,et al.A Heuristic Algorithm for planning personalized learning paths for context-aware ubiquitous learning[J]. Computers & Education,2010,54(2):404-415.

[11] 梁迎丽,梁英豪.基于语音评测的英语口语智能导师系统研究[J].现代教育技术,2012,22(11):82-85.

[12] Nkambou R, Mizoguchi R, Bourdeau J. Advances in Intelligent Tutoring Systems[M]. Berlin: Springer Heidelberg, 2010.

[13] Boumiza S, Bekiarski A, Souilem D, et al. Development of model for automatic tutor in e-learning environment based on student reactions extraction using facial recognition[A]. 2017 15th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA)[C]. Sofia:IEEE,2017.488-492.

[14] Petrovica S, Anohina-Naumeca A,Ekenel H K. Emotion Recognition in Affective Tutoring Systems: Collection of Ground-truth Data[J]. Procedia Computer Science,2017,(104):437-444.

[15] Graesser A C.Conversations with AutoTutor help students learn[J].International Journal of Artificial Intelligence in Education,2016,26(1):124-132.

[16] 许骏,柳泉波.IT技能测评自动化技术[J].小型微型计算机系统,2001,22(12):1489-1493.

[17] Educational Testing Service .TextEvaluator Capability[DB/OL]. http://www.ets.org/research/topics/as_nlp/educational_applications/,2017-10-15.

[18] Burstein J. The E-rater scoring engine: Automated essay scoring with natural language processing[A]. Mahwah.M.d.shermis & J.c.burstein[C]. NJ: Lawrence Erlbaum Associates,2003.113-121.

[19] Chicago museum of science+industry. Code Fred: Survival Mode [DB/OL]. http://www.msichicago.org/experiment/games/code-fred-survival-mode/,2017-10-16.

[20] Benitti F B V, Spolavr N. How Have Robots Supported STEM Teaching?[DB/OL]. https://www.kukakore.com/robotic-stem-education/,2017-10-15.

[21] Peng Y X,Zhu W W,Zhao Y,et al.Cross-media analysis and reasoning: advances and directions[J].Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering,2017,18(1):44-57.

作者简介：

梁迎丽：博士，讲师，研究方向为教育大数据、人工智能教育应用、教育信息化等(lyl@njupt.edu.cn)。

刘陈：教授，博士，研究方向为教育信息化与教育教学改革。

The Application Status, Typical Characteristics and Development Trends of Artificial Intelligence in Education

Liang Yingli, Liu Chen

(School of Educational Science and Technology, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu 210023)

Abstract: The new wave of technology is surging. Big data, parallel computing and deep learning drive the rapid development of artificial intelligence, and reshape the new paradigm of education. Research on the application status and development trends of artificial intelligence in education helps to promote the deep integration of technology and education. This paper reviews the development of artificial intelligence from the perspective of technology, outlines the iconic development of the research methods in the three waves of artificial intelligence, and reveals the three internal factors and external driving force of artificial intelligence. Then it elaborates the four specific application forms of artificial intelligence technology in education, analyzes the five typical characteristics of the application of artificial intelligence in education, and points out its future development trends. Finally, it constructs the architecture of integrational and innovational system of artificial intelligence and education based on above research, which aims at providing theoretical guidance for the development of artificial intelligence and education in China.

Keywords: Artificial Intelligence; Deep Learning; ITS; Automated Assessment; Application in Education

收稿日期：2017年11月10日

责任编辑：宋灵青

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

构筑“人工智能+教育”的生态系统*

吴永和[1] 刘博文[1] 马晓玲[2]

(1.华东师范大学 教育学部 教育信息技术学系，上海 200062；
2.华东师范大学 经管学部 信息管理系，上海 200241)

[摘 要] 近期国内召开的人工智能教育论坛，进一步促进了“人工智能+教育”研究的深入和应用推广，同时也为人工智能(AI)向“人工智能+教育”发展提供了技术基础。AI发展过程可分别从时间和技术两个维度进行划分，其在发展过程中不断与教育结合，产生了大量的研究成果，这为“人工智能+教育”提供了理论指导。通过高频关键词云图和共词网络图分析透视了目前的研究现状，认为国内外各企业教育智能产品应用，是推进“人工智能+教育”的动力；国家颁布了一系列人工智能发展战略政策，特别强调教育应用，为“人工智能+教育”提供了政策保障。进而从孕育条件、特征、作用三方面阐述了“人工智能+教育”的内涵，从应用形态、技术架构、业态趋向等要素构建了“人工智能+教育”的生态系统，并阐述了“人工智能+教育”的人才培养体系。

[关键词] 人工智能；人工智能+教育；智能教育；教育人工智能；EAI；教育智能代理；教育 Agent；生态系统；人才培养

[中图分类号] G40-057 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2017)05—0027—13

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2017.05.003

一、研究的提出

人工智能(Artificial Intelligence，简称 AI)延伸了人类的体力和脑力。“阿尔法狗”先后战胜二位世界围棋冠军李世石、柯洁，掀起了全球性人工智能发展的新一轮热潮。2016年5月23日，国家发改委联合科技部、工信部等共同制定了《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》[1]，首次明确提出到2018年基本建立人工智能产业、服务和标准化体系，实现核心技术突破，培育若干全球领先的人工智能骨干企业，形成千亿级的人工智能市场应用规模。2017年3月5日，国务院总理李克强在《政府工作报告》中提到，要加快培育壮大新兴产业，全面实施战略性新兴产业发展规划，包括人工智能产业。这是“人工智能”首次被列入《政府工作报告》。

去年10月，网易科技联合网易智能、乌镇智库发布了《乌镇指数：全球人工智能发展报告(2016)》[2]综述篇，指出人工智能应用于教育领域的主要形式有：智能评测、个性化辅导、儿童陪伴等。2017年5月13日，中国科学院院士褚君浩在华东师范大学举办的“人工智能与未来教育”高峰论坛上，做了题为“智能时代：智慧的教育是什么？[3]”的报告。2017年7月8日，国务院印发了《新一代人工智能发展规划》[4]，为加快人工智能的创新应用，提出了“智能教育”，为“人工智能+教育”指明了发展方向。

近年来，国内一些学者纷纷展开了相关研究。如，闫志明等提出教育人工智能(EAI)，界定了教育人工智能的内涵[5]；马玉慧等研究了智慧教育时代我国人工智能教育应用的发展路径[6]；刘清堂等对智能教学技术的发展与展望进行了研究[7]。可见，教育作为人工智能的主要应用领域之一，正向“人工智能+教育”的新阶段迈进。

那么，在今天这样一个人工智能快速发展的时代背景下，“人工智能+教育”的发展现况与重点如何？其生态系统如何构建？本文拟从人工智能的发展过程出发，分析“人工智能+教育”的研究现状，试从应用形态、技术架构、业态趋向三方面初步构建“人工智能+教育”的生态系统，以及对建立“人工智能+教育”人才培养体系作些探讨。

二、人工智能发展的阶段与驱动力

(一)人工智能的发展阶段

人工智能的概念自提出以来，已经过60多年的

* 基金项目：本文系上海市浦江人才计划项目“基于教育大数据的学习分析教育应用创新研究”(项目号：14PJC034)和华东师范大学教育学高峰学科建设项目“基于学习分析的学习资源精准服务研究”(16000 5154A5 15001/016/001)的研究成果。

http://dej.zjtvu.edu.cn

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

发展,积累了巨大的潜能,其发展脉络可分别从时间和技术两方面进行梳理。从发展时间的角度看,人工智能的发展可划分为七个阶段[8]:萌芽阶段、诞生阶段、黄金阶段、第一次低谷、繁荣阶段、第二次低谷、现在发展阶段。图1分别列举了人工智能、人工智能教育(AIE)在各发展阶段的重要事件。

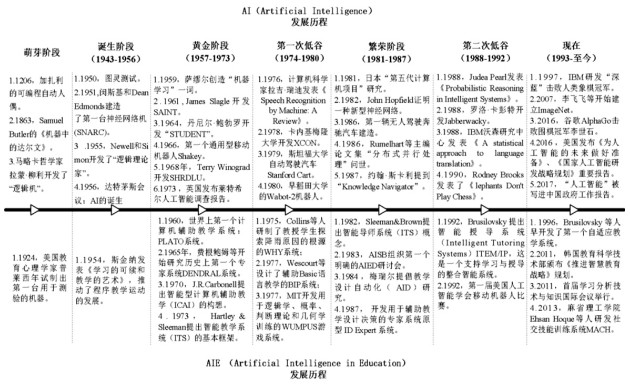


图1 人工智能发展的七个阶段(时间维度)

从技术发展的角度看,人工智能的发展可分为:计算智能、感知智能、认知智能三个阶段[9]。其中,计算智能是人工智能的初步形态,也是其不断发展的基础;感知智能是当前国内外人工智能发展集中所处的阶段;认知智能是人工智能的高级形态,是未来人工智能发展的突破口。

表1 人工智能发展的三个阶段(技术维度)

发展阶段	特征	教育应用案例
计算智能	能存会算	存储与传递海量学习资源、智能学生信息管理系统
感知智能	能听会说、能看会认	语言教学、口语测评、图像搜题
认知智能	能理解、会思考	个性化学习、自主学习

1.计算智能阶段

计算智能是最初级的人工智能形态,它让机器和人一样能计算、存储和传递信息。计算机的资源储存和计算能力比人类强大很多,能快速存储和处理海量数据,特别是在使用大存储和超算之后,整个系统在一定程度上表现出智能的特性。计算智能使用穷举和匹配搜索等方法完成任务,例如,下棋和网页搜索,IBM深蓝国际象棋2006年已经超过人类,Google搜索引擎可以帮助人们在"成千上万"网页中搜索相关信息。计算智能的教育应用表现为:支持快速存储与传递大量学习资源,构建智能化学生信息管理系统等。

2.感知智能阶段

感知智能阶段是目前人工智能发展的主要阶段,它使得机器和人一样能看懂、听懂与辨识,具备感知能力并与人进行交互。目前,感知智能的发展已经比较成熟,它通过数学建模和基于大数据的深度学习等方法对人类感知能力进行模拟,辅助人类完成任务。其研究涉及的领域较广,研究成果较多,主要包括语音识别、图像识别等方面,如,亚马逊智能助手"Alexa"、谷歌助理等,可以支持跨设备、跨语种的人机双向语音对话,基于语音和文字搜索,根据用户需求提供个性化服务;百度图像搜索依托图像识别技术可以支持对实物拍照进行即时搜索,很大程度上满足了用户的搜索需求。感知智能的教育应用表现为语言教学、口语测评、图像搜题等方面。

3.认知智能阶段

认知智能是人工智能的高级形态,它模拟人类的推理、联想、知识组织能力,使得机器和人一样能理解、会主动思考并采取合理行动,具备一定的概念、意识和观念。该阶段的人工智能不仅具有逻辑思维,还具有形象思维、灵感思维,能全面辅助或替代人类的一些工作。认知智能是目前人工智能领域关注的热点,在各科技企业的积极探索中也初见成果。如,科大讯飞研发的教育智能机器人"阿尔法蛋",拥有"类人脑",其理解能力、表达能力、智商都会随着深度自我学习而不断成长,可以初步为用户提供个性化学习、自主学习等服务。目前,认知智能与人的差距还较大,是未来人工智能发展的突破口。

(二)人工智能发展的驱动力

1.国家政策层面的驱动

国家层面的政策支持,为人工智能提供了赖以生存和发展的土壤。自2010年起,美国国防部高级研究计划局(DARPA)就长期支持人工智能在各领域的应用,还将"大脑计划"、"先进制造"、"智慧城市"等领域作为美国国家创新战略的重要组成部分。2016年10月,美国白宫科技政策办公室(OSTP)率先发布了题为《为人工智能的未来做好准备》(*Preparing for the Future of Artificial Intelligence*)和《国家人工智能研发战略规划》(*The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan*)两份重要报告,以期为人工智能的未来发展提供针对性的指导。这两份报告的发布,对全球人工智能发展战略影响巨大。

2009年,欧盟就开启"蓝脑计划",又在2013年启动"人脑计划",并在2016年公开发布了神经信息平台、大脑模拟平台、高性能计算平台、医学信息平

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

台、神经形态计算平台、神经机器人平台等六大平台。2015 年 1 月,日本政府联合各大企业推出了“机器人计划”,并计划在今后 10 年里投入 1000 亿日元用于人工智能的研发。

中国也颁布了与人工智能相关的一系列政策。表 2 为近年来中国所颁布的人工智能相关政策方面的情况。

表 2 中国颁布的与人工智能相关的一系列政策

时间	颁布主体	法律法规	相关内容	关键词频次
2015.5	国务院	中国制造 2025	提出加快推动新一代信息技术与制造技术融合发展,把智能制造作为两个深度融合的主攻方向。研究制定智能制造发展战略;加快发展智能制造装备和产品;推进制造过程智能化;深化互联网在制造领域的应用。	“智能”一词出现 74 次。
2015.7	国务院	国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见	“互联网+”人工智能是 11 个重点行动之一,提出“依托互联网平台提供人工智能公共创新服务,加快人工智能核心技术突破,促进人工智能在智能家居、智能终端、智能汽车、机器人等领域的推广应用”。	“智能”一词出现 71 次。“人工智能”一词出现 9 次。
2016.1	国务院	“十三五”国家科技创新规划	在发展引领产业变革的颠覆性技术中,提到重点开发人工智能等技术。	“智能”一词出现 96 次;“人工智能”出现 5 次。
2016.3	国务院	国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要	在信息化重大工程的“互联网+”行动里也提及人工智能。	“智能”出现 24 次;“人工智能”出现 3 次。
2016.5	国家发改委、科技部、工信部、中央网信办	“互联网+”人工智能三年行动实施方案	总体思路是“贯彻落实创新、协调、绿色、开放、共享发展理念,以提升国家经济社会智能化水平为主线”。人才培养是保障措施之一,要鼓励开展人工智能基础知识和应用培训,完善高校的人工智能相关专业、课程设置,注重人工智能与其他学科专业的交叉融合,鼓励校、所、企间开展合作,建设一批人工智能实训基地,支持人才赴海外交流。	“智能”一词出现 120 次。“人工智能”一词出现 54 次。
2017.7	国务院	新一代人工智能发展规划	将我国新一代人工智能发展的战略目标分三步走。提出“智能教育”,利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革,构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系。建立以学习者为中心的教育环境,提供精准推送的教育服务,实现日常教育和终身教育定制化。	“智能”一词共出现 224 次。“人工智能”出现 347 次。

2.领域应用的驱动

国内外科技企业不断推进人工智能的领域应用,是加快人工智能发展的中坚力量。其中,一些互联网企业以其独特优势迅速抢占人工智能的发展机遇与制高点,成为人工智能领域的科技巨头。

2011 年,IBM 的自然语言问答系统 Watson 在美国“危险边缘”智力竞答游戏中,战胜两位前冠军,这意味着在一定的领域范围内,计算机问答系统可以达到甚至超过人类水平;谷歌于 2015 年发布开源人工智能系统 TensorFlow,促进了深度学习在各行业中的应用;2016 年,Facebook 首席执行官马克·扎克伯格公开了人工智能聊天机器人“BOTS On Messenger”,通过与用户的对话提供相应服务;百度于 2015 年发布对话式人工智能系统“Duer OS”,立志于实现“人人都能拥有贴心的秘书”;2015 年,腾讯发布首款智能娱乐机器人——“微宝智能球型机器人”,将游戏与智能硬件相结合,为用户提供了良好的虚拟现实游戏感知。最近,微软公司著名的人工智能“小冰”,居然还出版了诗集。

目前,人工智能发展迅速,已在智能家居、汽车、医疗、环保等多个领域“崭露头角”。新型智能家居平台依托人工智能技术,致力于“为用户带来更舒适、便捷、健康的生活”,如,海尔的 U+、美的的 M-Smart、小米的 SmartThings、苹果的 HomeKit 等。无人驾驶汽车是人工智能技术应用到汽车行业的智能产品代表,在保障安全的同时可以优化交通状况,如,谷歌的 Google Driverless Car、百度的 Apollo 等。在智慧医疗方面,人工智能技术已在辅助诊断、药物研发、精准医疗等方面初见成效。

随着时间的推移、技术的进步,人工智能还在不断发展。世界各国、各企业也日益意识到人工智能所蕴含的巨大潜能,积极推进人工智能的研究与应用。与时俱进的中国迅速加入到了人工智能行列中,积极推进人工智能在社会各领域的应用研究,这一切为我国“人工智能+教育”的发展提供了良好基础。

三、“人工智能 + 教育”的研究现状

所谓“人工智能+教育”,是人工智能与教育的深度融合与发展。“人工智能+教育”的研究如火如荼,产生了较多的研究成果。目前,主要应用形式为人工智能教育,通过将人工智能应用于教育领域,以提升教育的质量。即“人工智能+教育”,可以实现大规模的定制化教育内容及精准服务,帮助老师批改作业、与学生交流、促进个性化学习等。

“人工智能+教育”的研究现状如何?本文以人工智能教育的相关学术成果为研究对象,通过对其进行关键字词的云图分析和共词网络图分析,以透视“人工智能+教育”的研究现状。我们以“中国知网”为分析数据库,以“人工智能教育”为主题进行全数据库检索,截止到 2017 年 5 月 30 日,共检索到相关文

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

献469篇，其中2000年以前共55篇，2000年以后（含2000年）共414篇。最终选取2000年以后的文献作为研究对象，其中去除报纸以及相关性较低的文献后，共有91篇文献供本文研究。

（一）关键字词的云图分析

1.高频关键词的确定

使用SATI 3.0（Statistical Analysis Tool for Informetrics，文献题录信息统计分析工具）统计分析高频关键词。我们选取了频次由高到低排列的前50个关键词，用以生成"人工智能教育"高频关键词（具体见表3）。

表3 人工智能教育的高频关键词

序号	关键词	频次	序号	关键词	频次	序号	关键词	频次
1	人工智能	68	18	人类智能	2	35	成人高等教育	2
2	专家系统	12	19	ITS	2	36	教学设计	2
3	教育	10	20	AlphaGo	2	37	教学方法	2
4	网络教育	6	21	课程建设	2	38	CAI	1
5	远程教育	6	22	Agent	2	39	学生模型	1
6	信息技术	6	23	智能教学系统	2	40	学习计算	1
7	教育技术	6	24	教育缺陷	2	41	互联网+教育	1
8	知识库	5	25	机器人	2	42	科学技术教育	1
9	教育应用	4	26	图像识别	2	43	STEAM教育	1
10	应用	4	27	自然语言处理	2	44	情感教育	1
11	人工智能技术	4	28	推理机	2	45	计算机教育	1
12	人工智能教学	3	29	个性化学习	2	46	EAI	1
13	智能计算机辅助教学系统	3	30	课程	2	47	智能决策支持系统	1
14	机器学习	3	31	学生能力	2	48	人工智能算法	1
15	智慧教育	2	32	信息素养	2	49	神经网络	1
16	深度学习	2	33	能力培养	2	50	人工智能教育	1
17	现代远程教育	2	34	人力资源浪费	2			

2.生成关键词云图

将"人工智能教育"高频关键词和相应频次导入在线云图生成工具WordArt（https://wordart.com/）中，通过相关设置即可生成"人工智能教育"高频关键词云图，如图2所示。

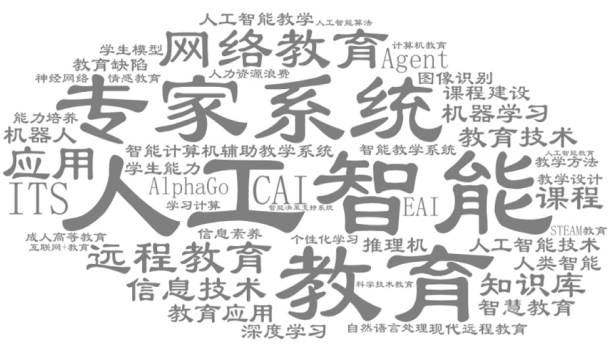


图2 "人工智能教育"高频关键词云图

3.云图的初步分析

（1）"人工智能+教育"的应用形式。人工智能与教育的结合充满着无数可能，"专家系统"是目前"人工智能+教育"的主要应用形式。随着技术的发展，人工智能也越来越多地应用到了网络教育、远程教育当中。知识库和学生模型是"人工智能+教育"的重要组成部分，在此基础上，智能教学系统（ITS）、智能决策支持系统、智能计算机辅助教学（CAI）系统也发展迅速。此外，"人工智能+教育"也开始逐渐面向"互联网+"教育、科学技术教育、STEAM教育、情感教育等教育新方向。

（2）"人工智能+教育"的关键技术。信息技术、教育技术、人工智能技术是实现"人工智能+教育"的三大技术基石。其中，相关的信息技术、人工智能技术有：机器学习、深度学习、自然语言处理、人工智能算法、神经网络、推理机、学习计算、图像识别等技术，相关的教育技术有：教学设计、课程建设、教学方法等内容。

（3）"人工智能+教育"的教育目标。教育是一项复杂的事业，传统的教育教学中教师和学生的重复劳动量大，人力资源浪费严重。"人工智能+教育"可以有效地弥补传统教育的缺陷，着重于培养学生能力，提升学生信息素养，满足学生个性化学习的需求，实现智慧教育的目标。

（二）关键词共词网络图的分析

1.共词网络图生成

使用SATI 3.0生成"人工智能教育"高频关键词共词矩阵，然后将共词矩阵导入社会网络分析软件UCINET中，通过相关操作生成"人工智能教育"高频关键词共词网络图，如图3所示。

2.共词网络图分析

（1）"人工智能+教育"目前的研究热点。人工智能位于共词网络图的中心位置，与大部分关键词都关系紧密。此外，教育技术、专家系统与其他关键词

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

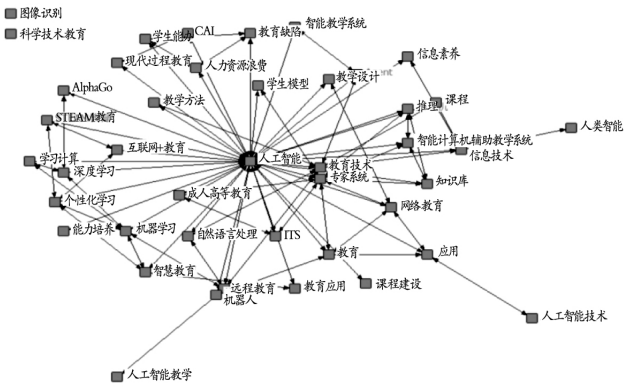


图 3 “人工智能教育”高频关键词共词网络图

的联系也比较紧密。这说明人工智能、教育技术、专家系统与其他关键词在同一篇文献中共同出现的次数最多，是研究者关注的重点，代表着目前“人工智能+教育”的研究热点，并且其他相关研究也围绕着这些关键词开展。

(2)“人工智能+教育”未来的研究趋势。人工智能教学、科学技术教育、STEAM 教育、人类智能等关键词位于共词网络图的边缘位置，关键词之间比较稀疏，与其他关键词联系较少。这说明目前研究者对与这些关键词的关注程度相比位于中心位置的关注程度要低。但这并不代表这些内容不够重要，只是目前对这些内容的研究相对较少，反而从某种程度上来看，这些内容可能将会成为“人工智能+教育”的未来研究方向和趋势。

(3)“人工智能+教育”的过渡与桥梁。位于共词网络图中间位置的内容，是联系网络边缘与中心的桥梁。学生模型、自然语言处理、机器学习、“互联网+教育”、智能教学系统(ITS)等关键词，位于共词网络图中心与边缘的中间位置，是目前“人工智能+教育”比较关注的研究内容，这些内容是人工智能面向教育应用的过渡区域，也是联系人工智能与教育的桥梁。

四、“人工智能 + 教育”的内涵

学者闫志明等从学科发展角度，首次给出了教育人工智能(EAI)的内涵：人工智能与学习科学相结合而形成的一个新领域，教学模型、领域知识模型和学习者模型是其核心[10]。我们在这一内涵论述的基础上，将从孕育条件、主要特征和作用三方面，进一步构筑与丰富“人工智能+教育”的内涵。

(一)“人工智能+教育”的孕育条件

1.技术基础

如前述，从技术方面看，人工智能的发展经历了计算智能、感知智能、认知智能三个阶段，由“能存会算”到“能听会说、能看会认”再到“能理解、会思考”，由简单的“机械智能”不断朝着复杂的“人类智能”方向发展。缘于受教育对象——人的高度复杂与多样，教育又是一项需要极大的人类智能来从事或处理的高复杂行业，越来越“智能”的人工智能技术，为实现“人工智能+教育”提供了坚实的技术基础。目前，“人工智能+教育”的应用也越来越多，越来越智能或聪明，比如，基于语音识别技术的口语智能评测、内容与学习方式的智能化精准分析等。

2.理论指导

我们通过上述高频关键词云图、共词网络图，对“人工智能+教育”进行研究现状分析可知，目前，我国“人工智能+教育”相关研究较多，研究覆盖面较广，涉及到“人工智能+教育”的应用形式、关键技术、教育目标等各个方面，其研究热点、未来的研究趋势也日益清晰可见。所有这些学术研究成果，为“人工智能+教育”的发展与应用，提供了良好的理论指导与基础。

3.应用推进

国内外一些著名科技公司、企业竞相开发、推广和应用教育智能产品，也是推进“人工智能+教育”的动力。国内企业尤其关注“人工智能+教育”产品的开发，已经依托人工智能技术研制和开发了各类教育智能产品。主要有科大讯飞的畅言智慧校园、上海易教的智慧课堂系统、浙大万鹏的智慧云课堂等，初步构建了智慧校园、智慧课堂、智慧学习、智慧考试一体化的教育智能产品体系。

4.政策保障

国家宏观层面的战略政策是落实“人工智能+教育”的重要保障。创新人才培养是当前世界各国摆在优先位置的战略计划，人才的培养离不开教育，只有创新教育才有可能培养出创新性人才。我国近几年越来越关注人工智能在教育领域的应用，颁布了一系列相关政策。比如，国家最近颁布的《新一代人工智能发展规划》指出，要“建立在线智能教育平台，完善人工智能教育体系”，这就为我国“人工智能+教育”的发展奠定了基础。

(二)“人工智能+教育”的主要特征

学界一般认为，“互联网+”具有跨界融合、创新驱动、重塑结构、尊重人性、开放生态和连接一切等特征[11]。陈丽教授指出，“互联网+教育”的本质特征在于秉承开放教育的理念，面向知识经济时代教育的新需求，价值取向在于推动传统学校教育制度的

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

变革[12]；秦虹、张武升提出，"互联网+教育"具有跨界连接、创新驱动、优化关系、扩大开放和更具生态性等五个本质特点[13]；李子运从教师发展的角度，提出"互联网+教育"具有六大特征：高密度互通性、高效率生成性、大规模涉猎性、大数据感知性、新事物熟悉性、新领域淡然性[14]；项贤明在"人工智能与未来教育"高峰论坛上指出，未来智能时代的教育是一种"人性为王"的教育，德行和情感等人性特有的东西应当受到极大的重视[15]。

我们认为，"人工智能+教育"在于依托人工智能技术，是基于"互联网+教育"的深化，其特征主要体现在如下六个方面。

1.创新驱动

马化腾在《关键：智力资本与企业战略重构》一书中，把关键驱动要素分为三大类：资源、客户、创新。延伸至教育领域，这三大类关键驱动要素即为：教育资源、教育用户、教育创新。目前，我国教育仍以教育资源驱动为主，教育用户驱动为辅，教育创新驱动不足。"人工智能+教育"则带来了一股改变这种教育现状的强大力量，它通过人工智能技术在教育应用上的创新，如，基于语音识别技术的语音教学、基于图像识别技术的智能评卷等，推动教育自身的不断变革与创新。

2.重塑结构

"人工智能+教育"变革了教育资源的结构。在教育资源数字化的基础上，"人工智能+教育"更强调资源的多样性和非结构化，并赋予资源新的语义，能随时为学生提供个性化的、学得舒服的学习资源；同时，"人工智能+教育"变革了师生关系结构，它使得教师从繁冗重复的机械性工作中解放出来，成为学生的教练或师傅，能有精力更加关注到学生的高阶思维、创新能力的培养。因为，人工智能技术能够感知学生的不同喜好与需求等特征，依据学生特征提供自适应的学习服务，学生由知识消费者转变为知识创造者。人工智能技术正构建一个以学习者为中心的新型学习环境，以培养创新性人才为导向，最终重塑教育内外部结构，使其从传统教育模式发展为现代教育模式，满足知识经济时代的发展需求。

3.开放生态

在"大众创新、万众创新"时代，教育作为创新人才培养的重要领域更加不能"故步自封"。"人工智能+教育"是教育领域走出"界限"的重要一步，它以人工智能技术为基础，利用技术的优势来拓展教育边界，向先进领域开放。同时，在人工智能技术的支持下，社会各企业研发产生的各类教育智能产品，会不断与教育各要素发生"化学反应"，形成双向互补与多赢格局。"人工智能+教育"会促使教育不再局限于校园，而开始面向社会各系统。将学校、社会、企业有机连为一体，最终构建起互联网时代新型教育生态环境，成为教育向外开放的接口。

4.尊重个性

"人工智能+教育"提供的教育服务充分尊重师生人性，能依据教师、学生的特征和需求，提供精细、富有实效的个性化教育服务。比如，人工智能技术能够根据学习者的学习特征（认知水平、学习风格、兴趣爱好、学习目标等），如同"订餐式"一样，为每一个学习者提供不同的个性化学习服务。当学习者的学习特征不明确或效果不明显时，人工智能技术还可以通过智能算法或数据分析，基于各类知识库进行推理，即时反馈，从而不断矫正服务不足，提高个性化服务水平。这，也同样适用于教师。

5.服务智能

"人工智能+教育"所提供的教育服务是动态的、智能的，它能够理解周围的教学环境，随着教学环境的变化而做出适时、恰当的反应。人工智能所感知的教学环境，是传统教学物理环境和教学人文环境的总和，其中，教学物理环境包括教学地点、教学时间、教学设备等因素，教学人文环境包括学习者、教师、文化背景等因素。根据不同的教育场景、不同的参与教育的角色、不同的文化背景等因素，人工智能技术提供着动态的智能化教学服务。即它所提供的教育服务是智能的，是尊重人性的，能依据用户的特征和不同需求，能够"聪明的"动态化调节。而且这种智能化服务，会随着人工智能技术的不断提升，呈现出更好的服务水准。

6.自治演进

"人工智能+教育"系统是一个独立、自治的系统，它可以不受环境和用户干预而自主运作，能自主控制自己的行为和内部状态。例如，学生考试完成后，人工智能系统依据评分规则在后台自主评测学生试卷，而不受教师、学生行为的影响。人工智能技术能够依据以往经验调整自身行为，进行基于深度学习的自主学习，不断完善自身功能，系统不断地演进。例如，现在一些人工智能系统可以根据以往不同的教学效果，不断改进教学策略，生成新的教学方法，完善教学策略库的建设，通过"人机协作"，提升

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

教师的教学效果。

(三)“人工智能+教育”的作用

早在2005年，联合国教科文组织（UNESCO-APEID）将教育信息化的发展阶段（技术在教育应用）分为兴起、应用、融合和革新四个阶段。按照这一划分标准，在“互联网+教育”推进教育信息化的基础上，“人工智能+教育”正处在教育信息化发展的融合与革新阶段。

我国《教育信息化“十三五”规划》指出，要坚持“融合创新”的工作原则，提升信息化服务教育教学与管理的能力。我们认为，当前的“人工智能+教育”正是提升教育信息化效能的着力点。换言之，“人工智能+教育”视域下的智能教育，是教育信息化的深度融合和创新发展的突破口，起到优化教育信息化流程、促进教育变革，特别是起着有效推进教育发展创新的作用，是教育信息化与教育教学深度融合的胶合剂，成为教育发展、创新的技术动力。

具体来说，“人工智能+教育”能够提高教学效率和效能，为学生更好增知增智、为教师更好教学提供服务：从知识层面看，“人工智能+教育”能够促进知识生成、传播、更新、管理，解决知识老化的问题；从学习者层面看，“人工智能+教育”能够自动感知学生的学习情况，并进行主动调控，使得学习者从知识消费者转变为知识创造者，培养学生的创新性素养；从教育者层面看，它促进教师重新思考教育者的角色，从教书匠向教练员角色转换，让教学活动以学生体验与动态交互为主。同时，把教师从繁杂琐碎和重复性劳动中解放出来，今后，批改作业、阅卷等工作，可由人工智能来协助解决。

更为重要的是，“人工智能+教育”能够重新设计、呈现全新的学习空间与环境，改变师生传统的交互方式与学习评价方式。借助于物联网、云计算、大数据、VR/AR等技术，不断推进着两个“深度学习”（通过机器的深度学习并促进学生的深度学习）的良性互动，通过将在线学习平台、学习测量、泛在学习与人工智能技术相结合，让学习者获得更多的、更有效的学习体验与成果，获得问题解决的实用知识与技能，从而构建起一个新型的智能化教育生态。

五、“人工智能+教育”的生态系统

国家颁布的《新一代人工智能发展规划》提出了“智能教育”，这是目前“人工智能+教育”的一种融合形态。该规划指出，要利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革，构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系，提供精准推送的教育服务，实现日常教育和终身教育定制化[16]。

我们认为，新型的教育体系要以“人工智能服务教育”的理念为指导，利用高速发展中的移动互联技术等，旨在打造“人人皆学、处处能学、时时可学”的智能化教育环境，促进学习方式变革和教育模式的创新，为学生、教师和各级教育管理者提供适合、精准、便捷、人性化的优质服务，最终形成“人工智能+教育”的生态系统。基于这样的认识，我们初步构建了“人工智能+教育”的生态系统（如图4）。

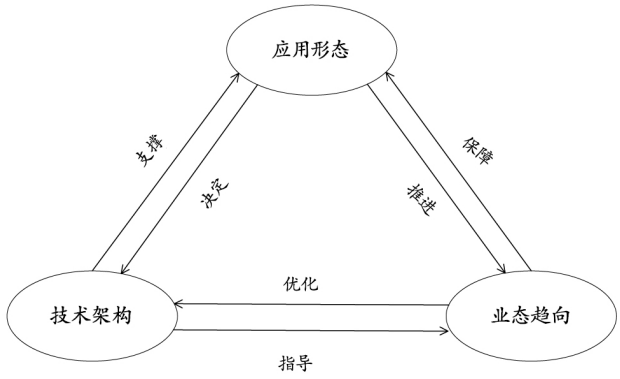


图4 “人工智能+教育”生态系统的核心要素及关系

这一生态系统由应用、技术、业态三个环节构成，分别对应应用形态、技术架构、业态趋向三个核心要素，三个要素相互联系、相互作用，使整个生态系统不断进行良性循环、自治式演进发展。其中，应用形态以技术架构为支撑，同时又对技术架构的构建起决定作用；技术架构指导业态趋向，同时又依据业态趋向进行自我优化；业态趋向通过应用形态的推进而不断发展，同时又为应用形态的实施提供保障。应用形态、技术架构、业态趋向三个环节相互促进，最终形成“人工智能+教育”的生态系统。

(一)“人工智能+教育”的四种应用形态

《新一代人工智能发展规划》分别从宏观环境建设和微观应用形态两个层面，全面推进“智能教育”的实施。宏观环境建设层面指出要“构建新型教育体系，建立以学习者为中心的教育环境”；微观应用形态层面要“开展智能校园建设，开发立体综合教学场、基于大数据智能的在线学习教育平台，开发智能教育助理”。我们认为，智能校园、立体化综合教学场、基于大数据智能的在线学习教育平台、智能教育助理是“人工智能+教育”的四种应用形态。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.智能校园

智能校园是数字校园的进一步发展，也是建设智慧校园的物质基础。智能校园是以校园为平台，兼备建筑设备、网络通信、信息家电和设备自动，集系统、结构、服务管理为一体的高效、舒适、安全、便利、环保的校园环境[17]。智能校园以资源数字化、信息流转网络化为基础，以电子校务应用、应用集成化为依托，以数据仓库、数据挖掘技术等人工智能技术为手段，实现学生学习、教师教学、管理者决策的智能化、科学化，这也是“人工智能+教育”典型应用形态。智能校园旨在推进教育教学现代化，科研活动信息化，资源共享化，管理科学化，决策智能化，以建立数字化、人性化、聪明化的校园社区服务体系。

2.立体化综合教学场

立体化综合教学场是线上线下一体化的辅助教师教学、支持学生个性化学习的场所，如，智慧教室、数字化实验室、综合创新实验室等，它是“人工智能+教育”的重要应用形态。立体化综合教学场以学科交叉与融合作为课程体系，以“多元立体化教学模式”为运行机制[18]，以资源整合多元化、课程讲授多样化、学习支持立体化为手段，支持学生的学习主动化和个性化。它通过人工智能技术辅助教师教学，能针对不同学生的特点，设计相应的课程和教学活动，为学生提供智能化的学习服务。同时，依托人工智能技术，立体化综合教学场能够全面了解每个学生的特征，为学生提供启发式教学，促进学生自主学习，不断提高学习能力、实践能力和创新能力。

3.基于大数据智能的在线学习教育平台

基于大数据智能的在线学习教育平台，是“人工智能+教育”的主流应用形态。在以云计算为基础的新一代互联网环境中，教育全过程的信息化产生了海量的教育数据，其量大、多样，来源于真实的教育场景，具有巨大的教育价值。随着大数据的崛起和数据密集科学的发展，学习分析学和教育数据挖掘成为大数据在教育领域中的具体应用[19]。基于大数据智能的在线学习教育平台，融合学习分析和教育数据挖掘，能测量、收集学习者以及他们的学习环境数据，利用统计、机器学习、学习分析和数据挖掘等技术来分析教和学过程中产生的数据，理解和优化学习以及学习情境。基于大数据智能的在线学习教育平台，通过教育数据的挖掘与智能化分析、实时跟踪与反馈的智能测评、学习分析与学习者数字画像，为学习者提供个性化自适应学习服务。总之，基于大数据智能的在线学习教育平台，基于“以学习者为中心”的教育理念，以教育大数据驱动教学，是教育大数据的“智能”体现。

4.智能教育助理

智能教育助理通过轻量级的教育应用，能够辅助教师教学、学生学习、管理者管理，为用户提供便捷的智能化教育服务，其核心驱动力便是人工智能。目前，智能教育助理产品有辅助个性化教与学的智能导师、教育机器人、学习伙伴等。另外，教育智能代理也是智能教育助理的一种技术形态。当前，智能教育助理因其便捷性已获得不少教育用户的青睐，但其教育应用的“智能性”水平还有待提高，是“人工智能+教育”的一大前景应用形态。

(二)“人工智能+教育”的技术架构

闫志明等学者指出，影响教育人工智能(EAI)发展的关键技术有：知识表示方法、机器学习与深度学习、自然语言处理、智能代理、情感计算，可用于智能专家系统、智能导师、教育机器人、学习伙伴等教育应用[20]；刘清堂等指出，智能感知技术、学习分析技术、情感计算技术这三类智能技术，有潜力成为未来智慧教育的驱动性力量，可在智慧学习环境、自适应学习、数字教师等方面应用[21]。

我们认为，“人工智能+教育”的应用形态应是多种多样的。怎样保证这些应用形态的智能性和互通性，以推动人工智能在教学、管理、资源建设等全流程有效应用，建立智能、快速、全面的教育分析系统成为关键。这里，我们试通过构建“人工智能+教育”的通用技术框架，以确保不同应用形态的系统拥有一定程度的“智能”，以及有效实现它们之间的互联互通。

1.“人工智能+教育”的通用技术框架

人工智能的实现依赖三个核心要素：数据、算法、服务，其中数据是基础，算法是核心，服务是目的。“人工智能+教育”通用技术框架旨在为各种“人工智能+教育”的技术形态提供宏观的构建方法，为其达到一定程度的“智能”和“互通”提供保障。通用技术框架一般采用三层模式：“数据层”、“算法层”、“服务层”来构建。

(1)数据层。数据层位于“人工智能+教育”通用技术框架的最底层，主要负责采集、清洗、整理、存储各类教育数据，它作为教育数据的输入端口，是各类“人工智能+教育”技术形态实现的基础。数据是数据层的“生命源泉”，通常来源于线上或线下各类教育

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

场景,以及各参与教育过程的角色(如,学生、教师、管理员)中。数据层采集的初始教育数据往往都是异构的,需要对其进行集成处理。

(2)算法层。算法层位于“人工智能+教育”通用技术框架的中间层,是各类“人工智能+教育”技术形态实现的核心。算法层主要由各种融合了教育业务的人工智能算法组成,按照系统的方法,对数据层的各类教育数据进行各种计算、分析,实现数据的智能化处理,解决用户的问题,这个过程一般是自动执行。

(3)服务层。服务层位于“人工智能+教育”通用技术框架的最顶层,是各类“人工智能+教育”技术形态实现的最终功能体现。它作为输出端口,接收来自算法层的数据处理结果,提供给用户所需的教育服务。服务层支持面向不同教育场景、不同教育角色,提供不同的教育服务。

目前,“人工智能+教育”的技术形态表现为两个方面:一方面,按照现在主流的技术功能模式发展,如,智慧校园、立体综合教学场所、智慧课堂、基于大数据智能的在线学习教育平台、智能实验室、智慧考场、智慧学习环境等,将智能算法融入其中;另一方面,开始向智能教育助理发展,而教育智能代理(A-gent)是智能教育助理的主要应用形式之一。

为了解教育智能代理的发展现状,我们曾在“中国知网”上以“教育智能代理”为主题进行全数据库的检索,截止到 2017 年 8 月 10 日,仅检索到所有文献共 55 篇,可见,目前教育智能代理相关研究较少。为此,本文特以“教育智能代理”为例,依据“人工智能+教育”的通用技术框架,构建其智能体结构。

2.教育智能体结构

智能代理又称为智能体,它可以根据用户定义的准则,主动地通过智能化代理服务器为用户搜集最感兴趣的信息,然后利用代理通信协议把加工过的信息按时推送给用户,并能推测出用户的意图,自主制订、调整和执行工作计划[22]。智能代理技术具有强大的用户个性化支持功能,应用于各种教育领域。即教育智能代理,能为参与教育的用户提供各类个性化的教育服务。

(1)教育智能代理的分类。教育智能代理可从教育对象、教育过程两个角度进行分类。从面向教育对象角度看,教育智能代理可分为:面向学生学习智能代理、面向教师教学智能代理、面向资源服务智能代理、面向教育管理者智能代理、面向家庭智能代理、面向整个教育的智能代理等(具体见表 4)。

表 4 面向教育对象的教育智能代理

序号	名称	功能
1	面向学生的智能代理	依据学习者兴趣、学习需求等参数,推荐个性化学习资源、学习序列,为学习者制定相应的学习计划,提供学习建议,记录学习者的学习过程,生成动态学档,向学习者推荐学习同伴,支持学习者协同学习。
2	面向教师的智能代理	辅助教师进行学情分析,依据学情进行自动备课,确定教学内容,选择教学策略,规划教学过程,选择教学资源,自动进行作业测评,为学习者答疑解惑。
3	面向管理者的智能代理	提供身份验证,自动进行人员管理、学习数据管理,辅助课程管理;提供数据分析。
4	面向家庭的智能代理	辅助学习者进行课前预习,自动发送作业提醒,进行家校沟通,开展家长培训。
5	面向教育的智能代理	协调所有智能代理,提供完善的教育智能平台。

从面向教育过程角度看,不同的对象参与不同的过程,教师参与备课、授课、答疑评测等过程,学生参与学习、协同、作业、考试等过程,管理者参与教务管理和一般事务性管理过程,家庭参与学校教学配合性活动(见表 5)。

表 5 面向教育过程的教育智能代理

对象	名称	功能
教师	备课智能代理	进行学情分析,依据学习风格、学习需求等参数,选择教学资源、教学策略,规划教学过程,自动备课。
	授课智能代理	提供教具,实时跟踪学生,反馈学生学习情况,提供授课建议。
	答疑智能代理	接收问题,建立问题库,自动答疑,典型问题转送给教师为学习者答疑解惑。
	作业智能代理	编辑作业,收发作业,自动进行作业测评,分析结果。
	考试智能代理	辅助教师建设题库,按照组卷规则自动组卷,发布考试,收取试卷,监督考试过程。
	评测智能代理	自动评卷,进行试卷分析,提供教学建议,向学生发送成绩,推送相关知识点。
学生	学习智能代理	诊断学生学习风格,依据学习者风格、学习需求等参数,为学习者提供个性化学习服务,推荐个性化学习资源、学习序列,为学习者制定相应的学习计划,提供学习建议,记录学习者的学习过程,生成动态学档。
	协同智能代理	推荐学习同伴,参与讨论,组建学习小组。
	答疑智能代理	提出问题,回答问题,查看答案。
	作业智能代理	接收作业,做作业,提交作业,查看已评阅作业。
	考试智能代理	参加考试,提醒考生考试时间,提供必要的考试辅助工具(如:电子直尺等),提交试卷,查看考试成绩。
管理者	教务智能代理	提供身份验证,进行人员管理、学习数据管理,辅助课程管理。
	事务智能代理	制定教育章程,宏观调控学生学习、教师教学过程。
家庭	家庭智能代理	配合学校教育,辅助学习者进行课前预习,自动发送家庭作业提醒,进行家校沟通,开展家长培训。

(2)教育代理的智能体层次结构。教育代理的智能体采用“数据层+算法层+服务层”三层体系结构。其中,底层的数据层为教育代理提供教育大数据和

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一般数据，其数据来源包括本地数据库和远程共享数据库，具体包括教学策略、学习资源、学习行为等数据；中间的算法层是教育代理的智能核心，包含与教育智能体实践有关的算法，如，主观贝叶斯方法可用于学习风格动态更新，协同过滤算法可用于学习同伴推荐；高层的服务层是教育代理的智能体现，为参与教育的对象提供相关的服务，如，面向教师提供备课服务，面向学生提供学习服务，面向管理者提供教学管理服务，具体如图 5 所示。

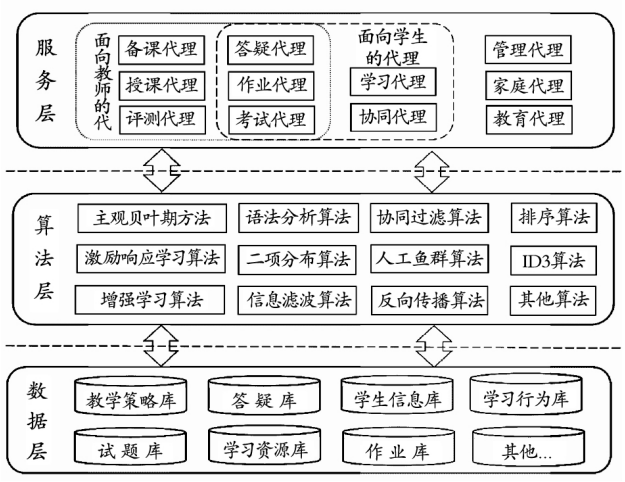


图 5　教育代理的智能体层次架构

(三)“人工智能+教育”的业态趋向

我们认为，建立以学习者为中心的教育环境，提供精准推送的教育服务，实现日常教育和终身教育定制化，需要学校、企业、政府之间通力合作。学校为“人工智能+教育”的实现提供优秀的学习资源、先进的教学理论、一线的学习数据等资源，为“人工智能+教育”的实现提供正确的教育理论指导；同时，也是“人工智能+教育”的重要实践场所，是“人工智能+教育”的一大主要用户。企业依托先进人工智能技术在教育行业发力，面向社会提供多样化的个性化教育产品和服务，打开学校教育的大门，促进教育逐渐面向社会和市场。政府是“人工智能+教育”发展的风向标，为“人工智能+教育”的可持续发展制定指导性政策与标准，为企业研发“人工智能+教育”产品提供科学的导向与服务。

目前，在学校、企业、政府共同推进“人工智能+教育”的过程中，出现了多种新型教育业态，总体朝着第三方教育服务、教育众智众筹众创、标准建设的支撑、教育产业链的形成等方面发展。

1.第三方教育服务

我国《教育信息化“十三五”规划》指出，要全面开展面向区域教育信息化的督导评估和第三方评测，以及各地要切实落实国家关于生均公用经费可用于购买信息化资源和服务的政策。可见，第三方教育服务已纳入国家教育政策层面。第三方教育服务，主要负责将用户的需求与企业的产品对接起来，第三方评测是第三方教育服务的功能之一，并且随着“人工智能+教育”的发展，第三方教育服务越来越趋向专业化，其功能也在不断完善。

在“人工智能+教育”模式下，企业凭借其人工智能技术优势，将主要精力用于研发教育智能产品，最大可能地向用户提供他们所需的教育产品和服务。用户更多的是想获得最便捷或最有效的教育智能服务，而不是繁琐的操作。

对于用户而言，第三方教育服务主要为用户在使用企业教育产品过程中提供服务支持，解决用户的使用问题，使用户可以专注于自身的发展，同时还可提供智能考试、学分认证、教育评价等服务。

对于企业而言，第三方教育服务主要收集用户的使用数据，根据用户反馈为企业教育智能产品的研发提供专业性建议，提升企业产品的用户欢迎度。

第三方教育服务既可以使得教育智能产品研发企业更加专注于自身的核心业务，又能针对用户提供精细化、人性化的教育支持服务。随着人工智能教育市场的发展，将成为“人工智能+教育”的一大新型业态。

2.教育的众智众筹众创

2015 年 9 月 16 日，国务院总理李克强主持召开国务院常务会议，会议认为，推动大众创业、万众创新，需要打造支撑平台。要利用“互联网+”，积极发展众创、众包、众扶、众筹等新模式，促进生产与需求对接，有效汇聚资源推进分享经济成长，形成创新驱动发展新格局[23]。

“人工智能+教育”以“互联网+教育”为基础，是“互联网+教育”的进一步发展，在开放教育生态的基础上，它更强调个性化教育服务。“互联网+教育”极大地增加了教育用户的类型和数量，这无疑给个性化教育服务带来了压力。“人工智能+教育”一方面采用先进的人工智能技术为广大用户提供个性化教育服务，另一方面通过“众智”机制，集大众智慧，优化其服务。它通过发展教育众创空间和平台，提供开放共享教育服务，聚集各类人工智能、教育等行业人才，支持用户直接参与教育创新，实现群体智能，以“众智”促进“人工智能+教育”的创新。

教育众筹也是“人工智能+教育”的一大新型业

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

态,它以实现“人工智能+教育”为出发点,注重创意,依靠大众力量,集线上、线下的资源优势,让更多热爱教育的人学有所用。众筹将使这些“人工智能+教育”的创意更加完善,使足够多的支持者与支持资金来验证它的价值[24],推进“人工智能+教育”的发展。

3.标准建设的支撑

随着学校、企业、政府的推动,国内外已涌现不少“人工智能+教育”的优秀成果,这些成果反过来进一步促进了“人工智能+教育”的快速发展,也催生了制定“人工智能+教育”相关标准的需求,以统一规范“人工智能+教育”的产品,保证其通用性,引导其科学发展。

在最近第 37 届 “ISO/IEC JTC1 SC36 教育信息化国际标准会议”中,专家提出了人工智能教育应用的提案,制定“人工智能+教育”相关标准成为了国际共识。为了保证“人工智能+教育”的良性发展,目前,国内已在酝酿成立“人工智能+教育”相关标准研制队伍,主要负责规划和研制“人工智能+教育”相关标准,特别是基于团体的标准。另外,教育信息化技术标准委员会也已开始着手研制“智慧校园”、“智慧教室”等国家标准,这些标准的研制,将为“人工智能+教育”相关标准提供可依据的指导。

4.教育产业链的形成

目前,互联网教育行业“棋盘格局”初现,棋盘横向是大而全的教育平台格局,如,百度教育、腾讯教育、网易教育等; 棋盘纵向是精而深的垂直教育格局,如,沪江网校、极客学院、鲨鱼公园等;棋盘散点是小而美的教育驻点格局,如,猿题库、乐学高考、超级课程表等[25]。“人工智能+教育”加速了“棋盘格局”的重组或优化。

基于互联网教育的“人工智能+教育”产业链,主要有教育资源与内容提供商、技术开发商、平台运营商。教育资源、内容是“人工智能+教育”的物质基础,教育资源、内容提供商包括教育培训机构、音像图书出版社、学校、在线学习平台等,主要负责提供各类专业教育资源和内容。人工智能技术是“人工智能+教育”的技术基础,技术开发商主要负责利用人工智能技术优势来辅助教育, 研发个性化智能教育产品或服务。平台运营商主要以提供第三方教育服务的形式运营,负责推广、应用个性化智能教育产品或服务,通过使用窗口为用户提供教育支持服务。

随着“人工智能+教育”的不断推进,其产业链逐渐呈现出融合之势, 出现了一批集教育资源与内容提供、技术开发、平台运营为一体的教育应用综合企业,如,科大讯飞、全通科技等。它们与学校、出版社等合作,自主开发教学资源,利用自身技术优势搭建教育服务平台, 为用户提供智能教育产品的使用窗口。通过资源、技术、平台的集成,促进“人工智能+教育”产业链的发展和优化。

六、“人工智能 + 教育”的人才培养体系[26]

在“人工智能+教育”的环境下,如何保障人工智能人才的体系化培养,成为一个现实的课题。《新一代人工智能发展规划》[26] 从广泛开展人工智能科普活动、人才培养及建设人工智能学科、人工智能高端人才队伍建设、大力加强人工智能劳动力培训、建立重大科技创新基地和推进智能教育等六个方面,具体规划了人工智能的人才培养体系,如图 6 所示。

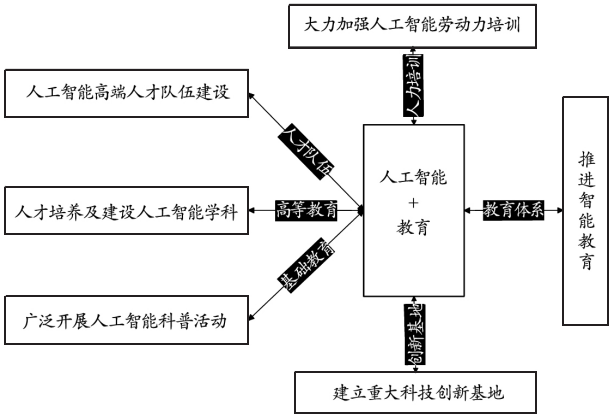


图 6 “人工智能+教育”的人才培养体系

(一)开展基础教育人工智能科普活动

基础教育正为“人工智能+教育”提供科普环境。中小学生是国家发展的未来, 向他们普及人工智能方面的科普知识尤为重要。在中小学阶段可以开设人工智能相关课程,如,信息技术课程,以及拓展性或研究性学习课程。这些课程可以充分融合人工智能技术, 提升中小学生对人工智能的认识。与此同时,中小学也要积极开展相关的教育创新活动,如,创客教育、STEAM 教育、教育机器人等,鼓励学生亲自参与到与人工智能相关知识的学习和活动中。另外, 中小学应开展形式多样的人工智能科普活动,如,开展编程机器人竞赛,寓教于乐,逐步推广编程教育。有条件的中小学应加强人工智能科普基础设施建设,向本校学生及周边学校开放。最近,教育部已经要求在中小学落实人工智能、计算机编程等相关课程内容,便是一个很好的契机。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(二)建设高等教育人工智能学科及培养框架

高等教育为"人工智能+教育"提供坚实学科基础和人才基地。高校是"人工智能+教育"的主要实践场,应不断完善人工智能学科布局,开设人工智能相关专业,系统架构人工智能的相关学科课程,通过人工智能理论研究的深入,不断推进人工智能教育实践。高校是培养各类创新人才的基地,可成立部分人工智能教育试点院校,在试点院校建立人工智能相关学院,并增加人工智能相关学科方向的博士、硕士招生计划数,逐步健全人工智能人才培养机制。要拓展高校的人工智能教育应用,如,人工智能与数学、物理学、社会学等学科的交叉融合,不断推动"人工智能+教育"的创新,形成"人工智能+X"的复合专业培养新模式。另外,高校也可与科研院所、企业等机构合作开展人工智能学科建设,实现"人工智能+教育"的产、学、研一体化。

(三)打造人工智能的高端人才队伍

高端人才是人工智能的领头羊,人工智能高端人才队伍是推进 "人工智能+教育" 发展的雄厚后备力量。为"人工智能+教育"打造高水平人工智能创新人才和团队,需要坚持培养与引进相结合。一方面,要坚持人工智能领军人才培养、人工智能专业技术人才培养、人工智能复合型人才培养的立体化人才培养模式,全面打破单一化、笼统化的高端人才培养壁垒。另一方面,要大力引进各类高端人工智能人才,通过重大研发任务和基地平台建设,吸引国际顶尖科学家和高水平创新团队。针对高端人才实施特殊政策,提升人才引进率。通过高端人才培养与引进相结合的机制,不断完善人工智能教育体系,加快人工智能顶尖人才队伍的建设,形成我国人工智能的人才高地。

(四)加强人工智能的劳动力培训

劳动力培训为"人工智能+教育"提供大量的产业工人。人工智能正带来了新一轮产业变革,急需一批能适应新的就业结构、就业方式的新型劳动力,这些新型劳动力掌握一定的人工智能技能, 能胜任人工智能带来的新型职业, 满足新型工作岗位的技能需求。人工智能的劳动力培训,需要学校、社会、企业等多方面配合。高等院校、职业学校、社会化培训机构等要积极开展人工智能技能培训, 提升人工智能劳动力的专业技能; 社会要完善终身学习和就业培训体系的建设, 不断为人工智能发展带来的高技能就业岗位输送高质量劳动力; 企业要不断加强职工再就业培训和指导, 为从事简单重复性工作的劳动力和因人工智能失业的人员提供转岗机会。

(五)培育重大的科技创新基地

科技创新基地可为"人工智能+教育"提供理论基础和技术支撑。科技创新基地的培育,能够培养与吸引人工智能高端人才队伍, 促进高端人才间的协同互动,促进人工智能持续性发展。另外,科技创新基地能够作为人工智能的科普基础设施, 面向公众开放部分研发、生产等设施设备。同时,引导人工智能科技创新基地与人工智能相关的国家重点实验室、国家工程实验室、国家工程中心等基地进行对接,强强联合,优势互补,共同推进新一代人工智能前沿领域的研究, 以取得人工智能基础前沿理论和关键技术上的重大突破。

(六)不断推进智能教育

所谓智能教育是以人工智能技术为实现基础,以智能校园、立体综合教学场、基于大数据智能的在线学习教育平台、智能教育助理等"人工智能+教育"应用形态为支撑,以加快推动人才培养模式、教学方法改革,推动人工智能在教学、管理、资源建设等全流程应用,建立智能、快速、全面的教育分析系统为手段,建立以学习者为中心的教育环境,提供精准推送的教育服务,实现日常教育和终身教育定制化,最终构建起包含智能学习、交互式学习的一种新型教育体系。智能教育可为"人工智能+教育"人才培养体系的建设提供有力保障,所以,积极推进智能教育,在持续推进的过程中可以不断深化 "人工智能+教育"人才的培养和环境建设。

七、结语

人类正面临一个技术日益增强的时代,科技、自然和人正在加速有效融合, 人工智能延伸了人类的体力和脑力。那么,"人工智能+教育"能否延伸人类教育的"育力",增强学生的"学力"、教师的"教力"、校长的领导力?这一切还取决于我们的不懈努力。哲学家海德格尔曾勾勒过现代世界图像, 那么,"人工智能+教育"将勾勒出怎样的世界教育图像?在"教育2030 规划"蓝图,甚至在"2050 教育愿景"之中,能否实现未来智能教育的愿景?

总之,人工智能正在深刻影响我们身边的一切,《未来简史》的作者尤瓦尔·赫拉利再三提醒人们:未来已来,未来超越想象! 因此,我们期待"人工智能+教育"下的智能教育能够超越想象,能有效地推进信息技术与教育教学的深度融合与机制创新, 能够给我们带来惊喜的教育变革。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[参考文献]
[1]发改高技.“互联网+”人工智能三年行动实施方案[DB/OL]. [2017-08-24]. http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201605/t20160523_804293.html.
[2]网易科技,网易智能,乌镇智库.《乌镇指数:全球人工智能发展报告(2016)》[EB/OL]. [2017-08-24]. http://www.yuncaijing.com/news/id_6873799.html.
[3]褚君浩.智能时代:智慧的教育是什么?[R].“人工智能与未来教育”高峰论坛,2017-05-13.
[4][16][26]国务院.新一代人工智能发展规划[DB/OL].[2017-08-24]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.
[5][10][20]闫志明,唐夏夏,秦旋,张飞,段元美.教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J]. 远程教育杂志,2017(01):26-35.
[6]马玉慧,柏茂林,周政. 智慧教育时代我国人工智能教育应用的发展路径探究——美国《规划未来,迎接人工智能时代》报告解读及启示[J]. 电化教育研究,2017(03):123-128.
[7][19]刘清堂,毛刚,杨琳,程云.智能教学技术的发展与展望[J]. 中国电化教育,2016(06):8-15.
[8]大数据.人工智能的历史[EB/OL].[2017-08-24]. http://www.36dsj.com/archives/23411.
[9]中商情报网.特征:人工智能发展阶段简述与中国人工智能发展[EB/OL]. [2017-08-24]. http://www.askci.com/news/chanye/2015/09/14/163037x642.shtml
[11]搜狐社会.“互联网+”的六大特征[EB/OL].[2017-08-24]. http://www.sohu.com/a/125671216_601995.
[12]陈丽.“互联网+教育”的创新本质与变革趋势[J]. 远程教育杂志,2016(04):3-8.
[13]秦虹,张武升.“互联网+教育”的本质特点与发展趋向[J]. 教育研究,2016(06):8-10.
[14]李子运.高校教师发展视阈下“互联网+”教育的六大特征[J]. 中国电化教育,2017(01):45-49.
[15]项贤明.人工智能与未来教育的任务[R].“人工智能与未来教育”高峰论坛,2017-05-13.
[17]陆丽梅.广东白云学院东校区智能校园设计与实现[D].华南理工大学,2009.
[18]朱道立,陈佩林,马以桐,王康乐,蒋建国. 多元立体化教学模式的实践与思索[J]. 辽宁教育研究, 2007(12):55-58.
[21]祝智庭,沈德梅.基于大数据的教育技术研究新范式[J].电化教育研究,2013(10):5-13.
[22]李伟超,牛改芳.智能代理技术分析及应用[J]. 情报杂志,2003(6):29-30,33.
[23]新浪网.国务院:积极发展众创众筹等新模[EB/OL].[2017-08-24]. http://finance.sina.com.cn/china/20150917/010923268468.shtml.
[24]搜狐网.众筹能在教育行业里开花吗?[EB/OL].[2017-08-24]. http://www.sohu.com/a/74916231_361784.
[25]360doc 个人图书馆.互联网教育的势、局、式、道(行业全面深度解读)[EB/OL].[2017-08-24]. http://www.360doc.com/content/16/0227/00/2369606_537682503.shtml.

[作者简介]
吴永和, 博士, 华东师范大学教育学部教育信息技术学系研究员,博士生导师,研究方向:学习科学与技术、教育大数据与学习分析、科创教育(创客教育、STEAM 教育、科学教育)、人工智能教育应用、教育信息化系统架构与标准等;刘博文,华东师范大学教育学部在读博士生,研究方向:人工智能、教育大数据与学习分析;马晓玲(系通讯作者),华东师范大学信息管理系副教授,硕士生导师,研究方向:信息分析,学习分析。

Constructing an Ecosystem of “Artificial Intelligence + Education”

Wu Yonghe[1], Liu Bowen[1] & Ma Xiaoling[2]
(1. Department of Education Information Technology, Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai 200062;
2.Department of Information Management, East China Normal University, Shanghai 200241.)

[Abstract] Recently, the national conference on artificial intelligence in education has further promoted the research and application of “artificial intelligence+ education”. Can “artificial intelligence+ education” extend the “fertility” of human education? How and what should she develop? The development of artificial intelligence provides a technical basis for “artificial intelligence+ education”, and its development process can be divided from time and technical dimensions respectively; In the development of artificial intelligence, it has been constantly combined with education, which has produced a lot of research results and provided theoretical guidance for “artificial intelligence+education”. We have a perspective on its development situation by the analysis of high frequency keyword cloud and co-word network diagram. It is the driving force of “artificial intelligence +education ” that enterprises at home and abroad promote the application of intelligent education products; The state has promulgated a series of strategic policies for the development of artificial intelligence, with particular emphasis on educational applications, providing policy support for “artificial intelligence + education”; The connotation of “artificial intelligence +education” is expounded from three aspects: prerequisites, characteristics and roles; The ecological system of “artificial intelligence+ education” has been constructed from three aspects: application form, technical framework and industry trends; And the talent training system of “artificial intelligence+ education” has been constructed.

[Keywords] Artificial intelligence; Artificial intelligence+education; Intelligent education; Educational artificial intelligence; AIE; Educational intelligent agent; Educational agent; Ecosystem; Talent training

收稿日期:2017 年 8 月 20 日
责任编辑:陶 侃

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI:10.13811/j.cnki.eer.2017.03.019

智慧教育时代我国人工智能教育应用的发展路径探究

——美国《规划未来,迎接人工智能时代》报告解读及启示

马玉慧, 柏茂林, 周 政

(渤海大学 教育与体育学院, 辽宁 锦州 121000)

[摘 要] 美国总统行政办公室联合美国国家科学技术委员会,于 2016 年 10 月共同发布了《规划未来,迎接人工智能时代》研究报告。该报告对人工智能的发展现状、应用领域、目前存在的问题等进行了调研,并对美国政府及相关机构提出了相应的发展建议和对策。目前,智慧教育等理念已成为教育研究者关注的焦点。"智慧"的背后,除了需要先进的教育教学理念,更是离不开人工智能技术的支撑。本文在对上述报告的核心部分进行解读的基础上,结合我国人工智能教育的发展现状,提出了我国人工智能教育应用的发展建议,以期为相关研究提供有益的借鉴和参考。

[关键词] 人工智能; 智慧教育; 教育应用

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 马玉慧(1974—),女,辽宁锦州人。副教授,博士,主要从事人工智能教育应用的相关研究。E-mail:799493385@qq.com。

一、引 言

随着信息技术的飞速发展,教育信息化也进入了一个新的发展阶段——智慧教育[1]。研究者提出了一系列以智慧教育为核心的全新教育理念:智慧校园、智慧课堂、智慧教学、智慧学习、智慧学习环境、智慧学习资源、教育机器人等。从目前的教育发展,以及研究者关注的焦点可以看出,现在的教育正朝着智能化、个性化、精准化、泛在化的方向发展[2]。在所有"智慧"理念的背后,都离不开"智能"技术的支撑[3]。离开了"智能",也就没有了所谓的"智慧"。可以说,人工智能技术是智慧教育时代发展的核心力量。

人工智能技术的发展,自 1956 年提出以来,历经最开始的盲目追捧,到 20 世纪七八十年代遭遇发展瓶颈、备受冷落,再到 90 年代的缓慢发展等几个阶段的起伏,近几年重新引起了人们的重视。特别是 2016 年谷歌公司的基于深度学习的 AlphaGo 战胜了围棋世界冠军,又一次引爆了人们对人工智能的热情。现在,人工智能已被视为推动现代社会进步的主要核心技术力量之一。目前,人工智能已经开始服务于工业、经济、农业、环境、医疗、教育等众多领域,切实推动了社会的进步。人们纷纷预言,虽然通用的智能系统在未来 10 年内很难超过人类智能,但在越来越多的特定领域内,智能系统的问题解决能力可以达到甚至超过人类的智能水平。

面对人工智能的飞速发展,为更好应对未来人工智能可能给社会发展带来的影响和变化,2016 年 10 月美国总统行政办公室(Executive Office of the President)联合美国国家科学技术委员会(NSTC, National Science and Technology Council Committee on Technology)共同发布了《规划未来,迎接人工智能时代》(Preparing For The Future of Artificial Intelligence)

基金项目:2016 年辽宁省教育科学规划项目"教育 APP 的建设机制与应用模式研究"(课题编号:JG16DB012)

报告(以下简称《报告》)[4]。该《报告》针对当前人工智能发展和应用现状、目前存在的问题,为美国政府及相关机构更好地应对未来人工智能的发展,提出了若干建议和对策。该《报告》虽是针对人工智能整个社会应用领域的,但对于人工智能的教育应用,对未来智慧教育的更好发展,都极具参考价值。本文首先对该《报告》的核心内容进行了解读,并结合我国教育发展现状,为我国未来智慧教育中的人工智能教育应用提出了发展建议。

二、报告发布背景

近几年,人工智能研究有了令人瞩目的飞速发展。人工智能技术为人类社会的进步开辟了新的途径与机遇。在工业、能源、环境、经济、教育、医疗等各个领域,人工智能都扮演着重要的角色,目前已成为了推动社会各领域前进的主要力量。特别是近几年,在一些特定领域(例如图像识别、语音识别等领域),智能系统的问题解决能力甚至超过了人类。专家预测,尽管在未来 10 年,智能系统在通用智能领域仍无法与人类智能相提并论,但人工智能在特定领域解决特定问题的能力仍将飞速发展,并可能会在更多领域超过人类。人工智能可以帮助解决很多人类面临的巨大挑战以及一些无法解决的问题。例如,智能交通工具每年可以挽救成百上千条生命,同时还可以帮助行动不便的残疾人和老年人;智能建筑能够节约能源,减少二氧化碳排放;智能政府则可以更快、更好地服务大众;智能教育则可以帮助教师为每个孩子提供个性化的学习资源,为每个孩子打开属于自己的通往世界的大门。

在人工智能为社会带来福利的同时,人们也意识到在其发展过程中出现的一些新问题。例如,政府在人工智能发展过程中应担当怎样的角色?部分行业自动化后对社会经济会产生怎样的影响?如何规避智能可能带来的风险等。

目前,美国已经站在了人工智能基础研究、应用研究的前沿。同时,他们也意识到,为更好地迎接智能时代的到来,必须未雨绸缪,为如何引领人工智能发展、应对发展过程中可能出现的问题和挑战作好规划。为此,美国总统行政办公室联合美国国家科学技术委员会共同发布了这个报告。报告从 AI (人工智能,Artificial Intelligent,简称 AI)概述;AI 在社会公共事业中的应用;AI 与联邦政府;AI 与监管;AI 研究与劳动力构成;AI、自动化与经济;公平、人类安全与控制;全球化思考与社会安全等方面进行了全面阐述,以期为美国和世界各国的人工智能发展提供指导。

三、报告核心内容解读

本文在对《报告》进行全面分析的基础上,从为教育领域提供借鉴的视角出发,主要从人工智能在社会各领域中的应用、发展中存在的问题及对策建议等方面,对报告的核心内容进行解读。

(一)人工智能在社会各领域的应用

现在,人工智能已经开始进入社会各个领域,如医疗、交通、环境、司法等多个领域,并正在发挥其应有的作用,造福人类。

目前,世界各地的医院已经陆续开始实施数字化病例和数字化健康记录。利用产生的大量病例和健康数据,人工智能技术势必在疾病预测、精准施药、癌症研究等医疗领域发挥巨大作用。在交通领域,无人驾驶交通工具的应用,将大大降低交通事故发生概率,并为残疾人或行动不便的老人带来更大的便利。此外,已有研究表明,基于人工智能的智能交通管理能够缩短人们的等待时间,节省能源,降低排放。例如,目前城市已广泛使用智能软件进行叫车服务。智能软件通过动态调度与路线规划,为人们提供了快捷、方便、廉价的出行服务。

也有研究者将人工智能技术应用于对动物迁徙的追踪。通过获取旅行者在社交网络上发布的大量动物图片,并进行分类,分析图片上的地址信息,建立动物迁徙的数据库。目前,美国科学技术政策局(OSTP)的社会公益人工智能研究组已经发布了“互联网海龟”项目,采用上述方法对鲸鱼、非洲大型动物等进行跟踪。此外,有研究者将人工智能技术应用于反偷猎,合理创建动物保护栖息地等,以保证濒临灭绝物种的最大化分布。

在人类环境保护与监测方面,将配备复杂感应装置的无人驾驶船艇应用于海洋巡逻,用以收集海洋的数据信息,获悉海洋生态系统的变化。这种无人驾驶船艇的成本要远远低于人工驾驶,而且大大降低了风险系数。在未来,可能会将这种技术应用于天气预警、气候监控,以及监控非法捕猎等。

人工智能技术也被应用到刑事司法系统中,在大量数据分析基础上,更公正地进行案件的审判、犯人的保释以及假释申请的审批等。在应对当前社会和经济发展中面临的一些挑战方面,人工智能同样在发挥着重要的作用。例如,有研究机构使用计算机博弈理论、机器学习、自动规划、多代理推理等技术,处理失业、辍学、无家可归人员的安置,以及全球最需要帮助

的贫困地区的识别问题等。

政府部门应用人工智能技术,能进一步改善服务使人民受惠。美国国防部高级研究计划局的“教育优先(Education Dominance)”项目就是一个应用人工智能提高效率的典型例子。美国国防部高级研究计划局为缩短海军新兵的技能培训时间,投资开发了智能导师系统。使用智能导师系统,可以将海军新手到专家的培训时间由几年缩短到几个月。实验结果表明,在知识测试和真实环境的问题解决过程中,由智能导师系统将新兵培训成为 IT 系统管理者后,其表现优于具有 7~10 年经验的海军专家。也有研究表明,使用智能导师系统对工人进行培训,可以使他们获得更高的工资收入。

(二)发展中面临的问题及对策建议

1. 加强传统行业与 AI 研究机构的合作,寻找 AI 与各行业的契合点

从事社会公共事业的专业人员,较少有机会接触先进的人工智能技术,很难形成应用人工智能技术进行变革创新的意识。人工智能技术人员虽然掌握着相关技术,但他们对具体行业缺乏了解与深刻认识,很难发掘出人工智能技术与各行业的契合点。因此,为更好发挥人工智能技术对社会发展的推动与促进作用,应加强行业专业人员与人工智能研究者、相关研究机构的合作。只有在多方人员的共同配合下,才能切实发掘 AI 与行业的契合点,充分发挥人工智能对各行业的推动作用。

2. 开放行业数据与构建数据标准,为人工智能应用提供基础数据

现在,人们越来越深刻地意识到,大数据中蕴含着大量以往很难凭主观经验探究到的有价值的信息。但是利用大数据的前提,是具有大量的、有统一标准的数据。在信息化广泛应用的今天,各个行业大多已积累了大量的数据。但这些数据大多是封闭的、结构各异的,这给应用造成了很大的障碍。政府机构应发起“为 AI 开放数据”的倡议,强调开放数据、建立统一行业数据标准的重要性,并开放大量政府部门的相关数据,用以促进 AI 研究发展。鼓励使用公开的数据标准,便于进行政府、研究机构,以及私营机构的数据整合。此外,在数据的收集方面,应确保收集数据具有较全面的覆盖性。若收集的数据是片面的,具有较大偏差,那么基于数据制定的决策就会存在偏差,得出的结论的准确性与可靠性就可能大打折扣。

3. 构建及培养人工智能的研究、设计、开发及应用等多层次人才梯队

若使 AI 技术能被社会广泛认可与接受,最终促进社会的发展,必须要形成以 AI 为核心的、具有一定规模的从业人员。这些从业人员包括致力于 AI 的研究者(AI 技术与方法的研究)、信赖并熟悉 AI 的各领域专家(提出行业痛点,设计 AI 应用解决方案),相关领域的 AI 应用者(应用 AI 产品进行工作)。此外,对在校学生进行相关的计算机、数据科学教育也是促进 AI 与社会融合的关键要素之一。

无论是政府机构,还是学校,都要承担重要的责任。政府要资助 AI 研究的顺利进行,包括与 AI 相关的各个学科——计算机科学、统计学、数据库与软件开发,以及数据科学等相关领域的研究。同时,应注意对企业员工进行相关的 AI 培训。这些人员是未来 AI 技术的应用者,只有他们了解了 AI,才能够更好地应用 AI。

4. 组建高层次技术专家队伍,制定智能产品监管规范

随着 AI 应用的逐渐深入,会产生很多具有智能的产品,例如,无人驾驶飞机、无人驾驶汽车、能够完成智能设计的机器人等。对这些智能产品进行有效监管,对于保证人类自身安全、维护社会伦理道德,以及世界经济的公平竞争与发展,都具有非常重要的意义。对智能产品进行监管,首先要有针对“智能”的评判标准,也就是将人工智能技术整合到产品后应该降低的危险指数,以及可能增加的风险。但在制定监管标准的同时,需要考虑若为了符合“智能”监管标准反而导致成本增加、发展速度减缓,或者创新收益降低,那么要及时调整监管标准,为 AI 产品的创新与发展提供一定的空间。

目前很多专家的共识是,在现有阶段还不建议推行普适性的 AI 研究与应用规范,可以在各专业领域现有规范基础上进行调整,在已有监管机制中添加“智能”规范,将其作为要素之一。这样既可以保证产品原有既定目标不变,同时也为 AI 在各专业领域的发展与创新提供了发展空间。制定“智能”产品的监管规范,需要各专业领域顶尖专家、AI 专家的指导与协同参与。此外,还需要现有规范的制定者、规范的执行者的支持与参与。只有多方人员的协同工作,才能确保智能产品监管的有效性、安全性。

5. 明确政府职责,确保人工智能技术的稳步发展

政府在人工智能的发展进程中起着举足轻重的作用。政府政策的导向与支持,资金的投入,都直接决定着 AI 的发展速度与进程。为了更好促进 AI 发展,政府在制定政策与进行实践时应包括以下内容:投入

资金支持 AI 的基础性与应用性研究和项目开发；政府应鼓励各行业与 AI 的融合，并应成为 AI 应用的早期客户；支持试点项目并创建真实环境下的实验基地；公开数据支持 AI 研究与应用；设置奖励基金；识别并确立 AI 发展进程中的重大机遇与挑战，为 AI 研究指明方向；资助构建 AI 应用的严格评价体系，以评判其对社会的影响以及其相应的成本效益；在保证公众安全的前提下鼓励创新，为创新创建一个有政策支持、法律保护、合理监管的环境。

政府部门应鼓励并充分挖掘 AI 高级研究机构（例如美国国防部高级研究计划局）的科研优势，并应资助基础性的、长期的 AI 研究，以及高风险的，特别是一些私有机构不太可能投资但却有重要意义的 AI 研究，确保 AI 整体研究的稳步增长。

6. 学校设置相关课程，为学生具备相关素养打下基础

AI 技术的快速发展，需要人们具备相应的知识与技能，以适应时代的发展变化。当前的时代要求人们具备数字素养，成为具备数字素养的公民，即能够基于数据分析进行读、使用、解释与交流。因此，有必要在各级各类学校开设相关课程，为学生具备相关素养夯实基础。学校要加强 STEM 课程、计算机、AI 课程、机器学习、数据科学等课程的内容建设，培养学生的数字素养和 AI 应用意识。倡导各年级学生都要学习编程，培养学生的计算思维能力。同时，课程内容还应包括信息时代应具备的伦理道德、个人隐私、网络安全等相关内容，为学生更好地应对 AI 做好准备。

四、反思与启示

从这个《报告》可以看出，美国已将人工智能作为推动美国未来经济发展、社会前进的主要动力，并在国家战略层面引起了高度的重视，包括资金和 AI 人才的投入、政府相关政策的引导，以及对 AI 教育的大力支持等。从报告中提到的 AI 应用所覆盖的领域可知，AI 已经开始融入美国社会的各个领域，AI 正在发挥其特有功效以造福美国民众。

就近几十年技术发展与传统行业的融入态势来看，相对于其他行业而言，技术与教育的融合速度相对较慢。我国的教育领域亦是如此。但是，我们已经能够认识到，人工智能势必成为整个社会，包括教育行业发展的核心动力之一。未来教育的变革，特别是智慧教育中倡导的个性化、精准性、自适应性、普适性等，都以人工智能作为核心技术。

在我国，目前大数据等一些人工智能技术，已经开始引起了教育研究者的关注。例如 2016 年 11 月召开了首届中国教育大数据发展论坛，同时也有相关的研究论文发表。但从整体来看尚处于起步阶段。在上述《报告》分析的基础上，对当前我国人工智能教育应用提出以下建议。

1. 高度重视人工智能教育应用的发展，给予资金和政策支持

现在人们对教育提出了新的需求，要求教育更加个性化、精准化。要求对学生的教育，不再是工业化的批量生产，而应是农业的精耕细作。而在大众化、全民教育的今天，利用人工智能技术，是实现个性化、精准化教育的根本途径。目前我国的人工智能教育应用还处于起步阶段，尚未引起各级政府机构、教育管理部门的高度重视。对于其能够带来的巨大潜能仍缺少充分的认识。因此，各级政府，特别是教育部门的管理者、教育政策的制定者首先应重视人工智能的教育应用，将人工智能促进教育发展，作为未来我国教育信息化发展的主要任务之一。在国家层面进行顶层设计，全局引领发展 AI 教育应用。同时，应加大资金的投入力度，制定相应政策，吸引更多的人工智能技术专业人员与教育研究者投入到 AI 教育应用的研究与实践中来。

2. 加强人工智能专业技术人员与教育领域专家的合作，寻找与定位人工智能与教育的契合点

实现 AI 与教育的融合，仅依靠教育工作者是远远不够的。目前我国的教育从业人员，大多对人工智能技术知之甚少，或者一知半解。在不了解 AI 技术本身，以及其可能具有的功能情况下，很难找出两者的契合点。目前我国应用机器学习、深度学习技术支持教育发展的研究还非常少，主要原因可归结为当前教育研究者对相关的技术不了解，未能找出合适的结合点。在大数据教育应用领域，当前现状多为面对一堆数据，但不知道能用这些数据做什么。即使进行了分析，也是有了数据才去思考能用这些数据做什么，即现有的应用并非来源于现实需求。我们应该是先提出教育需求，提出要解决的教育问题是什么，然后再考虑需要哪些数据作怎样的分析。究其原因，是当前的教育工作者大多不懂 AI，不知道 AI 能做什么，也就很难提出现实需求。因此，在现阶段，应加强 AI 专业人员与教育工作者的合作，合理定位人工智能与教育的契合点。

3. 制定教育数据规范与标准，适当公开数据，为人工智能与教育的融合提供数据基础

当前以大数据分析、机器学习、深度学习为核心的人工智能,其发挥作用的前提是具有大量的有效数据。巧妇难为无米之炊。没有数据的人工智能,根本无法发挥作用。因此,数据之于人工智能,就好比是子弹之于枪。数据是人工智能运行的根本。随着计算机性能的不断提高,互联网以及移动互联设备的普及,大量学习资源、教学资源的出现,在线教育公司的纷纷崛起,目前已经拥有了大量的教育数据。在我国,教育数据主要有三种类型:人口学方面的统计数据;在线教学的相关数据;在线学习的相关数据。这些数据分别存储在各地政府教育管理部门、学校,以及各个在线教育公司的服务器上。数据存储的目的不同,格式与标准也各有差异。教育管理部门、学校的数据多为人口学方面的统计数据,以及学生的学习成绩数据,其目的主要用于教育管理。我国发达地区很多学校在基于移动设备进行教学时,收集了很多在线教学的相关数据。数据存储在学校或公司的服务器上,与特定的在线教学系统绑定。而在线教育公司,例如 MOOC 学习平台,则可收集到学生在线学习过程中的学习行为数据。

所有这些数据,并无统一的标准与规范,而且几乎不对外公开。这样就给人工智能的教育应用和相关研究造成了一定的障碍。因此,制定相应的数据标准迫在眉睫。建议教育管理部门尽早制定教育数据存储标准,以便于数据共享。同时,建议政府在保证学生个人隐私与网络安全的前提下,适当公开部分数据,为人工智能的教育应用研究提供方便与支持。

4. 加强教师及相关教育管理者的人工智能培训,培养其人工智能应用意识

教师最了解教学过程中存在的实际问题,最清楚学生学习过程中存在哪些障碍。但现在的教师对 AI 技术鲜有接触,不知道 AI 能够实现什么功能,或者说能用 AI 做什么。在现有状况下,教师很难提出基于 AI 的教育需求。因此,在进行教师培训时,应增加人工智能模块。向一线教师介绍 AI 的相关知识,特别是 AI 教育应用的实际案例,或者相关领域中 AI 应用的具体事例,便于教师了解能够用 AI 做什么。在进行 AI 相关技术和应用案例学习的同时,培养教师的 AI 应用意识。只有这样,教师才能够真正意识到 AI 对于教育的重要性,并挖潜出 AI 与教学的契合点,促进 AI 与教学的深度融合。对于教育管理者而言,同样需要 AI 的相关知识。让他们了解可以使用 AI 辅助进行各层级教育政策、教育法规的制定,以及可以利用 AI 协调教育资源的优化配置等问题。

5. 积极发展 STEM 教育和信息技术课程,提高学生的信息意识和计算思维能力

未来的人工智能时代,对人的素养提出了更高的要求。STEM 教育是培养学生科学素养,满足未来时代发展的有效途径。目前,STEM 教育已经引起了各国教育者的广泛关注,并在国家层面得到了高度的重视,纷纷制定了国家 STEM 教育的发展战略[5]。我国教育研究者也在积极探索如何更好地发展 STEM 教育,如何将 STEM 教育理念与创客教育、各学科教学进行整合等等[6]。

智能时代的发展要求学生具备相应的信息意识和计算思维能力。目前我国的信息技术课程标准中已将信息意识和计算思维作为其学科的核心素养之一[7],以期借助信息技术课程培养学生的信息意识和计算思维。可视化编程是培养学生计算思维,特别是培养中小学生计算思维能力的有效途径。与传统的代码编程不同,可视化编程通过拖拽方式代替手工代码输入,不仅操作简单,摒弃了传统代码编程语言中的门槛高、语法要求严格等缺陷,使学生将更多精力集中在编程思想的思考,而非编程语法的学习与纠错上。近两年我国研究者正在探索基于 MIT 的 APP Inventor,以进行中小学生的计算思维能力培养,并取得了较好的效果[8]。与此同时,应该意识到计算思维作为一种思维方式,不仅可以通过计算机编程进行培养,还应与其他学科进行融合,在完成相关学科学习的同时,促进计算思维发展[9]。

五、结　语

未来的时代是智能时代。无论是政府管理机构,还是各级教育部门,都应为迎接智能时代的到来做好充分的准备。美国政府发布的《规划未来,迎接人工智能时代》研究报告,不仅引领了美国社会未来的发展方向,同时也为我国的人工智能教育应用提供了很好的启示与借鉴。为此,本文呼吁我国教育主管部门能够重视人工智能的教育应用,意识到人工智能对我国未来教育发展的重要意义。加大资金的投入和政策引领,将人工智能教育应用作为未来我国教育发展的核心内容之一。此外,为更好地找到人工智能与教育的契合点,应促进人工智能技术人员与教师的合作,提高教育管理者和教师的数据素养,培养学生的计算思维能力,为更好地应对未来时代的发展做好准备。

[参考文献]

[1] 黄荣怀.智慧教育的三重境界：从环境、模式到体制[J].现代远程教育研究，2014(6)：3-11.

[2] 胡钦太，郑凯，林南晖.教育信息化的发展转型：从“数字校园”到“智慧校园”[J].中国电化教育，2014(1)：35-39.

[3] 杨现民，余胜泉.智慧教育体系架构与关键支撑技术[J].中国电化教育，2015(1)：77-84.

[4] Preparing For The Future of Artificial Intelligence [DB/OL].[2016-12-20].https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/preparing_for_the_future_of_ai.pdf.

[5] 傅骞，刘鹏飞.从验证到创造——中小学 STEM 教育应用模式研究[J].中国电化教育，2016(4)：71-78.

[6] 余胜泉，胡翔.STEM 教育理念与跨学科整合模式[J].开放教育研究，2015(4)：13-22.

[7] 任友群，李锋，王吉庆.面向核心素养的信息技术课程设计与开发[J].课程·教材·教法，2016(7)：56-61.

[8] 郭守超，周睿，邓常梅，等.基于 AppInventor 和计算思维的信息技术课堂教学研究[J].中国电化教育，2014(3)：91-96.

[9] GROVER S, PEA R. Computational thinking in K-12: a review of the state of the field [J].Educational researcher，2013，42(1)：38-43.

Development of Artificial Intelligence in Education in China in Smart Education Era ——An Interpretation and Enlightenment of Preparing for the Future of Artificial Intelligence

MA Yuhui, BAI Maolin, ZHOU Zheng

(Department of Education and Sports Science, Bohai University, Jinzhou Liaoning 121000)

[Abstract] Executive Office of the President and National Science and Technology Council Committee on Technology published the report of "Preparing for the Future of Artificial Intelligence" in October 2016. This report investigates the current status, applications, existing problems of artificial intelligence, and provides corresponding suggestions and countermeasures for American government and related institutions. At present, smart education, smart classroom and so on are becoming the research focuses. For "wisdom", in addition to the need of advanced educational ideas, the support of artificial intelligence technology is inseparable. Based on the interpretation of the core part of that report and the present situation in China, this paper presents suggestions of artificial intelligence in education in China for the purpose of providing beneficial reference.

[Keywords] Artificial Intelligence; Smart Education; Education Application

人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索*

余明华[1] 冯 翔[2] 祝智庭[3]

(1.华东师范大学 教育信息技术学系,上海 200062;
2.华东师范大学 上海数字化教育装备工程技术研究中心,上海 200062;
3.华东师范大学 开放教育学院,上海 200062)

[摘 要] 新技术带来的教育变革方兴未艾,人工智能与智慧教育引领教育教学的创新,已经成为教育信息化发展的必然趋势。随着教育大数据的崛起,如何对大量数据进行分析以支持精准预测,是人工智能时代面对的一个新课题。机器学习作为人工智能的一个重要分支,能够满足教育大数据分析预测的需求。为此,基于"为何分析、分析什么、以何分析、何以应用"一系列问题,通过对机器学习的作用对象、作用过程、具体方法和利益相关者等方面的分析,探讨了机器学习和智慧教育的适切性。结合对近年来国外基于真实数据的机器学习教育应用案例研究成果的梳理和归纳,发现目前机器学习教育应用主要集中在学生建模、学生行为建模、预测学习行为、预警失学风险、学习支持和评测和资源推荐等六大方面。从跨界、技术和教学三个层面出发,基于智慧教育的框架对机器学习的教育应用与创新提出了相关建议。

[关键词] 机器学习;智慧教育;人工智能;个性化学习;教育大数据;教育创新
[中图分类号] G420 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2017)03—0011—11
DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2017.03.002

一、引言

智能革命浪潮正席卷全球。2017 年开年,神秘棋手 Master 连胜中日韩多名世界级顶尖棋手的跨年围棋大战落下帷幕,随即 Master 被证实正是 2016 年 3 月战胜李世石的 AlphaGo。这是人工智能(Artificial Intelligence,AI)史上绝对的"历史事件"。AI 也正冲击着人们的日常生活。Google 提出的自动驾驶汽车(Autonomous Vehicles)已经从教科书照进了现实,依靠车内的智能驾驶仪便可实现无人驾驶。机器人的脚步也从探索火星拓展到人体内,一种可吞服的微型折叠机器人进入人体,可以帮助修复伤口或挪走被误食的纽扣电池[1]。

在研究领域,美国国家安全与技术理事会于 2016 年 5 月和 10 月分别发布了《为人工智能的未来做准备》和《国家人工智能研发战略规划》两份报告,指出人工智能研究在经历了 20 世纪 80 年代"专注于人类知识"和 21 世纪 00 年代"机器学习的兴起"两次浪潮后,即将迎来"解释性和通用人工智能技术"的第三次浪潮[2]。而实现和推动 AI 研究的核心技术正是当下最热门的机器学习(Machine Learning)。

教育领域在人工智能研究浪潮的影响和渗透下,也正发生改变。一方面,人工智能和学习科学相结合形成新领域——教育人工智能(Educational Artificial Intelligence,EAI)[3],其核心目标是"通过计算获得精准和明确的教育、心理和社会知识形式,这些知识往往是隐式的"[4]。知识以学习者模型、领域知识模型和教学模型等形式呈现,算法是获得这些知识的核心技术[5]。目前,已有大量教育人工智能系统被应用于学校,这些系统整合了教育人工智能和教育数据挖掘(Educational Data Mining,EDM)技术(如,机器学习算法)来跟踪学生行为数据,预测其学习表现以支持个性化学习。

另一方面,以智慧教育引领教育信息化的创新发展,从而带动教育教学的创新发展,已成为信息时代的必然趋势[6]。个性化学习作为智慧教育的核心要素,如何通过技术更好地支持和促进个性化学习的

* 基金项目:本文系全国教育科学"十二五"规划 2014 年度国家一般课题"智慧教育环境的构建与应用研究"(项目编号:BCA140051);2017 年度教育部在线教育研究基金(全通教育)课题"在线教育系统中学生反馈文本的情感分析技术与应用研究"(项目编号:2017YB126)的研究成果。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

开展，已经成为智慧教育研究领域的诉求。目前，个性化学习的实践应用主要集中于自定步调学习、个别化指导和学习内容自适应等方面，但在整个学习过程中尚未实现差异化的学习服务[7]，主要原因在于技术的发展尚不能充分满足个性化学习的需求[8]。

美国2017国家教育技术计划《重塑技术的教育角色》[9]，在学习部分指出：在移动数据收集工具和在线协作平台的支持下，能够为所有学生获得个性化学习服务提供机遇；在领导力部分指出：个性化学生学习将作为有效领导力的核心关注领域之一，技术能够为学生提供个性化学习路径；在测评部分指出：形成性和总结性评价数据的收集和整合，能支持学习者生成个性化数字学习体验，以及教师制定教学干预和决策。由此可见，收集和整合大量的、不同源的数据支持实现个性化学习是必然趋势，而人工智能技术的应用将是实现这些数据价值最大化的关键。

机器学习作为人工智能领域最核心、最热门的技术，能够基于大量数据的自动识别模式、发现规则，预测学生学习表现，为满足智慧教育和个性化学习的需求提供了可能。目前，国内外尚未有研究对机器学习的教育应用进行系统梳理。为此，我们试图通过全方位地梳理机器学习教育应用的发展现状、潜力和进展、面临的挑战等，为研究者和教育者开展智慧教育和个性化学习提供一定的理论和实践依据。

二、机器学习的概念梳理

（一）机器学习的定义

机器学习是人工智能和数据挖掘中最重要也是最热门的算法。国外有些学者对机器学习进行了定义，Mitchell认为，机器学习是对能通过经验自动改进的计算机算法的研究[10]；Alpaydin认为，机器学习是指利用数据或以往的经验，以此优化计算机程序的性能标准[11]。由此可知，机器学习是通过经验或数据来改进算法的研究，旨在通过算法让机器从大量历史数据中学习规律，自动发现模式并用于预测。换句话说，机器学习即机器从数据中学习，其处理的数据越多，预测就越精准。

（二）机器学习的两大阶段

机器学习的发展可以分为两个阶段：浅层学习（Shallow Learning）和深度学习（Deep Learning）。

1.浅层学习

20世纪80年代末期，用于人工神经网络的反向传播算法（也称为Back Propagation算法或者BP算法）[12]的出现，拉开了浅层学习的帷幕。利用BP算法可以让人工神经网络模型从大量样本中学习出规律，并进行预测。但是，浅层学习模型依靠人工经验来抽取样本的特征，往往要求开发人员挖掘出好的特征。

2.深度学习

2006年，加拿大多伦多大学教授、机器学习领域的泰斗Hinton和学生Salakhutdinov在*Science*上发表文章*Reducing the Dimensionalitg of Data with Neural Networks*[13]，翻开了深度学习的新篇章。随后，深度学习在学术界持续升温，目前有多所知名高校纷纷加入深度学习的研究。与浅层学习模型依赖人工经验不同，深层学习模型通过构建机器学习模型和海量的训练数据，来学习更有用的特征，从而最终提升分类或预测的准确性。2013年4月，深度学习技术被《麻省理工学院技术评论》（*MIT Technology Review*）杂志列为2013年十大突破性技术（Breakthrough Technology）之首[14]。

（三）机器学习的发展现状

机器学习的研究主要分为基于小数据和大数据环境下两类。一般而言，小数据指的是基于内存的数据。基于小数据环境下的机器学习通常被认为是传统的机器学习，研究问题主要包括理解并模拟人类的学习过程、研究计算机系统和人类用户之间的自然语言接口、针对不完全的信息进行推理的能力、构造可发现新事物的程序[15]。而随着传感器和连接设备的广泛使用，每年都有数百“泽字节”（ZettaByte，简称ZB，1ZB=2^{70} Bytes）数据产生[16]，可见，大数据时代已经来临。一般而言，大数据是无法装载进内存的数据，如何从复杂、真实、凌乱和无模式的大数据中挖掘出对人类有用的知识，是目前迫切需要解决的问题，也是大数据时代下机器学习面临的挑战。目前，大数据环境下的机器学习研究主要包括大数据分治策略与抽样、特征选择、分类、聚类和关联分析等[17]。

三、机器学习与智慧教育的适切性

技术中介的智慧教育已经成为教育信息化的新境界、新诉求[18]，通过构建技术融合的学习环境，让教师能够施展高效的教学法，让学习者能够获得适宜的个性化学习服务和美好的发展体验，是智慧教育的核心目标[19]。在智慧教育环境中，学习者的数据被收集形成教育大数据，迫切需要智能化手段挖掘这些数据，以发现潜在模式和知识来支持智慧教育的创新发展。机器学习的本质是使用计算机从大量

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

数据中学习规律，自动发现模式并用于预测。因此，机器学习助力智慧教育深度理解学习者的学习是确定无疑的。

(一)作用对象和环境

机器学习方法的作用对象是教育数据，包括学习者与教育系统交互产生的所有数据，以及人口统计、情感、协作和管理数据等，这些数据源来自不同的教育环境。Romero 和 Ventura 认为，教育环境可以分为传统教育环境和基于计算机的教育环境[20]；Papamitsiou 和 Economides 认为，教育环境包括虚拟学习环境(Virtual Learning Environment，VLE)和学习管理系统(Learning Management System，LMS)、MOOCs 和社会性学习、基于网络的教育、认知导师系统、基于计算机的教育、多模态和移动环境[21]。

我们认为，智慧教育环境可以分为传统教育环境和网络教育环境，如图 1 所示。

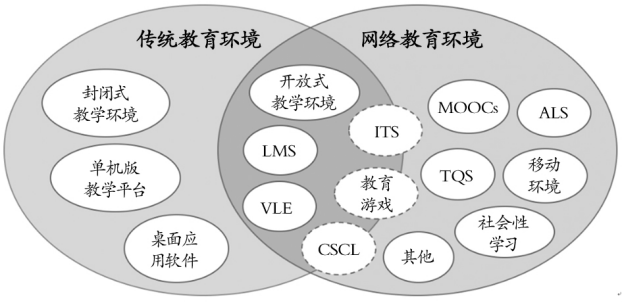


图 1 智慧教育环境构成图

传统教育环境一般基于学校或课堂。根据数据存储的不同，可分为封闭式教学环境和开放式教学环境。其中，封闭式教学环境指单机版、在本地部署的教学平台或桌面版应用，数据存储于内存；开放式教学环境指基于网络的远程教育平台(受控环境，用来收集学习者和活动数据)，数据存储于网络空间。

网络教育环境分为开放式教学环境和非正式社会性教育环境，其中，非正式社会性教育环境是指基于智能终端(如，PC、移动终端等)和以自主学习为主的学习环境，数据存储于网络空间。从数据的角度看，封闭式教学环境是教育小数据环境，开放式教学环境和网络教育环境是教育大数据环境。

(二)作用过程

机器学习一般作用于教育数据挖掘过程。教育数据挖掘涉及开发、研究和应用计算机方法在收集的大量教育数据中检测模式，是教育与数据挖掘的融合。数据挖掘技术最早于 1995 年应用于教育领域，拉开了教育数据挖掘研究的帷幕，此后逐渐发展成为独立的研究领域。教育数据挖掘涉及的学科主要包括教育学、计算机科学和统计学[22]，如图 2 所示。其中，机器学习作为计算机科学和统计学的融合，为教育数据挖掘提供了强有力的技术支持。

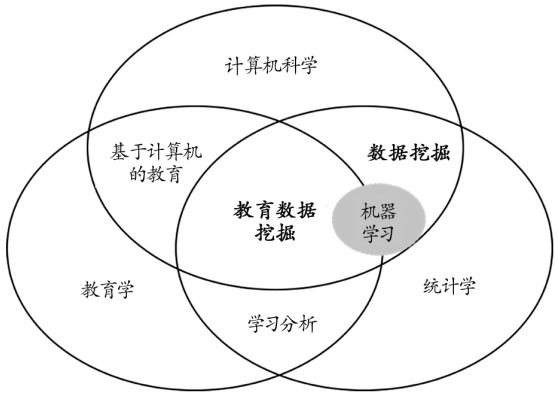


图 2 融合多学科的教育数据挖掘

在教育数据挖掘过程中，机器学习主要作用于数据挖掘和解释部分，实现传统教育中缺少或人工难以完成的功能，通过对数据进行自动化分析来发现未知的新知识和模式，如图 3 所示。

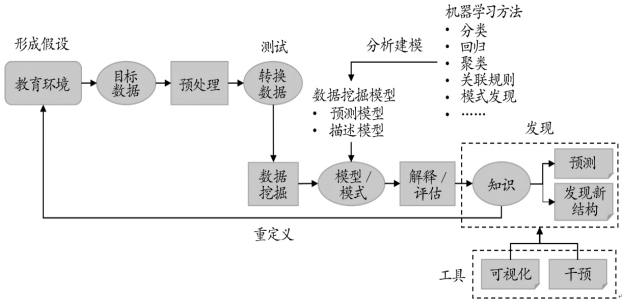


图 3 教育数据挖掘和知识发现过程

其中，在数据解释部分，机器学习方法通过建立预测模型(Predictive Model)和描述模型(Descriptive Model)分析教育数据来发现模式和知识。预测模型通过已知的数据预测未知的数据，例如，通过分析学生的成绩来预测学习表现；描述模型通过分析数据发现新的模式或结构。

知识是机器学习的发现，主要分为原理类、实践类和优化类知识[23]。其中，原理类知识旨在验证或修正现有的教育理论，例如，发现新的学习规律；实践类知识旨在帮助教师开展教学实践，例如，预测学生表现和成绩；优化类知识旨在改进学习系统的效果和性能，例如，通过分析学习者知识提高系统的自适

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

应能力。这些知识将最终反馈给教育系统进行迭代循环，以促进和改善学习。

（三）作用方法

目前，应用于教育领域的机器学习方法有很多，例如，分类、回归、聚类、文本挖掘、异常检查、关联规则挖掘、社会网络分析、模式发现和序列模式分析等[24-26]。其中，预测和聚类是目前最热门的。

1.预测（Prediction）

预测旨在开发一个模型，从数据其他方面的集合（预测变量）中，推断数据的一个单一方面（被预测变量）。简言之，就是从已知事件推测未知事件的过程。在教育应用中，常用的预测方法是分类（Classification）和回归（Regression），一般用来预测学生的表现和检测学生行为。

（1）分类：一般用于预测学生的学习表现，常用算法有决策树、随机森林、角色规则、逐步回归和逻辑回归等。例如，Lauría 等使用逻辑回归、支持向量机和 C4.5 决策树等机器学习方法分析了不同数据源的学生数据集[27]；Thammasiri 等使用逻辑回归、决策树、神经网络和支持向量机等机器学习技术对七年的学生学习数据进行分析，来预测新生是否会在第二学期继续学习[28]。

（2）回归：一般用于分析学习行为与学习表现之间的关系，常用算法有线性回归和回归树等。例如，Kotsiantis 采用回归算法分析学生在线提交作业的评分数据和学生的关键人口特征数据，来预测学生的学习表现[29]；Hachey 等采用二元逻辑回归算法分析学生在线课程记录及其 GPA，来预测学生能否完成在线课程[30]。

2.聚类（Clustering）

聚类通常用于发现数据集中事先未知的常见分类。在教育应用中，通常用来基于学生学习和交互模式对学生分组或对相似的课程材料分组。例如，Yanto 等基于使用属性变精度的近似值的精度均值，论证了使用变精度粗糙集模型对焦虑学生进行聚类的适用性[31]；Aher 和 Lobo 采用聚类算法和关联规则挖掘，对 Moodle 课程的学习记录进行聚类和分析，然后向学习者推荐合适的课程[32]。

（四）利益相关者与目标

我们通过梳理文献发现，机器学习教育应用的利益相关者包括学习者、教育者、教育管理者、教育研究者和开发人员（课程或软件）等，如表 1 所示。其中主要目标体现在：支持学习者开展个性化学习，通过学习行为分析预测和可视化反馈，提高学习者的学习表现；支持教育者掌握整体和个体学生的学习情况，自动获得实时客观的教学反馈，促进教学表现的改善；支持教育管理者制定决策，提供客观全面的教育反馈；支持教育研究者和开发人员更精准地评估和维护教育系统和在线课程。

表 1 机器学习教育应用利益相关者与目标

利益相关者	机器学习应用目标描述	
学习者	实现个性化在线学习，提高学习表现	根据兴趣、能力和学习风格等，推荐自适应的课程和学习策略
		掌握学习效率、效果和进展，支持学习者反思
		推荐学习活动、资源和任务，提高学习效率
教育者	掌握学习过程，获得客观教学反馈，反思教学方法，改善教学表现	分析学生学习表现，预测学生成绩
		评价学习者的学习行为，对学习者分组
		发现需要帮助的学生，发现学生的常犯错误，提供相应的教学干预
		了解教学效率，改进教学内容和方法，提供自适应内容和定制课程
		发现学习者的学习规律
教育管理者	支持决策，改进管理制度，科学分配教育资源	评估教师和课程，改进管理制度
		科学利用和分配教育资源
		分析教育计划、在线学习方法的有效性，支持决策制定
教育研究者和课程/软件开发人员	评估和维护系统和课程，不断改善学习质量，提高学习效率	验证现有教育理论，并发现新的规律
		评估和维护教学系统
		评估课程内容结构及其在学习过程中的有效性
		对比数据挖掘技术以便为特定的教育任务或问题推荐最有用的方法
		制定特定的教育数据挖掘工具

综上可知，机器学习方法能够自动从大量数据中提取隐含的、未知的、却潜在有用的信息和知识，支持智慧教育教师开展智能化教学和学生进行个性化学习。因此，机器学习应用于智慧教育是适合的，也是必要的。

四、机器学习教育应用的潜力与进展

如前文所述，机器学习属于数据挖掘的分析技术，而数据挖掘技术最早于 1995 年应用于教育领域。由此推论，机器学习教育应用的研究于 1995 年拉开序幕。同时，通过文献梳理发现，教育数据挖掘的研究成果在 2000 年前仅有 7 篇[33]，其具有代表性的文献综述主要集中于 2009-2010 年前后[34-36]，这一阶段的教育数据挖掘研究正接近青春期[37]。因此，从 2010 年起至今的国外基于真实数据的机器学习以教育应用案例研究成果为主，我们通过对机器学习技术在教育数据挖掘青春期阶段的研究进展及其教育应用的潜力进行梳理，以期为教育者、教育研究者和开发

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人员等在智慧教育中的应用提供理论和实践指导。其中，机器学习教育应用概念图如图 4 所示。

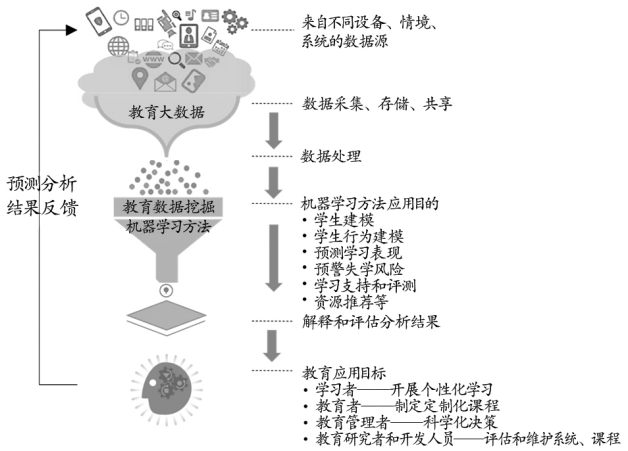


图 4 机器学习教育应用概念图

(一)研究目标

我们通过对文献梳理发现，机器学习教育应用主要集中在学生建模、学生行为建模、预测学习表现、预警失学风险、学习支持和评测以及资源推荐等方面(见表 2)。

表 2 机器学习教育应用案例研究梳理

研究目标	作者	研究对象	模型	机器学习方法
学生建模	Yudelson 等[38]	编程入门课程学生行为数据	预测模型	过滤算法
	Eagle 等[39]	文本阅读和概念前测的活动数据	预测模型	贝叶斯知识跟踪
	Baker 等[40]	与技能相关的解决问题的过程数据	预测模型	贝叶斯知识跟踪、线性回归和模式发现
学生行为建模	Doleck 等[41]	学习者行为数据、案例总结数据	描述模型	隐马尔可夫模型文本分类算法
	Huang 等[42]	学习行为数据	预测模型	基于类似的学习、基于解释的学习和基于案例的推理机制
	Wen 和 Rosé[43]	学生习惯性学习行为数据	描述模型	点击流分析局部 N 元模型
	Cetintas 等[44]	学生行为记录的日志数据	描述模型	最小二乘法、脊回归算法
预测学习表现	Kotsiantis[45]	在线提交作业的评分数据和学生的关键人口特征数据	预测模型	回归算法
	San Pedro 等[46]	导师系统中知识、情感和行为数据	预测模型	逻辑回归和贝叶斯知识追踪细粒度模型
	Hachey 等[47]	学生在线课程记录及其 GPA	预测模型	二元逻辑回归算法
	Firmin 等[48]	学生特征、课程内容和支持服务、调查以及访谈和焦点小组等数据	描述模型	逻辑回归
预警失学风险	Thammasiri 等[49]	连续七年的真实学生学习数据	预测模型	逻辑回归、决策树、神经网络和支持向量机
	Lauría 等[50]	学生人口特征数据、课程登记数据和 Sakai 日志数据	预测模型	逻辑回归、支持向量机和 C4.5 决策树
	Aulck 等[51]	成绩数据和人口统计数据	预测模型	逻辑回归正则化、k 最近邻算法和随机森林
学习支持和评测	Ahadi 等[52]	程序开发学习过程中的源代码快照数据	预测模型	随机森林
	Xing 等[53]	学生学习活动数据	预测模型	遗传程序算法
	Kinnebrew 和 Biswas[54]	学生的交互跟踪数据	描述模型	序列挖掘
资源推荐	Klašnja-Milićević等[55]	学习者习惯和兴趣的相关数据	预测模型	AprioriAll 算法
	Wang 和 Liao[56]	学生英语在线课程学习记录和个人信息数据	预测模型	神经网络算法
	Aher 和 Lobo[57]	Moodle 课程学习记录	描述模型	聚类算法和关联规则挖掘

1.学生建模

学生建模是创建和维护学生模型模块的过程，学生模型模块主要负责学生当前知识状态模型的开发和维护，旨在对学生的误解和次优表现做出假设，以便教师能够指出并建议修正。学生建模包括学生模型和诊断模型，学生模型存储学生知识的数据结构，诊断模型执行诊断过程并更新学生模型。其中，领域模型是学生模型的基础。例如，Yudelson 等通过使用自动化方法提取领域模型来支持大学生编程语言的学习，在解决程序练习的过程中对学生知识进行建模，以支持系统推荐下一个解决问题。该研究所用的数据来自某大学三门程序入门课程的代码快照数据，处理方法主要基于两点：在每个程序提交之后，使用程序语言的内在结构来建模知识；使用一组测验自动测试程序的正确性。该研究选择 Null 模型和 Rasch 模型用于学生建模，并使用 AFM 模型结合 PC 算法对学生学习建模。研究发现，PC 算法的使用能够提高 AFM 模型对过滤概念列表的精准度。

贝叶斯知识跟踪作为一种用户建模方法，常被应用于智能教学系统。例如，Eagle 等在传统贝叶斯知识跟踪模型中插入学生个体参数，基于学生的活动数据，来预测其在智能教学系统中学习和表现的个体差异权重。该方法的优点是，如果个体差异权重在学生开始使用系统前能被赋值，将更容易集成入智能教学系统。研究中的学生活动数据包括阅读表现数据和概念知识预备测试数据，其中，阅读表现数据包括阅读时间和重访文本页面（与元认知自我监管技能有关）；概念知识预备测试数据包括预备测试

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的准确性、问题变化和任务完成时间。研究结果得到了四组最佳匹配的个体差异权重和三个贝叶斯知识跟踪模型的变体模型。研究发现，学生阅读文本的数据在智能教学系统中对于预测学习和表现非常有用。

类似的，Baker 等采用贝叶斯知识跟踪和线性回归等方法构建学生模型，对学生在特定问题步骤中已获得技能的可能性进行检测。研究基于 232 名中学生的数学课程数据，主要分为两步建模：使用标准贝叶斯知识跟踪结合数据和贝叶斯定理来预测学生知识，生成可能性的标签；训练模型，使用更广泛的特征集来预测标签数据。

2.学生行为建模

学生行为建模是分析学生表现、排除潜在的误区、呈现学生目标和计划、确定先验和获得的知识、保持情景记忆，以及描述个性特征等的过程。机器学习方法能够支持学习行为的自动检测、识别和建模，旨在通过描述或预测模式行为让系统适应学习者的偏好倾向。例如，Doleck 等使用机器学习方法来挖掘学习环境中与诊断推理的过程、结果相关的学习者行为，其中，隐马尔可夫模型用于问题解决的行为熟练指标建模，文本分类算法用于分析学习者的案例总结报告，这些算法的应用描述了不同问题解决阶段的学习者行为，旨在为系统的维护提供设计指导。

类似的，Huang 等使用归纳推理（基于相似的学习）、演绎推理（基于解释的学习）和类比推理（案例推理）等多策略机器学习构建了黑板多策略机器学习模型，学习和发现学生学习过程中不一致行为的属性。根据这些属性，智能教学系统可以采取适当的方法防止学生不一致行为的再次发生，例如，加强教学和实践。

Wen 和 Rosé 提出通过点击流分析确定学生的行为模式，以便为学生搜索信息和在线学习提供更有效的个性化支持。该研究分析了与课程成功高低有关的学生习惯性行为，以及情境信息对会话的影响。通过挖掘学生单个会话的习惯性行为，描述了 MOOCs 中的会话类型，采用局部 N 元模型对学习会话进行建模，以支持系统自动分配学习活动和活动序列。

也有研究对学生的分心行为进行了分析，例如，Cetintas 等提出使用机器学习模型来支持智能教学系统自动检测学生的分心行为，数据来源于 12 名小学生行为记录的日志文件，方法采用最小二乘法和脊回归算法。该研究发现，结合时间、表现和鼠标移动等特征的模型对检测分心行为最有用，而考虑学生的个性化也能提高检测的有效性；同时发现，使用脊回归算法的模型比使用标准最小二乘法的表现更佳。

3.预测学习表现

预测学习表现，一般包括预测学生的最终分数或学术表现等，主要影响因素包括人口特征、分数（平时测验和最终成绩）、学生学档、多模能力、学生参与、活动的注册和参与以及情绪情感状态等。有些研究通过分析学生数据直接预测学习结果。例如，Kotsiantis 使用机器学习回归算法，对学生少量写作任务的分数和学生的关键人口特征数据进行分析，以预测学生的成绩。研究实验分为两个阶段，其中，训练阶段使用收集的数据来训练算法；测试阶段使用收集的 10 组数据来检测算法的精确度。

San Pedro 等将学生知识、学生情感和行为的细粒度模型，应用于 3747 名学生的数据分析来理解学生学习的发展和投入，以预测学生能否考上大学。该研究开发了一个逻辑回归模型，并且发现，学生投入和学生成功的特征组合作为预测指标，可以辨别出将考入大学的学生。

类似的，Hachey 等使用二元逻辑斯蒂回归算法，对 962 名学生的先前在线课程结果和 GPA 进行分析，来预测学生完成在线课程的成功率。其中，先前在线课程结果和 GPA 作为自变量，在线课程成功率作为因变量。在二元逻辑斯蒂回归模型中，GPA 作为连续变量。该研究结果发现，先前在线学习体验作为预测指标比 GPA 能更好地预测成功率。

也有研究对学习表现的影响因素进行了分析。Firmin 等采用逻辑回归，基于三门 MOOCs 课程分析了学生及格与学习努力程度和个人基本特征的相关性。该研究采用二元逻辑斯蒂回归算法，发现学生的努力变量是学生及格唯一有效的预测指标，如，登录次数、学习时长和完成作业情况等，与学生基本特征无关，如，性别、年龄和家庭收入等。

4.预警失学风险

辍学率一直是教育管理领域的重要指标。机器学习方法能够对学生数据特征进行分析和归类，分析学生辍学原因，预测辍学行为。虽然教育管理部门存有大量的学生数据，但是由于缺乏适当的数据或受数据隐私性限制，预警失学的定量研究相对较少。

例如，Thammasiri 等和 Lauría 等基于大量的真实学生数据对学生的学术成功展开了研究。其中，Thammasiri 等使用机器学习技术对长达七年、特征丰富的真实学生数据进行分析，来预测新生是否会在第

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

二个学期注册继续学习。该研究比较了不同的数据平衡技术来提高少数类的预测准确度，其中包括过抽样算法、欠抽样算法和合成少数类过抽样算法，并连同逻辑回归、决策树、人工神经网络和支持向量机等四种流行的分类方法，构建预测模型来进行比较。研究结果发现，支持向量机结合合成少数类过抽样算法数据平衡技术是表现最佳的分类器，三个数据平衡技术都能提高少数类的预测准确度。在开发的模型中应用灵敏度分析，能够为学生流失的准确预测识别出最重要的变量。这些模型的应用能够预测高危学生，开发有效的干预方法来减少学生的失学率。

类似的，Lauría 等使用数据挖掘方法检测学生的学术危机来提高大学生的保留率。该研究的数据挖掘模型基于监督式学习技术，用来区分表现好和不好的学生。研究的方法框架包括收集数据、转化数据、分割数据、平衡训练数据、构建预测模型和使用测试数据评价模型。在构建预测模型阶段，该研究方法选用了三个分类器作比较：逻辑回归、支持向量机和 C4.5 决策树。数据来自四个不同数据源的 3877 条记录：学生履历数据和课程相关数据、课程管理事件数据和 Sakai 成绩单数据。研究结果发现，逻辑回归和支持向量机算法比 C4.5 决策树能够更精准地分类。

人口统计和学习成绩是预测学生辍学的重要数据。例如，Aulck 等采用机器学习方法跟踪 32500 名学生收集成绩数据和人口统计数据，使用逻辑回归正则化、k 最近邻算法和随机森林等方法来预测辍学变量，并对学生数据中预测辍学的最佳要素进行了检测。研究结果发现，逻辑回归正则化相比另外两种算法能够提供最有力的预测，并检测出学生流失的个人预测指标，包括数学、英语、化学和心理学课程的 GPA 以及入学和出生年月等。

5.学习支持和评测

学习支持和反馈是增强在线教育系统个性化和定制化的关键。在学习者与系统交互的过程中，学习支持提供个性化学习服务提高学习表现，或者纠正学生的学习误区。前者是“先发制人”，后者是“亡羊补牢”。例如，Ahadi 等将机器学习方法和大学生编程过程中的源代码快照数据相结合，让系统能够在课程入门第一周，就精准地检测出高表现和低表现的学生。该研究首先对特征进行了抽取和选择，然后选择最精确的分类器来检测预测模型。其中，选取了贝叶斯（朴素贝叶斯、贝叶斯网络）、规则学习者（决策表、连接规则和 PART）和决策树（AD 树、J48、随机森林和决策树）等分类器进行评估，发现决策树分类器的整体准确度最高，而在决策树中随机森林的预测准确度最高，因此，选择随机森林作为分类器来评价学生的表现。

Xing 等结合学习分析和教育数据挖掘方法，基于小数据来预测学生在 CSCL 学习环境中的表现，从而为学生提供相应的教学干预。该研究使用活动理论来整体量化环境中的学生参与情况，并得到六个特征变量，然后使用遗传规划技术来构建预测模型。结果显示，基于遗传规划的模型是可解释的，并且与传统建模算法相比预测率得到优化。

对学习者的领域知识获取、技能发展和完成结果，以及反思、探究和情绪等的监控和评价，也是机器学习研究的重要主题。例如，Kinnebrew 和 Biswas 使用探索性数据挖掘方法，从学生的交互轨迹中评测和比较学生的学习行为。其中，核心方法结合迭代行为抽象和逐段线性分割，迭代行为抽象是区别识别频繁活动模式的序列挖掘技术，逐段线性分割是关于评估表现或进展衡量的活动阶段。研究结果发现，高表现和低表现学生具有不同的阅读行为模式和监控行为。

6.资源推荐

资源推荐通过分析学习者学习记录来预测学习者的喜好，为学习者推荐最合适的资源（内容、活动或服务）或资源序列。其最大的特征是通过分析学习者的行为，来“猜”学习者的表现和兴趣，并生成个性化推荐，旨在帮助学习者选择感兴趣的课程、科目、学习材料和学习活动等。例如，Klašnja-Milićević等使用机器学习方法构建编程学习系统的推荐模型，能够自动地适应学习者的兴趣和知识水平。系统通过测试学习者学习风格和挖掘服务日志，来识别学习风格和学习者习惯的不同模式。研究首先基于不同的学习风格处理集群，然后，通过 AprioriAll 算法挖掘频繁序列，分析学习者的习惯和兴趣，最后，系统根据频繁序列的等级推荐个性化学习内容。

Wang 和 Liao 设计了一个基于不同学生特征推荐个性化教学内容的英语自适应学习系统。系统的核心技术是人工神经网络（ANN），并选择 ANN 的 BP 算法用于学生特征和学习表现的监督聚类分类。该研究应用了一个四步核心方法来构建每个学生的特征与词汇、语法和阅读的学习表现的关系，方法步骤包括构建学生特征和学习表现的关系、获得所有不同特征组合的学习表现、设置 α-截和不同学习表现水平的 α-截，以及为不同学生特征组合设置教学

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

内容的不同等级。该方法支持系统根据学生的性别、性格和学习焦虑程度等特征，来适应、推荐不同层次的学习内容。

同样，Aher 和 Lobo 发现聚类和关联规则算法等数据挖掘技术可用于课程推荐系统，系统能够基于其他学生在 Moodle 选择的课程来为学生推荐相关课程。该研究发现，使用朴素 K 均值聚类技术和 Apriori 关联规则算法的综合方法，无需经历数据准备阶段，而且关联规则的数目还更多。课程推荐系统能够根据学生的兴趣，帮助学生选择适当的课程组合。

（二）典型应用：个性化自适应学习平台

个性化学习是指优化学习步调和教学方法来满足每位学习者需求的教学[58]。基于学习者的需求，学习目标、教学方法和教学内容是不同的，并且对于学习者来说，学习活动是有意义且相关的，是受兴趣驱动且经常是自我发起的。智慧教育的发展目标之一就是为学习者提供个性化学习服务，体现学生的差异化，改变传统教育一刀切的局面。

根据前文的梳理可知，机器学习能够结合学生的知识、行为和情绪等有效地支持个性化自适应学习平台的构建。其中，在知识维度，机器学习支持学生建模，能够对每个学生的知识进行建模和跟踪，支持生成形成性评价，为学习者推荐自适应的课程和资源。在行为维度，机器学习支持学习行为建模，根据学生不同学习表现的行为模式对学生自动分组，提供相应的学习支持；通过分析学习历史（如，活动日志、学习结果等）和人口特征等数据，来预测学生的学习表现和成绩。在情感维度，机器学习能够发现学习者情绪状态与学习行为、结果的相关性，从而根据学生的情绪状态推荐课程资源。

目前，Knewton、DreamBox、ALEKS、Gooru 等个性化自适应学习平台，结合机器学习技术已经得到了广泛应用。其中，Knewton 作为目前影响力最大的自适应学习平台，能够为学习者提供自适应学习体验和预测分析，来提高学生的学习成就。在技术层面，平台使用机器学习方法作为核心技术，构建了分析引擎和推荐引擎，分析引擎结合内容数据和学生响应数据实时地对学生能力进行推断，然后，推断结果与学生学习结果结合，支持预测学生的学习表现，从而为学习者生成下一步的个性化学习路径。

随着收集的数据越来越多，基于机器学习的推荐引擎和分析引擎模型和参数会不断修改与更新，让预测更加精准。Knewton 在学习过程中主要提供三种工具和三种核心服务，其中，工具包括个别化指导、预测分析和学习报告；服务包括为学生提供个性化推荐、为教师和学生提供分析、为应用和内容创建者提供内容解读。通过使用 Knewton 自适应学习平台，学生的通过率、退出率、提早完成率均有显著变化。

五、机器学习应用于智慧教育的几点建议

机器学习作为人工智能的核心技术作用于教育大数据，将帮助我们更好地理解数据、信息、知识与智慧之间的关系。但机器学习教育应用在技术方面尚不成熟，在教育框架下也没有规模化。因此，基于智慧教育框架，对机器学习的教育应用提出以下建议：

（一）跨界方面——支持智慧教育与机器学习的融合创新

1.机器学习与智慧教育的跨界融合

机器学习与智慧教育的融合存在跨界问题。一般情况下，懂教育的未必懂技术，懂技术的则未必深度理解教育。这就容易导致技术人员对数据挖掘结果无法从教育的本质出发进行解读，而教育者无法从技术的角度对机器学习应用提出准确需求，对预测结果也无法充分理解。因此，研究教育领域与机器学习和人工智能领域如何深度融合非常必要。例如，加大两个领域人员的合作、交流和协同开发等；在高校中加大机器学习与学习科学的跨学科人才培养；目前，利用可视化技术开发人机界面，可有效帮助教育者理解机器学习和人工智能系统，以促进跨领域深度融合。可视化学术交互平台也能支持教育领域人员更好地理解机器学习，例如，谷歌日前联手 OpenAI 等发布了一个交互视觉化期刊平台 Distill（http://distill.pub/），支持读者理解机器学习的研究成果。

2.机器学习应用的教学场景提炼

机器学习助力智慧教育发展的潜力和价值是毋庸置疑的，但目前缺少机器学习教育应用的成熟案例，尤其是在不同教学场景中的应用，这将是机器学习应用发展的一大短板。机器学习虽然本身具有智能性，但是也具有一定局限性，尤其表现为容易被复杂的场景所迷惑，人们可能很容易完成的场景分析，对于机器来说却依旧困难。如果一直强调机器学习技术本身，而不直接面向教育应用提供整体的解决方案，随着技术壁垒越来越低，其教育应用的未来价值可能会越来越小。因此，基于智慧教育框架梳理和

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

提炼机器学习不同教学场景应用的案例，将有助于体现机器学习的教学应用价值。

(二)技术方面——支持智慧环境的技术创新

1.教育大数据治理

教育大数据是机器学习应用研究的基础，其大量的、复杂的和凌乱的特点，给数据的采集和存储带来了难度。同时，在数据共享方面通常涉及数据隐私和伦理问题，如何保护人们隐私又最大化地合理利用数据支持科学研究，也是当前面临的挑战。因此，需要协同多方开展教育大数据治理，以提升教育数据质量、保障数据合理使用、保护数据隐私安全，以及促进数据合法共享。例如，建立健全的教育大数据治理模式，制定教育数据质量标准和管理规范，规范化采集和汇聚、共享不同平台的数据，形成智慧教育数据中心等。

2.数据标准化

在机器学习应用之前，通常使用标准化之后的数据进行分析，数据标准化是支撑机器学习应用和发展的重要基础。因此，为了实现数据标准化，需要对智慧环境技术架构进一步作顶层设计和研究，以考虑数据标准化，以及不同工具和平台之间的兼容性。智慧环境的技术架构应该融合学习内容、软件和平台等支持系统集成和资源共享，以开放标准和相关服务(网络服务和应用编程接口)为中心，制定统一的数据交换标准，实现低成本、敏捷无缝整合和数据交换。

(三)教学方面——支持智慧教学法的方法创新

1.提升教师素养

机器学习作为一种新型技术，容易造成教师对新型机器学习支持的教育软件和服务的用户体验不佳，原因在于教师信息素养与此类新型软件的不匹配。使用新型软件加重了教师的工作负载，如何将其与现有的教学进行整合，对教师来说也是一大挑战。因此，一方面需要不断提升教师的信息素养来适应新型技术的应用，另一方面在软件开发过程中需要考虑教师的需求，帮助教师更容易地接受新型技术并融入教学中。

2.提高教师参与

机器学习常应用于智能教学系统中，而这类系统通常会弱化教师的参与，学习者根据自己的学习步调就能开展学习。从短期来看，智能化推送减少了学习者的认知负载；但从长远来看，过度依赖系统建议，学习者自我反省、自我意识和自主学习的能力将不断弱化。虽然机器学习应用能够实现智能化和自动化，但是教师能为学生提供情感交互、学习辅导和教学法设计，这是机器学习目前无法实现的。因此，应该强调机器学习应用系统与教师的协作而非取代教师来优化效能。在应用过程中需要不断提高教师的参与并激发其积极性，从而与系统优势互补、共同参与，促进教学法的创新。

综上所述，机器学习可以有效助力智慧教育，其在教育人工智能和教育数据挖掘方面发挥的作用也是其他技术无法取代的。随着机器学习技术的不断发展和应用，其与教育领域的融合定会不断推动教育创新。

[参考文献]

[1]Gordon R. Ingestible robots, glasses-free 3-D, and computers that explain themselves[EB/OL]. Cambridge: CSAIL, 2016-12-16[2017-02-12]. https://www.csail.mit.edu/16_in_16.

[2]National Science and Technology Council. The national artificial intelligence research and development strategic plan[EB/OL].[2017-03-24]. http://www.360doc.com/content/16/1015/20/37334461_598685262.shtml.

[3]闫志明，唐夏夏，秦旋等. 教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志，2017(1):26-35.

[4]Self J. The defining characteristics of intelligent tutoring systems research: ITSs care, precisely [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education(IJAIED), 1998(10): 350-364.

[5]Luckin R, Holmes W, Griffiths M,etc. Intelligence unleashed: An argument for AI in education[R]. London: Pearson, 2016.

[6][18]祝智庭. 智慧教育新发展:从翻转课堂到智慧课堂及智慧学习空间[J].开放教育研究，2016(1):18-26.

[7]牟智佳.学习者数据肖像支撑下的个性化学习路径破解——学习计算的价值赋予[J]. 远程教育杂志，2016(6):11-19.

[8]金慧，刘迪，高玲慧等. 新媒体联盟《地平线报告》(2016 高等教育版)解读与启示[J].远程教育杂志，2016(2):3-10.

[9][58]U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. Reimagining the role of technology in education: 2017 national education technology plan update[R]. Washington: U.S. Department of Education, 2017.

[10]Mitchell T. Machine learning[M]. New York City: McGraw Hill, 1997: 2.

[11]Alpaydin E. Introduction to machine learning[M]. Cambridge: MIT Press, 2014: 3.

[12]Rumelhart D E, Hinton G E, Williams R J. Learning representations by back-propagating errors[J]. Nature, 1986, 323: 533-536.

[13]Hinton G E, Salakhutdinov R R. Reducing the dimensionality of data with neural networks[J]. Science, 2006, 313(5786): 504-507.

[14]MIT. 10 Breakthrough Technologies 2013[EB/OL]. Cambridge: MIT, 2013-04-23 [2017-01-13]. https://www.technologyreview.com/lists/technologies/2013/.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[15]Simon H A. Why should machines learn?[M]. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 1983: 25-37.

[16]Cisco. Cisco global cloud index: Forecast and methodology, 2015-2020 [EB/OL]. [2017-01-13].http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/white-paper-c11-738085.pdf.

[17]何清, 李宁, 罗文娟等. 大数据下的机器学习算法综述[J]. 模式识别与人工智能, 2014(4): 327-336.

[19]祝智庭, 贺斌. 智慧教育:教育信息化的新境界[J]. 电化教育研究, 2012(12):7-15.

[20][22][24]Romero C, Ventura S. Data mining in education [J]. Wiley Interdisciplinary Reviews-Data Mining and Knowledge Discovery, 2013, 3(1): 12-27.

[21][25]Papamitsiou Z K, Economides A A. Learning analytics and educational data mining in practice: A systematic literature review of empirical evidence[J]. Educational Technology & Society, 2014, 17(4): 49-64.

[23][26]周庆, 牟超, 杨丹. 教育数据挖掘研究进展综述[J]. 软件学报, 2015, 26(11): 282-298.

[27][50]Lauría E J, Baron J D, Devireddy M, etc. Mining academic data to improve college student retention: An open source perspective [C]. Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge, New York: ACM, 2012:139-142.

[28][49]Thammasiri D, Delen D, Meesad P, etc. A critical assessment of imbalanced class distribution problem: The case of predicting freshmen student attrition [J]. Expert Systems with Applications, 2014, 41(2): 321-330.

[29][45]Kotsiantis S B. Use of machine learning techniques for educational proposes: A decision support system for forecasting students' grades[J]. Artificial Intelligence Review, 2012, 37(4): 331-344.

[30][47]Hachey A C, Wladis C W, Conway K M. Do prior online course outcomes provide more information than G.P.A. alone in predicting subsequent online course grades and retention? An observational study at an urban community college [J]. Computers & Education, 2014(72):59-67.

[31]Yanto I T R, Vitasari P, Herawan T,etc. Applying variable precision rough set model for clustering student suffering study's anxiety[J]. Expert Systems with Applications, 2012, 39(1): 452-459.

[32][57]Aher S B, Lobo L M R J. Combination of machine learning algorithms for recommendation of courses in e-learning system based on historical data[J]. Knowledge-Based Systems, 2013,51:1-14.

[33]Romero C, Ventura S. Educational data mining: A survey from 1995 to 2005[J]. Expert Systems with Applications, 2007, 33(1): 135-146.

[34]Baker R S, Yacef K. The state of educational data mining in 2009: A review and future visions[J]. JEDM-Journal of Educational Data Mining, 2009, 1(1): 3-17.

[35]Peña-Ayala A, Domínguez R, Medel J. Educational data mining: A sample of review and study case [J]. World Journal of Educational Technology, 2009(2): 118-139.

[36][37]Romero C, Ventura S. Educational data mining: A review of the state of the art[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, part C: Applications and Reviews, 2010, 40(6): 601-618.

[38]Yudelson M, Hosseini R, Vihavainen A, etc. Investigating automated student modeling in a Java MOOC[C]. Proceedings of the 7th International Conference on Educational Data Mining, Massachusetts: International Educational Data Mining Society, 2014:261-264.

[39]Eagle M, Corbett A, Stamper J, etc. Estimating individual differences for student modeling in intelligent tutors from reading and pretest data[C]. Springer International Publishing: International Conference on Intelligent Tutoring Systems, 2016: 133-143.

[40]Baker R S, Goldstein A B, Heffernan N T. Detecting the moment of learning[C]. Springer Berlin Heidelberg, 2010: 25-34.

[41]Doleck T, Basnet R B, Poitras E G, etc. Mining learner-system interaction data: Implications for modeling learner behaviors and improving overlay models [J]. Journal of Computers in Education, 2015, 2(4): 421-447.

[42]Mu-Jung Huang, Heien-Kun Chiang, Pei-Fen Wu,etc. A multi-strategy machine learning student modeling for intelligent tutoring systems: Based on blackboard approach[J]. Library Hi Tech, 2013, 31(2): 274-293.

[43]Wen M, Rosé C P. Identifying latent study habits by mining learner behavior patterns in massive open online courses[C]. The 23rd ACM International Conference on Conference on Information and Knowledge Management, New York: ACM, 2014: 1983-1986.

[44]Cetintas S, Si L, Xin Y P, etc. Automatic detection of off-task behaviors in intelligent tutoring systems with machine learning techniques [J]. IEEE Transactions on Learning Technologies, 2010, 3(3): 228-236.

[46]San Pedro M O Z, Baker R S, Bowers A J, etc. Predicting college enrollment from student interaction with an intelligent tutoring system in middle school[C]. The 6th International Conference on Educational Data Mining, Massachusetts: International Educational Data Mining Society, 2013: 177-184.

[48]Firmin R, Schiorring E, Whitmer J, etc. Case study: Using MOOCs for conventional college coursework[J]. Distance Education, 2014,35(2): 178-201.

[51]Aulck L, Velagapudi N, Blumenstock J,etc. Predicting student dropout in higher education[J]. arXiv:1606.06364, 2016: 16-20.

[52]Ahadi A, Lister R, Haapala H, etc. Exploring machine learning methods to automatically identify students in need of assistance[C]. The Eleventh Annual International Conference on International Computing Education Research, New York: ACM, 2015: 121-130.

[53]Wanli X, Rui G, Eva P, etc. Participation-based student final performance prediction model through interpretable genetic programming: Integrating learning analytics, educational data mining and theory[J]. Computers in Human Behavior, 2015(47): 168-181.

[54]Kinnebrew J S, Biswas G. Identifying learning behaviors by contextualizing differential sequence mining with action features and performance evolution[C]. The 5th International Conference on Educational Data Mining, Massachusetts: International Educational Data Mining Society, 2012: 57-64.

[55]Klašnja-MilićevićA, Vesin B, Ivanović M, etc. E-learning personalization based on hybrid recommendation strategy and learning style identification[J]. Computers & Education, 2011, 56(3): 885-899.

[56]Wang Y H, Liao H C. Data mining for adaptive learning in a TESL-based e-learning system [J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(6): 6480-6485.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[作者简介]

余明华，华东师范大学教育信息技术学系在读博士研究生，研究方向：无缝学习、学习体验设计；冯翔，华东师范大学上海数字化教育装备工程技术研究中心，副研究员，研究方向：互联网教育服务技术与模式、教育大数据与学习分析、机器学习在教育中的应用；祝智庭，系本文通讯作者，华东师范大学教育信息技术学系终身教授，博士生导师，研究方向：教育信息化系统架构与技术标准、信息化促进教学变革与创新、网络远程教育、面向信息化的教师能力发展、技术文化。

The Educational Applications and Innovative Explorations of Machine Learning in the View of Artificial Intelligence

Yu Minghua[1], Feng Xiang[2] & Zhu Zhiting[3]

(1.Department of Education Information Technology, East China Normal University, Shanghai 200062;
2.Shanghai Engineering Research Center of Digital Education Equipment, East China Normal University, Shanghai 200062;
3.Open Education College, East China Normal University, Shanghai 200062)

【Abstract】 The educational reform which is brought by new technology, is more obvious than before. artificial intelligence and smart education leading the educational innovative development has become the inevitable trend of educational informatization. With the rise of educational big data, how to analysis the data for predicting accurately, is the new challenge in artificial intelligence era. Machine learning, as a branch of artificial intelligence, can meet the need of analysis and prediction of smart education. For this purpose, based on a series of problems including "why, what, how to analysis, and how to apply" as the main line,discuss the propriety between machine learning and smart education from the aspects of approach objects, process, methods and stakeholders. Then through combed and concluded the abroad case studies of machine learning educational application with real data in recent years, find that studies focus on six aspects including student modeling, student behavior modeling, predicting learning behavior, predicting student dropout, learning supporting and assessment, and resource recommendations. And from the view of interdisciplinary, technology, and pedagogy, propose some suggestions for the machine learning educational applications and innovation based on smart education framework.

【Keywords】 Machine learning; Smart education; Artificial intelligence; Personalized learning; Educational big data; Educational innovation

收稿日期：2017 年 3 月 3 日
责任编辑：吕东东

"iTeach"全国大学生 2017 (首届) 数字化教育应用创新大赛通知

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2017.03.013

[本刊讯] 为贯彻落实教育规划纲要和国务院办公厅《关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》精神，将由教育部高等学校教育技术专业教学指导分委员会主办，南京师范大学教育科学学院承办"iTeach 全国大学生数字化教育应用创新大赛"2017 首届大赛。大赛主题：信息化+教育应用+创新，旨在引领高校大学生，面向真实需求进行作品开发，在完成作品的同时，提高面向应用、追求价值实现的意识，并通过学以致用的实践培养创新能力和合作意识，提高综合素质。

参赛对象：全国(含港、澳、台)普通高等学校的全日制在籍在读大学生，不限专业和年级均可报名参赛(包括专科、本科、硕士研究生和博士研究生)。参赛人员可以个人或团队两种形式参赛。为体现面向教育应用创新并方便大赛管理，参赛作品分为以下四类：知识类、工具类、系统类、项目类。参赛作品应与教育教学密切相关，在面向教育真实需求的基础上进行作品开发，并具有原创性。大赛报名方式分三种：(1)有相应省级赛事的学校，可由省级赛事的组委会向大赛推荐优胜作品参加本大赛。(2)各高等院校的教务处、教育技术学科或现代教育技术中心等行政主管部门，可以自主推荐作品参加本大赛。(3)各高等院校的学生可在教师指导下自主参赛，但参赛须征得所属院系、部门的同意，并在比赛报名时提交的报名表上加盖院系部门公章。

比赛方式分网络预赛和现场决赛两个阶段。(1)网络预赛：预赛作品通过网络提交。(2)现场决赛：决赛采取现场展示和答辩的方式进行。大赛设优秀作品奖、优秀指导教师奖、优秀组织奖。大赛组委会联系方式："iTeach 全国大学生数字化教育应用创新大赛"秘书处，电子邮箱：iteach@vip.163.com，官方网站：https://www.iteach.org.cn。联系地址：江苏省南京市宁海路 122 号南京师范大学教育科学学院，邮编：210097。

(伯 权)

http://dej.zjtvu.edu.cn

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能教育应用与研究中的新区、误区、盲区与禁区*

张坤颖[1] 张家年[1,2]

(1. 淮北师范大学 教育学院;
2. 淮北师范大学 安徽省高校管理大数据研究中心, 安徽淮北 235000)

[摘 要] 以大数据、云计算、移动互联网等技术为代表的信息技术生态系统的形成和发展,推动了人工智能技术迅速发展,也促进了人工智能的教育应用和研究。但是,在人工智能教育应用与研究过程中,仍存在本质认知、理念态度、实践领域和应用边界等方面的问题。为此,在梳理人工智能教育应用现状和发展后,着重分析了人工智能教育应用或研究中"新区"、"误区"、"盲区"和"禁区"及产生的原因;在阐明人工智能与教育的关系、融合模式的基础上,讨论了人工智能教育应用中的一些对策。通过将增能、使能和赋能的人工智能技术与教育的本质相融合,并提出理论框架,对今后利用人工智能实现教育过程最优化,具有一定借鉴意义。

[关键词] 人工智能;AI;人工智能教育应用;教育生态系统;教育模式

[中图分类号] G40-057 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2017)05—0054—10

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2017.05.005

一、人工智能教育应用的研究现状

自上世纪50年代人工智能(AI)提出之后,囿于缺乏相应的技术生态,其研究及应用的脚步几经起伏,人工智能研究及应用却始终没有取得突破性的进展。但是进入2010年之后,随着大数据技术、云计算技术、移动互联网技术、物联网技术等多维技术为代表的生态系统逐渐发展和成熟,人工智能技术及其应用也逐步提速,其应用及产品也已融入人们的工作、生活和学习之中,并日益嵌入各种智能产品、智慧应用、智慧系统或行业(领域)之中,如,智慧交通、智慧金融、智慧医疗、智慧校园、智慧农业等。

2017年7月7日,*Science*发布一期《人工智能改变了科学》特刊,专门介绍了人工智能在各个学科领域取得的进展和应用[1]。尤其是人工智能在机器学习领域取得的重要进展:2011年IBM的Watson在美国智力问答电视节目"危险边缘"(Jeopardy)中打败了人类智力竞赛的冠军,充分展示了Watson的语言认知、分析和搜索能力[2];2016年3月至2017年5月期间,Google公司DeepMind开发出的人工智能程序——阿尔法狗(AlphaGo)战胜围棋世界冠军韩国选手李世石,随后其升级版——大师(Master)在网络上与众多围棋高手进行快棋对决,连赢60局,并在2017年5月3:0战胜排名世界第一的我国棋手柯洁[3]。

近年来,人工智能在无人驾驶、语音合成、翻译、速记等方面也都取得突破性进展。一时间,人工智能迅速成为各界关注的热点,这从"百度搜索指数"(百度所提供的一个开放应用)可以得到验证,自2014年以来,AI搜索指数平均值在显著提升(见图1)。

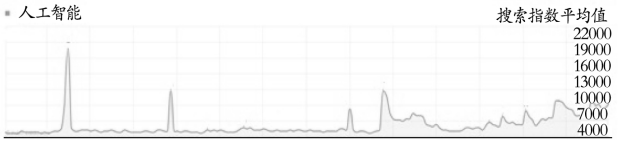


图1 2014年1月-2017年6月"人工智能"百度搜索指数示意图

同样,人工智能从诞生起,便与教育应用结下不解之缘,包括人工智能专家在内的教育工作者,都认

* 基金项目:本文系安徽省人文社科重点项目"儿童数学学习障碍诊断专家系统研究"(项目编号:SK2016A0823);安徽省哲学社会科学规划一般项目"微媒体语境下家庭教育资源平台建设研究"(项目编号:AHSKY2016D34);淮北师范大学教学研究项目"基于微课的高校公共实验课网络化研究"(项目编号:2015XXH195)的研究成果。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为人工智能在教育领域能发挥独特的作用。著名认知科学家和人工智能先驱 Marvin Minsky （2004）就曾指出，人工智能可以开发个性化的教学机器，可以根据个体特定的情境、困难和需求，与其进行对话，帮助其理解问题或达到（实现）某个目标[4]……但在很长一段时间内，人工智能除了在一些专家系统、智能教学系统等单一功能开发或应用上有所进展外，其在教育领域中的绩效表现与人们的期待仍相去甚远。

随着制约人工智能发展的技术瓶颈不断减小，特别是大数据、云计算、移动互联网等技术逐渐成熟和普及，人工智能研究及应用也得到迅猛发展，在教育业界和学界也引起了较大关注。《新媒体联盟地平线报告（2017 高等教育版）》指出，“随着人工智能和自然用户界面进入主流应用，很多大学正在设计机器学习算法和触感设备，以更真实地与人类进行交互”[5]。Barbara Kurshan 认为，人工智能将在学习分析、课程材料质量评价、自适应学习和推荐引擎等领域中，为教育效果或效率的提升发挥十分重要的作用。而且，人工智能具有向 MOOCs、混合式学习和在线学习的个体学习者们创建独特的学习路径的能力[6]。

近几年，在我国的教育技术相关期刊中，和人工智能直接相关的研究成果不断涌现，CSSCI 收录的期刊①（2013 年 1 月–2017 年 6 月）共发表与人工智能相关文章 39 篇，仅 2017 年 1–6 月就发表了 16 篇，其中《远程教育杂志》刊发的相关研究成果最多，见图 2。这些文章的研究主题涉及人工智能最新成果在教育各个领域中的应用，包括机器人学习[7][8]、深度学习[9]、个性化学习[10]、自适应学习[11]、学习分析[12][13]、情感计算[14]、智慧教育、大数据等主题（见图 3），而且相关研究主要以“学习者”为中心和以“学习过程”为核心，旨在促进学习者的学习和发展。

上述相关研究大多都热烈拥抱人工智能最新前沿成果，研究视角主要是把其与教育过程相结合，优化教学方式与路径，帮助教师改善教学效果；解决学习者在各种学习情境中的困难，提供个性化学习服务；帮助教育管理者优化决策，提升管理效率等。相关研究为人工智能在教育中的应用，提供了多维视角的理论与实践上的论证、探索、尝试和创新，也为

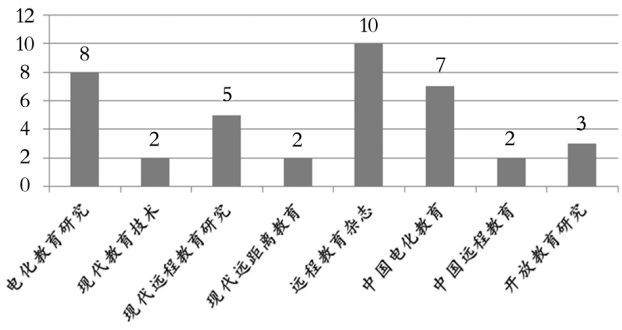


图 2　2013 年 1 月–2017 年 6 月主要核心期刊发表与“人工智能教育应用”②相关的成果分布

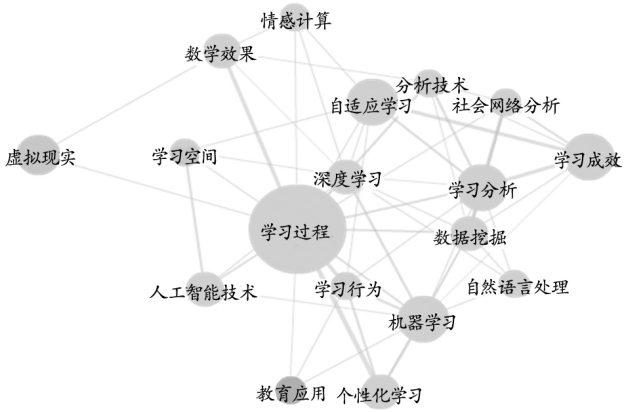


图 3　关键词形成的共现网络示意图
（共现频次=2，聚类分析阈值=3）

人工智能在教育中应用、普及奠定了理论框架和指明了今后实践应用方向。

但是，对于人工智能在教育中的应用，目前仍有一些复杂的问题有待进一步思考和解决，如，人工智能技术的迅速发展，是否可在已有教育应用基础上，开拓新的教育应用领域，本文称之为“新区”；人工智能技术在教育某些领域中的应用还存在一些不恰当，甚至是错误的认知和应用，即人工智能教育应用中的“误区”；人工智能技术是一种增能、使能、赋能的技术，这些技术对于特殊人群的教育和成长有着重要的潜在应用价值，但这方面是我们的研究洼地，存在着“盲区”；此外，人工智能技术的使用并非是中性的、无边界的，即教育人工智能应用有其道德边界和伦理约束——“禁区”的存在。

因此，在当下人工智能“大热”之际，我们有必要以辩证的、系统的和前瞻性的视角，对于人工智能教育应用中新区、误区、盲区和禁区进行审视与分析，

①主要包括《电化教育研究》《中国电化教育》《远程教育杂志》《开放教育研究》《现代远程教育研究》《现代教育技术》《中国远程教育》等，共八本期刊。
②本文中“人工智能教育应用”等同于“人工智能在教育领域中的应用”。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

以准确地认知和把握人工智能教育中积极与消极的影响、教育目的和方向、优势与不足，这有助于人工智能教育研究与实践的健康发展。

二、目前人工智能教育应用的主要技术

(一)人工智能发展的几个阶段[15][16]

1.起步阶段(上世纪50年代–60年代末)

1956年，艾伦·纽厄尔(Allen Newell)、希尔伯特·西蒙(Herbert Simon)、约翰·麦卡锡(John McCarthy)、马文·明斯基(Marvin Lee Minsky)和亚瑟·塞缪尔((Arthur Samuel)在美国达特茅斯学院开创了人工智能的研究领域。一开始人们信心十足，西蒙曾预言："在二十年内，机器将能够做人所能从事的任何工作"。

2.停滞阶段(上世纪70年代)

人工智能一开始发展速度较快，但由于硬件计算能力、人工智能程序计算复杂度高、学习数据的局限性等，人工智能的发展很快进入平台期。一些人工智能研究项目遭到质疑，期间，美国和英国政府还中断了对人工智能探索性研究的资助。接下来的几年被称为"人工智能的冬天"。

3.曲折发展阶段(20世纪80年代初–21世纪初)

由于硬件计算能力、软件技术的发展，机器人、专家系统等人工智能技术得到了广泛应用。日本的第五代计算机项目的启动，美国和英国政府恢复对人工智能学术研究的资助，都意味着人工智能得到了一定的发展。但是，1987年的LISP机市场开始崩溃，人工智能进入萧条阶段。而在上世纪90年代末至21世纪初，摩尔定律成功主导了硬件计算能力的提高和价格的下降，为人工智能发展和普及提供了硬件基础。同时，在解决具体问题方面，人工智能也取得突破性的进展，"深蓝"成为第一个击败世界国际象棋冠军卡斯帕罗夫的国际象棋博弈系统，从而带动人工智能广泛应用于物流、数据挖掘、医疗诊断等领域。

4.高速发展阶段(21世纪10年代–迄今)

进入21世纪10年代，人工智能的硬件能力获得突飞猛进，单机运算能力和网络互联能力的提升使人工智能具备更高的运算能力。大数据技术使得机器学习有了坚实的数据基础，云计算技术、网络技术使人工智能在机器学习、语音/图片/视频等处理上也有了飞速发展。如，IBM的问答系统(Watson)、Alphago围棋系统均给人们留下极其深刻的印象。我国目前在语音识别、语音合成等领域取得了领先地位。

人工智能与教育始终是密不可分，在人工智能发展的各个阶段，教育工作者始终积极尝试将人工智能技术融入教育过程之中。如，1958年IBM用IBM650连接打印机终端进行二进制算术教学；1960年PLATO系统研制并投入使用；1966年美国斯坦福大学与IBM合作开发IBM1500教学系统；以及之后的TICCIT、PLATO II等计算机辅助教学系统，期间还开发出各类专家系统、虚拟教学(实验)系统、智能授导系统、智能问答系统……因此，我们也可以说，人工智能的发展史，也是人工智能教育应用的发展史。

(二)人工智能主要技术及其教育影响

1.人工智能及技术内涵

什么是人工智能？从学科的视角来看，人工智能是计算机科学中涉及研究、设计和应用智能机器的一个分支。它的近期主要目标在于研究用机器来模仿和执行人脑的某些智能功能，并开发相关理论和技术。从其所实现的功能视角来看，人工智能是智能机器所执行的通常与人类智能有关的功能，如，判断、推理、证明、识别、感知、理解、设计、思考、规划、学习和问题求解等思维活动。人工智能分为两个层次：弱人工智能(专用人工智能)和强人工智能(通用人工智能)[17]，弱人工智能是以通过传感以及记忆存储来实现特定领域或者功能为主的应用，而强人工智能是基于认知学习与决策执行的能力，可实现多领域的综合智能[18]，目的是要逐步实现人的意识、思维和情感等。

从研究与应用领域来看，人工智能主要集中在问题求解、逻辑推理、自然语言理解、自动程序设计、专家系统、机器学习、人工神经网络系统、机器人、模式识别、机器视觉、智能检索等领域[19]。为了解决这些领域中的问题或实现相应的功能，人工智能专家不断地开发出各类技术、工具、程序、系统等应用。而人工智能教育应用的主要技术就是指这些应用于教育过程的人工智能技术、工具、程序或系统，即以人工智能技术来支持或帮助教育教学目标的实现、问题的解决，促进教育过程最优化。

2.人工智能技术发展趋势

随着云计算、大数据、物联网、移动互联网等新一代计算机技术生态的形成、发展和完善，人工智能技术取得了突破性发展。其中，计算能力的提升、大

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

数据的形成和算法的创新是人工智能技术获得突破的关键性因素；反过来，人工智能技术的发展又推动云计算、大数据、物联网和移动互联网等技术和应用的创新，它们之间形成正反馈效应。

我们可以从 Gartner 咨询公司每年发布的《年度新兴技术成熟度曲线》[20]得到佐证。近几年，人工智能技术发展与创新日新月异，图 4 是 Gartner2016 年度新兴技术成熟度曲线[21]。

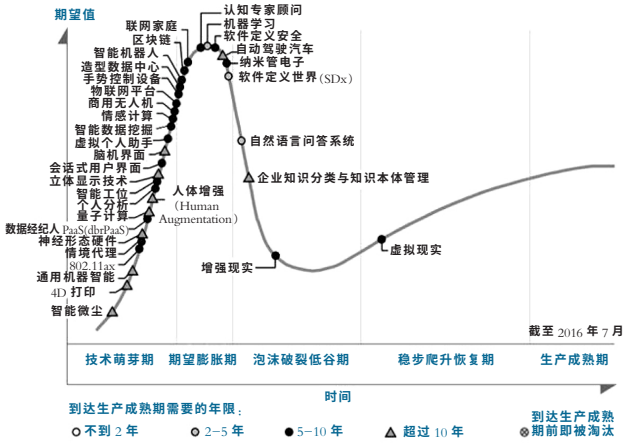


图 4 2016 年度 Gartner 新兴技术成熟度曲线示意图

从图 4 可以看出，在新兴技术当中，人工智能技术占据着非常重要的位置。因为在各类新兴技术中，多将人工智能作为重要技术性功能或模块嵌入、融入至相应技术体系中，或作为主体来实现某类功能，高效执行某项功能。大致分为以下几个方面：(1)嵌入人工智能技术——脑机界面、人体增强、情感计算、联网家庭(Connected Home)、增强现实、个人分析、企业知识分类与知识本体管理、虚拟现实以及手势控制设备；(2)融入人工智能技术的系统或平台——神经形态硬件、量子计算、认知专家顾问、区块链、物联网平台、软件定义安全与软件定义世界等；(3)主体性的人工智能技术——智能微尘、机器学习、虚拟个人助手、智能数据挖掘、智能工位(Intelligence Workspace)、会话式用户界面、智能机器人、商用无人机、自动驾驶汽车、自然语言问答系统、数据经纪人以及情境代理等。

3.人工智能教育应用中的主要技术

Gartner 年度报告还提出了影响 K-12 教育的五大战略性技术，并向 K-12 的教育 CIO(首席信息官)提供“施行数字战略”的教育建议。而人工智能技术或系统，无疑成为教育战略技术中重要技术或组成部分。表 1 分别是 2016 年[22]和 2017 年[23]五大战略性技术的内容。

表 1 Gartner 发布的影响 K-12 教育之五大战略性技术(2016 与 2017 年度)

排名	2016 年	2017 年
第一	数字化评价	人工智能
第二	适应性学习	虚拟现实/增强现实
第三	外部系统的整合	数字化评价
第四	(企业)数据管理系统	适应性学习
第五	社会化学习	数字化生态系统

除了 2017 年排名第一的“人工智能”技术外，其它技术与人工智能相关技术并不直接相关。这说明人工智能技术作为一种增能、使能和赋能技术，除了特定系统是以人工智能技术为主体，如，智能教学系统，其它人工智能的应用主要是通过嵌入或融入到各类教学、学习、管理和决策工具、系统或平台之中而发挥其相应的功能，如，数字化评价、适应性学习、数据管理系统、虚拟现实等。在教育领域里，具体应用的人工智能技术领域较多，如，语音识别、视觉计算、可穿戴技术、情感计算技术、机器学习技术、智能挖掘技术等。

上述人工智能技术在教育应用中的形态，主要包括两个方面：主体性与辅助性。主体性是指相关工具或系统以人工智能为主体，如，智能教学系统、智能问答系统、智能评价系统等；辅助性是指人工智能以相应的功能模块或部分结构嵌入至其它教学、学习和管理系统之中，如，自适应学习系统、数字化评价系统、教学游戏、智能教育决策支持系统等。

三、人工智能教育研究和应用中存在的问题及溯源

虽然国内外教育实践者及研究人员对人工智能教育应用采取了积极的态度，但是，由于人工智能技术本身还在不断地进化和发展中，人工智能教育应用远未成熟。在人工智能已取得的进展中，主要是在弱人工智能方面，而在通用性人工智能方面基本上止步不前。因此，我们需要以清醒的头脑，认识到在人工智能教育研究和应用中还存在一些问题，如，人工智能教育应用中还存在狭隘或片面化的问题，表现为对于人工智能教育应用的过分乐观或悲观、缺乏普适性或全面性、缺失人工智能伦理或关切等。

(一)“新区”亟待拓展

这里所谓的“新区”，特指人工智能教育应用的新技术、新领域、新功能、新模式、新场景等方面，主

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

要表现为两个层面：一是创新的人工智能技术在教育领域中被应用与引进；二是人工智能技术在教育领域的不同层面上更进一步地探索、拓展和延伸，以突破已有人工智能教育应用范畴，比如，人工智能与脑科学的结合、人机接口研究的应用等。

2017 年 7 月在新媒体联盟（NMC）发布的《地平线报告：基础教育版（大纲）》中，对人工智能在教育领域未来 4–5 年的应用趋势进行了预测：在人工智能领域，计算机科学正在创建与人类功能更为相近的智能机器。在各种信息集之间的类别、属性和关系的获取基础上，知识工程可以通过计算机来模拟人类感觉、学习和决策行为。人工智能研究的另一个重要领域是神经网络，它具有重要价值，能够通过语音识别和自然语言处理，使得用户界面更加自然，从而实现一种类似于人与人之间互动的人机交互效果。

随着底层技术的不断发展，人工智能将可能通过更直观地回应学生并与他们进行交互，从而改善在线学习、自适应学习的软件和模拟过程[24]。但是，正如 Bill Gates 对人工智能所做的评价：我们开发人工智能各种潜力的努力才刚刚开始，目的是使人们的生活变得更加高效和富有创造力[25]。他的评价也说明了：人工智能技术发展才刚起步，人工智能技术的应用还需在各领域不断探索，人工智能的教育应用也同样如此。

目前，人工智能在教育领域的研究与应用中存在的问题，是人工智能应用狭窄化、碎片化，其主要表现为：首先，人工智能的研究多定位于教学、学习或管理层面的某个特定方面，如，在适应性（Adaptive）及个性化（Personalized）学习系统和综合性的智能教学系统（Intelligent Tutoring System）中[26]，而忽视学习者整体素质（正确理解并合理应用 AI 的素养）的提升和发展；其次，人工智能教育应用的情境常设定在学校教育环境中的某项活动，如，人工智能辅助教学系统、智能代理系统、智能答疑系统、智能化教育决策支持系统等[27]，从本质上看，并未跳脱出此前的研究范畴；最后，现有人工智能教育应用领域相对狭窄，只聚焦于学校教育应用，而忽视了人工智能在企业培训、家庭教育、继续教育、特殊教育等领域中发挥的功能。

总的来说，人工智能在教育领域中的应用范围相对狭窄，未形成系统化的、高效的应用体系，亟待我们去继续拓展人工智能教育应用的“新区”。

（二）“误区”仍需澄清

所谓“误区”，是指人工智能在教育领域中的研究、开发和应用中存在着片面的或错误的认识和理解，存在着过于乐观或悲观的态度等问题。主要表现在以下几个方面：

1.“智能”与“智慧”的区别与联系

从本质上来看，智能是人类赋予硬件或软件具有模拟人行为的一种能力（如，知觉能力、语言理解能力、思维能力等），它是作为解决系统“问题”的功能具体地体现出来[28]，一般可视为由人将某项智能内化于物（设备或系统）。智慧的含义是“利用知识经验作出好的/善的决策和判断的能力”[29]，不言而喻，智慧的主体是人。祝智庭教授认为，智慧是一种高阶思维能力和复杂问题解决能力，智慧的精神内核是伦理道德和价值认同，智慧强调文化、认知、体验、行为的圆融统整[30]。但是，在教育领域，人工智能教育应用与智慧教育常被等同或“混合”起来，很难区分两者的边界。我们认为，人工智能所体现的智能和人类的智慧具有本质性的差异，而以培养人的智慧为目的的“智慧教育”和运用智能化信息技术的“智慧教育”，这两种提法都有诸多值得商榷的地方[31]。因此，确切地说，人工智能辅助于教育（学）应用、建构教育场景、重组教育中的要素或者重构教育过程，才属于人工智能的教育应用（Artificial Intelligence in Education，AIED）。

2.人工智能教育应用中的“乐观主义”与“悲观主义”

与其它教育技术应用（如，教育电影、教育电视、计算机辅助教育）相似的是，一些人对人工智能的教育应用抱着过于乐观的论调，认为人工智能教育应用将替代教师、管理者、学伴或同侪（Peer）以及传统的教育环境、教育工具、教育测评等，人工智能将通过对学习者进行分析，实现个性化教学、答疑、评价和管理。因此，一旦人工智能在教育中普及后，将不再需要教师。

而悲观主义者认为，人工智能的教育应用与教育技术领域中的其它应用一样，仍是机器、程序、智能 agent，它只是改变了我们的学习路径、学习步距、学习环境、学习绩效等，不可能一下子带来很多本质性的变化。即教育具有很强的“惯性”或顽固性，人工智能教育应用并不会改变教育结构、教育模式，也不会改变学习者的学习过程、学习的本质和目标。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

事实上,这两种观点均存在偏颇之处。首先,人工智能技术的发展才刚刚起步,目前仍处于弱人工智能(单一领域、单任务)阶段,远未达到强人工智能(通用领域、多任务)水平。人工智能还需要多个方面取得突破才能更贴近实际,显现出真实实力。其次,人类自身对于大脑结构、功能、过程等一系列的生理机理尚知之甚少,更是无法建构出等同于人脑思维机能的人工智能系统。再次,教育的本质不仅仅是信息和知识的获取、技能的习得,更在于人的世界观、人生观、审美观和价值观等的培育和养成。知识的传授与技能的习得可以通过人工智能教育应用去优化和实现,而世界观、人生观、审美观和价值观等的培养,则离不开教育工作者的精心教导,创想、创意、创新精神的培养更离不开教师的帮助。总之,即便人工智能发展到一定程度,人工智能的教育应用过程仍需要教师的参与和引导。

(三)"盲区"有待探索

所谓"盲区",本意是指没有被发现的真实存在的场域,本文所指的"盲区"包括两个方面:

(1)人工智能在教育应用中能够发挥积极作用,但又被忽视的区域。目前,主流的教育技术研究和实践领域主要在普通教育及成人教育(培训)领域,而特殊教育有意无意成为教育技术研究和实践的盲区,残疾人群(包括其他智障者、失能的老年人群等)在教育技术研究和实践中是被边缘化的群体(Marginalized Group)[32]。同样地,在人工智能教育应用领域,特殊教育也是一块有待研究和应用的"洼地",属于"盲区"。

从现有文献检索来看,人工智能技术鲜有特殊教育方面的研究与应用成果。以现有人工智能的教育研究或应用成果来看,人们更多地关注如何利用人工智能技术的优势,提高普通教育领域中的教学、管理以及个性化学习的效果、效率和效益,实现教育自动化、网络化、智能化、个性化,然而,却忽视了残疾人群的教育需求。对于残疾人群来说,由于种种原因,他们的身心处于低能、失能、不能的状态,从而给学习和发展带来严重的障碍,如,视觉、听觉、言语、运动、理解、表达等方面存在的障碍。其实从需求和适配度层面来看,残疾人群在知觉能力、语言理解能力、社交能力等方面,更需要人工智能技术的介入、辅助和支持。因此,人工智能教育应用,不应该继续忽视特殊教育领域。

(2)在教育理论的创新层面存在一定的盲区,主要指人工智能教育应用的理论创新滞后于技术创新与发展的需要,使得人工智能的教育实践缺乏必要的理论指导。从宏观层面而言,计算机技术的发展遵循"摩尔定律",而技术发展与社会发展之间又存在着结构性冲突,遵循"颠覆性定律"——技术在以指数变化(发展),而社会、经济和法律体系却只以增量在变化[33],人工智能教育应用也存在着类似的脱节。近年来,人工智能技术发展很快,然而,教育理论创新与研究的节奏却没能跟上技术发展的步伐,理论滋养的相对缺失,将在实践层面给人工智能教育应用带来一定的盲目性。

(四)"禁区"必须令止

所谓"禁区"是指一个"未经许可不允许进入"的特殊地区或者区域。这里隐喻为人工智能教育应用既不能做出有违信息伦理或信息法律的行为和结果,也不能做出有违教育伦理或教育规律的行为和结果。由于人工智能教育应用包括两个层面的融合,即:第一,人工智能教育应用的基础是人工智能技术;第二,人工智能教育应用的根本目标是人的教育。因此,人工智能教育应用存在两个层次的"禁区"。

1.人工智能技术层面的"禁区"

一方面,人工智能技术的发展,特别在深度学习领域取得成就的原因,主要在于大数据的形成和计算能力的提升,人工智能技术离不开大数据这座富矿的支撑,也离不开大数据分析技术的应用。正是由于人工智能技术需要依赖智能数据的挖掘、深度学习、个体学习分析与评价等工具或方法,因此,在这过程中自然会触及个体的隐私信息、性格取向、个性偏好、能力与智力层次等问题。即在现有的条件下,人工智能教育应用难免会存在泄露相关隐私等可能,使得特定个体可能遭受到相应的伤害,这还需要我们通过有效手段或技术来加以改进。

另一方面,人工智能技术并非只是中性的技术,在人机交互过程中,可能会存在不道德、伦理或法律问题。如,微软公司 2016 年 3 月推出人工聊天智能机器人 Tay,并将其放到了 Twitter 等社交网络上,其设计目的是与 18 到 24 岁之间的年轻人进行互动。然而,在恶意网友的影响下,Tay 发表了包括反女性主义、种族主义等不正确的言论,导致微软在事发后立即让 Tay 下线并删除所有不当发言[34]。类似的情况,今年也发生过几起。在人工智能教育应用过程中,我们应当预防或禁止这类状况的发生,比如,在人机对话过程中出现不当言论等。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.教育层面的“禁区”

人工智能教育应用的目的是为了促进学习绩效(学习的效果、效率和效益),但前提是平等、公平和公正地合理使用。在不同文化、制度、价值取向等诸多因素交织下的社会情境中,人工智能技术存有违背教育规律和教育伦理的可能,从而成为过度教育、强迫教育或填鸭式教育的手段,沦为不良教育的“帮凶”。因此,我们需要未雨绸缪,及早制定相关政策,让人工智能教育应用回归、服务于“人的教育”本源,而不是以追求技术为本体,即对技术使用“禁区”的明确界定,应优先于无节制地使用技术。

四、人工智能教育应用之思考

通过阐述人工智能教育应用中存在的新区、误区、盲区和禁区,我们可以从三个方面进一步思考:第一,产生这些问题的根本原因,从微观层面来看,原因复杂且多面,但从顶层设计的视角观之,是否能准确定位人工智能与教育间的结构、功能和主从关系,是产生这些问题的根本原因;第二,人工智能教育应用成功的关键是什么,即人工智能技术优势如何实现教育的目标和价值,需要给出相应的融合模式;第三,在人工智能教育应用实践层面,应从哪些方面着手以避免或解决这些问题,形成具体的实施策略或路径。

(一)人工智能与教育的关系

我们认为,从本质上来看,人工智能教育应用中“四个区”的问题,归咎于人们未能正确认知和对待人工智能与教育之间的关系。因此,需要从辩证的、系统的和前瞻性的多维视角,来认知和理解人工智能与教育之间的关系,这种关系如图 5 所示。

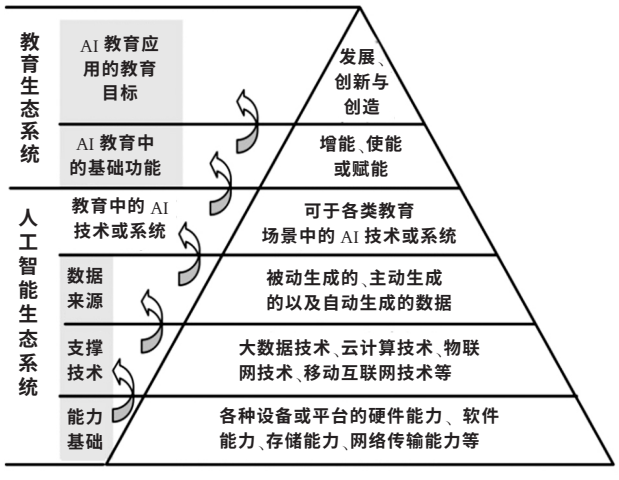


图 5 人工智能教育应用的生态系统结构示意图

从人工智能教育应用的结构来看,它相当于一个金字塔结构,分为两层:底层的人工智能生态系统和上层的教育生态系统。在人工智能生态系统中,能力基础、支撑技术、数据来源是人工智能生态系统的基础性体系,在教育场景中应用的人工智能技术或系统是支持教育生态系统的基础;而教育生态系统则是相当于人工智能教育应用的上层建筑,在人工智能的增能、使能或赋能支持基础上,促进着教育目标的有效实现——学习者的发展、创新与创造能力的培养。

从技术上来看,人工智能技术并不是一类独立于某一学科的技术,而是建立在相关设备或系统能力体系、支撑技术体系和数据体系之上的应用型技术。人工智能技术具有增能、使能和赋能的功能,能够解决相关领域中问题,或提升工作效果、效率和效益。因此,无论人工智能发展和应用的深入程度如何,它始终都是一种手段,而不是目的,否则将本末倒置,在实践层面会出现相应的问题。

从教育功能上来看,人工智能教育应用与教育领域中其它技术相比较,本质上并没有差异,作用点、落脚点都在教育与人本身,都为了促进教育、教学或学习绩效的提高——达成教育的最优化,从而实现教育目标。教育目标和价值的实现,主导着人工智能教育的场景、内容、方式等,而且教育工作者(教师)的教学智慧仍是人工智能教育成功的关键所在。教育技术的发展史也告诉我们,技术从来不会替代教师,人工智能亦如此,即便未来几年智能机器人大规模进入校园,教师依然还是教育的主导。否则,教育会偏离相应轨道,产生各种问题。

(二)人工智能技术与教育的融合模式

人工智能教育应用的核心,应回归至教育目标和价值体系,而解决问题的关键是以人工智能技术的优势与教育过程相融合,产生 1+1 > 2 的效果。根据目前人工智能技术在教育领域的应用方式,可将人工智能技术与教育融合分为三种模式:人工智能主体性融入模式、人工智能功能性嵌入模式、人工智能辅助技术手段模式。它们共同的目标是:通过人工智能与教育恰当、有效的融合,实现增能、使能和赋能,进而实现教育的最优化。

1.人工智能主体性融入模式

即人工智能技术在教育过程(教学、学习、管理或决策)中发挥主体性的作用,可以替代教师、咨询者、学伴、管理者或决策者所要做的知识性、程序性、

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

事务性的工作，如，智能教学系统（Intelligent Tutoring System，ITS）、智能问答系统、智能学习游戏、智能教务管理系统、智能决策支持系统（Intelligent Decision Supporting System，IDDS）等。它们共同的特点在于人工智能技术是整个系统或应用过程的核心模块，目的是将教师、管理者、决策者从繁碎低效、简单重复的劳动中解放出来，把更多的时间、精力和智慧投入到个性化教学、创造力的培养、设计具有创新价值的教育教学过程中。

2.人工智能功能性嵌入模式

即将人工智能技术视为某一支持性、支撑性、辅助性的功能模块，有机嵌入到教育过程中。如，在学习内容的推荐、学习分析、学习评价、学习的优化、大数据挖掘等教学、学习、管理过程中，都有人工智能技术承担相应的功能。在诸如适应性学习、个性化学习、个别化学习、深度学习、游戏化学习等教学过程中，也都嵌入了人工智能技术，目的是帮助教师、学习者、管理者优化教学和管理过程。

3.人工智能作为辅助技术的模式

所谓辅助技术（Assistive Technology），是一个框架性术语，包括帮助残疾人群的辅助性、适应性和康复性设备，且还包括选择、定位和使用流程[35]。人工智能作为辅助技术，并不直接提升教学、学习的绩效，而是能够帮助残疾人群缩小与正常人群在身心功能上的差距[36]，促进教育的起点公平。如，美国麻省理工学院媒体实验室开发了一款戴在手指上的设备 FingerReader（如图 6 所示），使用者开启设备后，只需沿着屏幕上或纸质页面中的文字行列移动指尖，FingerReader 就能接近实时地朗读文本；其它的辅助科技如智能语音识别技术、智能机械手、智能假肢、智能轮椅等，均可帮助残疾人群具备正常的行为功能。

图 6 FingerReader 使用示意图[37]

（三）人工智能教育应用中的实施策略

1.推动观念上的转变、理念上的变革和理论上的创新

随着技术的日新月异，人工智能教育应用的周期将越来越短，应用的门槛也将不断降低。因此，教育工作者对人工智能的本质、应用方式、应用场景等需要有正确的认知和理解。我们需要在个性化学习、适应性学习、深度学习等理论研究层面进行深入地探索，为人工智能教育应用提供更加适切的理论框架与给养，以减少技术应用的误区和盲区。通过理论研究的不断创新，还可以开拓人工智能教育应用的新领域、新模式、新场景。

2.提升教育工作者、学习者关于人工智能应用的相关素养

为了合理、正确、高效地进行人工智能教育应用，积极拓展人工智能教育应用的“新区”和“盲区”，减少或避免“误区”和“禁区”的产生，提升使用者的相关素养是十分必要的。这些相关素养包括：首先，各类智能教学、管理、决策系统需要教育工作者能知晓、理解、管理人工智能的相关应用，甚至能设计、开发与教育相关的人工智能应用；其次，要增加和提升在职教师的人工智能教育应用知识和能力，这是减少信息素养缺乏的在职教师存量的重要策略；再次，学习者能根据自身个性化的学习需求，熟悉、掌握人工智能技术（或系统）的应用。

3.强化师范生关于人工智能教育应用方面的知识与能力

我们需要在师范院校现有专业开设的《现代教育技术》和《计算机文化基础》课程中，增加大数据、云计算、人工智能、物联网等基础性知识，以及技术系统的应用等的介绍和学习。有条件的师范大学，最好能单独开设人工智能、人工智能与教育等相关课程。通过较系统的课程学习，为未来教育工作者提供相应的知识和技术储备，这也是培养增量教师的人工智能教育应用能力的主要途径。

4.规范教育大数据的应用标准，明晰人工智能教育应用的伦理边界

教育大数据涉及教育者、学习者、管理者等各个层面的隐私数据和安全数据问题，谁能看到这些大数据、谁能使用大数据、人工智能分析大数据的哪些方面（如，个性、性格、行为偏好、智力层次、学习水平等）、谁能应用大数据分析获得结果，等等，这些都值得我们重视与妥善解决。数据泄露、不受限的人工智

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能教育应用，将可能偏离教育的方向，产生一些伦理甚至是法律问题。为此，我们除了应用区块链技术等强化数据的保护之外，更多的是需要从伦理乃至法律层面进行规范。前不久，Google、Facebook、Amazon、IBM 以及 Microsoft 正式宣布成立“AI 合作组织”(Partnership on AI)，并成立人工智能伦理咨询委员会，探讨人工智能应用和研究的伦理边界，以保障人工智能应用符合人类社会的共同利益[38]。

5.鼓励和支持特殊教育领域中的人工智能教育应用

据统计，我国残疾人总人数达 8502 万人，其中又以视力残疾、听力残疾、肢体残疾占绝大多数[39]。他们在接受普通教育、继续教育、相关培训时，亟需人工智能技术的辅助，从而满足正常学习的功能需求。这是当前人工智能教育应用中很少涉及和研究的领域，而特殊教育恰恰又是最为需要人工智能技术的领域之一。国外已在研究如何通过人工智能强化、再造残疾人肢体以及躯体反应、对话等技术，我国也需要大步跟上。

五、结语与展望

总之，人工智能教育应用已成为教育信息化研究的新热点。我们只是在已有研究基础上作了一些新的探索：首先，初步廓清人工智能教育应用中几个易被忽视的问题——新区的拓展、误区的澄清、盲区的探索和禁区的底线。针对这些问题，讨论了人工智能技术与教育之间的定位关系——人工智能的增能、使能和赋能的功能，主要是服务和支持教育目标与价值的实现，促进教育的最优化；其次，在不同情境下，人工智能与教育的融合模式也不尽相同，有主体性、嵌入性和辅助性三种融合模式，共同目标是有效发挥人工智能教育应用的增能、使能、赋能作用；最后，从解决具体问题入手，提出了人工智能教育应用的实施策略。

2017 年 7 月 20 日，我国发布了《新一代人工智能发展规划》，其中明确提出：“智能教育”——利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革，构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系……建立以学习者为中心的教育环境，提供精准推送的教育服务，实现日常教育和终身教育定制化[40]。这说明，国家从战略的高度重视人工智能教育应用，并从教育模式的建立、教学改革、教育体系的构建以及教育任务等方面，为人工智能教育应用提出了具体目标、发展方向和远景规划。而本研究相关内容与该规划中提出的智能教育的目标、对象、内容等层面相契合，这些均为我们今后进一步开展相关研究，提供了多维视角。

[参考文献]

[1]American Association for the Advancement of Science. AI transforms science[DB/OL].[2017-07-10].http://science.sciencemag.org/.

[2]IBM Corp. Watson[EB/OL].[2017-07-05].https://www.ibm.com/watson/.

[3]百度百科. 阿尔法围棋[EB/OL].[2017-06-05]. http://baike.baidu.com/item/阿尔法围棋.

[4]Minsky M L, Singh P, Sloman A. The St. Thomas common sense symposium:designing architectures for human-level intelligence[J]. AI Magazine, 2004, 25(2): 113-125.

[5]S·亚当斯贝克尔, M·卡明斯, A·戴维斯, A·弗里曼, C·霍尔给辛格, V·安娜塔娜额亚嫡. 新媒体联盟地平线报告：2017 高等教育版[R]. 殷丙山，高茜，任直，刘鑫驰等译.奥斯汀，德克萨斯：新媒体联盟, 2017.

[6]B Kurshan. The future of artificial intelligence in education[DB/OL].[2017-05-31]. https://www.forbes.com/sites/barbarakurshan/2016/03/10/the-future-of-artificial-intelligence-in-education/#9e3113d2e4d8.

[7]余明华，冯翔，祝智庭.人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索[J].远程教育杂志，2017(3): 11-21.

[8]黄荣怀，刘德建，徐晶晶等. 教育机器人的发展现状与趋势[J].现代教育技术，2017, 27(1):13-20.

[9]牟智佳，俞显，武法提.国际教育数据挖掘研究现状的可视化分析：热点与趋势[J]. 电化教育研究, 2017(4): 108-114.

[10]牟智佳. “人工智能+”时代的个性化学习理论重思与开解[J].远程教育杂志，2017(3): 22-30.

[11]杨翠蓉，陈卫东，韦洪涛.智能导学系统人机互动的跨学科研究与设计[J].现代远程教育研究，2016(6):103-111.

[12]González-Calero J A, Arnau D, Puig L, et al. Intensive scaffolding in an intelligent tutoring system for the learning of algebraic word problem solving[J]. British Journal of Educational Technology, 2015, 46(6): 1189-1200.

[13]柯清超. 大数据与智慧教育[J]. 中国教育信息化，2013(24):8-11.

[14]李勇帆，李里程. 情感计算在网络远程教育系统中的应用:功能、研究现状及关键问题[J]. 现代远程教育研究，2013(2):100-106.

[15]万赟. 从图灵测试到深度学习:人工智能 60 年[J].科技导报，2016, 34(7):26-33.

[16]Wikipedia. Artificial intelligence [DB/OL].[2017-04-23].https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence#History.

[17]编辑部. 揭开神秘面纱，“人工智能”是如何为我们服务的?[J].单片机与嵌入式系统应用，2016, 16(6): 1-2.

[18]陶利，梁智昊，安达.新型计算将成为人工智能继续发展的关键支撑[EB/OL].[2017-07-10]. http://www.chinasei.com.cn/.

[19]蔡自兴，徐光佑.人工智能及其应用[M].北京:清华大学出版社，2004: 1-15.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[20]Gartner Corp. Gartner's 2012 hype cycle for emerging technologies identifies "Tipping Point" technologies that will unlock long-awaited technology scenarios[EB/OL].[2017-06-22].http://www.gartner.com/newsroom/id/3412017.

[21]中国通信网. 2016 年度 Gartner 新兴技术成熟度曲线示意图[EB/OL].[2017-06-22]. http://www.c114.net/news/16/a968516.html.

[22][23]Gartner Corp. Top five strategic technologies impacting K-12 education in 2016 [EB/OL].[2017-06-28]. https://www.gartner.com/doc/3170221/top-strategic-technologies-impacting-k.

[24]The New Media Consortium. NMC/CoSN horizon report: 2017 K-12 edition [DB/OL].[2017-07-12]. https://www.nmc.org/publication/nmc-cosn-horizon-report-2017-k-12-edition/.

[25]Consumer News and Business Channel(CNBC). Bill Gates: Try a career in artificial intelligence, energy or bioscience to make an impact[EB/OL].[2017-06-26]. http://www.cnbc.com/2017/05/21/bill-gates-artificial-intelligence-energy-bioscience-best-jobs.html.

[26]贾积有. 国外人工智能教育应用最新热点问题探讨[J].中国电化教育, 2010(7):113-118.

[27]徐鹏, 王以宁. 国内人工智能教育应用研究现状与反思[J].现代远距离教育, 2009(5): 3-5.

[28]三宅芳雄.智能研究的方法论——寻求"智能"的一般理论(上)[J].钟启泉译.全球教育展望, 1998(5):9-13.

[29]Cambridge Dictionary. Meaning of "wisdom" in the English dictionary[EB/OL].[2017-05-23].http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/wisdom.

[30]祝智庭, 贺斌. 智慧教育:教育信息化的新境界[J].电化教育研究, 2012(12):7-15.

[31]李子运. 关于"智慧教育"的追问与理性思考[J].电化教育研究, 2016(8):5-10.

[32]张家年, 朱晓菊, 程君青. 教育技术应用和研究的盲区——残疾人群的教育[J].现代教育技术, 2006, 16(4):13-15.

[33]张家年, 谢阳群. 刍议信息技术作用效应及其应对策略[J].情报理论与实践, 2013, 36(6):32-36.

[34]CnBeta. 微软:我们对 AI 机器人 Tay 意外发出的冒犯性推文深感抱歉[EB/OL].[2017-07-12].http://www.cnbeta.com/articles/487099.htm.

[35]Wikipedia.Assistive technology[EB/OL].[2017-07-14].https://en.wikipedia.org/wiki/Assistive_technology.

[36]孙祯祥. 无障碍网络环境构建的理论与实践[M].北京: 科学出版社, 2011: 117-118.

[37]MIT Media Lab. FingerReader[EB/OL].[2017-07-15].http://fluid.media.mit.edu/projects/fingerreader.

[38]Partnership on AI. Industry leaders establish partnership on AI best practices[EB/OL].[2017-07-14].https://www.partnershiponai.org/2016/09/industry-leaders-establish-partnership-on-ai-best-practices/.

[39]中国残疾人联合会. 2010 年末全国残疾人总数及各类、不同残疾等级人数 [EB/OL].[2017-06-22].http://www.cdpf.org.cn/sjzx/cjrgk/201206/t20120626_387581.shtml.

[40]国务院. 关于印发新一代人工智能发展规划的通知[DB/OL].[2017-07-24].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.

[作者简介]

张坤颖,硕士,淮北师范大学教育学院副教授,研究方向为数字化学习、网络教育;张家年,博士,淮北师范大学教育学院副教授,研究方向为网络教育应用、信息资源管理,系本文通讯作者。

http://dej.zjtvu.edu.cn

The New Area, Misunderstanding, Blind Area and Restricted Zone in Studies and Practice of Artificial Intelligence in Education(AIED)

Zhang Kunying[1] & Zhang Jianian[1,2]

(1. School of Education, Huaibei Normal University;

2. Anhui Big-data Research Center on University Management, Huaibei Normal University, Huaibei Anhui 235000)

[Abstract] The technological ecosystem of big data, cloud computing and mobile internet has been driving artificial intelligence to develop quickly. Meanwhile, it also promotes studies and practice of artificial intelligence in education (AIED). However, there are certain problems in AIED, such as the cognition of nature, concepts and attitude, practical field and boundary of AIED. Firstly, after combing the status quo and development of AIED, this paper analyzes the new area, misunderstanding, blind area and restricted zone of the studies and practice of AIED. And then, the paper illuminates the relationship, integrating model between artificial intelligence and education, and puts forward proposals for AIED. The paper also provides the theoretical framework of integrating artificial intelligence and educational nature, it can provide theoretical reference value of making use of AIED to realize the optimization of the educational process.

[Keywords] Artificial intelligence; AI; Artificial intelligence in education (AIED); Educational ecosystem; Educational model

收稿日期:2017 年 8 月 6 日

责任编辑:吕东东

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能视域下的信息素养内涵转型及AI教育目标定位*

——兼论基础教育阶段AI课程与教学实施路径

陈凯泉[1] 何 瑶[1] 仲国强[2]

(1.中国海洋大学 教育系;
2.中国海洋大学 信息科学与工程学院,山东青岛 266100)

[摘 要] 人工智能(AI)技术的飞速发展与广泛应用,对公民素质提出了新的要求,编程能力、计算思维及对智能化社会的深度认知,成为人工智能时代学生信息素养内涵的重要内容。伴随信息技术的发展,基础教育阶段信息技术课程目标的演进及STEM教育、创客教育等新型教育实践的展开,为推广AI教育提供了充足准备。基础教育阶段AI教育的目标应定位于培养学生的编程能力与计算思维,教学内容要侧重于人工智能技术的应用,内容选择、难度等级需符合基础教育各学段学生的年龄特征及知识基础。应用探究式教学深度融入科学、信息技术、综合实践活动等课程,是人工智能教学实施的主要路径。开展师资专业培训、推进课程体系建设、对接高校及社会培训机构,是建设校本人工智能教学资源的主要策略。

[关键词] 人工智能;AI教育;AI课程与教学;计算思维;编程能力;人机协同;信息素养

[中图分类号] G40-057 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2018)01-0061-11

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2018.01.006

一、引言

人工智能(Artificial Intelligence,AI)是信息科学领域最前沿的学科之一,经历60余年的发展之后,AI对医疗、交通、商业、航天、农业等领域产生重大影响。根据麦肯锡国际咨询公司的数据调查研究,基于当前人工智能技术的发展水平,大约45%的职业的工作者会失业。智能机器的诞生,改变了传统的工业和农业生产方式,代替人类做单调重复性工作,帮助人类节省时间和精力投入到创造性工作中去,极大地提高了生产和工作效率,这也必将影响到我国未来的人才培养和就业。因此,人工智能的突破性进展是人类发展史上一个重大转折,人类的思维方式和工作方式将发生重大转变,将推动信息时代进入人工智能时代,信息社会向智能化社会转型。

2015年5月,国务院发布《中国制造2025》[1],把实现世界制造强国作为总目标,并提出九项战略任务和重点。该文件重点强调了人工智能技术对于各行各业发展的重大应用价值,并阐明人工智能技术能够促进战略任务的完成和实施。2016年5月,发改委和科技部联合印发《"互联网+"人工智能三年行动实施方案》[2],再次把人工智能技术作为实现知识经济时代创新性强国的重要推动力。2017年11月14日,全球领先的移动互联网第三方数据挖掘和分析权威机构iiMedia Research(艾媒咨询)发布了《2017年中国人工智能行业白皮书》[3],指出在信息技术快速普及的今天,连接人与信息的信息流,成为信息时代的常态,而人工智能技术是构建信息流的关键技术。尤其是2017年7月,国务院印发的《新一代人工智能发展规划》[4]明确提出:实施全民智能教育项目,在中小学阶段设置人工智能相关课程,逐步推广编程教育,鼓励社会力量参与寓教于乐的编程教学软件、游戏的开发和推广。

可见,开展人工智能教育(本文也简称AI教育)是面向人工智能时代所赋予的使命。培养能够发现问题,综合运用多学科知识解决问题的创新人才是教育界面临的重大挑战,也是构建创新性国家的必

* 基金项目:本文系国家社会科学基金项目"基于E-SCIENCE的新型科研范式研究"(15BTQ057);教育部人文社会科学研究项目"高校虚拟科研组织的组建模式与运行机制研究——基于协同创新的视角"(14YJC880005);中国海洋大学教学发展基金项目"基于学习分析的教学评价改革研究"(2017JXJJ05)的研究成果。

http://dej.zjtvu.edu.cn

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

备条件[5]。当前,推进学生学习人工智能技术、形成人工智能学科的话语体系和思维方式非常紧迫。在学生发展个性化、社会发展智能化的今天,信息技术教育的培养目标、内容、方式和评价都需要顺应AI时代之变迁,以符合国家人才战略需求。而培养符合智能化社会需求的创新人才,需具备良好的计算思维、编程能力和对智能化社会的深度认知。

二、人工智能时代信息素养内涵的转型

(一)智能化社会的图景

2016年9月,斯坦福大学发布的《2030年人工智能与生活》(*Artificial Intelligence and Life in* 2030)报告,详细解读了在交通、家庭服务、医疗保健、社区、公共安全、就业、娱乐、教育等八个方面人工智能将产生的深远影响及颠覆性变革[6]。在交通领域,自动化交通很快会实现,自动驾驶汽车将比人类司机驾驶的汽车更安全。在家庭或服务机器人方面,更好的芯片、更低成本的3D传感器、基于云端的机器学习,以及语音识别技术的提升,将进一步强化未来的机器人服务及其与人类的互动。在医疗保健领域,通过外科手术机器人,智能医生的诊断等造福人类。在社区建设方面,利用数据挖掘和机器学习,人工智能已被用于创建各种预测模型,帮助政府机构解决如防止儿童铅中毒,有效发放食物等。在公共安全领域,北美一些城市和政府机构到2030年将广泛依赖人工智能,包括摄像头和无人机监控、识别金融欺诈的算法、制定预防性策略等。在就业领域,人工智能可能会取代如汽车或卡车驾驶员等特定岗位上的劳动者。在娱乐领域,社交网络和其他平台已经利用自然语言处理、信息检索、图像处理、众包和机器学习等技术,改变了人们共享和浏览博客、视频和照片的方式。一些传统的娱乐方式已开始用人工智能来创作歌曲,营造舞台效果,打造3D场景等。不久将来,人工智能会让娱乐变得更具互动性,更加个性化。

在教育领域同样如此,国内“科大讯飞”和51talk等公司开发出的语音测评软件,已能实现用户跟读,对发音的正确性做出评估。Siri作为苹果手机上的一项典型应用,具备收发短信、寻找联系人、定位、搜索、翻译等诸多功能,极大地提升了手机与人交互的流畅性,一定程度上实现了手机对用户的自然语言理解。这些技术被引入教学系统后,教学系统与学习者间的交互便捷性显著提升,自动批改作业、自动教学测评等应用相继被开发成功。基于眼动数据跟踪等技术,除了识别学习者的面部表情外,还可以从学习者的眼动数据跟踪中,分析学习者的学习兴趣、内容偏好等[7]。

(二)智能化社会要求学生的信息素养内涵进行转型与再造

1.计算思维是智能化社会公民的重要素养

2017《美国国家教育技术计划》对新时期学习目标的描述是:让所有学习者都能参与并提升校内外学习体验,使其成为全球网络社会中积极并具有创造力、渊博知识和道德规范的参与者,将创造力放在学习目标的首要位置[8-9]。该计划首次提出“知觉学习模块”(Perceptual Learning Modules),所谓知觉学习,就是学生能够对外在环境做出快速判断,在繁杂的信息中提取出关键信息的能力。这种能力的培养,有助于将学生的记忆力和临场反应能力提高至较高水平。

我们认为,该计划为信息素养注入了新的内涵,即对于学习者来说,面对网络世界中繁杂的信息,学会把信息抽象和分解,以具备完成复杂任务的重要能力。这种抽象与分解,需要掌握并完成问题的界定、数据的组织与应用、分析,随之实现问题的解决。这种能力与国际教育技术协会(International Society of Technology in Education,ISTE)和计算机科学技术教师协会(Computer Science Teachers Association,CSTA)所提出的计算思维(Computational Thinking)内涵基本一致。ISTE和CSTA对计算思维给出了操作性定义:问题解决过程,涉及到问题的阐述、数据的组织、分析和呈现,包含解决方案的制订、识别、分析和实施以及问题解决过程的迁移[10]。

2.编程能力是实现创造力培养的重要支撑

《2017地平线报告(基础教育版)》指出,STEM教育能将计算机知识、解决问题和创造力结合起来,将成为增强国家经济实力的重要方式[11]。编程作为STEM教育中重要的一部分,在于帮助学生了解计算机运行规则,激发学生计算思维的兴趣,培养编程素养,较好适应未来发展趋势的需要。如今,越来越多的国家意识到计算思维的重要性,并将编程教育纳入到基础教育中。人工智能相关理论与技术的快速发展,能够促进跨学科学习环境搭建,逐渐消除不同学科之间的障碍。人工智能技术对于教学环境的支持,将改善现有的学习方式,由被动转向主动,课程内容与现实联系更加紧密,课程目标由获取知识转向创造知识及问题解决能力的培养,以帮忙学生借

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

助编程完成协作性问题解决和复杂性计算。

3.适应“人机协同”工作需要,掌握与学会与机器人协作的技能

剑桥大学风险评估研究中心的联合创始人 Lord Martin Rees 表示，人工智能引发的将不仅是蓝领工作即将消失,学校、家长与社会更应关注未来就业市场的变化。但当前的学校课程,尤其是中学课程,并没有反映出机器人技术和人工智能技术带来的变化。计算机编程课程需要更高一级的教学目标,才能提升学生的创造力[12]。

人工智能的快速发展，将给劳动力市场带来重大变化,有些工作岗位会被机器人取代,同时也会有新的工作机会产生。正如伦敦大学教育学院的人工智能教育专家 Rose Luckin 所言,未来社会的许多工作需要专业人士与机器人共同开展，即人与机器人协同工作将成为常态。因此,问题解决能力、协作能力和创造力变得越来越重要,学校应与时俱进更新课程体系,学生应花费更多时间和精力学会在合作中解决问题,并了解更多的人工智能基础知识及人工智能对智能化社会的塑造[13]。

总之,智能机器人将改变劳动力市场,了解机器人能做的工作及掌握“人机协同”工作的本领,将是未来学生的必备素养,学校应帮助学生提前做好准备,以适应人工智能时代的快速发展。

三、人工智能教育的目标定位

伴随着社会的信息化与智能化发展进程，信息技术课程在中小学课程体系中的定位及学习目标也在不断变迁。从 20 世纪 80 年代至今,信息技术课程的教学目标，走过了从操作技能训练向信息素养提升的转型。当人工智能技术取得突破性进展并推动社会向智能化社会转型之时,AI 相关内容在中小学课程体系中的定位,需要进一步凸显与提升。

(一)中小学信息技术课程的变迁

1.教学目标的沿革

20 世纪 80 年代，我国的信息技术教育被称作“计算机教育课程”,专业化教育成分较重,分为计算机工作原理、编程语言、软件和硬件结构、数据库管理等几个模块。20 世纪 90 年代,“计算机教育课程”由专业化向大众化过渡，主要教学内容包括文字处理、表格处理、幻灯片制作、信息检索、绘图等,旨在培养学生检索、收集、组织、创造和传递信息的能力,让学生掌握日常生活和学习中基本的信息操作技能。进入 21 世纪后,信息技术发展更加迅速,继提出“计算机操作水平”之后,2003 年的信息技术课程标准进一步提出“信息素养”是 21 世纪公民的必备素养,信息技术课程成为中小学必修课程[14]。其主要教学目标是要求学生掌握信息获取、加工、管理的方法,让学生学会在交流和表达过程中解决实际问题,引导学生探究和交流合作，使学生在实践中掌握解决问题的信息技术方法和思想，意识到信息技术是解决问题的重要工具。2017 年,浙江省更是针对信息技术课程做出高考变革尝试，将包含编程的信息技术课程列为 7 选 3 考试中的一门，所占比重与传统分科课程相同[15]。

2.信息术课程体系中 AI 相关内容设置的演进

通过对不同时期信息技术课程标准的梳理与比较，我们能够更为清晰地看出中小学信息技术课程教学目标的发展脉络及 AI 相关内容设置的演变。我国中小学信息技术课程标准一般包括:课程目标、课程内容架构、课程开设建议、课程内容描述、教材编写建议、教学建议、评价建议、教师发展建议八个部分[16]。AI 相关内容是信息技术课程的一部分,多属于选修模块,表 1 所示是 2012 版中小学各级信息技术课程标准对 AI 相关教学内容的安排[17]。

表 1 中小学信息技术课程中 AI 相关内容设置(2012)

学段	模块类别	模块名称	教学目标
小学	拓展模块一	算法与程序设计入门	运用游戏化编程工具，带领学生体验编程的乐趣。
	拓展模块二	机器人入门	了解机器人及相关技术，帮助学生形成感性认识。
初中	拓展模块一	算法与程序设计	运用高级程序设计语言，引导学生在实际问题和算法思想之间建立联系。
	拓展模块二	机器人设计与制作	了解机器人的设计方法与制作技能，帮助学生提高动手实践能力。
高中	必修基础课	信息技术基础(其中“信息的加工”和人工智能相关)	掌握人工智能在信息处理方面的原理和应用。
	选修一	算法与程序设计	学会用典型的算法解决特定要求的问题。
	选修五	人工智能初步	介绍人工智能概念以及实现方式，让学生了解人工智能的基本原理和基本应用。

对比表 1 中各学段人工智能的内容总量和学习目标,我们可以看到 AI 教育在中小学信息技术课程中扮演的角色。除在高中学段把部分人工智能知识作为所有学生的必修课之外，其他各学段与人工智能相关的课程均以“个性塑造”为宗旨,将课程设置

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

成拓展选修课,以满足不同兴趣偏好学生的需求,目的使每个学生在了解相关理论和技术的同时,选择自己感兴趣的领域进一步学习。

针对不同学段,课程内容在广度和深度上均有增强:小学阶段要求学生初步接触机器人和程序设计,形成感性经验;初中阶段培养程序设计和机器人制作与应用技能,开始学习用人工智能技术解决生活与学习中的问题;高中阶段则在学生具备人工智能基础知识,了解程序设计思想和基本编程方法的基础上,给学生以个性发展的空间,帮助感兴趣的学生形成更高阶的人工智能信息文化能力。在机器人教育领域,小学阶段只要求学生了解机器人及相关制作,在初中阶段则强调机器人的设计与制作,在高中阶段除要求学生自主开发简单的机器人之外,还关注技术能力与人文素养的双重构建。

(二)AI教育的目标定位

1.全面推进AI教育,应主要指向培养学生编程能力与计算思维

在教育信息化发展的初期,信息技术教育侧重于培养学生单纯的计算机操作技能,让学生体会到计算机是一门实用的工具。但随着信息技术的快速发展和一系列新型教育实践的展开,信息技术教育更应关注学生的信息素养,旨在培养具有较高信息素养的新时代合格公民。2015年,教育部《关于"十三五"期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见》[18]强调,基于情境、工程和项目的STEM教育、促进学科融合的创客教育,有助于培养学生解决问题的能力,帮助学生形成信息意识和创新意识,鼓励中小学和各级教育单位开展创客教育和STEM教育。这些新型教育实践的展开,为信息技术教育提供了更为广阔的空间,学生应具备运用科学理论知识,使用新技术自觉分析、推断和解决真实问题的能力。

我们认为,在人工智能技术正在迅速普及的今天,计算思维及编程能力正在成为信息素养内涵的重要组成。如,在百度中搜索"儿童编程培训",会出现418万条结果,包括儿童课程培训、课程制作、企业编程课程介绍以及家长咨询等多个方面。不难看出,编程培训是企业创新发展的一大热点,同时也是家长为孩子进行思维训练和生涯规划的重要方式。编程是将实际问题进行抽象、建模、求解的过程,是不断完善解决问题的方法论过程。编写程序的过程也是塑造大脑的过程,它能使人的大脑运转更高效,也是目前培养学习者计算思维的必经之路。

2.中小学阶段的AI教育内容,应侧重于人工智能技术及运用

2017版《义务教育小学科学课程标准》,将科学课程内容分为四个主题:"科学探究","生命科学","物质科学"、"地球和宇宙","技术与工程"[19]。科学课的总目标是综合不同学科的教育功能和思维培养功能,引导学生将书本知识与真实的生活经验相结合,积极参与社会实践活动,发现并解决真实的问题,以提高学生问题意识和解决问题的能力。该标准中强调了科学课对于技术层面的总目标,即教师引导学生认识到技术不仅是帮助人们解决问题的工具,还是人类思维和能力的延伸,更是推动人类社会变革、促进人类社会发展的关键力量。在"技术与工程"这一主题上,小学阶段侧重于培养学生对技术的作用产生感性认识,培养学生认识和使用技术的兴趣,初中阶段则侧重于培养学生能运用简单的技术解决实际问题。

我们认为,人工智能相关理论与技术在作为信息技术课程重要组成的同时,显然亦应纳入科学课程中的"科学探究"、"技术与工程"主题中,教学内容的设置应与《义务教育小学科学课程标准》的要求相一致,要注重培养学生对人工智能技术的感性认知与兴趣,进入初中后要能运用AI解决实际问题。人工智能涉及的知识范围非常宽广,其中涉及脑科学、神经科学、认知心理学等理论层面的内容,对中小学生来说要求过高,因此,人工智能相关内容虽可成为科学类课程的组成部分,但更应定位于技术类课程,重在培养学生的编程能力、机器人操控能力等人工智能技术或技能,这更符合基础教育阶段学生的年龄特征与知识基础。若按学段来划分技能的培养目标,小学生应主要是体验人工智能技术产品,初中生可进行简单编程和对智能设备实现控制,高中生则要在人工智能技术上进行较高层次的设计。

四、国内外AI课程与教学实施的实践探索

除信息技术课程中包含的人工智能模块之外,我国基础教育阶段的科学课、STEM教育和创客教育中,也包含内容丰富的人工智能相关的教学内容。目前,国内外一些中小学对基于这些课程的AI教育做了积极有益的探索,美、英等国的AI教学则主要体现于计算机科学教育及计算课程当中。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(一)我国 STEM 教育与创客教育中的人工智能教学实践探索

1.STEM 教育对人工智能技术的引介

STEM 教育在于鼓励学生利用科学、工程、技术、数学之间的关联性知识解决问题,鼓励学生将不同学科中的思想、方法综合起来,解决实际问题,它打破学科壁垒、促进学科融合[20]。STEM 教育中的科学是认识世界的工具,技术和工程是改造世界的工具,数学则是进行思考和统筹的工具。STEM 教育中技术素养部分包括编程工具的使用和机器人的操作,工程本身具有迭代性和循环性,学生在进行工程设计过程中,可以真正体验不断发现、修复、优化、解决问题的学习乐趣,切身体会探究过程,学会探究方法,从而培养学生的探究能力[21]。近年来,中小学一线教师在STEM 教育中有机融入人工智能内容方面,做了积极尝试。

(1)北京市景山学校的吴俊杰老师在 STEM 教育上做了一系列理论和实践研究,尤其是在 Scratch 编程语言方面。该校基于学生发展特点,开设了名为“数学科学家”的校本课程,探索了信息技术课程变革中的 STEM 教育模式,设计了一系列针对 Ledong Scratch 互动教学平台的应用与研究案例。例如,将 Scratch 编程运用到物理学科中,帮助学生掌握物理学科基本概念和物理量之间的变化规律,将 Scratch 的传感器功能用作观察电阻和电流变化的规律,研究电阻值与传感器数值之间的关系,该探索运用了数学中函数曲线等知识,并详细解释了其推导过程[22]。吴俊杰老师还运用 Scratch 编程工具研究光敏电阻与照度关系,该研究采用了“标定实验——科学上的应用——工程上的应用”这一教学思路,在总结出光强与距离成反比这一重要规律的基础上,做了一个简易照度计[23]。

(2)温州中学的谢作如老师同样对编程语言教学进行了积极探索,他开发了一门名为“智能机器人创意设计”的校本课程。谢作如老师将 Scratch 自带的用于获取外部环境变化信息的传感器与“乐高机器人”相结合,以拖拽图标的形式帮助学生学习编程,教儿童设计机器人[24]。学生在学习完 Scratch 之后,该校又将 Arduino 语言作为后续的程序设计语言来学习[25]。学生从制作出作品的过程中能够感受到编程的乐趣,从而有效培养学生的创新精神和动手操作能力。除 Scratch 和 Arduino 编程语言之外,温州中学还开设了 Processing 相关课程,Processing 是以图形和交互的形式创作绘画作品,从而帮助学生建立用代码绘画的思想[26]。

2.创客教育中人工智能技术的应用

自 2014 年起,创客教育在全国中小学逐渐开展起来,并建立了大量的创客教育实验室。创客教育和 STEM 教育一样,都是基于学科融合的跨学科项目式教学模式,以期达成创新教育的目的。

我国创客教育的教研团队大多以信息技术教师为主。信息技术教师对学校的软硬件技术、编程技术、电子器件方面有着较强的掌握能力,能够在技术层面给学生提供专业指导。但创客并不是各科课程的简单叠加,而是一项从低阶到高阶、从简单到复杂的创造性活动。初级课程以电子、机械、计算机基础课程为主,中级课程侧重训练 3D 建模、电路、电子切割、高级编程等技能;高级课程则围绕特定的现实项目,指导学生组成团队,共同创造出新方案或者新产品[27]。比如,温州实验中学创客教育团队自主研发了“多媒体编程”、“电子制作”、“机器人”、“网页编程”等一系列创客教育校本课程,并创建了创客空间实验室,学生可以在教师指导下参与多学科综合研究项目[28]。北京景山学校还借助第三方企业,如新车间、机器人战队,联合研发面向该学校的创客课程设计模式,参照原有的机器人课程,在融入新理念、新方法之后,开发出新的机器人校本课程[29]。

随着创客教育和 STEM 教育的开展,编程、机器人等已经进入广大师生的视野,并激发了学生的创作热情。部分一线教师已经将新的教育模式从理论转化为实践,并尝试寻找编程、机器人等人工智能技术在科学课程与综合课程中的定位,试图挖掘人工智能技术带给综合课程更大的创造空间。

我们认为,人工智能技术在综合课程中应体现为三个方面的用途:(1)作为发现问题的途径,比如,Scratch 的传感器功能,可以动态描述物理问题中的运动轨迹,引发新问题;(2)作为解决实际问题的工具,比如,编程语句可以解决复杂的数学问题;(3)作为把创意转变为现实的工具,比如,利用 Arduino 自制传感器。当前,人工智能技术作为综合教育活动中的一部分,客观上能够为创客教育和 STEM 教育提供良好的工具性支撑。但目前还缺乏明确的目标指引,更未凸现对人工智能学科思维、计算思维能力的培养,需要进一步改进。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（二）国外基础教育阶段AI教育概况及案例分析

1.美国K-12 AI教育概况及案例分析

2016年，奥巴马提出“面向所有人的计算机科学教育”(Computer Science for All)新计划，以推进中小学课堂的计算机科学教育。但美国同样没有独立的人工智能课程，人工智能相关教学内容只是计算机科学课程中的一部分，并将编程列为其中非常重要的一部分。编程课并不是教学生写代码，而是引导学生“组装”(Assemble)编好的程序模块。美国市场上有很多种类的机器人已经进入到中小学课程或课堂当中，学生可以通过编程控制机器人以完成简单的动作，从而培养学生学习编程的乐趣。

(1)美国的信息技术课程框架。目前，美国没有全国统一的信息技术课程标准，只提供了主要框架和培养目标。美国计算机科学技术教师协会(CSTA)把信息技术课程培养目标划分成五个维度：计算机思维；合作；计算机体验和编程；计算机和交流手段；团体、全球与伦理道德影响。针对这五个维度，又划分成三个不同的水平，表2是美国2011年的计算机科学课程框架[30]。

表2 美国2011年的计算机科学课程框架

水平编号	针对年级	课程名称		建议目标
水平一	1—6	《计算机与我》		了解计算机的基本结构，认识到学习计算机的重要性。
水平二	6—9	《计算机与团体》		把计算机作为解决问题的工具，并将这一理念渗透到其他学科当中。
水平三	10	《应用概念在真实世界解决问题》	《当代世界中的计算机科学》	了解计算机科学的发展历程，增强对该学科的理解和体验，并把计算机技术运用到将来的职业中。
	11		《计算机科学概念与体验》	掌握计算法则，培养计算机解决实际问题的能力。
	12		《计算机科学的相关话题》	选修课程，针对将来想要从事计算机专业的学生开设，主要学习专业的编程语言。

在表2基础上，美国的计算机科学课程框架还针对每个水平给出了具体的目标要求，例如，对应水平1—3年级的学生，给出了五个目标：(1)证明计算机科学中0和1可以表示信息；(2)能够识别和简单操作计算机软件；(3)理解计算机为什么要用相应的顺序配置信息；(4)运用计算机的文字编辑工具和绘图工具叙述故事；(5)使用计算机解决简单的问题。基于这些目标建议和指引，各州可以根据本州的发展需要，制定相应的计算机科学课程。

表2也显示出美国信息技术教育遵循循序渐进的原则，教学内容之间相互衔接、难度依次提升，并充分尊重学生兴趣，给各州灵活的选择空间。水平一和水平二侧重计算机基础知识的普及，水平三具有更高的灵活性，在普及计算机知识的同时，还关注有志于将来从事计算机行业的学生，满足学生的个性化需求。在实施过程中，各州可以视每个年级学生知识基础的不同，选择不同主题来编排教材。例如，马里兰州计算机课程是按照信息收集、管理、创造、创建数据库、网页、学习管理系统等，把课程内容分为11个维度，每个维度又分为基本、中级和精通水平。其他各州也有自己的编排方式，但都包含信息素养、技术素养、文化与伦理这三项基本内容。

(2)美国信息技术课程中人工智能相关内容的教学。由于美国基础教育阶段的计算机课程具有很强的灵活性，所以教学实施形式灵活多样，与高校合作开办课程便是其中的一种形式。例如，卡耐基·梅隆大学的暑期夏令营就开发了一个试点课程，该课程主要面向几乎没有编程经验的学生。课程为期三周，每周三天，每天两小时，学习内容包括两个科学或工程项目，鼓励学生参加论文写作和数学复习课程，并参加一些标准化的模拟国家考试。该课程专注于Tekkotsu的可扩展状态机器语言[31]，Tekkotsu是一个开源的应用程序，它能够为智能移动机器人提供程序框架，该程序最初是为本科计算机专业学生设计的，改进之后供高中生使用[32]。Tekkotsu可以在多个层次上提供反馈和错误检测，其附带的可视化工具和结对编程(Pair Programming)技术，不仅能够帮助教师搭建学习过程，为课堂教学提供了一种系统方法，还可以用实时反馈的方式，有效地解决学生关注的问题。Tekkotsu机器人带有彩色的摄像机，能看到真实的外部世界，并为机器人提供了运转、导航和语言生成。使用Tekkotsu应用程序，学生可以跳过如打开或关闭发动机之类低水平的机器人编程，而将重点放在问题感知和导航控制上。

美国计算机课程以提高学生综合能力为目标，培养学生运用计算机解决真实问题的能力。例如，德克萨斯理工大学主持的“Computer Science 4”(CS4)是一门为期四周的课程，每周五次课，每次课50分钟，属于TexPREP项目的一部分[33]。TexPREP项目是为6至12年级学生设计的包含数学、科学的工程的课程，这些课程的授课教师通常由K-12教师、大学生和大学教师组成。在这之前，学生已经学习了包含

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

编程基础的 CS2 和 CS3,学习内容包括条件、递归和循环。

美国在 K–12 教育中虽然很少提及声明性编程(Declarative Programming),但声明性编程是计算机科学教学的一个可行范例,它在 AI 教育和帮助学生探索和理解问题上非常重要。所以,很多大学为当地高中生设计了为期四周的暑期编程学习内容。该课程的整体目标是教会学生运用声明式语言(Declarative Language)解决问题,在课程结束之后,学生应该具备的能力包括:(1)识别解决问题需要的知识;(2)识别对象及其类别,理解对象与对象、对象与知识之间的关系;(3)编写 ASP 程序来表示目标(2)中确定的对象、关系和定义。该课程主题包括:定义对象类别、声明关系,用递归方式定义关系,用程序解决家庭成员关系、地图着色和数独(数学游戏)。在课堂上,老师为学生讲解主要概念、展示例子,演示程序;随后,学生将执行相同的示例程序,进而解决更复杂的问题。该课程采用循序渐进的方式引导学生发现问题,了解计算机科学的思想,进而运用计算机技术解决问题。

2.英国 AI 教育概况及案例

英国的计算机科学教育起步较早,从 20 世纪 80 年代开始,英国就把信息与通讯技术(ICT)作为一门必修课在中小学开设,课程内容包括计算和信息系统两部分,每部分又按照难度分为中级、高级、高级提升三个水平。AI 作为选修课包含其中,主要内容有编程、专家系统、自然语言处理等[34]。随着信息技术的快速发展,英国教育部认为,ICT 课程已经不能完全适应信息时代对于人才的发展需求,到 2013 年就用计算(Computing)课程代替信息与通讯技术课程(ICT),教学目标由关注计算机操作技术向关注计算思维和人文价值倾斜[35]。具体教学目标分为如表 3 所示的四个关键阶段。

表 3 英国计算课程的阶段划分(2013)

阶段水平	主要目标
关键阶段一	理解算法的概念;能够编写和调试简单的程序;运用计算机检索、获取、组织、创造信息;了解信息技术的一般应用;了解信息安全和伦理道德。
关键阶段二	对特定问题设计、编写和调试程序;学会运用顺序、选择、循环、计算变量等编程技术;了解计算机网络的工作原理;了解信息安全和伦理道德。
关键阶段三	掌握计算抽象能力;理解计算机科学的关键算法;掌握两种或两种以上编程语言,正确使用数据结构;掌握 0–1 布尔运算、二进制表示法、二进制加减法;解释数据存储原理;运用多种软件收集和分析数据;了解信息安全和伦理道德。
关键阶段四	培养计算机技术的应用能力和创造力;培养解决问题能力和计算思维;了解信息安全和伦理道德。

从英国的计算课程来看,教学内容更加关注计算机科学的应用价值和人文价值,教会学生运用计算机科学地解决实际问题,且在每个阶段都关注学生的信息安全意识和伦理道德,以提高学生的人文素养。与我国的信息技术课程相比,英国的计算课程内容更丰富,难度更高,其关键阶段三和关键阶段四的教学内容接近于我国高等教育中的计算机基础教育课程。此外,英国中小学更加关注信息技术的应用价值,所以在教学评价中,采用理论与实践相结合的评价方式,比单一纸笔考试测验的方式更加人性化。评价过程分为理论和实践部分,每部分又分为多个环节,如果学生未通过某一环节,学生下次学习时要从上次未通过的环节继续开始。相较于中国,英国人工智能教学的难度较高,内容较多,这给一线教师提出了很大的挑战,为此,英国采用与高校协作的方式开展教学。中小学的人工智能教育师资既包括校内教师,也包括高校实习教师。在课程资源方面,高校为中小学搭建人工智能教学网站,并以远程培训的方式参与师生的讨论和答疑,这些都加速了人工智能课程体系的建设步伐。

近年来,人工智能在与科学和工程有关的职业中变得越来越重要,英国的一所试点高中提出一个创新教育项目,该项目课程内容包含理论和实践两部分,涉及的主题有:问题解决、搜索、规划、图、数据结构、自动机、代理系统和机器学习等[36]。该项目分为七个教学单元,每个教学单元两小时,有 9 名 9 至 11 年级的学生参与(平均年龄是 16.5 岁,1 名男同学,8 名女同学),这 9 名学生之前均未参加过该领域的课程。学生参与该课程后进行的教学质量评估(机器人比赛和选修课考试)表明,参与该项目的学生已经熟悉相关概念和主题,达到了该课程的教学目标。该项目不仅能够为其他学校将 AI 课程整合到教学中提供经验与参考,同时也能为学生进入大学阶段学习 AI 相关课程打下坚实基础。

五、基础教育阶段 AI 课程与教学实施的策略与路径

人工智能时代信息素养的培养要以课程实施为基础,基于前述 AI 教育的目标定位及国内外的实践探索,我们可以看出:人工智能相关的教学内容在不同的阶段从内容、难度、深度等方面都要与相应学段学生的年龄特征、知识基础相匹配。小学阶段重在培养学生对初级编程能力的认知,要认识到通过编程

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

可以实现对机器的控制及人机交互，能体验到这种交互过程中的乐趣。初中阶段在一定程度上要增加编程语言的教学，而非仅仅是图形化编程，要形成对数据与算法的初步认知。高中阶段则应体现人工智能复杂的算法基础和在实用中的强大功能，为学生进入大学选择专业时做好一定的心理准备。通过三个学段的学习，学生要能触及并在一定程度上掌握自然语言理解、智能识别、机器人技术等业已广泛应用的人工智能技术的实现形式、基本原理。

(一)AI相关教学内容的设置建议

当前，人工智能涉及到的原理、技术主要包含以下九方面内容[37]：(1)人工智能基础：概念、发展历程、主要流派、研究领域、最新发展等；(2)程序设计语言和工具；(3)数据和知识的表示方法：认识状态空间法、理解问题归纳法、认识谓词逻辑法、认识语义网络法、一阶谓词逻辑表示法；(4)搜索原理与推理技术：推理的基本概念、推理的逻辑基础、自然演绎推理、归纳演绎推理、基于规则的演绎推理、盲目搜索、启发式搜索、遗传算法；(5)机器学习：定义、研究意义与发展历史、主要策略与基本结构、基于解释经验的学习、基于事例的学习、基于概念的学习、基于类比的学习、基于神经网络的学习；(6)专家系统：基本概念、基本结构、新进展、专家系统的开发及应用实例；(7)自然语言理解(NLU)：NLU系统应用举例、语音识别、句子自动理解、语言的自动生成和文本的自动翻译；(8)智能控制：智能控制概述、智能控制的研究领域；(9)理解规划的作用和任务、基于谓词逻辑的规划等。

我们基于中小学各学段学生的年龄特征及知识背景，并根据知识的逻辑体系和难度阶梯式增加的原则，提出AI教学内容的设置框架。表4所示是对以上九方面内容做出难度等级降低及内容筛选后的设置建议。在教学实践中，各学校可依据自身师资、相关资源及人工智能最新发展等情况，对内容再进一步做出细化安排与调整。

(二)AI教学实施的策略与路径

1.深度融入科学、信息技术、综合实践活动等课程

2017年2月，教育部印发的《义务教育小学科学标准》明确指出：科学素养是指了解必要的科学技术知识及其对社会和个人的影响。很显然，AI课程应属于“必要的科学技术知识”，且人工智能对社会与个人的影响很容易被学生体验到。所以，小学段科学课程将成为支撑人工智能相关内容教学的重要载体。初中及高中学段现已设置技术类课程，初中的信息技术课程业已包含了人工智能模块。高中学段的技术类课程包含有信息技术、通用技术两大类，信息技术课程亦包含人工智能初步模块，通用技术中则明确规定了关于机器人的相关教学内容。

表4 人工智能教学内容的分学段设置建议

学段	课程内容	建议目标
小学	(1)人工智能的概念及应用实例； (2)图形化编程基础知识和基本操作； (3)机器人的主要结构和应用实例； (4)信息安全和人工智能伦理道德。	了解人工智能对社会的影响；掌握简单的图形化编程操作技能；了解信息安全相关知识。
初中	(1)人工智能的概念及发展历程； (2) 计算机数据表示方法和存储方式；程序设计基本规则；简单的程序编写； (3)搜索基本原理；推理逻辑基础；树、图、排序； (4)机器学习的概念及应用举例；自然语言处理的概念及应用举例；专家系统的概念及应用举例； (5)信息安全和人工智能伦理道德。	学会编写简单程序，形成基本的程序写作能力，能够解决典型的程序设计问题；了解知识抽象原理和方法；了解人工智能主要研究领域的基本概念及应用举例；了解信息安全，遵守伦理规范。
高中	(1)人工智能的主要流派、研究领域、最新发展； (2)智能程序编写；算法优化；系统结构搭建； (3)数据和知识表示方法，自然演绎推理、归纳演绎推理、基于规则推理的基本方法；盲目搜索、启发式搜索的基本方法；栈、队列、指针等； (4) 智能识别及自然语言理解的基本原理；语音、文本的识别与自动生成，机器人控制的原理与技术； (5)信息安全和人工智能伦理道德。	了解人工智能学科；掌握程序编写方法，形成系统结构搭建能力，解决真实情境中的问题；掌握知识抽象、逻辑推理和知识表示方法；了解人工智能主要研究领域和应用实例；了解信息安全，遵守伦理规范。

此外，2017年9月，教育部《中小学综合实践活动课程指导纲要》指出，综合实践活动是从学生的真实生活和发展需要出发，从生活情境中发现问题，转化为活动主题，通过探究、服务、制作、体验等方式，培养学生综合素质的跨学科实践性课程[38]。综合实践活动是国家义务教育和普通高中课程方案规定的必修课程，与学科课程并列设置，是基础教育课程体系的重要组成部分。具体内容以学校开发为主，自小学一年级至高中三年级全面实施。该《指导纲要》规定综合实践活动课程的目标主要分为四部分：价值体认、责任担当、问题解决、创意物化(这个目标指向应用信息技术开展设计、制作、解决学习与生活问题之汇总)。不仅是对综合实践活动课程方向的深度阐释，还从学时上做出了规定：小学1–2年级，平均每周不少于1课时；小学3–6年级和初中，平均每周不少于2课时；高中执行课程方案相关要求，完成规定学分。这就为人工智能相关教学开展，提供了充分的课时保证和政策保障。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

我们认为,科学、信息技术及综合实践活动等课程,是人工智能教学开展的基础依托课程,但人工智能相关内容的教学支撑不仅于此,传统学科课程同样拥有融合人工智能教学的条件与空间。比如在数学课程中,可以展示 AI 算法的巨大作用;物理课程在有关力、点、光等内容教学中,可以应用机器人作为这些基础知识的集中体现。其中,应用机器学习方面的探索已经起步[39]。可见,学校在打造特色课程过程中,需要有机融合 STEM 及创客教育的课程建设,使得 AI 的相关内容更能吸引学生的兴趣。

2.探究式教学是 AI 教学的主要策略

人工智能相关内容具有极强的跨学科性,是对数学、物理、工程等学科相关知识的集成与交叉。在学习者还未完成基础教育的情况之下,人工智能的知识与技术必须以中小学生能够理解的形式呈现,所以在表 4 中,小学段人工智能教学内容设置时就已降低了教学内容的难度。同时,人工智能的实践应用如此丰富,与学生的日常学习生活密不可分,所以应用任务驱动式、基于问题或融入游戏化机制的探究式教学,更能使学生体验到人工智能技术的巨大效用。学生通过这些探究活动,能实现对智能化社会现状的认知及对未来社会的畅想。教育部印发的《中小学综合实践活动课程指导纲要》在附件《设计制作活动(信息技术)推荐主题及其说明》中,已经为人工智能的探究式教学提供了主题推荐。如:在 3–6 年级的“12.趣味编程入门”,7–9 年级的“7.走进程序世界”及“10.开源机器人初体验”等。

在 STEM 教育和创客教育过程中,探究式教学业已成为普遍采用的教学策略。我们需引起重视是,在这些课程教学中,应引导对人工智能兴趣度高的学生参加相关竞赛,以此激发学生探究的深广度。如,全国信息学奥林匹克竞赛(NOI)、全国青少年创意编程比赛、中国青少年机器人竞赛、国际机器人奥林匹克竞赛、世界教育机器人大赛(WER)等,这些竞赛有的是设置了人工智能相关内容的竞赛单元,有的完全就是人工智能领域的赛事[40]。

探究式教学的价值在于促进学生把对人工智能的学习,迁移到真实的生活情境中以解决问题,使之成为信息时代问题的提出者和解决者。探究活动的过程,自然成为了教师评测学生人工智能学习状况的观测过程,又可以为人工智能课程的教学目标细化提供可具体操作的要点,教师可以制定相应的表现性指标。同时,需要研究建立一套清晰明确、操作性强的 AI 教学评价标准,这样不仅能够给师生直接提供导向,还有助于教师教学的规范化。

六、AI 课程教学实施的资源保障

在当今和未来社会,最重要的是人的智能,以及人与机器共同组成的、互动和互补的“协同智能”,即有机智能和无机智能的组合。虽然我国在过去十多年已经对人工智能教育进行了初步的探索,但是人工智能课程体系还不够完善,人工智能教育的师资和教学资源还比较匮乏,人工智能教学体现在基础教育中理论和应用还不够充分。所以,促进人工智能教育变革,培养学生的创新思维能力和计算思维能力,需要各级教育机构间的密切配合,更需要一线教师围绕人工智能教育的环境、工具、课程、活动等领域,开展扎实有效的研究与科学实践。

(一)专任教师培训与课程体系建设

AI 教育需要大批具备综合素质的专业教师。目前,我国中小学人工智能相关内容的教学工作以信息技术教师承担为主,信息技术教师对计算机和其他先进设备具有较强的应用能力,能够在编程、电子器件方面给学生基本的指导,但很多老师的知识理论储备和计算机操作技能距离专业水平还有一定的差距,专业的人工智能教师则比较匮乏。因此我们认为,AI 教育是一项复杂且综合性要求很高的活动,学生在学习过程中需要学科知识、技术工具、灵感启发等方面的专业指导和及时反馈。由于不同地区发展不平衡,各个学校的软硬件设施和师资力量也不均衡,除部分发达地区之外,多数地区还没有与教学相适配的实验室,且国内机器人制作与竞技还未普及。对于一些条件不具备的学校,AI 教育中的部分内容,可以采用网上仿真编程等方式进行。

2016 年,国家出台了“信息技术学科高中核心素养框架”,框架中强调信息意识、计算思维、数字化实践能力、信息社会责任四个方面[41]。我们认为,要培养学生的计算思维,人工智能课程是关键所在。比如,英国的人工智能课程中要求小学生按照程序搭积木,并不要求学生学会写代码,而到了初中要求学生学会基本的编程语言,高中要求学生学会搭建项目的系统方法[42]。这一课程设计,充分体现了英国在计算思维教学中由易到难、从微观到宏观的循序渐进原则。我国 AI 教学的全面推开,同样需要按照循序渐进的原则进行系统化建设,逐步形成适应不同目标、不同层次学生的人工智能课程体系。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（二）通过对接高校及与社会培训机构合作，将AI相关课程引入基础教育

在人工智能课程资源建设方面，我们可以借鉴英美等国的做法，与高等教育机构合作。相较于中小学，高校有较好的人工智能课程建设经验，高校对于人工智能课程建设和实践教学的经验，可以转化或迁移应用于中小学。对接高校的做法，不仅能加快师资教学力量的建设，加快中小学AI课程框架的搭建。同时，高校人工智能相关专业的学生，可以在网上参与中小学师生的讨论答疑工作，高校教师也可以为中小学提供教学资源建设和实践教学方面的理论指导，帮助一线教师实现人工智能产品的开发[43]。

当前，社会培训机构在人工智能教学资源建设方面业已形成较为丰厚的积累，如，儿童科技企业“葡萄教育”的小学编程方案、编程教室，还有“编程猫”编程课程，已经在一些中小学甚至高校落地。其中“编程猫”为儿童设计了九级编程课程体系，涵盖图形化游戏编程、算法与数据结构、Python编程语言、概率论基础及弱人工智能产品开发等[44]。经过这九个级别的逐步深入学习，学生能够在每一级学习结束之后制作出相应的作品。由于基础教育阶段讲授人工智能课程的教师没有经过系统的培训，在开发课程、教学方法、指导学生方面都有很大提升空间，因此，学校可以结合高校及社会培训机构已有的课程内容，开发一些校本人工智能课程。

[参考文献]

[1]国务院.中国制造2025[EB/OL].[2017-09-19].http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm.

[2]国家发展和改革委员会.“互联网+”人工智能三年行动实施方案[EB/OL]. [2017-09-26].http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201605/t20160523_804293.html.

[3]艾媒咨询(iiMedia Research).2017人工智能行业白皮书[EB/OL].[2017-09-17].http://dy.163.com/v2/article/detail/D4LMTEML0517CT9Q.html.

[4]国务院.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL].[2017-09-26].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.

[5]伯尼·特里林,查尔斯·菲德尔著.21世纪技能：为我们所生存的时代而学习[M]. 天津:天津社会科学院出版社，2011,10.

[6]Stanford University. Artificial Intelligence and Life in 2030[EB/OL].[2017-05-20]. http://www.donews.com/news/detail/1/2959778.html.

[7]陈凯泉,沙俊宏等. 人工智能2.0重塑学习的技术路径与实践探索[J]. 远程教育杂志,2017(5):40-53.

[8]陈松云,何高大. 新技术推动下的学习愿景和作用——2017《美国国家教育技术计划》及启示[J].远程教育杂志,2017(6):21-30.

[9]Office of Educational Technology. Reimagining the Role of Technology in Education：2017 National Education Technology Plan Update [EB/OL]. [2017-10-12]. https://tech.ed.gov/files/2017/01/NETP17.pdf.

[10]杨倩倩,徐晓东. 国外中学计算思维教育案例分析[J]. 教育信息技术,2015(7):27-30.

[11]白晓晶,张春华,季瑞芳,等.新技术教学驱动教学创新的趋势、挑战与策略——2017地平线报告(基础教育中文版)[J].中国现代教育装备,2017(18):1-20.

[12]Artificial Intelligence (AI).Schools not Preparing Children to Succeed in an AI Future,MPs Warn[EB/OL].[2017-10-15].https://www.theguardian.com/technology/2016/oct/12/schools-not-preparing-children-to-succeed-in-an-ai-future-mps-warn.

[13]Charlton P, Luckin R. Time to Re-load? Computational Thinking and Computer Science in Schools[C]. Briefing Report, 2012.

[14]中华人民共和国教育部. 普通高中技术课程标准[M]. 北京:人民教育出版社.2003,4.

[15]浙江省教育厅. 浙江省深化高校考试招生制度综合改革试点方案解读[EB/OL]. [2017-11-10].http://www.zjedu.gov.cn/news/149578978378153302.html.

[16]中华人民共和国教育部. 中小学信息技术课程指导纲要(试行)[EB/OL].[2017-11-14]. http://www.edu.cn/20020327/3023657.shtml.

[17]段青.《基础教育信息技术课程标准(2012版)》义务教育阶段基础模块内容标准解读[J]. 中国电化教育，2012(10):28-32.

[18]张文兰. 基础教育教学信息化发展的理念与实践策略——基于《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见》的解读与思考[J]. 教育信息技术，2016(3):3-6.

[19]中华人民共和国教育部.义务教育小学科学课程标准[EB/OL].[2017-11-26].http://www.edu.cn/20020327/3023657.shtml.

[20]傅骞,刘鹏飞. 从验证到创造——中小学STEM教育应用模式研究[J]. 中国电化教育，2016(4):71-78.

[21]杨晓哲,任友群. 数字化时代的STEM教育与创客教育[J]. 开放教育研究，2015(5):35-40.

[22]吴俊杰,王勤，梁森山. Ledong Scratch互动教学平台的应用与研究(十)——用Ledong板测电阻谈STEM教育[J]. 教育与装备研究，2011(10):9-11.

[23]吴俊杰,李卓，梁森山. Ledong Scratch互动教学平台的应用与研究(十一)——光敏电阻与照度关系研究[J]. 教育与装备研究，2011(11):11-13.

[24]谢作如. Scratch与我 Scratch开启互动媒体新世界[J]. 中国信息技术教育，2012(10):9-10.

[25]谢作如,刘正云. 用Android控制Arduino小车[J]. 中国信息技术教育，2014(15):94-96.

[26]谢作如. Processing:让编程成为一种艺术[J]. 中国信息技术教育，2013(9):73-75.

[27]祝智庭,雒亮. 从创客运动到创客教育:培植众创文化[J]. 电化教育研究，2015(7):5-13.

[28]祝智庭,孙妍妍. 创客教育:信息技术使能的创新教育实践场[J]. 师资建设，2015(1):14-21.

[29]吴俊杰. 普及创客教育:运行中国的教育担当[J]. 上海教育，2015

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(17):46-48.
[30]Stephenson C, Cooper S, Boucher Owens B, et al. The New CSTA K-12 Computer Science Standards[C]//Acm Conference on Innovation & Technology in Computer Science Education ,2011.
[31]Carnegie Mellon University. About Tekkotsu [EB/OL].[2017-11-06]. http://www.tekkotsu.org/about.html.
[32]Karnowski J, Touretzky D S. A New Set of Eyes and a New Pair of Legs: A Robust Learning Environment for Advanced High School Robotics[C]// Twenty-Fourth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference. Palm Beach, Florida, Usa. DBLP, 2011.
[33]Reyes M, Perez C, Upchurch R, et al. Using Declarative Programming in an Introductory Computer Science Course for High School Students [J].Thir tieth AAAI Con ference on Artificial Intelligence, 2016.
[34]Tom Conlon. Computing and Information Systems [M]// Btyce T, Humes W (Eds).Scottish Education (2nd Edition),Edinburgh: Edinbargh University Press,2003:1104.
[35]Computing Programmes of Study for Key Stages1-4[DB/OL]. [2017-09-20].http://computingatschool. org.uk/data/uploads/computing-04-02-13_001.pdf.
[36]Wang X, Zhou Z. The Research of Situational Teaching Mode of Programming in High School with Scratch[C]. Information Technology and Artificial Intelligence Conference, IEEE, 2011:488-492.
[37][美]罗素(Stuart J.Russell),[美] 诺维格(Peter Norvig)著.人工智能:一种现代的方法(第 3 版)[M]. 殷建平,祝恩,刘越等译. 北京:清华大学出版社, 2013,11.
[38]中华人民共和国教育部.中小学综合实践活动课程指导纲要[EB/OL].[2017-09-27].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/201710/t20171017_316616.html.
[39]余明华,冯翔,祝智庭.人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索[J].远程教育杂志,2017(3):11-21.
[40]闫志明,唐夏夏,秦旋等. 教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J]. 远程教育杂志, 2017(1):26-35.
[41]李艺,钟柏昌.信息技术课程核心素养体系设计问题讨论[J].中国电化教育,2016(4):5-10.
[42]张剑平,张家华. 中英两国高中人工智能课程标准之比较[J]. 中小学电教, 2005(9):76-79.
[43]张剑平,张家华. 我国人工智能课程实施的问题与对策[J]. 中国电化教育, 2008(10):95-98.
[44]深圳点猫科技有限公司. 全新 9 级课程体系[EB/OL]. [2017-11-27]. https://hi.codemao.cn/home.

[作者简介]
陈凯泉,中国海洋大学教育系副教授,主要研究方向为教育信息化、学习科学与科研信息化;何瑶,中国海洋大学教育系在读硕士研究生,研究方向为教育大数据与学习分析;仲国强,中国海洋大学信息科学与工程学院计算机科学与技术系副教授, 研究方向为模式识别、机器学习与数据挖掘。

The Transformation of Information Literacy Connotation in Artificial Intelligence(AI) Perspective and Target Positioning of Artificial Intelligence(AI) Education:Also on the Implementation Path of Artificial Intelligence Course and Teaching in Basic Education

Chen Kaiquan[1],He Yao[1] & Zhong Guoqiang[2]
(1.Department of Education,Ocean University of China;
2.College of Information Science and Engineering,Ocean University of China, Qingdao Shandong 266100)

【Abstract】 The rapid development and widespread application of artificial intelligence technology have put forward new requirements on citizens' qualities. The programming ability, computational thinking and deep cognition of intelligent society have become the important contents of the information literacy of students in artificial intelligence era. With the development of information technology, the gradual progress of the information technology curriculum in basic education and the launching of new educational practices, such as STEM Education and Maker Education, have provided adequate preparations for the promotion of artificial intelligence education. The goal of artificial intelligence education in basic education stage should be to cultivate the students' programming ability and computational thinking. The teaching content should focus on the application of artificial intelligence technology. Content selection and difficulty level must be in accordance with the age characteristics and knowledge base of students of all ages. The main path of artificial intelligence teaching is applying inquiry teaching to integrate artificial intelligence education into science courses, information technology courses and comprehensive practice courses deeply. The main strategies for building school-based artificial intelligence teaching resources are teacher professional training, curriculum system construction and docking with universities and social training institutes.

【Keywords】 Artificial Intelligence; AI Education; AI Course and Teaching Computational Thinking; Programming Ability; Man-machine Coordinated Information Literacy

收稿日期:2017 年 12 月 15 日
责任编辑:陶 侃

http://dej.zjtvu.edu.cn
(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

智慧教育：人工智能时代的教育变革*

曹培杰

［摘　要］ 随着人工智能时代的到来，依靠标准化教育来批量生产人才的模式难以为继，时代发展对教育提出新的要求。智慧教育是以“人的智慧成长”为导向，运用人工智能技术促进学习环境、教学方式和教育管理的智慧转型，在普及化的学校教育中提供适切学习机会，形成精准、个性、灵活的教育服务体系，最大限度地满足学生的发展需要。智慧学习环境强调利用数据和算法来读懂学生、发现学生、服务学生，包括全面感知的学习场所、灵活创新的学校布局和深度交互的网络学习空间；智慧学习方式倡导学生在解决问题中学会解决问题，重点开展深度学习、跨学科学习和无边界学习；智慧教育管理要破除“效率至上”的评价导向，充分激发学校的办学活力，构建全社会参与的教育生态。

［关键词］ 人工智能；智慧教育；未来教育；变革路径

［作者简介］ 曹培杰，中国教育科学研究院助理研究员，博士 （北京　100088）

教育是一门时代学。每个时代的教育都带有那个时代的特征，从庠序到私塾，从古代官学到现代公立学校，无一不是时代变迁的产物。随着新一代人工智能的兴起，产业结构、经济增长动力以及社会分工体系都在发生深刻变化，工业革命以来所建立的教育体系正在急剧过时，依靠标准化教学来批量生产人才的模式难以为继，社会转型必然会对教育发展提出新的要求。2017年7月，国务院发布《新一代人工智能发展规划》明确提出，推动人工智能在教学、管理、资源建设等方面全流程应用，促进人才培养模式和教学方法改革，构建新型教育体系。如何利用人工智能促进教育流程再造，提高教育服务的精准化水平，让教育变得更有智慧，成为一个亟待解决的重大时代命题。

一、人工智能驱动智慧教育

（一）教育和技术的赛跑

教育和技术之间存在某种内在的必然联系。2007年，哈佛大学两位经济学家回顾美国教育发展历程发现，教育和技术之间存在一场持续不懈的竞赛，经济增长与收入差距就是这场竞赛带来的结果。20世纪80年代以前，美国教育发展迅猛，在全球率先实现高中教育普及和高等教育大众化。教育进步为经济增长提供了充足的高素质劳动力，适应了技术变革带来的职业结构调整，进而整体提高国民收入水平并缩小了贫富差距。然而，大约自1980年起，情况出现逆转。技术进步依旧，社会对高素质劳动力的需求也在

* 本文系中国教育科学研究院基本科研业务费专项资金院级青年项目“基于人工智能的智慧教育模式研究”（课题编号：GYD2018009）的研究成果。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

增长，但美国教育却无法生产出足够的人才。随着教育增速的放缓，人群出现分化：一部分人受过良好教育，毕业后进入高端行业，收入迅速提升；另一部分人接受着过时的教育，技能适应性不强，再加上以计算机为代表的现代科技取代了大量的简单劳动力，他们不得不从事那些尚未被技术替代的低端行业，导致贫富差距快速拉大，制约了经济的进一步增长。[1]这种现象被形象地称为“教育和技术的赛跑”（the race between education and technology），当教育的发展速度超过技术时，就会给经济增长带来明显的人力资源红利，推动经济社会快速发展，反之则会导致经济社会发展失衡。

当前，以人工智能为代表的技术创新进入到一个前所未有的活跃期，而教育仍未摆脱“工业化”的印记，以至于有人认为，“我们把机器制造得越来越像人，却把人培养得越来越像机器”，这不仅制约着教育功能的充分发挥，而且导致经济社会转型面临危机。所以，我们要有一种时代紧迫感，全面深化教育改革，推动“工业化教育”向“智慧型教育”转变，扩大高质量人才的供给能力，为经济社会发展提供强有力的人力资源保障。

（二）智慧教育蓄势待发

随着人工智能越来越广泛的应用于传统行业，那些机械重复、繁琐枯燥、大量使用体力的职业可能都会被机器人所取代，甚至连一些专家的决策工作也面临风险。比如，拥有大数据分析能力的智能医疗诊断，在某些疾病上比普通医生判断的准确率更高；智能金融系统在风险预测、股票投资等方面大显神通，成为金融机构争先布局的重点领域……随着一系列连锁反应的叠加，人工智能正在触发一场剧烈的社会分工调整，我们很可能会成为人类历史上第一代需要和机器去竞争工作的人。正如“控制论之父”维纳所说：“我们是如此彻底地改造了我们的环境，以至于我们现在必须改造自己，才能在这个新环境中生存下去。”[2]教育作为培养人的事业，将会成为决定人类能否在人工智能时代胜出的关键。众所周知，现行教育体系是工业社会的产物，核心是通过整齐划一的教学流程批量化地生产人才，尽管难以照顾个性差异，但却为人类社会从农业时代进入工业时代提供了必要的人力资源。但是，当人类社会迈进信息时代的新阶段——人工智能时代，这种工业化的教育体系已经无法满足未来社会对人才的需求，时代发展迫切需要一场教育变革。2016年3月，世界经济论坛发布了一份题为《教育的新愿景：通过技术培育社会和情感学习》的研究报告，倡导把人的社会性和情感教育置于应对新工业革命的高度，包括批判性思维/问题解决、创造力、沟通能力、合作能力等四种胜任力，以及好奇心、首创精神、坚毅、适应力、领导力、社会文化意识等六种个性品质。[3]换句话说，教育不是由外而内传递知识，而是由内而外觉悟智慧。这就要求，我们必须打破整齐划一的传统教育形态，构建与人工智能时代相适应的智慧教育体系，利用智能技术对学习环境、学习内容、教学方式、管理模式进行系统化改造，为学生提供富有选择、更有个性、更加精准的智慧教育。

二、智慧教育的理念内涵

目前，学术界对智慧教育有两种理解。一种将其视为是对知识教育观的批判和超越。英国哲学家怀特海指出，在古代学校里，哲学家们渴望传授的是智慧，而在现代学校，我们的目标却是教授各种科目的书本知识，这标志着教育的失败；教育的全部目的，就是使人具有活跃的智慧；教育要激发学生的求知欲，提升其判断力，锻造其对复杂环境的掌控能力，使学生能够运用理论知识对特殊事例做出预见。[4]我国著名科学家钱学森从系统科学出发，提出用大成智慧教育培养拔尖

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

创新人才，拆除各门科学技术之间的鸿沟，让科学与艺术不分家，让数学、自然科学与哲学社会科学互连手，从而做到大跨度的触类旁通，完成创新。[5]美国心理学家斯腾伯格倡导学校要为智慧而教，要引导学生智慧地思考和解决问题，让他们学会平衡自我、人际和外部社会之间的共同关切，从而更好地承担社会责任。[6]

另一种视角是将智慧教育视为教育信息化发展的新阶段，是依托物联网、云计算、无线通信等新一代信息技术的教育信息生态系统[7]，更是信息化元素充分融入教育后发生的“化学反应”[8]。祝智庭教授认为，智慧教育是通过利用智能化技术构建智能化环境，让师生施展灵巧的教与学方法，使其由不能变为可能，由小能变为大能，从而培养具有良好价值取向、较高思维品质和较强施为能力的人才。[9]黄荣怀教授认为，智慧教育是利用现代科学技术为学生、教师等提供一系列差异化的支持和按需服务，全面采集并利用参与者群体的状态数据和教育教学过程数据来促进公平、持续改进绩效并孕育教育的卓越。[10]此外，智能教育也是一个与智慧教育联系密切的概念。狭义的智能教育定位于“以人工智能为内容的教育”，目的是培养掌握智能技术的专业化人才；广义的智能教育则定位于实现个体智能的提升，不仅掌握人工智能等技术，还能初步具备未来工作中实现人机合作的能力。[11]

综合已有研究，我们认为，智慧教育是指以“人的智慧成长”为导向，运用人工智能技术促进学习环境、教学方式和教育管理的智慧转型，在普及化的学校教育中提供适切的学习机会，形成精准、个性、灵活的教育服务体系，最大限度地满足学生的成长需要。只有把“人”置于教育的最高关注，发掘人的潜能，唤醒人的价值，启发人的智慧，才能从容应对人工智能时代带来的挑战。智慧教育不仅是教育基础设施的信息化、智能化，而且是教育理念与教育方式的转型升级，从注重“物”的建设向满足“人”的多样化需求和服务转变。[12]智慧教育包括三个组成部分：一是相互融通的学习场景，利用智能技术打通物理空间与网络空间之间的壁垒，让万物互联，让世界互通，所有学生都可以在任何地方、任何时刻获取所需的任何信息；二是灵活多元的学习方式，注重学习的社会性、参与性和实践性，打破学科之间的界限，开展面向真实情境和丰富技术支持的深度学习；三是富有弹性的组织管理，破除效率至上的发展理念，释放学校的自主办学活力，利用人工智能提高教育治理的现代化水平，让学生站在教育的正中央。总之，人工智能为教育提供了全新的视角和机遇，智慧教育的广泛开展将成为教育史上一座重要的里程碑。

三、智慧学习环境：从“教育工厂”到“学习村落”

如果把原来的学习环境比作“教育工厂”的话，那么，智慧学习环境就是“学习村落”。在这里，每个学习者都掌握学习的主动权，人工智能可以帮助他们找到志同道合的伙伴和相互匹配的导师，推送适配的学习资源，提供精准的学习支持，从而开展积极主动的个性化学习。它不是为了“统一的教”，而是为了“个性的学”，要利用数据和算法的力量来读懂学生、发现学生、服务学生。

（一）全面感知的学习场所

现在，校园只是一个开展教学的物理场所；未来，校园将变成万物互联的智能空间。人工智能会把冷冰冰的机器设备变成充满温情的“私人助理”，通过不断学习人类的行为和习惯，提出针对性的辅助策略，帮助学生开展积极主动的个性化学习。一是利用物联网技术对温度、光线、声音、气味等参数进行监测，自动调节窗户、灯具、空调、新风系统等相关设备，主动响应校园安全预警，保障学校各

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

系统绿色高效运行，为学生创设安全舒适的学习环境。二是借助情境感知技术在自然状态下捕获学习者的动作、行为、情绪等方面的信息，精准识别学习者特征，全面感知学生的成长状态，提供学习诊断报告、身高体重走势图、健康分析报告等，为学生身心健康发展提供有力支持。三是利用大数据技术对学习过程进行跟踪，了解学生的认知水平以及在学习中存在的优势和不足，提供量身定制的最优学习路径。

（二）灵活创新的学校布局

学校的环境布局一直延续着工业时代的设计标准，目的是满足统一集体授课的需要。随着人工智能时代的到来，教育理念和教学组织形式都在发生深刻变化，学习空间的呈现形式也将随之改变。未来的学习空间将从“为集体授课而建”转向“为个性学习而建”，把千篇一律的教室变成灵活创新的学习空间，把单调乏味的建筑打造成智慧的育人环境。[13]一是创新教室布局，打破工厂车间式的教室设计，配备可移动、易于变换的桌椅设施，支持教师开展多样化的教学活动。二是扩展学校的公共空间，按照多功能、可重组的设计思维，加强学习区、活动区、休息区等空间资源的相互转化，给学生提供更多的活动交往空间，促进学生的社会性发展，弥合正式学习与非正式学习之间的鸿沟。[14]三是优化校园空间，给学生提供动手实践的场地，建立创客空间、创新实验室、创业孵化器等新型学习环境，培育有共同兴趣爱好的实践社群，鼓励学生把创新想法转化为实际作品。北京十一学校龙樾实验中学、巴西的NAVE学校、美国明尼苏达大学的主动学习教室（Active Learning Classrooms）、加拿大皇后大学的主动学习空间（Active Learning Spaces）等都在这方面做了有益探索。

（三）深度交互的网络学习空间

网络教育的真谛在于实现人文交互环境下的个性化学习。[15]近五年来，全国师生网络学习空间开通数量从60万个迅速激增到了6 300万个，覆盖了各级各类教育，很多地方利用网络学习空间进行个人成长记录和综合素质评价，带动了教育理念变革和教学模式创新。[16]但不容忽视的是，网络学习空间的活跃程度并不乐观，交互行为停留于较浅的层面。未来，网络学习空间将从课堂教学的延伸走向教育形态的重塑，构建群体个性化的学习共同体和实践共同体。[17]一是开发智能学习助手，根据学生的学习需求、学习路径和检索痕迹，按需推送学习资源和学习支持，过滤无关的信息，减轻认知负荷，使学生可以随时、随地、随需进行高质量的学习。二是强化成员间的关系网络，加强对互动数据的收集、分析和处理，包括订阅、观看、转发、提问、评论等，精准识别师生、生生互动关系，提供更加匹配的组合方案，形成稳定的趣缘合作共同体，促进深度交互的发生。三是提供远程协作、社会网络、同步课堂等方面的工具，鼓励跨学校、跨区域、跨国别的协同学习，扩大优质教育资源覆盖面，突破常规手段难以解决的教育均衡问题，让亿万孩子同在蓝天下共享优质教育。

四、智慧学习方式：从“学以致用”到“用以致学”

随着互联网时代的到来，以知识为中心的学习方式已经无法满足时代发展需要，学习越来越呈现出实践性、情境性和个性化的特征，仅靠死记硬背就可以掌握的知识或技能逐渐失去价值，人工智能在这些方面可以比人做得更好。这就要求，我们必须转变教育观念，加快推动学习方式变革，从“学以致用”走向“用以致学”，更加重视每个学生的独特体验，鼓励他们在解决问题中学会解决问题，在做事中学会做事，成为能够适应未来复杂挑战的人才。

（一）深度学习

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在人工智能的语境下，深度学习指的是一种新的算法，它通过模拟人类神经网络，构建具有多隐含层的机器学习模型和海量的训练数据，让机器自动学习有用的特征，从而提升分类或预测的准确性。[18]在语音识别、图像理解、自然语言处理等领域，采用深度学习算法之后，其准确性都得到了极大的提升。正是这种算法模型的突破，让机器拥有了类似人类的智慧，引发了新一代人工智能的崛起。巧合的是，深度学习既是决定人工智能兴衰的关键所在，也是决定未来教育成败的关键所在。人类要想从人工智能时代的职场中胜出，就必须从强调记忆和练习的传统学习中脱离出来。学习绝不能停留于知识的表面理解和重复记忆，学生要在已有知识的基础上，将所学新知与原有知识建立联系，获取对知识的深层次理解，建立一套自己的思维框架，并有效迁移到其他的问题情境中。深度学习包括五个环节：一是还原知识的丰富情境，知识从哪里来，深度学习的起点就应该从哪里开始；二是面向实践的学习活动，鼓励学生用所学知识解决实际问题，以任务驱动的方式组织学习，提供接近专家及其工作过程的机会；三是用不同视角透视学习，提供社会化软件及其他认知工具来支持学习，允许共同体成员拥有不同的角色和身份，鼓励提出不同观点，让学生在对话和互动中建构知识；[19]四是提供成果展示及表达的机会，促使思维清晰化，引导学生进行反思，实现对知识的深度理解；五是建立更加立体的评价，把关注点从教师的教转向学生的学，强调学生在学习活动中的参与程度、积极性以及突破原有框架的创造力，利用学习分析、课堂观察等技术手段，为不同的学生制定不同的标准，让每一位学生都有出彩的机会。

（二）跨学科学习

人类的智慧来源于知识观的完整，它不是零敲碎打的，而是与整体特征密切相关的。现行的分科教学有利于系统知识的习得，但不利于完整知识体系的形成和综合思维能力的培养。近年来兴起的STEM教育和创客教育，都把跨学科学习作为重点，强调通过不同学科的交叉融合，培养学生的创新精神和实践能力。跨学科学习倡导根据生活中的问题设置主题，将不同学科围绕同一个主题联系起来，构建相互衔接贯通的课程体系。于是，原有的学科林立变成主题式的课程整合，学生有机会运用多个学科的知识来解决问题，在动手实践中形成自己的知识体系，从而实现知识的活化以及向现实生活的有效迁移。[20]跨学科整合有三种取向：一是学科知识整合取向，分析各学科的知识结构，找到不同知识点之间的连接点与整合点，将分散的课程知识按跨学科的问题逻辑结构化；二是生活经验整合取向，从儿童适应社会的角度选择典型项目进行结构化设计，让学习者在体验和完成项目的过程中，习得蕴含其中的多学科知识与技能；三是学习者中心整合取向，这种模式不是由教师预设问题，而是由学习者个体或小组提出任务，任务内容需要学习并运用跨学科知识。[21]值得说明的是，跨学科学习需要坚实的学科基础，没有学科就没有跨学科，两者相辅相成、互为依存，教师要处理好分科教学和跨学科学习的关系，从更广阔的视野认识学习的本质。

（三）无边界学习

陶行知先生指出，“生活即教育”、“社会即学校”，教育不能脱离社会、脱离生活。如果学校生活与社会生活联系不紧密，学生的学习不是从自己的直接经验里长出来的，那就是一种呆板的、低效的教育。所以，学校应该是一个开放的组织系统，要建立与真实世界的联系，充分利用外部社会资源开展教育，把整个社会变成学生成长的大课堂。美国的密涅瓦大学（Minerva Schools）就是“一所没有校园的大学”，四年本科学习分布在全球七大城市，包括旧金山、香港、孟买、伦敦等，通过与当地高校、研究所、高新技术企业建立合

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

作，学生可以使用一流的图书馆、实验室等进行学习，利用一切可利用的社会资源开放办学，实现了高等教育的结构性创新。[22]无边界学习是未来教育发展的重要趋势，它包括以下内容：一是把知识学习和现实生活连接起来，学生的学习场所不再固定，随着课程的不同，既可以在教室，也可以在社区、科技馆和企业，甚至可以去不同城市游学，任何可以实现高质量学习的地方都是学校；[23]二是建立实践共同体，加强学校与产业行业之间的合作，共建创新创业实践基地，鼓励学生动手实践，引导他们运用知识去解决现实问题，从而获得真正的本领；三是技术增强的泛在学习，利用混合现实技术，将虚拟场景融入真实世界，或是将真实场景融入虚拟世界，让学生有机会观察微观世界、感知抽象概念，使学习变成一种丰富情境下的亲身体验。

五、智慧教育管理：从科层机构到弹性组织

当前的教育管理大多采用科层制，各职能部门分工明确，职权关系等级分明，按照标准化流程开展工作。从专业分工的角度看，这种模式有利于提高工作效率，为现代学校运行提供了有力的组织保障，但在人工智能时代却暴露出致命缺陷：在严格的条条框框下，学校被程序化、行政化，很容易陷入具体细节之中，对新变化缺乏适应能力。原本充满智慧的教育，变成了按部就班的机械操作，学校和教师逐渐失去自主性和创造性，异化为教育的机器，而教育本身也沦落成应试的工具。智慧教育管理要改变这种局面，更加关注人的完整实现，从科层机构走向弹性组织，增强组织运行的灵活性，从根本上激发和释放学校的办学活力。

（一）破除“效率至上”的评价导向

教育作为培养人、发展人、成就人的事业，所有的外在指标都应服务于这一根本目的。现在普遍存在的分数、升学率等量化指标，设计初衷都是为了提高教育效率，保障教育质量，这在过去也确实发挥了重要作用。但在人工智能时代，这种围绕效率而构建的工业化教育体系正面临危机。由于过于强调效率，学生的创新意识、完备人格以及兴趣志向都受到了不应有的忽视，学校也不再是一个令学生向往的场所。实际上，效率从来不是教育的关键，人的智慧成长才是教育应该关注的重点。如果学校以效率为绝对导向，那些需要长期发展才能见到成效的学习活动就无法开展，学生的长远且面向未来的关键能力必然受到损害。一旦学校被功利化、浮躁化的思想所绑架，就会陷入“谁先减负谁就利益受损”的囚徒困境，并最终走向共同毁灭。所以，智慧教育一定要遵循教育规律，破除“效率至上”的痼疾。一是坚持立德树人，不用单一片面的标准评价学生，把品德、行为习惯、身体健康、社会实践等方面的表现纳入评价指标，利用人工智能对定性数据进行分析，更加科学地评价学生的全面成长。二是综合考虑学生的起点水平，引导学校不抢生源、不过分拔高、不恶性竞争，把增值性作为评价学校的基本原则，重点关注学校提供高质量课程的水平和满足学生个性化学习的程度，一流学校不一定是拥有一流生源的学校，而是把一般生源也能培养成一流人才的学校。三是基于大数据的教育管理优化，动态模拟学校布局、教育投入、入学形势、就业渠道等方面的变化，科学预判教育发展趋势，提前做好教育规划，并在规划中更加关注教育公平和教育均衡，着力解决教育发展不平衡不充分问题。

（二）充分激发学校的办学活力

当前，学校作为办学主体，面临着有责无权、权责不对等、人权财权不匹配等突出问题，无力推动更深层面的教育改革，主要精力都用来应付上级部门的各类评比和检查。在学校内部管理中，行政力量往往凌驾于专业力量之上，服从管理取代了专业引领，上下级

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

关系取代了共同体关系，本来应该以学生为核心的学校，变成了以“领导”为核心的“机关”，学校管理呈现出越来越严重的行政化倾向。近年来，一些带有理想主义色彩的名校长被民办学校或社会机构挖角，已经成为一个不容忽视的现象。学校作为培养人的专业机构，如果只注重标准化的科层管理，不考虑教育的专业性和学术性，那就会使学校越来越呆板固化，越来越不像学校。管理转型是智慧教育能否成功的关键，必须解决传统管理与学校创新之间存在的不协调问题，从根本上激发学校的办学活力。一是落实学校的办学自主权，形成政府宏观管理、学校自主办学、社会广泛参与的教育格局，推动教育、财政、人事等管理部门向学校下放权力，让学校享有教师评聘、经费使用、课程安排（包括大小课、长短课、阶段性课程等）、修业年限（包括弹性学期、混龄编班等）、育人方式（包括社会实践、参观考察、研学旅行等）等方面的自主权，从根本上激发学校的办学活力。二是完善学校的内部治理结构，利用信息化手段提高教育治理的现代化水平，促进“管理本位”向“服务本位”转型，建立普通师生、家长、社区以及相关利益方参与学校管理的机制，形成依法办学、自我约束、多元参与、社会监督的网状治理结构。三是增加学术团体的权利，形成新的治理单元，通过职能重新定位，明确划分行政事务与专业事务的边界，强化教师领袖的专业影响力和学术领导力，激发教师的主动性和创造力，构建行政管理和学术引领相融合的学校治理体系。

（三）构建全社会参与的教育生态

作为一项复杂的系统工程，智慧教育决不能“头疼医头，脚疼医脚”，要从构建良好生态的高度进行教育改革，建立学校与外部社会的协同机制，形成校内外相互沟通、资源高度共享、流程无缝衔接的新格局。一是积极引导多元社会主体参与教育，促进和规范民办教育发展，鼓励社会力量提供多样化的教育产品和服务，适当放宽办学资格门槛，为教育公益组织的成长创造更大空间，广泛开展薄弱学校委托管理、第三方教育评价等方面的探索。二是建立行业专家驻校制度，包括科学家驻校、工程师驻校、文学家驻校、艺术家驻校等，鼓励行业专家为学生开设专题讲座、指导研究性学习、开展技能培训等。三是探索多样化的教师补充渠道，提高兼职教师评聘的灵活性，引导各行各业的专业力量参与学校教育，教学的提供者不仅是教师，也可能是科学家、工程师、工人、农民、医生、商人等，任何有专长的人都可以成为“教师”；四是支持学校购买教育服务，加大财政投入力度，拓展教育公共服务的有效供给，帮助学校构建起一套覆盖广、选择多、更加完善的课程体系，为每一个学生提供个性化的课程，最大限度满足学生多样化的学习需求。

人工智能为社会转型带来了新的曙光，相对于其他社会系统来说，教育系统更需要超前部署、未雨绸缪。教育是人类应对人工智能挑战的根本力量，只有通过智慧的教育培养智慧的人，充分发掘生命的内在潜质，才能在人工智能时代立于不败之地。值得注意的是，人工智能在促进教育变革的同时，也隐藏着巨大风险：当机器越来越智能，对学习的预测越来越精准，就会反过来限制学生的选择自由，导致一部人成为量化评估的受害者而非受益者。因为，所有的数据都来自于过去，我们完全依赖过去来判断未来，表面看是提供了量身定制的教育，实际上却让学生只能成为过去自己的延伸，而非新生的自我。

参考文献：

[1] 克劳迪娅·戈尔丁，劳伦斯·凯兹. 教育和技术的竞赛[M]. 北京：商务印书馆，2015. 398—442.

[2] 维纳. 人有人的用处——控制论与社会[M]. 北京：北京大学出版社，2010. 31.

[3] World Economic Forum. New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology [DB/

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

OL]. http://www.wojde.org/FileUpload/bs295854/File/10rp_52.pdf. 2018-03-07.

[4] 怀特海. 教育的目的[M]. 上海:文汇出版社, 2012. 9—51.

[5] 钱学敏. 钱学森对教育事业的设想——实行大成智慧教育培养全面发展的新人[J]. 西安交通大学学报, 2005, (3).

[6] Sternberg, J. R. Why Schools Should Teach for Wisdom: The Balance Theory of Wisdom in Educational Settings [J]. Educational Psychologist, 2001, (4).

[7] 杨现民. 信息时代智慧教育的内涵与特征[J]. 中国电化教育,2014,(1).

[8] 陈琳,等. 教育领域综合改革开局之年我国教育信息化新发展[J]. 中国电化教育,2015,(1).

[9] 祝智庭,贺斌. 智慧教育:教育信息化的新境界[J]. 电化教育研究,2012,(12).

[10] 黄荣怀. 智慧教育的三重境界:从环境、模式到体制[J]. 现代远程教育研究,2014,(6).

[11] 张进宝,姬凌岩. 是"智能化教育"还是"促进智能发展的教育"——AI时代智能教育的内涵分析与目标定位[J]. 现代远程教育研究,2018,(2).

[12] 任友群,等. 融合创新,智能引领,迎接教育信息化新时代[J]. 中国电化教育,2018,(1).

[13] 曹培杰,王素. 未来学校:"互联网+"时代的教育创新[J]. 中小学信息技术教育,2017,(5).

[14] 曹培杰. 未来学校的兴起、挑战及发展趋势[J]. 中国电化教育, 2017, (7).

[15] 孟万金. 网络教育的真谛:人文交互环境下的个性化自主学习[J]. 教育研究,2002,(4).

[16] 雷朝滋. 教育信息化:从1.0走向2.0——新时代我国教育信息化发展的走向与思路[J]. 华东师范大学学报,2018,(1).

[17] 郭绍清,等. 网络学习空间变革学校教育的路径与政策保障[J]. 电化教育研究,2017, (8).

[18] 余凯,等. 深度学习的昨天、今天和明天[J]. 计算机研究与发展,2013,(9).

[19] Herrington, J., Oliver, R. An Instructional Design Framework for Authentic Learning Environments [J]. Educational Technology Research and Development, 2000, (3).

[20] 曹培杰. 反思与重建:创客教育的实践路径[J]. 教育研究,2017,(10).

[21] 余胜泉,胡翔. STEM教育理念与跨学科整合模式[J]. 开放教育研究,2015,(4).

[22] 尚俊杰,曹培杰. "互联网+"与高等教育变革——我国高等教育信息化发展战略初探[J]. 北京大学教育评论,2017,(1).

[23] 曹培杰. 未来学校的变革路径——"互联网+教育"的定位与持续发展[J]. 教育研究,2016,(10).

Smart Education: The Educational Reform at the Age of Artificial Intelligence

Cao Peijie

Abstract: With the coming of AI era, the mode of mass production of students based on standardized education is difficult to continue. The development of the new age is bound to set new requirements upon education. Smart education, which is guided by the growth of human wisdom, uses artificial intelligence technology to promote the transformation of learning environment, teaching methods and education management. It provides appropriate learning opportunities in popular schools and forms a precise, personalized and flexible educational service system to meet the growth needs of the students as much as possible. The intelligent learning environment emphasizes the use of data and algorithms to understand students, discover students, and serve students, including comprehensive learning places, flexible and innovative school layout and deep interactive learning cyberspace; intelligent learning methods encourage students to learn how to solve problems through solving problems and to focus on deep learning, interdisciplinary learning and borderless learning. The management of smart education should change the "efficiency-oriented" evaluation, fully stimulate the vitality of schools and construct an educational ecosystem with the participation of the whole society.

Key words: artificial intelligence (AI), smart education, future education, the path of reform

Author: Cao Peijie, Ph.D., assistant researcher of National Institute of Educational Sciences (Beijing 100088)

[责任编辑:刘 洁]

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI :10.13811/j.cnki.eer.2003.01.005

电化教育研究 2003年第1期(总第117期)

[文章编号] 1003-1553(2003)01-0024-05

关于人工智能教育的思考

张剑平

(浙江师范大学 教育科学与技术学院,浙江 金华 321004)

[摘要] 人工智能理论和技术在一定程度上代表着信息技术的前沿,应当在现有的中学信息技术课程体系中增加人工智能课程,以便更全面地培养学生的信息素养。本文结合作者参加教育部高中信息技术课程标准研制的实践,讨论了人工智能课程在高中信息素养教育中的作用,分析了国内外中学人工智能教育现状,对人工智能课程的内容确定及其相关问题进行了较为深入的探讨。

[关键词] 信息素养;信息技术;人工智能;高中课程

[中图分类号] G40 [文献标识码] A

一、信息素养培养与中学信息技术教育

在全国中小学信息技术教育工作会议上,教育部决定从2001年起用5到10年左右的时间在全国中小学普及信息技术教育,这对于科教兴国战略的实施具有十分深远的战略意义。在信息技术教育的各个环节中,学生利用信息的态度、途径、方法即学生的信息素养,在很大程度上关系到信息技术教育的成败。近年来,世界各国都普遍重视学生信息素养的培养,我国《基础教育课程改革纲要(试行)》中也渗透了把培养学生信息素养作为我国中小学信息技术课程重要内容的观点。当前,我国正在进行新一轮中学课程改革,其中高中信息技术课程的一个重要目标就是对高中生进行信息素养教育。

我们知道,信息素养是一种可以通过教育所培养的,在信息社会中获得信息、利用信息、开发信息方面的修养与能力。信息素养目前尚无一致的定义,通常认为应当包含以下四个方面的内容:

·信息意识与情感。具有使用计算机和其他信息技术来解决工作、生活中问题的意识,具有使用信息技术的积极态度与浓厚兴趣。这里包括了敢用与敢想两个方面。

·信息伦理道德修养。能够遵循信息应用人员的伦理道德规范,不从事非法的信息活动,知道如何保护计算机系统的安全,知道如何防范计算机病毒和其他计算机犯罪活动。

·信息科学技术常识。具有一定的信息科学与信息技术常识,能够阅读信息技术的通俗文章和参与有关的讨论。作为更高层次的要求,还应当了解信息技术发展历史与发展趋势。

·信息能力。能够利用信息技术获取、评价和分析所需的信息,能够开发、利用和传播信息。这里可以分为几个不同的层次。从使用信息技术系统的能力角度看,信息能力主要包括五个方面:信息系统的基本操作能力,应用软件的使用能力,信息资源的利用能力,信息资源的开发能力,信息系统的开发能力。

可见,信息素养包含了技术和人文两个层面的意义。在技术层面上,信息素养反映的是人们搜索、鉴别、筛选、利用信息的处理技能;从人文层面上看,信息素养反映了人们对于信息的情感、态度和价值观,它建立在技术层面的基础之上,涉及到独立学习、协同工作、个人和社会责任等各个方面的内容。

设置信息技术课程,进行信息技术方面的学科教学,是信息素养培育的最主要手段。应当针对信息素养的具体要求,结合高中学生的认知发展水平、知识经验和情感需求开展信息技术教育,使学生了解常用信息技术的基本原理,掌握基本方法与技能,具有较强的信息意识,知道信息技术的发展情况及其对人类

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

社会的影响，自觉按照法律和道德规范进行信息活动。为了有效达到上述教学目标，必须科学、审慎地选择高中信息技术课程的教学内容。

二、人工智能教育对于信息素养培养的重要作用

人工智能(Artificial Intelligence，AI)是计算机科学的一个分支，是一门研究运用计算机模拟和延伸人脑功能的综合性学科。换言之，它研究如何用计算机模仿人脑所从事的推理、证明、识别、理解、设计、学习、思考、规划以及问题求解等思维活动，来解决需要人类专家才能处理的复杂问题，例如咨询、诊断、预测、规划等决策性问题。人工智能也是一门涉及数学、计算机科学、控制论、信息学、心理学、哲学等学科的交叉和边缘学科。与一般的信息处理技术相比，人工智能技术在求解策略和处理手段上都有其独特的风格。人工智能研究处于信息技术的前沿，它的研究、应用和发展在一定程度上决定着计算机技术的发展方向。同时，信息技术的广泛应用也对人工智能技术的发展提出了急切的需求。今天，人工智能的不少研究领域如自然语言理解、模式识别、机器学习、数据挖掘、智能检索、机器人技术、人工神经网络等都走在了信息技术的前沿，有许多研究成果已经进入人们的生活、学习和工作中，并对人类的发展产生了重要影响。

综上所述，作为信息技术一个不可缺少的重要组成部分，人工智能的基本内容在中学信息技术课程中是不能不专门提及的，以往某些教材中用一两页篇幅作个简单介绍的方法根本不足以反映人工智能学科的全貌。因此，十分有必要在高中阶段的信息技术课程中专门设立人工智能选修课。我们认为，高中阶段开设人工智能课程可以在以下几个方面对学生的信息素养培养产生积极作用：

1. 多种思维方式的培养和信息素养的综合锻炼

现实世界的问题可以按照结构化程度划分成三个层次：结构化问题，是能用形式化(或称公式化)方法描述和求解的一类问题；非结构化问题，难以用确定的形式来描述，主要根据经验来求解；半结构化问题则介于上述两者之间。一般说来，中学阶段开设的传统意义上的信息技术课程中所介绍的信息技术，例如多媒体技术、网络技术、数据库技术、算法与程序设计等，都是求解结构化问题的基本技术。而人工智能技术则是解决非结构化、半结构化问题的一类有效技术。

把人工智能课程引入我国现行的高中信息技术教育，可以让学生在体验、认识人工智能知识与技术的过程中获得对非结构化、半结构化问题解决过程的了解，从而培养学生的多种思维方式，达到提高信息素养的目的。通过人工智能课程的学习，学生还将了解人工智能语言的基本特征，学到智能化问题求解的最为基本的策略。

2. 体验人类专家解决复杂问题的思路，提高学生的逻辑思维能力

这里以人工智能学科中"专家系统"技术的体验、学习与应用过程为例进行说明。

在专家系统的应用过程中，一个实际的专家系统不仅能够为用户给出相关领域的专家水平建议或决策，而且能够通过解释机制，以用户容易理解的方式解释专家系统的具体推理过程。学生可以向专家系统提出诸如"为什么(Why)"、"如何(How)"、"如果……会怎么样"等问题，系统接受用户的问题指令后，可以根据推理的逻辑进程，即时将答案呈现给用户，整个过程如同教师与学生在进行面对面的教学。在该过程中，学生可以充分体验人类专家的求解思路和推理风格，有助于提高他们的分析、思维与判断能力。

另一方面，在专家系统的教学过程中，可以要求学生自行构建由产生式规则组成的知识库，或进一步利用工具软件来开发简单的实用型专家系统。为了完成该项工作，学生一开始就要编制开发规划、制定知识获取策略，并具体付诸实施，这是一个不断深化的过程。学生还得明确与系统有关的所有变量或相关的因素，并且将这些变量和因素转化为问题求解，得出相应的结论。在进行一系列问题求解分析之后，运用产生式规则来表示知识，以此建立起来的专家系统还可以让其他学生去运用和体验，具有一定的实用价值。

由于专家系统中的知识组织与推理过程是对人类专家思维方式的一种模拟，因此上述知识库的组织和系统的推理过程能够较好地体现学生的思维过程。在建造知识库过程中，学生需要将原来零碎的未成型的知识概念化、形式化和条理化，从而内化为学生自己的东西。所以，建造知识库的过程不但能反映学生的学习过程，而且有助于学生对该领域知识的深层思考并有利于长久记忆，同时也学会了专家系统的基本开发技术。正如美国著名的学习论专家 Jonassen 所指出的：那些自行设计专家系统的学生将会在这种活动中受益匪浅，因为这是一个对所学知识进行深度加工的过程。

3. 了解信息技术发展的前沿，激发对信息技术未

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

来的追求

人工智能技术在一定程度上代表着信息技术的前沿，通过人工智能知识、技术的学习与体验，高中学生能够对信息技术发展的前沿知识有一定程度的了解，这样有助于他们开阔视野，培养兴趣，激发对信息技术美好未来的追求，从而为今后进入大学或走向社会奠定良好的基础。

三、中学人工智能教育的现状

就总体而言，国外包括人工智能教育在内的中学信息技术教育呈现多样化发展的格局。以美国为例，现阶段的中学信息技术教育课程的开设大致分为以下几类：

1. 学校除在科学课程中的某些部分讲授信息技术知识之外，还开设专门的信息技术必修或选修课程，这类课程包括计算机应用、程序设计语言、人工智能等。

2. 学校未开设完整的信息技术课程，仅在数学或物理等自然科学课程中介绍一些信息技术方面的知识。

在美国现行的高中阶段信息技术课程中，其内容包括以下两个部分：

1. 旨在培养学生信息技术技能与意识的内容。这方面的知识主要有：

·信息加工与应用。使学生学会使用各种进行信息资源(包括文本、数据、图像、声音等信息)处理与应用的计算机软件和工具。

·信息技术系统概论。从包括计算机在内的各种信息技术产品的软件和硬件介绍起，使学生对信息技术系统组成有一个全面完整的认识，对日常工作和生活中使用的各种信息技术产品的组成和功能有所了解，并初步掌握其使用方法。

·人工智能概论。使学生认识人工智能的意义及其应用，并介绍自动化系统、机器人、虚拟现实技术等。使学生认识信息技术的大量运用以及人工智能的产生与发展可能对人类社会造成的各种影响。

2. 计算机程序设计的内容。通过学习计算机语言，编写程序，使学生学会使用计算机等信息技术产品完成一定的任务，培养逻辑运算和抽象思维能力。

在我国，由于师资、设备等条件的制约，目前尚未在中学开设专门的人工智能课程。随着科教兴国与教育信息化步伐的加快，近年来我国愈来愈重视青少年人工智能知识的启蒙教育。例如：1997 年出版的由教育部长陈至立任编委会名誉主任、清华大学出版社出版的计算机科普教育丛书"计算机与信息科学十万个为什么"(全套共 12 本)中，就包括了《人工智能》一书。由清华大学李衍达院士主编、清华大学出版社 2000 年出版的青少年科学教育丛书"信息科学与技术系列"一套 8 本中，也包含有《人类智慧与人工智能》一书。

随着 Internet 技术与应用的迅速发展，在西方发达国家，大量的网上资源已经成为不可缺少的人工智能教育资源。例如，下面是两个可供中学生学习、体验人工智能知识与技术的典型站点：

·专家系统网站 http://www.expertise2go.com/。该网站除了专家系统知识介绍、专家系统工具的下载外，还有许多实际的小型专家系统可供用户在线使用。例如，"PC 机配置顾问(Desktop PC Product Advisor)"专家系统，可以通过人－机对话方式为用户添置 PC 机提供合理的硬、软件配置规划。中小学生可以通过它来感受专家系统解决问题的思路与过程，增加对人工智能知识学习的兴趣。

·符号运算网站 http://www.wolfram.com/。"Mathematica"是一个著名的符号运算软件，该网站中提供了大量的用 Mathematica 解决实际问题的演示程序，中学生可以通过该网站来在线运行相应的符号运算软件，进行多项式相乘除、因式分解等符号运算。事实上，在中学数学、物理、化学、生物等学科中，可以利用上述符号运算软件来解决大量的符号运算问题。

总体来说，Internet 上人工智能的中文信息资源十分贫乏。但在某些领域的研究与应用方面，也有一些不错的网站资源。例如，在机器翻译领域，"看世界"(http://www.readworld.com/tran/index.html)和"鲁能信息港网译中心"(http://www.luneng.com/translate/livetrans.htm)就是两个较为典型的在线翻译网站。该网站提供有在线方式的英－汉、汉－英文本翻译、网站即时英－汉翻译、邮件翻译等功能，十分适宜于中学生进行机器翻译的学习与体验。

我国不久前推出了由张景中院士主持开发的"Z＋Z"智能教育软件。这是一个多功能、交互式的工具型智能教育软件系列，其中包括初中代数、三角函数、解析几何、立体几何、初中物理、初中化学等多个软件。该软件的基本功能是能够智能解题、人机交互、自动推理和动态作图。以《立体几何》为例，其具体功能包括：题目构成与自动求解，提供自动求解、交互求解、手工求解等三种解题方式；动态作图，能绘制、编

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

辑各种具有动态智能性的几何图形和几何关系，并可通过菜单添加结论以构成证明题或计算题；空间图形测量与计算，对所作图形中的长度、角度、面积、体积等几何量可进行空间动态测量。Z+Z 智能教育软件已经通过审定并作为教育部推荐软件列入中小学教材图书目录，从而为人工智能技术在我国中小学教育的应用迈出了可喜的一大步。

2001 年 12 月，中国人工智能学会正式成立了教育工作委员会，并于 2002 年 10 月在北京召开了"第一届全国人工智能教育学术研讨会"，会议主题为"信息时代的智能教育"。该会议的内容包括国内外人工智能教育的现状及我国人工智能教育改革的思考，在普通高等学校中开展人工智能基础教育的问题，关于试办人工智能本科专业的讨论等一系列与人工智能教育相关的问题。这意味着我国的人工智能教育已经走出大学计算机专业的象牙塔，将在大众化、普及化层面跃上一个新的台阶。

四、中学人工智能教育的基本思路

我们认为，将人工智能作为高中信息技术系列课程中的任意选修课程，确定该课程的教学内容的基本思路应当是：

· 必须充分考虑到高中阶段学生的认知特点，选择那些与中学生学习、生活关系密切的，学生们看得见、摸得着的人工智能实际应用问题作为案例展开教学。

· 高中人工智能课程目标的基本点应该是了解和体验。通过该课程的教学活动，使学生了解人工智能的基本概念与基本特点，能够用专家系统、符号运算等人工智能技术去解决简单的应用问题；体验人工智能技术的丰富魅力，感受人工智能技术对人类学习、生活的重要作用；获得对包含人工智能在内的信息技术前沿应用的初步了解；激发对信息技术发展与未来生活的追求。

· 人工智能作为一门独立的课程，其最基本的工具——人工智能语言的介绍是不可缺少的，但必须考虑中学生的特点安排教学，只介绍它的主要特征和最为简单的应用方法。例如，了解一种常用的人工智能语言(如 Prolog)，能用递归方法编写简单程序求解问题。

· 随着我国中小学"校校通"网络工程的发展，利用 Internet 开展高中信息技术课程教学将成为可能。在人工智能课程的教学活动中，必须充分发挥网上信息资源和网上软件资源的作用。例如，利用相应的网站可以在线(Online)进行专家系统、符号运算、机器翻译等内容的教学与实验，直接通过 Internet 运行各种应用软件，既可节约大量的软件购置成本，又可降低应用软件安装与维护的技术难度。

具体来说，高中人工智能课程的教学内容，可以选择人工智能领域的以下几个基本部分展开：

1. **基本概念**

了解结构化问题、半结构化问题、非结构化问题的基本概念，知道问题的结构化程度是相对的，它可以随着人们对问题的认识深度而转化；了解人工智能的基本概念，知道人工智能的产生、发展及其主要应用领域；了解几种典型的人工智能技术的(如指纹识别、机器翻译等)基本原理和应用领域；理解人工智能技术随着计算机硬、软件发展和社会需求的推动而向前发展的客观规律。

2. **知识表示与机器学习**

了解知识的基本概念，会用常用的方法表示知识；了解人工神经网络的基本概念与应用领域，知道人工神经网络学习的基本思想；了解机器学习的基本概念及其学习策略。

3. **推理与专家系统**

感受用专家系统解决问题的基本过程，了解专家系统的基本结构与工作原理；了解专家系统正向、反向推理的基本原理，知道不精确推理的基本原理；了解专家系统解释机制的基本概念及其在专家系统中的重要作用；能够利用常用的产生式专家系统开发工具建造简单的专家系统。

4. **问题求解初步**

了解人工智能语言的主要特征，能用一种常用的人工智能语言解决最简单的问题；了解递归的基本思想，能够用递归方法编写简单程序求解问题；学会将简单的问题求解定义为状态空间搜索问题的基本方法；了解用盲目搜索技术进行状态空间搜索；了解采用启发式搜索的必要性以及它的基本原理。

5. **符号运算**

了解符号运算的基本工作原理，体验符号运算的优点；能够使用一个常用的符号运算软件求解中学课程中相关的符号运算问题。

五、需要进一步探讨的问题

在高中人工智能课程的设置与实施过程中，还有以下问题需要进一步探讨与研究：

1. **课程知识覆盖面与深度问题。**高中人工智能作为一门选修课程，要进一步深入研究如何根据我国人

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

口众多、教育发展不平衡的实际情况，在教学内容、知识深度等方面做出一个科学、合理且又切实可行的方案，如何针对高中学生的知识基础和开课学校师资、设备、软件的实际情况开展教学的问题。

2. **课程名称的确定问题。**例如，考虑到高中信息技术课程体系现状以及课程所涵盖知识面的需求，可以考虑将该课程定名为"智能信息处理"。这样，课程内容中除了包括上述人工智能概念、技术与应用，还可以包括信息技术的其他前沿内容的简单介绍。

3. **课程教学过程设计问题。**在课程的教学中如何让学生通过实例演示或实际应用，体验常见的人工智能技术的应用过程，知道其基本的工作原理；如何结合 Internet 信息资源检索与利用的活动实践，以任务驱动的方式开展人工智能教学，例如在专家系统的教学中可以设计如下的教学活动：通过一个简单专家系统的使用，体验用专家系统求解问题的基本过程，进一步采用一个常用的专家系统外壳，以小组合作方式设计、建造一个简单、实用的小型专家系统。

[参考文献]

[1]教育部. 基础教育课程改革纲要(试行)[Z]. 2001.7.[DB/OL]. http://www.edu.cn/20010926/3002911.shtml.

[2]王吉庆. 信息素养论(第2版)[M]. 上海：上海教育出版社，2001.

[3]王士同，陈慧萍等. 人工智能教程[M]. 北京：电子工业出版社，2001.

[4]祝智庭. 信息技术教育展望[M]. 上海：华东师大出版社，2002.

[5]史忠植. 走近人工智能[J]. 微电脑世界，2001，(16). [DB/OL]. http://www.pcworld.com.cn/2001/back_issues/2116/1608a.asp.

[6]David H. Jonassen，ect. Learning With Technology: A Constructivist Perspective[M]. Prentice-Hall，Inc. 1999.

[7]郑少艾. 美国中学信息技术课程[J]. 中国基础教育网. [DB/OL]. http://www.cbe21.com/cai/tashanzshi/000.htm.

[8]Z+Z 智能教育软件[J]. http://www.zplusz.ws/ 或 http://www.pep.com.cn/ZHONGXUESHUXUE/xxjstd/z+zjz.htm [DB/OL].

(上接第 13 页)

[参考文献]

[1]祝智庭. 现代教育技术：走向信息化教育[M]. 北京：教育科学出版社，2002.

[2]李艺，殷雅竹. 中小学信息技术教育的文化内化问题[J]. 教育研究，2002，(1).

[3]Zhang，J. (2002 in press). Incorporating ICT into K-12 Schools: China's Perspective in the Global Backgrounds. TechTrends.

[4]U.S Department of Education. (2000). E-Learning: Putting a world-class education at the fingertips of all children. U.S Department of Education.

[5]Blurton，C. (1999). New directions of ICT-use in education. In: UNESCO's World Communication and Information Report. UNESCO.

[6]罗陆慧英等. 第二届国际资讯科技教育应用研究(SITES)香港特别行政区研究报告[Z]. 香港大学教育应用资讯科技发展研究中心，2000.

[7]于冬，谢章，解月光，王玉光. 对中学教师运用现代教育技术的基本状况与相关要素的调查[J]. 中国电化教育，2000，(3).

[8]陈琦. 教师培训：信息技术整合于教育的基石[J]. 北京师范大学学报(社科版)，1997，(4).

[9]Osin，L. (1998). Computers in education in developing countries: Why and how? Education and Technology Series 3(1). Washington，DC: World Bank.

[10]张建伟. 当代教育技术学研究领域的基本架构[J]. 教育研究，2002，(4).

[11]Lin，X. (2001). Reflective adaptation of a technology artifact: A case study of classroom change. Cognition and Instruction，19，(4).

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能教育机器人支持下的新型“双师课堂”研究*
——兼论“人机协同”教学设计与未来展望

汪时冲[1] 方海光[1][通讯作者] 张 鸽[1] 马 涛[2]

（1.首都师范大学 教育学院，北京 100048；
2.北京市海淀区教育网络与数据中心，北京 100048）

[摘 要] 智能技术能够加快教学方法改革，能够促进学生的个性化学习，成为未来教育的基础。人机协同教育可以发挥教师与人工智能的不同优势，促进学生的个性化发展。未来学校如何促进教师与人工智能教育机器人作为“双师”协同教学是值得研究的问题。因此，可以基于人工智能教育机器人的应用场景，分析人工智能关键技术对教育机器人的支持，在云计算平台基础和边缘计算环境框架下，构建人工智能教育机器人支持的新型“双师课堂”环境，进一步给出相应的学习过程和应用，并基于该课堂环境下人工智能教育机器人教学应用实施的相关案例，探讨课堂应用效果及其相关措施。人工智能教育机器人是人工智能技术集成化、具象化的课堂体现，可以作为课堂中的另一名“教师”角色，形成一种新的人机协同的“双师课堂”教学形态。在未来教育中，教师需要熟悉“人机协同”智慧教学环境，开展注重“育人”的教学活动，同时，培养学生“人机协同”的意识和能力，为人工智能时代社会的人才需求打下良好基础。

[关键词] 人机协同；人工智能；智能教育机器人；新型“双师课堂”；课堂教学；边缘计算
[中图分类号] G434 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2019)02-0025-08
DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2019.02.004

http://dej.zjtvu.edu.cn

一、问题的提出

新一代人工智能环境下的教育机器人可以直接服务于中小学学生学习，灵活地启动学习资源，同时，记录学习者的学习过程，监督学习者的学习质量，起到对深度个性化智慧学习的支持效果。[1]2016年，《全球教育机器人发展》（白皮书）将教育机器人分为机器人教育以及教育服务机器人，并指出教育服务机器人是具有教与学智能的服务机器人。[2]2017年7月，《新一代人工智能发展规划》指出，“要利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革，构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系”。[3]2018年11月，《人工智能+教育》（蓝皮书）分析了智能机器人可以支持智能学习过程，智能教师助理将替代教师日常工作中重复的、单调的、规则的工作。[4]

人工智能技术的进步，使得机器人智能化、人性化的特点也越来越显著。[5]国外有研究指出，教育机器人主要用于提供语言、科学或者技术教育。[6]国内也有研究指出，教育机器人产品可以分为十二类，其中，应用于家庭的，如，儿童娱乐教育同伴以及家庭智能助理，已有相关产品；课堂机器人助教和机器人教师尚处于概念性阶段。总的来说，教育机器人可以在教学活动中扮演导师、工具或者同伴的角色。[7]

作为导师角色，美国麻省理工学院开发的教育机器人可以根据孩子的学习风格、个性以及游戏过程中的学习、情绪状态而决定自己的行动，以更好地扮演导师的角色来辅助孩子们进行学习。[8]作为同伴角色，有研究使用混合现实技术和教育机器人设计了一个具有真实场景的系统，教育机器人在任务中扮演真正的同伴互动角色，对学生最终的表现有积极影响。[9]作为工具角色，我国的机器人教育主要包括机器人竞赛和机器人教学，机器人可以成为学生综合能力提升和创新实践能力发展的重要认知促进

* 基金项目：本文系中央电化教育馆教育信息技术研究2018年度重点课题“人工智能背景下的教育机器人课程开发与应用研究”（项目编号：1811120001）的研究成果。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

工具。[10]

在“人工智能+教育”时代，人工智能技术将作为未来教师工作的有机组成部分，通过人机协作，辅助教师完成日常工作，以实现高效教学。[11]“双师课堂”作为协同教学的一个分支，最原始的形式是组织优秀教师录制教学资源光盘，配送到农村中小学，部分替代了现场教学教师的教学任务。[12]2013 年，人大附中、友成基金会以及国家基础教育联盟，在人大附中的初一数学教学中，正式实践了“双师课堂”的教学模式。[13]现在常见的“双师课堂”，是由远程的授课教师通过大屏幕对线下教室的学生实现直播授课，同时，线下有一位辅导老师在班内负责维护课堂秩序、答疑、布置作业等工作，国内诸多培训机构均是应用此模式。也有研究提出“双师”服务的概念，所谓“双师”是指每位学生除了在校内获得本校教师提供的面对面实体教学服务，还可以在课外借助网络对自身学科问题和优势进行诊断的基础上，为每个学科配备在线老师，提供一对一在线辅导。[14]

综上所述，本研究中定义的新型“双师课堂”，是指人工智能教育机器人和教师共同在课堂中承担教学工作，是一种由人工智能教育机器人承担教师的部分教学任务，并提供个性化学习服务的新型的课堂模式。目前国内关于人工智能教育机器人作为课堂助教或者作为教师角色的研究较少，有关人工智能教育机器人所在课堂的课堂环境研究描述也较为模糊。为此，本研究旨在从已有的技术基础上，系统分析新型“双师课堂”的环境，并构建新型“双师课堂”的学习过程，在如何开展教学设计和如何实施人工智能教育机器人支持的新型“双师课堂”应用方面进行探索。

二、人工智能教育机器人应运而生

人工智能、语音识别及仿生科技三项技术，是发展教育机器人的关键技术。[15]人工智能作为交叉学科，其应用领域归纳为计算机视觉、自然语言理解与交流、认知与推理、机器人学、博弈、机器学习等六大领域。

《人工智能标准化白皮书》(2018 版) 中提到人工智能的关键技术有：机器学习、知识图谱、自然语言处理、人机交互、计算机视觉、生物特征识别、虚拟现实和增强现实。[16](1)机器学习是现代智能技术中的重要方法之一，其研究从观测数据(样本)出发寻找规律，利用这些规律对数据或无法观测的数据进行预测。根据学习模式、学习方法以及算法的不同，机器学习分为有监督学习、无监督学习和强化学习。(2)知识图谱本质上是结构化的语义知识库，是一种由节点和边组成的图数据结构，以符号形式描述物理世界中的概念及其相互关系，其基本组成单位是“实体—关系—实体”三元组，以及实体及其相关“属性—值”对。(3)自然语言处理研究，能实现人与计算机之间用自然语言进行有效通信的各种理论和方法。如何理解和产生人类自然语言，包括语音和文字两种形式，而文字又包括词语形态、语法、语义、语用和篇章五个层次，相当于提高计算机的语言智能。(4)人机交互技术除了传统的基本交互和图形交互外，还包括语音交互、情感交互、体感交互及脑机交互等技术。(5)计算机视觉旨在模拟人类的视觉系统，从数字图像或视频中获得对视觉材料的高水平理解，包含了模式识别、图像处理、图像分析、机器视觉等。(6)机器人学主要涉及到机器人本体机构、运动学和动力学、传感技术、控制技术、人工智能、信息交互、运动规划、应用工程以及多机器人协调协作等方面。具体研究内容包括：机械结构设计及驱动、控制系统的建立、感知系统的建立、运动规划和控制。[17–19]

大数据技术促进了人工智能的发展，给劳动力市场带来了重大变化，有些工作岗位会被机器人取代，未来社会的许多工作需要专业人士与机器人共同开展，这需要社会广泛培养思维敏捷、适应力强的劳动者，使其具备计算机基本操作能力和软技能，能够胜任与机器打交道的工作，学会适应人机协同环境，最终人与机器人协同工作将成为常态。[20–21]人工智能技术将引发教育教学系统各要素及其关系发生变革。在智能机器引入学习后，教学交互将实现人人、人机等多维互动，人和机器一起工作，会引发学习者不同的学习体验。[22]

由于机器学习技术的发展，机器可以通过强化学习技术尝试做出决策，决策的好与坏，由教育者和学习者进行评估，评估结果作为奖赏与惩罚来调试回报函数，通过人机协同的优化，从而生成最优决策算法。[23]通过这种人和机器共同决策的方式，教师与人工智能将发挥各自优势，协同实现个性化教育、包容的教育、公平的教育与终身教育，促进人的全面发展。[24]

知识图谱、自然语言处理、人机交互、计算机视觉、机器人学分别针对具体的应用领域，其中，机器学习包括其延伸的深度学习，是实现应用所需用到的核心方法，是人工智能技术方法层面的技术。学校中的人工智能教育机器人由于智能技术的突破，可以成为数字化环境或者智慧学习环境的一个组成部分。它可以作为教师的“助教”来实现教学媒体的简

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

单使用，也可以作为“导师”的角色讲授知识内容，回答学生问题、为学生创设情境、管理学习任务、提供个性化的学习资源，进而参与并引导学生的个性化学习或者合作学习。

我们综合关键技术和应用领域来看，目前，人工智能教育机器人用到的关键技术主要为前五类，以及应用领域中的机器人学。为了研究人工智能教育机器人涉及的教学应用，为此，我们将人工智能教育机器人中用到的关键技术及其应用进行了系统分析，具体如表 1 所示。

表 1　人工智能教育机器人中的关键技术及课堂的典型应用

关键技术	应用于人工智能教育机器人	课堂的典型用途
机器学习	机器人获取学生数据，通过机器学习的方法从数据中发现学习规律，为学习者建模提供了一种有效路径	学习者分析等
知识图谱	以知识图谱的学习内容为基础，教育机器人可以为学生提供个性化的学习路径	个性化学习，学习障碍诊断与分析
自然语言处理	机器人识别教师或者学生的语音，并且可以实现简单的学生答疑	自动出题与批阅，课堂答疑等
人机交互	通过文字、语音、动作、表情开启与人工智能教育机器人的互动	情境创设等
计算机视觉	可以识别出如学生作业的照片信息，还可以通过生物特征识别分析学生的表情，判断学生实时的学习状态	情感计算，自动批阅，情绪检测等
机器人学	优化机器人的外观，使得机器人做出和真实人类一样的动作以及神情，更有利于人机之间的可持续性交互	通过眼神等微表情以及语言的表述与学生进行深层次沟通交流

从表 1 中可以看出，人工智能教育机器人在课堂的典型用途是智能技术的综合实现，它不是人工智能某项技术的单方面延伸，而是各种技术的集成。即机器学习和知识图谱的结合，可以使得学习者建模更加精准，个性化学习路径更加准确；自然语言处理与计算机视觉的结合，可以对学习者照片形式的作业或者试卷进行自动批改，大大地减轻了教师的工作量；人机交互与机器人学的结合，可以使得学习者在与人工智能教育机器人进行交互的过程中更加顺畅。

本研究中的人工智能教育机器人是具有教与学服务的实体机器人，可以在智慧学习环境下提供灵活的学习资源，实现学习服务的支持；同时，也是各种智能学习软件系统的集成体，能够完成数据的实时反馈和分析。它在课堂上帮助教师完成相关教学活动，辅助教师管理课堂，其融入课堂当中，突破了原有的教学形态，形成一种“双师”主体加“学习者”的教学形态。

三、人工智能教育机器人构建的新型“双师课堂”系统环境

在新型“双师课堂”中，各种传感器、智能移动终端（pad、手机）、可穿戴设备等会产生大量的数据，虽然可以将这些数据上传到云端进行处理，但假若教师需要的实时数据反馈，受制于云端的服务速度，就无法根据反馈信息了解学生的实时情况。传统的教育数据，如，智能终端数据、互联网浏览产生的数据、传统的成绩数据等，通常由教师或者教育管理者发送到云平台，云平台接收到使用请求之后将结果反馈给教育研究者。但是，大量数据同时上传到云平台，会消耗大量的计算资源，云服务延迟所带来的风险会影响教师对于课堂中实时个性化教学的需求判断。针对该现象，我们可以利用边缘设备已具有的计算能力，将应用服务的部分计算任务从云端移到边缘设备上执行，本研究中主要的边缘设备，也就是人工智能教育机器人。

边缘计算是指在网络边缘执行计算的一种新型计算模型，边缘计算中边缘的下行数据表示云服务，上行数据表示万物互联服务，而边缘计算的边缘是指从数据源到云计算中心路径之间的任意计算和网络资源。边缘计算开发平台一般包括网络、计算、存储、应用四个层面，在智能课堂下，这几个层面可以集成到新型“双师课堂”环境中，由人工智能教育机器人作为计算、存储、应用的主体，进而实现响应教学应用业务、计算并存储数据的内循环过程。

为了实现个性化学习以及精准教研，数据是不可缺少的，如何处理各项数据，实现课堂的实时个性化教学以及长期的个性生涯规划，这需要边缘计算与云计算在全学习过程中相互协同。学生产生的各项数据集成在“人工智能教育机器人”端，大多数个性化教学通过“云平台”加“大数据平台”生成反馈结果。我们通过对边缘计算与云计算的基本了解，可以发现人工智能教育机器人作为边缘计算的终端设备，它具有以下优点：

一是缓解云平台的压力。每天学校中会产生大量的数据，其中有价值的关键数据是有限的。有些数据的生命周期可以只存在于课堂的几十分钟内，这些临时数据的价值只限于课堂中，不需要长期存储。有些数据的结构为半结构化或者非结构化，这些数据的清洗在云端也是一个大问题。人工智能教育机器人作为边缘终端，它代理了云计算平台的一些业务，如，数据处理与分析。作为智能技术的综合体，它可以实现具体的智能应用，而云计算平台可以对该应用进行生命周期的管理以及更新迭代等工作。

二是增加教学请求的响应能力。在课堂中，人工智能教育机器人直接在师生旁边提供服务，这种“近距离”保证了较低的网络延时。此外，人工智能教育

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

机器人的网络，一般是分布式的本地网络，简单的网络分布降低了网络的波动，为网络传输速度提供了保证。在个性化教学应用中，如果是通过云平台响应教学需求，一旦用户请求过多，必然会降低效率，而教师在课堂中没有过多时间等待云平台的反馈结果。所以，在课堂上，人工智能教育机器人可以很好地满足教师的实时需求，实现人机协同的高效性、实时性。

三是保护师生的数据安全。在物联网时代，数据的安全隐私也是值得关注的问题，数据上传到大数据平台之后，存在被第三方使用等的风险。在云计算模式下，所有数据都存储于数据中心，教育研究者很难对数据的访问与使用进行细粒度的控制。而在边缘计算下，所有隐私数据的存储和使用都通过人工智能教育机器人进行，教育研究者可以将隐私数据限制在防火墙内，选择将一些处理后的数据、且需要云平台计算的数据上传到云端，这种模式可以保证数据的安全，如图 1 所示。

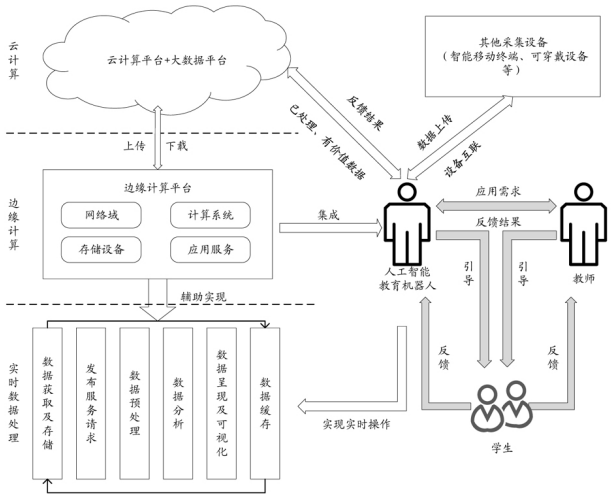


图 1 人工智能教育机器人支持下的新型“双师课堂”系统环境

在该环境中，最上层的是云平台和大数据平台。对于智慧校园来说，每天产生的数据量是极其庞大的，仅依靠学校的服务器对于学校而言是一个沉重的负担，所以，这时候需要用到云计算平台和大数据分析平台。“双师课堂”环境的核心是边缘计算平台，边缘计算平台包括网络域、计算系统、存储设备、应用服务。网络域可以是学校的校园网，在各个人工智能教育机器人中也可以设置一个网关，实现网络的高速传输。计算系统、存储、应用服务等全部集成在人工智能教育机器人中。

具体而言，其他采集设备（智能移动终端、可穿戴设备、摄像设备）与人工智能教育机器人通过物联网的手段联结。人工智能教育机器人自身获取或者从其他采集设备获取课堂实时数据后，可进行内部存储；向云平台发送服务请求获得许可之后，进行数据的预处理并做分析；处理分析完毕，人工智能教育机器人将数据可视化并呈现给师生，最后将这些实时数据缓存在本地。课后，人工智能教育机器人可以将其中已处理、有价值的数据上传到云计算平台和大数据平台，这样既优化了云计算平台上的数据清洗工作，也在一定程度上保证了数据的有效性，更有利于后期大数据分析结果的精确性。

四、新型“双师课堂”学习过程环境分析

人工智能教育机器人蕴含了多种人工智能技术，不同的技术可以实现不同的功能，不同技术之间的整合，也使得人工智能教育机器人更加智能化、自动化。从智慧学习环境的角度来说，人工智能教育机器人是学习内容、学习活动、教学活动、学习时空的载体。

人工智能教育机器人支持的新型“双师课堂”，形成了一个闭环的服务支持系统，教师与学生之间“引导—反馈”的交互关系，同样，也适用于人工智能教育机器人与学生之间的关系。新型“双师课堂”以教师为起点，教师向人工智能教育机器人发送应用请求，人工智能教育机器人响应该请求并反馈相关结果。教师可以向机器人发送“了解学生实时学习进度、学生情绪现状”等需求，机器人根据学生反馈的数据，进行处理分析之后呈现给教师。

在传统的教学过程中，课堂由教师、学生、教学内容和教学媒体四个基本要素组成。而在数字化课堂中，教学媒体是由软件和硬件构成的数字化环境，教学内容不仅仅是教科书或者数字教材，还包括如视频、音频等多媒体资料，以及丰富的网上资源等。在新型“双师课堂”中，教师和人工智能教育机器人都承担了教学工作，在双师协同的同时还有人工智能教育机器人与数字化环境的协同，由此，我们构建了新型“双师课堂”的学习环境模型，如图 2 所示。

在此学习环境中，首先，人工智能教育机器人作为“教师”，需要承担一部分教学任务，而教学任务中有些是需要花很大精力才能完成的或者有些是无法由个人完成的任务，所以教师应明确自己有哪些需求是人工智能教育机器人的应用可以实现的。其次，人工智能教育机器人也需要与数字化环境相配合，数字化环境作为教师的教学工具，可以辅助人工智

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

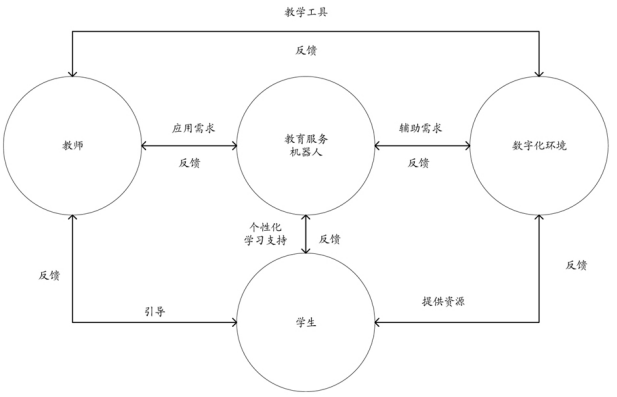


图 2　人工智能教育机器人支持下的新型“双师课堂”学习环境

能教育机器人完成提供或呈现资源的任务。学生在此学习环境中，可以直接对教师和人工智能教育机器人做出反馈，也可以先反馈到数字化环境中再反馈到人工智能教育机器人。最终，人工智能教育机器人提供教师原先很难实现的个性化学习支持，教师则摈弃了重复性工作，注重于引导学生思维、锻炼学生综合能力，聚焦学生核心素养培养。

因此，我们结合前文所提到的环境模型，可以得到人工智能教育机器人支持的新型“双师课堂”环境下的课堂数据交互模型，如图 3 所示。

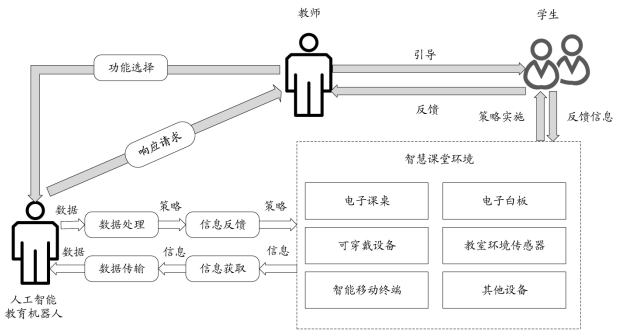


图 3　人工智能教育机器人支持下的新型“双师课堂”数据交互模型

在此课堂环境中，所有物化的教学媒体都与人工智能教育机器人通过网络连接。物联网一般分成感知层、可靠传递层和智能处理层。感知层是数字化环境中常见的设备，如，电子课桌、电子白板、可穿戴设备、教室环境传感器、智能移动终端和其他可采集设备。可靠传递层是校园中的网络或者 4G/5G 网络。而在“双师课堂”中，智能处理层集成为人工智能教育机器人，平台服务等采集设备与人工智能教育机器人存在信息流动，首先由采集设备获取到信息，将信息数据化之后传输到人工智能教育机器人，通过人工智能教育机器人进行数据处理，然后将处理完的算法或者说策略反馈到数字化环境中，数字化环境接收到相关策略之后，最后以不同的形式呈现、反馈给学生。

教师在该教学过程中，与学生之间仍然是引导和反馈的关系。但是与传统数字化课堂不同的是，在教学设计的环节，教师需要明确自己的教学任务以及对于人工智能教育机器人的应用需求，并在人工智能教育机器人上选择相应的功能。教师不需要亲自动手操作多种数字化设备，而是通过人工智能教育机器人统一管理、应用数字化设备。学生在使用数字化设备的过程中会产生相应的信息，这些信息转化为数据之后，由人工智能教育机器人统一反馈给教师，教师可以分别查询其即时所需要的信息。

总之，在该教学环节中，教师在注重“育人”的同时，也要明确人工智能教育机器人的“教书”职责。

五、新型“双师课堂”的设计与实施

(一)新型“双师课堂”的教学设计特征

在新型“双师课堂”的教学设计过程中，教师需要分清哪些工作是可重复的、线性的，可以由人工智能教育机器人取代，哪些工作是需要自身承担的。为了新型“双师课堂”的实施更加系统有规划，我们对新型“双师课堂”的教学设计与传统教学设计进行了对比，如表 2 所示。

表 2　新型“双师课堂”教学设计与传统教学设计对比

教学设计的要点	新型“双师课堂”教学设计	传统教学设计
教学内容分析	教师可以利用人工智能教育机器人综合多种教材给出教学内容分析	教师一般根据教材内容以及自身经验分析
教学目标	从学科的核心素养、信息素养、高阶思维能力、自主学习能力、合作交流能力等方面考虑，将知识与技能、过程与方法、情感态度价值观提升到人工智能时代的教学目标	从知识与技能、过程与方法、情感态度价值观入手
学习者学情分析	人工智能教育机器人给出班级整体评价报告，给出班级整体知识点优缺点，教师参照智能教育机器人的报告做出学习者分析	教师主要根据学生成绩以及自我感觉对学习者进行学情分析
重难点分析	教师根据智能教育机器人给出的班级评价报告，总结针对不同班级可能存在的重难点	大多数教学设计重难点是固定的
教学媒体选择	教师选择教学媒体，需要明确哪些媒体由教师亲自操作，哪些媒体通过人工智能教育机器人智能操作	由教师选择并亲自操作教学媒体
教师活动	需要设计“双师”活动并将其精细化，根据教学环节将人工智能教育机器人在影音视频、参考文件、测试、讨论、作业等的呈现方面细分，在回答问题层面，人工智能教育机器人可以给出标准的回答，教师可以给出补充性的延伸回答。教师自身的活动更多的是在提问、交流互动、引领层面，需要注意活动和语言之间的科学性以及逻辑递进	一般根据教学环节将教师活动分开，主要为教师的语言脚本以及教学行为；指导、回答问题、鼓励等
学生活动	将学生自身、学生与学生之间、学生与人工智能教育机器人(包括通过人工智能教育机器人连接的设备)、学生与教师之间的活动细化	与教师活动并行，主要是学生做练习、回答问题、小组合作等宽泛的设计

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

通常在教学设计的三维目标中，知识与技能是属于可以通过记忆或者反复练习习得的，但是过程与方法、情感态度这两个方面需要教师启发学生进行思维上的训练。人工智能教育机器人虽然可以作为辅助教师，但是教师需要将人工智能教育机器人融合到原有的课堂环境中。因此，新型“双师课堂”的教学设计需要满足分析数据化、活动精细化、人机协同化三个基本特征。

1.分析数据化

在课前阶段需要教师准备学习内容，首先，需要对教材和学习者进行分析。在教材分析层面，人工智能教育机器人可以根据已有的数据，给出应用最多的教材分析，根据不同的知识点，利用知识图谱技术以及数据分析中聚类等技术，人工智能教育机器人为教师提供班级的整体学习报告，教师可以了解班级的分层情况以及每类学生的知识掌握情况。然后，教师可以根据自身的判断及人工智能教育机器人提供的报告，对学情有定性和定量的认识。最后表现在课堂中，学生学习过程的数据是过程化的，教师要时刻有大数据意识、有良好的信息素养，会利用大数据技术和人工智能技术，将其体现在教学设计中并且在课堂中有所实施，使得教师对于班级整体以及学生个体的分析都更加精准。

2.活动精细化

在学习活动层面，教师需要明确的是人工智能教育机器人可参与学生哪些学习活动，学生的学习方法是自主学习还是合作学习。一般地，人工智能教育机器人可以为学生设计个性化的学习任务，这种个性化的学习任务会产生不同的学习结果，但这些结果最终会对应到相应的知识点。人工智能教育机器人可以跟踪并分析学生学习活动中产生的数据，并且直接在本地反馈给教师。对于基于影音视频、参考文件、测试、讨论、作业等材料的具体操作，教师需要明确人工智能教育机器人在学习活动中的参与程度，以及这些活动的先后顺序。

3.人机协同化

人机协同化，广义上指的是整个新型“双师课堂”的各要素，在教与学的过程中，协调完成教学目标，实现学习内容、学习活动、教学活动与学习时空之间的融洽；狭义上主要指教师与人工智能教育机器人在新型“双师课堂”中的协作配合。原有的教学形态一般是“双主”教学模式，现在多了一个教学主体人工智能教育机器人。教师在教学设计的过程中，需要设计一些一般性问题，这些问题是封闭的、有答案的，人工智能教育机器人可以代替回答的，还需要设计一些启发性、没有固定答案的问题，这些问题分别对应着学生的知识层面和情感技能层面。

人工智能教育机器人提供的学习支持虽然是个性的，但也仅限于资源以及练习等有规范的层面，教师带来的情感交流以及思维上的引领是机器很难实现的。对学习者的评价，首先是由人工智能教育机器人分析课堂中产生的数据给出的，教师根据该堂课的实时评价和之前课程的评价，进而对于学生有全新的总的评价，这个总评横向是针对于该堂课的维度，纵向是学习者之前课堂的表现以及全学习过程的维度。最后，在支持教学的过程中，关于人工智能教育机器人出现的突发问题，教师也需要做好应急准备。

(二)研究设计案例与实施过程

本研究设计了人工智能教育机器人的教育应用，以中学数学课堂《一元二次方程》为例。教学目标是学生知道一元二次方程的概念，能够熟练地把一元二次方程整理成一般形式。课堂中的应用环境如图 4 所示，在进行学习者分析时，教师根据人工智能教育机器人提供的学情数据对班级的学生有整体的了解，并有一个系统分类。根据这堂课的知识点，利用知识图谱技术将与一元二次方程有关的知识点呈现出来。

图 4　电子白板和 PAD 环境下的人工智能教育机器人支持的新型“双师课堂”环境

人工智能教育机器人为教师提供了各种各样的资源，教师根据知识点以及学生的分类情况，为每类学生选择不同的资源，对影音视频、参考文件、测试、作业等，在可控范围内进行前期的主观选择。在学习内容的呈现方面，教师选择一元二次方程的导入情境，通过语音控制人工智能教育机器人，将视频投射到电子白板上。在学习活动实施过程中，学生观看视频、学习参考文件、做测试的逻辑顺序，教师需要提前设计好。学生集体观看视频、学习参考文件等资源时，人工智能教育机器人会为学生推送不同的学习资源，通过学生的智能移动终端呈现给学生；学生在智能移动终端上产生的数据，传输到人工智能教育机器人中，人工智能教育机器人再为教师实时反馈

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

相应数据。

在这一教学活动过程中，学生通过智能移动终端将问题传输到人工智能教育机器人，对于能解答的问题，人工智能教育机器人随机选择不同的回答方式回应学生;无法识别的问题则反馈到教师端。课堂完结后,人工智能教育机器人根据本堂课多终端反馈的数据,实时为教师呈现单个学习者的评价报告以及整个班级的学习情况，进而了解这次课堂的学生分类情况,为下一次做教学设计提供可参考的依据。

六、对“人机协同”研究的展望

从上述研究可见,在新型“双师课堂”中,人工智能教育机器人承担了部分教师的职能，这意味着在人工智能时代的学习时空中会出现新型的 “人机协同”工作场景。未来的人工智能课堂,对于教师来说需要做到以下几个方面:

第一,熟悉“人机协同”智慧教学环境,适应新型“双师课堂”。对于教师来说,熟悉新型“双师课堂”不仅仅是熟悉人工智能教育机器人，对于人工智能教育机器人中的系统、其背后的智能平台以及大数据平台，包括课堂当中使用的多媒体设备和可穿戴设备等都要有所了解，对于相应的智慧教学手段也要了解。教师需要接受新型的智慧教学手段,主动地去尝试“人机协同”的新型课堂。

第二,注重“育人”层面的教研活动。从核心素养层面来说，人的全面发展体现在人文底蕴、科学精神、学会学习、健康生活、责任担当、实践创新等层面,这些层面是人的生物、思维、社会属性的体现,也是人工智能教育机器人无法替代教师的核心关键。人工智能教育机器人能完成重复性、机械性的工作,教师的价值在于如何聚焦有生命特征的工作，结合传统的德智体美劳以及现在的核心素养，这需要学校多开展新型“双师课堂”中有关能力培养、价值引领、情感引导等教研活动,促进教师适应教师职能的转变以及人机协同的分工。

第三,培养学生“人机协同”的意识和能力。在新型“双师课堂”中,不仅教师有“人机协同”教学场景,学生也有“人机协同”学习场景。在人工智能时代,与机器共同学习也是一种基本的信息素养，对于技术运用也是核心素养中的基本要点。教师在自身学习“人机协同”的过程中,也要培养学生的“人机协同”意识，为学生在人工智能时代与机器一起工作做出前期的积淀。教师可以经常组织学生参加人工智能活动,让学生多接触新型的人工智能教育产品,让学生接纳人工智能教育机器人等智能设备成为一种常态。在人工智能时代,社会需要的是能和机器智能共同工作的人,培养学生“人机协同”的意识和能力,有助于学生适应社会需求,顺应时代的趋势和潮流。

本研究在分析了已有的教育机器人在教学中的实践案例，论述了智能时代人工智能的关键技术以及人机协同的相关概念之基础上，提出人工智能教育机器人在课堂中的典型用途。根据边缘计算的特点，发现人工智能教育机器人作为边缘计算的设备集成体,在课堂中可以实现实时数据反馈,有利于课堂的实时个性化教学,也有效管理了课堂数据,将有价值的数据上传到云端。同时,人工智能教育机器人可以承担教师重复性的工作以及对于课堂设备的管理工作。根据系统环境模型以及学习过程环境模型,提出了基于学习内容、学习活动、教学活动三个层面上的关于课堂实施的思考，设计了人工智能教育机器人的课堂应用案例并加以实施。

我们认识到，人工智能教育机器人集成了很多人工智能技术,但是各技术的成熟度并不相同,其中比较成熟的是语音识别计算，而基于知识图谱的个性化学习推荐以及基于计算机视觉的情感计算等技术,还在实践探究过程中。

此外,人工智能教育机器人进入中小学课堂,打破了原有的智慧课堂环境，如何将新技术适切地融入课堂中,实现新型“双师课堂”下学生心理发展以及学生的学习兴趣和良好习惯的养成，这是需要关注的问题。而且，人工智能教育机器人对于教师的“人机协同”能力要求较高,在人工智能教育机器人深度融入到中小学课堂的过程中，迫切需要教师的人工智能信息素养的提升。

在下一阶段研究过程中,我们将聚焦到人工智能教育机器人在课堂中的具体应用实践,包括人工智能教育机器人与课堂环境的整合,以及各种数据的融合与处理分析,促进人工智能教育机器人与课堂深度融合,从而减少教师繁重的工作强度,提高教育教学质量,实现规模化的教育公平和优质资源均衡的效果。

[参考文献]

[1]方海光,仝赛赛,杜婧敏,李一迪.基于区块链技术的智慧学习机器人设计研究——面向大规模学习服务系统的智慧学习机器人[J].远程教育杂志,2017(4):42-48.

[2][15]黄荣怀. 2016 全球教育机器人发展白皮书[R]. 北京:北京师范大学智慧学习研究院,2016.

[3]国务院.新一代人工智能发展规划[EB/OL].[2019-01-10].http://www.gov.cn/zhengge/content/2017-07/20/content_5211996.htm,2017-

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

07–08.
[4]余胜泉,卢宇,陈晨.人工智能+教育蓝皮书[R]. 北京:北京师范大学未来教育高精尖创新中心,2018.
[5]吴永和,李彤彤.机器智能视域下的机器人教育发展现状、实践、反思与展望[J].远程教育杂志,2018(4):79–87.
[6]Sharkey Amanda J. Should We Welcome Robot Teachers?[J]. Ethics and Information Technology, 2016(4):283–297.
[7]黄荣怀,刘德建,徐晶晶,陈年兴,樊磊,曾海军.教育机器人的发展现状与趋势[J].现代教育技术,2017(1):13–20.
[8]Kory Westlund J,Lee J J,Plummer L,etal.Tega: A Social Robot[C]// The Eleventh ACE/IEEE International Conference on Human Robot Interaction.IEEE Press,2016:561.
[9]Mubin O, Stevens C J, Shahid S, Al Mahmud A, Dong J–J. A Review of the Applicability of Robots in Education[J]. Technology for Education and Learning, 2013:13.
[10]徐多,胡卫星,赵苗苗.困境与破局:我国机器人教育的研究与发展[J].现代教育技术,2017(10):94–99.
[11]余胜泉.人工智能教师的未来角色[J].开放教育研究,2018(1):16–28.
[12]顾长明.小学数学"优质教学资源光盘"的使用方法[J].中国现代教育装备, 2011(24):16–17.
[13]刘博智.探秘人大附中"双师教学"[N].中国教育报, 2014–07–12(001).
[14]陈玲,余胜泉,杨丹.个性化教育公共服务模式的新探索——"双师服务"实施路径探究[J].中国电化教育,2017(7):2–8.
[16][17]中国电子技术标准化研究院.《人工智能标准化白皮书》(2018版)[R]. 北京:国家标准化管理委员会工业二部,2018(1).
[18]贾积有.人工智能赋能教育与学习[J].远程教育杂志,2018(1):39–47.
[19]陈维维.多元智能视域中的人工智能技术发展及教育应用[J].电化教育研究,2018(7):12–19.
[20]陈凯泉,何瑶,仲国强.人工智能视域下的信息素养内涵转型及AI教育目标定位——兼论基础教育阶段AI课程与教学实施路径[J].远程教育杂志,2018(1):61–71.
[21][24]陈松云,何高大.机器智能视域下的教育发展与实践范式新探——2018《美国机器智能国家战略》的启示[J].远程教育杂志,2018(3):34–44.
[22]刘德建,杜静,姜男,黄荣怀.人工智能融入学校教育的发展趋势[J].开放教育研究,2018(4):33–42.
[23]彭红超,祝智庭.人机协同决策支持的个性化适性学习策略探析[J].电化教育研究,2019(2):1–8.

[作者简介]
汪时冲,首都师范大学教育学院在读硕士研究生,研究方向:人工智能教育,教育机器人;方海光,首都师范大学教育学院教授,系本文通讯作者,研究方向:教育大数据,人工智能教育,智能教育机器人,智慧教育等;张鸽,首都师范大学教育学院副教授,硕士生导师,研究方向:教育理论与教学管理;马涛,特级教师,北京市海淀区教育网络与数据中心主任,研究方向:信息技术教育,移动学习,智慧校园应用等。

Research on the New "Double Teacher Classroom" Supported by Artificial Intelligence Educational Robots: Discuss about "Human–machine Collaboration" Instructional Design and Future Expectation

Wang Shichong[1], Fang Haiguang[1], Zhang Ge[1] & Ma Tao[2]
(1.College of Education, Capital Normal University, Beijing 100048;
2.Educational Network and Data Center of Beijing Haidian District, Beijing 100048)

【Abstract】 The reform of instructional methods and individualized learning of students can be accelerated by intelligent technology,which is the basis of future education. Human–machine collaborative education can exert different advantages of teachers and artificial intelligence, and promote the individualized development of students. In the future school, how to promote the teacher and artificial intelligence education robot as a "double teacher"collaborative teaching is obviously worth researching. Aiming at the application of current artificial intelligence education robot, the impact of artificial intelligence key technology on artificial intelligence educational robot was analyzed. In addition,a new"double teacher classroom" environment was built based on the concept of cloud computing platform and edge computing development platform. Furthermore, the new "double–teacher classroom"learning process environment supported by artificial intelligence educational robots was given, and the relevant case prototypes of artificial intelligence educational robot teaching applications in the classroom environment were designed, and corresponding thinking was given on how to implement the classroom. The conclusion is that the artificial intelligence educational robot is the integrated and figurative embodiment of intelligent technology. It can be used as another "teacher"role in the classroom to form a new instructional form.In the future education, teachers need to be familiar with the "human–machine collaboration"smart instructional environment, carry out the instructional activities that focus on"cultivating people", and at the same time cultivate students' awareness and ability of"human–machine collaboration", which is the basis of talent demand in the era of artificial intelligence.

【Keywords】 Human–machine Collaboration; Artificial Intelligence; Intelligent Educational Robot; New"Double Teacher Classroom"; Classroom Instruction; Edge Computing

收稿日期:2019 年 1 月 26 日
责任编辑:吕东东

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能融入学校教育的发展趋势

刘德建[1,2] 杜 静[1,2] 姜 男[1] 黄荣怀[1,2]

(1. 北京师范大学 智慧学习研究院,北京 100875; 2. 北京师范大学 教育学部,北京 100875)

[摘要] 面对人工智能技术浪潮的再次爆发,如何将其融入学校教育成为社会各界和学者们关注的热点。本文对人工智能发展脉络、信息技术教育应用的基本关切和当前教育改革的难点进行了探讨,发现人工智能的发展动力主要源于技术与政策的双轮驱动,而大规模数字化与行业深度应用是新一轮人工智能发展的显著特征,这些发展和进步将为人工智能融入学校带来新机遇。文章通过剖析技术与教育时空的关系,提出个性化学习、适切服务、学业测评、角色变化、交叉学科五大人工智能教育应用潜能和教育价值、教学体验、安全伦理、有效协同及技术治理五大人工智能教育应用挑战。文章最后指出,为了促进新一代人工智能融入学校教育,除通过技术研发、环境部署与应用改变学校环境外,还应开展关于认知特征、学习本质与教育价值和智能机器的安全、规范与伦理的相关研究。

[关键词] 人工智能; 人工智能教育应用; 智能教学系统; 计算机辅助教学

[中图分类号] G434 [文献标识码] A [文章编号] 1007-2179(2018)04-0033-10

人工智能技术与学校教育融合成为一种未来趋势,这为个性化学习和个别化学习的实现提供了技术保障,成为教育发展的重要推动力。“智能教育”作为重点任务被写入 2017 年颁布的《新一代人工智能发展规划》,成为人工智能国家战略的重要组成部分。教育部 2018 年印发的《教育信息化 2.0 行动计划》也提出要推动人工智能、大数据、物联网等新兴技术支持下的教育模式变革和生态重构。

然而,当前教育信息化面临着教学方法革新、教育资源均衡和教师专业发展等问题。人们期待新一代人工智能技术在更大程度上促进教育公平、提高教育质量。本文旨在回顾人工智能的发展历史,分析人工智能进展的动力来源,从技术和教育的视角审视人工智能教育应用的特征和规律,试图回答人工智能融入学校教育的潜能、可能面临的挑战和主要研究趋势,以期促进新一代人工智能助力学校教育发展,从而为构建智能化、网络化、个性化、终身化的教育体系贡献智慧。

一、人工智能的新进展及其为学校教育发展带来的新机遇

正确认识人工智能的发展规律,有必要对其发展历史,尤其是典型特征进行梳理。

(一) 人工智能的发展动力源自技术与政策的双轮驱动

人工智能主要是研究和开发用于模拟、延伸和

[收稿日期] 2018-05-16 [修回日期] 2018-06-24 [DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2018.04.004

[基金项目] 北京市科技计划项目“互联网教育个性化学习开放服务平台研发与应用”(D171100003417003)的子项目“面向在线教育的数字教育资源共享标准规范与创新服务模式研究”。

[作者简介] 刘德建,博士研究生,北京师范大学教育学部,北京师范大学智慧学习研究院联席院长,研究方向:人工智能与教育(201731010070@mail.bnu.edu.cn);杜静,博士研究生,北京师范大学教育学部,研究方向:自适应学习、智慧学习环境(dujing@mail.bnu.edu.cn);姜男,高级研究员,北京师范大学智慧学习研究院,研究方向:教育管理、教师专业发展(Jiangnan@bnu.edu.cn);黄荣怀(通讯作者),教授,博士生导师,北京师范大学智慧学习研究院,北京师范大学教育学部,研究方向:智慧学习环境、教育信息化(huangrh@bnu.edu.cn)。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

扩展人类智能的理论、方法、技术及应用系统。自1956年达特茅斯会议提出“人工智能”一词以来，距今已有60年。期间共经历三次发展浪潮(见图1)：第一次浪潮为1956年至1966年，标志是在美国达特茅斯会议上确立人工智能(Artificial Intelligence，简称AI)术语，开创人工智能研究领域。这一时期的研究重点是符号推理与机器推理。七十年代后，硬件计算能力不足和数据局限性等问题，使一些人工智能研究项目遭到质疑，同时美国和英国政府相继中断了对人工智能探索性研究的资助，其发展进入第一个“寒冬期”。人工智能的第二次浪潮为1976年至1986年，多国设立大型AI项目促进人工智能的发展。如日本的ICOT项目、美国的MCC项目和英国的Alvey项目。这一时期出现了语音识别、语音翻译计划及日本第五代计算机。九十年代后期，由于难以将人工智能技术成功应用于实际生活，经过短暂发展后的人工智能又一次进入滞缓的“寒冬期”。人工智能的第三次浪潮为2006年至今，标志是欣顿(Hinton)提出的深度学习技术及ImageNet竞赛中图像识别技术的突破，尤其是美国BRAIN计划、欧盟类BRAIN计划、中国《新一代人工智能发展规划》(国务院，2017)的制定，使新一代人工智能受到广泛关注，相应研究取得了实质性进展，应用范围和前景广阔。

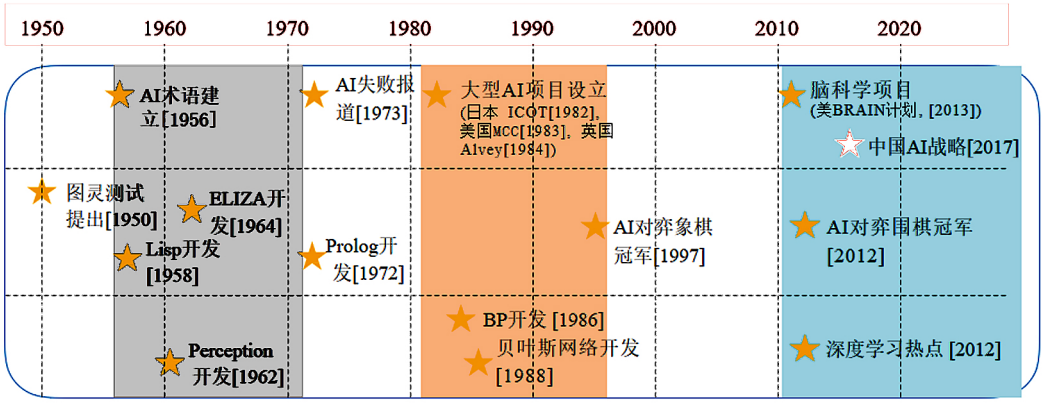
从历史来看，人工智能的发展总体上呈“螺旋上升”的态势，每一次进步都离不开技术的发展和国家政策的影响，技术的进步与发展又会反过来影响国家政策的出台。从长远来看，科学技术和国家政策仍将是人工智能持续发展的影响因素。

(二)新一轮人工智能发展以大规模数字化和行业深度应用为显著特征

新一轮人工智能技术的发展呈现出数据规模增加、计算能力增强和行业应用能力提升等显著特征。首先，在数据规模增加上，各种“模拟”数据的数字化，产生了面向系统和人类过程行为的海量数据，使数据规模快速增加。其次，得益于硬件计算性能的快速增强，人工智能计算能力大幅度提升，使其应用程序能够处理超大规模的数据。最后，人工智能技术在金融、医疗、自动驾驶、安防、家居以及营销等领域的应用已落地生根，创造出巨大商业价值，除熟知的Alpha Go和Face++，有大型企业已尝试使用无人机和无人车配送货物。行业应用的成功使人们期待人工智能融入教育领域的美好应用前景。

(三)人工智能技术的发展为学校教育改革带来新机遇

当前我国教育改革处在对象群体多元化、社会需求多样化、全民学习终身化的新形势下，如何利用新一代人工智能技术破解教育改革难题成为社会关注的热点。从历史的角度看，学校教育经历过三次转型(见表一)。伴随着第三次教育转型的到来，教育的空间与机会得到极大拓展，学习者需要能够自主选择学习时间、地点、内容和方式(黄荣怀等，2017)。



注：
- 图灵测试：测试机器是否具备人类智能的方法
- Lisp：一种函数式程序设计语言
- ELIZA：一种自然语言处理程序
- Prolog：一种逻辑编程语言
- BRAIN计划：美国白宫资助的神经系统科学计划
- Perception：神经网络的“感知机”学习算法
- BP算法：神经网络中的反向传播学习算法
- 贝叶斯网络：基于概率推理的图形化网络
- 深度学习：基于对数据进行表征学习的方法
- 机器学习：能通过经验自动改进的计算机算法

图1　人工智能发展概貌

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表一　人类文明进程中的教育形态变迁

时期 / 具体表现 / 维度	原始社会	农耕时代	工业时代	信息时代	智能时代
动力系统	顺应环境求生存	改造环境求生活	习得技能成职业	个人终身发展	人类利益共同体
学习内容	生存技能部落习俗	农耕知识道德规范	制造技能科技知识人文素养	信息素养自主发展社会参与	学习能力设计创造社会责任
学习方式	模仿试错体验	阅读吟诵领悟	听讲记忆答疑解惑掌握学习	混合学习合作探究联通学习	泛在学习协同建构真实学习
学习环境	野外不确定性时间	书院等固定时段	学校/工作场所确定性时间和教学周期	学校/网络空间弹性时间	无边界的/任意地点任意时间

李德毅院士(2017)曾对人工智能教育应用作出评价："人工智能对社会的冲击是全方位的，但对行业的冲击首当教育，人工智能带给教育的就是'改变'"。社会普遍期待人工智能为提高教学质量、提升教学服务过程、革新教学评估方法等带来新的发展动力，如通过学习分析和用户画像技术，搜集学习者学习数据，实现学生行为全面分析及知识点掌握程度精准判断，从而绘制契合学生特点的学习发展地图；借助情感机器人和自然语言处理技术，陪伴学习者成长，增加对人的关怀和陪伴；结合知识图谱，建立领域知识库，辅助教师针对学生的不同能力生成不同的试题并进行作业批改；利用智能运动设备，如智能手环、智能肺活量等测评工具，深度采集学生健康数据，从而发现学生在体质、运动技能、健康程度等方面的问题(余胜泉，2018)。

二、技术视角下的人工智能教育应用

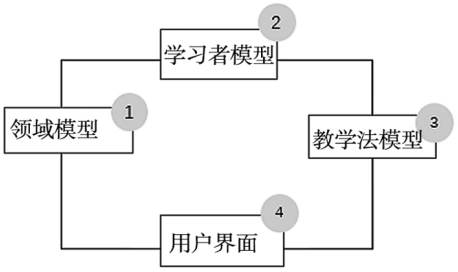
二十世纪五十年代，计算机作为一种特殊的工具应用于教学，是技术应用于教育的雏形，智能教学系统则是计算机辅助教学在人工智能技术促进下的新发展，是人工智能教育应用的典型之一。

(一)计算机辅助教学与智能教学系统

计算机辅助教学指用计算机帮助和代替教师执行部分教学任务，传递教学信息，传授知识和训练技能，直接为学生服务的程序(Root et al.，2018)。相比于幻灯、投影、实验仪器等设备，计算机具有人机交互的特点，而计算机辅助的教学模式主要有操练与练习、个别辅导、模拟和教学游戏等，但这类系统无法为学习者提供个性化的学习指导，也不能根据学习情况动态调整教学策略(刘清堂等，2016)，因此有研究者开始以计算机辅助教学系统为基础设计智能教学系统的功能。从技术发展角度看，人工智能是信息技术的延伸；从教育功能上看，人工智能应用于教育的实质仍是计算机辅助教学，也可称为智能辅助教学(Intelligent Tutoring System，简称 ITS)，或称作智能导师系统、智能教学系统、智能导学系统，目的依然是提升学生学习绩效，尤其是近年来人工智能在虚拟现实、情感识别、自然语言处理、深度学习等领域的发展，赋予智能教学系统更丰富的内涵，使其受到研究者越来越多的关注。

(二)智能教学系统的功能延展

描述智能教学系统的框架较多，最典型的是1973 年由哈特利(Hartley)和斯利曼(Sleeman)提出的三模型结构(Clancey，1982)。其核心组件包括领域知识模型、学习者模型和教学模型，分别解决教授知识过程中教什么、教学对象和如何教的问题。随后，伍尔夫(Woolf，2018)在上述三模型中加入了人机接口模型又称为用户界面(User Interface)模型。还有专家提出五模型结构，但该模型的基础和核心仍是三模型结构。而四模型结构是智能导师系统研究领域较为通用的描述框架(见图 2)。近三十年来，智能教学系统的学习者模型、教学模型及领域模型的功能不断得到丰富和完善，智能教学系统更加"智能"，拓展智能教学系统教学功能的典型途径包括借助语义网络和约束模型优化领域知识模型、利用元认知扩展学习者模型和结合虚拟现实技术拓展用户接口界面。



1. 领域知识模型，用于系统推理和判断学习者的回答与问题解决的合适与否。
2. 学习者模型，描述学习者当前的理解或技能水平，用于形成适度的复杂任务。
3. 教学法模型，是系统做出合理的辅导动作，如提供有效的反馈或调整下一个任务。
4. 用户界面，用于系统与学习者交流，以探索和学习按问题呈现的领域知识。

图 2　智能教学系统通用框架

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1. 领域知识模型和学习者模型的重构

实现领域知识重构，可以采用增加语义网络和约束模型的方式细化领域知识模型功能。语义网络指用词与词之间的关系表达人类知识结构的形式，提供问题和知识点的语义关联。随着命题语义网络和数据语义网络技术的开发应用，以及基于问题解决和概念提示等知识表达规则的应用，领域知识模型不仅包含学科内容的知识，还包括应用这些知识求解问题的过程性知识及建构正确解答和求解问题的策略性知识。约束模型指通过分析学习者信息，如学习者行为、情境信息和反馈信息，从而为他们提供有针对性的学习方案(Mitrovic，2012)。如智能教学系统 EER-Tutor 通过使用教学对话、感知情境等方式，判断和回应学生的情感状态，从而提供支持服务。

学习者模型重构可以通过引入新的研究理论使模型涵盖的内容不断丰富，如利用元认知支架获得学习者的动机、参与程度和自我意识(Dimitrova et al.，2007)；系统还能利用环境约束分析学习者的认知水平和情感状态(Grawemeyer et al.，2015)；社会模拟也可以通过理解文化和社会规范，使语言学习者能够与其目标语言使用者成功地接触进而提升语言学习效率(Johnson & Valente，2009)。

2. 用户界面模型的优化

早期智能教学系统用户界面的呈现一般采用基于文本或者 2D 的图画，这在一定程度上限制了对空间及物理概念的传输，而虚拟现实、增强现实技术可通过模拟真实世界里学习者无法访问的某些场景，提供身临其境的体验。当虚拟现实技术被应用于教学系统时，该系统不仅为学生提供探索、互动和操控虚拟世界的机会，还有助于他们将学到的知识迁移到现实世界中，进而以更自然的方式响应学生的请求(Westerfield et al.，2013)。同时，系统还可以通过视频捕捉、跟踪等技术捕捉学生的行为，以及借助三维图形、视频动画、音频和文本等多模态方式搜集信息，提高系统对学生需求的适配性。

3. 智能服务功能的扩展

智能服务功能主要指利用大数据与学习分析等技术为学习者提供个性化学习支持服务。它通过感知、跟踪、收集学生学习过程的行为数据，动态了解学生状况，并根据个人能力和需求，选择最合适的内容推送给学习者(Pearson & UCL Knowledge Lab，2016)(见图 3)。学习者接收到相关内容(可能通过文本、语音、活动、视频或动画的方式)后，人工智能教育应用(Artificial Intelligence in Education，简称 AIED)系统将对学习者互动过程进行分析(如学习者目前的学习行为和答案、过去成绩以及出错率、当前情感状态)；同时，该系统会根据上述信息做出反馈(如暗示和指导)，通过调整教学进度并优化教学组织方式，确保学生的学习内容最大限度地符合他们的能力和需求，从而最有效地促进学习。

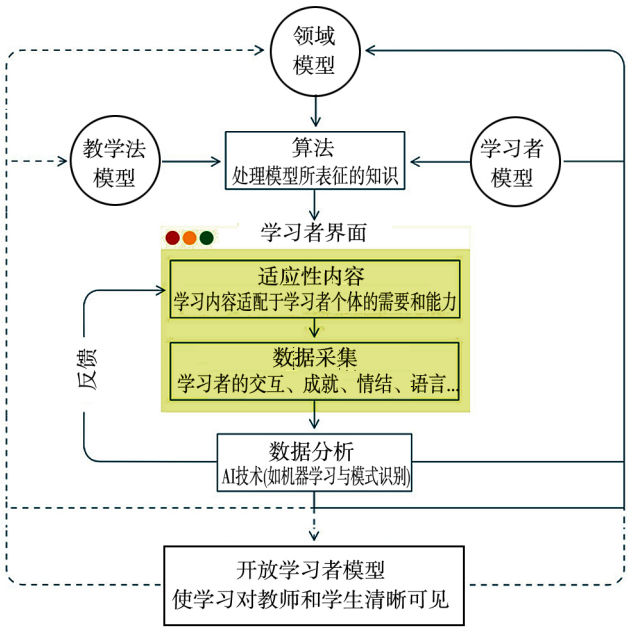


图 3　基于大数据和学习分析的自适应学习系统框架

三、人工智能的教育应用潜能

人工智能与学校的融合主要涉及两个层面的问题：一，人工智能融入学校的价值是什么？以何种方式实现学校教育与智能技术的融合？二，未来的数字公民需要结合人工智能进行学习，那么人如何学会与智能机器共处。基于以上思考，本文深度剖析了人工智能融入学校教育的五项潜能和五项挑战(见图 4)。

(一) 支持个性化学习

数字环境下成长起来的新一代学习者对学习提出了更高诉求，步调统一、时间地点固定的学习方式正在被打破。他们渴望采用自定步调、任意时间、任意地点的学习方式。智能辅助系统/教育机器人将

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

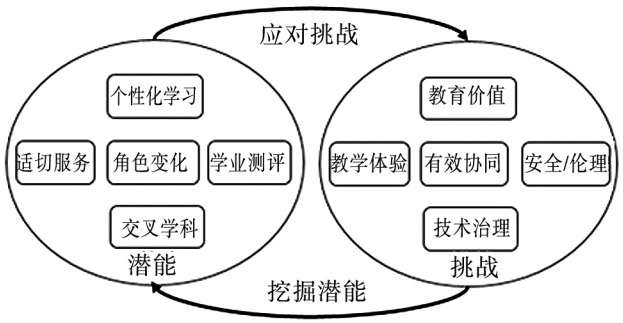


图4 人工智能融入学校教育的潜能与挑战

使上述学习方式成为可能: 一,获取学习行为数据,并借助大数据和学习分析技术,为学习者提供适切的学习资源和路径; 二,通过提供沉浸式的虚拟学习环境,学习者可在任意时间、任意地点参与到学习中。如设计游戏化的虚拟学习场景后,根据游戏故事的展开,从游戏和玩家获取在线参与信息,并基于这些信息使用人工智能算法确定采用哪些适合的学习行动(Pearson & UCL Knowledge Lab, 2016); 三,促进学习者认知水平和情感状态的转变,以积极的心态参与到学习活动中,如智能教学系统通过模仿学习者的认知和情感状态,将学习活动与认知需求和情感状态相匹配,保证学习过程中学生深度投入。

(二) 提供教学过程适切服务

学习支持服务是在远程学习时教师和学生接受到的关于信息、资源、人员和设施支持服务的综合(丁兴富,2001)。西沃特(Sewart,1978)第一次对学习支持服务做了系统论述,此后,学习支持服务作为远程教育领域特有的重要概念和实践活动不断得到丰富和发展。在远程教育师生时空分离的环境中,学习效率与教学质量的保证,必须要有相适应的学习支持服务系统,而学习支持服务系统也是学生取得良好学业表现的重要保障。人工智能技术通过分析来自计算机、穿戴设备、摄像头等终端数据,能够跟踪学习者和教学者的行为,对特定场景下的行为进行细粒度分析,从而得出面向特定对象的特定需求,再借助自适应学习支持系统将匹配的学习内容、教学专家和学习资源推送给用户。

(三) 提升学业测评精准性

传统的学生档案袋记录不能及时、全面地反映学生真实的学习状况,尤其是在某些地区班额和师生比不合理的条件下,教师没有足够的时间和精力记录学生学习过程。学习分析技术为搜集学习者从小学至大学的全过程学习数据提供了新的解决途径,并能运用多类分析方法和数据模型解释与预测学习者的学习表现(Lee et al.,2016),从而准确把握学科教学目标,调整教学策略,优化教学过程。除外,学业评测还能捕捉学生的情感状态和生理行为数据,如利用穿戴手表、语音识别和眼球追踪等数据捕获设备,捕捉学生生理和行为数据,获取学生的情感状态和学习注意力数据(Kiefer et al.,2017),挖掘深层次的行为数据,为精准的学习支持服务提供依据。

(四) 助力教师角色转变

历史类、语言类、电子工程类、管理类等智能教学系统已逐步应用于课内外学习中。这一发展对于减轻教师工作负荷大有裨益。人工智能技术将成为教师角色转变的催化剂,部分替代教师的"机械"工作,传统的备课、课堂讲授、答疑辅导和作业批改等将不再是教师的专属: 如辅导答疑任务可由虚拟代理替代,用智能辅助系统/教育机器人承担教师的某些任务,协作承担教学环节当中可重复的、程式性的、靠记忆或反复练习的教学模块,帮助教师将更多的精力投入到创新性和启发性的教学活动中,如情感交互、个性化引导、创造性思维开发,不断为教师赋能。

(五) 促进交叉学科发展

人工智能教育应用一直是跨学科的领域,可利用计算机科学、生物学、心理学、教育神经科学等学科优势,从不同侧面深入理解学习过程,从而建立更准确的领域知识模型、学习者模型,更好地为学习者提供理论指导。如有研究者开展关于"智能激励"和"成长心态"的研究。"智能激励"是心理学、计算机科学领域的交叉研究,指的是当学习与不确定的奖励相关联时,学习可以得到改善(Demetriou, 2015)。"成长心态"(Dweck & Leggett,1988)是社会学、心理学和计算机科学的交叉研究领域,主要探索"心态"在学习中的作用。有团队已研发出一种模拟大脑支持学习者以最有效的方式发展成长心态的智能技术(Brainology)(Harris et al.,2009)。越来越多的证据表明,这种"成长心态"可以改变学生的心态,从而对他们的学业成就产生实质性影响。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

四、人工智能深度融入学校教育的挑战

人工智能技术为学校教育提供了新的发展契机，但仍有一些挑战影响其教育服务能力，亟需研究者合理应对。这些挑战包括人工智能的教育价值、人机共处环境下的教学体验、智能技术的安全伦理、政府企业与学校有效协同和人机和谐发展的技术治理。

(一) 人工智能的教育价值

在信息技术广泛应用的“智能时代”，新兴技术的教育应用已在深度和广度上获得了最大限度实现。然而，教育是一种特殊的活动，“为了人的发展”始终是教育的基本出发点和落脚点，如何最大程度地发挥人工智能应有的教育价值，正确认识人工智能技术在学校教育中发挥作用的前提、条件和限制是教育工作者首要考虑的问题。因此，人工智能融入学校始终应以促进“人的发展和成长”为基本立场，通过找到两者之间的契合点，将人工智能技术有效融入学校教育。

(二) 人机共处环境下的教学体验

人工智能技术将引发教育教学系统各要素及其关系发生变革。在智能机器引入学习后，教学交互将实现的人人、人机等多维互动、人和机器一起工作，会引发学习者不同的学习体验，但技术并不是都会按照人们的预期在教学中发挥作用，有时甚至会起到相反的效果。例如，研究表明，在班级使用笔记本电脑的同学会花费很多时间进行多任务处理，不仅使自己分心，还影响其他同学。更重要的是，笔记本电脑的使用对学生的学习会产生负面影响，包括在自述课文内容及课堂表现上。还有研究表明，使用平板记笔记的学生在概念性问题的表现上比普通书写方式记笔记的学生差，用平板记笔记的学生虽然花了更多时间且包括更多内容，但借助科技而造成被动记忆几乎把这些好处抵消掉了(Ikanth & Asmatulu，2016)。作为反思性实践者的教师和学生，除了教学实践场景中的直观、表层体验外，更需要教师能批判地分析和判断人工智能技术应用的教学体验，进而成为指导教育教学实践的原则和原理，真正实现人工智能技术促进优化课堂教学实践的目的。

(三) 政府、企业与学校的有效协同

人工智能融入学校教育的驱动力，除来自技术的成熟外，还有企业的驱使。《2016 全球教育机器人发展白皮书》曾指出，未来教育机器人的市场规模或达百亿美元，教育机器人将成为工业机器人和服务机器人以后的第三类机器人。在会议迎宾、餐厅服务、远程客服等场景服务机器人已为大众所接受，将促进机器人与教育场景的结合。除教育机器人外，情感识别、人脸识别、智能语音处理等人工智能技术如何在学校教育中更好地服务师生也受到学校和企业的广泛关注。政府、企业与学校的有效协同将是未来人工智能融入学校教育的关键，企业与高校的互补，将在算法改进、教学方法研究、教育资源汇总等方面为人工智能融入学校教育提供强有力的支撑，具体来说包括人工智能设备生命周期管理制度、人工智能资源建设标准、技术共享及评价标准、人工智能技术的教育应用场景、技术研发资金、学校对接方式、校企合作方式等。

(四) 人机和谐发展的技术治理

随着物联网、大数据技术及云计算等信息通信技术的兴起，社会技术化程度的显著提升，一种新的社会治理方式——技术治理悄然兴起。技术治理关注如何高效治理社会公共事务，并强调运用科学理论、技术方法和工具进行社会治理(刘永谋，李佩，2017)。技术治理产生的初衷是通过技术手段治理由信息技术引发的社会问题。如根据温度传感器的警报发现灾情，根据城市道路的车流量预测道路拥堵情况，根据摄像头留下的图像追踪罪犯的逃跑路线等。

技术发展的宗旨是更好地为人类服务，发展轨迹应与人文提倡的发展轨迹相契合。2017 年 1 月，在霍金、马斯克等人的推动下，超过 892 名人工智能研究人员及另外 1445 名专家共同签署并发布了《人工智能 23 条原则》，确保人工智能的发展行进在正确轨道上。如何通过合理监管有效引导人工智能技术的发展，自然成为社会舆论绕不开的难题。当前核心并非“是否应该对人工智能的发展进行治理”，真正的挑战在于“治理什么”，以及“如何治理”人工智能并非单个领域、单个产业的技术突破，而是对于社会运行状态的根本性变革，包括数据标准化、社会服务平台、多领域智能系统协调发展等，均可纳入技术治理范围。

(五) 智能技术的安全与伦理

人工智能技术融入学校教育的过程中，技术部

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

署面临安全伦理的挑战。人工智能技术的应用需要大量教育数据的挖掘、整合和分享，智能产品的产业链上有开发商、平台提供商、操作系统和终端制造商、其他第三方等多个主体参与，这些主体均具备访问、上传、共享、修改、交易及利用用户提供的数据的能力。这一过程自然会触及学生或教师的性格取向、个性偏好、智力水平及情感、社会性交往等个人信息，那么这些数据的安全维护以及隐私保护最终将由谁来负责以及如何负责？如何应对科技辅助下学术不端现象的出现？

人工智能系统的安全部署必须考虑深层的伦理问题，设计者和生产者在开发相关教育产品时并不能准确预知可能存在的风险，因此必须保障人工智能设计的目标与多数人的利益一致，即使在决策中面对不同的场景或利益群体，人工智能也能做出符合社会规范、伦理以及相对科学合理的决定，才能真正实现保障公共安全的目的。

五、人工智能融入学校教育的典型研究领域

人工智能融入学校教育主要表现为“技术研发、环境部署与应用”“认知特征、学习本质与教育价值”“智能机器的安全、规范与伦理”三大研究领域。其中“技术研发、环境部署与应用”研究较多，主要集中在认知工具、差异化教学、适应性学习系统、学习环境感知和教育机器人方面(见图5)。

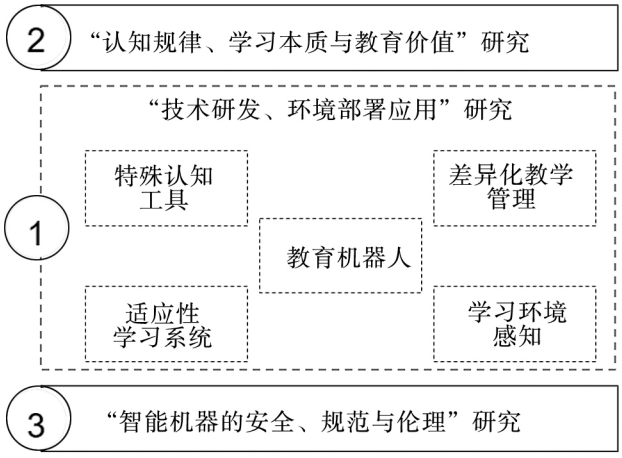


图5　人工智能融入学校教育的三大发展领域

(一) 研发面向特殊教育的认知工具

全纳教育提倡不让一个孩子掉队，让所有学生在合适的教育环境中接受教学。据调查，普通学校的普通班级存在大量的非盲、聋、弱智的特殊学生。在接受调查的30所普通小学中，有“特殊”儿童的学校占85%以上，65.6%的学校有情绪、行为、心理问题的学生(刘全礼，2016)。基于智能辅助技术的认识工具的开发，能为接受特殊教育的学习者认知能力的提升提供支持性服务，具体可以从以下方面展开：针对不同学习者的认知能力分析技术开发；不同学科所需技能分析技术开发；面向不同学科的特殊认知工具设计；面向不同学生群体的认知工具设计等。

(二) 利用学习分析技术支持差异化教学

差异化教学管理既是课堂教学目标的实现途径，也是未来学校教育教学的目标之一，当前多借助学习分析技术实现。学习分析技术是对学习者学习过程进行记录、跟踪、分析，对学习者行为进行预测、评估(李艳燕等，2012)。当前的学习分析技术，多借助技术手段和应用软件跟踪和获取学生行为、学习轨迹等数据，主要集中于数据分析和行为分析层次。由于目前的设备不能清晰获取学习目标和教学目标，还难以做到精准学习分析，因此离差异化教学管理还有距离。以下方面的研究都值得关注：人工智能如何在教学管理工具、学习支持工具以及资源提供工具上给予差异化的保障；如何最大限度地发挥技术的管理支持作用；如何通过个性化学习目标和多元活动教学设计使学生主动投入深度学习。

(三) 基于学习环境感知优化智慧校园

智慧校园建设强调智能技术与教育教学的深度融合。单纯的网络基础设施装备、学与教数字化资源建设、应用软件系统的开发难以有效支撑教与学方式的变革和拓展相对封闭的时空维度。为此，智慧校园建设需要利用传感器和物联网技术随时随地感知、捕获和传递有关人、设备、资源的信息；同时还需要对学习者个体特征(学习偏好、认知特征、注意状态、学习风格等)和学习情境(学习时间、学习空间、学习伙伴、学习活动等)进行感知、捕获和传递。

(四) 研发课内外教学有效衔接的适应性教学系统

自适应性教学系统将成为衔接课内外教学的有效途径。它可以突破时空的限制，打破课堂学习的界限，让学习者在任意时间和任意地点进行学习。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

该系统能够从学习环境、学习者特征、学习资源与工具、学习行为及评价反馈等方面提供全方位、立体多维的学习者学习分析模型及知识地图，完成对区域、学校、班级、学生等多维度的数据处理及分析。随着研究的深入与各种技术的应用，未来可以针对以下主题展开研究：对适应性学习策略进行形式化描述的方法与模型研究仍需突破，没有明确的学习目标指引，容易出现学习迷航现象；学习者特征模型的准确性与有效性的评价有待加强；学习内容获取的智能性是否能适应学习者特征和学习需求等。人工智能教育应用研究还应开发越来越多、能够表达学习者的社会性、情感性和元认知方面的模型，使基于人工智能技术的自适应学习系统能涵盖影响学习的所有相关因素，并将其转化应用到教学实践中。这些人工智能教育应用将对教育系统的革命性结构变革作出巨大贡献。

（五）研发教育领域服务型机器人

教育机器人是人工智能、语音识别和仿生技术在教育中应用的典型，具有教学适用性、开放性、可扩展性和友好的人机交互等特点。当前，教育机器人作为一个新兴领域，相关研究主要集中在听觉能力、视觉能力、认人能力、口语能力、情绪侦测能力及长期互动能力等领域。随着机器人技术的不断提高，教育服务机器人的应用越来越普遍，表现出了无可比拟的教育价值和发展前景，其多学科交叉融合的特性为培养宽口径、高素质、复合型的工程人才提供了良好的平台。然而，其实践应用仍然存在课程管理平台、对应的学习内容和师资缺乏等诸多困难，也面临各学段课程无法衔接、机器人教育应用研究匮乏等现实问题。未来的教育机器人研究还需继续研究感应技术、辨识技术、控制语言、机器人结构、无线网络、云端科技和仿生技术等，并从教育机器人的系统架构、教学平台管理移动设备与管理端的关系进行规划，使教育机器人的发展更完备。

（六）开展关于认知特征、学习本质和教育规律的研究

从解决单一特定任务（如下棋、机械制造）和特定领域问题（如人机对话、机器人高考）到行业变革（如服务机器人、智能制造）以及全面服务于人们的学习、工作和生活，人工智能技术将逐步满足人类日益复杂的功能需求，智能技术的支持和学习资源的丰富将使在任意时间和任意地点开展学习成为可能。需要指出的是，人工智能教育应用的生命周期受认知特征、学习本质、教学规律相关的学习科学和教育相关领域综合研究的制约。在智能时代，复杂的教学系统功能逐步实现，人们对学习本质的探讨和教育规律的追寻将比任何时代更加强烈，如什么是学习、如何让学习者获得更好的学习效果、如何多维度地获取学习者的认知特征等。

（七）开展关于智能机器的安全、伦理和规范的研究

人工智能系统的技术伦理就是要确保人工智能的决策与现有的法律、社会伦理一致，以保障人工智能应用符合人类社会的共同利益。《国家人工智能研究和发展战略计划》指出，在构建人工智能技术伦理时，国家有责任确保整个社会尽快提升人工智能技术的应用素养，保证人们可以适当地、高效率地、符合伦理规范地使用这些新技术。人工智能并非单个领域、单个产业的技术突破，而是对社会运行状态的根本性变革。目前，关于机器道德（Machine Morality）、机器伦理学（Machine Ethics）、道德机器（Moral Machine）、人工道德（Artificial Morality）等领域已有一定的研究，但仍有多个议题亟待深入探讨：如何缓解人工智能可能加剧的教育不平等现象；如何平衡人工智能带来的教师发展与失业问题；如何建立围绕算法和数据的治理体系；如何创新基于人工智能技术的社会治理体系。

六、结　语

新一代人工智能以大规模数字化和行业深度应用为显著特征，将为学校教育改革带来新的机遇，促成“智能教育”的落地，有助于打破教育的时间、空间和环境的限制，促进智能化、个性化、终身化教育体系的构建。智能教学系统源于传统的“计算机辅助教学”，是人工智能融入学校教育的典型应用领域之一。以大数据、VR/AR 和新一代人工智能等为代表的现代信息技术可进一步延展智能教学系统的“教学”功能，比如通过增加语义网络和约束模型增强领域知识模型功能，利用虚拟现实技术和增强现实技术优化用户界面模型功能，并结合大数据和学习分析技术完善个性化教育服务功能。

人工智能时代的教育应以人机共存的“教”与

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

“学”为典型特征。因此，在智能时代，除了培养学习者的创造力、沟通力和终身学习力外，仍需关注基本技能（如阅读、写作和算数）的培养，从而提升原住民的数字生存能力。新一代人工智能融入学校教育将具有支持个性化学习、提供适切服务等五大潜能。但在教育教学实践中，人工智能应用仍面临人机共处环境下的教学体验、人机和谐发展的技术治理等五个挑战。后续研究还需分析应对人工智能融入学校教育挑战的对策，深挖与两大新兴发展研究领域（“智能时代的认知特征、学习本质与教育价值”和“智能机器的安全、规范与伦理”）相关的研究课题，以促进人工智能与就业的深度融合，提高教育教学质量。

[参考文献]

[1] Clancey，W. J.（1982）. Methodology for building an intelligent tutoring system [EB/OL]. [2018-4-13]. infolab. stanford. edu/.

[2] Demetriou，S.（2015）. Neuroeducational research in the design and use of a learning technology [J]. Learning Media & Technology，40(2)：227-246.

[3] Dimitrova，V.，Mccalla，G.，& Bull，S.（2007）. Preface: "open learner models: Future research directions" special issue of the ijaied (part 2) [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education，17(3)：217-226.

[4] Dweck，C. S.，& Leggett，E. L.（1988）. A social-cognitive approach to motivation and personality [J]. Psychological Review，95(2)：256-273.

[5] Grawemeyer，B.，Mavrikis，M.，Holmes，W.，& Gutierrez-santos，S.（2015）. Adapting feedback types according to students' affective states [C]. The 17th International Conference on Artificial Intelligence in Education. June 22-26，2015，Madrid，Spain: 586-590.

[6] 国务院（2017）. 国务院关于印发《新一代人工智能发展规划的通知》（国发〔2017〕35 号）[EB/OL]. [2018-4-13]. www.gov. cn/.

[7] Harris，A.，Bonnett，V.，Luckin，R.，Yuill，N.，& Avramides，K.（2009）. Scaffolding effective help-seeking behaviour in mastery and performance oriented learners [C]. The 14th International Conference on Artificial Intelligence in Education. June 6-7，2009，Brighton，UK: 425-432.

[8] 黄荣怀，刘德建，刘晓琳，徐晶晶（2017）. 互联网促进教育变革的基本格局 [J]. 中国电化教育，(1)：7-16.

[9] Ikanth，M.，& Asmatulu，R.（2016）. Modern cheating techniques，their adverse effects on engineering education and preventions [J]. International Journal of Mechanical Engineering Education，42(2)：129-140.

[10] Johnson，W. L.，& Valente，A.（2009）. Tactical language and culture training systems: Using artificial intelligence to teach foreign languages and cultures [C]. The 21th International Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence. July 20，2009，Pasadena，America: 1632-1639.

[11] Kiefer，P.，Giannopoulos，I.，Raubal，M.，& Duchowski，A.（2017）. Eye tracking for spatial research: cognition，computation，challenges [J]. Spatial Cognition & Computation，17(1-2)：1-19.

[12] Lee，M. J. W.，Kirschner，P. A.，& Kester，L.（2016）. Learning analytics in massively multi - user virtual environments and courses [J]. Journal of Computer Assisted Learning，32(3)：187-189.

[13] 李德毅（2017）. 智能时代新工科——人工智能推动教育改革的实践 [J]. 高等工程教育研究，(9)：8-12.

[14] 李艳燕，马韵茜，黄荣怀（2012）. 学习分析技术：服务学习过程设计与优化 [J]. 开放教育研究，18(5)：18-24.

[15] 刘清堂，吴林静，刘嫚，范桂林，毛刚（2016）. 智能导师系统研究现状与发展趋势 [J]. 中国电化教育，(10)：39-44.

[16] 刘全礼（2016）. 论我国特殊教育的对象问题 [J]. 中国特殊教育，(6)：3-7 + 16.

[17] 刘永谋，李佩（2017）. 科学技术与社会治理：技术治理运动的兴衰与反思 [J]. 科学与社会，7(2)：58-69.

[18] Pearson，& UCL Knowledge Lab（2016）. Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education [EB/OL]. [2018-4-13]. https: //www. linkedin. com/.

[19] Root，J. R.，Stevenson，B.，& Davis，L. L.（2018）. Computer-assisted instruction to teach academic skills [A]. In: Volkmar F (eds). Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders [C]. Springer，New York，NY.

[20] Sewart，D.（1978）. Continuity of concern for students in a system of learning at a distance [EB/OL]. [2018-5-20]. https: //www. researchgate. net.

[21] Westerfield，G.，Mitrovic，A.，& Billinghurst，M.（2013）. Intelligent augmented reality training for assembly tasks [C]. The 16th International Conference on Artificial Intelligence in Education July 9-13，2013，Memphis，America: 542-551.

[22] Woolf，B. P.（1987）. A survey of intelligent tutoring systems. [EB/OL] [2018-5-20]. https: //www. researchgate. net.

[23] 余胜泉.（2018）人工智能教师的未来角色 [J]. 开放教育研究，24(1)：16-28.

（编辑：李学书）

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Trends in Reshaping Education with Artificial Intelligence

LIU Dejian[1,2], DU Jing[1,2], JIANG Nan[1] & HUANG Ronghuai[1,2]

(1. *Smart Learning Institute, Beijing Normal University, Beijing* 100875, *China*;
2. *The Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing* 100875, *China*)

Abstract: *How to integrate artificial intelligence technology into school education has become a focus of society and scholars, this article discusses the history of AI, the primary concerns and challenges of applying artificial intelligence (AI) into school. We found that the advancement of artificial intelligence mainly originates from technology and policy. Meanwhile, large-scale digitization and application of AI into the industry are the remarkable characteristics of AI development. These applications and progress will bring new opportunities for education when researchers try to integrate it into school education. Moreover, this paper puts forward five potentials of integrating AI into teaching and learning, including providing individualized learning, appropriate service, academic evaluation, change teacher's role in education, interdisciplinary development, and five challenges, including educational value, teaching experience, security and ethics, effective collaboration between different groups and technical governance. Finally, in addition to encourage more research on technology research and development, and deployment and application of learning environment to redesign learning environment, it is also necessary to encourage more researches on cognitive characteristics, learning essence and educational value and the safety, norms and ethics of intelligent machines.*

Key words: *artificial intelligence*; *artificial intelligence in education*; *intelligent tutoring system*; *computer assisted instruction*

(上接第 24 页)

Intelligence Education: Practical an Approach to Smarter Education

ZHU Zhiting[1], PENG Hongchao[2] & LEI Yunhe[3]

(1. *School of Open Learning and Education, East China Normal University, Shanghai* 200062, *China*;
2. *Department of Education Information Technology, Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai* 200062, *China*; 3. *Putuo Modern Educational Technology Center in Shanghai, Shanghai* 200062, *China*)

Abstract: *Its importance has been increasingly recognized, and the demand for intelligence education has emerged. To interpret the concept and practice of this new education, we reviewed the classic intelligence education theories (From IQ to MI). And we proposed a view that intelligence should include cognitive intelligence, emotional intelligence, spiritual intelligence, and that wisdom is formed by the integration of intelligence and character. We found three meanings included in intelligence education: intelligence technology-enabling education, intelligence technology-learning education, human intelligence-augmenting education. When analyzing the details of these three meanings, we found that intelligence education can be served as a practical approach to smarter education. In other words, smarter education (or education for wisdom) can play a guiding role in intelligence education. Finally, to promote the further implementation of "Education Informatization 2.0 Action Plan" published by the Ministry of Education, we proposed some constructive suggestions to guide the practice of intelligence education based on the ideas of smarter education.*

Key words: *intelligence education*; *smarter education*; *artificial intelligence*; *man-machine collaboration*; *blended intelligence*; *education informatization* 2.0

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能赋能教育与学习 *

贾积有[1,2]

（1. 北京大学　教育学院　教育技术系；
2. 北京大学　教育信息化国际研究中心，北京　100871）

[摘　要] 近年来，人工智能(AI)的迅速发展和广泛应用已引起了我国政府的高度重视，也受到了教育界的极大关注。从教育的本质特征和人工智能的研究领域来分析人工智能与教育的关系，可以发现：教育是提高人的自然智能的过程和系统；人工智能是在机器上实现的教育。并且大量国内外权威期刊的文献分析也表明，人工智能技术在教育领域的应用与传统教学方法相比，具有比较显著的正面影响。人工智能必将对人类的教育与学习方式产生重大影响。

[关键词] 人工智能；AI；大数据；STEM/STEAM；教学效果；教育；自然智能；智能教学系统；学习方式

[中图分类号] G434　　[文献标识码] A　　[文章编号] 1672-0008(2018)01—0039—09

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2018.01.004

一、引言

近年来，人工智能(AI)技术在围棋等领域取得了里程碑式的进展。2016 年初，谷歌人工智能团队在权威期刊 *Nature* 介绍了他们设计的人工智能围棋程序 AlphoGo 的原理，即以人类棋谱为样本，运用复杂的人工神经网络进行有监督的学习，人工智能机器人学会了与人类棋手对弈的走法[1]。随后，AlphoGo 先后战胜李世石、柯洁，让世人刮目相看。2017 年 10 月，谷歌人工智能团队再次在 *Nature* 上介绍了他们设计的人工智能围棋程序 AlphoGo Zero 原理：它采用无监督的学习，除了围棋规则之外没有学习任何人类棋手的走法，而是从零开始，自学成才。其使用人工神经网络改进搜索质量，通过反复迭代产生高质量的走法，最终以 100 比 0 的绝对优势战胜了其前身 AlphaGo[2]。

这些突破性的事件，引发了社会各界、特别是教育界对人工智能的广泛关注[3-7]。2017 年 7 月，国务院印发的《新一代人工智能发展规划》，特别强调人工智能对于教育的重要性[8]。那么，人工智能的学习与人类学习存在什么关系？人工智能真能成为教师，来帮助学生学习围棋等领域的知识？人工智能对教育的影响究竟表现在哪些方面？人工智能会对人的学习方式产生何种影响？本文将围绕这些问题展开深入地探讨。

二、教育是提高人类自然智能的系统和过程

教育作为一个名词，是指一个由人和物所组成的动态系统或者指这个动态系统的变化过程。在这个系统中，必须以人作为受教育者。所谓的受教育者是指他(她)的(自然)智能在这个动态系统中得到提高的人。所以教育是一个受教育者的智能得到提高的动态系统，或者指受教育者在这个动态系统中的智能得到提高的过程[9]。人类的自然智能就是人类具有的智力和行为能力，包括感知能力、记忆能力、思维能力、行为能力和语言能力。人类智能也可以按照其他标准来分类，例如，加德纳(H. Gardner)的多元智能理论将人类智能分为九种：言语、逻辑、视觉(空间)、音乐(节奏)、身体(运动)、人际交往智力、自我内省智力、自然观察、存在智力。教育系统中的不同学科，就是培养受教育者某个或者某些方面的自然智能。

一般来说，教学系统是个典型的动态复杂系统，它存在于一个有限的时间范围内。在这个有限的时间范围中，教学系统的动态性体现在它组成元素的动态变化上，其中变化最明显的元素应当是受教育者。在刚进入这个教育系统时，受教育者对教学内容一无所知或者知之甚少。随着教学活动的展开和教

* 基金项目：本文系 2017 年北京大学本科教改立项项目“教育与人工智能”(项目编号：20173048)的研究成果。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

育者的教诲,受教育者逐渐了解、掌握了相关的教学内容,并提高了这方面的智能。从这个教学系统的开始到结束,受教育者的自然智能变化究竟有多大(或者说其智能的提高有多少),依赖于受教育者本身、教育者、教学内容和教学方法的综合作用。

我们在衡量一个教学系统的工作效率的时候,可以采用以下公式:

教学系统的工作效率=该系统中所有受教育者的自然智能的提高程度总和/[(该系统所耗费的教育者的人力资源总和+该系统所耗费的自然资源总和)×该系统所耗费的时间]

在教学系统中受教育者自然智能的提高,可以通过三个方面来进行较为全面的评估:(1)知识与能力;(2)情感与态度;(3)方法与过程。当然如何公平、客观、准确地度量这三个方面,也是一个世界范围内的难题。国际上的PISA测试和我国林崇德教授团队提出的学生核心素养等,都可以说是对此做的有益尝试。

目前,在日常学校教学中,操作性较强、也较为公正客观的办法是用某门学科的学习成绩及其变化来度量学生知识与能力的变化,不少教学研究和实践则通过调查问卷来收集学生在情感与态度、方法与过程上的变化。通常学习成绩变化的量度方法有两种:一是同一样本的纵向变化,如,内容相同的两次测试(即前测和后测)的变化;二是不同样本的横向比较,如,实验班和对照班在同一次测验中的成绩差异。在教育研究中,常用平均分数来表示一个系统中全体受教育者成绩的集中程度;用标准差来表示在一个系统中全体受教育者成绩的离散程度;用T检验或者F检验来检验纵向变化或者横向差异的显著性;用ES(Effect Size的缩写,翻译为效应量、效果尺度、效果规模或者效果水平)来表示纵向变化或者横向差异的幅度[10]。ES的计算公式有Cohen's d[11-12]、Hedge's g[13]等。Cohen认为,相对而言,ES在0.2附近表示较小的效果;ES在0.5附近时表示中等程度的效果;ES在0.8以上表示很大的效果。美国教育部教育科学研究所[14]认为,ES=0.25时,即可以说这样的教学效果很显著。

为了达到较好的教学效果、提高效率和效益,一般教学系统中的教育者应具备以下能力:掌握学科知识,表达学科知识,了解学生进度,释疑解惑,激发兴趣,因材施教。掌握知识这一基本能力是在职前接受专业知识教育的过程中必须具备的。其他五种能力,则是教育者在教学实践中,在一定的教学理论指导下逐渐掌握的。

三、人工智能是在机器上实现的教育

人工智能是用人工的方法在机器上实现的智能,或者说就是人们使用机器模拟人类和其它生物的自然智能,包括感知能力、记忆和思维能力、行为能力、语言能力。1956年计算机的诞生,即标志着人工智能时代的到来。可以说,人工智能就是在机器上实现类人的教育,或者说是对机器实施教育。这个观点从人工智能的研究领域可以得到证实:人工智能自诞生以来逐渐发展,囊括了诸多领域,而这些领域与人类教育的过程紧密相关,若干研究路线也与教学系统中的教学理论不谋而合。

第一,知识表示。也称作知识工程,主要研究如何在计算机上表示、存储和搜索常识性知识和专业性知识。这相当于在教育系统中首先让教育者掌握知识的过程,也相当于提高机器的记忆智能。具体表示方法有:产生式规则表示法、语义网络、自然语言表示法、框架法、脚本法等。产生式规则表示法最为原始,也被广泛应用,其实是认知主义在人工智能领域的具体应用,即强调计算机和人脑一样,是一个具有信息输入、存储、处理、加工和输出的载体,智能就体现在对信息的处理和加工过程中。

第二,机器学习。主要研究如何用计算机获取知识,即从数据中挖掘信息,从信息中归纳知识,实现统计描述、相关分析、聚类、分类、规则关联、预测、可视化等功能,也称作数据挖掘、知识推理或者知识发现。这相当于在教育系统中让受教育者学习知识的过程,也相当于在提高计算机的思维智能。常用方法有:产生式规则推理、回归分析、决策树、人工神经网络(深度学习)、遗传算法、Bayes算法、邻近算法、模糊逻辑、粗糙集等。产生式规则推理与知识表示中的产生式规则表示法一脉相承,是认知主义的具体应用。人工神经网络则是模拟人脑中由大量的神经元及其复杂连接构成的神经网络的并行计算能力,从早期的Hebb规则到Hopfield网络、自组织网络等算法,发展到目前的深度学习算法,深度学习算法借助大量高速运算的CPU和GPU实现并行计算,具有较强的分类、聚类和预测等功能。而互联网和物联网环境下的大数据,则为深度学习提供了海量的学习和评测样本;这可以说是连接主义在计算机上的具体实现。

第三,模式识别。主要研究如何识别一般自然物

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

体、图像、人类特征(语音、指纹、情感、体感等)等,相当于提高计算机的感知智能。具体方法需要借助知识表示和机器学习的研究成果,例如,深度学习和大数据技术在近几年取得了巨大突破,也被广泛应用在语音、图像、人脸、情感等模式识别中,这大大提高了识别的精确率和召回率。

第四,自然语言处理。主要研究如何理解和产生人类自然语言,包括语音和文字两种形式,而文字又包括词语形态、语法、语义、语用和篇章五个层次,相当于提高计算机的语言智能。具体方法需要借助语言学、心理学、社会学等多个学科的研究成果,例如,乔姆斯基语法体系影响深远;也要借助知识表示和机器学习的研究成果,例如,基于规则的产生式表示法是一种传统的自然语言处理技术。而基于大量语料借助深度学习等算法进行数据挖掘的自然语言处理技术,则在近几年成效显著。

第五,智能机器人。主要研究如何让机器硬件能够像人类或者动物那样行动,例如,按照一定规则前进、后退、躲避障碍物等,相当于提高机器的行为能力和感知能力。人形机器人、自动行驶车辆可以说是智能机器人的最新成果。行为主义在机器人技术发展历史上起着重要作用,知识表示和机器学习领域的前沿技术,则为智能机器人的飞跃发展添砖加瓦。

第六,专家系统。主要研究如何在在特定领域中模仿专家行为、辅助用户管理决策,相当于提高机器的多种智能,包括感知、行为、记忆、思维和语言等。一般包括规则库、综合知识库、推理机、人机接口等部分,需要综合应用以上各个领域的研究成果。例如,教育领域的专家系统即智能教学系统。

综上,人工智能就是在以计算机为代表的人造机器上实现的人类教育,或者说是对机器实施教育。所不同的是,人类教育要耗费较长的时间,例如,让学生掌握常识性知识的义务教育需要花费十年左右的时间以及大量的人力、物力资源;每个人的教育过程和教育产出都有所不同,甚至异彩纷呈。而人工智能却可让一个机器在具有一定智能的基础上,通过拷贝等办法,让大量机器在一瞬间同时具有相同的智能。可以想象,将来生产千万个能够取得优异成绩的高考机器人,也是分秒之间的事情。

四、人工智能对教育具有较显著的正面影响

(一)知识表示

对人类常识性知识和专业性知识大规模数据库的研究,从上个世纪 80 年代开始,主要是像编纂大百科全书一样,聘请各个领域的专家编写词条,然后通过一定的格式存储在计算机中,并通过复杂的语义网来表示这些词条之间的关系。

美国军方资助的大型知识库项目 CYC [15]就是一个典型例子,它目前的 4.0 版本包括了 239,000 个概念(Term),以及关于这些概念的 2,093,000 个三元组(Triples,就是事实)。另外一个业界著名的例子是曾经得到过美国国家科学基金会资助的美国普林斯顿大学的 Wordnet[16],它是一种按照一定结构组织起来的语义类词典,标明了名词之间、动词之间、形容词之间、副词之间以及这些词类相互之间复杂的语义关系:同义、反义、上下位、蕴含等。这样就构成了一个比较完整的词汇语义网络系统:在词汇概念之间建立多种语义的联系和推理,词汇关系在词语之间体现,语义关系在概念之间体现。

进入 21 世纪以来,随着国际互联网和 Web2.0 的普及,人们自发参与编纂的知识库系统规模越来越庞大。最典型的是维基百科[17],目前已有 5,529,270 个英文条目,近百万条汉语条目,以及数百万条其他语言的条目。这些条目通过超链接方式进行广泛互联。国内的百度百科、互动百科、搜狗百科等也各自都有超过千万条以上的条目。这些民间知识库不仅资源丰富,也通过各种机制来尽量保证内容的正确性、准确性和及时性。所以,民间知识库已经成为不少官方数据库的数据来源,例如美国的 CYC、德国官方资助的知识库项目 YAGO[18]等,都将维基百科作为其知识来源之一。

这些基于互联网的知识库内容日益丰富,大多是免费开放的,不仅成为很多智能系统的知识来源,也成为各个阶段的教育者获取教学资料、学习者获取学习资料的重要渠道。借助于谷歌、百度等搜索引擎,用户可以在几秒之内获取与教学内容相关的文字、图片、音频、视频等多媒体资源,这远远超过从传统图书馆或者印刷品中搜索信息的速度。可以说,这些知识库已经扩展为一个网脑或“全球脑”,它极大程度地扩展了人类的记忆智能。有效搜索和使用这些知识库资源,已经成为当下教师教育技术能力和信息能力水平考试的一个重要考点,也构成了互联网时代教育者和受教育者的一个基本信息素养。这是信息技术对教育具有革命性影响的一个重要体现。

(二)机器学习

借助微软的 EXCEL 和 ACCESS 等通用的数据

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

处理软件,可以对数据进行统计描述、相关分析等较为简单的数据分析和挖掘;借助 IBM 的 SPSS、MathWorks 的 Matlab、Wolfram 的 Mathematica 等商用软件以及 R[19]和 WEKA[20]等开源软件系统,则可以实现机器学习的所有功能,包括对大数据的处理。利用这些工具,可以进行教育数据挖掘(Educational Data Mining,EDM)和学习分析(Learning Analytics,LA)。

教育数据挖掘是指从教育领域积累的数据中提取信息,发现知识,以便帮助教育管理者和决策者更好地进行教育管理和决策。数据可以是师生在教学活动中产生的数据,也可以是教育管理活动中用到的数据;可以是在线系统产生的,也可以是离线积累的数据。

学习分析则侧重对学生的学习行为中产生的数据进行分析,以便提取信息,发现知识,帮助教育者更好地实施个性化和适应性教学活动。通过学习分析,学习者可以更准确地认识自己,开展针对性学习,改进学习效果,提高学习效益。例如,对学习者聚类或者分类,建立学习者模型等。数据同样可以是由在线系统产生的,也可以是离线积累的数据。

关于机器学习在教育领域的应用,国内外已有不少文献综述和元分析研究。笔者研究团队借助 WEKA 等数据挖掘系统,分析了慕课大数据[21],建立了在线学习活动指数 OLAI,设计了基于 OLAI 的智能教学系统[22]。国外 Pena-Ayala[23]对教育数据挖掘领域的文献进行元分析,筛选出了从 2010 年到 2013 年第一季度的 240 篇文献。文献涉及到 222 种数据挖掘方法和 18 种工具,然后研究者从各个角度对这些文献进行了分类统计。例如,从数据挖掘任务角度划分为 10 种:分类(42.1%)和聚类(26.86%),其他还有回归、规则关联等;从涉及到的教育系统角度分为 37 种:智能教学系统(39.64%)、学习管理系统(9.01%)、传统教育(9.01%)、基于计算机的教育(6.76%),等;从涉及到的应用系统角度分为 37 种:Algebra(15.38%)、ASSISTments(14.62%)、Moodle(10%)、Algebra-Bridge(7.69%),等;从功能上分为 4 大类:学生模型(包括行为建模和表现建模等)占 61.72%,学生支持和反馈(9.46%),课程、领域知识和教师支持(8.56%),测试评估(20.27%)。

(三)模式识别

基于 Ekman 普适情感状态和面部动作编码系统等理论[24-25]的人脸识别、眼睛识别、情感识别、体感识别技术逐渐成熟。例如,德国夫琅和费研究所的脸部识别系统 SHORE[26],可以较好地识别摄像头实时捕捉到的视频中的人脸、眼睛、喜怒哀乐等面部表情;美国 Tobii 公司生产的眼动仪及其配套软件可以实时跟踪用户眼睛的移动和动作[27]。当然,属于模式识别的语音识别成就也十分巨大。

国际上已经有了大量情感识别等模式识别教育应用方面的研究。Shen 等[28]使用来源于生物生理学信号处理的情感检测技术,设计了一种情感化的电子化学习模型,将其应用到上海开放大学的电子化学习平台上,帮助学生改进学习体验,根据学习者的情感状态来定制个性化的学习材料。实验表明:参与和疑惑是在学习过程中最重要和最常出现的情感,应用情感识别技术的学习,比不用情感识别技术的学生成绩高出 91%。D'Mello 等[29]开发了一套基于眼动仪设备的智能教学系统,它可以跟踪学习者眼球运动并能识别其无聊和注意力分散状态,并在这些状态下引导学习者注意力集中到屏幕的助教动画代理身上。通过对照实验,他们发现:这个系统确实能够动态地引导学生关注屏幕上的重要学习内容,增加学生在需要深入思考的问题方面的收获,加强了学生的学习动机和参与度。笔者团队也初步实现了对汉语文本进行情感识别的系统[30]开发。

另外,Wu 等[31]从 1997 到 2013 年的 178 篇关于情感计算的权威期刊论文中筛选出 90 篇论文,从各个角度进行分类。他发现这些论文所涉及到的学习领域包括:科学 22 篇、工程与计算机科学 14 篇、语言和艺术 13 篇、社会科学 8 篇、其它 9 篇,其它 24 篇不涉及任何学习领域,而是关注学习动机、观念和算法;在识别方法中最常用的是传统调查问卷(26%)、皮肤导电反应(16%)、面部表情(11%)、心跳(9%)、脑电图(6%)、文字(6%)、肌电图(4%)和语音(3%),其他还有教室观察、面对面谈话、交互软件代理和光学体积描记术等;10 种最常见的情感状态是:高兴、惊奇、中性、无聊、悲伤、愤怒、恐惧、沮丧、厌恶和兴趣。

(四)自然语言处理

在语音、词语形态、句法、语义、语用和篇章等各个层次上,自然语言处理技术都取得了长足进步。我国"科大讯飞"[32]等公司的语音识别和合成技术已可以与常人媲美;中国科学院计算技术研究所分词系统[33]等开放的汉语分词系统功能强大;美国斯坦福大学语法分析器 Stanford Parser[34]等开源的语法分析系统适用于英语、汉语等多种语言;谷歌、百度、微软

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

等公司的翻译技术日益成熟。

自然语言处理技术在教育上的应用主要有两个方面：一是作为辅助工具应用到语言教学上，即CALL(计算机辅助语言教学)；二是作为人机交互手段应用到智能教学系统上。在CALL领域，我国一大批系统进入实用状态，例如，科大讯飞语音系统被广泛应用在汉语、英语教学和考试评测上；批改网[35]批改了全国的三亿多篇英语作文，减轻了英语老师的批改负担，为学生提供了全天候、个性化的辅助写作服务。

对于计算机辅助语言教学的教学效果这一主题，国内外已有大量实证研究[36-38]，也有很多基于这些实证研究的元分析。Zhao[39]分析了1997-2001年5本期刊上的CALL实证研究论文，发现这些论文中的实证研究的ES平均值为1.12，这是非常显著的教学效果。Taylor的元分析[40-41]发现计算机支持的词汇学习比传统纸质方式的词汇学习效果更好。Grgurovic等的元分析[42]从1970年到2006年出版的CALL文献中筛选出37篇实证研究论文，包括了52个具有ES值的实验，发现总体ES均值为0.23，代表一个较小的但是显著的正面效果。Golonka等[43]分析了350多篇CALL方面的实证研究论文，比较了技术支持的教学与传统教学的效果，发现在计算机支持的语音训练、特别在自动语音识别方面，教学效果尤为显著。它能够改进学生发音并提供及时而准确的反馈，网上聊天也会显著促进提高学生语言的产出量和复杂性。技术对于学习者的情感动机、交互能力、元语言能力等，都具有较好的促进作用。

(五)智能机器人

智能机器人作为人工智能技术中集大成的一个跨学科领域，将其应用于教育中，对于科学、技术、工程和数学学科(STEM)的整合式教学至关重要。它鼓励探索、动手操作与学习，将工程技术概念应用到真实世界中，减少科学和数学的抽象性，提高学生的学习兴趣，激发学习动机，增强自信心，增进交流和合作能力、问题解决能力和创造性思维[44]，同时减少焦虑等负面情感体验[45]。

自著名人工智能专家和教育技术专家Papert[46]强调在课堂上使用可编程、积木化的材料来教小学生控制机器人以来，已有大量研究证明了机器人教学整合对于学习效果的正面促进作用。例如，其有助于小学生科学学科成绩的改进；可促进小学和中学STEM知识的学习；有利于小学和中学生数学成绩的提高；可增强中学生物理内容知识的掌握；有助于中学生工程设计技能的增强；可促进STEM学习中关键能力的提高(如，空间能力、图形解释能力、图形序列能力等)[47]。

Merkouris等[48]探讨了学习可触摸计算机(如，机器人和可穿戴计算机)编程的教学效果。他们将36名学生分为三个组，分别使用不同的设备：台式机、机器人和可穿戴计算机；每个组都应用相似的基于模块的可视化编程环境，测量学生在情感、态度和计算机编程能力上的变化。实验结果表明：与使用台式机相比，使用机器人的学生表现出更为强烈的学习编程倾向；不管是机器人还是可穿戴计算机，都对学生的学习顺序、重复和分支结构等基本计算概念，产生了显著的正面影响。

Danahy等[49]以四所美国大学机器人教育的实践为例，分析了“乐高机器人”15年来在工程教育中所起到的作用。从1998年的RCX到2013年的EV3，乐高教育将模块化的编程语言与模块化的搭建平台结合起来，使得所有年龄段的学生都能建造各种各样的物件，从机器人动物到会玩儿童游戏的机器人。更为重要的是，它允许学生们对同一个问题给出不同的答案，从而建立一个学习化社区。

Kim等[50]介绍如何帮助在校师范生应用机器人来学会设计和实施STEM教育。研究者调查了学生通过机器人参与STEM学习和课程的情况，收集的数据包括调查问卷、课堂观察、访谈、教学计划。定量和定性数据分析表明，这些职前师范生积极而专注地参与到机器人学习活动中，极大地提高了STEM参与程度；学生的教学设计表明其STEM教学能力正在朝着富有成果的方向发展，尽管仍有不少值得改进的地方。这些发现证明，机器人技术能够被应用到改变教师对STEM教学的态度，提高教师STEM教学能力的活动中去。

(六)专家系统—智能教学系统

教育领域的专家系统就是智能教学系统(ITS)，是指一个能够模仿人类教师或者助教来帮助学习者进行某个学科、领域或者知识点学习的智能系统。一个成功的智能教学系统应当具备教育者的基本功能，即拥有某个学科领域的知识；用合适的方式向学生展示学习内容；了解学生的学习进度和风格；对学生的学习情况给予及时而恰当的反馈；帮助学生解决问题。为了实现这些功能，一个智能教学系统通常包括教师模块、学生模块、教学模块和交互模块。教

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

师模块采用产生式表示法等各种知识表示方法来存储学科领域知识；学生模块反映学生认知和情感状态、学习风格等个性信息；教学模块体现认知主义、建构主义等各种教学理论和方法；交互模块采用自然语言对话、情感或体感识别、虚拟现实与增强现实等技术来实现学习者和系统之间的人机交互[51]。

智能教学系统已有半个多世纪的研发和应用历史。行为主义心理学家斯金纳在权威期刊《科学》上发表的论文[52]可以说是智能教学系统的鼻祖。他通过这个机械装置构成的机器，实现了在行为主义指导下的程序教学法。这个机器可以用来教授低年级阶段的语言单词拼写和算数等知识，也可以用来教授高中到大学阶段的知识内容。他和同事们建造了十台这样的机器，哈佛和拉德克利夫大学有将近200名本科生使用这些机器学习人类行为的课程。学生的调查问卷和访谈验证了这种机器教学所预期的优越性：与传统的学习方式相比，学生花费了较少时间，但是学会了较多知识；学生不必等待很多时间，就可以立即知道本人的学习状况。

从20世纪70年代以来，各个学科的智能教学系统不断涌现，典型的如采用苏格拉底对话式的地理教学系统SCHOLAR，用于程序教学的SOPHIE和BUGGY，用于地球物理教学的WHY，用于医学教学的GUIDON，具有适应性学习能力的MAIS，用于LISP教学的ELM-ART，用于数学教学的PAT和Algebra Cognitive Tutor，用于医学教育的CIRCSIM，用于物理、数学、编程等教学的AutoTutor，用于数据库知识教学的KERMIT，用于语言教学的TLCTS [53]和CSIEC[54]，等等。

这些智能教学系统的教学效果也得到了较为严格的验证。Koedinger etc. [55]介绍了他们多年研发的数学智能导师系统PAT的原理、技术和在美国城市高中的大规模实际应用。匹兹堡市数学教学项目（PUMP）所设计的代数课程以真实世界中的数学问题分析和计算工具使用为中心。其以用户为中心的设计方法满足了用户在课程目标和课堂教学上的需求，也展现了设计团队在数学教学、人工智能和认知心理学上充分结合的优势。基于ACT理论，PAT建立了一个模仿优秀学生表现的心理模型，该模型包括一连串“如果-就”形式的产生式规则，来解决问题的大量步骤和学生典型的错误步骤。这个模型是两个学生模型的基础：模型跟踪和知识跟踪。模型跟踪通过比较学生解决问题时所表现出来的行为与心理模型所定义的行为差异来监控学生的学习过程；而知识跟踪则用来监控学生解决不同问题时的学习。PAT系统正是支持并实现了这种教学思想，因而被常态整合到匹兹堡市三所九年级代数课程中。这些学校1993-1994学年的评估结果显示，470名参与实验学生在标准化考试中的平均成绩比对照班高出15%（ES=0.3），而在以PUMP为考察核心的考试中高出100%（ES=1.2）。

这项应用研究表明，实验室中的智能教学系统可以满足大规模教学实践的需求。PAT根据学生的操作给予及时恰当的反馈和帮助性提示；这种即时反馈和帮助是智能教学系统对学生产生认知和动机正面影响的一个重要原因。通常来说，一个学生需要花20-30分钟来解决一个计算价格性质的数学问题；而要实现同样的教学目标，传统的延迟反馈比这样的及时反馈要让学生多花3倍以上的时间。

Graesser etc.[56]介绍了AutoTutor，一个基于建构主义理论的模仿人类导师与学习者进行自然语言对话的系统。这种对话通过一个对话角色代理和三维交互模拟得到了加强，以便增强学习者的参与感和学习深度。该系统的对话基于错误概念与期待值之间误差的矫正模型，用潜在语义分析工具来判断学生输入文本，并将之与对话期待值或者错误概念进行匹配。

对于AutoTutor的评估在四个层面展开：第一是系统的对话输出的合理性，已有研究表明，这种合理性与人类导师相差无几；第二个层次是其产生对话的质量，让学生作为旁观者进行的图灵测试[57]，以表明他们无法区分系统产生的对话与人类导师发出的对话的差异；第三个层次是它在教学上的应用能否帮助学生提高学习成绩，这个系统在大学计算机文化和概念性物理学教学中的应用，不管是在实验室还是班级常规教学中，对学生的影响效果都是正面的，ES从0.2到1.6，具体值与教学科目、学习效果的测量方法和比较条件有关；第四个层次是学生是否喜欢使用这个系统进行学习。

笔者所在的研究团队将智能技术整合于中学英语教学。经过在四所中学多个学期较为严格的实证研究，证明智能系统支持的混合式教学对于提高学生学习兴趣和学习成绩具有较为显著的促进作用。实验班与对照班的常规考试成绩相比效果尺度ES大小为从0.12到0.45[58]。同时，研究团队也对一个数学智能教学系统“乐学一百”在初中的课程整合进行了评估，发现智能系统支持的混合式教学可以将实验班学生的成绩显著提升，效果尺度从0.18增加

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

到0.25[59]。

国际上也有不少关于智能教学系统的元分析。Vahlehn[60]在基于与智能教学系统相关的搜索结果中,按照严格条件筛选出了 44 篇文献,通过元分析方法,比较了在人类导师、计算机辅助教学系统和无导师情况下的教学效果。计算机辅助教学系统根据人机交互界面的颗粒度大小,分为基于答案的、基于步骤的、基于小步骤的导师系统。大部分智能教学系统具有基于步骤的或者基于小步骤的人机交互功能,而其他计算机教学系统(如,CAI、CBT、CAL 等)则具有基于答案的人机交互功能。已有的研究认为,辅导的步骤越小,教学效果越显著;与没有导师的学习情况相比,基于答案的计算机教学系统、智能教学系统、人类导师系统的 ES 分别为 0.3、1.0 和 2.0。有趣的是 Vahlehn 的元分析研究却表明, 人类导师的 ES 只有 0.79,而智能教学系统的 ES 为 0.76,两者没有显著性差异。

Kulik 和 Fletcher[61]再次使用元分析技术研究智能教学系统的效果。他们按照一定条件搜索相关数据库,获得 550 篇候选文献;研读这些文献后,按照更加严格的条件筛选出 50 篇智能教学系统方面的文献。对这 50 篇文献的分析表明:46 篇(92%)文献证明后测中使用智能教学系统的实验学生的学习效果好于对照组学生;其中的 39 篇(78%)的 ES 大于 0.25;平均 ES 是 0.66。

智能教学系统的效果也是稳定可靠的。50 个案例发生在不同时间、场合和教育环境中,比如分布在四个大洲的 9 个国家。其中 39(78%) 在美国,平均 ES 为 0.56;其他 11 个国家的平均 ES 为 0.79。智能教学系统不仅仅走出了它的发源地美国, 还走向了世界各地,而且在其他地方发展得还很好。不过,智能教学系统的这种中等以上的教学效果是相对于为研究而特殊设计的测试而言的。在这 50 个研究中,使用特殊测试的研究平均 ES 是 0.73,而其他采用标准化测试的研究平均 ES 只有 0.13,这是元分析中非常普遍的现象。该文由此认为,在相关研究中的绝大多数智能教学系统对于学生学习效果的促进作用不仅仅是正面的,而且对于教学而言是足够大的,智能教学系统可以成为非常有效的教学工具。

总之,在智能教学系统领域,不管是众多的实证研究还是元分析的结果都证明, 与传统教学方式相比, 智能教学系统对于学生的学业表现都具有比较显著的正面影响。

五、人工智能促进人类学习方式变革

丰富多样的网络资源、日益成熟的人工智能技术正在提供越来越快速、便捷的技术支撑,这使得我们可以进行适应性、个性化的学习,而不仅仅被局限于正规学校里发生、进行的传统学习。

第一,借助“网脑”搜索所需要的任何领域的知识。维基百科、百度百科等网上知识库的内容几乎可以说是无所不包,并且准确性、正确性和及时性越来越高,其可以提供与任何学科有关的资料。

第二,借助机器翻译系统阅读和学习外文资料。随着我国国际化程度的进一步提高,经济、社会、教育、文化、体育等各个领域的国际交流日益广泛,需要我们阅读一定的外文资料。谷歌翻译、百度翻译等网上多种语言翻译系统的翻译效果越来越好, 可以帮助我们翻译单词、句子和篇章,并提供词汇解释和例句、合成语音等辅助学习功能。即使没有学过某种外语,我们也可以了解该语种资料的大致含义。

第三,借助语言技术学习外语。比如,使用“批改网”等系统提交英语作文,在得到系统即时反馈后多次修改拼写、语法和修辞等错误直到满意为止;借助“讯飞畅言语音系统”、“英语流利说”、“英语模仿秀”等系统学习英语发音。

第四,借助智能机器人学习编程,培养计算思维和创造性思维。“乐高机器人”、“能力风暴”等智能机器人系统都提供了与硬件配套的可视化、模块化编程环境,如 Scratch 等。这便于我们学习控制机器人的传感器和行动装置,学习顺序、分支、循环等程序结构和并发计算, 并在此基础上发挥我们的想象力和创造力,设计、搭建、开发出富有创意的作品。

第五, 借助智能教学系统进行某个学科的深入学习。比如在数学方面,可以借助“乐学一百”、“可汗学院”、“数学盒子”、“洋葱数学”等智能学习平台,找到与本人知识阶段相应的内容; 或者借助平台的自动推荐功能, 深入学习代数、几何等某个领域的知识,通过平台的自测功能看到自己的进步与不足、甚至是具体形象的学科画像, 然后继续学习系统推荐的微课或者阅读材料等内容; 或者参与系统推荐的练习,直到自己牢固掌握这些知识为止。笔者团队提出并设计的基于在线学习活动指数的智能教学系统,就具有这样的功能[62]。

第六,用适合自己学习风格的方式进行学习。学习风格作为影响学生学习的一种个性化要素, 受到教育研究者广泛关注。Keefe 定义学习风格为[63]:“认

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

知的、情感的和生理上的因素的组合，能够相对稳定地表明一个学习者如何感知学习环境，与环境交互及做出反应”。不同学习风格的学习者，会对一定的学习媒体产生不同的偏好。例如，Memletics 学习风格量表将学习风格划分为七个维度：视觉、听觉、言语、逻辑、社会、个体、身体，每个维度的取值在[0,20]。智能教学系统会根据学习者的过程数据或者调查反馈结果，确定学习者的学习风格，并据此向学习者推荐合适的学习媒体、方法与路径。

总之，现在人人都可以借助人工智能技术，创建人机和谐的学习环境。我们可以期待，在不久的未来，人工智能技术可以创造出更加个性化、适应性、服务于终身学习的智能普适学习环境。在这个环境中，任何人，不管想学什么、在什么地方都可以学习；学习可以是个性化的，智能教学系统就像教师一样在旁边辅导；学习也可以是社会化的，就像在传统教室里一样，有竞争也有协作。

[参考文献]

[1]Silver D, Huang A, Maddison C J, et al. Mastering the Game of Go with Deep Neural Networks and Tree Search[J]. Nature, 2016, 529(7587):484.

[2]Silver D, Schrittwieser J, Simonyan K, et al. Mastering the Game of Go without Human Knowledge[J]. Nature, 2017, 550(7676):354.

[3]陈凯泉，沙俊宏，何瑶，等.人工智能 2.0 重塑学习的技术路径与实践探索——兼论智能教学系统的功能升级[J]. 远程教育杂志，2017(5):40-53.

[4]牟智佳.“人工智能+”时代的个性化学习理论重思与开解[J]. 远程教育杂志，2017(3):22-30.

[5]吴永和，刘博文，马晓玲.构筑“人工智能+教育”的生态系统[J].远程教育杂志，2017(5):27-39.

[6]余明华，冯翔，祝智庭.人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索[J]. 远程教育杂志，2017(3):11-21.

[7]张坤颖，张家年.人工智能教育应用与研究中的新区、误区、盲区与禁区[J]. 远程教育杂志，2017(5):54-63.

[8]国务院公告.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL].[2017-12-10].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.

[9]Jia J. The Cost-Effect Analysis of Integration of CSIEC System into English Instruction[J]. Intelligent Web-based English Instruction in Middle Schools, 2015.

[10]Coe R. It's the Effect Size, Stupid: What Effect Size is and Why it is Important [C]// Conference of the British Educational Research Association，2002.

[11]Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences Second Edition[M]. Lawrence Erlbaum Associates, 1988：19-74.

[12]Cohen J. A Power Primer[J]. Psychological Bulletin, 1992,112(1): 155-159.

[13]Hedges L V, Olkin I. Statistical Methods for Meta-Analysis[J]. New Directions for Program Evaluation, 1985, 1984(24):25-42.

[14]U.S. Department of Education. Institute of Education Sciences, What Works Clearinghouse [R]. High school mathematics intervention report,2013.

[15]Cyc[EB/OL].[2017-12-10]. http://www.opencyc.org.

[16]Wordnet[EB/OL].[2017-12-10].http://wordnet.princeton.edu.

[17]Wikipedia[EB/OL].[2017-12-10].https://www.wikipedia.org.

[18]YAGO[EB/OL].[2017-12-10].http://www.mpi-inf.mpg.de/departments/databases-and-information-systems/research/yago-naga/yago.

[19]R Project[EB/OL].[2017-12-10].https://www.r-project.org.

[20]WEKA[EB/OL].[2017-12-10]. http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka.

[21]贾积有，缪静敏，汪琼.MOOC 学习行为及效果的大数据分析——以北大 6 门 MOOC 为例[J].工业和信息化教育，2014(9): 23-29.

[22]贾积有，于悦洋.学习活动指数 LAI 及在线学习活动指数 OLAI 的具体分析[J]. 中国远程教育，2017(4)：15-21+56.

[23]Peña-Ayala A. Educational Data Mining: A Survey and a Data Mining-based Analysis of Recent Works[J]. Expert Systems with Applications, 2014, 41(4):1432-1462.

[24]Ekman P. Universals and Cultural Differences in Facial Expressions of Emotions[J].Nebraska Symposium on Motivation,1972: 207-282.

[25]Ekman P. Facial Expressions of Emotion: New Findings, New Questions[J]. Psychological Science, 1992, 3(1):34-38.

[26]SHORE[EB/OL].[2017-12-10].http://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/bsy/tech/bildanalyse/shore-gesichtsdetektion.html.

[27]Tobie[EB/OL].[2017-12-10].http://www.tobii.com.

[28]Shen L, Wang M, Shen R. Affective e-Learning: Using “Emotional” Data to Improve Learning in Pervasive Learning Environment [J]. Journal of Educational Technology & Society, 2009, 12(2):176-189.

[29]D'Mello S, Olney A, Williams C, et al. Gaze Tutor: A Gaze-reactive Intelligent Tutoring System[J].International Journal of Human-Computer Studies, 2012, 70(5):377-398.

[30]贾积有，杨柏洁.文本情感计算系统“小菲”的设计及其在教育领域文本分析中的应用[J].中国教育信息化，2016(14):74-78.

[31]Wu C, Huang Y, Hwang J. Review of Affective Computing in Education/Learning: Trends and Challenges[J]. British Journal of Educational Technology, 2016, 47(6):1304-1323.

[32]科大讯飞.Iflytek[EB/OL].[2017-12-10].http://www.iflytek.com.

[33]计算所分词系统 Ictclas[EB/OL].[2017-12-10].http://ictclas.nlpir.org..

[34]Stanfordparser[EB/OL].[2017-12-10]. http://nlp.stanford.edu/software/lex-parser.shtml#Citing.

[35]批改网[EB/OL].[2017-12-10].http://www.pigai.org.

[36]Johnson W L, Valente A. Tactical Language and Culture Training Systems: Using AI to Teach Foreign Languages and Cultures[J].AI Magazine，2009，30(2): 72-83.

[37]Jia J, etc. Effects of an Intelligent Web-based English Instruction System on Students' Academic Performance[J]. Journal of Computer Assisted Learning, 2013, 29(6):556-568.

[38]Mcnamara D S, Crossley S A, Roscoe R. Natural Language Processing in an Intelligent Writing Strategy Tutoring System [J]. Behavior Research Methods, 2013, 45(2):499-515.

[39]Zhao Y. Recent Developments in Technology and Language Learning: A Literature Review and Meta-analysis [J]. CALICO Journal, 2003,21(1): 7-27.

[40]Taylor A. The Effects of CALL versus Traditional L1 Glosses on L2 Reading Comprehension[J]. CALICO Journal, 2006，23：309-318.

[41]Taylor A. CALL-based versus Paper-based Glosses: Is there a Dif-

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

ference in Reading Comprehension? [J].CALICO Journal, 2009,27(1):147-160.
[42]Grgurovic M, Chapelle C A, Shelley M C. A Meta-Analysis of Effectiveness Studies on Computer Technology-Supported Language Learning[J]. Recall, 2013, 25(2):165-198.
[43]Ewa M Golonka, Anita R Bowles, Victor M Frank, et al. Technologies for Foreign Language Learning: A Review of Technology Types and their Effectiveness[J]. Computer Assisted Language Learning, 2014, 27(1):70-105.
[44]Altin H, Pedaste M. Learning Approaches to Applying Robotics in Science Education[J]. Journal of Baltic Science Education, 2013, 12(3):365-377.
[45]Eguchi A. RoboCupJunior for Promoting STEM Education, 21st Century Skills, and Technological Advancement through Robotics Competition[J]. Robotics & Autonomous Systems, 2015, 75:692-699.
[46]Papert S. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas[M]. New York: Basic Books, 1980.
[47][50]Kim C M, Kim D, Yuan J, et al. Robotics to Promote Elementary Education Pre-service Teachers' STEM Engagement, Learning, and Teaching[J]. Computers & Education, 2015, 91(C):14-31.
[48]Merkouris A, Chorianopoulos K, Kameas A. Teaching Programming in Secondary Education through Embodied Computing Platforms: Robotics and Wearables[J]. Acm Transactions on Computing Education, 2017, 17(2):1-22.
[49]Danahy E, Wang E, Brockman J, et al. LEGO-based Robotics in Higher Education: 15 Years of Student Creativity[J]. International Journal of Advanced Robotic Systems, 2014, 11(1):1.
[51]Jia J. Intelligent Tutoring Systems[M]//Mike Spector (Ed.). Encyclopedia of Educational Technology,2015: 411-413.
[52]Skinner B F. Teaching Machines[J]. Science,1958,128(3330): 969-977.
[53]Johnson W L, Valente A. Tactical Language and Culture Training Systems: Using AI to Teach Foreign Languages and Cultures[J]. AI Magazine, 2009,30(2): 72-83.
[54]Jia J. CSIEC: A Computer Assisted English Learning Chatbot based on Textual Knowledge and Reasoning[J]. Knowledge-based Systems, 2009,22 (4): 249-255.
[55]Koedinger K R, Anderson J R, Hadley W H, Mark M A. Intelligent Tutoring Goes to School in the Big City[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 1997,8: 30-43.
[56]Graesser A C, Chipman P, Haynes B C, et al. Auto Tutor: An Intelligent Tutoring System with Mixed-initiative Dialogue[J]. IEEE Transactions on Education, 2005, 48(4):612-618.
[57]Turing A. Computing Machinery and Intelligence[J]. Mind LIX ,1950 (236): 433-460.
[58]Jia J, etc. Effects of an Intelligent Web-based English Instruction System on Students' Academic Performance[J]. Journal of Computer Assisted Learning,2013,29(6):556-568.
[59]贾积有,张必兰,颜泽忠,等.在线数学教学系统设计及其应用效果研究[J].中国远程教育,2017(3): 37-44.
[60]Van Lehn K. The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and other Tutoring Systems[J]. Educational Psychologist, 2011,46(4):197-221.
[61]Kulik J A, Fletcher J D. Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review[J]. Review of Educational Research, 2016,86(1):42-78.
[62]Jia J, Yu Y.Online Learning Activity Index (OLAI) and Its Application for Adaptive Learning[C]//S K S Cheung et al. (Eds.). ICBL 2017: Blended Learning-New Challenges and Innovative Practices. Springer LNCS,2017:213-224.
[63]Keefe J W. Learning Style: An Overview[M]//J W Keefe (Ed.). Student Learning Styles: Diagnosing and Prescribing Programs. Reston, VA: National Association of Secondary School Principals,1979:1-17.

[作者简介]
贾积有,博士,北京大学教育学院教育技术系教授,北京大学教育信息化国际研究中心主任,主要研究领域:人工智能教育应用、教育技术学。

http://dej.zjtvu.edu.cn

Artificial Intelligence Empowers Education and Learning

Jia Jiyou[1,2]
(1.Department of Educational Technology, Peking University; 2.International Research Center for Education and Information, Peking University, Beijing 100871)

【Abstract】 The booming and extensive application of artificial intelligence in recent years have been paid great attention to by Chinese government and aroused much concern of education researchers and practitioners. Based on the essence of education and research fields of artificial intelligence, this article analyzes the relationship between artificial intelligence and education, argues that education is the process and system to improve the natural intelligence of human beings, and artificial intelligence is the education implemented on the machines. The literature review of a large number of domestic and international authoritative journal papers shows that the application of artificial intelligence in education has a more significant positive impact than the traditional instructional approach. The artificial intelligence will have a great influence on learning methods.

【Keywords】 Artificial Intelligence; AI; Big Data; STEM/STEAM; Instructional Effect; Education; Natural Intelligence; Intelligent Tutoring System; Learning Methods

收稿日期:2017 年 12 月 10 日
责任编辑:陈 媛

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

创新创业教育视角下的"人工智能+新工科"发展模式和路径研究*

许 涛 严 骊 殷俊峰 周 斌

(同济大学 创新创业学院,上海 200092)

[摘 要] 随着人工智能时代的到来、我国创新驱动发展战略的实施,以及高等教育深化改革和"双一流"建设的推进,建设工程教育强国、培养创新创业型卓越工程技术人才,成为当前我国高等教育机构新的使命和价值追求。创新精神、创业意识、创造能力、领导力和批判性思维能力等,有助于学生在竞争日趋激烈的全球化创新经济时代生存、发展并取得竞争优势。然而,当前与创新创业思维、态度、技能和知识相关的内容,尚未体现在我国工程教育的课程设置和教学活动中。鉴于此,从"人工智能+新工科"建设的本质和内涵出发,借鉴欧美高校把创新创业教育融入工程教育的实践经验和研究成果,从界定"人工智能+新工科"建设中创新创业教育的概念入手,并分析在"人工智能+新工科"建设中融入创新创业教育的路径、方式及其重要性,提出应把发展学生的"创新思维、创业意识和创造能力"作为人工智能时代"新工科"人才培养的标准和尺度,以培养具有技术创新能力的创新创业者、企业家或商业领袖等人才。

[关键词] 人工智能+;新工科;创新创业教育;复旦共识;天大行动;北京指南;模式和路径

[中图分类号] G420 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2018)01—0080—09

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2018.01.008

创新,日益成为全球经济发展和增长的核心驱动力,世界各国纷纷制定了鼓励、支持教育机构加强创新创业人才培养的战略和政策。正如美国"国家竞争优势理事会"(Council on Competitiveness)指出:人才,尤其是工科人才,是美国最重要的创新创业资本,特别是考虑到当前高等教育机构工科人才培养数量持续下降的现实。为扭转这一趋势,美国高等教育机构牢牢把握创新驱动下全球经济发展时代所带来的机会,开发了基于创新创业的工科课程以取代结构不良的、无法有效应对真实世界问题和挑战的传统课程,以重塑工科教育,赢得学生对工程技术学科的兴趣,并把培养学生的创造性思维、创新创业能力作为课程改革的重点和目标。[1]

近年来,我国也制定、实施了创新驱动发展战略,以新技术、新产品、新业态、新模式等"四新"为标志的,以"互联网+"、分享经济、绿色经济、创意经济、智造经济等为形态的新经济发展趋势,要求我国高等教育机构革新传统工科教育理念、目标、内容和模式,迎接经济新常态对工程技术人才的挑战,培养具有创新创业精神、态度、技能和知识的新工科人才。在此背景下,我国从国家战略高度适时提出了"新工科"建设战略,既为我国经济新常态夯实智力和人才基础提供支撑,也为我国在日趋激烈的全球竞争环境下获得竞争优势。与此同时,人工智能已成为引领人类未来的战略性技术,一些国家纷纷把发展人工智能教育与工科人才培养结合起来。

然而,目前我国的创新创业项目和课程并没有有效融入到工科教育教学中,教学理念和实践忽略了把创业作为学生的人生和职业选择之一。因此,从创新创业教育的视角深入研究和实施"人工智能+新工科"建设,并把创新创业教育融入"人工智能+新工科"教育,有助于培养符合"中国制造2025"和创新驱动发展战略需求的大量工程技术人才,这已成为当下我国高等教育机构"双一流"建设与发展的关键内容和核心目标。

* 基金项目:本文系科技部创新方法工作专项项目"大学生创新方法训练体系构建与应用示范"(项目编号:SQ2015IM3600024)的研究成果。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一、“人工智能+新工科”的提出和发展

(一)“新工科”建设的时代背景

技术创新引发的科技革命和产业变革，已经深刻改写了人类社会发展的历程，创造了新的社会、经济发展模式，并在谱写人类的未来新蓝图。在这一波澜壮阔的时代背景下，工程教育已成为国家竞争优势的重要来源，也是我国创新驱动发展战略、“双创战略”、“一带一路”和高等教育机构“双一流”战略的支撑点。目前，我国拥有世界上规模最大的工程教育，2016年，高校工科在校生占高等教育在校生总数的1/3，人数高达538万人，专业布点17037个。[2]但与欧美发达国家相比，我国离制造业强国还有很大差距。因此，为推进“中国制造2025”战略，教育部等于2016年底颁布了《制造业人才发展规划指南》，鼓励并支持高等教育机构革新工程教育内容、目标和模式，强化发展诸如电子信息类、机械类、材料类、海洋工程类、生物工程类等支撑国家创新发展战略的工程技术类学科、专业。[3]

同时，全球化创新经济时代的到来和深入发展，也给工科毕业生带来了新的挑战和机会，并要求高等教育机构设计、开发新的工程技术学科及专业，发展学生基于技术创新的创业思维和能力。全球工科教育领域的这一变化，在大卫·博德(David Bodde)的《全球创业者：新经济时代的过程和技术》(*The Intentional Entrepreneur: Bringing Technology and Engineering Into the Real New Economy*)一书中得以翔实描述，并把工科教育中创新创业教育项目和课程的快速发展和显著增加，作为全社会和高等教育机构回应创新驱动的新经济发展模式的关键选择。他认为，具有创新创业思维和能力的工科大学毕业生，一方面作为企业内部创新的核心人才帮助企业实现持续发展，另一方面发挥其学科、专业优势，独立创业，赋予新经济更多的创新元素。[4]

2016年，国际工程教育组织《华盛顿协议》，接纳我国为正式成员，也为我国“新工科”建设与国际接轨奠定了基础。尤其是人工智能的突破式发展，给“新工科”带来巨大的机遇与挑战。人工智能涉及信息工程、机械控制、传感器、自动化、计算机、生命科学、电子工程、纳米材料等各个方面，因此，跨学科人才培养自然也成为人工智能时代“新工科”建设的出发点和目标。

(二)“新工科”建设：“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”

2017年2月，教育部召集国内30所重点综合性大学和工科优势高校，在复旦大学召开了高等工程教育发展战略研讨会，就新工科的内涵特征、建设与发展的路径，达成10项共识。[5]其后，教育部下发了《关于开展新工科研究与实践的通知》，把“新工科”建设的内容概括为“五新”：工程教育的新理念、学科专业的新结构、人才培养的新模式、教育教学的新质量、分类发展的新体系。[6]

2017年4月，教育部召集全国61所高校在天津大学召开了“新工科建设：愿景与行动”新工科建设研讨会，明确了我国“新工科”建设的三阶段目标。会议还提出了我国“新工科”建设的具体行动计划：探索建立工科发展新范式、构建工科专业新结构、更新工程人才知识体系、创新工程教育方式与手段、打造工程教育开放融合新生态和增强工程教育国际竞争力。[7]

2017年6月，在北京举行了新工科研究与实践专家组成立暨第一次工作会议，指出要深化工程教育改革、加快建设新工科，促进我国工程教育加速进入世界第一方阵，并审议通过《新工科研究与实践项目指南》，其中提出了新工科建设的指导意见。[8]

上述研讨会达成的共识和制定的行动计划，分别被称为“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”，它们已成为我国高校深化工科教学改革的纲领性文件。

(三)“新工科”建设的目的探讨

尽管“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”在很大程度上普及了“新工科”这一提法，并制定了相应的建设目标和行动计划。但是，作为新生概念，人们对“新工科”的本质和内涵尚未达成一致意见。钟登华把“新工科”的内涵解释为：“以立德树人为引领，以应对变化、塑造未来为建设理念，以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要途径，培养未来多元化、创新型卓越工程人才。”他还用“战略型”、“创新性”、“系统化”和“开放式”概括了“新工科”的特点。[9]张大良从创新创业教育的角度，认为在“新工科”建设中应全面、深入、系统地融入创新创业教育，把发展学生的创新精神、创业意识和创造能力放在突出位置。此外，他还认为“新工科”建设要立足高远，广泛借鉴、创新吸收欧美发达国家的前沿科技和经济转型战略，如，德国“工业4.0”和美国“再工业化”战略，并结合我国创新驱动发展战略制定“新工

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

科"人才培养模式与标准。[10]包信和认为,"新工科"是当前技术创新驱动的人类社会、经济发展背景下对传统工科、理科知识的重构,也是科学、人文、工程等知识领域的交叉融合,以培养人文科学和工程领域具有全球视野、领导能力和实践能力的复合型、综合性领袖人才。[11]

美国学者斯坦纳(Steiner)认为,在工程教育中一方面,要研究、传播有效的创新创业教育理念、模式和方法;另一方面,要把培养学生的创新能力和管理技能作为工科学生培养成功与否的标准。[12]瑞德礼(Ridley)更是通过翔实的案例指出,在工科教育中融入创新创业教育、发展学生创新创业思维和技能的重要性。[13]

(四)"人工智能+新工科"的本质和内涵

1.人工智能时代的来临

自20世纪60年代最初提出模拟人类智能的构想以来,人工智能已经成为一种被广泛应用的工程技术,它利用算法和数据可以解决包括模式识别、学习、决策在内的多种问题,被工程和科学中越来越多的学科所应用。近年来,人工智能已在关键性任务中的人工智能(Mission-critical AI)、个性化人工智能(Personalized AI)、跨多组织机构的人工智能(AI Across Organizations)和后摩尔定律时期的人工智能(AI Demands Outpacing the Moore's Law)等四方面,展现了强大的发展态势,使其从实验室的研究项目成功转化为目前可以取代大量人力的商业应用核心技术。[14]

正如Ken Goldberg指出的,人工智能系统和机器人不但取代了部分人类工作者,而且正在挖掘人类潜力和促进新形式的合作。[15]此外,全球领先的信息技术研究和顾问公司Gartner认为,人工智能技术正在快速演化,到2025年,基于人工智能的决策、商业模式和生态系统,将是全球化发展的基石。因此,政府、企业和高等教育机构必须加大资源投入,在发展基于人工智能的流程和工具的同时,发展个体的人工智能技能,以便全社会成功利用人工智能技术,构建人工智能增强型的社会体系。[16]

2."人工智能+新工科"的本质和内涵

近年来,随着我国人工智能学术研究及产业的迅速崛起,既需要政府和相关企业持续投入大量研发费用,培养人工智能产业化人才;更需要高等教育机构从发展"新工科"的战略高度系统规划以人工智能为基础的学科和专业,发展基于人工智能的交叉学科和专业,培养掌握人工智能技术研发和应用能力的新型人才。就人工智能人才培养而言,我国也颁布了《新一代人工智能发展规划》。[17]高等教育机构应把人工智能教育全面、深入地融入到"新工科"建设行动中,创新学科和专业建设理念与实践,开发"人工智能+新工科"导向的课程,从人工智能基础和人工智能共性技术层面建设"人工智能+新工科"课程体系。目前,人工智能基础和人工智能共性技术相关内容,分别如表1和表2所示。

综上,我们把"人工智能+新工科"的本质和内涵理解为:工程教育在人工智能时代应对新科技革命、新产业革命和新经济模式的战略设想与选择,旨在培养具有创新创业思维、态度、技能和知识的新型工程技术人才,以支撑我国创新驱动的发展战略,为我国经济发展注入新动能。因此,高等教育机构应发展人工智能一级学科,并把人工智能教育全面、深入地融入到"新工科"建设行动中,创新学科和专业建设理念与实践,从人工智能基础和人工智能共性技术的视角开发、建设创新创业导向的"人工智能+新工科"课程体系,具体如图1所示。

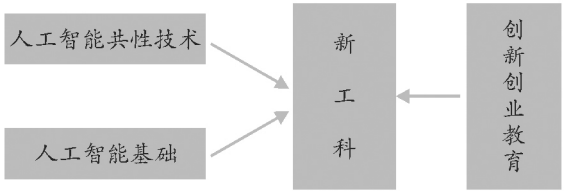


图1 创新创业导向的"人工智能+新工科"教育

二、创新创业教育融入"人工智能+新工科"的价值和意义

(一)工科教育的现状和问题

长期以来,创造力、冒险精神、变革意识、领导力、沟通能力和批判性思维能力等,有助于学生在竞争日趋激烈的全球化创新经济时代生存、发展并取得竞争优势。然而,当前与创新创业思维、态度、技能和知识相关的内容,尚未充分体现在高等教育机构的课程设置和教学活动中。比如,奥瑟利欧(Osorio)研究指出,识别并利用新的市场机会、理解市场或消费者需求、创新商业模式、进行市场研究等与创新创业密切相关的技能和知识,在很大程度上被排除在传统工科课程和教学大纲以外。[18]对此,杜威尔-库厄提尔(Duval-Couetil)总结了三方面的原因:首先,

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 人工智能基础(根据《新一代人工智能发展规划》整理)

序号	名称	具体内容
1	大数据智能	研究数据驱动与知识引导相结合的人工智能新方法、以自然语言理解和图像图形为核心的认知计算理论和方法、综合深度推理与创意人工智能理论与方法、非完全信息下智能决策基础理论与框架、数据驱动的通用人工智能数学模型与理论等。
2	跨媒体感知计算	研究超越人类视觉能力的感知获取、面向真实世界的主动视觉感知及计算、自然声学场景的听知觉感知及计算、自然交互环境的言语感知及计算、面向异步序列的类人感知及计算、面向媒体智能感知的自主学习、城市全维度智能感知推理引擎。
3	混合增强智能	研究“人在回路”的混合增强智能、人机智能共生的行为增强与脑机协同、机器直觉推理与因果模型、联想记忆模型与知识演化方法、复杂数据和任务的混合增强智能学习方法、云机器人协同计算方法、真实世界环境下的情境理解及人机群组协同。
4	群体智能	研究群体智能结构理论与组织方法、群体智能激励机制与涌现机理、群体智能学习理论与方法、群体智能通用计算范式与模型。
5	自主协同控制与优化决策	研究面向自主无人系统的协同感知与交互，面向自主无人系统的协同控制与优化决策，知识驱动的人机物三元协同与互操作等理论。
6	机器学习、深度学习和强化学习	研究统计学习基础理论、不确定性推理与决策、分布式学习与交互、隐私保护学习、小样本学习、深度强化学习、无监督学习、半监督学习、主动学习等学习理论和高效模型。
7	类脑智能计算	研究类脑感知、类脑学习、类脑记忆机制与计算融合、类脑复杂系统、类脑控制等理论与方法。
8	量子智能计算	探索脑认知的量子模式与内在机制，研究高效的量子智能模型和算法、高性能高比特的量子人工智能处理器、可与外界环境交互信息的实时量子人工智能系统等。

表 2 人工智能共性技术(根据《新一代人工智能发展规划》整理)

序号	共性技术	具体内容
1	知识计算引擎与知识服务技术	研究知识计算和可视交互引擎,研究创新设计、数字创意和以可视媒体为核心的商业智能等知识服务技术,开展大规模生物数据的知识发现。
2	跨媒体分析推理技术	研究跨媒体统一表征、关联理解与知识挖掘、知识图谱构建与学习、知识演化与推理、智能描述与生成等技术,开发跨媒体分析推理引擎与验证系统。
3	群体智能关键技术	开展群体智能的主动感知与发现、知识获取与生成、协同与共享、评估与演化、人机整合与增强、自我维持与安全交互等关键技术研究，构建群智空间的服务体系结构,研究移动群体智能的协同决策与控制技术。
4	混合增强智能新架构和新技术	研究混合增强智能核心技术、认知计算框架、新型混合计算架构、人机共驾、在线智能学习技术、平行管理与控制的混合增强智能框架。
5	自主无人系统的智能技术	研究无人机自主控制和汽车、船舶、轨道交通自动驾驶等智能技术,服务机器人、空间机器人、海洋机器人、极地机器人技术,无人车间/智能工厂智能技术,高端智能控制技术和自主无人操作系统。研究复杂环境下基于计算机视觉的定位、导航、识别等机器人及机械手臂自主控制技术。
6	虚拟现实智能建模技术	研究虚拟对象智能行为的数学表达与建模方法，虚拟对象与虚拟环境和用户之间进行自然、持续、深入交互等问题,智能对象建模的技术与方法体系。
7	智能计算芯片与系统	研发神经网络处理器以及高能效、可重构类脑计算芯片等，新型感知芯片与系统、智能计算体系结构与系统,人工智能操作系统。研究适合人工智能的混合计算架构等。
8	自然语言处理技术	研究短文本的计算与分析技术、跨语言文本挖掘技术和面向机器认知智能的语义理解技术、多媒体信息理解的人机对话系统。

创新创业教育教学模式和方法研究文献比较有限；其次，创新创业教育课程和教学活动旨在实现的教学效果、教学内容和过程的有效性,缺少足够的实证研究;第三,创新创业教育对工科学生认知过程的影响研究,语焉不详。这些因素,在很大程度上制约了创新创业教育融入工科教育的程度和模式。[19]

此外,很多工科教师把创新简单理解为“科技创新”,忽略了思想创新与意识创新,认为创业是工商管理学科的事,与本学科无关。他们把创新创业教育理解为简单地开设几门创业课，开展几场创新创业活动或者比赛,与专业教学无关,使创新创业教育游离于专业教育、知识教育之外。相比之下,美国高等教育机构对在工程教育中融入创新创业教育进行了更深入的探索。李正和钟小彬的研究指出,斯坦福大学通过“开发工程类教育课程”、“支持技术创业研究”和“传播创新创业教育研究成果”,开发了不同于商学院的创新创业教育实践模式，实现了创新创业教育和工程教育的融合发展。[20]徐小洲和臧玲玲研究了旨在培养创业型工程师的美国欧林工学院,分析了其“工程教育”、“人文社科教育”和“创业教育”相互交融的创新创业教育三角理念和实践模式。[21]这些有效实践,为当下在我国“新工科”教育中融入创新创业教育,提供了富有启发性的案例和参照。

2015 年发布的《中国工程教育质量报告》指出,我国工程学科、专业大学毕业生的创新能力、分析解决工程问题的能力、沟通能力和团队协作能力发展不足。此外,工科人才培养与产业需求脱节、工科教育能力建设滞后、工程教育实践能力薄弱等,导致我国在全球工程技术领域竞争中处于不利地位。“新工科”建设的“复旦共识”和“天大行动”为解决我国工程教育领域中存在的上述问题提供了契机和可能。

正如周绪红指出，工程教育不能局限于教室和书本,而应建立与产业形态、商业模式融合的“工商融合范式”的工程教育模式。他认为这一模式有助于把创新创业理念融入到工程技术的构思、设计、实现和运作的全过程,从而强化学生的探究精神、认知能力和创新创业实践技能。[22]同时,阮俊华也指出,在工程教育中融入创新创业教育，已成为提升我国工程教育人才培养质量和促进人的全面发展的重要手段,也成为促进大学生创业、就业,以及高等教育机构工程教育改革的重要路径。[23]因此,在人工智能时代,“新工科”建设必须打破传统模式,立足《新一代人工智能发展规划》和国家创新驱动发展战略,发

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

展、强化工科学生的创新创业思维、态度、技能和知识。

(二)创新创业教育

创新创业教育近年来成为全球高等教育机构战略变革和使命重塑的核心内容，也成为传播创新创业理念、知识和技能，创造社会财富的象征。杜威尔-库厄提尔(Duval-Couetil)和迪恩弗斯(Dyrenfurth)指出，在工程教育中，创业教育往往被认为是创新教育的一部分，与以创造力培养、产品设计和开发、新技术或新产品管理等为主要内容的创新教育密切融合成一体。[24]乌丁(Uddin)和希尔(Hill)认为，创新是把想象力或创造性想法和设计转化为实际应用的过程，而创业是把创新商业化或市场化的过程，并且，创新能够激发创业意愿和行为，是创业的基础。他们同时认为，想象力、创造力和设计思维与创新密切相关，是创新创业教育的关键内容，并因此设计了融合想象力、创造力和设计思维训练在内的新的工科课程，以提高工科学生的创新创业能力。[25]

创新创业教育长期以来被认为是培养并强化学生创新创业态度的关键因素之一，研究和实践人员也普遍认为，和创新创业相关的思维模式、态度、技能和知识以及其它个人特质，都可以通过创新创业教育得以有效培养和发展。比如，科林(Colin)和杰克(Jack)指出，创新创业教育是能够强化学生商业机会洞察力和识别能力的过程，也是能够发展学生创新创业思维模式、态度、知识和技能的过程。[26]李(Lee)、张(Chang)和力姆(Lim)认为，创新创业教育有助于增强个人的安全感、归属感、自我效能感、自主性、身份认识和成就感；同时，也有助于发展个人的创新创业思维及其创新创业信心、知识和技能。[27]在此，我们把创新创业教育理解为：在"人工智能+新工科"建设和教育过程中融入创新创业教育项目、课程和实践活动，以发展学生的创新创业思维、态度、技能和知识，使其成为国家创新驱动发展战略所需的人才。

(三)创新创业教育融入"人工智能+新工科"的重要性

工程学科、专业的学生所接受的教育，旨在使其能够应用工程技术以改善产品和流程或进行技术发明和创新。因此，他们有机会在更需要创新性、竞争更少的行业中创建企业，并取得成功。瓦德瓦(Wadhwa)、弗里曼(Freeman)和瑞森(Rissing)的研究表明，美国技术公司创建者尽管具有不同的教育背景，但55%的大型集团公司创始人拥有STEM相关领域(科学、技术、工程和数学)的学位，33%拥有商业管理、金融或会计专业的学位。[28]因此，卡洛斯(Carlos)指出，工科学生或毕业生比商业管理专业背景的学生或毕业生更有可能创业，并且创业成功的可能性更大。[29]

美国"总统科技咨询委员会"2004年的报告显示，大约60%的美国100强公司首席执行官拥有工程或科学学位。[30]此外，数据也显示，目前发达国家大学毕业生的创业比例是20%-30%，而这一数字在我国还不到1%。在这不到1%的创业者中，基于技术创新的创新创业者更是屈指可数。[31]这些统计数据表明我国把创新创业教育融入"新工科"建设的必要性和迫切性。

技术创新和应用，为人类社会带来了新的财富创造系统，技术和创新能力，成为比机器和资本更重要的财富之源。因此，随着创新经济时代的到来，世界各国的经济发展需要工程技术人员提出创造性或创新性解决方案，并借此开展创业活动。比如，美国"国家工程院"(National Academy of Engineering)在《教育2020年的工程师：改革工科教育、迎接新世纪》(*Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century*)一书中指出，高等教育机构只有在工科教育中融入创新创业教育才能满足创新和经济发展的需要。[32]沙特朗德(Shartrand)、倍斯特菲尔德-萨克尔(Besterfield-Sacre)和戈尔丁(Golding)的研究显示，超过一半的"美国工程教育学会"(The American Society for Engineering Education)成员大学，在其工科教育中融入了创新创业教育相关的项目和课程，并且超过25%的大学还开设了创新创业教育辅修专业或其它创新创业证书项目。[33]

与此同时，美国"工程技术学科、专业学位授予资质理事会"(The Accreditation Board for Engineering and Technology)修订了工科教育的目标，把发展创新创业思维、技能和知识，作为衡量工科教育的重要标准和尺度。这一变革，极大促进了美国大学创新创业教育与工科教育的融合发展。[34-35]周绪红的研究指出，推动社会变革和进步的关键力量，往往来自于工程学科、专业领域的技术创新，如，蒸汽机、无线电报机、计算机、互联网等的发明、创造。他进一步指出，相对于管理创新和模式创新，建立在技术创新基础上的创新创业项目更具有生命力，因此，在工程教育中融入创新创业教育，能够有效提高大学生创新创业的成功率。[36]

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

奥尔(Orr)和爱森斯坦(Eisenstein)的实证研究表明,在工科教育中融入创新创业教育,有助于为经济全球化时代培养更优秀的工科人才。[37] 桑迪恩(Sandeen)和哈钦森(Hutchinson)认为,创新创业教育有助于发展工科学生应对并解决结构不良的行业或商业挑战与问题。[38]瑞德礼(Ridley)通过翔实的案例,阐释了在工科教育中融入创新创业教育,发展学生创新创业思维和技能的重要性。[39] 弗雷德赫姆(Fredholm)等创新创业教育研究者认为,“如果工程技术人员不能积极利用其学习、掌握的工程技术知识和能力进行创新,并解决问题,他将只能被视作掌握工程技术知识和技能的工具,并被排除在重要决策之外”。[40]也就是说,工科学生在接受工程技术专业学习的同时,也要致力于发展创新创业思维、态度、技能和知识,并投身于创新创业实践,成为名副其实的创新创业者或企业家。因此,在“人工智能+新工科”建设过程中,决策者和工程技术学科研究者及教师,一方面,要研究并传播成功、有效的创新创业教育理念、模式和方法;另一方面,要把培养创新创业思维和能力作为“新工科”学生培养成功与否的标准。

三、创新创业教育融入“人工智能 + 新工科”教育的路径和模式

探索如何把创新创业教育融入“人工智能+新工科”教育,是丰富、完善人工智能时代我国“新工科”发展范式的有益尝试,也是培养具有创新创业精神、态度、技能和知识的工程技术人才的必然路径。正如波德戈纳 (Bordogna)、弗洛姆 (Fromm) 和恩斯特(Ernst)所指出,工科教育的目的应是培养具有创新思维和技能的、全面发展的工程技术人才。[41]国内外工科教育的发展变化和趋势表明,通过创新创业教育发展工科学生创新创业思维、态度、技能和知识,已成为变革、重塑人工智能时代我国“新工科”建设的核心元素。

(一)建设创新创业教育基础设施,为学生提供实践学习机会、场所和环境

1.发展学校和产业之间的合作平台

在众多不同的创新创业教育模式和方法中,索罗姆(Solomon)、杜飞(Duffy)和塔拉比西(Tarabishy)、普锐斯(Prince)和菲尔德(Felder)等研究人员认为,经验学习是最常用、最典型、最有效的方式。[42-43]而布朗(Brown)、柯林斯(Collins)和杜古德(Duguid)的研究表明,高等教育机构和产业之间的合作平台,有助于为学生创造有效的实践学习环境,促进其情景认知的发展,提高其对抽象理论、概念和过程的理解。[44]因此,高等教育机构应加强与产业间的合作,共建创新创业基础设施,为学生创造应用知识和技能的机会与条件。比如,学生可以利用企业提供的毕业设计项目或实践机会,解决企业面临的问题或挑战,为企业创造价值。在此过程中,学生得以应用知识、施展才能、获取职业经验。与此同时,企业也得以利用学校和学生的学术及智力资源,创新产品或生产流程,以更好地应对市场挑战,获取竞争优势。这一合作型基础设施,在给学生带来学习、实践机会的同时,也为教师提供了把创新创业教育融入到教学实践和学术研究的资源和渠道。

具体而言,高等教育机构和产业之间有效的创新创业设施,是对双方的利益明确界定和不断重新审视的关系,明确其对学校、产业双方的价值。正如库德瓦什(Kudakwashe)、戈尔(Gore)和龚德(Gondo)所指出,大学和产业间的合作以市场和双方需要为基础,并能给合作双方带来利益。[45]因此,在“新工科”建设中,高等教育机构应通过与产业共建、多样化创新创业教育和实践基础设施,为学生创造学以致用的机会和环境,助力工程技术学科、专业的学生发展基于技术创新的创业活动,践行高等教育机构服务国家创新驱动发展战略,推动社会、经济创新发展的价值和使命。

2.建设校园创新创业学习空间

大学应建设完备的创新创业空间,比如,创客空间、开放实验室,为学生创新创业提供所需的场所等基础设施。为给学生提供实践机会、促进经验学习,普林斯顿大学新建了面积近 1000 平方米的“创业中心”,以强化全校创新创业教育,为全校师生员工和校友以及社区人员提供创新创业学习和工作空间。“创业中心”经常举办创新创业论坛或研讨会,以促进创新创业思想交流和项目合作。另外,康奈尔大学建设了面积超过 33000 万平方米、宾州大学建设了 20000 平方米、加州大学伯克利建设了 17000 平方米、哈佛大学建设了近 3000 平方米、耶鲁大学建设了近 1000 平方米、纽约大学建设了近 600 平方米的创新创业空间。[46]

此外,哈佛大学 2011 年创办了 “创新实验室”(Innovation Lab),以深化学校师生和企业家的交流,促进基于团队的校园创新创业活动,并在短时间内孵化了 75 家创新企业。纽约大学 2014 年成立了“企

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

业家实验室",以汇聚全校创新创业人才,推动发明和创新从实验室或教室走向市场,引领全校更多的师生和研究人员创新创业。西北大学2015年建设了名为"车库"(The Garage)的创新创业孵化空间,以激励全校师生把创意创新转化为实际产品或服务。这些创新创业学习空间,为工科学生提供了实践学习的场地和机会,也为他们创造了积极应用知识和技能的学习环境,成为工科项目或课程最有效的教学手段。尤其是麻省理工的"创新中心"、"创业俱乐部"等,在全球创新创业教育领域独树一帜。[47]

(二)培养具有创新创业教育理念的"人工智能+新工科"教师

从工科教师的角度而言,应把创新创业教育通过多种方式融入到课程体系中,重新界定创新经济时代工科教育的内涵和目的,把培养具有创新创业思维、技能和知识的工科学生作为使命和宗旨。正如科比(Kirby)指出的,由于人们对创新创业教育构成要素认识的不同,所以,把创新创业教育的重点放在师资培训上就尤为重要。[48]

此外,工科教师应全面了解全球工程技术的热点前沿和国家发展战略,以及学生的学习需求,从而在此基础上系统、深刻地阐述教学目标,并根据技术发展、国家战略,以及市场和学生需求灵活调整、更新教学目标。而且,工科教师还应深入、系统地了解、研究并掌握有效的创新创业教育教学理念、模式和手段,并制定相应的标准以衡量其有效性。正如格林(Green)、史密斯(Smith)和华纳(Warner)的研究指出,工科教师有得天独厚的机会和条件,可以在传授技术创新知识和技能的同时培养学生的创新思维。[49]

同时,大学还需制定一系列相关政策和措施,激励校园创新创业精神和文化,规范各类创新创业教育项目、课程和活动,促进工科师生研究成果和创新技术的转化。为此,高等教育机构还应制定政策激励、支持教师和研究人员把研究成果与市场和社会关联起来,进行创新创业活动,为现实问题和挑战提供解决方案。这些政策包括灵活的工作地点选择、经济奖励、教师创新创业种子基金等。此外,在日趋技术赋能的教学环境下,触手可及的创新创业教育在线视频、便捷的创新创业中心或创客空间等,能够激发创新创业灵感和实践的资源,学生可能只需一个周末就能够实现创新创业。因此,工科教师要与时俱进,利用现代教育技术,开发融创新创业教育于一体的在线课程,在更大范围和程度上传播"人工智能+新工科"教育理念和模式。

(三)确立创新创业教育的学科地位

建立创新创业教育学科设计和研究中心,激励、支持工程技术学科、专业的教师和研究人员,进行跨学科分析,研究创新成果产生的环境和条件,创新驱动的经济发展模式,传播创新创业实证知识,并开发相应工具和框架,确立创新创业教育的学科地位。比如,斯坦福大学工程学院成立了"技术创业项目"中心(The Stanford Technology Ventures Program),为全校有志于创新创业的学生设计、开发了大量创新创业导向的工程技术课程,该中心把自身定位为创新创业教育研究和实践活动资源中心,在全球范围内传播斯坦福大学创新创业导向的工科教育经验。

相比于欧美发达国家的研究和实践,创新创业教育在我国尚属于新生,缺少系统、成熟的理论研究和实践模式。对于如何在"人工智能+新工科"建设中融入创新创业教育,更是缺乏可资借鉴的成果。因此,加强对创新创业教育的理论和实践研究,并确立其学科地位,将有助于激励教师深入探索,并在学科教学实践中融入创新创业教育,培养符合国家创新战略需要的,既掌握工程科技前沿又具备创新创业思维和能力的新型人才。

四、建议和结论

综上所述,我们认为,首先,在全校所有院系、学科和专业,尤其是工程学科中,植入创新创业教育元素,把打造"人工智能+新工科"和培养创新创业型人才,作为学校新的历史使命;其次,全面革新教学理念和模式,把发展学生的创造力、创新思维、艺术和人文精神,作为培养"人工智能+新工科"人才的重要手段;第三,结合高等教育机构新的历史使命以及新的教学理念和模式,把培养具有创新创业思维模式、技能和知识的学生,作为"人工智能+新工科"人才培养的标准和目的。

具体而言,把创新创业教育融入"人工智能+新工科"建设,需要决策者、研究者和教师在充分调研学生偏好和选择的基础上,开发多层次创新创业教育项目和课程。比如,对认为创新创业教育和工程教育同等重要的学生,应设计、开发以创新创业为专业的工程或应用科学学位项目,以及相应的课程;对认为工程教育更重要,但同时希望系统、深入地发展创新创业思维、技能和知识的学生,可在选择现有诸如智能制造、生物工程、能源工程、电子工程等学科、专

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

业的基础上,选修创新创业教育课程,并在满足一定的学分要求后,获取创新创业教育资格证书;对认为工程教育应占主导地位, 仅需了解少许创新创业知识的学生,可设计、开发一些基础性创新创业教育课程,供其选修。全面深入、系统地实施“人工智能+新工科”建设,需要凸现“五新”,即,“工程教育的新理念”、“学科专业的新结构”、“人才培养的新模式”、“教育教学的新质量”和“分类发展的新体系”。

因此,在人工智能+“新工科”教育中融入创新创业教育,应充分思考教学目标、审慎选择教学内容和方式。把创新创业教育融入“新工科”建设的出发点和根本目标,不是推动学生创建企业,而是促进学生在掌握前沿工程技术知识和能力的同时, 发展创新创业思维和价值观,使其具备创新创业精神、批判性思维能力、问题解决和决策能力、团队能力以及适应性和终身学习的能力。

总之,创新创业思维、态度、技能和知识,应成为“人工智能+新工科”人才培养的标准和尺度。因此,高等教育机构应积极回应我国创新驱动发展战略的召唤和全球创新经济时代的机遇与挑战, 把创新创业思维、态度、技能和知识融入到“人工智能+新工科”教育项目和课程中,以培养既具有工程技术基础又具有领导力的创新创业型“人工智能+新工科”人才,即,具有技术创新能力的创新创业者、企业家或商业领袖。

[参考文献]

[1]Council on Competitiveness. Innovate America: Thriving in a World of Challenge and Change[R].The National Innovation Initiative Summit, Washington, D C,2005.

[2]张大良.因时而动 返本开新 建设发展新工科——在工科优势高校新工科建设研讨会上的讲话[J].中国大学教学,2017(4):1-4.

[3]教育部,人力资源社会保障部,工业和信息化部. 制造业人才发展规划指南 [EB/OL].[2017-05-10].http: //www.moe.gov.cn /jyb_xwfb/xw_fbh/moe_2069/xwfbh_2017n/xwfb_170214/170214_sfcl/201702/t20170214_296156.html.

[4]Bodde David L. The Intentional Entrepreneur: Bringing Technology and Engineering to the Real New Economy[M]. Armonk, N.Y.:M.E. Sharpe,2004.

[5]教育部高教司.“新工科”建设复旦共识[EB/OL]. [2017-05-10].http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe_745/201702/t20170223_297122.html.

[6]教育部高教司. 教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知 [EB/OL]. [2017 -05 -10].http://www.moe.gov.cn/s78/A08/A08_gggs/A08_sjhj/201702/t20170223_297158.html.

[7]教育部高教司.“新工科”建设行动路线(“天大行动”) [EB/OL]. [2017-05-09]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe_745/201704/t20170412_302427.html.

[8]新工科建设形成“北京指南”:新工科研究与实践专家组成立暨第一次工作会议在京召开[DB/OL].[2017-12-12].http://www.moe.edu.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/moe_1485/201706/t20170610_306699.html.

[9]钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(5):1-6.

[10]张大良.新工科建设的六个问题导向[N].光明日报,2017-04-18.

[11]包信和. 在新工科的“无人区”如何继续一路风行[N].文汇报, 2017-02-24.

[12]Steiner C J. Educating for Innovation and Management: The Engineering Educators' Dilemma[J]. IEEE Transactions on Education, 1998, 41 (1):1-7.

[13][39]Ridley Dennis.Developing an Entrepreneurial Mindset across the University Curriculum[R]. United States Association for Small Business and Entrepreneurship, 2016.

[14]Ion Stoica, Dawn Song, Raluca Ada Popa, David Patterson, Michael W Mahoney, Randy Katz, Anthony D Joseph, Michael Jordan,Joseph M Hellerstein, Joseph Gonzalez, Ken Goldberg, Ali Ghodsi, David Culler,Pieter Abbeel. A Berkeley View of Systems Challenges for AI [DB/OL].[2017-12-01]. https://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2017/EECS-2017-159.pdf.

[15]Ken Goldberg.Op-Ed: Call it Multiplicity: Diverse Groups of People and Machines Working Together[J]. Wall Street Journal,2017: 21.

[16]David W Cearley,Brian Burke,Samantha Searle,Mike J Walker.Top 10 Strategic Technology Trends for 2018 [EB/OL].[2017-12-02]. https://www.gartner.com/doc/3811368?srcId=1-6595640781.

[17]国务院.新一代人工智能发展规划[DB/OL].[2017-11-28].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.

[18]Osorio C A. Design Thinking-based Innovation: How to Do It, and How to Teach It?[R].BALAS Annual Conference,2011.

[19]Duval-Couetil N. Assessing the Impact of Entrepreneurship Education Programs: Challenges and Approaches [J]. Journal of Small Business Management,2013,51(3):394-409.

[20]李正,钟小彬.美国斯坦福大学技术创业计划探析[J].高等工程教育研究,2013(3): 106-114.

[21]徐小洲,臧玲玲.创业教育与工程教育的融合——美国欧林工学院教育模式探析[J].高等工程教育研究,2014(1): 103-107.

[22][36]周绪红.中国工程教育人才培养模式改革创新的现状与展望——在2015国际工程教育论坛上的专题报告[J].高等工程教育研究,2016(1):1-4.

[23]阮俊华.面向工程类学生开展创业教育的意义与路径探析[J].高等工程教育研究,2016(5):44-48.

[24]Duval-Couetil N, Dyrenfurth M. Teaching Students to be Innovators: Examining Competencies and Approaches across Disciplines[J]. International Journal of Innovation Science, 2012,4(3):143-154.

[25]Uddin Mahbub, L Brooks Hill. Creativity and Entrepreneurial Behavior [J].Journal of Intercultural Communication Studies (ICS), 2010 (19): 3.

[26]Jones,Colin,Jack English. A Contemporary Approach to Entrepreneurship Education[J]. Education+Training,2004,46 (8/9): 416-423.

[27]Lee S M, Chang D, Lim S B. Impact of Entrepreneurship Education: A Comparative Study of the U.S. and Korea[J]. International Entrepreneurship and Management Journal, 2005(1):27-43.

[28]Wadhwa,Vivek,Richard Freeman,Ben Rissing. Education and Tech Entrepreneurship[J].Innovations,2010,5 (2): 141-153.

[29]Albornoz Pardo, Carlos. Is Business Creation the Mean or the End of Entrepreneurship Education: A Multiple Case Study Exploring Teaching Goals in Entrepreneurship Education[J]. Journal of Technology Management & Innovation,2013,8 (1): 1-10.

[30]President's Council of Advisors on Science and Technology. Sustaining the Nation's Innovation Ecosystem: Maintaining the Strength of Our Science and Engineering Capabilities[EB/OL]. [2017-11-12].

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-04-sciengcapabilities.pdf.
[31]莫诗浦.大学生创新创业教育的基本原则[N].光明日报,2016-07-03.
[32]National Academy of Engineering.Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century[J]. Washington, D C: National Academies Press,2005.
[33]Shartrand, Angela,Phil Weilerstein,Mary Besterfield-Sacre, Katharine Golding. Technology Entrepreneurship Programsin U.S. Engineering Schools: Course and Program Characteristics at the Undergraduate Level[J]. American Society for Engineering Education, 2010.
[34]Duval-Couetil N, Kisenwether E, Tranquilo J, Wheadon J. Exploring the Alignment of Entrepreneurship Education with ABET Accreditation Criteria [R]. National Collegiate Inventors and Innovators Alliance Open Conference,2013.
[35]Petersen O, Jordan W, Radharamanan R. Proposed KEEN Initiative Framework for Entrepreneurial Mindedness in Engineering Education[R]. American Society for Engineering Education Annual Conference,2012.
[37]Orr J A, Eisenstein B A. Summary of Innovations in Electrical Engineering Curricula[J]. IEEE Transactions on Education, 1994(2): 131-135.
[38]Sandeen C A, Hutchinson S. Putting Creativity and Innovation to Work: Continuing Higher Education's Role in Shifting the Educational Paradigm[J]. Continuing Higher Education Review, 2010,74: 81-92.
[40]Fredholm, Susan, James Krejcarek, Steven Krumholz, Dan Linquist, Sean Munson, Steve Schiffman, John Bourne. Designing an Engineering Entrepreneurship Curriculum for Olin College [J]. American Society of Engineering Education,2002.
[41]Bordogna J, Fromm E, Ernst E W. Engineering Education: Innovation through Integration[J]. Journal of Engineering Education, 1993,82 (1):3-8.
[42]Solomon G T, Duffy S, Tarabishy A. The State of Entrepreneurship Education in the United States: A Nationwide Survey and Analysis [J]. International Journal of Entrepreneurship Education,2002(1): 65-86.
[43]Prince M J, Felder R M. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases[J]. Journal of Engineering Education, 2006(2):123.
[44]Brown J S, Collins A, Duguid P. Situated Cognition and the Culture of Learning[J]. Educational Researcher, 1989(1): 32-42.
[45]Sithole, Kudakwashe, Sekai Noreen Gore,Kudzanayi Gondo. Critical Success Factors for Public-Private Partnerships in Higher Education: A Review of Literature[J]. International Journal of Social Science and Humanities Research, 2017(1): 71-75.
[46]Natasha Singer. Universities Race to Nurture Start-Up Founders of the Future[EB/OL].[2017-01-17]. https://www.nytimes.com/2015/12/29/technology/universities-race-to-nurture-start-up-founders-of-the-future.html?_r=0.
[47]许涛,严骊. 国际高等教育领域创新创业教育的生态系统模型及应用研究——以美国麻省理工学院为例[J]. 远程教育杂志,2017(4):15-29.
[48]Kirby David.Changing the Entrepreneurship Education Paradigm[J]. Handbook of Research in Entrepreneurship Education,2007,1: 21-45.
[49]Green J V, Smith J A, Warner J R. First Year Review of the Entrepreneurship and Innovation Program (EIP) at the University of Maryland [J]. The Journal of Engineering Entrepreneurship, 2012(1):8.

[作者简介]
许涛,博士,同济大学创新创业学院副教授,研究方向:创新创业教育、社会创新创业、慕课与教育信息化;严骊,硕士,同济大学创新创业学院工程师,研究方向:实践教学和创新创业教育;殷俊峰,博士,博导,同济大学创新创业学院教授,研究方向:金融数学和创新创业教育;周斌,博士,博导,同济大学创新创业学院教授,研究方向:凝聚态物理、材料物理与化学和创新创业教育。

Development Models and Approaches of AI+ "New Engineering" from the Perspective of Innovation and Entrepreneurship Education

Xu Tao, Yan Li , Yin Junfeng & Zhou Bin
(College of Innovation and Entrepreneurship, Tongji University, Shanghai 200092)

【Abstract】 With the arrival of AI era and the deepening of global innovation-driven social and economic development model and the implementation of China's innovation-driven development strategy, as well as the deepening of China's higher education reform and the construction of "World Class Universities, World Class Disciplines", the reconstruction of engineering education to power China's new economy, new industry by cultivating innovative and entrepreneurial engineering students becomes the current mission and value pursuit of higher education institutions in China. However, for a long time, the spirit of innovation, entrepreneurial awareness, creativity, leadership and critical thinking which are critical in the increasingly competitive global economy, has been ignored in China's engineering education curriculum. On the basis of summarizing the background of the construction of "New Engineering", "Fudan Consensus", "Tianjin University Action Plan" and "Beijing Guidance", this paper, from the essence and connotation of the construction of "New Engineering", draws lessons from the practices and researches on integrating innovation and entrepreneurship education into engineering education in American and European universities to define the concept of innovation and entrepreneurship education in the construction of "New Engineering" in China, and analyze the paths, approaches and importance of integrating innovation and entrepreneurship education in the construction of "New Engineering" to develop students' "innovative thinking, entrepreneurial awareness and creative ability" as the "New Engineering" education standards to cultivate "New Engineering" talents.

【Keywords】 AI+; New Engineering; Innovation and Entrepreneurship Education; Fudan Consensus; Tianjin University Action Plan; Beijing Guide; Models and Approaches

收稿日期:2017 年 12 月 12 日
责任编辑:吕东东

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能教育应用研究综述

高婷婷　郭　炯

（西北师范大学 教育技术学院，甘肃兰州 730070）

摘要：为了促进人工智能在教育领域的应用，加快实现利用人工智能技术为教育教学赋能的目的，文章采用文献分析法，首先对人工智能教育应用的内涵进行了解析。接着，文章从构成和框架两个方面，对人工智能教育应用的关键技术进行了梳理。随后，文章筛选出 12 个国内外案例作为人工智能教育应用的典型案例并进行了应用场景和主要功能分析。最后，文章从技术、模式与实践三个层面，提出了未来发展人工智能教育应用的建议。

关键词：人工智能教育应用；关键技术；典型模式；典型案例

【中图分类号】G40-057【文献标识码】A【论文编号】1009—8097（2019）01—0011—07【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2019.01.002

引言

1950 年，艾伦·图灵提出著名的图灵测试[1]。6 年后，在美国达特茅斯学院会议上，与会专家发起利用机器模拟人类智能的议题并提出“人工智能”（Artificial Intelligence）一词。此后，人工智能历经了三次浪潮：第一次浪潮发展了计算智能，却因为视觉、自然语言符号的不确定性和有限的计算能力很快步入低谷；20 世纪 80 年代，专家系统和人工神经网络取得新进展，人工智能迎来第二次浪潮；20 世纪 90 年代，深度学习的提出与发展掀起了人工智能第三次浪潮，人工智能上升至认知智能阶段，并逐渐围绕课堂教学、个性化学习、考试评价、教育管理与决策等教育场景展开应用。

基于对中国知网收录的近十年来人工智能教育应用相关文献的分析，本研究将人工智能教育应用研究的特征总结如下：①从研究主体来看，研究人员大多集中在高校、职校、企业及其它机构中，中小学和特殊教育院校的研究人员相对较少；②从研究对象来看，研究基本上与教育教学过程相结合，主要侧重对 AlphaGo、IBM 公司的 Watson 等“明星”案例的介绍，而对教育领域的典型案例关注不够[2]；③从研究方法来看，研究中定性研究多于定量研究、规范研究多于实证研究；④从研究领域来看，研究主要集中于影响人工智能教育应用建设与落地的三个领域——技术领域、模式领域和实践领域[3]；⑤从研究主题来看，形成了深度学习、机器学习、智慧教育、个性化学习、自适应学习、情感计算、学习分析、教育大数据等研究主题[4]。基于此，本研究试从内涵、关键技术、典型模式、典型案例等方面对人工智能教育应用做进一步深层探究，并提出相应的发展建议，以期更好地发挥人工智能教育应用的效果。

一 人工智能教育应用的内涵解析

1 什么是人工智能？

“人工智能”一词起源于 1956 年的美国达特茅斯学院会议，发展至今已成为一门涉及计算机科学、信息科学、心理学、哲学、认知神经科学、生理学等众多领域的前沿交叉科学[5]，其近期的主要目标是用机器来模仿和执行人脑的某些智能功能，并开发相关的理论和技术[6]。

在人工智能的定义方面，贾积有[7]从人工智能与教育的关系视角，提出人工智能是在以计算

机为代表的人造机器上实现的类人教育，也即对机器实施的教育；而张坤颖等[8]从人工智能实现的功能视角出发，指出人工智能是智能机器实现的与人类智能相关的功能总和，这些功能包括判断、推理、学习以及问题求解等。借鉴人工智能的相关研究成果，本研究认为人工智能既具有学科属性——人工智能是一门研究和模拟人类智能的跨领域学科，又具有技术属性——人工智能是模拟、延伸和扩展人的智能的一门新技术。

2 人工智能教育应用的内涵

人工智能应用于教育后，出现了“智能教育”、“智慧教育”、“人工智能教育应用”等不同的概念。其中，“智能教育”一般指培养学习者系统掌握和运用各种思维与技术工具，实现智能信息处理、构造智能解决方案和开发系统，并整合个体智能发展与智能技术实践而跨学科开展的创新教育过程[9]；“智慧教育”则是在信息技术支持下，为发展学生智慧能力而开展的教育，强调构建技术融合的学习环境，使教师能够高效率教学、使学生能够个性化学习[10]——由此可见，“智能”和“智慧”存在本质差异。张坤颖等[11]对人工智能教育应用的内涵作了界定，认为只有当人工智能辅助于教育应用、建构教育场景、重组教育中的要素或者重构教育过程时，才属于人工智能的教育应用。此外，王亚飞等[12]明确指出，“智能教育应用”是聚焦于人工智能在教育领域中创新应用的技术、模式与实践的集合，并依据人工智能技术在实际教育场景中的应用深度，将其分为“计算智能+教育”的浅层应用、“感知智能+教育”的中层应用以及“特定领域认知智能+教育”的深层应用三类。

从目前人工智能在教育领域的实践态势来看，人工智能教育应用内涵丰富，无所不包。综合各家之言，本研究认为人工智能教育应用是一个宏观的动态系统，它不是教育子系统和人工智能子系统的简单结合，而是人工智能与教育深度融合的产物，并且以人工智能在教育领域的场景化应用为特征，其目标是提高教育绩效，实现教育的最优化。

二 人工智能教育应用的关键技术

人工智能教育应用的关键技术是人工智能在教育领域应用的基础，直接影响人工智能教育应用的效果。张坤颖等[13]认为，人工智能教育应用的主要技术是指应用于教育全过程的人工智能技术、工具、程序或系统等的总和。学界对这些关键技术的研究主要涉及其构成和框架两个方面。

1 人工智能教育应用中的关键技术构成

吴永和等[14]指出，“人工智能+教育”的相关技术有机器学习、深度学习、自然语言处理、神经网络、学习计算、图像识别等。牟智佳[15]认为，人工智能通过“两个底层”（即机器学习与深度学习）和“三层服务”（即面向体征服务的语音识别与情感计算技术、面向内容服务的自然语言处理技术、面向行为服务的自适应学习技术）支持个性化学习。陈凯泉等[16]指出，智能识别、自然语言理解、学习分析、虚拟现实、教育机器人等五类人工智能技术的引入，能够帮助传统数字化智能教学系统实现功能升级。

综上所述，机器学习和深度学习是人工智能教育应用的底层关键技术，它们与大数据相结合，为人工智能教育应用提供了算法与数据保障。在此基础上，知识表示、语音识别、视觉计算、自然语言处理技术、可穿戴技术、情感计算技术、智能挖掘技术、虚拟现实智能建模技术等进一步为人工智能在教育中的场景化应用奠定了技术基础。由于人工智能技术正处于不断发

展和更新的状态，人们对其应用于教育的关键技术还不能穷举，因此需要采用一定的分类框架对其进行界定。

2 人工智能教育应用的关键技术框架

目前，相关人工智能教育应用关键技术框架的研究成果虽然不多，但价值颇高。如杨现民等[17]创造性地构建了教育人工智能技术框架，提出了技术的五个层级，有助于理解人工智能技术应用于教育的基本原理，但他们未对五个层级之间的关系进行详细说明；吴晓如等[18]提出的智能教育核心服务体系也可看作是人工智能教育应用的技术框架，该体系分别从“技术”和“业务”的角度对人工智能关键技术进行封装来为用户提供服务，但该体系主要被应用于科大讯飞等企业的产品中，因此仅代表人工智能教育产品研发者对相关技术的理解。

合理构建人工智能教育应用的关键技术框架，既是探究技术领域人工智能教育应用的关键任务，也是帮助非技术人员有效理解人工智能教育应用内在原理、增加其对人工智能教育应用实践力度的重要途径。因此，后续研究应加强对这些关键技术框架的不断完善。

三 人工智能教育应用的典型模式

人工智能教育应用的典型模式一般是指根据教育业务与场景，结合人工智能技术、产品和方案的特点，构建出的以促进人工智能教育应用为目标的智能教育应用模式[19]。目前，人工智能教育应用典型模式的相关研究主要表现出以下三个特征——

①应用模式表述相近，容易出现认知上的误区。与人工智能教育应用的模式在名称上相近的模式有教育人工智能典型应用模式、人工智能技术与教育的融合模式、智能教学系统应用模式、智能学习系统应用模式、智能管理系统应用模式等，这些模式可被统一称为人工智能融入教育的一般模式，而这些模式名称之间能否通用、是否存在本质的区别等问题还有待深入探究。

②现有针对人工智能融入教育一般模式的研究主要基于两大视角：一是教育人工智能视角，其代表性研究成果是杨现民等[20]提出的教育人工智能的三层应用模式——该模式的特色在于囊括了经常被忽略的特殊教育领域，并且界定了人工智能服务的三类人群（即特殊人群、教师和学生），但只涉及人工智能教育应用在实践层面解决不同的教育问题，并未提及教育人工智能的关键技术；二是人工智能与教育融合视角，其代表性研究成果是梁迎丽等[21]提出的人工智能与教育的融合创新发展体系——该体系为推动人工智能与教育创新的融合提供了重要路径，有助于实践领域寻找人工智能与教育的契合点，但缺少对人工智能教育应用对象的相关说明。

③现有研究关注人工智能教育应用典型模式构建的趋势明显。近年来，有关人工智能教育应用模式的文献明显增多。如吴晓如等[22]通过总结相关产品在试点学校的场景化应用，形成了智能教学系统、智能学习系统、智能管理系统等三类人工智能教育应用形态的应用模式。

综合上述研究成果，不难看出：研究者已逐渐从人工智能融入教育的一般模式研究转为人工智能教育应用典型模式的研究。但仍需注意的是，目前相关人工智能教育应用典型模式的研究尚处于起步阶段，其具体研究思路和内容还不够成熟，后续研究还需进一步加大探索力度。

四 人工智能教育应用的典型案例

除了进行模式研究，研究者还针对人工智能教育应用的典型案例进行了分析。如吴晓如等[23]以科大讯飞为例，介绍了其智能教学、智能学习和智能管理系统在合肥市某省属重点中学的实

践案例；贾积有[24]对国外人工智能教育应用案例——战术语言和文化训练系统（Tactical Language and Culture Training System，TLCTS）进行了详细介绍，并将其视为智能教学系统的成功案例；王运武等[25]分别对美国 K-12 学校的阅读学习智能教学平台——Newsela、小帅智能机器人 5.0、治趣临床—医学病例模拟诊疗平台等案例进行了分析；陈凯泉等[26]基于对美国人工智能教育应用案例的梳理，对国内科大讯飞、51Talk、沪江等企业的人工智能教育应用案例进行了对比分析。

本研究通过在 Google 浏览器和安卓手机客户端对人工智能教育应用的案例进行查询、安装等操作，将下载量排名靠前的 12 个国内外案例作为典型案例，如表 1 所示。

表 1　人工智能教育应用的典型案例

案例名称	所属机构	应用场景	主要功能	主要对象	主要支撑技术
畅言智慧校园	科大讯飞	智能教学系统（平台）	辅助个性化教与学	学生	计算智能技术、学习分析技术、数据挖掘技术
New Sela	New Sela				
批改网	北京词网科技有限公司	全面智能测评	实时跟踪，自动批改，及时反馈	教师	学习分析技术等
Gradescope	UC Berkeley				
小猿搜题	北京贞观雨科技有限公司	拍照搜索在线答疑	快速识别图像并分析检索所需的内容	学生	图像识别、机器学习和自然语言处理技术
Volley	Volley				
51Talk	北京大生知行科技有限公司	智能语音识别辅助教学及测评	使用自然语言回答问题、帮助用户完成搜索等任务来辅助教学	学生	语音识别、自然语言理解与分析技术等
微软小冰	Microsoft				
Saya 教师	日本东京理科大学	教育机器人	协助教师完成课堂辅助性或重复性工作	教师	计算智能、机器学习、自然语言理解技术等
“未来教师”机器人	网龙华渔教育科技有限公司				
治趣临床—医学病例模拟诊疗平台	武汉泰乐奇信息科技有限公司	智能化追踪、虚拟真实场景	虚拟真实场景，智能化追踪行为，提供沉浸式学习环境	学生	虚拟现实、机器学习技术等
Revel	Pearson Higher Education				

1 应用场景分析

闫志明等[27]认为，人工智能教育应用的典型场景包括智能导师辅助个性化教与学、教育机器人等智能助手、居家学习的儿童伙伴、智能测评、教育数据的挖掘与智能化分析、学习分析与学习者数字肖像等六类；梁迎丽等[28]指出，人工智能教育应用形态主要有智能导师系统、自动化测评系统、教育游戏和教育机器人；杨现民等[29]提出，人工智能教育应用主要聚焦于智能导学、自动化测评、拍照搜题、教育机器人、智能批改、个性化学习、分层排课、学情监测等八个方面；而戴永辉等[30]将人工智能教育应用分为面向教师的人工智能应用（包括智能评测、智能应答和个性化教学）、面向学生的人工智能应用（包括智能识别和智能导学）和面向教学的

人工智能应用（包括智慧课堂和智能在线考试等）三类。参考上述研究成果，本研究将人工智能教育应用场景分为面向教育者的教学场景和管理场景、面向受教育者的学习场景和考试场景四类，具体如图 1 所示。

图 1　人工智能教育应用场景分类

2 主要功能分析

人工智能教育应用主要围绕教与学进行，直接受益者也主要是教师和学生。基于此，本研究按照服务对象的不同，将人工智能教育应用的主要功能分为服务于教师的考试及其结果判定、作业与练习效果检查，服务于学生的学习状态与情感态度、情境学习与个性化辅导等四类，由此构建了人工智能教育应用的主要功能模型，如图 2 所示。

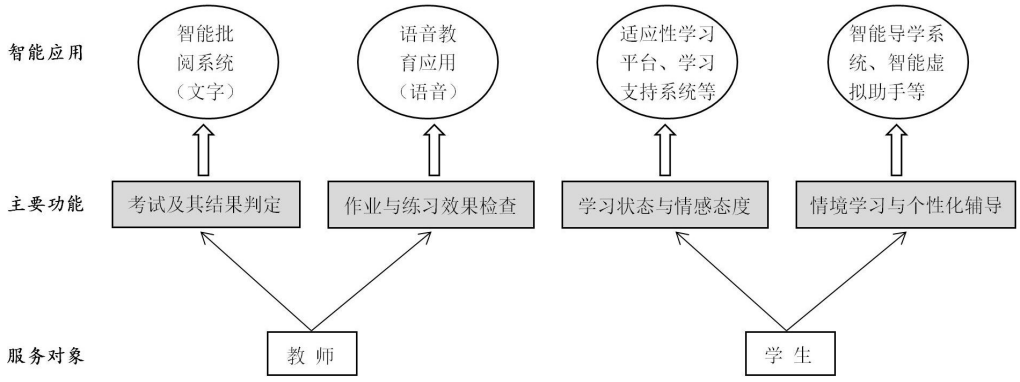


图 2　人工智能教育应用的主要功能模型

①与服务于教师的考试及其结果判定、作业与练习效果检查两大功能相对应的人工智能教育应用，分别是针对文字的智能批阅系统和针对语音的语音教育应用。典型案例是批改网，它可以分析学生英语作文和标准语料库之间的差距，进而对学生的作文进行即时评分并提供改善性建议和内容分析结果[31]。

②与服务于学生的学习状态与情感态度、情境学习与个性化辅导两大功能相对应的人工智能教育应用，分别是适应性学习平台与学习支持系统等、智能导学系统与智能虚拟助手等。典型案例是畅言智慧校园，它包含智慧课堂、智能考试、智慧学习、智慧管理和智慧环境等五大核心业务，有助于学生开展个性化学习，丰富学习体验。

五 人工智能教育应用的发展建议

为了更好地推动人工智能在教育领域的应用，必须考虑影响人工智能教育应用建设与落地的三个重要领域：技术领域、模式领域和实践领域[32]。因此，本研究试从技术、模式和实践三个层面，提出未来发展人工智能教育应用的建议：

1 技术层面，加强对信息安全与伦理道德的监管

目前，研究者对人工智能关键技术的研究已经基本成熟，未来需要在信息安全和伦理道德方面加强监管。一方面，人工智能教育在应用过程中必然触及学生的隐私数据、个性偏好、能力等级等问题，一旦数据被泄露，就会让学生遭受严重的心理打击，从而影响教育教学的实际效果，因此急需采取有效的加密技术来加以改进。另一方面，人工智能就像一枚硬币，具有两面性；如果使用不当，就会触犯法律或者引发伦理道德问题，从而损坏各方利益[33]。

2 模式层面，完善人工智能教育应用的相关模式

目前，研究者对人工智能应用的模式研究尚处于起步阶段，其具体的研究思路和内容还不够成熟，需要研究者结合相关理论，对现有模式做进一步探究并加以不断完善。人工智能教育应用模式的构建应该更加注重与其相关的教育大科学（即教育科学和学习科学的交叉学科）的研究[34]，并在遵循教育发展规律的基础上，为人工智能教育应用出谋划策。人工智能教育应用只有符合教育发展规律，才能确保不会在技术的丛林中迷失方向。

3 实践层面，扩大人工智能教育的实践力度与应用范围

目前，人工智能教育应用实践主要以企业人工智能教育产品的推广为主，这些产品对教学、学习、管理、考试等各教育场景的覆盖范围有限；同时，企业研发者在热衷于新产品应用的同时，忽略了对人工智能教育典型案例的全面剖析和总结，导致人工智能教育因缺乏经验和相关理论的支持而无法扩大其实践力度。此外，人工智能教育的应用情境经常被设定为学校教育，其应用范围较为狭窄。因此，后续研究应更加注重人工智能教育应用场景的多元化，并推动人工智能教育在高等教育、职业教育、基础教育以及特殊教育领域的全面应用。

参考文献

[1]万赟.从图灵测试到深度学习:人工智能 60 年[J].科技导报,2016,(7):26-33.

[2][34]刘凯,胡祥恩,马玉慧,等.中国教育领域人工智能研究论纲——基于通用人工智能视角[J].开放教育研究,2018,(2): 31-40、59.

[3][19][12][32]王亚飞,刘邦奇.智能教育应用研究概述[J].现代教育技术,2018,(1):5-11.

[4][6][8][11][13]张坤颖,张家年.人工智能教育应用与研究中的新区、误区、盲区与禁区[J].远程教育杂志,2017,(5):54-63.

[5]徐鹏,王以宁.国内人工智能教育应用研究现状与反思[J].现代远距离教育,2009,(5):3-5.

[7][33]贾积有.人工智能赋能教育与学习[J].远程教育杂志,2018,(1):39-47.
[9]张进宝,姬凌岩.是“智能化教育”还是“促进智能发展的教育”——AI 时代智能教育的内涵分析与目标定位[J].现代远程教育研究,2018,(2):14-23.
[10]祝智庭,贺斌.智慧教育:教育信息化的新境界[J].电化教育研究,2012,(12):5-13.
[14]吴永和,刘博文,马晓玲.构筑“人工智能+教育”的生态系统[J].远程教育杂志,2017,(5):27-39.
[15]牟智佳.“人工智能+”时代的个性化学习理论重思与开解[J].远程教育杂志,2017,(3):22-30.
[16][26]陈凯泉,沙俊宏,何瑶,等.人工智能 2.0 重塑学习的技术路径与实践探索——兼论智能教学系统的功能升级[J].远程教育杂志,2017,(5):40-53.
[17][20][29]杨现民,张昊,郭利明,等.教育人工智能的发展难题与突破路径[J].现代远程教育研究,2018,(3):30-38.
[18][22][23]吴晓如,王政.人工智能教育应用的发展趋势与实践案例[J].现代教育技术,2018,(2):5-11.
[21][28]梁迎丽,刘陈.人工智能教育应用的现状分析、典型特征与发展趋势[J].中国电化教育,2018,(3):24-30.
[24]贾积有.国外人工智能教育应用最新热点问题探讨[J].中国电化教育,2010,(7):113-118.
[25]王运武,张尧,彭梓涵,等.教育人工智能:让未来的教育真正拥有“智慧”[J].中国医学教育技术,2018,(2):117-125.
[27]闫志明,唐夏夏,秦旋,等.教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,2017,(1):26-35.
[30]戴永辉,徐波,陈海建.人工智能对混合式教学的促进及生态链构建[J].现代远程教育研究,2018,(2):24-31.
[31]杨晓琼,戴运财.基于批改网的大学英语自主写作教学模式实践研究[J].外语电化教学,2015,(2):17-23.
[34]刘德建,杜静,姜男,等.人工智能融入学校教育的发展趋势[J].开放教育研究,2018,(4):24-31.

Research Review on the Application of Artificial Intelligence in Education

GAO Ting-ting　　GUO Jiong

(Department of Educational Technology, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu, China 730070)

Abstract: In order to promote the application of artificial intelligence in education and accelerate the realization of using artificial intelligence technology to empower education and teaching, the paper firstly analyzed the connotation of artificial intelligence education application through literature analysis method. Then, the key technologies of artificial intelligence education application were teased out from two aspects of composition and framework. Subsequently, 12 domestic and foreign cases as typical cases of artificial intelligence education application were selected to analyze the application scenarios and main functions. Finally, some suggestions for the future development of artificial intelligence education were proposed from three levels of technology, model and practice.

Keywords: application of artificial intelligence in education; key technology; typical model; typical case

---

作者简介：高婷婷，在读硕士，研究方向为信息技术与教育，邮箱为 gdy941112@163.com。
收稿日期：2018 年 8 月 30 日

编辑：小米

“人工智能+”视域下的教育知识图谱:内涵、技术框架与应用研究*

李 振[1] 周东岱[1,2] 王 勇[1]

(1.东北师范大学 信息科学与技术学院,吉林长春 130024;
2.吉林省“互联网+”教育科技创新中心,吉林长春 130117)

[摘 要] 深度学习、知识图谱、增强学习等新一代人工智能技术的发展,正驱动着“互联网+教育”迈入“智能教育”新时代。知识图谱作为推动人工智能发展的核心驱动力,为教育信息化2.0时代的教育教学提供了新的赋能力量。从人工智能的研究范式来看,知识图谱是符号主义研究范式在大数据和人工智能时代的演变和发展;从人工智能的发展阶段来看,知识图谱是人工智能从“感知智能”向“认知智能”进阶的重要基础。对于教育知识图谱的认知,应从知识建模、资源管理、知识导航、学习认知、知识库等多维视角出发,当前的教育知识图谱可分为静态知识图谱、动态事理图谱两大类。构建教育知识图谱的关键技术,主要集中在知识本体构建技术、命名实体识别技术、实体关系挖掘技术、知识融合技术等方面。因此,从“人工智能+”视域来看,教育知识图谱在教育大数据智能化处理、教学资源语义化聚合、智慧教学优化、学习者画像模型构建、适应性学习诊断、个性化学习推荐、智能教育机器人等方面具有广阔的应用前景。

[关键词] 人工智能;教育知识图谱;认知智能;知识本体;个性化学习;智能教育;教育机器人;知识追踪

[中图分类号] G420 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2019)04-0042-12

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2019.04.006

一、引言

近年来,随着数据资源的增长、计算能力的提高以及机器学习算法的增强,人工智能在经历了几番沉浮后再次迎来第三次发展浪潮,成为诸多领域实现颠覆性变革的核心技术,整个社会正在从“互联网+”向“人工智能+”转型。当前,人工智能技术的突破性进展,主要表现在以深度学习为代表的机器学习和以知识图谱为代表的知识工程两大方面。

其中,以深度学习为代表的机器学习,虽然在计算机视觉、图像处理、语音识别、自然语言处理等方面都具有非常广泛而基础的应用,但其瓶颈问题也日益凸显。如,对大量标注数据的需求、预测结果的不可解释性以及难以结合人类意图和领域知识等。而知识图谱对深度学习提供了强有力的补充,在语义化搜索、自然语言理解、人机互动对话、逻辑推理等方面,显示出强大的威力,已经成为当前知识驱动智能应用的基础[1]。从近年来的发展态势看,知识图谱和深度学习一起,将成为推动互联网和人工智能发展的核心驱动力。Gartner公司2018年“新兴技术成熟度曲线”,就将知识图谱列入未来的战略性技术趋势。

知识图谱作为一种复杂数据分析和决策支持的有效手段,在电子商务、生物医疗、图书情报、创业投资等领域初见成效,即便是教育这个最难被技术撬动的领域,也开始重视知识图谱的重要作用。我国《新一代人工智能发展规划》特别强调,“要研究知识图谱构建与学习、知识演化与推理等关键技术,要构建覆盖数亿级知识实体的多元、多学科、多数据源的知识图谱”[2]。这意味着教育领域可以借助知识图谱,从大量无序的信息资源中重构知识之间的联接,有效组织各学科的知识体系,为实现精准化教学、个性化学习等提供前所未有的发展空间。

在2018年度国家自然科学基金新增设的“教育信息科学与技术”研究方向中,“教育知识图谱构建与导航学习”被列为一项重要研究内容。教育部副部

* 基金项目:本文系吉林省科技发展计划项目“智能移动终端教学软件平台构建的关键技术与应用示范”(项目编号:20170204001GX)和教育部人文社会科学研究青年基金项目“智慧学习环境中精准学习者模型构建研究”(项目编号:18YJCZH169)的研究成果。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

长钟登华在2019年“全国教育信息化工作会议”上也特别强调,推动大数据、深度学习、知识图谱等关键技术的研发，是面向智能教育时代教育基础科学研究的主要内容之一。由此可以看出,利用知识图谱为教育教学提供创新的支撑工具，已成为当前教育信息化发展的重要内容。

教育知识图谱作为人工智能教育应用重要的赋能技术,能够基于教学过程丰富的多源异构数据、资源,表征各学科多层次、多粒度的知识谱系和认知过程，为满足教育教学对学科知识本体的建模需求提供了可能性；教育知识图谱能够融合学科专家的教学经验和领域知识,为智能教育提供可解释的、鲁棒的机器智能，提供数据驱动和知识驱动相结合的信息处理方法,从而推动智能教育从“感知智能”迈入“认知智能”时代。

目前，国内外尚未有对教育知识图谱进行系统梳理的相关研究。鉴于此,我们首先解构了知识图谱与人工智能的关系,对知识图谱的历史演化过程、基本概念、发展现状进行了概述;其次,从多维度视角对教育知识图谱的内涵进行剖析，构建了教育知识图谱的技术框架;再次,对教育知识图谱所涉及的关键技术进行总结归纳；最后，我们重点分析探讨了“人工智能+”视域下的教育知识图谱应用前景,以期对知识图谱在教育领域的应用提供一些参考。

二、知识图谱与人工智能的关系解构

(一)人工智能的三种研究范式

任何一门学科都有其内在的研究范式，人工智能也不例外。自1956年人工智能的概念提出以来,共出现了三种比较有代表性的研究范式：符号主义研究范式、联结主义研究范式和行为主义研究范式[3],其基本原理与典型代表如图1所示。

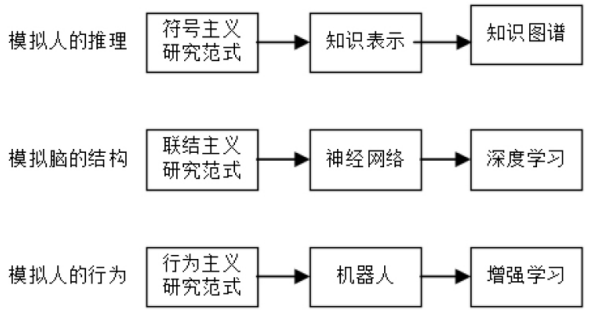


图1 人工智能的三种研究范式

1.符号主义研究范式

符号主义是最早出现的人工智能研究范式,其基本观点是智能依赖于数理逻辑，认为智能的生成就是符号的操作和运算过程。符号主义学派的早期研究，主要集中在通过数学定理推理程序来模拟人类思维和认知过程,并加入启发式策略来提高求解的效率[4]。但研究者逐渐发现,有限的符号系统很难解决现实中的许多复杂问题,因此,专家系统逐渐成为符号主义的发展路径。

专家系统通过存储大量人类专家的知识、经验,来模拟人类思维与逻辑推理，从而解决了许多依赖领域知识的复杂问题[5]。专家系统采用的信息处理方式,主要是基于产生式规则的推理。例如,斯坦福大学的MYCIN系统。专家系统的出现,对于人工智能从理论走向工程应用具有历史性意义。然而,专家系统在知识获取和管理、规则推理引擎、领域迁移性等方面所受到的限制,使其难以实现广泛通用。于是,符号主义迎来了一个新的发展阶段——知识工程学,它采用工程化思维来研究知识的表达、获取、计算、推理[6],其典型代表有语义网、链接数据、知识图谱等。

2.联结主义研究范式

联结主义研究范式的灵感，来源于人类的大脑和神经系统。该学派认为,人类认知活动是由人脑神经元及其连接强度变化而形成的，可以通过模拟生物性神经网络的结构来赋予机器智能；这种人工神经网络模型,由神经元、输入函数、激活函数、连接权重四大要素组成,具有非线性、分布式计算、高度适应性等特征[7]。

联结主义导向下的人工智能，大致经历了单层神经网络模型、浅层神经网络模型、深度学习网络模型三个发展阶段。其中,单层神经网络模型仅由一个神经元组成,无法实现多层次、非线性的信息处理;浅层神经网络模型由一个输入层、几个隐藏层、一个输出层组成,能够解决一些简单非线性、小样本的分类和识别问题，其典型代表是反向传播神经网络、Hopfiled神经网络。近年来,随着数据规模的扩张、计算能力的提升以及算法方面的创新，深度学习网络模型应运而生，并广泛应用于图像识别、语音识别、自然语言处理等领域,其典型网络结构主要有卷积神经网络(CNN)、递归神经网络(RNN)等[8]。

3.行为主义研究范式

该类研究范式的理论基础是认知心理学中的行为主义理论，其基本假设是人类大脑所拥有的智能是基于“刺激—行动”反应机制生成的[9]。因此,行为主义人工智能的基本原理是：智能体依据当前环境

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

状态以及历史数据决定下一步的行为动作，环境系统则通过奖励或惩罚机制对该动作进行反馈，以指导智能体的下一步决策；智能体通过逐步试错来实现对外界环境的感知、适应和行动,其代表性成果是进化计算和强化学习。

(二)人工智能的三大发展阶段

1.计算智能发展阶段

计算智能是人工智能发展的初级阶段，它指计算机所具有的快速计算和海量存储能力。海量数据的存储能力、强大的运算力以及智能的处理算法是人工智能的三大核心要素[10],因此,计算智能是人工智能发展的基石。随着并行计算、高性能计算、网格计算、分布式存储、量子存储等技术的不断成熟,机器的运算智能已远超人类，并为感知智能和认知智能的发展,奠定了坚实基础。

2.感知智能发展阶段

感知智能是当下人工智能发展所处的阶段。感知即通过听觉、视觉、触觉等感知系统,对外界环境进行认知的过程;感知智能即让机器具有“能听、会说、会看”的能力,其研究范畴主要包括语音识别、语音合成、图像识别、人脸识别、手势识别、自然语言理解等技术[11]。目前,机器的感知智能与人类的能力已非常接近,如,谷歌语音助手、微软面部识别系统、科大讯飞的“讯飞听见”等。感知智能的成熟,得益于以卷积神经网络(CNN)、递归神经网络(RNN)为代表的深度学习模型的迅猛发展。由于深度学习依赖于大规模的标注样本,并且难以有效利用先验知识,其研究与应用逐渐进入瓶颈期。

3.认知智能发展阶段

认知智能是人工智能发展的最高级形态。认知即个体对知识进行获取、加工、应用的过程,这是人脑的高级信息处理方式;认知智能即让机器具有“读懂语义、逻辑推理、学习判断”的能力。机器认知智能的两个核心是“理解”与“解释”[12]。因此,认知智能的实现需要以知识为驱动力,这涉及到知识表示、语义理解、联想推理、智能问答、情感计算、决策规划等关键技术。而知识图谱的出现,为认知智能的发展注入了“加速剂”。目前,谷歌、微软、苹果、Facebook、IBM以及国内“BAT”公司,都在布局以知识图谱为基础的认知智能发展战略。

从人工智能的研究范式可以看出，知识图谱是符号主义研究范式在大数据和人工智能时代的演变和发展,它以知识为处理对象,通过模拟人脑的知识认知、问题解决、知识问答、知识推理等功能,增强机器的认知能力、学习能力、推理能力。即知识图谱将人类的先验知识转化为计算机可以理解的符号系统来赋能机器智能，对人工智能的可解释性也起到一定的推动作用。从人工智能的发展阶段来看,如图2所示,认知智能将成为人工智能的最终发展形态,计算智能与感知智能的发展已经为其奠定了坚实的基础,而知识图谱的出现,将加速人工智能从“感知智能”向“认知智能”的进阶。

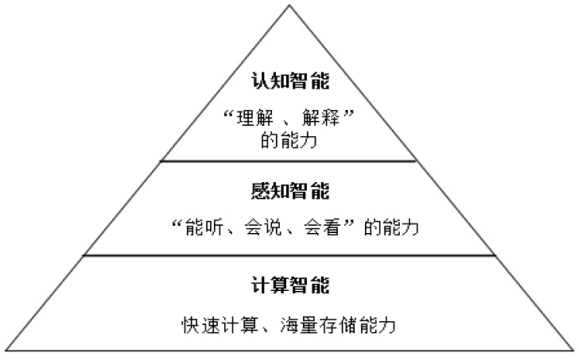


图2 人工智能的三大发展阶段

三、知识图谱的相关概述

(一)知识图谱的历史演化过程

知识图谱隶属于知识工程领域，人们对于知识工程的研究由来已久，并在发展过程中经历了一系列演化过程。

早在20世纪60年代，语义网络作为一种基于有向图来表达人类知识结构的方法被提出，网络中的节点表示各种事物、概念、属性、动作、状态等实体,网络中带有标识的弧表示实体之间的语义联系,网络的基本语义单元采用简单的三元组表示。语义网络提供了一种结构化、自然性、联想性的知识表征方法,但在知识表示规范性、处理复杂性等方面仍存在很大缺陷[13]。从本质上来说,知识图谱就是一种语义网络,但知识图谱在知识表示、知识抽取、知识融合等方面,都形成了相对完善的方法论和技术体系,而且能够实现自动化或半自动化的构建。

20世纪80年代，知识工程以及基于知识库和推理机的专家系统被提出，确立了知识工程在人工智能中的地位。同一时期,本体论思想被引入知识工程领域,成为当时表示现实世界知识的主要形式。本体包括两个层次(概念层、实体层)、四个要素(类/概念、属性、关系、个体/实例),它作为特定领域内对共享概念及其语义关系的形式化表达，为知识图谱的

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

产生提供了基础[14]。知识图谱也是对本体的丰富和扩展,这种扩充主要体现在实体层面。

20世纪末,随着互联网的发展,语义网和链接数据的概念被相继提出,二者主要用于描述互联网中资源和数据之间的语义关系,对网页的语义链接以及开放数据的共享起到了推动作用。这一时期建立的一些标准,为知识图谱提供了重要的借鉴意义。例如,语义网层次结构模型以及W3C制定的一系列技术标准(如,OWL、RDF)[15]。为进一步改善搜索引擎的搜索质量和用户体验,2012年,Google提出了知识图谱(也称"大规模知识图谱"),自此,知识工程进入知识图谱发展阶段。

(二)知识图谱的概念及发展现状

知识图谱主要有两大类:一类是用于文献计量分析的"科学知识图谱",源于信息资源管理领域,其研究对象是科学文献知识;另一类是Google公司提出的"大规模知识图谱",属于计算机科学领域[16]。

当下人工智能领域谈及的知识图谱主要指Google所提出的知识图谱。从组成的要素来说,该类图谱主要由节点和边组成,每个节点对应现实世界中存在的"实体",每条边表示实体与实体之间的"关系"[17]。其基本组成单位是"实体—属性—属性值"或"实体—关系—实体",本质上是一种语义网络,也被称为"新一代知识工程"。它与传统语义网络最大的区别是其能够基于大数据技术、自然语言处理技术以及深度学习技术,进行智能化构建。简单来说,知识图谱就是基于知识的内在关联性构建的一个网状知识结构图,它提供了从"关系"的角度去认识世界的能力。对机器而言,知识图谱就是对人类知识结构的抽象表示,构建知识图谱的过程就是在建立机器对于世界的认知。

目前,国内外已经建立了一大批规模庞大、开放共享的知识图谱,如表1展示了当前各领域的知识图谱产品或应用。其中,最具代表性的有WordNet、Freebase、YAGO、DBpedia、CN-DBpedia以及百度的知心、搜狗的知立方、中文通用知识图谱zhishi.me等。这些知识图谱包含数以千万级或者亿级规模的实体,为语义搜索、自动翻译、智能问答、医疗诊断、欺诈检测、风险控制、个性化推荐等应用场景,提供了海量的知识资源。

在教育领域,知识图谱也逐渐成为在线教育公司以及学术研究者关注的热点方向,如,美国的自适应学习平台Knewton构建了一个学术概念交叉的知识图谱[18],百度公司搭建了K-12教育知识图谱来实现个性化学习路径的生成,北京师范大学研究团队构建了基于知识图谱的唐诗语义搜索引擎[19]以及基于育人知识图谱的"AI好老师"智能助理系统[20],华中师范大学研究团队构建了基于潜在语义分析的学科知识图谱[21],学者陆星儿等人将知识图谱应用于MOOC课程中来分析课程知识结构关系[22]。教育与知识具有天然的联系,因为教育从本质上来说就是知识的创生、传递、接收和加工过程,教育领域知识的复杂性,也使得教育知识图谱的研究更具挑战性。

表1 各领域知识图谱的产品或应用

领域	名 称
通用领域	WordNet、Freebase、YAGO、DBpedia、CN-DBpedia、知心、知立方、zhishi.me、CN-DBpedia、XLORE、TechKG
搜索领域	百度知识图谱、搜狗百科知识图谱、Google知识图谱、Microsoft Concept Graph
医疗领域	中医医案知识图谱、中医养生知识图谱、中医药学语义网络
电商领域	阿里巴巴的电商认知图谱、京东的企业知识图谱
金融领域	海致企业知识图谱、智能金融知识图谱
社交领域	Graph Search、LinkedIn Knowledge Graph
教育领域	Knewton的知识图谱、K-12教育知识图谱、唐诗知识图谱、MOOC课程关系图谱、Wolframalpha、edukg.org

四、教育知识图谱的内涵、分类与技术框架

(一)教育知识图谱的内涵

目前,对于教育知识图谱这一概念,学术界还没有形成统一的认识,不同研究者从不同的研究视角对其进行了阐释。通过文献梳理(如表2所示),我们认为应从多维视角对教育知识图谱予以认识:在知识建模视角下,教育知识图谱是一种对学科知识本体进行建模的方法;在资源管理视角下,教育知识图谱是采用"图"的形式,对教育领域的资源及其关系进行语义化组织的方式;在知识导航视角下,教育知识图谱能够在大数据、人工智能等技术支持下,生成面向学习目标的个性化学习路径;在学习认知视角下,基于知识图谱叠加学习者的知识掌握状态信息,能够形成学习者的认知图式;在知识库视角下,教育知识图谱是一种以计算机可"理解"的方式,存储教育领域知识的结构化语义知识库。

(二)教育知识图谱的分类

我们认为,教育知识图谱可以分为以下两类:(1)静态知识图谱(Static Knowledge Graph,SKG),该类图谱是以教学过程中涉及的元素为实体节点、以教学元素间的逻辑关系为边,形成的语义网络,这里

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2 教育知识图谱的研究视角

研究视角	代表性观点
知识建模视角	杨开城提出了知识建模图的概念,图中的节点代表知识点,边代表知识点之间的语义关联,其主要应用于课程目标表征、课程知识合理组织、课程一致性和合理性的检验[23]。
资源管理视角	杨萌等认为,谷歌所提出的知识图谱旨在依托实体语义关系实现网络信息资源的语义搜索[24];张波等认为,教育领域知识图谱是表征各类知识点和资源实体之间关系的图模型[25]。
知识导航视角	钟绍春等认为,知识图谱所表征的知识点、问题、任务、策略、方法等教学内容及其复杂关系,是学习路网构建的依据(学习路网即满足学习者知识学习和能力发展的学习路径)[26-27]。
学习认知视角	余胜泉等认为,知识图谱迁移应用于教育领域,不仅要表达教学过程的各元素及具有教育意义的认知关系,而且应当在知识图谱的基础上叠加学习者的知识掌握状态,构建学习认知地图[28]。
知识库视角	知识图谱是一种描述事物及其关系的大规模知识库[29]。

的教学元素既可以指学科中的知识点(概念、公式、定理、原理等),也可泛指教材、课程、教学资源、知识主题、知识单元、教学目标、教学问题、教学参与者、教学情境等;(2) 动态事理图谱 (Dynamic Reason Graph,DRG),该类图谱是以教学事件或教学活动为表征对象,以逻辑事理关系(顺承、因果、反转、条件、上下位、组成等)为边,构成的多关系图。图 3、图 4 分别展示了面向知识点的静态知识图谱和面向活动的动态事理图谱。

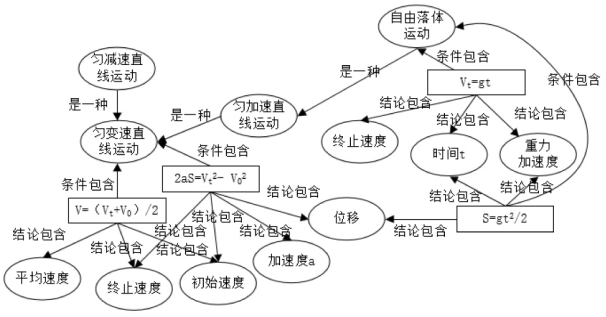


图 3 面向知识点的教育知识图谱[30]

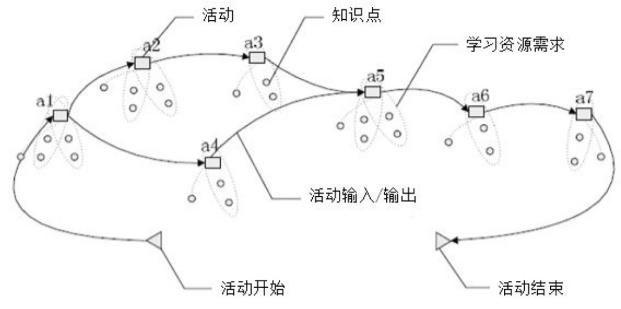


图 4 面向活动的教育知识图谱

(三)教育知识图谱的技术框架

在通用知识图谱的研究中,刘峤等人提出知识图谱的技术框架,可分为信息抽取层、知识融合层和知识加工层三个层次[31];徐增林等人提出,知识图谱涉及的技术包括知识抽取、知识表示、知识融合、知识推理四个方面[32];漆桂林等人提出,知识图谱构建的关键技术包括实体关系识别技术、知识融合技术、实体链接技术等[33]。

借鉴上述知识图谱的研究成果,我们构建了教育知识图谱的技术框架,如图 5 所示,包括知识本体构建、命名实体识别、实体关系挖掘、知识融合四个方面。其中,知识本体构建是采用本体构建方法描述知识体系的框架,构成知识图谱的模式;命名实体识别通过信息抽取技术识别教学资源中的实体对象;实体关系挖掘则是在实体识别基础上,进一步判断实体之间存在的语义关联关系;知识融合是对来自多个数据源的实体信息进行融合的过程,消除了知识抽取过程中存在的歧义信息。

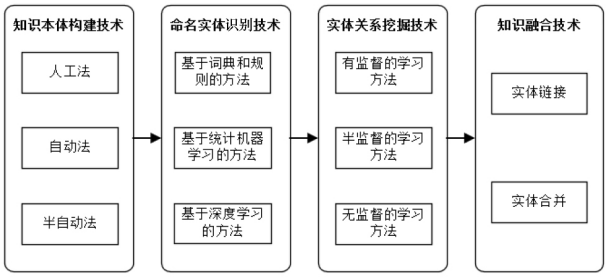


图 5 教育知识图谱的技术框架

五、教育知识图谱构建的关键技术

(一)知识本体构建技术

知识本体是教育知识图谱的框架和抽象模型,是图谱最底层的模式结构,能在很大程度上辅助教育知识图谱的构建过程。知识本体构建的内容,包括实体元素类型、实体所具有的属性以及语义关系类型[34]。当前教育领域知识本体的构建方法,主要有三种:人工法、自动法和半自动法。

人工法是指在大量学科专家协助与指导下,采用人工方式手动构建知识本体。目前,常用的构建方法是斯坦福大学开发的七步法。在本体构建过程中,也可参照或复用已有知识库的本体模式,如,英文的 WordNet、中文的 HowNet 等。为方便本体构建而发展起来的编辑工具,主要有 Protégé、WebOnto、KAON 等,这些工具虽然能够在很大程度上降低人工构建本体的工作量和技术门槛,但仍需要逐个编辑实体类型、实体属性、实体关系,存在效率低下、费时费力

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

等问题。如图 6 所示是采用人工法构建的一种教育知识图谱的顶层本体，包括课程标准本体、学科知识本体、学习资源本体三个子本体，分别对应了知识单元子图、学科知识子图以及学习资源子图。

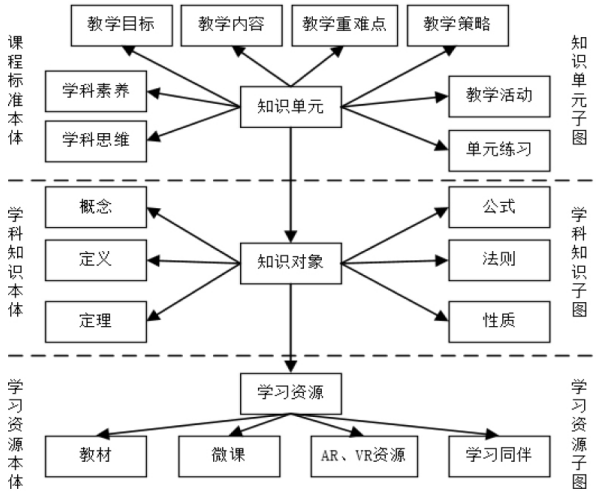


图 6 一种教育知识图谱的顶层本体

自动法是指利用知识获取技术、机器学习技术以及统计分析技术，从数据资源中自动抽取知识本体，从而降低人工构建成本[35]。自动构建领域本体的方法，主要有以下三种：基于文本的自动构建方法、基于词典的自动构建方法以及基于本体学习的自动构建方法[36]。这些方法仅适用于本体结构简单的领域，对于教育领域而言，其实用性和准确性并不高。

半自动法介于人工法和自动法之间，利用技术手段的同时辅以相关学科专家的指导，在减轻专家劳动力的同时又能提升本体构建的准确性。魏顺平等人就提出了一种面向文本数据的教育领域本体半自动化构建方法[37]。

(二)命名实体识别技术

实体是教育知识图谱中最基本的元素，实体识别则是教育知识图谱构建过程中最基础、最关键的步骤。目前，命名实体识别技术所采用的方法包括：基于词典和规则的方法、基于统计机器学习的方法以及近年出现的基于深度学习的方法。

1.基于词典和规则的方法

该方法通过学科领域专家和语言学者手工制定相应的领域词典或规则模板，而后采用正则表达式进行匹配。其中，在模板制定的过程中，主要考虑词性、关键词、词的位置、指示词和方向词等特征。这种方法虽然识别的准确度高，但编制词典或制定规则存在耗时耗力、领域迁移性欠佳等问题，仅适用于简单的识别系统。如，任函等人采用定义规则模板的方式构建了教育领域知识图谱，并将其应用于智能教学系统中的互动问答[38]。

2.基于统计机器学习的方法

基于统计机器学习的方法，包括隐马尔可夫模型、最大熵模型、条件随机场模型等。其中，隐马尔科夫模型在命名实体识别方面取得了很好的效果，该方法将命名实体识别任务简化为序列标注问题，即给定一个观测序列，求解一个联合概率，使得标注序列达到最优化[39]；而最大熵模型通过熵最大原理来求解特征函数[40]；条件随机场模型则应用条件概率原理来处理序列标注问题[41]。上述方法需要将大量人工提取的特征，送入模型中来实现实体的标记，虽然能够取得较好的效果，但其人工特征提取过程增加了模型构建的难度。

3.基于深度学习的方法

统计机器学习方法严重依赖特征工程，而深度学习的最大优势在于领域特征的自动学习，因此，近年来深度学习逐渐被应用于命名实体识别任务中。2011 年，Collobert 较早地提出了基于神经网络模型并结合窗口法与句法分析法的命名实体识别方法[42]，其识别效果和性能都超过了传统统计机器学习的方法。

为进一步改善识别结果的准确性，2015 年以后，命名实体识别的研究，开始将深度学习与统计机器学习相结合。例如，Huang 等人将双向 LSTM 网络和 CRF 模型结合后，提出了 BiLSTM-CRF 模型，该模型的优点是精准度高，对词向量的依赖性也较低[43]。随后，Ma 等人将 CNN 网络进一步融入其中，提出一种“端到端”的命名实体识别模型——BiLSTM-CNN-CRF 模型，CNN 网络主要用于学习文本的字向量特征，其识别效果得到很大提升[44]。在具体的教育应用方面，已有研究者开始将 BiLSTM-CRF 网络模型用于技能素养实体的自动识别[45]。但总体而言，基于深度学习的方法仍处于探索期。

(三)实体关系挖掘技术

实体关系挖掘能够判别已经识别出的实体，是否具有指定的语义关系类型。目前，实体关系挖掘技术的主流方法大致分为以下三种：有监督的学习方法、半监督的学习方法和无监督的学习方法。

有监督的关系挖掘方法主要包括：基于逻辑回归的方法、基于核函数的方法[46]、基于条件随机场的方法[47]，但这些方法存在的最大问题是需要人工标注大量的训练数据集。针对该问题，Mintz 等人提出了远程监督的想法，通过借助已有知识库来辅助实体关系的挖掘，这在一定程度上降低了标注语料的

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

依赖性[48]。此外,为解决实体之间存在的多语义关系问题,Hoffmann、Surdeanu 等人分别提出了基于多实例、多标签和贝叶斯网络的建模方法[49-50]。

近年来,随着深度学习在模式识别领域的成熟应用,关系挖掘任务逐渐转向了基于深度学习的研究。Socher、Zeng 等人分别提出了基于递归神经网络、卷积神经网络的关系挖掘方法[51-52]。同时,为降低关系挖掘过程的复杂性,Miwa 提出了一种基于 LSTM 网络的“端到端”的关系挖掘方法[53]。

上述研究都是将实体识别和实体关系挖掘视为两个独立的子任务,但这种流水线式的处理方法存在以下缺点:首先,实体识别模块的错误会传播到关系挖掘阶段,从而影响关系挖掘的准确性;其次,关系挖掘阶段对实体的两两组合,产生了大量的冗余信息。因此,如何联合抽取实体及其语义关系,将成为未来研究的重点。

(四)知识融合技术

知识融合技术主要用于消除实体本身及其语义关系中的矛盾和冲突,以保证知识图谱构建的质量,包括实体链接和知识合并两项技术。

实体链接是指将抽取的实体对象链接到知识图谱的过程,其基本过程如下:首先,通过实体识别技术,从教学文本资源中抽取出实体对象;然后,在知识图谱中检索与该实体对象同名的实体,通过实体消歧技术消除歧义信息;同时,通过共指消解技术消除不同名但具有相同含义的实体信息[54]。目前,常见的实体消歧技术是聚类法;常用的共指消解技术主要有两大类:基于自然语言处理的共指消解技术和基于统计机器学习的共指消解技术[55]。

知识合并技术是指将其他知识库或结构化数据中的知识,合并到当前的知识图谱中,主要分为合并外部知识库和合并关系数据库两类。合并外部知识库涉及数据层和模式层的融合[56]。对于关系数据库的合并,现多采用资源描述框架(RDF)作为数据模型进行合并[57]。

六、“人工智能+”视域下的教育知识图谱应用前景分析

(一)助力教育大数据智能化处理

教育大数据是人工智能教育应用的基础。教育大数据的分析与挖掘是从“数据”到“知识”的萃取过程。通过知识图谱,我们可以将教育领域海量且繁杂的大数据整合为一个语义化的知识网络,破解数据汇聚融合的难题,并优化数据价值的攫取过程,如图 7 所示。

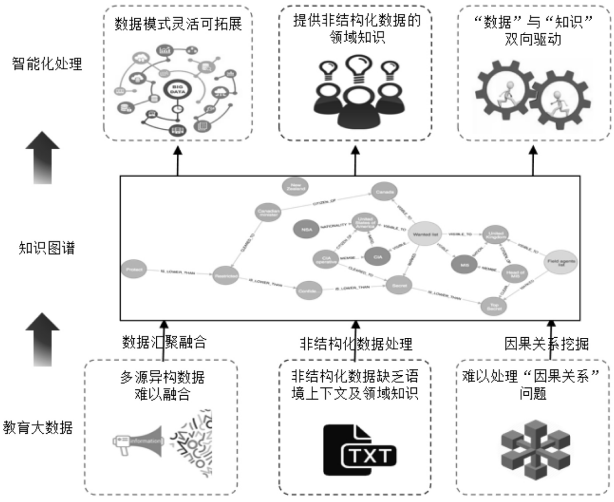


图 7 知识图谱在教育大数据智能化处理中的应用

从数据汇聚融合的角度来看,教育大数据价值密度低、数据稀疏的特性,需要融合多源异构的教育数据才能保证分析结果的精准性。而当前的教育大数据在汇聚融合过程中,缺乏统一标准与规范,数据模式动态变迁困难,多源异构数据难以语义化融合,“数据孤岛”“数据烟囱”等问题依然严重,因此,急需一种灵活可扩展、智能自适应的数据模式,将现有数据进行多维度深度融合。知识图谱作为一种轻量级的数据模式,并且具有语义关联、动态可扩展的能力,能够在一定程度上实现多源异构数据统一建模与管理。

首先,需要由学科专家和知识工程师从教学、管理、科研三个维度定义知识图谱的标准模式;其次,需要由大数据工程师将海量的教学日志数据、教学资源数据以及学习行为、学习测评数据与标准模式进行映射;再次,通过知识校验技术将不同数据源中的实体进行融合;最后,利用实体链接技术将数据与各类资源库和知识库进行关联。

从数据的分析与挖掘层面来看,对于教育领域的文本、视频等非结构数据的处理,传统文本挖掘算法(文本分类算法、潜在语义分析算法等)以及 CNN、RNN 等深度学习模型,由于缺乏语境上下文以及领域知识,其分析效果欠佳。这就需要借助知识图谱提供的教育领域知识,进一步提升性能。

此外,当前“数据驱动”理念指导下的教育大数据分析与挖掘技术,能够很好地处理具有“相关关系”特征的问题,但对于因果判断、溯因推理、决策规划等“因果关系”问题却捉襟见肘。究其原因,“数据驱动”的方法严重依赖数据本身的特征,缺乏领域知识和专家经验的融入。而通过知识图谱提供的先验知识去赋能教育大数据的分析挖掘,能够增强机器

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学习算法的学习能力,提高机器的认知水平,实现“数据”与“知识”双向驱动的教育大数据智能化处理。

(二)助力教学资源语义化聚合

近年来,随着泛在学习环境以及 MOOC、SPOC、微课等开放教育资源的出现,知识的获取方式呈现跨端、跨源、跨模态的特性,学习资源面临着分散无序、知识碎片、共享困难、关联缺失等严重问题,学习资源的语义化聚合逐渐成为教育技术研究的热点问题。

知识图谱以其语义化关联、智能组织聚合的能力,为机器理解复杂的学习资源和构建知识语义网络提供了新的思路,它是进行海量教育资源组织、表征与管理,实现教育资源融合的关键技术之一[58]。知识图谱之于学习资源的作用,主要体现在以下两个方面:

1.面向知识组织的学习资源语义化关联

目前,在线学习平台通常采用“资源—索引—元数据”的模式来组织学习资源,无法根据学习者现有的知识结构或认知水平,为其推荐最切合的学习资源。通过利用知识图谱对学习资源进行知识化标引和链接,建立以知识为中心的资源语义关联模式,使得非结构化的学习资源通过结构化、知识化的加工,成为有语义关联关系的知识对象,实现从内容资源到资源图谱的转化,为学习者提供了可重组、可融合、可创生的知识体系。此外,知识图谱还将资源使用记录与学习者个性特征、知识状态进行关联,能够为学习者提供更加个性化的资源服务。

2.融合多模态资源,构建跨媒体知识图谱

在多环境下利用多媒体通道进行多模态学习,成为“互联网+教育”时代人类学习的主流模式[59],也是信息加工理论、多媒体学习认知理论倡导的知识建构方式,这使得学习资源逐渐从单一有限的媒体资源,向海量多源的异构媒体资源演进。而如何将语言、视觉、听觉等不同类型的媒体资源进行融合,对现实世界中的知识进行统一的语义表征、关联理解,成为当前学习资源聚合亟待解决的问题。

跨媒体知识图谱通过视、听、语言等感知算法,来分析、挖掘跨媒体中的知识,将来源于不同媒体中的实体对象进行语义关联,为解决上述问题提供了新的技术支撑[60]。跨媒体知识图谱的构建过程大致如下:首先,通过图像识别、音频分析、语音识别、自然语言处理等机器学习技术,从图片、视频、语音、文本等媒体资源中,识别出知识实体和实体属性;其次,将不同媒体中的实体通过特征向量进行表达,并映射到统一的共享向量空间中;最后,通过欧几里德、余弦距离等计算公式,度量实体与对象之间的相似性,并将相似的实体对象进行融合。

(三)助力智慧教学更加高效化

1.教学目标精准定位,助力“以学定教”

教学目标作为教学过程的出发点和风向标,它的精准定位决定着教学设计和教学过程的有效性。教学目标的精准定位取决于两个要素:一是要精准定位学生当前的知识和能力状况,二是要精准预测学生未来的知识掌握状态和能力发展程度[61]。以知识图谱为代表的人工智能技术为教学目标的精准定位,提供了新的技术手段,主要表现在:

(1)基于学科知识图谱,能够精准探测学生在各知识点的掌握状态。借助于教育大数据的采集技术,智能学习系统能够记录学生在作业、练习、考试、答疑等各个环节的学习轨迹;结合学习分析技术,以知识图谱的形式可视化展示学生知识点的掌握程度,能够精准定位学生学习短板以及薄弱知识点。

(2)结合知识追踪技术[62]以及相关教育学理论,动态预测学生各知识点的掌握变化情况。每个学生的学习状态、学习进度、知识程度都各不相同且动态变化,需借助人工智能技术进行动态预测。知识追踪技术是当前智能教育领域新兴的一种预测手段,它通过学习者外在的、显性的学习表现或行为序列,来预测学习者内在的、隐性的知识技能状态。2015 年,斯坦福大学提出的深度知识跟踪模型,已初步应用于沪江英语、扇贝英语、义学教育等在线学习平台。

2.知识结构更加可视化,助力“高效建构”

由关联主义学习理论可知,知识是一个由事实、概念、命题和原则等要素通过关系构成的网络,而学习的本质也就是增强学习者对该网络的认知,建构学习者个体的认知结构[63]。知识结构的可视化,正是通过图形、图表、地图等视觉表征手段,呈现知识内在结构和关联关系的辅助工具。在智慧教学中,知识结构可视化工具,为学习者有效组织知识、高效建构知识,提供了认知脚手架。

目前,基于知识图谱的知识结构可视化,已成为智能化教学平台的基本组件,如,全球最大的适应性学习平台 Knewton 就采用了知识图谱作为其平台的知识组织工具;可汗学院也将知识图谱作为其学科知识可视化的表征工具;Wolfram Research 公司构建的知识搜索引擎,也采用了知识图谱作为底层支撑技术;国内的伟东云教育也推出了基于知识图谱的智能化知识导航和管理工具——寻知图[64]。

(四)赋能学习者画像模型的构建

用户画像是一种以用户行为大数据为基础,融

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

合文本挖掘、情感分析、知识抽取、数据可视化等技术，以标签化的信息模型描述用户多维特征的建模方法，其本质就是对画像主体“打标签”[65]。

学习者画像是用户画像的一种特殊形态，主要用于描述学习者的学科知识、认知能力、学科素养、学习风格以及情感状态等方面的个性特征，它是开展个性化支持服务的前提和基础。学习者画像的一般过程包括：学习行为数据获取、学习行为数据分析、用户标签抽取、用户画像生成四个环节[66]。当前，学习者画像模型的构建，面临以下挑战：一是行为数据的稀疏性、缺失性、偏差性和隐私性，导致画像模型的精准度一直都比较低；二是学习者画像模型是以标签形式表征的，这些标签对于机器来说是难以直接理解的，导致学习者画像的语义性和可计算性大大减弱。

将知识图谱运用于学习者画像建模与分析，不仅能够基于知识图谱对标签进行语义泛化和语义关联；而且能够基于学习者的知识图谱进行标签传播，提高数据的可用性以及标签的可理解性，从而将学习者画像的建模从基于行为的建模转向基于语义的建模。例如，加拿大阿萨巴萨卡大学的学习分析研究专家 Siemens 以及哥伦比亚大学的教育数据挖掘专家 Baker，共同提出了构建个性化学习图谱(Personal Learning Graph)的构想，进而构建了基于个性化学习图谱的学习者数字画像[67]。

(五)赋能适应性学习的诊断

当前的智慧教育更加突出强调“以学习者为中心”的教学理念，而如何评测、诊断学习者对于知识和技能的真实掌握状况，仍是全球教育信息化面临的难题。根据认知主义理论观点，学习是面对真实的问题情境，通过学习者的心理加工和信息处理，形成和建立认知结构的过程，而学习诊断是通过诊断性测试，来对学习者的认知结构进行评估的过程[68]。

目前的学习诊断方法，可分为基于学科专家的学习诊断和基于人工智能的适应性学习诊断两种。基于学科专家的学习诊断，主要依靠经验对学习者的知识与能力状态进行评估，缺乏教育测量学思想的融入，具有较大的偶然性和主观性。其诊断的大致过程是：首先，由学科专家或心理测量专家确定认知属性及其层级结构；然后，根据 Q 矩阵理论，编制诊断性测验项目；最后，对被试在测验项目上的反应模式进行分析，进而推知学习者的认知结构。这种方法存在费时费力、测验可重用性差、个性化支持不足等问题[69]。

而知识图谱等人工智能技术支持下的学习诊断，能够基于学习者客观的学习过程数据，以知识空间理论、认知诊断理论为基础，以统计测量、学习分析、数据可视化、数据挖掘等智能技术为手段，为不同的学习者选择适应性的测评工具、测评内容，设置差异化的测评过程，并自动生成目标达成度、认知及知识维度的分析报告，从而实现学习诊断过程的智能化、客观化、个性化。此外，还可以对未达成的学习目标进行认知和知识等方面的归因分析，对其缺失的知识提供补救措施，能够有效地帮助学习者发展和完善其认知结构。因此，和普通学习诊断相比，基于知识图谱的学习诊断，实现了诊断过程的自适应和个性化。

(六)赋能个性化学习的推荐

个性化学习是教育发展的本质追求和价值取向，也是人工智能技术赋能教育的最佳实践。然而，当前指数式增长的学习资源，使得学习者的“认知负荷”和“学习迷航”问题日益加剧，学习资源的极大丰富与个性化学习服务供给不足之间的矛盾日益突出。而个性化学习推荐能够根据学习者当前的知识状态，为其推荐适切的个性化学习资源和学习路径，成为实现精准个性化学习的关键和基础[70]。

已有的研究发现，传统基于协同过滤的推荐、基于内容的推荐以及二者混合的推荐方法，不仅存在冷启动、数据稀疏、可拓展性差等诸多问题，而且也无法应对教育领域个性化学习推荐的复杂性。即便是基于深度学习、增强学习等的个性化学习推荐方法，也无法融入教育教学的领域知识(如，学习者的知识状态、认知能力以及学习资源的难度等)。针对上述问题，朱天宇等人提出了领域知识驱动的个性化推荐方法，并将其成功应用于“智学网”[71]，这一研究充分证明了教育领域知识对个性化学习推荐的重要性。基于上述研究成果，我们认为，知识图谱作为一种组织和表征知识的工具，反映了知识点的先后顺序以及认知依赖关系，提供了较完善的教学知识体系；参照知识图谱来实现个性化的学习资源推荐以及个性化学习路径规划，符合知识的认知规律和教学的基本逻辑，能够解决现有个性化学习推荐方法缺乏领域知识的问题。

可见，基于知识图谱的个性化学习推荐，能够根据知识间蕴含的前驱和后继关系，综合考虑学习者的认知风格、当前的知识状态等特征，为他们推送个性化、有针对性的学习资源和学习路径。具体可分为以下几个阶段：

(1)学习者个性化需求分析阶段。根据学习者的信息交互、操作交互等学习行为，识别学习者当前正在学习的知识内容，定位学习者的知识盲点、缺失概

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

念,生成学习需求数据库,并根据学习活动进行动态调整。(2)学习者个性化测评阶段。个性化测评的目的是对学习者的知识水平、学习风格、认知能力等各方面的差异性进行量化分析，为学习资源的个性化推荐和学习路径的动态规划提供依据。(3)个性化知识子图生成阶段。根据学习者的个性化学习需求以及学习者的知识水平、学习风格、认知能力等个性特征[72]，从学科的知识图谱中抽取学习者待学习的知识点,形成个性化知识子图。(4)个性化学习推荐阶段。个性化学习推荐,包括学习资源推荐和学习路径推荐两种协同推荐模式。学习资源推荐,主要针对薄弱知识点推荐相应的微课、教学测验等;学习路径推荐，主要为学习者推荐从当前知识点到目标知识点之间的学习对象序列以及学习活动序列。

(七)赋能智能教育机器人

《地平线报告》连续多年预测教学机器人将成为持续影响教育领域的关键技术；英国开放大学发布的 2019 年度《创新教学报告》也指出,“机器人陪伴学习”将成为教育领域可能出现的“创新教学法”[73]。教育机器人能够充当学习者的学习助手、智能学伴,为其提供答疑、导航、推荐、提问、社交等智能服务,对于增强学习兴趣、激发学习动机、提高学习效果具有重要作用。同时,教育机器人也能够辅助教师进行教学监控、教学管理、自动答疑,延伸教师的表达能力、知识传递能力和沟通能力[74]。

当前，教育领域应用的机器人主要是对话型或聊天型，该类机器人通过机器学习和知识图谱等技术让机器理解人的语言,在对人类意图进行深入分析的基础上，经过简单的逻辑推理和规则匹配过程,对学习者的提问进行回应抑或完成某项明确具体的任务。比如,对话型机器人是一个集语言感知、语音识别、智能决策、自动反馈为一体的复杂系统,涉及自然语言处理、知识图谱、知识推理、增强学习等诸多人工智能技术,而知识图谱在其中起到了决定性作用。

如图 8 所示为对话型教育机器人的基本结构,主要包括自然语言处理模块、对话管理模块、知识图谱模块、自然语言生成模块四大部分。其基本处理流程如下：自然语言处理模块将学习者输入的文字与语音数据转变为机器的内部表示，在知识图谱的辅助下,基于深度学习技术对输入进行实体识别、实体链接、指代消解、语义理解等处理,最终解析为槽值对的形式；对话管理模块综合学习者的输入数据以及知识图谱中的信息,经过知识推理、语义消歧、上下文理解、语义检索等操作生成问题答案,最后交由

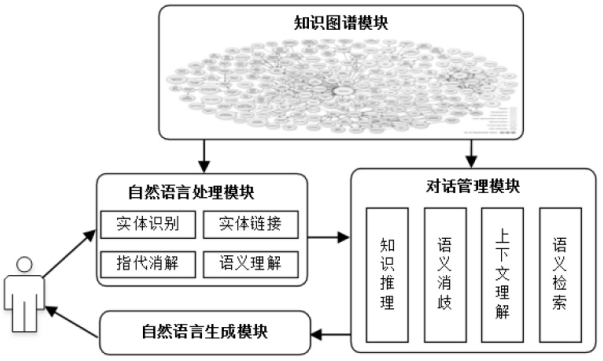


图 8 对话型教育机器人的基本结构

自然语言生成模块反馈给当前学习者。在该过程中,知识图谱相当于教育机器人的大脑记忆系统，存储了教育领域海量的常识性知识，以及学习者的情感状态、兴趣偏好、知识技能等数据信息,使得机器人拥有了类似人类大脑的记忆、思考、推理和研判能力。

七、总结与展望

深度学习和知识图谱是人工智能符号主义和联结主义研究范式的最新成果，将这两项技术与教育教学深度融合，来提高精准教学质量和个性化服务水平,已成为推动教育信息化 2.0 发展的必然要求,这也是智能教育从理论走向实践的重要抓手。但单纯依靠深度学习技术的智能教育，存在着黑箱问题和不可解释问题,而知识图谱恰恰弥合了这一缺陷,它以知识为核心来驱动智能教育的发展。知识图谱作为智能教育从“感知智能”阶段向“认知智能”阶段发展的基础,能够为教育大数据的智能化处理、教学资源的语义化聚合、智慧教学的优化、学习者画像模型构建、适应性学习诊断、个性化学习推荐、智能教育机器人等教育应用等方面,提供技术支撑。

虽然知识图谱在智能教育中具有广阔的应用前景,但其在基础理论研究、平台研发和应用示范等方面,目前仍处于起步阶段。为此,智能教育的未来发展应从知识表示学习、知识获取、学科知识推理与计算等方面，深入研究大规模教育知识图谱的基础理论和方法,构建包含课程标准、学科知识、教学资源的教育知识图谱大平台，并积极推进教育知识图谱在智慧校园、智慧教学、智慧教室、智慧管理等多种场景下的应用示范，从而切实推动知识图谱在智能教育领域的落地与实施。

[参考文献]

[1]李涓子,侯磊.知识图谱研究综述[J].山西大学学报(自然科学版),

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2017(3):454-459.
[2]国务院.新一代人工智能发展规划[EB/OL].[2019-06-10].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.
[3]成素梅.人工智能研究的范式转换及其发展前景[J].哲学动态,2017(12):15-21.
[4][7]冯锐,张君瑞.人工智能研究进路的范式转化[J].现代远程教育研究,2010(1):14-17.
[5]林建祥.人工智能的认识论问题与智能教学专家系统[J].教师教育研究,1990(3):44-49.
[6]黄荣怀,李茂国,沙景荣.知识工程学:一个新的重要研究领域[J].电化教育研究,2004(10):1-7.
[8]李枫林,柯佳.基于深度学习框架的实体关系抽取研究进展[J].情报科学,2018(3):169-176.
[9]徐心和,么健石.有关行为主义人工智能研究综述[J].控制与决策,2004(3):241-246.
[10][74]李振,周东岱,刘娜,欧阳猛.人工智能应用背景下的教育人工智能研究[J].现代教育技术,2018(9):19-25.
[11]陈凯泉,沙俊宏,何瑶,王晓芳.人工智能2.0重塑学习的技术路径与实践探索——兼论智能教学系统的功能升级[J]. 远程教育杂志,2017(5):40-53.
[12]肖仰华.知识图谱与认知智能[EB/OL].[2019-06-10].http://www.360doc.com/content/18/0413/16/22368478_745352422.shtml.
[13]杨勇.基于语义网络的智能教学系统开发环境[D].北京:中国科学院研究生院(计算技术研究所), 1998:15-24.
[14][35]杨玉基,许斌,胡家威,仝美涵,张鹏,郑莉.一种准确而高效的领域知识图谱构建方法[J].软件学报,2018(10):2931-2947.
[15]顾珮嵚.语义图推理及中医药应用研究[D]. 杭州:浙江大学, 2013:28-46.
[16]冯新翎,何胜,熊太纯,等.“科学知识图谱”与“Google知识图谱”比较分析——基于知识管理理论视角[J].情报杂志,2017(1):149-153.
[17][33]漆桂林, 高桓, 吴天星. 知识图谱研究进展[J]. 情报工程, 2017(1):4-25.
[18]Knewton Adaptive Learning Building the World's Most Powerful Education Recommendation Engine[DB/OL].[2016-11-22].https://www.knewton.com/wp-content/uploads/knewton-adaptive-learning-whitepaper.pdf.
[19]互联网教育智能技术及应用国家工程实验室.唐诗别苑[EB/OL].[2019-06-10].http://poem.studentsystem.org/.
[20]余胜泉,彭燕,卢宇. 基于人工智能的育人助理系统——“AI好老师”的体系结构与功能[J]. 开放教育研究,2019(1):25-36.
[21]孙小欣. 基于潜在语义分析的学科知识图谱构建[D]. 武汉:华中师范大学,2013:16-29.
[22]陆星儿, 曾嘉灵, 章梦瑶. 知识图谱视角下的MOOC教学优化研究[J]. 中国远程教育, 2016(7):5-9,79.
[23]杨开城. 论课程的易理解性与知识建模技术[J]. 电化教育研究,2011(6):12-16.
[24]杨萌,张云中.知识地图、科学知识图谱和谷歌知识图谱的分歧和交互[J].情报理论与实践,2017(5):122-126,121.
[25]张波,金玉鹏,张倩,等. 试论一种新型在线教育资源大数据组织框架[J]. 中国电化教育,2018(3):41-46.
[26]钟绍春,唐烨伟. 人工智能时代教育创新发展的方向与路径研究[J].电化教育研究,2018(10):17-22,42.
[27]钟绍春.构建信息时代教育新模式[J].电化教育研究,2019(4):23-29.
[28]余胜泉,李晓庆. 区域性教育大数据总体架构与应用模型[J]. 中国电化教育,2019(1):17-27.
[29][32]徐增林,盛泳潘,贺丽荣,王雅芳.知识图谱技术综述[J].电子科技大学学报,2016(4):589-606.
[30]何文涛.智慧学习环境下基于知识建模图的在线教育资源众筹及其应用研究[J].电化教育研究,2019(4):59-67.
[31]刘峤,李杨,段宏,等. 知识图谱构建技术综述[J]. 计算机研究与发展,2016(3):582-600.
[34]赵军.知识图谱[M].北京:高等教育出版社,2018:1-20.
[36]刘伯崇.中文领域本体自动构建理论与应用研究[M].杭州:浙江大学出版社,2015:27-35,44-45.
[37]魏顺平,何克抗.基于文本挖掘的领域本体半自动构建方法研究——以教学设计学科领域本体建设为例[J].开放教育研究, 2008(5):95-101.
[38]任函,孙为.知识图谱在智能教学系统中的应用[J].开封教育学院学报, 2017(6):171-173.
[39]Morwal S, Jahan N, Chopra D. Named Entity Recognition Using Hidden Markov Model(HMM)[J]. International Journal Natural Language Computer, 2012(4):15-23.
[40]Ahmed I, Sathyraj R. Named Entity Recognition by Using Maximum Entropy[J]. International Journal of Database Theory & Application, 2015(8):43-50.
[41]Li K, Ai W, Tang Z, et al. Hadoop Recognition of Biomedical Named Entity Using Conditional Random Fields[J]. IEEE Transactions on Parallel & Distributed Systems, 2015(11):3040-3051.
[42]Collobert R, Weston J, Bottou L, et al. Natural Language Processing (Almost) from Scratch[J]. Journal of Machine Learning Research, 2011(12): 2493-2537.
[43]Huang Z, Xu W, Yu K. Bidirectional LSTM-CRF Models for Sequence Tagging [EB/OL]. [2019-06-12].https://arxiv.org/pdf/1508.01991v1.pdf.
[44]Ma X, Hovy E. End-to-end Sequence Labeling via Bi-directional LSTM-CNNs-CRF[EB/OL].[2019-06-12].https://arxiv.org/pdf/1603.01354.pdf.
[45]王东波,高瑞卿,苏新宁,等.面向情报学课程设置的数据科学技能素养自动抽取及分析研究[J].情报理论与实践,2018(12):61-67.
[46]Choi S P, Lee S, Jung H, et al. An Intensive Case Study on Kernel-based Relation Extraction[J]. Multimedia Tools & Applications, 2014(2):741-767.
[47]Peng Fuchun, Andrew McCallum. Information Extraction from Research Papers Using Conditional Random Fields[J]. Information Processing & Management, 2006(4):963-979.
[48]Mintz Mike, Steven Bills, Rion Snow, Dan Jurafsky. Distant Supervision for Relation Extraction without Labeled Data[C]//Proceedings of ACL-IJCNLP, 2009:1003-1011.
[49]Hoffmann R, Zhang C, Ling X, et al. Knowledge-based Weak Supervision for Information Extraction of Overlapping Relations[C]// Meeting of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies. Association for Computational Linguistics, 2011:541-550.
[50]Surdeanu M, Tibshirani J, Nallapati R, et al. Multi-instance Multi-label Learning for Relation Extraction[C]// Joint Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and Computational Natural Language Learning, 2010:455-465.
[51]Socher Richard, et al. Semantic Compositionality through Recursive Matrix-vector Spaces [C]//Proceedings of EMNLP-CoNLL, 2012:1201-1211.
[52]Zeng D, Liu K, Lai S, et al. Relation Classification via Convolutional Deep Neural Network[C]//COLING, 2014:2335-2344.
[53]Makoto Miwa, Mohit Bansa. End-to-End Relation Extraction Using LSTMs on Sequences and Tree Structures[C]//Proceedings of ACL, 2016:1-13.
[54]马晓军. 基于表示学习的领域实体消歧与链接预测[D].昆明理工

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

大学,2018:25-34.
[55]郎君. 基于统计方法的共指消解技术研究[D]. 哈尔滨工业大学,2009:6-10.
[56]Deshpande O,Lamba D S,Tourn M,et al.Building,Maintaining,and Using Knowledge Bases:A Report from the Trenches[C]//Proceedings of the 2013 International Conference on Management of Data. ACM,2013:1209-1220.
[57]Sahoo S S,Halb W,Hellmann S,et al. A Survey of Current Approaches for Mapping of Relational Databases to RDF [R].Cambridge,MA:The W3C RDB2RDF Working Group,2009:1-16.
[58]张治,刘小龙,余明华,祝智庭.研究型课程自适应学习系统:理念、策略与实践[J].中国电化教育,2018(4):119-130.
[59]杨跃, 白素, 袁金月. "三多"语境下大学英语教学 Presentation 的学生能动性建构[J]. 外语电化教学, 2015(2):24-29.
[60]朱珂,王玮,李倩楠.跨媒体智能的发展现状及教育应用研究[J].远程教育杂志,2018(5):60-68.
[61]辛继湘.当教学遇上人工智能:机遇、挑战与应对[J].课程·教材·教法,2018(9):62-68.
[62]李菲茗,叶艳伟,李晓菲,史丹丹.知识追踪模型在教育领域的应用:2008-2017 年相关研究的综述[J].中国远程教育,2019(1):1-6.
[63][美]Joseph D Novak.学习、创造与使用知识 概念图促进企业和学校的学习变革[M].赵国庆,吴金闪,唐京京,等,译.北京:人民邮电出版社,2016:25-45.
[64]伟东云教育.伟东云知识地图[EB/OL].[2019-06-10].http://www.xunzhitu.com/knowledge Points Map/visKMapView.
[65]张心铭,高升,马占宇,杨震. 基于知识图谱的用户画像技术[J]. 中国人工智能学会通讯, 2018(2):50-55.
[66]王颖. 基于知识图谱的产品画像构建研究[D].南京理工大学,2018:1-24.
[67]Baker R, Siemens G. Educational Data Mining and Learning Analytics[J]. Cambridge Handbook of the Learning Sciences,2014:253-272.
[68]祝智庭. CAI 的教学策略设计(之四)[J]. 电化教育研究, 1998(4):49-52.
[69]郭磊. 认知诊断理论及其应用[J]. 心理技术与应用, 2013(2):27-31,34.
[70]师亚飞,彭红超,童名文.基于学习画像的精准个性化学习路径生成性推荐策略研究[J].中国电化教育,2019(5):84-91.
[71]朱天宇, 黄振亚, 陈恩红,等. 基于认知诊断的个性化试题推荐方法[J]. 计算机学报, 2017(1):176-191.
[72]唐杰,李浩君,邱飞岳. mCSCL 环境下协作分组的伙伴模型研究[J].中国远程教育,2012(2):48-50.
[73]李青,闫宇.新技术视域下的教学创新:从趣悦学习到机器人陪伴学习——英国开放大学《创新教学报告》(2019 版)解读[J].远程教育杂志,2019(2):15-24.

[作者简介]
李振,东北师范大学信息科学与技术学院在读博士研究生,研究方向:自适应学习系统、教育知识图谱、个性化学习路径推荐等;周东岱,博士,东北师范大学信息科学与技术学院院长,吉林省"互联网+"教育科技创新中心主任,教授,博士生导师,研究方向:教育软件工程以及数字学习环境的理论、方法与关键技术;王勇,东北师范大学信息科学与技术学院在读博士研究生,研究方向:智慧教育、信息化教育应用、数字化学习环境。

Research of Educational Knowledge Graph from the Perspective of "Artificial Intelligence+": Connotation, Technical Framework and Application

Li Zhen[1], Zhou Dongdai[1,2] & Wang Yong[1]
(1.School of Information Science and Technology, Northeast Normal University,Changchun Jilin 130024)
2.Science and Technology Innovation Center of Jilin Province "Internet+" Education, Changchun Jilin 130117)

【Abstract】 The development of the new generation AI technology, such as deep learning, knowledge mapping, and reinforcement learning, is driving the "Internet + education" into the new era of "intelligent education". As the core driving force to promote the development of artificial intelligence, knowledge graph provides a new capacity for education and teaching in the era of education informationization 2.0. From the research paradigm of AI, knowledge graph is the evolution and development of symbolism research paradigm in the era of big data and artificial intelligence; from the development stage of AI, knowledge graph is an important basis for the advancement of AI from "perceptual intelligence" to "cognitive intelligence". For the educational knowledge graph, we should start from multi-dimensional perspectives such as knowledge modeling, resource management, knowledge navigation, learning cognition and knowledge base. The current educational knowledge graph can be divided into static knowledge graph and dynamic reason graph. The key technologies of constructing educational knowledge graph mainly focus on the construction of knowledge ontology, named entity recognition, entity relationship mining and knowledge fusion. From the perspective of "AI +", educational knowledge graph has broad application prospects in educational fields, such as the intelligent processing of big data in education, semantic aggregation of teaching resources, intelligent teaching optimization, construction of learner model, adaptive learning diagnosis, personalized learning recommendation and intelligent educational robots.

【Keywords】 Artificial Intelligence; Educational Knowledge Graph; Cognitive Intelligence; Knowledge Ontology; Personalized Learning; Intelligent Education; Educational Robot; Knowledge Tracking

收稿日期:2019 年 5 月 11 日
责任编辑:吕东东

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

【人工智能教育应用专栏】科大讯飞协办

人工智能教育应用的发展趋势与实践案例*

吴晓如　　王　政

（科大讯飞股份有限公司，安徽合肥 230088）

摘要：文章首先从人工智能时代社会发展对人才需求的角度入手，指出个性化是人工智能时代教育应用发展的必然趋势，并介绍了教育应用的发展现状，指出人工智能技术推动了个性化教育从理念走向实践。接着，文章描述了智能教育的核心服务，即从学习个性化、教学精准化和管理科学化等三个方面推动教育走向个性化。最后，文章介绍了智能教育核心服务在用户终端产品中的应用集成与案例实践。

关键词：人工智能；智能教育应用；个性化；智能教育核心服务；AI 助手

【中图分类号】G40-057【文献标识码】A【论文编号】1009—8097（2018）02—0005—07【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2018.02.001

引言

近年来，人工智能（Artificial Intelligence，AI）受到了全社会的普遍关注，并被提升到了国家战略的高度。人工智能时代已经到来，AI 技术正在悄然改变着传统行业的方方面面，如何应对人工智能带来的机遇与挑战已成为各行各业都必须面对的问题，教育行业也不例外。科大讯飞肩负着建设“国家新一代人工智能开放创新平台”的重要使命，积极探索 AI 技术与教育的融合创新应用。基于对我国教育信息化发展现状的深入分析，以及对 AI 技术在教育领域应用趋势的前瞻预测，科大讯飞围绕教育主场景推出了人工智能核心技术服务及其应用产品，在广泛的实践过程中取得了良好的应用效果。

一 人工智能教育应用的发展趋势与现状

1 新时代呼唤个性化教育理念与模式

在工业化时代，以规模化、机械化和程序化为主要特征的生产模式，要求通过教育来培养大量具备基础知识技能、具有严格服从精神的高度专业化、标准化人才[1]。而在 AI 技术日益渗透到各行各业的当今时代，生产过程已由单一、重复的流水线生产模式转变为大规模、个性化、自动化的智能制造模式[2]。社会更需要劳动者具备创新能力，BBC（英国广播公司）援引牛津大学学者 Osborne 等关于“人工智能对未来职业的可替代率”的数据体系进行职业预测：不仅那些可通过标准化训练的人才如电话销售员会被大量替代（可替代率达 99.0%），“程式化强、重复性高”的高级脑力工作如会计师也会被大量替代（可替代率达 97.6%），而只有那些强调“创新、沟通和深入思考”工作如软件开发人员被替代的可能性低（可替代率仅 8.0%）[3]。可见，当前教育的重要任务就是培养创新人才。

创新人才的培养离不开个性化的教育方式。心理学家林崇德[4]认为，创新型人才应具备创造性的个性品质。尊重个性品质的发展，就是保护人才的创新能力。美国心理学家特尔曼对 800 名男性儿童做了长达 30 年的追踪调查，发现成就较大的前 20%群体与成就较小的后 20%群体在性格、情感、兴趣、爱好、自我意识等个性特征方面存在显著差异，前者的个性特征得到了充

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

分的发展 [5]。由此可见，培养创新人才需正视并尊重智力水平、性格特征、兴趣爱好等个性差异，同时在遵循身心发展规律的基础上，选择最适宜的发展方式来促进个人成长。总之，创新人才离不开个性化的教育培养，未来教育必将走向个性化。

2 人工智能推动教育的个性化从理论构想到落地实践

教育个性化的第一步是实现学习活动的个性化，即能够根据学生自身的学习需求、学习经验、兴趣爱好、风格习惯、文化背景等个性化要素，结合国家教育方针与社会人才需求，量身定制学习内容、学习方法和学习计划。推动个性化学习需要掌握足够多的背景信息，并进行大量的数据建模分析和智能决策计算，才可能达成预期效果，鉴于其实现的复杂性，2015 年新媒体联盟《地平线报告（基础教育版）》就将个性化学习列为具有相当困难的挑战性工作[6]。而随着深度神经网络的广泛应用、脑科学研究的不断进步与突破，在大数据、云计算等相关技术的支撑下，人工智能技术被快速地应用到社会各领域中，如面向教育领域的、基于人工智能的信息化系统（即“智能教育应用”）可充分利用教育行业大数据，通过不断学习顶级的专家知识体系，以达到一流专家的水平。据此，智能教育应用一方面可从海量的学生行为数据中，敏锐地识别每个学生的特点和诉求，并制定相应的学习策略；另一方面可从良莠不齐的海量学习资源中找到合适的学习内容，并推荐给学习者；最终，实现学习活动的个性化。由此可见，在人工智能的支撑与推动下，教育的个性化必然会由理论构想逐步转为落地实践，个性化也将成为智能教育应用发展的必然趋势。

3 人工智能教育应用的发展现状

作为个性化教育发展基础的教育信息化，近年来取得了长足进步，据《教育信息化“十三五”规划》统计：我国中小学的互联网接入率达到 87%，多媒体教室普及率达到 80%；优质数字教育资源日益丰富，信息化教学逐步普及；教师及学校管理者的信息化意识与能力显著增强[7]。随着教育信息化应用的普及与推广，传统的教育教学模式发生了很大的改变，促进了教育公平并提高了教育教学质量，但在应对教育个性化的挑战时仍显得有些力不从心，具体表现为以下三个方面：①学生的学习过程未能实现个性化，学生不能充分了解自己，教师又难以关注到每个学生，因此在课堂内外，即便有信息化应用的支持，也只能获得标准化的学习内容和学习策略指导；②教师的教学过程未能实现精准化，教师以一人之力难以从预习、听课、复习、自学、作业、考试等各类场景应用中，观察并掌握全班所有学生的个性特点、学习行为与学业成果，更不能精准地指导每位学生的学习，③学校的管理过程未能实现科学化，学校的各类数据分散在不同的业务系统之中，相互间数据未能融合，学校的决策管理过程难以得到数据的全面支撑，学校在数据割裂的状态下，也难以为教学精准化与学习个性化提供有力的管理支撑。

二 人工智能教育应用的发展对策与举措

鉴于人工智能时代教育应用的发展趋势与发展现状，智能教育应用必须在教育主场景中解决阻碍教育走向个性化的关键问题，才能真正推动个性化教育由理念到实践的发展。

1 用 AI 技术解决阻碍教育走向个性化的关键问题

①通过智能推荐引擎解决学习过程个性化的问题。智能推荐引擎一方面基于对学生数据的全面掌握，准确刻画学生的个性特征与学习需求；另一方面基于对学习资源内容和使用状况的智能分析，实现资源特性的标签化；最终根据每个学生的真实需求，智能化推送合适的学习资源，以实现学习过程的个性化。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

②通过智能学情分析解决教学过程精准化的问题。智能学情分析技术一方面汇聚了单个学生的学习态度、学习风格、知识点掌握情况等信息，使教师能够精准掌握学生个体的学习需求；另一方面统计了班级整体的学习氛围状况、薄弱知识点分布、成绩分布等学情信息，使教师能够精准掌握班级整体的学习需求；最终为合理规划教学资源、恰当选取教学方式提供专业指导意见，实现教学过程的精准化。

③通过智能决策支持解决管理过程科学化的问题。智能决策支持一方面实现了校园数据的打通、汇聚与交换，形成学生、班级、学校多级数据体系；另一方面实现了校园数据的规整与加工，并基于业务场景创建校园数据仓库，创建分析、度量、诊断、预测等各类模型，生成可视化分析图；最终为学校管理者提供基于数据与模型的决策建议，以实现数据驱动的管理过程的科学化。

2 将解决个性化教育核心问题的 AI 技术打造成核心服务

为系统性提升教育应用对个性化教育的支撑能力，研究中将人工智能相关技术进行封装，并整合为开放服务，供面向具体教育场景的应用产品集成与调用，称为“智能教育核心服务”（Core Services for AI in Education），如图 1 所示。智能教育核心服务，依托“智能教育平台”提供的 AI 技术能力与大数据处理能力[8]，面向具体教育场景，提供“技术”与“业务”两大类服务。

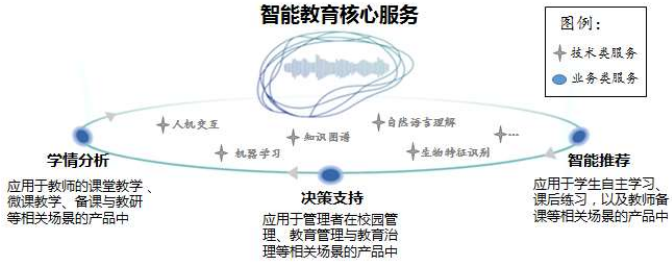


图 1 智能教育核心服务

（1）智能教育技术类核心服务

该类服务面向具体的教育应用场景，从技术的角度实现对人工智能通用技术的封装与定制，使各类教育应用产品能够迅速集成交互界面友好、接口简单易用的 AI 技术与服务。从应用产品的角度来看，借助该类服务可以快速获得 AI 能力，因此也被称为“人工智能代理（AI Agent）”，其主要功能包括：①人机交互技术，指研究人和计算机之间的信息交换，包括语音合成、语音识别、情感交互等具体领域技术；②自然语言理解技术，指研究能实现人与计算机之间用自然语言进行有效通信的理论和方法，包括机器翻译、机器理解、问答系统等具体领域技术；③知识图谱技术，本质上是构建语义网络，指研究将各类信息连接在一起形成关系网络，并利用网络中的关系分析与解决问题的技术；④生物特征识别技术，指通过个体生理特征或行为特征对个体身份进行识别认证的技术，包括语音识别、指纹识别、人脸识别等具体领域技术等。

（2）智能教育业务类核心服务

该类服务面向具体的教育应用场景，从业务的角度实现人工智能通用技术与业务流程的融合，以实现学习过程的个性化、教学过程的精准化和管理过程的科学化等具体业务要求，使应用产品能够快速获得开展个性化教育的必要能力。从应用产品的角度来看，该类服务扫除了开展个性化教育的技术障碍，使应用系统可围绕服务展开业务，因此也被称为“人工智能助手（AI

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Assistant)”，其主要包括以下三种服务：①智能推荐服务。在自适应考试、智能口语评测、全学科阅卷等人工智能技术的支撑下，充分利用用户的学业诊断数据、用户行为数据，并根据学生的学习目标、学习风格、学习习惯以及对知识点的掌握情况，通过用户画像、资源画像及构建知识图谱，实现学习资源的个性化推荐。该服务被广泛地应用于学生自主学习、课后练习等相关场景的产品应用中。②学情分析服务。实现了各类学情数据和教师教学数据的打通、汇聚、规整与分析，并在数据挖掘技术和学习分析技术的支撑下，使教师不仅能够全面掌握学生个人的学情信息，还能够全面掌握全班学生的学情分布状况。该服务被广泛地应用于包括教学预设、课堂教学、备课与教研等相关场景的产品应用中。③决策支持服务。基于用户教育管理数据、行为数据及相关行业数据，利用 BI（Business Intelligence）分析、业务建模、数据可视化等技术手段，实现对管理决策活动的数据支撑，并提供监控、模拟和模型预测等功能。该服务被广泛地应用于学校的校园管理、区域的教育管理与教育治理等相关场景。

四 人工智能教育应用的实践案例

科大讯飞作为教育技术引领企业，通过人工智能、云计算、大数据等先进技术，为广大教育用户提供了覆盖“教、学、考、评、管”的全场景产品体系，且产品已在全国 10000 多所学校应用并形成体系。合肥市某省属重点中学（以下简称“该校”）主要在教育各场景中常态化应用了科大讯飞的智能教学、智能学习和智能管理系统，从而形成了一系列典型特色的人工智能教育应用案例。下面将以该校 2014 级的 35 个班、共 1937 名学生为例，介绍其人工智能教育的应用情况。采集的行为数据时段是 2016 年 2 月 22 日至 2016 年 7 月 5 日。

1 智能教学系统的应用实践

智能教学系统集成了智能教育核心服务中的学情分析服务。该系统采集了班级所有学生的行为数据、基础信息数据和学业数据，并提交给学情分析服务；学情分析服务通过后台的大数据分析与智能技术处理，形成对学生个体与学生整体的画像，生成可视化的学情分析报告并提供给教师。教师根据学情报告中的各项指标数据，准确规划教学路径、精确设计教学策略，从而实现教学过程的精准化。智能教学系统的应用模式如图 2 所示。

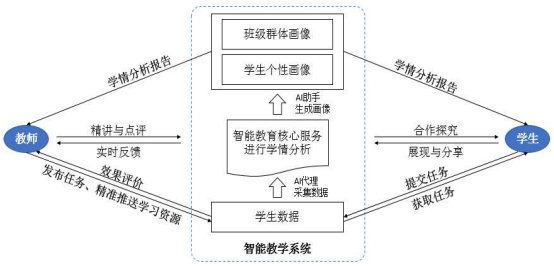


图 2 智能教学系统的应用模式

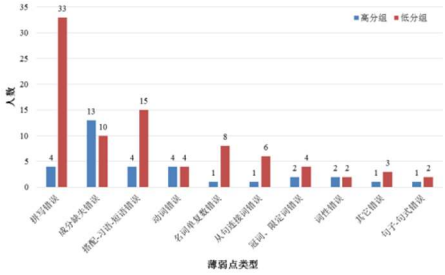


图 3 作文练习错误类型分析图

本研究以该校英语学科 C 老师某节作文课的智能教学过程为例，来介绍智能教学系统的应用，其具体过程是：①利用 AI 代理完成英语作文练习作业的批改与数据采集，并通过 AI 助手自动生成班级与个人关于本节课的学情分析报告。其中，学情分析包括各类分析指标，以图 3 所示的“作文练习错误类型分析图”为例，该指标可帮助 C 老师全面了解班级作文练习中的薄

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

弱点分布状况。②C 老师针对全班学情分析报告中出现的低分组高频薄弱点（如拼写错误）和高分组高频薄弱点（如成分缺失错误）进行精准讲评。③学生根据个人学情报告和老师讲评，在线对作文进行修改，包括订正原有错误、修改完善作文表达等。④学生修改完成后，AI 助手再次向 C 老师提供班级和个人报告、向学生提供个人报告，以让双方得到实时反馈和效果评价，便于学生及时更改、教师进一步推送资源。⑤通过上传、共享等方式，C 老师将修改后的优秀作文分享至全班，学生利用 AI 助手分组讨论并学习优秀作文的写作、词句表达等来取长补短、精准提升写作水平。借助于 AI 代理和 AI 助手，整个写作的教学过程由此实现精准教学的目的。

C 老师将此次英语作文教学重点放在教学设计上，并通过 AI 助手精准掌握学生学情，实现了以学生为主体的个性化教学；同时，借助 AI 助手，学生也获得了个性化作文的学习指导，他们在课堂上进行小组讨论、个性化练习作文，极大地调动了写作的积极性，也显著地提升了英语写作水平。据后期统计，在 2016 年 7 月初的月考中，该班的英语作文平均分较 2 月初的月考作文分数提高了 15%。

2 智能学习系统的应用实践

智能教学系统集成了智能教育核心服务中的智能推荐服务。该系统基于学生的基础信息和学情信息，进行数据挖掘，并通过行为建模、经历建模，结合学科知识点的行业建模生成学科知识图谱，为学生规划科学的学习路径，同时在自适应学习技术的帮助下，为学生智能化推荐教师和系统提供的微课资源、试题资源、课件资源和其它学习资源，辅助学生进行个性化学习。智能学习系统的应用模式如图 4 所示。

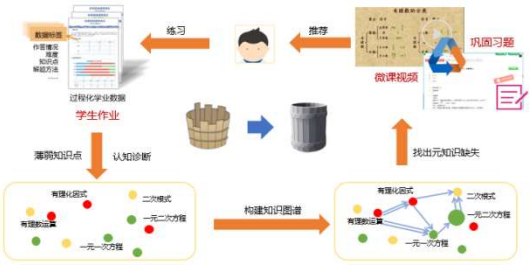


图 4 智能学习系统的应用模式

图 5 M 同学使用智能学习系统后准确率对比

本研究以该校 2014 级 M 同学的数学学习过程为例，来介绍智能学习系统的应用，其具体过程是：①AI 代理通过图文识别等技术，自动收集 M 同学平时的习题练习数据与考试测试数据，并借助 AI 统计其薄弱知识点，完成对 M 同学的认知诊断。②基于散落的知识点并结合知识点学习的先后次序关系，AI 助手构建了 M 同学的学情知识图谱，通过图谱可以找出 M 同学的元认知缺失情况，并形成可视化的学习效果，效果可用图谱上的不同颜色节点来表示，由此也就形成了 M 同学数学学习的个性化路径。③AI 助手根据个性化路径，按知识点先后次序有针对性地向 M 同学推送数学微课视频与巩固性习题；在完成推荐的资源后，M 同学再次进入“数据收集—诊断建模—个性化推荐—数据再收集”的个性化线上学习闭环。④在线下，数学老师通过 M 同学不同颜色的学情知识图谱，针对其薄弱知识点进行教学、布置任务等，形成线下学习微循环。由此借助于 AI 代理和 AI 助手，M 同学用线上线下、集中和自主等多种学习方式补齐自

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

身短板，展开个性化学习。

在 2016 年 3 月～6 月期间，M 同学使用智能学习系统后学习效果显著：一方面，在题量相近时，个性化作业的准确率（0.88）明显高于非个性化作业的准确率（0.522），且整个班级的答题准确率平均提升 21.6%，具体如图 5 所示；另一方面，M 同学在 7 月初的的数学月考中分数提升 15.2%，而同期统计的一个月作业时间却相对减少 31%。由此可见，使用智能学习系统进行个性化学习，对提高答题准确率、减少作业负担、提升学习效果有明显作用。

3 智能管理系统

智能教学系统集成了智能教育核心服务中的决策支持服务，主要包括分析：①数据采集工具采集区域或学校内的教学、学习、考试、管理等场景数据，并提供给数据加工系统进行存储、加工，生成用户画像，进行相关业务建模；②数据应用系统在数据可视化等技术手段的支撑下，将数据进行集成展示；③数据分析系统提供监控、预测和模拟等功能，辅助管理者进行学校或区域的教育管理和教育治理。智能管理系统的应用模式具体如图 7 所示。

图 7 智能管理系统的应用模式

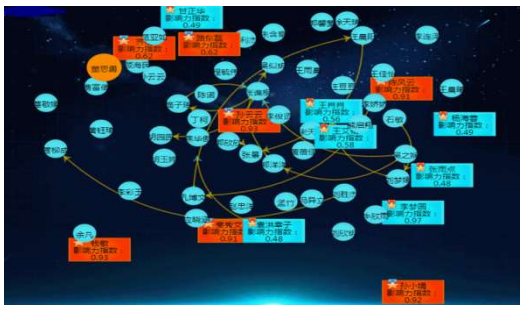


图 8 师、生的影响力指数

在实际应用中，学校管理涉及面广，故本研究仅以管理领域内的师生管理为例，并以该校 2014 级学生为对象，具体的智能师生管理过程是：①利用 AI 代理收集学生对教师发布微课的评论、点赞数，学生对老师的私信数，对教师公告信息的回复数，学生间相互作业批改、相互提问以及私信数等互动数据。②利用 AI 助手对原始互动数据进行加工，获得标准化的师生互动数据，并进行师生画像，构建该校的师生社交网络；在该网络中，师、生以节点表示，不同节点间的连线表示不同的师生、生生互动关系，节点连接数与连接比例可表示互动的积极程度。③通过 AI 助手，利用图挖掘算法找到社交网络中最具影响力的学生与老师，计算出师、生的影响力指数，如图 8 所示。④根据可视化的师生、生生关系，以及数量化的师、生影响力指数，该校管理者在 AI 助手的支持下做出相应的教育管理制度调整，如针对影响力指数较大的前 5 位教师进行试管理：建立相应激励机制，大力加强教学推进工作；建立相应教学资源调控制度，合理规划资源并提升教学效果；建立相应校内师生申诉制度，及时反馈并解决教学困难。

在 2016 年 7 月初，学校管理者对师生试管理成效进行了统一调查：通过统计并分析学生成绩发现，5 位教师所教班级学生的平均成绩在全校排名上均有所提升；通过相关问卷调查发现，学生对该 5 位教师的角色认同感获得显著提升；通过对师生的情绪调查发现，学生与教师的负面情绪在逐步消减，而学习积极性与教学积极性则有了显著提升。

五 结语

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能技术在教育领域的广泛应用，为传统的学校教育注入了新的活力，推动了教学、学习与管理模式的变革，也使得教育在一次又一次的模式变革中不断由量变走向质变。可以预见的是，学校将由宣讲式的大班教学模式，逐渐走向更能培养创新精神的、以学生为中心的个性化学习模式。在人工智能时代，或将可以真正实现我们长久以来梦寐以求的个性化教育和因材施教。

参考文献

[1]李立国.工业 4.0 时代的高等教育人才培养模式[J].清华大学教育研究,2016,(1):6-15.

[2]徐广林,林贡钦.工业 4.0 背景下传统制造业转型升级的新思维研究[J].上海经济研究,2015,(10):107-113.

[3]BBC. Will a robot take your job?[OL]. <http://www.bbc.com/news/technology-34066941>

[4]林崇德,罗良.建设创新型国家与创新人才的培养[J].北京师范大学学报(社会科学版),2007,(1):29-33.

[5]郭广生.创新人才培养的内涵、特征、类型及因素[J].中国高等教育,2011,(5):12-15.

[6](美)L·约翰逊.2015 年地平线报告(基础教育版):技术驱动教育变革[J].人民教育,2015,(17):71-74.

[7]教育部.教育部关于印发《教育信息化“十三五”规划》的通知[OL].
<http://www.moe.edu.cn/srcsite/A16/s3342/201606/t20160622_269367.html>

[8]王亚飞,刘邦奇.智能教育应用研究概述[J].现代教育技术,2018,(1):5-11.

The Development Trend and Practice Case of Application of Artificial Intelligence in Education

WU Xiao-ru　　WAGN Zheng

(IFLYTEK CO.,LTD., Hefei, Anhui, China 230088)

Abstract: First of all, the article starts from the perspective of the demand for talents in the social development in the era of artificial intelligence, and points out that individuation is the inevitable trend of the development of educational application in the era of artificial intelligence, and it also describes the current situation of the development of educational application and points out that artificial intelligence technology has promoted individualized education from concept to practice. Then it describes the core services for AI in education, which promotes the development of individualized education from three aspects: learning individualization, teaching precision and management scientific. Finally, the application integration and case practice of the core services for AI in education in user terminal products are introduced.

Keywords: artificial intelligence; AI in education; individuation; core services for AI in education; AI assistant

*基金项目：本文为国家语委“十三五”重大课题“智能语音及人工智能技术在语言学习中的应用研究”（项目编号：ZDA135-4）的阶段性研究成果。

作者简介：吴晓如，科大讯飞股份有限公司轮值总裁兼教育 BG 总裁，博士，研究方向为人工智能、现代教育技术应用、智能教育，邮箱为 xrwu@iflytek.com。

收稿日期：2017 年 12 月 25 日

编辑：小西

教育人工智能的发展难题与突破路径*

□杨现民　张昊　郭利明　林秀清　李新

摘要：教育正迈向智能化时代，人工智能与教育的融合创新已成为未来教育变革的重要趋势。当前教育人工智能在面向特殊人群的补偿性教育、针对常规业务的替代式教育和服务个性发展的适应性教育方面已经形成典型的应用模式。但从整体上看，教育人工智能仍处于起步发展阶段，面临四大发展难题：一是教育数据的数量与质量存在“短板”，人工智能技术的价值难以发挥；二是教育业务复杂多样，通用人工智能技术“嫁接”教育的难度增大；三是教育用户对人工智能技术存在应用价值与角色关系的双重困惑，人机信任危机难以消除；四是缺乏人工智能专业教师队伍与课程体系，人工智能融入教育进程缓慢。未来教育人工智能应在以下方面实现突破：技术研发层面，加大教育人工智能产品研发力度，提升技术服务品质；教育创新层面，拓宽人工智能教育应用空间，构建和谐共生“人机结合”新生态；合作机制方面，建立“政企学研”多方合作机制，推进多学科交叉协同融合发展；实践模式层面，建立教育人工智能示范点，以点带面，逐步推广教育人工智能应用模式。

关键词：教育人工智能；技术框架；应用模式；发展难题；突破路径

中图分类号：G434　**文献标识码：**A　**文章编号：**1009-5195(2018)03-0030-09 doi10.3969/j.issn.1009-5195.2018.03.004

***基金项目：**江苏省高校哲学社会科学重点研究基地重大研究项目“信息时代智慧教育理论体系建构研究”(2015JDXM020)；江苏省333工程科研基金资助项目“网络环境下深度学习行为分析及其促进策略研究”(333GC201702)。

作者简介：杨现民，博士，教授，江苏师范大学智慧教育研究中心，江苏省教育信息化工程技术研究中心副主任（江苏徐州　221116）；张昊，硕士研究生，江苏师范大学智慧教育学院（江苏徐州　221116）；郭利明，硕士研究生，江苏师范大学智慧教育学院（江苏徐州　221116）；林秀清，硕士研究生，江苏师范大学智慧教育学院（江苏徐州　221116）；李新，硕士研究生，江苏师范大学智慧教育学院（江苏徐州　221116）。

一、教育步入智能化时代

人工智能是制造智能机器的科学和工程，表现出与人类行为智能相关的特征，包括推理、学习、寻求目标、解决问题和适应性等要素（Monostori，2014）。人工智能作为社会发展的重要科技力量，迅速渗透到各行各业，成为各行业发展的新动力和新趋势。在此形势下，教育如何适应智能时代的需求，利用智能技术推进教学模式变革以及创新型人才培养，成为世界各国政府面临的重要挑战。美国2016年发布的《为人工智能的未来做好准备》提到要实施人工智能教育，扩大人工智能和数据科学课程，为人工智能推动经济发展培养需要的人才（White House，2016）。国务院2017年7月颁布的《新一代人工智能发展规划》提出要发展智能教育，利用智能技术加快推动人才培养模式以及教学方法的改革，构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系，推动人工智能在教学、管理、资源建设等方面的应用（国务院，2017a）。同年，国务院颁布的《国家教育事业发展“十三五”规划》也提出要“综合利用互联网、大数据、人工智能和虚拟现实等技术探索未来教育教学新模式”（国务院，2017b）。可见，利用人工智能技术推进教育系统的变革与创新已经引起世界各国的高度关注。

当前，我国教育改革虽然取得了显著进步，但仍存在一些突出问题，比如教育发展不均衡，创新型人才培养模式不完善以及优质教育资源配置不合理等。随着智能化时代的到来，人工智能将成为破

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

解这些教育难题的“利器”，在创新教育教学模式、优化人才培养方案、发展学生专业技能、构建终身学习体系等方面发挥重要作用，推动未来教育的变革与发展。

近年来，国内教育领域的专家学者围绕教育人工智能的内涵与关键技术（闫志明等，2017）、智能教育的内涵与目标定位（张进宝等，2018）、人工智能对混合式教学的促进（戴永辉等，2018）以及深度学习与机器学习的创新教育应用（刘勇等，2017；余明华等，2017）等进行了初步探讨。但是，教育研究者和实践者对于人工智能与教育融合发展过程中的一些基础性问题的认识仍较为模糊，比如教育人工智能技术框架、应用模式、发展难题等。基于此，本研究将构建教育人工智能的技术框架，探讨教育人工智能的典型应用模式以及发展过程中面临的难题，并在此基础上提出教育人工智能的发展路径，以期对人工智能与教育的融合发展提供一定的借鉴。

二、教育人工智能的技术框架

人工智能的发展经历过三次浪潮，分别是计算智能时代、感知智能时代和认知智能时代，人工智能教育应用伴随这三类智能技术的发展而不断发展。吴永和等认为，“人工智能+教育”的相关技术有机器学习、深度学习、自然语言处理、神经网络、学习计算、图像识别等（吴永和等，2017）；闫志明等指出，教育人工智能的关键技术主要有知识表示方法、机器学习与深度学习、自然语言处理、智能代理、情感计算（闫志明等，2017）。根据前期的调研分析以及相关学者的研究，笔者构建了教育人工智能的技术框架，主要包括教育数据层、算法层、感知层、认知层和教育应用层（见图1）。

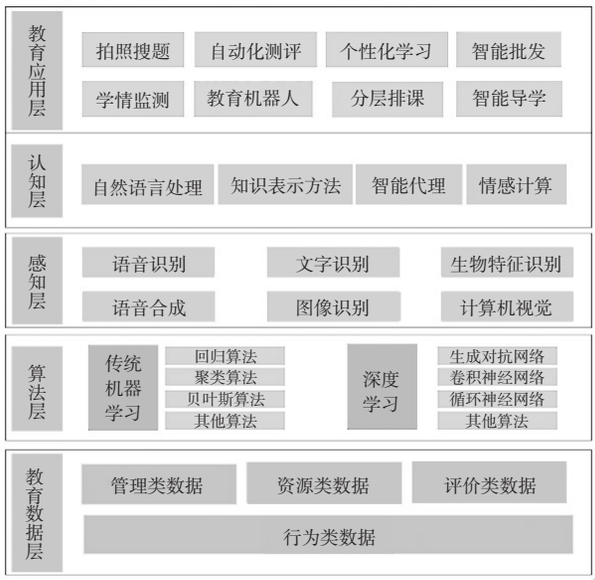


图1　教育人工智能的技术框架

1.教育数据层

教育数据层是教育人工智能技术框架的基础层，该层主要包括管理类数据、行为类数据、资源类数据以及评价类数据（李振等，2018）。其中管理类数据包括学生个人信息、学籍档案、教职工信息、一卡通数据等，资源类数据包括试卷、课件、媒体资料、案例等，行为类数据包括教师行为数据（如讲解与演示、指导与答疑、提问与对话、评价与激励）和学生行为数据（如信息检索、信息加工、信息交流），评价类数据包括学业水平测试数据和综合素质评价数据等。教育数据层主要负责对以上数据进行采集、加工处理、存储等，但由于该层的数据庞大复杂、良莠不齐，因此在数据采集环节需要对数据进行预处理，具体涉及到的技术包括数据采集、筛选、集成、格式转换、流计算、信息传输等。其中在数据处理环节，当前应用比较广泛的数据处理平台有Hadoop、MapReduce和Spark等。

2.算法层

算法层是实现各类教育人工智能技术的核心，该层主要包括机器学习和深度学习两类算法。机器学习是指利用数据或以往经验，优化计算机程序的性能标准，其目标是开发能够自动检测数据模式的方法，然后使用未覆盖的模式来预测未来的数据（Alpaydin，2014），是人工智能最核心、最热门的算法。目前，机器学习在学生行为建模、预测学习表现、预警失学风险、学习支持与测评以及资源推送等方面发挥着重要作用（余明华等，2017）。深度学习是机器学习的一个子领域，致力于算法构建，解释和学习传统机器学习算法通常不能提供的高水平和低水平的抽象数据（Taweh Beysolow Ⅱ，2017）。深度学习在文本识别、语音识别、图像识别等方面的应用已取得突破性进展，其识别准确率已远远超过传统技术的识别能力（刘勇等，2017）。

3.感知层

感知层是让机器和人一样能看会认，能听会

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

说，具备感知能力。该层涉及的技术主要有语音识别与合成、计算机视觉、图像识别、生物特征识别、文字识别等。其中，语音识别和人脸识别分别入选《麻省理工科技评论》评选出的“2016年十大突破技术”和“2017年十大突破技术”。在我国，人工智能识别技术已处于世界领先行列，被广泛应用到教育教学中。近年来，基于语音识别技术的语言测评与辅助学习软件层出不穷，它们通过识别学习者的语音然后进行评测并给出修正意见以帮助学习者提升语言表达能力。图像识别技术在教学上的应用也颇具成效，基于该技术的拍照搜题软件被中小学生广泛使用。生物特征识别技术能够捕捉和感知学生学习过程中的面部表情、手势等变化，帮助教师了解学生在课上的学习情况。计算机视觉是利用计算机通过模仿人类视觉来感知和理解世界中的物体（Zhang et al.，2014），借助该技术可以采集学生学习过程中的图像，对其特征进行提取、分析，从而达到学情监测的目的。

4.认知层

认知层是感知层的进一步发展，不仅能够让机器感知和识别语音、图像和文字，而且能够读懂语音、图像和文字的内在含义。该层涉及的技术主要有自然语言处理、智能代理、知识表示方法、情感计算等。自然语言处理技术能够让机器“理解”人的语言，其在教育领域的应用主要体现在机器翻译、作文评价与批改、智能问答与人机交互等。智能代理技术能够让机器变得更具人性化和个性化，被广泛应用到教学系统中以提升教学质量。知识表示方法是指将人类知识推理编码成符号语言，使其能够被信息系统处理，该方法在提升专家系统智能方面发挥了重要作用。情感计算是人工智能的一个热门话题，是Picard教授于1997年在麻省理工学院提出的，她认为情感计算是对情感或情感产生影响的计算（Picard，1997）。情感计算应用于教育教学，可以有效促进学习者情感上的交互，从而提高学生学习的积极性。

5.教育应用层

教育应用层位于教育人工智能技术框架的最顶层，是各类人工智能技术在教育领域应用的集中体现。目前，人工智能教育应用主要聚焦在智能导学、自动化测评、拍照搜题、教育机器人、智能批改、个性化学习、分层排课、学情监测8个方面，服务的对象主要是学生、教师和管理者。

智能导学系统是利用人工智能技术提供个性化学习指导的自适应教学系统（Graesser et al.，2005），该系统能够满足不同学习者的需求，在知识、技能和情感上提供智能服务。在自动化测评方面，科大讯飞、百度、微软等公司研发了多款基于人工智能技术的语音测评软件，并已投入市场。借助图像识别技术，拍照搜题类软件为学生的自主学习提供了便利。例如，“作业帮”“学霸君”等APP可以把学生拍下的问题上传云端，并及时给出这道题的解题思路。教育机器人作为一个强有力的学习工具，在教育领域的应用越来越普遍（Benitti，2012）。智能批改借助人工智能技术能实现作业自动批改，批改网就是基于自然语言处理技术，对英语作文进行评分，并给出评语和修改意见。在个性化学习方面，人工智能技术结合大数据能为每位学生制定个性化的学习路径，推送合适的学习资源，提升学生的学习效果。分层排课是利用先进的人工智能算法实现“一人一课表”，以应对分层教学带来的挑战，目前市场上已有启智达云排课、云校排课、正达排课等智能排课系统。学情监测是借助人工智能技术全面了解学生的学习情况，并对其学习结果进行预测和干预。

三、教育人工智能的典型应用模式

教育人工智能的应用核心应聚焦教育目标和价值体系，利用人工智能技术的优势与教育过程相融合，以产生1+1>2的效果（张坤颖等，2017）。根据目前人工智能技术的特点和优势，本研究认为人工智能可以解决三个层面的教育问题，分别是面向特

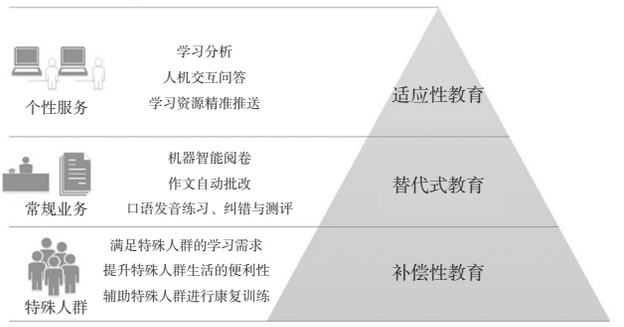


图2　教育人工智能三层次应用模式

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

殊人群的补偿性教育、针对常规业务的替代式教育以及服务个性发展的适应性教育（见图2）。

1.面向特殊人群的补偿性教育

所谓补偿，就是抵消损失，弥补缺陷（贾静元，2016）。缺陷补偿是特殊教育的重要目的，其有两层含义：一是指用机体未被损害的部分去代替、弥补已损害的部分，以产生新的机能组合和新的条件联系；二是指利用新的科学技术、工具与手段使机体被损害的机能得到部分或全面康复。

特殊教育中的群体一般包括聋哑学生、听障学生、视障学生、智障学生、自闭症学生及肢体残疾学生等，这些学生由于先天或者后天缺陷，在学习和生活上充满困难。目前，人工智能技术已经成功应用于特殊教育领域（Drigas et al.，2011），它可以延伸特殊人群器官的功能，以技术手段弥补其智力或身体的不足，最大程度满足不同特殊人群的需要，促进其个性化学习。例如，北京联合大学特殊教育学院利用科大讯飞“听见语音转写系统”来为听障学生进行授课。该系统利用自然语言处理技术和语音识别技术将老师的讲课声音实时识别为学生能够看得见的文字，实践证明这不仅能提高讲课效率，还能解决手语授课表达不够精准的问题。罗纳德·科尔教授团队研发出了智能导学系统来帮助聋哑儿童进行词汇学习。该系统嵌入一个智能化的虚拟导师，聋哑儿童在虚拟导师的帮助下可完成学习任务并练习发音。试验结果表明聋哑儿童不但学会了知识，而且表达能力也得到提高。生活方面，利用教育人工智能可以促进特殊人群的生活便利化。例如Aira公司将机器学习与智能辅助眼镜相融合，利用机器学习算法和语音识别技术帮助视觉障碍者同步获取周边环境信息并进行定位导航，为其出行带来极大便利。健康方面，应用教育人工智能可以促进特殊人群的康复专业化，尤其是自闭症患者的康复治疗。自闭症患者最缺乏社会沟通能力，而人工智能技术支持下的智能虚拟代理或智能社交机器人可以很好地与自闭症患者进行对话交流，获取其社交行为关键数据，并通过快速、非正式的评估来判断患者是否理解活动或进行轻微的技能改进，以培养自闭症患者的语言能力、社会沟通能力甚至是情绪智力。例如，哈尔滨点医科技开发的情感智能机器人——RoBoHoN能帮助自闭症患者进行康复治疗，成为国内首家采用人工智能治疗自闭症患者的医疗机构。国外赫特福德郡大学自适应系统研究小组开发的智能情感社交机器人——Kaspar（Drigas et al.，2012），不仅能帮助自闭症患者进行学习，还能帮助其康复治疗、重新获得语言技能和社交技能。总之，教育人工智能可以有效实现特殊人群的补偿性教育，最大程度开发其优势潜能，发展其多元智能，帮助其加快回归主流社会，打破残障人和正常人之间的隔阂。

2.针对常规业务的替代式教育

人工智能支持下的替代式教育强调通过技术达到与教师从事的某些教育活动相同的作用，代替教师执行部分任务。如图3所示，在目前的教育人工智能应用中，以自然语言处理和机器学习为核心技术的智能批阅系统能够实现机器智能阅卷、作文自动批改；以语音识别测评技术为核心的语言类教育应用能够实现口语考试评分、口语练习纠错。因此，教育人工智能可替代教师执行的常规业务主要体现在考试结果判定、作业及练习效果检查两个方面。

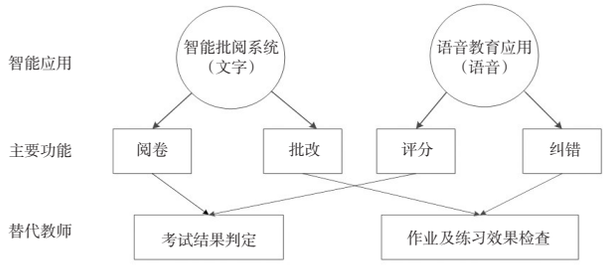


图3　替代式教育常规业务分类

e-rater自1999年以来就一直被美国教育考试服务中心（ETS）用于自动评分。该系统通过从大量文章中提取代表书写质量的一系列特征，并对文章语言、内容、篇章结构进行重点分析，包括词汇复杂度、语法错误的比例、文章风格、单词总数等，将这些分数利用统计模型进行分析并产出最终的得分估计。每个特征的权重由统计过程确定，保障了系统与教师评分相对一致。e-rater目前主要用于托福考试的作文自动评分，类似能够对作文进行自动评分的系统还有Project Essay Grade、Intelli-Metric等。大型考试中数以万计的试卷借助智能阅卷系统可以将教师从机械重复的劳动中解放出来，并在一定程度上减少教师由于主观因素造成的评分

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

标准差异，保证了评分客观公正，提高了作文评分效率。

句酷批改网（简称“批改网”）是一个智能批改英语作文的在线服务系统，能够对学生上传的作文在线生成评分、评语及内容分析诊断，学生可以根据提示进行反复修改提交，直到满意，类似的系统还有My Access、Criterion等。智能批改系统不仅能自动生成评分，还能提供针对性的反馈诊断报告，指导学生如何修改，一定程度上解决了教师因作文批改数量大而导致的批改不精细、反馈不具体等问题。基于语音识别技术的口语学习软件同样可以对学生的口语发音进行评分、纠错和指导。

人工智能技术使机器能够根据预设程序进行高效地重复性工作，因而教师可以将更多精力投入到教学设计优化、学生心理健康培养等创造性活动中。针对常规业务的替代式教育既能节省大量人力资源，为教育教学提供便利性服务，同时又能促进学生学习方式的多样化和智能化，满足众多学生的学习需求。

3.服务个性发展的适应性教育

由于个体差异，学习者在学习过程中对知识的接受程度不尽相同。实现学生个性化学习，达到因材施教的目标是解决教育问题的关键，也是人工智能技术在教育领域的重要发展方向。智能虚拟助手、智能导学系统、适应性学习平台等系统能根据学习者的个人特点（如语言、学习风格、偏好等）创建个性化课程，让学习者获得更好的学习效果（Pires et al.，2018）。

智能虚拟助手通过自然语言模拟人类对话，深层次理解人类需求，其核心特征是对话式交互与智能性服务（王萍等，2018），可以实现与学习者交互问答、提供情境学习、进行学习分析等功能。将人工智能技术支持的机器人导师嵌入Duolingo语言学习系统中，就可以辅助学习者进行语言学习，在与学习者对话过程中，机器人导师可以变换不同角色来讨论不同话题，增加语境的真实性。随着交互程度不断加深，机器人导师会更懂学习者，互动过程也将更具针对性。该系统还会对学习者的学习数据进行分析，从而有效调整学习进度与内容。智能导学系统则兼顾学习者的认知和情感状态，借助答案分析和错误反馈过程来评估学习者对知识的掌握程度，并提供个性化的指导（Strain et al.，2013）。

智能化程度较高的个性学习支持系统不仅能对语音、图像等外部信息进行感知，还具备深度学习的能力，能够理解学习者行为习惯甚至情感态度。个性化学习支持系统产生的学习者行为数据，是系统功能完善与技术升级的基础支撑，是实现对学习者个性化学习辅导的关键因素。机器对学习者学习风格、兴趣偏好的了解越深入，对学习内容推送、学习行为反馈、情感变化的处理便越精准。目前，个性化学习支持系统还处于研发阶段，成熟度不高，但已能为学生适应性学习提供不同程度的支持。

四、教育人工智能发展面临的难题

1.教育数据的数量与质量存在“短板”，限制了人工智能技术价值的发挥

数据是产生智能的基础，足够的高质量数据才能促进人工智能技术价值的发挥，减轻教师、学习者以及管理者的重复性工作，使教育教学更具个性化与科学性。

首先，较之金融、医疗等行业，教育行业目前能够采集到的数据量仍相对较少。智能的产生需要依托大量的数据。作为人工智能关键技术的机器学习是一个始于大量数据的统计学过程，其试图通过数据分析导出规则或者流程，用于解释数据或者预测未来数据（White House，2016）。而在教育领域，教师的教学过程和学生的学习过程数据并未得到完全记录，无法为人工智能提供足够的数据支持。人工智能需要跟踪记录完整的教学与学习数据，从大量的数据中多学科、多层次、多精度、多情境、多语义（周庆等，2015）地分析教学与学习特点，从而辅助教学、学习、考试与管理。

其次，由于教育行业本身存在数据标准不一致、数据采集不完整等问题导致其数据质量不高。高质量的数据集可以提升机器学习的效率以及精准性，从而更好地为学习者提供个性化服务。目前教育数据并没有形成统一的标准，教学与学习过程产生了大量的文本、图像、声音、影视、超媒体等半结构化与非结构化数据，其格式多样，标准不一。与金融等行业不同，教学与学习是非线性活动，很

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

难从大量、复杂、凌乱、无模式的教学活动中获取高质量数据（杨现民等，2016）。此外，大数据时代新媒体的便捷性、海量信息内容的离散性、学习者阅读方式的随意性以及学习时间的零碎性使学习者获取的知识更加碎片化（王承博等，2015），学习的碎片化进一步加大了人工智能获取高质量数据的难度。

2.教育业务复杂多样，加大了通用人工智能技术“嫁接”教育的难度

教育是一个超复杂的系统，涉及教学、管理、科研、服务等诸多业务，不同地区、不同学校的教育业务虽然具有一定的共性，但差异性也很突出（邢蓓蓓等，2016）。教育业务随学校、学科、知识传授方式和应用场景的不同而不断变化。每所学校拥有独特的组织架构以及办学特征，每个学科也都有不同的知识体系和应用场景，每位教师的教学方式和学生的学习方式亦不相同。因此，教育系统的复杂性对人工智能技术提出了更高的要求，通用人工智能无法满足学生、教师以及管理者的个性化需求。人工智能在教育行业的“嫁接”需要结合不同的场景做出适应性的改变，以满足不同业务以及不同人员的需求。

此外，人工智能技术本身发展的不成熟进一步加大了其适应目前复杂多样的教育业务的难度。虽然语音识别、文字识别、图像识别等人工智能技术已有较大进展，如百度、搜狗和科大讯飞的语音识别准确率已经非常高，百度作业帮、学霸君等文字识别技术和图像识别技术在拍照搜题方面的应用也相对成熟。但是中文自然语言处理、情感计算等技术仍存在较大的发展空间。目前自然语言处理仅能对句法结构、拼写正误等进行判断处理，对篇章结构、语言逻辑、观点表达等方面的分析尚未完全成熟。教学与学习均需要大量的语言交流，无论是数据分析还是人员对话均对自然语言处理技术提出更高的要求。在情感计算方面，学习是一个复杂的过程，学生随之产生诸如气愤、厌恶、恐惧、愉悦、悲伤以及惊讶等复杂多变的情绪。当前简单的情绪识别技术不仅无法识别学习者复杂多变的情绪，而且也不利于学习者个性化学习的发生。

3.教育用户对人工智能技术存在应用价值和角色关系上的双重困惑，对其信任感不强

许多教师以及教育管理者对人工智能技术在教育领域的应用价值存疑，导致对其信任感不强。依据技术接受模型理论，感知有用性和感知易用性均影响着教育用户对人工智能教育应用价值的判断。首先在感知有用性方面，人工智能是否可以优化教学目标、教学内容、教学方法、教学过程、课堂环境、作业设置、学习活动，从而提高教师的教学质量，以及人工智能是否可以真正促进管理的自动化、科学化，从而提升学校各类事务管理水平，这两个方面目前仍存在较大疑问。其次在感知易用性上，从硬件设施来看，目前大多数学校已完成了数字校园建设，但学校引入人工智能技术需对部分设备进行更新，甚至需要引入一套新的系统和技术来接入人工智能；在软实力方面，目前教师以及教育管理者本身具有的能力能否胜任人工智能在教育中的应用，从而提高教学质量与管理水平，也需要进一步深入思考。

此外，大多数教师以及管理者对人工智能与教师之间的关系认识模糊，这种认识模糊也导致教师无法实现对人工智能的完全信任。首先教师困惑于如何与人工智能相互合作完成教学，其次教师对将人工智能应用于教学之后，谁在掌握教学主导权存疑。此外，社会上诸多关于人工智能的负面舆论亦影响着教师和管理者对于人工智能的认识。随着人工智能时代的到来，建筑工人、司机、收银员、检测员、保险员、翻译等将不同程度地被人工智能代替。而在教育行业，教师是否将被人工智能代替也存在较大争论。可以确定的是，人工智能可以取代模块化的任务，替代重复性的工作，减轻教师重复性劳动的负担，但教育领域中创新创造性的工作以及学生情感态度价值观的培养却是人工智能所不能胜任的。

4.专业教师队伍与课程体系缺乏，阻碍了人工智能融入教育的进程

目前人工智能在教育中的应用尚处于起步阶段，国务院2017年印发的《新一代人工智能发展规划》提出要在中小学阶段设置人工智能相关课程，推动人工智能领域一级学科建设，把高端人才队伍建设作为人工智能发展的重中之重，完善人工智能教育体系等（国务院，2017a）。但目前来看，关于如何建设人工智能教师队伍以及人工智能相关课程体系等问题尚未形成统一清晰的认识，阻碍了人工智能融入教育的进程。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能教师队伍与课程体系的缺乏加大了人工智能相关人才培养的难度，人工智能融入教育也缺少全面系统的理论以及实践案例的支撑。众所周知，教师是教育的实施者、组织者和引导者，课程是教师开展教学的活动载体，只有具备完整的教师队伍与课程体系才能系统全面地指导人工智能人才培养，进而指导教师和管理者应用人工智能技术提高教学与管理质量。

五、教育人工智能的未来发展路径

在未来教育的变革中，人工智能在提升教育教学质量、创新人才培养模式、促进个性化学习与终身学习等方面将发挥不可替代的作用，需要政府、学校、企业和社会的广泛关注。虽然当前教育人工智能的发展取得了一定成效和影响，但整体发展仍处于起步阶段，依然面临诸多困境。基于此，本研究结合我国教育人工智能发展现状与面临的难题，提出以下五大发展路径。

1.加大教育人工智能产品研发力度，提升技术服务品质

教育人工智能产品的研发和技术服务品质的提升需要从多方面努力。一是要加强教育领域专家、人工智能专家以及企业人员之间的合作，了解当前教育的现实需求，寻找人工智能与教育的契合点，推动教育智能产品的研发与应用。比如，借助人工智能技术探索教育情感类机器人的研发，将人类的情感赋予智能机器，使其能够与学生进行情感上的互动，实现人机共情，让机器变得更有“温度”。二是不断拓展教育人工智能产品的功能模块，切实满足不同阶段学生的个性化学习需求和教师的教学要求。当前，国家积极倡导在中小学开设人工智能相关课程，因此可以研发与之相配套的教育人工智能产品，比如编程类教学工具和软件，以此来辅助教育教学，优化学生的学习效果。三是建立完备的教育人工智能产品安全监管和评估体系，规范行业标准，加大市场督导与监察力度，保障企业为教育人工智能的发展提供安全、优质的产品与服务。

2.拓宽人工智能教育应用空间，多学科交叉协同助力教育创新发展

深入挖掘人工智能在教育领域的应用价值，拓展应用空间，让其更好地为教育教学提供服务。人工智能技术能够打破教育壁垒，有效整合正式与非正式学习。因此，建议国家建立人工智能教育服务平台，汇聚全球优质教育资源，根据学习者需求精准推送适合其发展的学习资源。建立国家人工智能教育管理平台，追踪记录学习过程数据并进行深度挖掘和学习分析，全面了解学习者兴趣爱好和现实需求，有助于促进个性化教育和终身学习的实现。除了普通的学校教育外，人工智能技术还可以拓展到特殊教育、职业教育等其他教育体系中，其中特殊教育恰恰是最需要人工智能技术的领域之一（张坤颖等，2017）。利用人工智能，能满足特殊人群的学习需求，让其享受教育改革带来的丰硕成果。此外，要广泛开展跨学科探索研究，推动脑科学、神经科学、认知科学等学科的交叉融合，共同致力于未来教育的发展。

3.构建和谐共生“人机结合”新生态，增强教育人工智能信任感

人工智能与教育的融合发展是智能时代的重要趋势。教育人工智能将取代教师的重复性劳动，一定程度上减轻教师的压力和负担，使得教师有更多时间进行教学设计的优化以促进学生的个性化学习。但是教育中涉及的学生道德品质、价值观念以及情感态度的培养是人工智能所不能替代的，仍然需要由教师来完成。因此，“人机结合”将成为未来教育发展的主流趋势。具体而言，机械式、重复性的工作由机器来完成，如替代教师批改作业、整理收集学习资料、安排考试等；教师将更多精力放在与学生的情感交互、学生人格的塑造、道德品质的培养以及高阶思维能力的提高等方面。此外，人机信任是教育人工智能发展的关键因素，建立长效的人机信任机制是构建和谐共生“人机结合”新生态的前提。因此，要加快完善人工智能治理体系，制定和嵌入道德标准，打造更加强大、安全和值得信赖的教育人工智能应用系统，推动人工智能与教育融合的良性发展。

4.加强“政企学研”多方合作，协同推动教育人工智能快速发展

人工智能与教育的融合发展是一项长期而又艰巨的任务，唯有“政企学研”多方合作协同推进，

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

才会取得显著的效果。首先，政府要高度重视教育人工智能的发展，建立健全制度保障体系，继续加大教育人工智能的资金扶持力度，为智能技术的革新提供保障。其次，企业要加大教育人工智能产品的设计与研发，扩大产品供给，提升服务质量，与学校、科研院所广泛开展合作，拓宽企业发展渠道。再次，学校要积极探索人工智能技术支持下的教育教学模式，开设人工智能相关课程，着力培养学生的数据科学素养和计算思维能力，以满足未来智能时代的发展需求，为企业、科研机构不断输送人才。最后，科研院所要聚焦人工智能发展前沿，广泛开展人工智能教育应用理论研究，构建新一代教育人工智能理论体系。通过不断地技术突破和产品创新，解决好教育人工智能发展过程中面临的技术难题，并为企业产品的研发提供技术支持。

5.建立教育人工智能示范点，探索教育人工智能应用模式

依据“试点先行，以点带面，逐步推广”的原则，选择信息化条件比较好的地区和学校，建立教育人工智能示范点，探索教育人工智能的应用模式，并逐渐向全国推广。具体而言，示范点聘请行业或高校人工智能专家作为顾问，定期对示范点的建设提供指导，并努力建设一支包括人工智能教师在内的信息化人才队伍。此外，对试点区校的管理者和教师进行人工智能业务培训，强化教育管理者对人工智能教育应用的认识，提升教师应用人工智能技术的能力。最后，制定有效的激励措施和保障体系，鼓励教师和管理人员创新应用人工智能技术，革新教育教学模式，提升教学水平。

参考文献：

[1]戴永辉,徐波,陈海建(2018). 人工智能对混合式教学的促进及生态链构建[J]. 现代远程教育研究, (2):24–31.

[2]国务院(2017a). 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL]. [2018–01–25]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017–07/20/content_5211996.htm.

[3]国务院(2017b). 国务院关于印发国家教育事业发展“十三五”规划的通知[EB/OL]. [2018–01–25]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017–01/19/content_5161341.htm.

[4]贾静元(2016). 河南省特殊教育信息化建设现状及对策研究[D]. 开封:河南大学.

[5]李振,周东岱,刘娜等(2018). 教育大数据的平台构建与关键实现技术[J]. 现代教育技术, (1):100–106.

[6]刘勇,李青,于翠波(2017). 深度学习技术教育应用: 现状和前景[J]. 开放教育研究, (5):113–120.

[7]王承博,李小平,赵丰年(2015). 大数据时代碎片化学习研究[J]. 电化教育研究, (10):26–30.

[8]王萍,石磊,陈章进(2018). 智能虚拟助手:一种新型学习支持系统的分析与设计[J]. 电化教育研究, (2):1–6.

[9]吴永和,刘博文,马晓玲(2017). 构筑“人工智能+教育”的生态系统[J]. 远程教育杂志, (5):27–39.

[10]邢蓓蓓,杨现民,李勤生(2016). 教育大数据的来源与采集技术[J]. 现代教育技术, (8):14–21.

[11]闫志明,唐夏夏,秦旋等(2017). 教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J]. 远程教育杂志, (1):26–35.

[12]杨现民,唐斯斯,李冀红(2016). 发展教育大数据:内涵、价值和挑战[J]. 现代远程教育研究, (1):50–61.

[13]余明华,冯翔,祝智庭(2017). 人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索[J]. 远程教育杂志, (3):11–21.

[14]张进宝,姬凌岩(2018). 是“智能化教育”还是“促进智能发展的教育”——AI时代智能教育的内涵分析与目标定位[J]. 现代远程教育研究, (2):14–23.

[15]张坤颖,张家年(2017). 人工智能教育应用与研究中的新区、误区、盲区与禁区[J]. 远程教育杂志, (5):54–63.

[16]周庆,牟超,杨丹(2015). 教育数据挖掘研究进展综述[J]. 软件学报, (11):3026–3042.

[17]Alpaydin, E. (2014). Introduction to Machine Learning [M]. Cambridge: MIT Press:1–9.

[18]Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the Educational Potential of Robotics in Schools: A Systematic Review[J]. Computers & Education, 58(3):978–988.

[19]Drigas, A. S., & Ioannidou, R. E. (2011). A Review on Artificial Intelligence in Special Education[J]. Communications in Computer and Information Science, 278:385–391.

[20]Drigas, A. S., & Ioannidou, R. E. (2012). Artificial Intelligence in Special Education: A Decade Review[J]. International Journal of Engineering Education, 28(6): 1366–1372.

[21]Graesser, A., Chipman, P., & Haynes, B. C. et al. (2005). AutoTutor: An Intelligent Tutoring System with Mixed–Initiative Dialogue[J]. IEEE Transactions on Education, 48(4):612–618.

[22]Monostori, L. (2014). Artificial Intelligence[A].

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Laperrière, L., & Reinhart, G. (2014). CIRP Encyclopedia of Production Engineering[C]. Berlin: Springer:2–39.

[23]Picard, R. W. (1997). Affective Computing[M]. Cambridge:MIT Press:1–2.

[24]Pires, J., Cota, M. P., & Rocha, Á. et al. (2018). Towards a New Approach of Learning: Learn by Thinking Extending the Paradigm Through Cognitive Learning and Artificial Intelligence Methods to Improve Special Education Needs[A]. Rocha, Á., & Reis, L. (2018). Studies in Computational Intelligence[C]. Cham: Springer International Publishing:251–268.

[25]Strain, A. C., Azevedo, R., & D'Mello, S. K. (2013).Using a False Biofeed–back Methodology to Explore Relationships Between Learners' Affect, Metacognition, and Performance[J]. Contemporary Educational Psychology, 38(1):22–39.

[26]Taweh Beysolow II(2017). Introduction to Deep Learning[A]. Taweh Beysolow II(2017). Introduction to Deep Learning Using R[M]. Cambridge: Apress:1–8.

[27]White House(2016). Preparing for the Future of Artificial Intelligence[EB/OL]. [2018–01–25]. https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/05/03/preparing–future–artificial–intelligence.

[28]Zhang, H., & Li, D. L. (2014). Applications of Computer Vision Techniques to Cotton Foreign Matter Inspection: A Review[J]. Computers and Electronics in Agriculture,109:59–70.

收稿日期　2018–04–10　　责任编辑　刘选

The Development Predicament and Breakthrough Path of Educational Artificial Intelligence

YANG Xianmin, ZHANG Hao, GUO Liming, LIN Xiuqing, LI Xin

Abstract: Education is moving towards the intelligence era. The integration and innovation between artificial intelligence and education has become an important development trend of education reform in the future. Currently, Educational Artificial Intelligence (EAI) has formed the typical application patterns in the compensatory education for the special groups, the substituted education for conventional business and the adaptive education for the development of personality. However, generally speaking, EAI is still at the primary stage, which also faces four major development problems as follows: First, there is the "short board" existing in the quantity and quality of educational data, which makes it difficult to realize the value of artificial intelligence technology. Second, the education business is complex and diverse, which increases the difficulty of "grafting" education in general artificial intelligence technology. Third, education users are doubly confused about the application value and the role of the artificial intelligence technology, and it is difficult to eliminate the crisis of confidence between human and the machine. Fourth, due to the lack of professional faculties and curriculum system in artificial intelligence, the integration of artificial intelligence and education is slow. EAI in the future should make breakthroughs in the following aspects. In technology development, the research into and the development of AI products should be promoted and the quality of technical service should be improved. In educational innovation, the EAI application space should be expanded to build a new harmonious ecosystem of "human–machine integration". In cooperation mechanism, the multi–party cooperation mechanism of "Government–Enterprise–Learning–Research" should be established to promote the development of interdisciplinary collaboration and integration. In practice mode, the EAI demonstration point should be set up to popularize the application mode of EAI from the partial to the whole fields gradually.

Keywords: Educational Artificial Intelligence (EAI); Technical Framework; Application Mode; Development Predicament; Breakthrough Path

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2010)07—0113—06

国外人工智能教育应用最新热点问题探讨

贾积有

(北京大学 教育学院 教育技术系,北京 100871)

摘要:本文通过典型案例法和文献计量法,分析近三年来(即从2007年初到2009年底),国外人工智能教育应用研究的最新进展。典型案例法表明,一个成效显著的语言和文化智能教学系统综合运用了自然语言处理、智能代理等人工智能技术。文献计量法结果则显示,智能代理和自然语言处理是人工智能教育应用中出现频次最多的两个关键词。殊途同归,特殊案例和普遍性的文本分析结合起来,可以发现,自然语言处理、智能代理等是近三年来人工智能教育应用国际研究中应用最多的技术,也是最为关注的问题。

关键词:人工智能;教育应用;个案分析;文本统计

中图分类号:G434 文献标识码:A

关于人工智能教育应用的历史和发展,国内已有许多综述性的文章、学位论文[1-3]及专著[4],这里不再赘述。本文仅仅关注近三年来(即从2007年初到2009年底),国际上人工智能教育应用的最新进展。本文研究方法为典型案例分析和文献计量法。作为典型案例,将主要介绍美国《人工智能杂志(AI Magazine)》2009年第二期上发表的一篇论文。文献计量分析的对象,则为2007年以来发表在三个著名的教育技术类期刊上的原创论文(Article)。

一、个案分析

从历史渊源上看,人工智能研究的一个重要试验田和应用领域就是教育。所以在人工智能领域的学术会议和期刊上,也有不少智能教学系统的论文。比如,美国人工智能促进学会(AAAI,前身为美国人工智能学会)会刊《人工智能杂志》(SCI期刊)2009年第30卷第2期发表的七篇论文(Article),是从2008年在芝加哥举行的第20届AAAI/IAAI(Innovative Application of Artificial Intelligence,人工智能创新应用)年会上发表的4篇部署应用论文(Deployed Papers,即获得了创新性的部署应用奖的论文)和18篇新技术论文(Emerging Papers)中选择后,请作者进一步扩充、三位同行专家盲审修订而成。而AAAI/IAAI年会是国际上人工智能界最为权威的学术会议之一,论文录取率一般低于20%。七篇论文中的两篇是关于语言和文化学习的智能系统的[5][6],其中的文献[5]为30年来该权威性人工智能期刊上发自中国大陆的第一篇论文。上个世纪80年代我国著名人工智能专家蒋新松院士与其他学者一道,在该期刊发表了一篇报道(Report)[7],介绍当时中国的人工智能研究进展,主要包括五个方面,其中的第四个方面就是计算机辅助教学的工作,即计算机辅助的数学问题解决。关于文献[5],在文献[4]中有详细介绍,不再赘述,所以本文主要介绍30卷第2期中的一篇计算机辅助语言文化教学方面的文章,即文献[6]。该文对计算机辅助语言文化学习、学习型游戏开发等都具有很大的参考价值。

战术语言和文化训练系统(The Tactical Language and Culture Training System,简称TLCTS)可帮助人们快速获取外国语言和文化中的交流技能,语言种类包括伊拉克语、法语和普什图语(阿富汗之主要语言)。从2003年以来,该系统获得了美国军方的多项重大资助,总额高于一千万美元。从系统的用户分布上看,首先是世界各地的美国军人(海军、陆军、空军等),他们都可以通过作为身份特征的军方电子邮件地址,自由下载这个系统,各取所需地使用和学习;美国、加拿大和澳大利亚等国军方也多次将该系统与面授进行的语言文化学习课程结合起来,进行混合式学习。其次,军事服务人员、无军职人员和高校学生等也在使用这个系统。全世界已经有超过20000名学习者使用过TLCTS课程。独立进行的伊拉克语和普什图语版本的系统评估表明,使用该系统的用户在目标语言及其文化知识方面获益颇丰,增强了实际交流的自信心。对军官的访谈还表明,这个系统的使用有助于他们独立地和当地人交流,而不必借助于翻译,从而改进了与当地居民的关系,提高了作战能力,甚至减少了战地伤亡。

TLCTS的使用方法包括三种:装备了头戴麦克风设备的可以进行三维视频游戏的微机上的客户端

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

软件,手持设备上的客户端软件,和微机上的网页。每门课程包含了一套交互式的技能训练课程,强调培训特殊的交流技能。课程内容采用XML格式来定义,保存在一个Web兼容的内容数据库中。一个被称作Kona的门户网站可以管理这个内容库,并支持合作性的编辑工作。其中的每个项目都被看作一本书,包括了一系列的章节,每个章节定义了一节课程或者一个游戏场景。项目成员可以检查每个章节,使用基于Web的编著工具来更新内容。一个底层的版本控制框架可以组织同步进行的编辑,允许返回到早前的版本,这种办法使得编著工作更加快捷和简易。

微机版本的TLCTS被称作Lapu,它使用著名游戏引擎公司Epic Game(http://www.epicgames.com/)的Unreal游戏引擎2.5版本,该版本可以处理场景渲染,提供了一套用户界面类库。Lapu的主要功能体现在对虚拟人物的社会性模拟上。学习者使用语音和菜单中可选的形体语言(如身体姿势、手势等),与游戏中的人物交流。输入管理器将语音和形体语言解释为一种交流性行为(例如形体语言增强的言语行为)。社会性模拟引擎决定虚拟环境和其中的虚拟人物如何对学习者行为做出反应。虚拟人物行为由行为计划表实现,它对Unreal引擎发出行为动作指令。随着学习者与系统的交互,学习者模型不断更新,来反映学习者当前的技能掌握程度。交互记录和学习者对话录音都被保存下来,用于以后的分析。这些系统成分基本都使用编程语言Python,一些支持性的例行程序由C++和Unreal引擎的UnrealScript编写。

手持设备上的TLCTS版本被称作Uko。比如IPod上的版本,包括了文字、图片、音频和视频等静态教学内容,以及交互式练习。

一个新的基于Web的客户端叫做Wele,用户也越来越多。Wele目前仅支持技能训练功能。通过Web浏览器,特别是Internet Explorer,可以访问Wele。它是由Adobe Flex3 Internet应用框架构建的。Wele运行客户端计算机上的作为插件的语音识别软件,交互式的对话和动画是通过网页上的Flash文件实现的。

一个叫做Kahu的轻型学习管理系统通过一个局域网和客户端计算机通讯。TLCTS用户经常在学习实验室中组织其训练计算机,使用特殊的局域网络,比如微软的Windows共享,然后移动计算机,将它们组织成不同的形状。Kahu为学习者特征提供数据库并进行管理,支持这些实验室的简易重构和断开操作。这个系统为培训管理者提供一种机制来建立和调整用户以及用户组,并产生培训报告。管理者也使用它来获取学习者档案、系统日志、训练场所的录音,并将它们保存到一个数据仓库中,用于将来的分析。这些记录可以重新训练并改进语音识别器,而日志和学习者档案可以用来分析用户如何应用这个训练系统,并指出将来需要进一步改进之处。

TLCTS在多方面使用了人工智能技术,包括:编著过程和处理学习者语音的程序,解释学习者行动,控制虚拟人物角色的反应,评估和测量学习者表现和成熟度。主要的技术包括:语音识别、对话模型、可信的虚拟人物、编著、学习者模型。语音输入是该系统最基本的输入模式,所以与外语学习者相适应的自动语音识别至关重要。TLCTS课程中驻扎的虚拟人物可以和学习者对话,人工智能技术用来给虚拟人物的决策过程建模,并支持产生它们的行动。这就为用户提供了充分的对话练习机会。学习者建模软件持续监控每个学习者应用交流技能的情况,以估算他们对这些技能的掌握情况,并引导他们到需要特别训练的地方。教师和培训管理人员也能获取这些学习者情况,这就在一定程度上实现了个性化教学。人工智能技术还被整合到系统的内容编著工具里,协助创建和验证教学内容。

1.语音识别

这是TLCTS最值得称道的一个功能。识别学习者的语音非常必要,又极富挑战性。对于外语学习者而言,语音识别器要能指出用户发音的错误。而一般的典型的语音识别器则会忽略用户的语音错误,而尽量将语音转换为文字。所以TLCTS没有采用一般的打了包的语音识别软件,而是开发了自己独特的语音识别模型。它基于隐含马尔科夫声音模型(http://htk.eng.cam.ac.uk),应用Julius开源语音识别工具包(http://julius.sourceforge.jp/en_index.php)来开发。

2.对话模型

该模型在语音层次将对话限制到一定范围,而不是无边界的聊天;在行动层次管理用户可以进行的行为,并将语音映射到行动上。

3.可信的虚拟人物

用户的一次输入会被看作一次用PsychSim系统[8]实现的人物代理的抽象的行动,该代理然后选择一种行为让虚拟人物来执行。

4.编著

编著功能支持语音和自然语言处理,提供编写功能和分析工具来定义交互式对话。对话内容可以是顺序的脚本,也可以是有分支的故事,乃至以代理为中心的模型。

5.学习者模型

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学习者的学习进程可以通过多种渠道体现出来，比如在游戏和测验中的表现，和在对话中的表现。TLCTS 记录了这些表现，并使用模型跟踪技术[9]来测量学习者的技能熟练程度。技能包含三个方面：语言、文化和工作。某种给定技能的每次正确或者错误的使用都会为这种技能的熟练程度提供一种概率性的佐证。这种证明可能是不确定的，因为学习者会猜测一个答案，由于疏忽或者无意识而出错，或者语音识别器可能错误解释学习者的反应。不过通常来说，经过较短的一段训练时间后，学习者模型就可以正确地测定被训练者所掌握技能的程度了。

从以上介绍可以看出，战术语言和文化训练系统 TLCTS 系统地将自然语言处理（语音识别和对话模型）、智能代理和学习者模型等成熟的人工智能技术应用到语言和文化学习中，取得了很好的教学效果。可以说这是一个成功的智能教学系统的案例。

那么从普遍应用上讲，最近三年的智能教学系统研究中，大家都使用和关注哪些技术呢？下面笔者通过定量分析关于智能教学系统研究的大量期刊文献，来尝试回答这一问题。

二、文献统计分析

文献计量方法中的词频分析法，是指参照关键词在某个领域一段时期内出现的频次高低以及频次的变化，来确定该领域研究重点和发展方向。“关键词是文献研究内容的高度概括和体现，关键词在文献中的出现频次在一定程度上反映出该研究内容在相应领域受关注的程度，因而统计关键词出现频次的高低有助于掌握领域研究的重点，统计关键词的频次在一定时间范围内的变化则有助于探寻领域研究热点的变迁。”[10]基于关键词的词频统计，文献[10]分析了 2002–2008 年我国教育技术研究的重点及其演进。

1.文献选取

国际上关于人工智能教育应用的论文主要发表于三个期刊：《英国教育技术期刊》(British Journal of Educational Technology，以下简称 BJET)，《人工智能教育应用国际期刊》(International Journal of Artificial Intelligence in Education，以下简称 IJAIE)，《教育技术与社会期刊》(Journal of Educational Technology and Society，以下简称 JETS)。所以我们的研究就集中于对这三个期刊 2007、2008、2009 三个年度发表的原创论文(Article)的统计，共收集论文 603 篇，其中的 IJAIE 只编辑到 2009 年第二期，所以也仅仅收集到该期内容。

尽管这些期刊文献中，某些论文的核心不是人工智能教育应用，但是其内容也会涉及到人工智能的一些概念，所以本文将统计所有论文中与人工智能有关的词汇的出现频率。

2. 所有单词的平均词频

笔者使用自己开发的国外教育技术全文检索和数据挖掘系统(ETLIDM)，对这三年的期刊进行了单个单词的词频统计。排除常见的冠词、连词、介词等虚词，每年度所有单词的数量、出现总次数和每个单词的平均出现次数（即词频）如表 1 所示。

表 1 所有单词的数量、出现总词频和每个单词的平均词频列表

期刊	年度	单词数量	总词频	平均词频（总词频/单词数量）
BJET	2007	17644	235697	13.4
BJET	2008	17483	194594	11.1
BJET	2009	20310	293714	14.5
IJAIE	2007	7892	101764	12.9
IJAIE	2008	8733	93802	10.7
IJAIE	2009	3955	23744	6.0
JETS	2007	36961	317060	8.6
JETS	2008	39152	356060	9.1
JETS	2009	43114	421241	9.8

3.绝对词频和相对词频

为了比较人工智能领域关键词在每个年度和期刊所出现的频率多少，我们将以上的平均词频作为基准，考察各个关键词与该平均词频的比率，称之为相对词频。如果用 RF 表示相对词频，AF 表示绝对词频，MF 表示平均词频，则 RF=AF/MF。一个关键词的相对词频越大，说明该词在该年度该期刊中被提及的次数越多，即越受重视。如果相对词频小于 1，说明该关键词在该年度该期刊出现的次数低于平均词频，被提及和讨论的机会较少。

有关人工智能（AI，Artificial Intelligence）本身的关键词词频分布如表 2 所示。除了 2009 年的 BJET 外，其它年度各个期刊中人工智能关键词的相对词频都大于 1，不过没有什么变化规律。绝对词频和相对词频最高的都为 2007 年的 IJAIE。作为研究人工智能教育应用的专业期刊，IJAIE 理应更多地提到人工智能的概念，相对词频分布也大体如此。

表 2 “人工智能”词频统计

年度	期刊	绝对词频	相对词频
2007	BJET	21	1.6
2008	BJET	133	11.9
2009	BJET	13	0.9
2007	IJAIE	218	16.9
2008	IJAIE	142	13.2
2009	IJAIE	38	6.3
2007	JETS	73	8.5
2008	JETS	50	5.5
2009	JETS	73	7.5
合计		761	

一般而言，人工智能（Artificial Intelligence，简称

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

AI）的研究领域包括：知识表示方法(Knowledge Representation)、知识推理（Reasoning或者Inference)、智能代理(Agent)、自然语言处理(Natural Language Processing)、机器学习（Machine Learning)等等。在教育领域的应用中,这些底层技术还常常被应用到适应性(Adaptive)及个性化(Personalized)学习系统和综合性的智能教学系统（Intelligent Tutoring System)中。所以我们着重考察这些关键词在三个重要期刊的词频统计情况。

4.人工智能领域重要关键词的词频统计

知识表示方法(Knowledge Representation)在三个期刊三个年度的分布如表3所示，每个年度每个期刊的相对词频都大于1。JETS中该关键词的相对词频还呈现逐年上升的趋势,2009年达到三个期刊中历年的最高值。

表3 “知识表示方法”词频统计

年度	期刊	绝对词频	相对词频
2007	BJET	55	4.1
2008	BJET	26	2.3
2009	BJET	38	2.6
2007	IJAIE	115	8.9
2008	IJAIE	76	7.1
2009	IJAIE	18	3.0
2007	JETS	76	8.9
2008	JETS	99	10.9
2009	JETS	163	16.7
合计		666	

语义网络(Semantic Web)作为一种知识表示方法,在最近几年受到研究者较多的关注。那么其频率分布如何呢？如表4所示,除了JETS各个年度的相对频率都较高,其它两个期刊则不是很高。2009年的IJAIE居然没有提及该词汇，而该年度的JETS中,该词汇的出现率则最高。

表4 “语义网络”词频统计

年度	期刊	绝对词频	相对词频
2007	BJET	6	0.4
2008	BJET	20	1.8
2009	BJET	21	1.5
2007	IJAIE	8	0.6
2008	IJAIE	32	3.0
2007	JETS	96	11.2
2008	JETS	73	8.0
2009	JETS	143	14.6
合计		399	

知识表示中与语义网络相关的技术是本体论(Ontology)，与这个概念相关的关键词的频率分布如表5所示。与语义网类似,仍然是JETS的相对词频最高,而另外两个期刊都不是很高,甚至还有小于1的情况。2007年的JETS中该关键词的词频最高,无论从绝对数值上还是相对比较上。

表5 “本体论”词频统计

年度	期刊	绝对词频	相对词频
2007	BJET	9	0.7
2008	BJET	88	6.1
2009	BJET	7	0.5
2007	IJAIE	42	3.9
2008	IJAIE	1	0.2
2007	JETS	438	49.4
2008	JETS	124	13.6
2009	JETS	207	21.2
合计		916	

有关智能代理(Agent)的词频分布如表6所示,2008年IJAIE中该词的绝对词频最高,而2009年IJAIE中该词的相对词频最高。

表6 “智能代理”词频统计

年度	期刊	绝对词频	相对词频
2007	BJET	25	1.9
2008	BJET	129	11.6
2009	BJET	69	4.8
2007	IJAIE	267	20.7
2008	IJAIE	570	53.1
2009	IJAIE	364	60.6
2007	JETS	54	6.3
2008	JETS	295	32.4
2009	JETS	175	17.9
合计		1948	

有关适应性系统(Adaptive System)的关键词词频统计如表7所示。JETS中该词出现的词频逐年增加,不论是绝对值还是相对值,2009年都达到最大值。

表7 “适应性系统”词频统计

年度	期刊	绝对词频	相对词频
2007	BJET	9	0.7
2008	BJET	11	1.0
2009	BJET	20	1.4
2007	IJAIE	146	11.3
2008	IJAIE	84	7.8
2009	IJAIE	4	0.7
2007	JETS	146	17.0
2008	JETS	191	21.0
2009	JETS	243	24.9
合计		854	

有关知识推理(Reasoning或者Inference)的关键词词频分布如下页表8所示,JETS和IJAIE中该关键词的词频较高。

有关机器学习、数据挖掘的关键词词频统计如下页表9所示,JETS的词频无论从绝对数值还是相对比率上都是逐年增长。而其它两个除了2008年的IJAIE较高外,词频都比较低。

关于自然语言处理(包括语音识别和语音合成

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

等）的关键词词频分布如表 10 所示，很明显，JETS 的绝对值和相对比例都远远超过其它两个。

表 8 “知识推理”词频统计

年度	期刊	绝对词频	相对词频
2007	BJET	14	1.0
2008	BJET	18	1.6
2009	BJET	46	3.2
2007	IJAIE	78	6.0
2008	IJAIE	156	14.5
2009	IJAIE	15	2.5
2007	JETS	118	13.8
2008	JETS	59	6.5
2009	JETS	161	16.5
合计		665	

表 9 “机器学习”和“数据挖掘”词频统计

年度	期刊	绝对词频	相对词频
2007	BJET	40	3.0
2008	BJET	33	3.0
2009	BJET	30	2.1
2007	IJAIE	43	3.3
2008	IJAIE	133	12.4
2009	IJAIE	2	0.3
2007	JETS	92	10.7
2008	JETS	102	11.2
2009	JETS	129	13.2
合计		604	

表 10 “自然语言处理”词频统计

年度	期刊	绝对词频	相对词频
2007	BJET	163	12.2
2008	BJET	116	10.4
2009	BJET	264	18.3
2007	IJAIE	172	13.3
2008	IJAIE	93	8.7
2009	IJAIE	12	2.0
2007	JETS	126	14.7
2008	JETS	466	51.2
2009	JETS	277	28.4
合计		1689	

关于智能教学系统的关键词词频统计如表 11 所示，IJAIE 的绝对词频和相对词频都远远高于其它两者，因为该刊物论文偏向于人工智能教育应用的设计和开发，智能教学系统作为一个集大成的应用领域，历来为该刊物的研究重点。

表 11 “智能教学系统”词频统计

年度	期刊	绝对词频	相对词频
2007	BJET	12	0.9
2008	BJET	27	2.4
2009	BJET	53	3.7
2007	IJAIE	271	21.0
2008	IJAIE	193	18.0
2009	IJAIE	258	43.0
2007	JETS	40	4.7
2008	JETS	61	6.7
2009	JETS	66	6.8
合计		981	

三、研究结论

1. 个案分析的结论

从个案分析来看，战术语言和文化训练系统 TLCTS 服务于美国国家战略需求，集成了自然语言处理（包括语音识别和语音合成）、智能代理、游戏、个性化学习等人工智能研究的最新成果，并与学习情境紧密融合，取得了很好的社会效益和经济效益，值得我国教育技术研究者和实践者学习。

2. 文本统计的结论

从文本统计结果来看，2007 年到 2009 年这三年中，三个期刊关于人工智能教育应用的关键词变化并无显著规律。在统计分析的 10 个关键词中，JETS 在 8 个方面的绝对词频和相对词频都比较高；而 IJAIE 在另外两个方面比较高。相比较而言，BJET 没有特别突出的方面。这点可以这样解释：BJET 作为一个综合性的教育技术国际期刊，人工智能教育应用只是它所刊发论文的一小部分。IJAIE 则是人工智能教育应用的专业期刊，至少在某些领域刊发文章较多。JETS 作为国际电子电器工程师协会（IEEE）学习技术专业委员会的会刊，也对技术性较强和人工智能应用的论文比较青睐。

2007 年 JETS 中“本体论”的绝对词频为 438，为各期刊各年度比较中词频最高的一个，这说明“本体论”在 2007 年被关注很多；2009 年 IJAIE 中“智能代理”的相对词频则最高，为 60.6，这说明该年度该期刊“智能代理”是一个研究热点。

如果将这三年中所有期刊某个关键词（除去“人工智能”本身）的绝对词频相加，按照绝对词频之和从大到小排列，结果如表 12 所示。“智能代理”绝对词频最高，“自然语言处理”次之，这两者的绝对词频基本上是其它关键词绝对词频的两倍以上；两者绝对词频之和占据了所有总和的 41%之多。可见，智能代理技术和自然语言处理是近三年来，人工智能教育应用中最被关注的两个问题。

表 12 三年中所有期刊关键词绝对词频之和的排序

关键词	词频	百分比
智能代理	1948	22.33%
自然语言处理	1689	19.36%
智能教学系统	981	11.25%
本体论	916	10.50%
适应性系统	854	9.79%
知识表示方法	666	7.64%
知识推理	665	7.62%
机器学习和数据挖掘	604	6.93%
语义网络	399	4.57%
总和	8722	100.00%

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3. 两种方法的一致结论

综合审视典型案例和文献统计两种方法的研究结果，本文发现：自然语言处理、智能代理等是近三年来人工智能教育应用国际研究中使用最多的技术，也是最为关注的问题。

因为时间有限，本文仅对三个期刊近三年内的论文作了统计分析，所以不能看出长时间的变化趋势。笔者下一步的研究，将囊括更多的教育技术类的国际期刊，跨越更长的时间段，并使用机器学习等方法来开展文本数据挖掘，以探索人工智能教育应用的发展趋势。

参考文献：

[1] 陈天云，张剑平.智能教学系统（ITS）的研究现状及其在中国的发展[J].中国电化教育,2007,(2):95-99.
[2] 赵建华.智能教学系统概述[J].中国电化教育,2007,(7): 5-11.
[3] 张剑平,陈仕品.计算机辅助教学的智能化历程及其启示[J].教育研究,2008,(1): 76-83.
[4] 贾积有.教育技术与人工智能[M].长春:吉林大学出版社,2009. 136-249.
[5] Jiyou Jia. An AI Framework to Teach English as a Foreign Language: CSIEC [J]. AI Magazine, 2009, 30 (2): 59-71.
[6] W. Lewis Johnson, Andre Valente. Tactical Language and Culture Training Systems: Using AI to Teach Foreign Languages and Cultures[J].AI Magazine, 2009, 30(2): 72-83.
[7] Jiang Xinsong, Song Guoning, Chen Yu. Artificial Intelligence Research in the People's Republic of China: A Review[J].AI Magazine, 1983, 4(4): 43-48.
[8] Si, M., Marsella, S.C., & Pynadath, D. THESPIAN: An architecture for Interactive Pedagogical Drama[DB/OL]. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.86.2901&rep=rep1&type=pdf.
[9] Corbett, A., & Anderson, J. R. Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge[J]. User Modeling and User-Adapted Interaction, 1995,(4): 253-278.
[10] 马玉慧,周越,郭炯.2002—2008 年我国教育技术研究的重点及其演进：基于词频统计的分析和讨论[J].中国电化教育,2009,(6):14-17.

作者简介：

贾积有：副教授，博士，研究方向为教育技术及人工智能教育应用(jjy@pku.edu.cn)。

☞收稿日期：2010 年 3 月 29 日
责任编辑：马小强

征订启事

欢迎订阅《中国电化教育》2005—2008 年合订本电子版光盘

为了满足广大教师和教育技术工作者的需要，中国电化教育杂志社编辑制作了《中国电化教育》2005—2008 年合订本电子版光盘，现已由电化教育电子出版社出版，中国电化教育杂志社发行。

《中国电化教育》是中央电化教育馆主办的现代教育技术类专业期刊；是国内知名的教育类核心刊物，入选 CSSCI 检索源期刊；创刊 30 年来一直是教育技术行业的主流学术媒体；2005—2006 年全国教育技术类期刊检索排名第一；内容集国内外教育技术理论、课堂电化教学实践、信息技术与课程整合、学习资源建设、远程教育与网络教育、信息技术教育研究、教育技术设备与产品、国际教育技术等多方面研究成果、动态与信息于一体，是广大教师和教育技术工作者了解中国和世界教育信息化进程的重要窗口，具有学术性、权威性、政策性、指导性、应用性和服务性。

该系列光盘收录了《中国电化教育》2005—2008 年的全部文章，以国际通用的标准文件格式对文章进行存储，便于查找和摘录；同时，以 Web 页面的形式对内容进行组织，便于检索并可在不同配置的计算机上使用，对各级教育技术研究机构和大、中、小学从事相关工作的人员具有很大的参考和收藏价值。

每套光盘（包含一年共计 12 期杂志）定价 80 元。

地址：北京复兴门内大街 160 号电教大楼 013 信箱
联系人：张静然　邓　军
邮编：100031
传真：(010) 66419047
电话：(010) 66490922　66490924　66490925
　　13701290187
开户行：北京银行营业部
户名：中国电化教育杂志社
账号：01090520500120111025702

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2017)08—0046—07

基于教育人工智能支持下的STEM跨学科融合模式研究*

唐烨伟[1]，郭丽婷[2]，解月光[2]，钟绍春[3]

(1.东北师范大学 教育学部 心理学院，吉林 长春 130117；2.东北师范大学 信息科学与技术学院，吉林 长春 130117；3.教育部数字化学习支撑技术工程研究中心，吉林 长春 130117)

摘要：国外关于STEM教育的研究表明，STEM教育对于推动学科融合，促进学生能力的发展有重要作用。纵观国内外STEM教育的相关研究，不难发现，STEM教育的发展离不开技术的支持。如何利用新兴技术支持来推动STEM教育的发展，促进STEM跨学科之间的有效融合是本研究关注的重点。该文首先对STEM教育的内涵、形成阶段与特征进行了解析；其次，在阐释了教育人工智能概念的基础之上，论述了教育人工智能技术对STEM教育的支持；最后，在教育人工智能技术的支持下，构建了基于教育人工智能技术支持下的STEM跨学科融合模式，并从学习活动设计、教学环境设计、教学目标设计、教学内容设计和教学评价设计五个方面对该模式进行了阐释，以期能够更好地促进STEM跨学科之间的融合。

关键词：教育人工智能；STEM教育；跨学科；模式

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

一、问题的提出

2015年7月15日，由英美两国权威期刊合作，在《自然》期刊上集中推出了几篇从幼儿园到大学的“科学、技术、工程和数学”(STEM)方面的文章。在该期刊专题中，搭配了几幅醒目的图片、以“培育21世纪的科学家”为文章封面。这一系列文章的发表系统地审视了STEM教育的挑战和希望，指出了STEM教育对未来人才培养的重要性。2015年3月，美国连接在校教育和职业生涯的期刊《技术》出版了STEM教育专题，指出：“当STEM教育的重要性和价值已经成为教育改革和经济发展的主要部分时，STEM教育就会成为今天的创新，明天的成功了”[1]。从中可以看出，英美两国对STEM教育的重视程度，同时也可以预见STEM教育对创新型人才的培养具有重要意义。我国教育部和中国科学技术协会于2001年也启动了科技教育的改革项目，这可谓算得上是我国STEM教育研究的一个奠基石。

《NMC地平线报告：2017高等教育版》预测，人工智能和“下一代”虚拟环境(VLEs)的实用化将作为两个重要的技术发展，对我国的教育产生重大影响。同时，报告中指出人工智能具有“增强在线学习、自适应学习和研究过程的能力，能够更直观地响应并改进与学生交流的方式”[2]。在STEM教育过程中，倡导学生的科学探究和交流合作，这与人工智能的应用理念不谋而合，如何有效地在人工智能技术支持下，实现STEM教育跨学科之间地深度融合，促进学生在“做中学”是本研究关注的重点。

二、STEM教育的内涵、形成阶段与特征

(一)STEM教育的内涵

STEM是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)和数学(Mathematics)四门学科的英文首字母缩写，强调跨学科之间的融合。从概念本身来看，虽然这四门学科之间是相互独立的，但是STEM教育指的并不是四门学科的简单叠加，而是四门学科核心知识地有机整合；从价值取向来看，STEM教育旨在通过四门学科的有机整合，培养学生的STEM素养，即使学生能够综合运用科学、技术、工程和数学等相关领域知识解决生活中的实际

* 本文系国家科技支撑计划子课题“区域互动教研与培训学分交互应用示范”(项目编号：2014BAH22F05)阶段性成果。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

问题，从而培养学生的创新能力和综合实践应用能力[3]。

(二)STEM教育的形成阶段

从STEM教育形成来看，主要经历了以下四个阶段[4]，如图1所示。第一阶段是分科课程阶段，各个学科之间是分离的，强调学科的独立性、知识的碎片化，各学科知识之间的关联性较差；第二阶段是多学科阶段，这一阶段学生从各个分离的学科中学习概念和技能，并且这些概念和技能是关于一个共同主题的，多学科阶段开始重视了各分离学科之间的关联性，并且将碎片化的知识进行组合；第三阶段是学科间阶段，强调学生从两门或多门学科中学习概念和技能，并且这些概念和技能是高度相关的，这一阶段对知识的关联性给予了高度的重视，关注了学科之间的交叉性；第四阶段是跨学科阶段，即STEM教育融合阶段，这一阶段强调以问题或项目为驱动，重视跨学科之间的知识关联性，通过解决问题或完成项目的形式，来帮助学生形成学习的经验。单一学科、多学科和学科间三个阶段是STEM教育融合阶段形成的基础，重点关注了知识和技能的形成，而跨学科阶段(STEM教育融合阶段)逐渐走向了课程的融合，注重学生创新能力的培养，其核心价值在于既保留了各个学科的特点，又能够将各学科进行灵活的交叉融合，促进各学科的发展[5]。

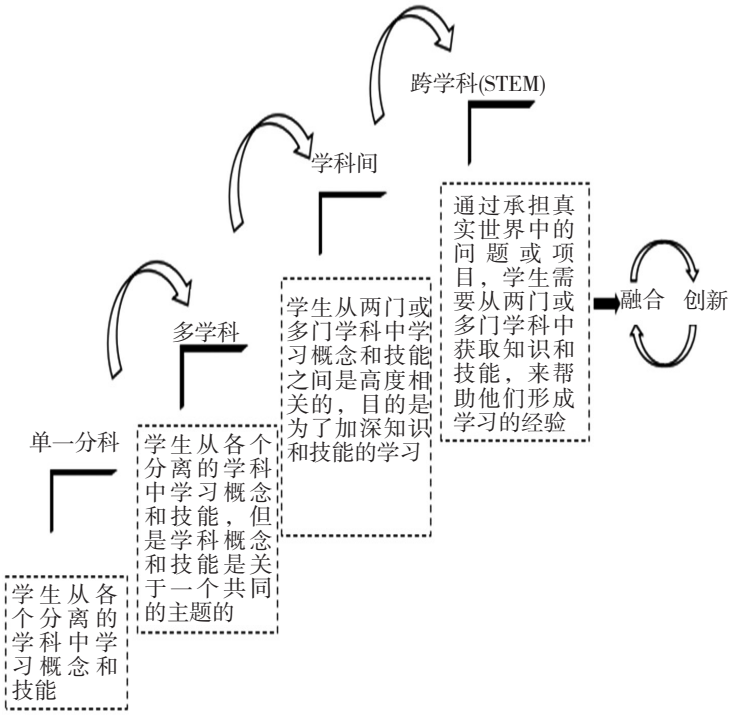


图1 STEM教育的形成阶段

(三)STEM教育的特征

余胜泉指出STEM教育有九个核心特征，分别是：跨学科、趣味性、体验性、情境性、协作性、设计性、艺术性、实证性和技术增强性[6]。根据余胜泉的观点，本文认为STEM教育的核心特征主要有以下四个：

1.以问题/项目为途径

STEM教育以问题/项目为实现途径，强调在问题/项目完成的过程中，培养学生的实践能力和创新精神。STEM是科学、技术、工程和数学四门学科的交叉融合，而问题/项目是将四门学科贯穿起来的载体，在解决问题的过程中，学生能够将多门学科中的零散知识综合应用起来。教师在设计问题/项目时，应该注意以下两个方面的问题：一方面问题/项目应该来源于真实的生活情境；另一方面，问题/项目应该包含教师所要教授的结构化知识，使学生从多门学科中获取知识和技能，来帮助他们解决问题或完成项目。

2.以跨学科为核心

美国学者艾布特斯教授从“元学科”的视角对STEM进行了描述，他认为STEM教育是科学、技术、工程和数学等学科领域的知识统整，这些知识存在于真实的情境之中，并且彼此联系，相互依赖[7]。STEM教育的核心是跨学科整合，其强调在学科整合过程中培养学生的素养与能力[8]。在STEM教育中，跨学科指的是教育工作者不需要将教学的中心放在某个单一学科上，或者过于注重学科的边界，而是将重点放在某个特定的问题上，强调利用科学、技术、工程和数学等学科相互关联的知识解决问题，实现跨越学科边界，运用多学科综合知识解决问题，从而培养学生的知识迁移能力和问题解决能力。

3.以新兴技术为支撑

在STEM教育中，学生需要具备一定的信息素养。在项目完成的过程中，学生需要具备应用信息技术的意识，并能够科学合理地利用新兴技术手段解决实际问题。STEM教育中包括了“技术”领域，其本质就是将技术知识与科学、工程和数学等知识进行有效融合，从而能够更好地促进学生生成性成果的形成，培养学生的创新能力。因此，在STEM教育中，强调将新兴技术与学生学习的各个环节进行无缝融合，增强学生的技术应用意识，提高学生的信息素养。

4.以合作探究为形式

STEM教育以合作探究为主要形式，强调学生之间要建立学习共同体，在小组探究的过程中，以互相帮助和思想碰撞的方式来建构知识体系。新课程标准中指出“信息技术环境下的学习主张学生之

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

间要自主学习、合作学习和探究学习等方式来进行”，STEM教育正是顺应了我国新课程标准中的要求，在项目/问题的解决过程中，以小组学习为主要形式，共同探讨解决问题的方法。在STEM教育中，项目/问题往往来源于生活中的真实情境，面对真实的项目/问题，仅靠学生的“孤军奋战”是很难完成的，因此学生需要与其他同学进行交流与讨论，共同完成完成项目。

三、教育人工智能技术对STEM教育的支持

(一)教育人工智能技术概念

人工智能的英文缩写是AI，是计算机科学的一个分支，它主要是研究和开发智能理论、方法、技术和应用系统，利用计算机来模拟人的思维和行为的一门新的技术科学。人工智能可以说是一门边缘学科，涉及到控制论、语言学、心理学、计算机科学、神经心理学、信息论等领域学科[9]。

教育人工智能的英文缩写是EAI，它是人工智能与学习科学相结合而形成的一个新领域[10]。教育人工智能的目的是为了在人工智能技术的支持下，使教师和学生能够更清楚、更深入、更全面地理解学习是怎样发生的，并且在外界因素，如社会、经济和技术等因素的条件下，学习又是如何被影响的，如何通过灵活运用人工智能技术中的“智能”工具，为学习者地高效学习和真实体验提供支持[11]。

(二)教育人工智能在STEM教育中的定位

技术在STEM教育中的角色定位可以从两个视角来理解，一方面，技术本身作为一个学科领域，通过STEM教育内的整合来学习。STEM教育是“科学”“技术”“工程”和“数学”的有机整合，其中包括了“技术”这一学科领域，在这一视角下，学生在STEM教育范畴内了解技术的发展历程及新兴技术的产生等技术相关知识；另一方面，技术可以被看作是支持STEM教育的外部手段，在这一视角下，技术为STEM教育中的教与学过程创造了更多的机会，为STEM教育的教与学效果提供支持。本研究中的教育人工智能并非是指STEM教育中的“技术”，而是推动STEM教育理念下学科有效融合的外部支持，如图2所示。

从图2中可以看出，教育人工智能是人工智能和学习科学相结合的一个新领域。本文认为教育人工智能技术与STEM教育是相辅相成的关系，教育人工智能技术能够为STEM教育提供支持，一方面，利用教育人工智能技术能够为学生创造一个自适应的学习环境，另一方面，学生利用教育人工智能技术能够提高学习体验，促进深度学习地发生；同时，STEM教育的发展也能够推动教育人工智能的进步，例如通过学生STEM教育的学习体验，能够为教育人工智能技术的发展提供反馈。

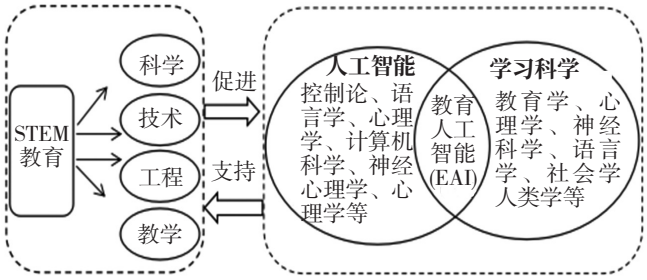


图2 教育人工智能在STEM教育中的定位

(三)教育人工智能技术对STEM教育的支持

人工智能技术在多个领域中都得到了广泛的应用，并产生了深刻的影响，教育作为人工智能技术应用的一个重要的领域，对人工智能的发展以及教与学方式的变革都起着推动作用。教育人工智能技术对STEM教育的支持可以从宏观和微观两个视角来进行分析，如图3所示。

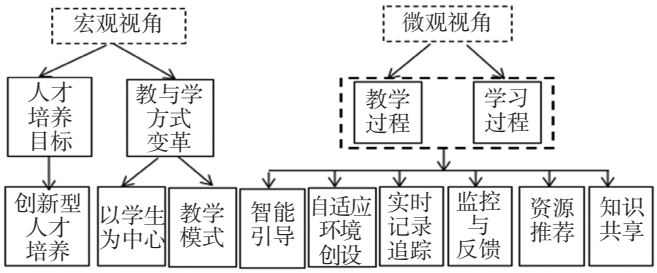


图3 教育人工智能技术对STEM教育的支持

从宏观视角来看，教育人工智能技术对STEM教育地支持主要是指人才培养和教学变革两个层面。21世纪技能包括了学习与创新技能(批判性思考和解决问题能力、沟通与协作能力、创造与革新能力)、数字素养技能(信息素养、媒体素养、信息与通信技术素养)与职业和生活技能(灵活性与适应能力、主动性与自我导向、社交与跨文化交流能力、高效的生产力、责任感、领导力等)[12]。为了迎合21世纪技能的目标理念，教育人工智能技术主张关注学生在复杂的、劣构知识的解决过程中，发展学生的问题解决能力和创新能力。教育人工智能技术支持下的新型教学模式是以学习者为中心的教学模式，它改变了传统教学模式的结构、要素的组合形式，能够较好地顺应技术发展的趋势，从而推动教与学方式的变革。

从微观视角来看，教育人工智能技术对STEM教育的支持主要是指智能引导、自适应学习环境的

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

创设、实时记录追踪、监控与反馈、资源推荐和知识共享六个方面。国外学者指出，教育人工智能应用的发展趋向主要有五个方面，其中个性化学习作为一个主要方面受到了关注[13]。教育人工智能技术对于学生的个性化学习支持体现在多个方面，例如通过对学生学习过程的数据分析，能够准确地判断学生的学习状态；通过对学生学习成绩的数据分析，能够及时地形成评价报告，对学生的学习情况作出预判；通过对学生资源浏览的数据分析，能够判断出学生的学习兴趣等等，而这些均是依赖于教育人工智能技术对于学生的智能引导、对学习过程的实时记录与追踪和监控与反馈等。教育人工智能技术支持下的学习环境是一个集云端一体化、支持深度学习和协作共享的自适应学习环境，能够为学习者提供一种随时随地可以访问的、学习者深度参与的、跨学科解决问题的学习平台。在这种自适应的学习环境里，不论是何种水平的学习者都能够最大限度获得良好的学习体验。同时，教育人工智能技术支持下的课堂环境，学生的交互是多元化的，既包括学生与学生之间的交互，也包括学生与教师之间、学生与资源之间、学生与环境之间的交互，通过多元交互融合的方式，促进学生的知识共享。同时，人工智能技术通过学生的数据分析与挖掘，能够为学习者推荐合适的、高度相关的学习资源以匹配学生的学习需求。

四、教育人工智能技术支持下的STEM跨学科融合模式设计

本文根据STEM教育的内涵及教育人工智能技术对STEM教育的支持，尝试构建教育人工智能技术支持下的STEM跨学科融合模式，以期能够在新技术支持下，更好地实现STEM教育跨学科之间的融合。

(一)教育人工智能技术支持下的STEM跨学科融合模式设计原则

本研究认为教育人工智能技术支持下的STEM跨学科融合模式在设计时，应遵循以下三个方面的原则，分别是教学内容的趣味性和关联性、教学目标的层次性和灵活性、教学评价的多维性和多元性，如图4所示。

1.教学内容的趣味性和关联性

STEM教育注重学生在实践中应用知识与获得知识的过程，强调在过程中培养学生的问题解决能力、复合思维以及创新思维[14]，因此，在STEM教育中的内容设计时，一方面要注重教学内容的趣味性，要关注到学生的兴趣，要将教学的内容还原到真实的生活情景中去，让学生明白知识来源于生活，了解为什么要学习知识，学习知识之后能够解决生活中的什么问题；另一方面要强调教学内容的关联性，跨学科是STEM教育的核心特征，因此，教学内容的设计应该是相互关联的，要解决的问题可能是需要多个学科中的多个知识点来完成的，从而使学生能够在“做中学”，在解决问题的过程中学会从多视角与多学科中分析与解决问题[15]。

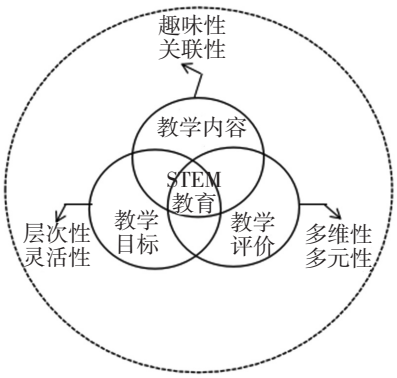


图4 模式设计遵循的原则

2.教学目标的层次性与灵活性

STEM教育关注所有的学生，包括不同认知水平、不同性别、不同文化，甚至是残疾学生等有特殊需求的学生[16]。基于这样的理念，首先教学目标的制定应该是分层的，不同水平的学生需要达到的水平要求不应该是统一的，但是教学目标仍应该包括知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三个子目标；其次STEM教育关注创新能力的培养[17]，所以STEM教育的子目标应该突出关注学生创造思维能力的培养，教学目标应该明确并合理地描述出知识应达到的理解深度，从而形成有梯度并且有深度的目标体系；最后教学目标应该注重灵活性，课堂教学必须要有预设目标，但是课堂教学永远存在着不可预测性，教师在课堂上面对的是全体学生，而每一名学生又是独特的个体，所以教学目标应该具有灵活性，教师需要根据课堂的实际情况，迅速调整教学目标。

3.教学评价的多维性与多元性

STEM教育的评价融合了项目教学评价和传统教学评价，如下页图5所示。这种评价方法应该是贯穿整个学习过程中的，能够为教师和学生提供动态的反馈，是面向三维学习目标，针对学习过程和学习成果的多维、多元评价。STEM教育应该将评价做先导，用量规的形式，全程引导和推动学习，激励学生高度投入，生成最佳的学习成果。通过教育人工智能技术，采集学生在学习过程中产生的数据，为教师和学生提供动态的、实时的、个性化的

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

评价与反馈，从而及时调整教与学的进程。

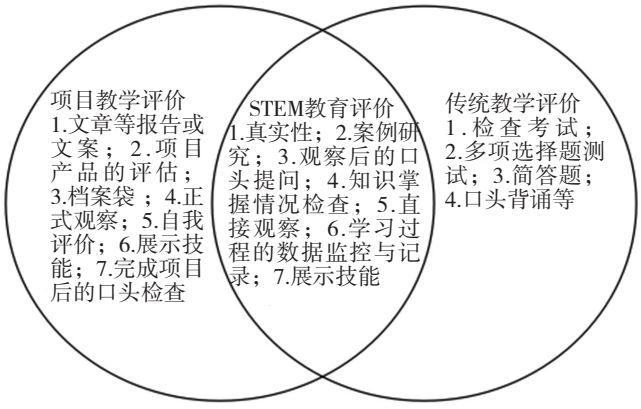


图5 STEM教育评价方法

(二)教育人工智能技术支持下的STEM跨学科融合模式设计过程

根据STEM教育的特征、教育人工智能技术对STEM教育的支持以及设计原则，参照项目学习的设计模式[18]，本文从教学环境、教学目标、教学内容、学习活动、教学评价五个方面，设计了基于教育人工智能技术支持下的STEM跨学科融合模式，如图6所示。

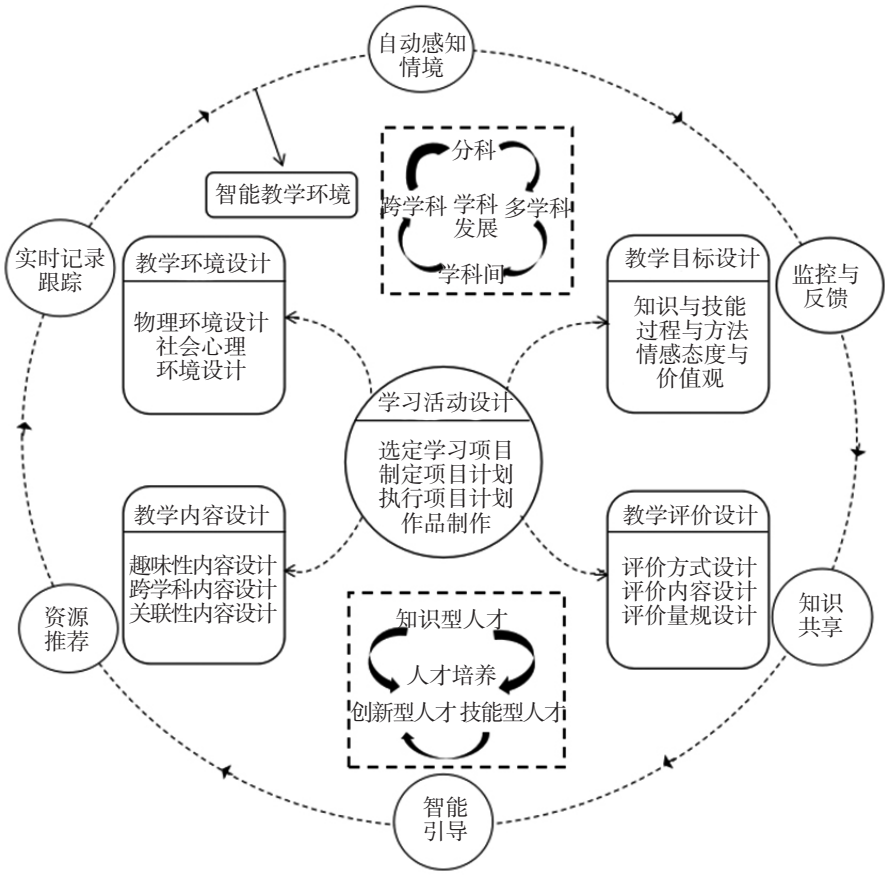


图6 教育人工智能技术支持下的STEM跨学科融合模式

1.学习活动设计

学习活动不仅是整个模式的核心，同时也是落实STEM教学目标的载体。STEM教育中强调跨学科的知识整合，所以教学的内容应该转化为可实施的项目，学习活动应该以项目或问题解决为主的小组合作探究形式。根据项目学习模式的环节设计，本研究认为STEM跨学科融合模式应该包括“选择学习项目—制定项目计划—执行项目计划—作品制作”四个主要阶段，各个环节之间相互关联、相互依赖。在选择学习项目阶段之前，教师应该借助教育人工智能的支持，为学生呈现真实的问题情境，学生在体验情境之后，发现存在的问题，并构想解决问题的方案，即制定项目计划；第二，在小组交流讨论之后，抉择出可行的实施方案；然后通过利用多学科知识(至少两门以上)，归纳跨学科知识地图，以小组探究的形式，共同制作作品。钟绍春提出思维经验积累的五角模型，如图7所示，旨在通过让学生经历过程之后，实现创新思维能力、问题解决能力、高阶思维能力等的发展。STEM教育强调创新思维能力的培养，注重学生的“做中学”，所以STEM跨学科融合模式应该使学生在经历了“发现—构想—抉择—归纳—评价”的过程之后，实现思维经验的积累，最后培养学生的创新能力。

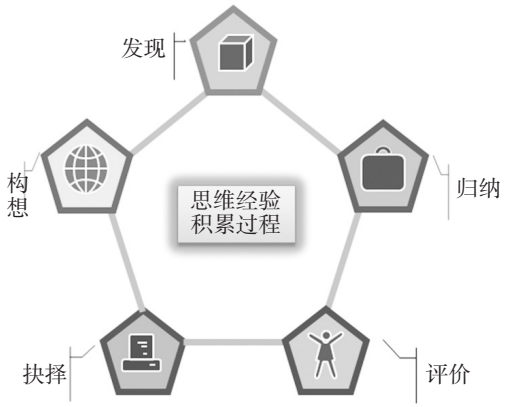


图7 教育人工智能技术支持下的STEM跨学科融合模式

2.教学环境设计

教学环境是一个由多种不同要素构成的复杂系统，它是指影响教学活动的全部条件，包括物理环境和社会心理环境，具体如下页图8所示。从广义来说，物理学习环境设计包括设施环境、自然环境和时空环境。STEM教育在设计时，我们主要关注物理设施、时空环境和社会心理环境的设计，如教室桌椅、教室灯光、课堂氛围、教室空间、教学资源与工具等都是影响学生学习效果的重要因素。本文中所指的教学环境是基于教育人工智能技

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

术支持下的教学环境，可以说是一个智能的教学环境。在教育人工智能技术支持下，首先，该环境能够自动感知教室的温度和灯光，从而为学生提供一个温馨的、舒适的学习场所；其次，在该环境下，能够根据小组学习的需求，随意调整班级的桌椅，便于学生的交流讨论；最后，在教育人工智能技术的支持下，能够实现学生与学生、学生与教师、学生与资源的多元交互，从而营造一个平等的、和谐的学习氛围，形成一个自适应的学习环境。

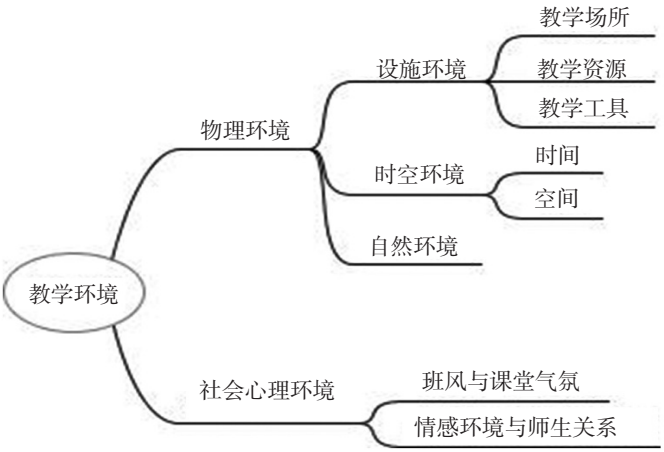


图8 教学环境构成要素

3.教学目标设计

STEM教育的目标是为了借助教育人工智能手段，使学生以小组合作探究的形式，经历动手实践，综合运用多种学科知识来解决问题，最终培养学生的创新能力、学科素养、问题解决能力等。STEM教育目标需要通过各个子教学目标来落实，在关注STEM教育的总目标指导下，教学目标的各个子目标设计应该突出关注思维层次的目标，在学习活动序列完成之后，都要有相应的学习成果，而这些成果都应该是面向本节课的教学目标的。同时，学习活动序列完成的过程，即是教学目标达成的过程。此外，由于STEM教育强调关注所有的学生，所以教学目标的设计应该是有层次的，注重不同学生的学习水平差异，促进学生的个性化学习。

4.教学内容设计

为了能够实现STEM跨学科的深度融合，教师应该把教学内容转化为一个个可操作的具体项目/任务，在设计教学内容时，应该着重注意以下几点：第一，教学内容的选择应该是与学生生活实际息息相关的，这样才能激发学生的学习兴趣；第二，教学内容的选择应该是跨学科领域的，这样才能使学生通过多学科、多视角、多分析来解决实际问题；第三，教学内容的选择应该是劣构的与复杂的，学生需要通过小组合作探究，同时借助信息技术手段来共同完成。这样才能够使学生通过在“做中学”的方式，来真正参与到项目学习中去，实现学科之间的深度融合。

5.教学评价设计

STEM教育的评价应该是以贯穿学生的整个学习过程、能够动态反映学生学习成果的过程性评价为主的，总结性评价为辅的多元评价方式。在教育人工智能技术支持下，能够监控与记录学生的整个学习进程。通过大数据分析技术，对学生学习过程中产生的数据进行分析，不仅能为学生提供推荐个性化的学习资源，而且能为教师和学生提供及时的反馈，实现动态的过程性评价。在评价的内容方面，除了检验学生的知识理解情况之外，STEM教育评价将关注的重点放在了学生的课堂参与性、积极性和思维发展等方面。由于STEM教育强调跨学科性，所以对学生的评价也关注了学生知识的融会贯通能力。STEM教育的评价只是对学生进行评估的一个手段，并不是最终的目的，其最终是为了使学生能够对自己的学习过程有一个最终的认识，并且能够将评估的结果化为学习的动力。

五、结束语

STEM是科学、技术、工程和数学四个单词的首字母缩写，从字面来看，STEM教育是分科的，代表着四个独立的学科领域。但是，深入理解来看，STEM教育又是整合的，强调将相关的课程进行有机的交叉融合，这也是我们今天所强调的融合教育。随着网络技术、人工智能技术不断发展的今天，如何借助新兴技术的支持，来推动STEM教育的发展，促进STEM跨学科之间的有效融合是本研究关注的重点。本文首先从不同视角对STEM教育的内涵、发展阶段与特征进行了解析；其次，在阐释了教育人工智能概念的基础之上，论述了教育人工智能技术对STEM教育的支持；最后，在教育人工智能技术的支持下，构建了基于人工智能技术支持下的STEM跨学科融合模式，并从学习活动设计、教学环境设计、教学目标设计、教学内容设计和教学评价设计五个方面该模式进行了阐释，以期能够更好的促进跨学科之间的融合。

参考文献：

[1] 赵中建.美国STEM教育政策进展[M].上海:上海科技教育出版社,2016.

[2] 地平线2017报告:高等教育领域Edtech应用的6个关键趋势和6个主要挑战[EB/OL]. http://www.yutouhui.cn/wecenter/?/article/1187,2017-02-21.

[3] 蔡苏,王佈文.美国STEM教育中社会组织的作用及对我国的启示[J].中

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

国电化教育,2016,(10):74-78.
[4] Raksapol Thananuwong(2015).Learning Science from Toys: A Pathway to Successful Intergrated STEM Teaching and Learning in Thai Middle School[J].K-12 STEM Education,2015,(2):75-84.
[5] 李雁冰."睡眠检测仪科学、技术、工程与数学"教育运动的本质反思与实践问题——对话加拿大英属哥伦比亚大学Nashon教授[J].全球教育展望,2014,(43):3-8.
[6] Morrison J.S. Attributes of stem education: the students, the academy, the Classroom[J]. Teaching Institute for Essential Science,2006,(12):1-7.
[7] 余胜泉,胡翔.STEM教育理念与跨学科整合模式[J].开放教育研究,2015,(8):13-22.
[8] 赵兴龙,许林.STEM教育的目的五大争议与回应[J].中国电化教育,2016,(10):62-65.
[9] 罗素等.人工智能:一种现代的方法[M].北京:清华大学出版社,2013.
[10] Luckin R, Holmes W. Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education[EB/OL]. https://www.pearson.com/news/blogs/CompanyBlog/2016/03/intelligence-unleashed-an-argument-for-ai-in-education.html,2016-11-24.
[11]闫志明,唐夏夏,秦璇等.教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,2017,(1):26-35.
[12] [美]特里林,菲德尔.21世纪技能[M].天津:天津社会科技院出版社,2011.
[13] Woolf B P,Lane H C,Chaudhri V K,et al.AI Grand Challenges for Education[J].AI Magazine,2013,34(4):66-84.
[14] 秦瑾若,傅钢善.STEM教育:基于真实问题情景的跨学科式教育[J].中国电化教育,2017,(4):67-74.
[15] 杨晓哲,任友群.数字化时代的STEM教育与创客教育[J].开放教育研究,2015,(5):35-39.
[16] Basham J D, Israel M, Maynard K.An Ecological Model of STEM Education: Operationalizing STEM FOR ALL[J].Journal of Special Education Technology,2010,25(3):9-19.
[17] 师保国,高云峰,马玉赫.STEAM教育对学生创新素养的影响及其实施策略[J].中国电化教育,2017,(4):75-79.
[18] 费夏.基于项目的学习在种植计算机教学中的应用研究——以《Dreamweaver网页设计和制作》课程为例[D].上海:上海师范大学,2014.

作者简介:

唐烨伟:博士后,研究方向为智慧教育和数字化学习环境(tangyw100@nenu.edu.com)。

郭丽婷:在读硕士,研究方向为智慧教育和数字化学习环境(453511185@qq.com)。

解月光:教授,博士生导师,研究方向为信息技术教育,数字化学习环境和高阶思维(xyg6367@126.com)。

钟绍春:教授,博士生导师,研究方向为智慧教育和数字化学习环境(sczhong@sina.com)。

Research on STEM Interdisciplinary Integration Model Based on Educational Artificial Intelligence

Tang Yewei[1], Guo Liting[2], Xie Yueguang[2], Zhong Shaochun[3]

(1.School of Psychology, Faculty of Education, Northeast Normal University, Changchun Jilin 130117; 2.School of Information Science and Technology, Northeast Normal University, Changchun Jilin 130117; 3.Digital Learning Support Technology Engineering Research Center of Ministry of Education, Changchun Jilin 130117)

Abstract: The research on STEM education abroad shows that STEM education plays an important role in promoting the integration of disciplines and promoting the development of students' ability. Looking at the domestic and international STEM education related research, it is not difficult to find that the development of STEM education is inseparable from the support of technology. How to use the support of new technology to promote the development of STEM education, and promote the effective integration of STEM interdiscipline is the focus of this study. This paper from the development stage and characteristics of different perspectives to the connotation, STEM education is analyzed; secondly, based on the interpretation of the concept of artificial intelligence education, discusses the educational technology of artificial intelligence support for STEM education; finally, the artificial intelligence technology in education support, construction of artificial intelligence technology supported STEM based on the interdisciplinary integration mode, and from the design of learning activities, learning environment design, the design of teaching goals, teaching design and teaching evaluation design in five aspects of the model are explained, in order to promote integration between interdisciplinary and better.

Keywords: Educational Artificial Intelligence; STEM Education; Interdisciplinary; Mode

收稿日期:2017年5月5日
责任编辑:宋灵青

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能时代教育将如何存在*

唐汉卫

［摘　要］ 人工智能的深入运用将在本体意义上动摇我们原有的对教育的理解、判断和追求，从而产生前所未有的困惑和焦虑，因此，有必要重新思考人工智能时代教育将如何存在。“替代人脑”，教育的意义和价值何在；“人机一体”，教育的方式和性质将如何改变；“失去控制”，如何保证教育的价值选择和方向；“道德难题”，教育将面临怎样的伦理抉择。对这些深层问题的思考和回答将是决定人工智能在教育上乃至在未来社会能够走多远的关键。

［关键词］ 人工智能；教育；未来社会

［作者简介］ 唐汉卫，华东师范大学教育学部教授 （上海 200062）

人工智能时代已然来临，关乎人工智能的讨论骤然升温，各行各业都展开了关于人工智能的无穷想象。对于教育领域而言，人工智能所带来的冲击更值得关注。人工智能介入教育将直接参与人自身的改写和塑造——人工智能的深入运用将在本体意义上动摇我们原有的对教育的理解、判断和追求，从而产生前所未有的困惑和焦虑，有必要重新思考人工智能时代教育将如何存在。习近平总书记明确指出，“人工智能是引领这一轮科技革命和产业变革的战略性技术，具有溢出带动性很强的‘头雁’效应。在移动互联网、大数据、超级计算、传感网、脑科学等新理论新技术的驱动下，人工智能加速发展，呈现出深度学习、跨界融合、人机协同、群智开放、自主操控等新特征，正在对经济发展、社会进步、国际政治经济格局等方面产生重大而深远的影响。”[1]技术驱动的教育变革在很大意义上已超出技术的范畴，而对这些深层问题的思考和回答将是决定人工智能在教育上乃至在未来社会能够走多远的关键，也是时刻考量技术应用的重要法度。

一、“替代人脑”：教育的意义和价值何在

工业革命所引发的现代化大生产和现代分工需要庞大的、专业化的劳动力，需要培养具有敬业精神和一技之长的生产者和劳动者，这既是现代教育的基本动力也是其重要目标。人工智能在很大程度上实现了对人的替代，不仅是体力，更重要的是替代了脑力，“我思故我在”、“人是一棵能够思想的芦苇”这一人类引以为豪的本体特性和天然优势似乎已经消解。技术性失业将全面来临，并非危言耸听。现实中，大量的工作和行业正在被人工智能全面取代。例如，长期在国内拥

* 本文系华东师范大学中央高校基本科研业务费专项基金资助项目“学校德育面临的时代问题研究”（项目编号：2018ECNU-HLYT011）的研究成果。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

有近百万雇工规模的“用工大户”富士康，已用机器人取代数以万计的工人，美国特斯拉工厂中则很难看到人，电脑控制的机器人可以完成汽车制造几乎所有流程。“未来智能机器将全面取代人类工作，真正能够工作的或许只有2%的人。”[2]《未来简史》的作者赫拉利指出，人类社会将出现“无用阶级”[3]。各种预测、评估未必准确，至少一个清楚的事实摆在那儿，就是人工智能在越来越多的领域起到解放人力、取代人的作用，让教育为培养未来的生产者、工作者、就业者的任务、职责和价值变得不再重要甚至没有必要，以工业化生产、需要及其思维模式为支撑的现代教育体系面临着坍塌。目前，我们无法简单的断言教育将发生多大的变革，这要取决于未来人工智能的发展水平、应用普及程度、对人力的解放和代替程度及人们对人工智能的接受程度等，但无论如何，大量工作被取代必然导致教育的重新洗牌，特别是离就业最近的职业教育和高等教育，即便是基础教育，也要从根本上重新思考教育的目标和追求。所以，面向未来，贯穿工业化理念的现代教育在某些方面的消解、消失是必然的。只有那些高端、复杂的不能被替代至少一段时间内不能被机器替代的，还有那些需要创造力的工作，还是需要人和相应的教育培养。此外，人工智能自我进化的速度远远超乎人的想象，我们目前能看到想到的不能被取代的工作，又能保持多久呢？机器人创作诗歌、音乐、评论等这些具有高度人文和艺术特色的活动都已经成为现实。从长远的角度来看，随着人工智能逐渐接近并全面超越人脑，倘若真的是“奇点来临”①，那么，稍带乐观和极端的观点认为，没有什么工作、职业是机器人取代不了的。到那时，考虑工作、生存技能已真的不再是教育存在的理由了。当然，也有人会讲，人工智能也会创造新的就业机会，比如，“新的就业机会可能会出现，包括解梦专家、数据处理顾问、宠物遗传学家、人类与机器人关系顾问、数据纠错员、机器人维修技工……软件伦理学家、临终顾问和神秘医疗者等”[4]。同时，总有人工智能不能完全取代的工作，但这些工作的高度专业性、创造性并不适合一般大众，只能是极少数人的事情了。

对大多数人来说，工作总有一天被人工智能所取代，从工作中解放出来。大多数人不需要去考虑生存和工作问题，会有更多的时间去做自己喜欢的事情，交往、休闲、娱乐、消费，享受生活，从事人文艺术，或者去做机器不能做的事情，我们人类剩下的阵地只有灵感、顿悟、情感、大局观、责任心……这样，现代教育的考虑工作需求的、培养各行各业专门人才的驱动和规模性指向已经不存在，教育可以更加专注于人自身的成长，一般性的以及特定职业的知识技能不再是教育的关注点。“教育是人的灵魂的教育，而非理智知识和认识的堆积”[5]，此一命题在人工智能时代将得到更加充分的实现。而人自身的成长，在一个新的时代和环境中人的价值观、人格、心理的成熟和完善有什么新的诉求、会遇到什么样的问题、如何需要教育的引领和支持目前不得而知。综上，笔者的观点是，在人工智能快速发展的时代，传统的、流水线一样的教育形态终将消失，但教育仍将存在，只不过重心转向了人工智能替代不了的工作，转向人自身的成长和完善。关于教师是否会被机器取代，这也是一个几十年来不断被提及和重复的老话题，只不过人工智能的快速发展使得这一话题再一次引人注目。从实践中看，教师的某些工作正在与人工智能相结合或被人工智能取代，在技术层面上实现了智能批改作业、试卷、评分、纠正发音、批改作文、个性化教学设计、针对性的辅导等，通过千万量级的数据，在帮助差异化、个性化、定

① “奇点”是物理学概念，指宇宙大爆炸的原点，被用来指称超人类智能的诞生。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

制化的学习方面，人工智能都比人做得好。但教师这个职业在学生成长中发挥的作用和扮演的角色目前还看不到被完全取代的迹象，至少人的社会性交往、情感、价值观等方面机器还取代不了。“信息技术应用于教育绝不是简单地将现有的教学内容和教学方式加到互联网上，不是物理变化，而应当是化学变化。技术可以放大杰出的教学，但是再伟大的技术也不能代替平庸的教学。”[6]但人工智能会给教师提出更高的、新的要求也应该是不争的事实。

二、“人机一体”：教育的方式和性质将如何改变

“人工智能正在接入学校的‘教’‘学’‘管’等各个环节”[7]，呈现出了像“泛在教育”、“慕课”、“可汗学院”等新的概念和实践蓝图。但是，所有这一切都是以“人机分离”为前提的，只不过互联网、大数据、算法、程序等组成的人工智能、机器帮助了人的学习，实现了学习的个性化、精准化、超时空化，人归根结底还是靠自己的脑力、体力在提升自己的能力和水平。教育在本质上并没有改变人自身的生物遗传学基础和身心发展的自然规律，反而是在积极寻找、尊重和适应这种规律，让人成为他自己。而人工智能展示的“人机一体”或“人机融合”，学习和教育的方式将可能发生质的改变。

所谓“人机一体”或“人机融合”，是指随着纳米技术、基因技术、人工智能技术的迅速发展，人从生理、肉体上与机器合为一体，实现了“人的机器化”和“机器的人化”。在这方面，医学上已展示了很好的前景。在这里，笔者关心的是教育问题，即通过机器与人脑的联结而实现的“意识传导”将会对教育方式进而对教育的性质产生的影响。“意识传导”是指机器与人脑进行联结，从而实现意识、信息在机器和人脑之间的直接传导。目前人脑与电子设备和网络结合的实验虽然仍处于实验阶段，但也不再是遥不可及的梦想。人工智能在应用于人机一体、意识传导方面所展示出的巨大潜力不可估量。在乐观派看来，“意识上传成为现实只是个时间问题，”[8]并且通过意识上传，可以不受身体寿命的限制从而实现人的思维、意识、精神的保存和永生。那么，未来随着人脑和电脑的联通，人体和电脑是否也将互相成为彼此的外挂设备？

“人机一体”不仅表现于意识的上传和下传，人体与机器物理性互融和共存也慢慢成为现实。信息科技正在嵌入人们的身体，个人感知与联系外部世界的方式也会因为它们的“介入”而全然不同。例如，无论可穿戴设备将来是否会成为主流，它都让人们以不同的方式看待技术，思考技术与人类互动方式的多种可能。而人类的健康信息、感官体验，乃至所思所想，也将经由身上这些几乎“无感”的电子设备“接通联网”，我们对外界的感知、交流和行为，内部的思维和意识、精神状态都不再仅是基于我们的个体身心，而是在嵌入我们身体的各种智能体的直接作用下而进行的。人机实现了生化和物理意义上的合体，真的成为“机器人”——人和机器的合一。再发挥一点想象力，著名未来学家库兹韦尔认为，“人机合体”是人工智能的必然，最终带来人和机器的共生演化。库兹韦尔预言，在接下来的几十年或者一百年中，我们可能会看到一些非有机生物体的出现，库兹韦尔称为“后人类时期”，“由于我们生物智能的能力基本上是固定的，当非生物部分有数十亿倍的能力时，我们还会坚持将我们的意识与我们智能的生物部分相联系吗？”[9]共生演化成为“人机合一”的更高阶段，演化逃脱了大自然千百年来的自然法则，人机合在一起，在人工智能的帮助下，人机合体的后人类开启了新的旅程。

无论是哪种形式的“人机一体”，都将给学习和教育的根本方式和性质带来不可思议

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的冲击。学习，将不再只是人脑的机能，受限于人脑的容量、接受程度、生理特征等自然性基础，受制于人的时间、精力和体力限制，而是有了质的飞跃，人脑和电脑、互联网等可以直接连为一体了，人不用再靠原有的方式经过漫长的训练、积累过程逐步提升大脑的各种能力，而是直接借助人工智能技术有可能实现、达到历史上从来不可想象的超能力。试想一下，意识传导、不断自我演化的人工智能给人提供源源不断的心智支持和同步共生，这意味着什么？有点像科幻，但人工智能的发展展示出了这样的可能和前景。到这个时候，教育又将意味着什么，教育将以怎样的方式存在；传统、现代和未来的教育将是怎样的关系；难道教育就仅仅意味着将网线直接联接大脑，还是要对这种连接进行某种形式的审查和干预；如何看待这种连接和人类自身的生长规律间的关系；原有的教育方式是否还有存在的必要，这一切都将是问题。唯一不是问题的是，面对“人机一体”的现实和可能，人们将不得不重新审视教育的性质、实质。未来，究竟是教育的含义和本质规定性需要拓宽和重新定义，还是要让人工智能的人体介入保持在一定限度之内，再或二者不是非此即彼，而是“既和又”的关系，在不断的探索和实践中去寻找二者的交叉点和平衡点。答案只能在实践中去探寻。不过笔者认为，在不清楚“人机一体”给儿童成长和教育带来的后果之先，保持节制与防范、慎而又慎的态度是极其必要的。

三、“失去控制”：如何保证教育的价值选择和方向

短时期内，人工智能技术发展迅速但又不是足够智能，在人的掌控下，人工智能为人服务、满足人的需要，似乎给人类社会、给教育描绘了一幅美丽的画卷。但长远来看，随着人工智能变得越来越智能、能够加速度的自主学习和演化，那么，还能确保人工智能在人的控制下吗？教育首先意味着价值判断和选择，意味着方向性。未来，若人工智能失去控制或不能完全控制，对教育来说又意味着什么？如何保证教育的方向？

人类思维活动丰富多彩，也有情感因素夹杂，机器难以在短期内取代人类所有的思维活动，但人类受到缓慢生物进化的限制，机器却以不断增长的速度重新设计自身。“技术变革的速度将不再受限于人类智能的增长速度。机器智能在反馈循环中不断提高自己的能力，并将远远超出无机器辅助的人类智能。”[10]人类有可能制造出智能极高而又忠实服从使用者指令的机器人，但这只是可能性，而非必然性，还有其他各种可能性包括相反的可能性。所以，对人工智能存在的失控风险，许多有之士都发出了警告，指出人工智能可能演变到人类无法控制。“一旦机器的智慧超过人的智慧，它们就会自己设计下一代机器。到那时我们不仅要烦恼人类获得永生后的意义问题，更要担心人类将来可能会从这个循环中被淘汰”的危险。[11]《未来简史》的作者赫拉利则预测人类将失去其神圣地位，成为机器人所圈养的动物，并可能被机器人随意屠宰。[12]可见，人工智能失控的可能性确实存在。有学者认为，“我们没有任何理由去相信超图灵机将遵循人类价值观和人性去行事（其实人性是个蕴含着许多恐怖可能性的概念）。”[13]超级智能自我进化同时又超越人类的智能，不可能按照人类的意愿行事，从哲学上看，最终只能导致人类的自我否定，人类创造出了否定自我的东西。这或许是一种悖论和历史的玩笑，但的确如此。

人工智能在人的控制下，确保人工智能参与的领域和活动都是按照人的价值选择和判断来进行的，但人工智能一旦高度发展、到了强人工智能特别是超人工智能阶段，到了它能够不受人的控制而自主学习调节、自我主宰的阶段，我们的确无法想象将会是怎样

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的一番景象。同样，人工智能运用于教育，教育的价值方向和选择如何保证。具体来说，本来是作为辅助手段的人工智能要服从服务于人的价值判断和取舍，在教育者和受教育者的互动关系中，技术手段本来是价值无涉的、中性的，是师生沟通交流的工具和手段，是学生学习的工具和介质。教师、学生作为能动的主体，是价值选择判断的主导者，但强人工智能却一跃成为学生的导师，且是无可替代的、能力超强的、不断加速成长和蜕变的导师，它将把学生导向何方，自主的给学生选择和配送什么学习内容，如何保证这种引导、传递和交互过程是符合人类期望的？是符合国家社会需要的。说到底，如何保证人工智能教育的价值方向。

即便人工智能不可能完全失去控制，一定程度的失控又如何承受。当科学家、人类最聪明的大脑都无法理解洞察如何运算和做出决定的机器，机器为什么就要按照人的期望和价值选择来教育人类？从逻辑上讲，它并不是必然的对抗人类，也不是简单的听从或依赖于人类，而仅仅是按照机器自己的“意愿”、逻辑、不断升级和进化的算法在工作，在引导和教育学习者。在人工智能普遍应用之后，对一般的个体、儿童来说，不是机器在依赖于人，而是人的一切都离不开机器，包括教育和学习，不是个体在控制机器，而是高度进化的机器在洞察、分析、调节和引导着人的生活、学习、成长。在很大程度上，我们还不如人工智能更了解自己，只能把我们自己的规划、改善和提升都交给了机器和算法。当然，有人会说，儿童带有主观能动性、自身有价值选择和判断能力，同时，人工智能并不能完全替代教师和家长，教师和家长有自己的价值判断，在儿童成长中仍然发挥不可或缺的作用。是的，以上两点是成立的。但和前面的观点并不矛盾，只不过在儿童、教师、家长之间加入了另外一个同样也具有高度自主性的因素，而且这个因素从长远来看可能并不受成人的控制，其自动化程度越高，对儿童的影响也就越大，正面影响和负面影响都是一样。那么，问题依然是，教育的价值选择、价值方向如何保证？在笔者看来，发展到这一步，当人工智能高度自主、人无法洞悉并随时可以调节它的时候，人工智能教育对学习者的引导、改变、支持虽然存在，但由它所提供的这种“教育”的价值方向难以完全保证，因为毕竟它不是人。这一“失控”的可能性，应该引起足够的重视，“要加强人工智能发展的潜在风险研判和防范，维护人民利益和国家安全，确保人工智能安全、可靠、可控”[14]。在技术发展的快车道上，要有来自技术以外的诸如法律、政策、媒体监督、舆论审查、伦理宗教等各种形式的规制和引导，做到“道”在“魔”先，才能保证人工智能服务于教育和人生，而不是相反。

四、“道德难题”：教育将面临怎样的伦理抉择

人不仅是自然生物性的存在，更是社会伦理性存在。千百年来，人类建构和适应了一套习以为常的社会伦理和精神秩序，尽管这些秩序也在不断遇到困难和更新，但大致处于能够自我调节和完善阶段。人工智能将有可能从根本上瓦解和颠覆原有的伦理秩序，制造了传统的和现有的伦理框架无法解决的道德难题。“人工智能‘能够’做的事情正不断突破既有的阀限，我们已经难以清晰地预测技术发展的边界和可能造成的后果；特别是未来可能出现的超越人脑智能的‘超级智能’，可能对既有的伦理关系和伦理秩序提出严峻的挑战，甚至将人类的前途和命运置于巨大的风险之中。”[15]教育不仅要对这些困惑和难题做出正面回应，同时，人工智能应用于教育过程中本身也会产生一些新的道德难题。这些难题能否得到破解以及如何破解，将是影响未来教育存在的又一关键因素。

人工智能的发展让人不得不追问，“所

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

有形式的自动化和人工智能是在一个约定的道德框架内存在的吗?"[16]实际上,关于人工智能引发的伦理问题经历了从简单到复杂的过程,比如从起初的人们关心工业机器人的单一安全性问题,逐步转移到与人类相关的社会问题上,更深入的思考则开始关注人工智能体的道德行为主体、自由意志、社会角色定位等,再进一步,则关涉与以各种各样的方式与人共存的"人和机器"的交互关系等诸多社会伦理问题。诸如,该不该赋予"人性"的机器以人权,人工智能机器能否承担责任,谁来负责智能机器人的过错,如何定位智能机器人的道德地位,当遇到人类自身解决不了的道德困惑时机器该如何做出决定,等等。

对人工智能、自动化技术可能给人类自身的地位和价值影响的担忧由来已久。1942年,阿西莫夫在科幻小说《环舞》中就提出了著名的机器人三定律(不伤害定律、服从定律、自保定律)。2004年,第一届世界机器人伦理学大会则在意大利召开。"2014年1月,谷歌收购深度学习公司DeepMind时,一切发生了重大变化。作为交易的一部分,谷歌必须成立人工智能伦理委员会,目标是确保对人工智能这项技术的明智使用。"[17]2015年,由Skype联合创始人塔林、物理学家霍金、Space X和特斯拉创始人马斯克等创立的未来生命研究所发表《为稳健性和利益性的人工智能而进行研究》的公开信,提出"我们的人工智能必须只做我们要它们做的",即"有益的人工智能"(Beneficial AI)的口号。2017年1月,在加利福尼亚州阿西洛马举行的"为了人和人类利益的人工智能"会议上,近千名人工智能和机器人领域的专家,联合签署了阿西洛马人工智能23条原则,呼吁全世界在发展人工智能的同时严格遵守这些原则,共同保障人类未来的伦理、利益和安全。问题是这些仅是抽象的原则能否形成世界性的普遍共识,又如何化为具体的操作准则;况且,这些原则在人类社会都难以实现,又何况人工智能呢;若有违背,又如何处理。无论如何,人工智能的伦理、安全问题已引起了科学家的高度关注和业内外的严肃讨论。

除一般意义上各领域都要面对的伦理问题之外,人工智能介入教育过程也会产生一些伦理问题。例如:人工智能应用于教育必然会使用大量的敏感数据,个人隐私如何保障。"学生家长、教育专家长期以来对未成年人的隐私保护和对学生的学业追踪带来的后果忧心忡忡,因为这是限制学生未来发展机遇的潜在威胁。大数据不但会放大这些问题,还会改变它们的本质。"[18]现在已经推出了高度智能而且能不断自我更新的儿童陪伴机器人、教育机器人,越来越多的教育类、护理类、服务类的机器人在看护孩子、老人和病人,这些长时间交互,儿童的依赖和行为的变异已经明显。由于人工智能缺乏必要的价值反省和自觉,参与教育、陪伴的人工智能有可能会走向另一方面,"在硬币的另一面,微软聊天机器人TAY在推特上玩耍了24小时,就学会满口脏话、种族歧视、性别歧视,这倒是非常的'美国特色'"[19]。2016年3月,微软公司在美国的Twitter上上线的聊天机器人Tay在与网民互动过程中,成为一个集性别歧视、种族歧视等于一身的"不良少女"。随着算法决策越来越多,类似的歧视也将越来越多。因此,如何从伦理上看待这些问题,这些是否符合教育的价值追求成为新问题。习近平总书记强调,"要整合多学科力量,加强人工智能相关法律、伦理、社会问题研究,建立健全保障人工智能健康发展的法律法规、制度体系、伦理道德。"[20]可见,伦理选择和重建是人工智能时代的教育面临的重要任务。"只要未来人类依然想着与其他智能体的无碍交流,那么,构建出一个人类与机器人共同认可的伦理规范将是必经之路。"[21]

受制于技术发展和时代进程的限制,目前尚很难对人工智能时代教育的存在状态做出清晰准确的回答。本文与其说是回答,倒

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

不如说是一种面向未来的、从更本源的角度对人工智能时代的教育进行的敞开、反思和追问，以揭示教育将面临的深层困惑和可能的选择。“不管你对于人工智能的感觉如何，无可否认的是，它开启了一个充满可能性的世界。”[22]面对这个充满可能性的世界，盲目的乐观和悲观都无济于事，我们在积极推进教育智能化的同时，也应该保持审慎和理性、尝试和反思、有限运用和多角度思考的态度，在发展中解决问题。“教育信息化的潮流不可阻挡。我们要用发展来解决发展中的问题；应当从理念、技术、方法层面，逐步研究、探索，解决已有的问题，兴利除弊。”[23]

参考文献：

[1][14][20] 习近平. 确保人工智能关键核心技术牢牢掌握在自己手里[N]. 人民日报(海外版)，2018-11-01.

[2] 吴军. 智能时代[M]. 北京：中信出版集团，2016. 364—365.

[3] 尤瓦尔·赫拉利. 未来简史——从智人到智神[M]. 北京：中信出版社，2017. 286.

[4][17] 理查德·沃特森. 智能化社会——未来人们如何生活、相爱和思考[M]. 北京：中信出版社，2017. 179、序6.

[5] 卡尔·雅斯贝尔斯. 什么是教育[M]. 北京：生活·读书·新知三联书店，1991. 4.

[6] 陶西平. 未来不再遥远[N]. 中国教育报，2018-09-01.

[7][19] 李彦宏. 智能革命——迎接人工智能时代的社会、经济与文化变革[M]. 北京：中信出版社，2017. 276、122.

[8][16] 卢克·多梅尔. 人工智能：改变世界，重建未来[M]. 北京：中信出版社，2016. 221、246.

[9][10][11] 雷·库兹韦尔. 奇点临近：2045年，当计算机智能超越人类[M]. 北京：机械工业出版社，2011. 228、13、228.

[12] Yuval Noah Harari. Homo Deus: A Brief History of Tomorrow[M]. New York: Harper Collins Publishers Inc., 2016. 318—321.

[13] 赵汀阳. 四种分叉[M]. 上海：华东师范大学出版社，2017. 112.

[15] Nick Bostrom. Super intelligence: Paths, Dangers, Strategies[M]. Oxford: Oxford University Press, 2013. 1.

[18] 维克托·迈尔-舍恩伯格，肯尼思·库克耶. 与大数据同行——学习和教育的未来[M]. 上海：华东师范大学出版社，2015. 77.

[21] 牟怡. 传播的进化：人工智能将如何重塑人类的交流[M]. 北京：清华大学出版社，2017. 46.

[22] 凯文·塔尔博特，等. 移动革命：人工智能平台如何改变世界[M]. 北京：机械工业出版社，2017. 25.

[23] 陶西平. 云时代在线教育三大争论焦点待解[J]. 师陶学刊，2015，(12).

How Will Education Exist in the Age of Artificial Intelligence

Tang Hanwei

Abstract: The intervention of artificial intelligence in the education will directly participate in the rewriting and shaping of human beings themselves. The thorough application of artificial intelligence will ontologically shake our original understanding, judgment and pursuit in education, resulting in unprecedented bewilderment and anxiety. It is necessary to rethink how education will exist in the era of artificial intelligence. With "the human brain replaced", what is the significance and value of education? With "the integration of man and machine", how will the mode and nature of education change? With "the loss of control", how can we guarantee the value choice and orientation of education? With "the moral dilemma", what ethical choices will education face? The reflections on and responses to these deep-seated problems will be the key to determine how far artificial intelligence can go in the education as well as in the future society.

Key words: artificial intelligence; education; future society

Author: Tang Hanwei, professor of Faculty of Education, East China Normal University (Shanghai 200062)

[责任编辑：杨雅文]

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2018)12—0081—07

从“人工智能教育”走向“教育人工智能”的路径探究

徐 晔

(天津大学 教育学院，天津 300072)

摘要：科技革命引发工业革命，工业革命倒逼教育变革，同时人工智能与教育深度融合也是教育自身实现现代化的诉求。第四次产业革命兴起，人工智能以崭新的姿态步入人们的视野，人工智能推动产业变革、技术更新、岗位更迭，将会淘汰大量传统劳动力，同时对新型劳动力的需求不断提升。教育作为培养人的活动，肩负重任，人工智能亟需与教育深度融合，培养“人工智能时代的原住民”。该文从现阶段人工智能与教育融合的实然状态入手，超越技术理性，回归教育的本质，塑造教育人工智能的应然形态，提出教育人工智能技术框架，在对教育人工智能全面认识的基础上，探究人工智能与教育深度融合的路径，多元协同构建智能网络学习空间。

关键词：人工智能教育；教育人工智能；教育人工智能技术框架；人工智能时代原住民；智能网络学习空间

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

每一次教育变革都是由技术革命推动的，但是并不是每一次技术革命都会对教育产生变革，只有革命性的技术才能产生如此重大的影响，然而，人工智能就是现阶段最具有革命性的技术。智能由两部分构成，人类智能和人工智能，人类智能伴随着人类产生，并不断发展，是推动社会变革的主要力量。随着科技进步，催生人工智能，产生了新的变革社会的力量，“人工智能”(Artificial Intelligence，AI) 的术语最早于1956 年的达特茅斯研讨会中提出，其内涵定义为机器模拟人的智能，经过60年的发展，人工智能发展经历了计算智能、感知智能阶段，步入认知智能阶段，其内涵不断拓展，人工智能定义为模拟、延伸和拓展人类智能。随着深度学习和大数据的兴起，带来了人工智能的大爆发，新时代的国际竞争是人工智能技术为导的竞争，最早被大家熟悉的“德国工业4.0”，核心就是人工智能，2018年5月10日，美国白宫组织AI研讨会，成立AI专门委员会，确保人工智能领域美国第[1]。2018年7月发布的《中国人工智能发展报告2018》报告称，中国杰出人才占比偏低，在人工智能领域，按高H因子衡量的中国杰出人才只有977人，不及美国的五分之一，排名世界第六[2]。人工智能是不同国家参与国际竞争的重要力量，人工智能推动其他业态的巨大变革，首当其冲的就是教育，教育担负着培养人工智能时代人才的重任，新形势下亟需人工智能与教育深度融合，培养“人工智能时代的原住民”，即掌握人工智能时代所需知识和能力，能够与人工智能系统协作的创新型、智能型人才。

一、导论

(一)工业革命倒逼人工智能与教育融合

每一次重大的技术革命都会带来新一轮的工业革命，正如农业社会、工业社会的科技革命带来了工业革命，人工智能时代的科技革命同样会带来新一轮的工业革命。人工智能的应用不断推动产业结构升级转型，旧的业态消亡、新的业态产生，导致大量机械性、重复性的简单工作岗位被人工智能取代，同时，人工智能又催生了新的工作岗位，李开复在《人工智能时代的教育革命》一书中指出人工智能导致有史以来规模最大的“下岗潮”，他认为未来十年大部分人类只需要思考5秒钟以下的工作都会被人工智能取代，从比例上说，未来十年，人类百分之五十的工作都会被取代[3]。人工智能的出现，导致新岗位的涌现，对于人才类型、结构、规模都提出了新的需求，教育作为一种培养人的教育，减负重任，然而，传统教育培养的工业时代所需的从事机械性、重复性工作的人并不能适应人工智能时代的人才需求，亟需人工智能与教育融合发展，培养符合岗位要求的，能够实现人机和谐共处的“人工智能时代原住民”。

(二)教育变革推动人工智能与教育融合

工业革命亟需通过变革教育来应对，倒逼人工智能与教育融合发展，同时，人工智能与教育融

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

合发展也是教育行业自身发展的诉求，在人工智能的冲击和影响下，教育领域正在经历一场深层次变革，人工智能正在重塑教育的新形态[4]。目前，我国政府，学校、企业等机构都高度重视人工智能与教育的融合发展：政府层面，2018 年全国两会的政府工作报告中明确提出，要加强新一代人工智能研发应用，在医疗、养老、教育、文化、体育等多领域推进“互联网”，发展智能产业，拓展智能生活[5]；2018年4月10日，教育部网站发布关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知，提出未来将形成“人工智能+X”的复合专业培养新模式，还对中小学、高校等多层次教育体系提出要求，未来将在中小学阶段引入人工智能普及教育[6]；学校层面，众多高校纷纷成立人工智能学院及设立人工智能相关专业，中国科学院大学、西安电子科技大学、南京大学成立了人工智能技术学院，还有很多高校开设了人工智能相关专业；企业层面，企业积极开展人工智能职业培训，培养创新型、智能型人才，同时积极引进人工智能方面的专业人才。

(三)人工智能与教育的融合发展进入关键阶段

人工智能与教育的结合并不是一个新产生的问题，是随着人工智能的不断发展，社会需求的不断提升而逐步推进的，现阶段人工智能与教育融合发展进入关键时期：大数据、深度学习极大地推动了人工智能实现质的飞跃，基于大数据，推进机器进行深度学习，机器通过学习、训练，做出具有人类智能的推断。人工智能日渐成熟，人工智能与教育融合经历了初级阶段：人工智能教育，正走向深度融合发展阶段：教育人工智能。在当前阶段，人工智能技术极大地运用于教学领域，出现了教育机器人、教育智能测评系统、智能教育平台等新的人工智能教育应用形态，但是，在人工智能在不断提高教学效果的同时，对于教育也产生了一定的负面影响，制约人工智能与教育深度融合，阻碍教育现代化的实现。新形势下，亟需超越技术理性，回归教育育人本质，推动人工智能与教育深度融合，在满足经济社会发展的同时，最终实现人的全面发展，培养人工智能时代所需人才，实现教育现代化。

因此，在人工智能时代背景下，人工智能与教育现阶段融合的实然状态如何？今后，随着人工智能的不断推进，什么是超越时空恒久存在的教育本质？人工智能与教育走向深度融合的应然形态又是怎样的？如何实现人工智能与教育的深度融合？本文拟围绕上述问题展开。

二、人工智能与教育融合的实然状态：人工智能教育

这一时期，人工智能步入应用发展期，所谓应用发展期是指，人工智能在教育、交通、医疗等领域的应用加强，并呈现出与其他业态融合发展的趋势，但是这个阶段的融合尚处于初步融合阶段：一方面，人工智能的发展尚处于专用(弱)人工智能阶段，人工智能只能按照人类设定的程序在特定的领域做某一件事情，没有自我意识，可以说，处于“没有人工，就没有智能”的阶段，因此，此阶段人工智能与教育融合是初级阶段人的融合；另一方面，人工智能与教育的融合仅仅局限于教学领域，且更注重探究人工智能技术在教育领域的应用，是一种表面的、浅层次的融合。这一时期，在教育问题解决与教学效果的提升应用中，人工智能主要有四大应用形态：智能导师系统、自动化测评系统、教育游戏与教育机器人[7]，人工智能教育承担了一部分辅助教学、辅助测评的作用，并未实现与教育全过程的融合，且这一时期的人工智能教育在学生情感、态度、价值观的培养方面难以实现。因此，这一阶段处于人工智能与教育融合的初步阶段，即人工智能教育，将人工智能教育(AIE)定义为：运用人工智能技术，提高教学效果。尽管人工智能教育相比较于传统教育，在提高教学效果取得了一定的成绩，但是，随着人工智能与教育的融合程度加深，人工智能教育的问题也逐步凸显，制约人工智能与教育的进一步融合发展。

(一)教育理念注重技术导向，忽视育人本质

人工智能与教育融合局限于技术层面的融合，即过分关注技术在教育领域的应用，且这一时期，由于对人工智能缺乏全面的了解，导致“技术崇拜论”和“技术威胁论”同时存在，一方面，人工智能对教育领域的冲击非常大，人们对人工智能的了解不足，一部分人提出了“教育威胁论”，认为教育机器人将取代教师，未来教室也会消失，甚至提出了在不久的将来，机器将会取代人类，曲解人工智能与教育融合的本质，严重制约人工智能与教育融合发展；另一方面，一部分人过分夸大人工智能的作用，尤其是在推动教育变革，提高教学效果方面的作用，不顾教学情境、学生需求，在开展教学活动中过分依赖技术，夸大人工智能的应用，其实这本质也是人工智能与教育融合程度不深的体现，我们亟需认识到无论是“技术崇拜论”还是“技术威胁论”，都是忽视教育本质的体现，教育作为一种培养人的活动，其最终目标是实现人的全面发

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

展，人是有情感、有道德的，这都是现阶段人工智能教育无法实现的，无论人工智能如何发展，人工智能与教育如何融合，都不能脱离教育育人的本体价值，换句话说，无论人工智能如何发展，都不会取代教育，更不可能取代人类。因此，如何调和技术应用和人本主义的矛盾，协同人机和谐共处，是促进人工智能与教育融合发展的前提和基础。

(二)教学模式流于形式，脱离学生发展需求

农业社会需要大量的农业实践劳动者，采用传统学徒制就能满足人们对于知识、技能的需求；工业社会需要的是机械的、批量的人才生产，因此，在工业社会采用的是教师为中心的传统教学模式，满足工业生产对批量重复性工作工人的需求；人工智能社会需要的是“人工智能时代原住民”，传统教学模式难以满足人工智能时代对智能型、创新型人才的需求，教学模式继续变革，伴随人工智能在教育领域应用，提出了范在教学模式，所谓范在教学模式，是指人人、时时、处处都可以学习的一种在线移动教学模式，是一种以人为中心、个性化的教学模式，它颠覆了传统教学模式，打破教学的时间、空间、地域的限制，使教育更加开放性、全民化。然而，人工智能教育在实际教学开展中存在以下两方面问题：一方面，为了应用技术而应用技术。不顾教学需要和学生发展需求，一味使用人工智能教育技术，不仅不会提高教学效果，反而会阻碍教学质量的提升；另一方面，由于人工智能与教育融合的程度不高，加之，教师对人工智能技术的掌握有限，在实际教学开展中，人工智能教育脱离学生发展需求，人工智能教育模式的应用难以实现个性化教学的需要，反而是大量的数据、机械式的课件，评价结果过于注重统一标准，固化了已有的传统教学模式和已有的应试教育旧结构。

(三)教学过程局限单向灌输，缺乏情感的双向互动

教学过程本质是一种由教师的教和学生的学构成的双向交互活动，是活生生的有情感的互动，然而，现阶段人工智能教育更多的是注重人工智能在教育领域的应用，更多地关注教学效果的提升，局限于知识、技能的单向灌输，缺乏对于情感的培养及价值观、道德意识的培养，这就导致了人工智能教育在教学过程中出现了只见教育不见人的现象。一方面，现阶段人工智能的发展尚处于专用(弱)人工智能阶段，人工智能在自然语音方面的能力存在先天不足的现象，目前的人工智能尚无法有效完成更深层次的语义识别及情感互动，人工智能技术的限制导致人机双向互动无法开展；另一方面，人之所以称之为人，是因为人是有情感、道德、价值观的，并且人具有一种重要的能力，创造力，而现阶段，人工智能教育的应用模式—教育机器人、智能教育平台、智能教育测评系统等是无法实现的，人工智能教育难以确保在教学过程中实现教师与学生的双向互动，这种双向互动不仅包括知识的互动，更包括情感、价值观、道德观的互动，教学活动作为一种有情感的“活”的教育，这是人工智能教育短时间内难以实现的。

(四)教育数据数量不足且质量不高，服务精准性不高

教育是由教育者、受教育者、教育环境构成的一个复杂系统，教育数据不同于交通、医疗等领域的数据，教育数据来源于真实的教学情境，不仅包括静态的教育大数据，静态的教育数据包括学校、教师、学生的数量，教师的专业水平及学生的学业水平测试等；还包括动态的教育数据，动态的教育数据包括学生、教师在课上的表情、肢体语言等，这些数据具有高度的情境性和不可重复性，每一个教育事件发生，其数据都是不同的，学习的碎片化进一步加剧了数据获取的难度，加上教育数据统计本身没有统一的标准，导致从复杂的教学活动中获取高质量的教育数据更是难上加难。人工智能教育的基础就是教育数据，教育数据数量不足且质量不高，严重制约人工智能教育的效果及人工智能与教育的融合程度，导致教育服务精准性不高，难以满足学生个性化的学习、教师进行因材施教、充分利用教育资源、进行精准评价的要求，教育大数据的统计数量及统计质量还有待于进一步规范和提升。

三、人工智能与教育融合的应然形态：教育人工智能

这一时期，人工智能与教育走向深度融合，教育形态发生巨大变化：由人工智能教育走向教育人工智能，教育理念注重以人为本的协作教育理念，教育主体包括人和机器，教育的客体也包括人和机器，教育人工智能的研究对象变为机器和人(智能主体)的教育活动和教育规律。所以人工智能一个非常重要的发展趋势，是From AI (Artificial Intelligence) to AI (Augmented Intelligence)[8]，因此，将教育人工智能(EAI)定义为，超越技术限制，回归教育本质，以协同理念为导向，运用人工智能技术，理解学习是如何发生的，学习是如何受到外界各种因素影响的，进而为学习者高效地学习创造条件[9]。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(一)教育人工智能的技术框架

这一时期，大数据、深度学习构成了人工智能的主体，所谓深度学习是基于大数据的一种先进算法，是一种仿人类大脑神经感知外部世界的算法，推动人工智能由算法层面、感知层面，逐步过渡到认知层面。基于人工智能技术，变革教育新生态，构建教育人工智能技术框架(如图1所示)，教育人工智能技术框架是认识教育人工智能的基础，同时也是实现人工智能与教育深度融合的关键。

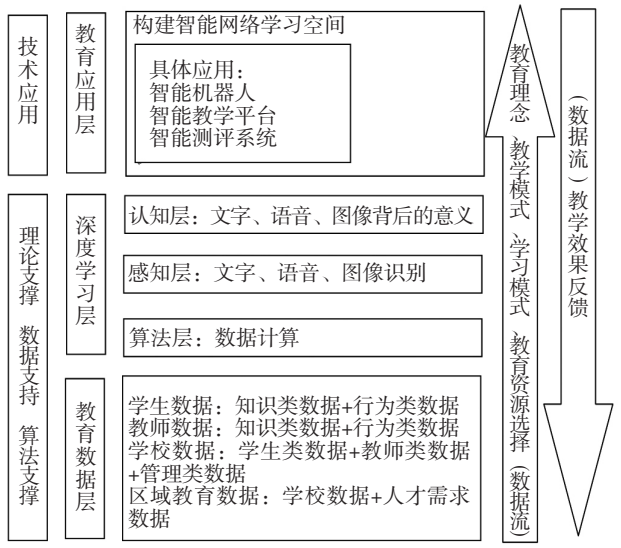


图1 教育人工智能的技术框架

1.教育数据层

教育数据是教育人工智能的基础，没有数据就没有教育人工智能。收集教育数据，包括学生数据、教师数据、学校数据及区域教育数据等，对于教育数据要进行一个全面的、高质量的收集，对于学生和教师，不仅要收集知识类数据，对学生、教师所掌握的知识有一个全面的了解和把握，更要收集行为类数据，包括学生、教师上课的语言、表情、肢体语言等，教育的情境性，决定了教育数据的复杂性。

2.深度学习层

人工智能的发展经历了算法阶段、感知阶段，现在步入认知阶段，在算法阶段，人工智能并不是真正意义上的人工智能，只是算法智能，在提高数据运算速度上有一定优势；在感知阶段，人工智能能够识别文字、语音和图像，步入真正意义上的人工智能，然而这一时期，由于技术的限制，人工智能不具有自我意识；随着人工智能的发展，进入认知阶段，随着大数据和深度学习的应用，人工智能不仅能够识文字、语音、图像，还能明白文字、语音、图像背后的意义，这为人工智能与教育的融合发展创造了条件。

3.教育应用层

人工智能与教育走向融合，催生了一系列新的应用形态，归纳起来有：智能机器人、智能教学平台、智能测评系统，将教师从繁琐的教学工作中解脱出来，实现人机协作教学，更关注学生的发展，回归教育的本质，提高了教学效果，随着人工智能与教育融合程度不断加深，教育人工智能的最终目标是智能网络学习空间，通过人才培养，确保教育系统与经济社会系统的动态平衡。

(二)教育人工智能的特点

1.发展理念走向协同化

人工智能时代要树立全新的教育发展理念，无论是抛弃技术支持的传统教学，还是抛弃育人本质的机器教学都不是人工智能时代教育的应然状态，要超越技术限制，回归教育本质，教育发展理念走向协同化，协同化教育理念有两层含义：第一层含义，人工智能和教育协同，以往的发展理念，尤其是人工智能教育的发展理论多从人工智能技术应用领域去推动教育的变革，导致人工智能教育过分注重技术应用，忽视教育的育人本质，要跨越技术理性，回归教育本质；第二层含义：人机协作，人机协同发展是人工智能推动教育现代化的关键，从学习科学的角度分析，学习是学习者根据自身已有的知识去主动构建和理解新知识的过程。对于人工智能来说，新知识是它们所无法理解的，所以这种时候学习者就需要教师的协同、协助和协调[10]。

2.教学模式走向智能化

人工智能最大的特点就是智能化，人工智能与教育融合，极大地改变了教学模式，使教学模式朝智能化方向发展。在工业社会，为了大规模培养机械化、标准化的人才，教学模式主要采取教师为中心的传统教学模式，这种教学模式难以实现个性化教学，并且存在教育资源、教学场所、教学时间限制等缺点，人工智能的出现极大地变革了传统教学模式，教学模式走向智能化，通过利用大数据、人工智能技术构建基于大数据的智能化教学平台，极大地推动了教学模式的创新和变革：教育资源更加丰富，教学方法更加多元，教育服务更加精准。

3.学习模式走向个性化

个性化学习是人工智能与教育深度融合的最重要表现形式。所谓个性化学习，就是根据学习者的学习风格，提供适合学习者的学习内容、学习方法和学习模式，使学习者的能力得到充分发挥，促进学习者充分、自由、和谐发展。学习模式个性化的实现离不开自适应学习技术，自适应学习技术是通

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

过监控一系列学习行为过程的行为及数据，基于个人能力和技能水平动态调整课程内容，以进一步适应和提高学习者的表现，实现教学的自动干预[11]。通过人工智能技术对学习者的行为进行智能分析，确定学习者的学习风格，创设学习环境，基于智能教育服务平台，实现学习者个性化学习。个性化学习模式包括三部分构成：学习者分析，服务支持，环境创设(如图2所示)。

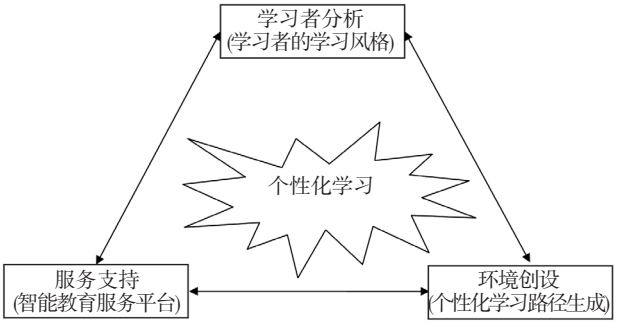


图2 个性化学习模式的构成

4.教育资源走向动态开放化

大数据的产生极大地推动了教育人工智能的发展，数据是开展教育人工智能的基础，通过将大量的资源、知识转换为数据，实现资源的共建共享，任何人在任何地点，只要具有网络和终端设备，就可以获取数据，从而获取知识及技能，大数据、互联网的出现，极大地推动了教育资源动态开放化，通过借助大数据，实现教育资源的共建共享，教育资源由某一学校走向某一地区，由某一地区走向全国，由全国走向全球，例如，全球课堂(Global Classroom)的出现，其致力于为学习者提供随时、随地可以进行学习的学习环境，让学习跨越时间、空间的限制。

四、教育人工智能的实践路径

农业社会的传统教育培养不了现代工人，工业社会的教育同样不适合人工智能社会，人工智能社会需求的劳动力为人工智能时代原住民，这是人工智能与教育深度融合的最终目标，这就需要教育人工智能来践行，亟需回归教育本质，多元协同构建智能网络学习空间(如图3所示)。

(一)一个教育理念：回归教育育人本质

树立正确的教育理念，这是教育人工智能实现的前提和关键。传统的教育忽视育人本质，不顾个人发展的需求，注重机械性、重复性培养人遭到人们长久以来的批判，人工智能的出现，为变革传统教育带来了新的力量，但是，人工智能在变革教育的同时，要把握其精髓，就是教育的育人本质，无论教育如何变革都无法脱离其本质，教育作为培养人的活动的价值诉求。教育人工智能兼顾人工智能与教育，通过人工智能的应用，促进教育的变革，但是不可否认的是，无论人工智能如何变革教育，都不能忽视教育的育人本质，教育人工智能的最终目的就是通过人工智能与教育的融合，促进人类智能与人工智能和谐发展，人类与机器和谐共处，共同推动经济、社会发展，最终目的促进人的全面发展，让人们更加有尊严、有智慧的生活。

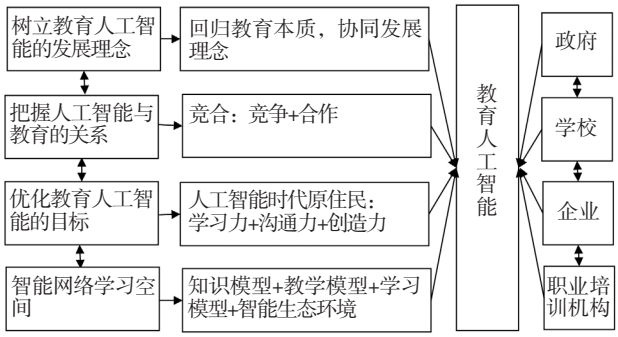


图3 教育人工智能的实践路径

(二)两个融合策略：既竞争又合作

关于人工智能与教育的关系，主要有两种有代表性的观点，一种认为人工智能是教育教学的手段和工具，不能对教育产生革命性的影响；另一种认为人工智能是导致教育变革的挂念性因素，必须将技术融合于教育全过程。一方观点过于保守，一方观点过于激进，人工智能既是教育教学的手段和工具，也是教育变革的关键因素，把握教育的育人本质，协同人工智能和教育才是关键。亟需把握好人工智能与教育二者的关系：竞合关系，即竞争又合作。一方面，由于人工智能的出现，导致人类的一部分机械工作被机器所取代，人类通过与机器的合作，从而提高工作效率、降低生产成本；另一方面，对于大量的需要人类情感、智慧参与的创造性的工作，很难由机器来完成，因为再强的机器人也很难去自主创新。然而，企业对于创新型人才的需求却在不断增长，只有通过教育改革，人工智能与教育深度融合，创新型教育才能培养创新型人才。

(三)三个能力培养：学习能力+沟通能力+创造能力

在人工智能时代要培养人工智能时代的原住民，所谓原住民是指在某个地方较早定居的族群。农业时代的原住民从小亲近动植物，仅仅具备学习能力就足够了；工业时代的原住民从小学习机械原理，不仅要具备学习能力，掌握基本知识、技能，要提高“人与物”关系的效率，学会处理人与人之间的关系，要具备沟通能力，学会与人沟通、协作

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

进行工作，适应大工业时代对于人才的需求；到了智能社会需要具备的最重要的能力是创造力，这也是人和机器最重要的区别，人具有创造力，可以进行创新，而机器很难实现创新，人工智能时代需要培养“人工智能时代的原住民”：小时候能和智能机器玩耍，长大后和智能机器一起高效工作，和谐共处，人工智能时代原住民需要具备学习能力、沟通能力和创新能力。

(四)四个主体参与：多元协同构建智能网络学习空间

政府、学校、企业、职业培训机构等协同优化教育人工智能的生态环境，基于智能教育平台的知识模型，采用混合式学习模式，教师和人工智能系统协同，构筑教育人工智能生态系统，确保教育人工智能生态系统与经济社会系统的动态平衡(如图4所示)。

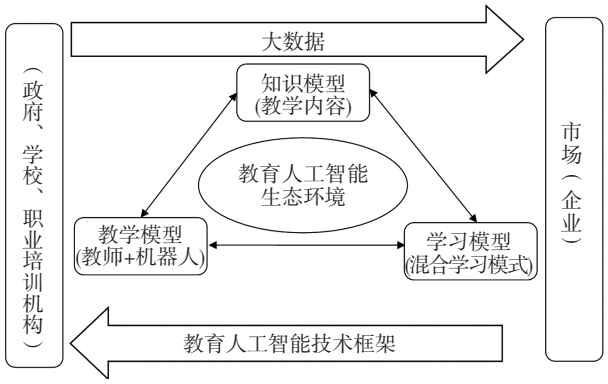


图4 智能网络学习空间的核心要素及关系

1.多元协同优化教育人工智能生态环境

所谓生态环境，就是由“生态关系组成的环境”[12]，直接关系到智能网络学习空间的技术支撑和发展基础。多元优化教育人工智能的生态环境，第一，政府提供政策和资金方面的保障，中央政府通过政策出台的形式规划教育人工智能发展，地方政府起到协调学校和企业协同育人的目的，另外，中央政府及地方政府为教育人工智能提供经费支持；第二，中小学要开展人工智能启蒙教育，中小学通过开展人工智能竞赛、或者进行人工智能科技展等方式，培养学生的兴趣，为培养人工智能时代原住民打下坚实的基础；第三，大学要推动教育人工智能的专业发展，各高校纷纷设立人工智能研究院、并积极建设人工智能相关专业，截至2017年7月，由教育部批准设立“智能科学与技术”本科专业的高校已达36个，人工智能相关专业方向达79个[13]；第四，职业院校、职业培训机构开展职业培训，人工智能代替了大量人类工作的同时，产生大量失业工人，需要通过职业院校、职业培训机构对其进行培训再上岗，另外，人工智能催生的新的工作岗位也需要职业院校、职业培训机构培训新的工人。

2.搭建基于智能教育平台的知识模型

实现人工智能与教育的深度融合，必须要确保人工智能与教育的全过程融合，这其中包含三个内容：第一，人工智能不仅仅要应用于学校教育，更要融合于家庭教育、社区教育，人工智能要与各种形式的教育相融合；第二，人工智能要融合于教育的全学段，贯穿于学前教育、初等教育、中等教育、高等教育全学段，通过在幼儿园开展人工智能启蒙教育，在初中等教育阶段进行人工智能课程，在大学中开展人工智能专业教育。2018年4月28日，《人工智能基础(高中版)》教材发布会在华东师范大学举行，这是全球第一套人工智能中心教材，它的出版标志着人工智能教育在中国正式迈入基础教育阶段[14]。第三，将人工智能融合于教育的全过程，融合与课前预习、课上学习、课下测评及课后复习全过程。这就需要构建基于人工智能教育平台的知识模型，确保实现教育资源的共建共享。

3.明确教师与人工智能系统协同的教学模型

促进人工智能与教育深度融合，仅仅依靠人工智能无法实现，需要人机协作，明确教师与人工智能系统协同的教学模型。首先，树立人机协同教学理念，人工智能时代通过教育人工智能，将教师从繁琐的、机械的重复性教学工作中解脱出来，教师关注学生的发展，更关注学生情感的沟通、价值观的培养，通过人机分工，各司其职，达到人机互补的目的，同时，有助于提升教学效率和教学效果；其次，通过开展培训，教师主动学习等范式，提升教师的人工智能技术，通过技术引用，促进教师智能化教学水平提升；最后，在具体教学实践中，既不能过分注重人工智能技术应用，忽视教师的作用，也不能沿用传统教学模式，以教师为中心，要协同教师和人工智能系统开展教学，需要在实践过程中不断地完善。

4.开展基于混合式学习模式的学习模型

混合式学习模式的出现使个性化学习成为可能，混合式学习模式将学习分为线上学习和线下学习两部分，但是这两部分是密不可分，互为补充的，既能确保学生自主学习，又能发挥教师的引导、答疑作用，一方面，线上教学活动主要是以学生的自学为主，并在学生自学结束后进行自主测评，还能进行课后作业的完成和提交，实现学习者自主获得知识并对知识进行内化，主要进行的是知

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

识的学习，线上学习更关注实现知识目标；另一方面，线下的教学活动主要是通过小组讨论进行，知识应用，对线下学习的问题进行讨论、答疑，是对线上学习的一个巩固、补充的作用，同时是一个培养能力的过程，线下学习更注重实现能力目标、素养成名的目标，对线上学习起补充作用。

五、结束语

从“人工智能教育”走向“教育人工智能”还有很长的路要走，随着人工智能技术的创新发展，人工智能与教育的融合深度不断推进，亟需处理好人工智能与教育的关系，超越技术限制，回归教育本质，协同政府、学校、职业培训机构、企业等多方智能网络学习空间，不断提升教学效果，培养具有学习能力、沟通能力、创造能力的“人工智能时代原住民”，需要我国教育研究者、教育实践者及人工智能领域人才的共同努力。

参考文献：

[1][8] 谭铁牛.人工智能是天使还是魔鬼?[DB/OL]. http://tech.sina.com.cn/d/i/2018-05-31/doc-ihcikcev2600560.shtml,2018-05-31.

[2][13] 中国人工智能发展报告2018[R].北京:清华大学科技政策研究中心,2008[DB/OL].http://china.cnr.cn/NewsFeeds/20180714/t20180714_524300824.shtml,2018-07-14.

[3] 李开复.人工智能时代的教育革命[M].北京:北京联合出版公司,2017.

[4][7][10] 梁迎丽,刘陈.人工智能教育应用的现状分析、典型特征与发展趋势[J].中国电化教育,2018,(3):24-26.

[5] 黄蔚.人工智能如何与教育携手同行[N].中国教育报,2018-3-29(10).

[6] 教技[2018]3号文件,“教育部关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知”[Z].

[9] 闫志明,唐夏夏,秦旋等.教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用态势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,2017,(1):26-35.

[11] 牟智佳.“人工智能+”时代的个性化学习理论重思与开解[J].远程教育杂志,2017,(2):22-30.

[12] 涂同明,涂俊.生态文明建设知识简明读本(概念篇)[M].武汉:湖北科学技术出版社,2013.

[14] 金鑫.全球首本人工智能基础教材发布[N].中国新闻出版广电报,2018-05-01(1).

作者简介：

徐晔：在读博士，研究方向为职业教育与教育技术(18615651777@163.com)。

Path Exploration from “ Artificial Intelligence Education” to “Education Artificial Intelligence”

Xu Ye

(School of Education, Tianjin University, Tianjin 300072)

Abstract: The work revolution caused by the revolution of science and technology, and the work revolution forced the reform of education. At the same time, the integration of artificial intelligence and education is also the demand for the modernization of education itself. The rise of the fourth industrial revolution sets off the upsurge of the research and application of artificial intelligence. Artificial intelligence, which promotes industrial change, technology renewal and post change, will eliminate a large number of traditional labor force, and increase the demand for new labor, education as a training person, shoulder heavy responsibilities, and urgent need of artificial intelligence and education. Deep integration to cultivate “aborigines in the era of AI”. This paper, starting with the actual state of artificial intelligence and education integration at the present stage, transcends technical rationality, returns to the essence of education, shapes the deserved form of education artificial intelligence, puts forward the technical framework of educational artificial intelligence education, probes into the path of integration of artificial intelligence and education depth, and constructs the ecological system of education artificial intelligence in collaboration with multi elements.

Keywords: AI Education; Education AI; Education AI Technology Framework; Education AI Ecosystem.

收稿日期：2018年8月16日

责任编辑：宋灵青

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI: 10.16382/j.cnki.1000-5560.2017.04.002

“人工智能与未来教育”笔谈(上)

朱永新 徐子望 鲁白 褚君浩 蒲戈光 邹昊 吴晓如

人工智能正以超出人们预想的速度发展。2017年“两会”首次将人工智能写入政府工作报告,人工智能发展上升为国家战略。人工智能如何引领各行各业发展趋势?在教育领域将产生怎样的影响?将给未来教育带来怎样的挑战和机遇?由华东师范大学、中国教育三十人论坛联合主办,华东师范大学校友会、教育学部、学报(教科版)及“知识分子”微信公众号共同承办的“人工智能与未来教育”大型公益论坛,5月13日在华东师范大学中山北路校区举行。在本次论坛中,海内外相关领域的学术专家、行业精英共聚一堂,跨界研讨人工智能在未来教育中的应用与发展。《华东师范大学学报》(教育科学版)根据现场发言整理出文字稿,并经过演讲者本人的审核,现以笔谈形式分上下篇发布,以飨读者。笔谈按论坛演讲顺序排列。

朱永新(苏州大学教授,中国教育学会副会长,新教育实验发起人)

未来学习中心构想

现在的学校制度是大工业时代的产物。从它诞生开始,尤其是进入上个世纪开始,对于它的批评就从来没有中断过。早在20世纪60年代,国外就有学者提出了所谓的“学校消亡论”。我们的教育已经无法适应一个高度信息化、智能化、个性化的时代。现在,商业被颠覆了,金融被颠覆了,工业也走向智能化了。教育怎么办?我认为,传统的学校正在走向消亡,替代它的将是“未来学习中心”。

未来学习中心将有十个基本特征。从学习中心的内在本质来说,它会走向个性化。从学习中心的外在形式来说,它会走向丰富化。从学习中心的时间来说,它会走向弹性化。从学习中心的内容来说,它会走向定制化。从学习中心的方式来说,它会走向混合化。从学习中心的教师来说,它会走向多元化。从学习中心的费用来说,它会走向双轨化。从学习中心的评价来说,它会走向过程化。从学习中心的机构来说,它会走向开放化。从学习中心的目标来说,它会走向幸福化。

第一,从学习中心的内在本质来看,个性化是基本方向。过去整个教育是以教师为中心的,是以教为中心的。所以是教师控制着整个教育的流程,控制着整个学习的过程。但是未来绝对不是如此,教师不可能再控制学习过程。谁来控制?学生自我控制。所以由“教”走向“学”,将是未来教育的基本特点。“学习中心”毫无疑问会打破传统的统一的教材等,去标准化、个性化、定制化将会成为未来的学习方向。每个人制定自己的课程、学习计划,评价也是针对个人的,同时也不会把他与其他人进行比较。国家仍然会有基本的课程与教育标准,但是未来的国家标准会进一步人性化,整体的学习难度会进一步降低;而每个个体可能会完全不一样,他会选择更适合自己的东西。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

第二,从学习的外在形式来说,学习中心不再是一个独立的孤岛。现在每一所学校都是一个封闭的闭环或者说相对封闭的王国,但是未来的学习中心,彼此之间将会是互通的。真正意义上的学习共同体会出现。比如,现在我们在全国有 3000 多所新教育实验学校,未来我们会有一个总的学习中心。这个学习中心会选择不同的学习中心进行合作,一个学生可以在不同的学习中心进行学习,这样就共同构成一个学习社区。学生可以在不同的学习中心选择课程,教师也可以跨越学习中心进行指导。这样一种开放的、互联的学习中心将成为发展的趋势。

第三,未来学习中心的学习时间是弹性化的。学习中心全天候开放、没有暑假和寒假、没有双休日,学生可以根据自己的需要安排学习时间。这样学校的设施和校舍将会得到最大程度的利用。现在学校的利用率大概不到 1/2,甚至只有 1/3。未来暑假、寒假、周末、夜晚等时间都可以充分使用校舍,所以整个教育资源会进一步集约化。未来教育的周期也会弹性化。这两年以莫言先生为代表的政协委员在呼吁“缩短学制”。我认为只有突破学制来思考中国未来的学制,才是解决中国学制问题的方向。现在的学生七周岁入学,少一天都不行。每天早上八点上课,晚一分钟就是迟到。未来学习中心将更加弹性化,每个人可以选择自己“什么时候上学”。学生可以根据自己的身心发展特点和父母的工作特点,来安排自己的学习时间和学习周期,也没有留级的概念,因为,学不好可以反复地学。未来,学制将更加灵活多样。

第四,未来学习中心的学习内容会进一步定制化。对教育,国家必须有一个基本的标准。义务教育的出现就是和大工业时代国家对于劳动者素质的基本要求有关的。目前国家课程标准的学业要求标准太高,学习的相当一部分东西在未来社会派不上用处。怎么才能把最有用的东西教给我们的孩子?这是一个很值得研究的问题。要根据学生的天赋、潜能、个性和兴趣来设计个性化的课程。从补短教育,走向扬长教育。现在的教育很大程度上是补短的,让每个人都很痛苦,不断地发现自己的不足。扬长教育会让一个人不断地挖掘自己的潜能,让自己变得更加自信。教育应该让人变得更幸福,而更幸福的前提应该是在学习上更加自信。有人担心降低学习难度会影响国民素质,其实完全没必要。因为这样才能腾出最大的空间让学生学习与他们的生活与生命关系更加密切的知识与技能,而那些天才学生也可以通过个性化学习,定制自己的课程。

教育是什么?教育是为生命存在的。我们把人的生命分成自然生命、社会生命和精神生命。我们觉得这是整个教育的大厦,但是现在我们的教育中对这个板块似乎是不够重视的。所以未来的学习课程,我们认为会更加关注生命和生活,会更加关注让学生珍爱生命、热爱生活、成就人生。所以,拓展生命的长宽高,培养生命的真善美,是未来学习中心的一个重要任务。

第五,未来学习中心里,混合学习与合作学习将成为主要模式。现在我们已经进入到借助于智能设备而生存与发展的时代,未来人机结合的学习方式会发挥更大作用,认知外包的现象会让个人更加注重方法论的学习。未来社会,除了做科学研究以及其他一些创造性的领域还需要学习外,很多东西电脑帮你学了,人工智能帮你学了,机器帮你学了。未来,纯粹记忆的东西是不需要学了。现在还有多少百度里有的东西,我们课堂里还在教呢?其实没有必要了,因为更重要的是方法论。

未来学习中心要重新界定我们的学习内容与方法。人和机器一起来学习,会帮助人变得更强大。机器不可能取代人的思考,但是机器人可以帮助我们思考得更好。所以,未来的学习是混合式的学习。当然,还有一个很重要的特点,就是未来的学习方式。过去我们是知识的消费者,但是未来每个学习者同时也是知识的创造者,他通过学习来创造。研究型的学习,将成为未来学习的主要方式。就未来学习中心的学习方式而言,利用网络将会成为一个非常重要的特征。国家应该建立一个最高水平的“国家网络教育资源平台”,采购全世界最优秀的课程资源,免费为所有的学习者提供多重标准的教育资

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

源,同时提供考试和评价等基本公共服务。未来学习中心将会研发自己独立的具有个性的课程资源并和国家的课程资源结合起来,通过网络来指导学生。

第六,未来学习中心的教师将更加开放多元。温伯格曾经说过,在知识网络化以后,房间里面最聪明的绝对不是站在讲台前给你上课的老师,而是所有人加起来的智慧。也就是说,未来的学习中心将不再仅仅依靠传统教师。学习中心会拥有一部分自己的自聘教师,他们拥有这个学习中心的优势课程。但是大部分的课程可以购买,人们可以跨学习中心来调用教育资源。所以,Facebook 创始人所提出的“教师将成为自由职业者”这一预言,将不再是神话。未来的各种培训机构也将转型为新的学习中心或者课程公司。但是不管怎么样,教师这个职业是不会消失的,只不过他的角色会发生变化,他可能会从过去的主导者,变成一个陪伴者、指导者和学习伙伴。

第七,未来学习中心将采取政府学习券与个人付费相结合的方式。未来学习中心可以由政府举办也可以由民间举办。政府为基本的学习内容买单,个性化的内容需要学习者自己付费。WISE(世界教育创新峰会)在前年做了一次调查,大部分教育家认为“未来私人为教育所支付的经费会有大的增长”。所以,课程外包和政府采购,将会成为一个很重要的特点。

第八,未来学习中心的考试将会走向描述、诊断、咨询。大数据、人工智能一个很重要的特点,就是会跟踪记录学生的所有学习过程,会发现你学习的历程和学习的难点、重点在什么地方,帮助你及时地去调节学习过程,帮助你取得更好的学习效果,而不再是帮你进行简单的评价,给你一个简单的分数。所以在未来的学校,课程证书的意义和价值会远远大于文凭的意义和价值。未来你在什么地方修的什么课程可能更重要,因为不同学习中心、不同学校的课程的含金量是不一样的。一个大学不可能所有的课程都很棒,所以不同大学里面最优秀的课程的组合将会使一个人变得更卓越和更优秀。对学生的评价,最终不是看他考了多少分,而是看他分享了什么、建构了什么、创造了什么,等等。

第九,未来学习中心将打破学校教育与社会教育、普通教育与职业教育的壁垒,为学生的终身学习提供服务。未来学习中心不会专门为老年人办个老年大学,为幼儿办个幼儿园,它可能为所有人去服务。混龄学习将成为重要的特点。这样,所有的训练机构都可能转成以它自己为特色的学习中心,不同的人可以寻找适合自己的学习中心。现在的学生很痛苦,在学校里学数学,离开学校还要到一些补习机构再学数学;在学校里学外语,一放学还要再到一些培训机构继续学外语。未来政府的教育券可以流通,哪里教得好就可以到哪里学习。

第十,未来学习中心的理想和宗旨是过一种幸福完整的教育生活。这也是新教育实验的理想与宗旨。新教育实验是从 2000 年发端的一个教育变革,是一种以教师成长为起点,以营造书香校园等十大行动为途径,以帮助新教育共同体的师生过一种幸福完整的教育生活为目的的教育探索,现在已经有 120 个县级教育局跟我们在合作,3000 多所学校、350 余万师生参与了实验。

我们认为,教育总有变与不变的东西。如果没有把握住“不变”的东西,我们就永远把握不了教育真正的本性,也永远跟不上变化的步伐。什么才是教育不变的东西?这就是,过一种幸福、完整的教育生活。“幸福”不仅仅是教育的目标,更是人类最终极的目标。发展经济也好,生态建设也好,最重要的是让人获得幸福感,让人真正地能够享受他的生活。幸福教育是幸福人生的基础。让每个人能够真正快乐地、自主地学习,让每一个人能够真正地享受学习生活、享受教育生活,让每个人能够发现自己的潜能与天赋,让每个人在和伟大事物遭遇的过程中发现自我、成就自我,就是教育的目的。教育本来就是增进幸福的重要途径。挑战未知,合作学习,本来应该就是非常幸福的。

教育还有一个很重要的使命,就是帮助人成为他自己。现在教育的一个很大的问题,就是用统一的考试、统一的大纲、统一的评价。这样的做法最多把所有的短补齐了,把所有的人变成一样了,却无

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

法扬每个人的长。人什么时候最幸福?当一个人实现自己梦想的时候,当一个人发现自己才华的时候,当一个人找到自己值得为之付出一生努力的目标的时候,当一个人能够非常痴迷地在做一件事情的时候,才是最幸福和快乐的时候。这就是新教育所说的“完整”。所以,教育就是应该让我们的学习中心成为汇聚美好事物的中心,让所有的人在学习中心能够找到自己、发现自己、成为自己。

未来不是我们要去的地方,而是我们正在创造的地方。方向比努力更加重要,这次论坛一个很重要的目的,就是让我们能够看清方向。我们希望在不远的将来,能够建设出中国的未来学习中心。中国的教育就像中国的商业一样,完全可以弯道超车。让我们一起来努力。

徐子望(上海外国语大学西外外国语学校共同创办人)

如果世界发展真的临近奇点,问教育之变与不变

这个题目很大。我是带着这个问题来的,我没有答案。今年 10 月我们会在玉龙雪山脚下的一个村庄里讨论这个问题。我们每年讨论一个题目,然后定下一年的题目。这个题目是去年 7 月份决定的。现在大家既兴奋又焦虑,是因为我们看到了一个巨大的变化、巨大的革命,但是我们对此没有答案。

我们是办学校的人,面临这个变化,我们就要问一系列的问题。所以我今天来分享我想问的问题,因为我觉得现在只有可能去问问题。现在是一个多问问题的时候。有了好的问题、有了正确的问题,有更多的好问题、更多正确的问题,我们可能离“好的答案”就更近了一步。所以我今天是来问问题的。

“奇点”很吸引人。如今已是谷歌的首席未来科学家的作者在《奇点临近》中讲了很多东西,这本书可能比任何一本书都要全面,都要令人兴奋。“奇点”,我的印象当中主要有几个特点。其中一个是科技的指数级增长。对此你根本挡不住,其中包括很多,比如,Nano 到我们的脑袋里、血管里,把我们的基因修改了,然后引出了我们的长生不老。还有就是人工智能、非生物的智能或者是无机的智能要超过有机的智能。我有一个朋友讲了很有意思的话“这个东西很吸引人,它不像原子弹。我们人一造出来原子弹就知道这是坏东西,万不得已的时候才能用。奇点临近、科技发展、人工智能却很有吸引力。”所以关于人工智能等科技的发展,现在世界上其实有两大主要的思潮。一派是拥护,他们觉得这也是人类无法阻挡的。有一派会认为,我们人类可能因此而走向终结。

这两天,很多“幼升小的面试”外包给人工智能系统的现象,使得群情激愤。保守地讲,今年上学的孩子,等到他大学毕业的时候,65% 的工作可能已经不存在了。你叫他学什么?你教他什么?所以这个是很大的问题。学习什么?我们回答不了。但可能更重要的问题是:什么是学习?什么是教育?一个人的学习能力,尤其是终身学习的能力怎么形成?怎么让人机共存,让自己成为一个幸福的人?更严重的问题是,到底将来人工智能是我们的老板,我们是它的宠物,还是怎么样?这个还太遥远,我也没答案。但是在我们成为 AI 的宠物之前,我们应该认识到,人不只是一个动物的人,还是一个社会的人。在这方面,AI 会对我们有很多的帮助。同时,我们还是一个精神的人,这个“精神的人”怎么成长,怎么获得满足?我们的基因里面有我们所有精神的人的信息吗?未必。这就是说,我们的灵魂跟我们的肉体不完全是相结合的——这是另外一个话题。

我们到底是谁?我们的智能到底是什么智能?我们的意识是什么?去年四五月份 Alpha Go 把李世石打败了。在李世石跟 Alpha Go 下围棋之前,大家都轻敌。因为围棋大师不了解 AI 是什么,他们认为人工智能就是电脑或机器人。他们当初很自信,说 Alpha Go 根本不行。他们根据它当初跟欧洲六段下的情况,说李世

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

石不是5:0胜就是给它面子了。结果第一盘棋下了之后,我们的棋圣聂卫平就说“末日来临”了。其实把这些围棋大师打败的人工智能很简单,跟我们现在高考准备题海战是一样的。什么叫“深度学习”?就是高考的题海战。差别在哪里?我们的孩子可能要花五六年来完成,而它可能一天就完成了。一个好的国家级的围棋选手,一生只能下20万局棋。Alpha Go一天就可以下一百万,甚至于更多,这就叫深度学习。“深度学习”把我们的围棋高手打败了,但围棋本来就是一门艺术、一种修行,人还可以继续玩围棋,还可以与AI一起玩。也就是说,虽然围棋被Alpha Go打败了,但是围棋作为人性的修养,作为休闲娱乐的这个意义还在。所以我在想,人工智能还会带来更多的革命性的变化。但我们可以思考,我们的教育本身,它的本质,它的目的,它的已经存在千年的基本的原因,有什么是不变的。

大家都知道,亚马逊的创始人杰夫·贝索斯,是用互联网零售把传统的沃尔玛打败的。但他做的事情跟我们看到的其实是不一样的。他最早问自己的一个问题是“互联网来了,商业本身、零售本身,不管你有没有互联网,哪几条是不变的?”他是从卖书开始的,他当初得出三条原则:1.书一定要多,品种要多,我比你书店还要多;2.要便宜,一定比你书店便宜;3.送达快。亚马逊后来的发展就围绕着零售的这三条不变的本质,并不断用互联网去满足它们。另外还有一个很有名的例子,就是可汗学院。他们制作个性化的视频,通过互联网颠覆了课堂教育。《翻转课堂的可汗学院》整本书探讨的都是“为什么正确的教育规律不能被运用”这一问题,主张教育要符合人的学习规律。

人工智能来了、学习中心来了,教育有什么是不变的?我觉得第一个不变,可能就是“无教自教”。今年3月份我参观了松下幸之助的政经所。他每次的第一堂课就说“我告诉你,我不给你介绍工作,我没有教材。教育的真谛、找到答案的真谛就是自学。”我认为,自学是最大的因材施教,自学是最高的个性化教育。比尔·盖茨的数学算好的了,但是他的孩子就是学不好数学。后来他的孩子看可汗的教学视频,数学就上去了。比尔·盖茨发现后,就来找可汗。可汗其实是这样出名的。但是他的真谛是,每个人的速度是不一样的,每个人的知识点都是不一样的,应该让他自己学习。另外,在未来的学习中,可能老师和学生谁也不是中心。最近,斯坦福大学提出了“开环式大学”的概念。这个概念本质上就是混班制。学生在一生当中任何六年时间里完成学业,你就可以拿到该校的本科学位。有的人可能是四年,有的人可能选择中间出去两年,有些人可能一生当中很多年进进出出。这就会造成不同年龄阶段的人在一起,它不像现在的大学,基本上同龄人在一起挤压、竞争。将来,很可能是老、中、青在一起,这会是一个很有意思的群体。我们古代的私塾不就是这样的吗?

还有我觉得可能不会变的,就是所谓“温故而知新”的实践。大家去看“可汗教育”,它就是根据每个人的学习状况自主设计学习的进程。以学数学为例,它觉得你连续做对十道题,你脑袋里的这个“知识孔”就被填了。如果你做对了三道,然后错了两道,接着又继续做对,人工智能会根据你的状况自动生成题目,让你把“知识孔”给填了。还有一个例子,20世纪20年代,在美国芝加哥一个很富的小镇,有一个人搞了一个“温内卡特镇教育计划”,当初叫“精熟教育”。这个很成功,此人成了英雄。于是这一计划在全美国推广,但推广不了,因为他要因材施教,而事实上每个地区的财力、人力、教师的培训都不一样。我后来在想,中国的基础教育很好,我们把它搞成功了。但是我们动用了大量的资源,而现在,可汗用互联网就可以轻松实现这一点,所以要拥抱技术发展。

最后一个问题,如果有一天AI能发展到只要1%的人生产,99%的人消费,那个时候,教育将会怎样?我认为,因材施教、因爱而学,可能是对付将来人工智能突飞猛进的一个共存之道。过去我们希望“补短”。补短是求全,但今后人不要那么全面,要扬长,而扬长就是求缺,展天性。我们现在求得太多、求得太快、求得太满,要太聪明,而这些方面我们都会比不过AI。一个人与生俱来的“长”是什么?这一方面,可能每一个人都不一样。充分发挥自己的“长”,可能正是将来你跟人工智能这个未来的老板

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

共同生存下去的王道。你把你与生俱来的东西发挥得好,或许就可以不被替代。

鲁白(清华大学医学院教授,"知识分子"主编)

人工智能与未来学校、未来教育

我跟北京大学的饶毅和普林斯顿大学的谢宇教授共同主办了"知识分子"杂志。"知识分子"非常关注"人工智能与教育"这个话题。我个人是研究"脑"的,与人工智能没有直接关系。最近人工智能很火,但很多人老是把机器脑跟人脑搞到一起。在我看来,人脑跟机器脑一点关系都没有。其实人工智能不是我的专业,我也没有太多想说的。我是来学习的,今天借此机会,谈一下我的思考:人工智能与教育的关系,对教育的影响。

我主要想谈以下三个方面:一、人工智能会对我们的教育产生什么样的冲击?二、人工智能如何应用于教育?三、教育以及我们每个人如何应对人工智能大时代的到来?

我的两个孩子都是在美国上的常春藤大学。美国高中毕业生一般会被很多个大学同时录取。四月份的时候,被录取的考生和他们的家长都会有机会走访各个大学,了解学校有什么特殊的教学方案来让他们在这里很好地学习、成长,最后选一个最适合自己的学校入学。当时我们去考察各个大学时,都会问大学校长、系主任这样一个问题:假如未来有一个新的学科(譬如人工智能),你们学校打算如何应对?每个学校的回答都不一样,这反映了不同学校的教育理念。普林斯顿大学表示,当一个新兴学科出现的时候,我们一定找到最好的教授,请他们来给学校的学生上课。我接着会反问一句:要是这个学科没有教授怎么办?因为在我看来,一个新兴学科往往是年轻人做出来的,这些学科往往没有教授。

哥伦比亚大学给出一个完全不一样的回答,他们说会请这个学科里面最年轻、在最前沿工作的人到学校来上课。举例子来说,那个时候华尔街出现了一个新的策略,就是不惜工本地把市值不高而价值不错的公司强制买过来,这叫"强行购置(aggressive takeover)"。哥大曾经把一个擅长强行购置的投资家请到学校给学生上课。那人给学生布置了作业:去看市场上有哪些公司市值远远小于它的实际价值。结果他把很多学生的作业,也就是他们的研究成果,用来给自己的公司做强行购置的参考。这也成了一个很大的丑闻。

斯坦福大学对这个问题思考得比较深。他们不是简单地把社会上的能人请来学校上课,而是设立"咨询教授(consulting professor)"系列,把比较有思想、善总结的专家有计划地纳入教育体系,与他们一起策划新兴学科的教学。著名投资人彼得·蒂尔(Peter Thiel)在斯坦福开设的课程就是一个很好的例子。它不仅有实例,有技术,还有观点,有思想,并且最后还提升到一整套理论体系。根据其讲义出版的名叫《从 0 到 1》的书,在全世界都很有影响力。清华大学也曾把蒂尔请过来给清华大学的学生上课,那一次课程我也去了,我们还一起探讨了中国的创新创业与美国的不同。

上面讲的是大学。中学怎么办?小学怎么办?你怎么来应对人工智能时代的到来?

第一个问题,人工智能对教育有什么冲击呢?关于这个问题,我是从三个方面来看的。1. 对教师,主要是教学方法的冲击。任何体现重复性的需要、有大量数据积淀的事情,都可以被人工智能取代。当重复性的教育被 AI 取代的时候,教师怎么办?当 AI 可以随时随地用更精准、更有效的方法来教学的时候,老师还有什么用?所以我觉得"老师"这个职业,或者"教授"这种人,现在要开始思考:我们是不是会被取代?我们怎么来抵抗人工智能来把我们的工作取代?2. 对学生,主要是学习方法的冲击。现在,我们的时间是碎片化的,知识来源也是非常多元化的。学生为什么要在课堂里听两个小时或者一个小时来获得他可以通过各种各样其他方式能够获得的知识?每个人的基因不一样,每个人的成长

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

环境不一样,他接受知识、接受信息的能力也不一样。所以,人工智能会给学生的学习带来新的可能。3. 对学校,主要是教育体制的冲击。很多职业将来可能就不会存在了,学校还是要为就业做准备吗?很多学校的专业设置是为未来的职业做准备的,这些职业要是不存在了,我们的学校怎么来存在?关于这一切,我们在清华大学有一次比较大的全校范围内的讨论,我们最后得出了一个共识,就是所谓的“三位一体”的教学模式。我们认为,学校的价值不是单纯的传授知识,也不是单纯的“能力的培养”,它还包括了“价值观的塑造”。价值观的塑造和能力的培养,往往不是在教室里面能够实现的。我们的教育目的是要培养具有健全人格、有创新思维、有全球视野、有社会责任感的新一代人才。关于这样的一个目的,AI 可能是给我们一个服务、一个帮助,而不是形成一个对垒。所以我们的定位必须要准。

第二个问题,人工智能如何应用于教育?这个问题我没有答案。我做过一点点实践,这个东西可能与今天的会议有些关系。我去年在清华大学开了一门课,叫《脑科学与人工智能》。我是想通过这个课,自己也来学一些东西。在互联网时代,我们想实现一种所谓的“翻转课堂”:课前让学生通过阅读,看视频,了解了基本知识,上课主要是请专家讲解最前沿的研究,以及学生跟讲课者的互动。我们可以像斯坦福那样把企业请到校园的课堂里面来。跟其他领域不太一样,AI 领域做得好的很多人是在企业里面的,因此我们请了很多工业界里面的人工智能领域的领军人物,来给学生上课。有不少人还是很有思想的,并且擅长思考总结,如搜狗的 CEO 王小川。这是新的尝试,我们的目的就是培养下一代以后能够有完全不一样的视野。我们在“知识分子”上面组织网络报名,除了 30 位学生之外,还对社会公开,让社会上有兴趣的人也参加到大学课堂里面来。这是我们的一种尝试。

人工智能到底怎么样应用于教育?人工智能为什么今天会有这么大的发展?其实,李开复等人工智能的大咖都说了多次了,一个是因为深度学习,一个是因为有高质量的大数据的存在,另外一个,是因为我们高性能计算能力的存在。为什么教育里面还没有很好的应用?教育里面有没有高质量的大数据?这个可能是问题的关键。是从学校(大学、中学、小学)入口,还是从技术入口(比如语音识别、图像识别)?我个人比较看好的是社交网络(像微信)。另外,我们进入教育,可能也要有一种模式的创新。几年前嘀嘀打车是怎么进入我们生活的?通过大规模的给司机补贴、给乘客补贴,它一下子就把一个本来是由完全国资的大众出租车占领的市场,变成了现在这样,好像没有嘀嘀大家就不能过日子。这是一种模式的创新,也许在教育里面我们也希望有这样的创新出现。但是教育有它的特殊性。教育有一个特点,就是被教育者的年龄是不断变化的。我们教育最终是要有一个东西跟人工智能不一样的,我们人是具有想象力、创造性的。怎样通过教育把人的想象力发扬光大,然后来创造新的东西?这是值得思考的问题。

第三个问题,教育如何应对人工智能时代的到来?我们每一个人如何应对人工智能时代的到来?我很担忧我们的下一代。事实上,我们整个中国都处于一个巨变的时代。就这些问题,清华大学做过全校讨论,也请了麦肯锡公司进行分析,曾经总结出四个点。1. 全球化。当前,人才的流通、资本的流通,各方面的连接非常紧密、交流非常快。我们需要什么样的人才呢?我们需要的是有表达能力、有社交能力、有全球视野和国际竞争力的人才。所以我们的教育要注意这个方面。2. 人类社会深刻转型。我们现在一方面出现了科技的进步,另一方面,环境污染、资源约束、贫富差别等问题也不断发展。新的领域层出不穷,决定了我们对人才的需求,以及人才的成长方式都会有改变。3. 中国的崛起。中国的崛起对于我们未来的领军人才有特殊的要求,需要他们有新的价值观和新的能力,有新的知识结构。在人工智能到来的全新的时代,我们要用好人工智能,来解决中国的问题。4. 科技革命。这个是显而易见的。我们需要有创造性、有想象力的科技领军人才,而且需要他们有企业家的精神。这是最近人们在人工智能、脑科学的一系列讨论中得到的一个重要的共识。想象力和创造性,是人脑跟机器脑的最大差别。我们的教育如何来应对科技革命,应对人工智能的到来呢?我们每一个人都要学会如何在人工智能的时代生活。

当然,以上谈到的只是技术层面。我们从一个大学,从一个教授、学者的角度看,一个时代真正的崛起,一定会伴随新的文化和新的思想。一个有趣的问题是,人机之间有没有伦理?今年在博鳌论坛,

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

我们参加了“腾讯”组织的一个非常有趣的讨论 “想象 2045 年报纸的头条会登什么样的新闻”。其中有一条,就是一个女孩她要跟一个机器人结婚,中关村法院判决“不能结婚”,因为法律中没有人可以与机器结婚这一条。这就是人机伦理的问题。还有就是社交性。与过去的社交不同,我们现在可以同时跟很多人社交。我们该如何来应对社交文化的改变?我们现在面临着的是第四次工业革命,第四次工业革命一定有伴随它的文化及思想,这将会冲击着我们的价值观和人生哲学。

褚君浩(中国科学院院士,华东师范大学信息科学技术学院院长)

迎接智能时代

我的演讲主要分为三个部分。

一、历次工业革命的回顾

18 世纪,蒸汽机的发明导致了机械化,英国引领了第一次工业革命。第二次工业革命是 19 世纪,电磁学规律和能量守恒转换定律的发现导致了电气化。20 世纪初,量子力学和相对论的提出开始引导发生第三次工业革命,特点就是信息化。我们现在就处在信息化的后期。我们现在用的手机、用的所有的信息产品,实际上都是信息化的产物。而信息化的产生是由量子力学这个理论的发现引起的。第一次工业革命的特点是从技术发明到科学规律的研究再到技术水平的提升;第二次工业革命首先是科学发现,然后再是到技术发明,如发电机、电动机,然后再到科学规律的深入研究。所以工业革命的特点,一定是科学跟技术的互相促进。如果没有科学跟技术交换的互相推动,就不是工业革命。

那么,我们现在新工业革命的驱动力是什么呢?其中之一是能源环境问题。南美洲有一个地方,由于气候变化,冰雪在这里融化,非常壮观,变成了一个旅游景点。但是,假如格陵兰岛的冰雪全部融化,海平面将上升 7.2 米。上海的海平面大概是 1 米多,如果海平面上升 7.2 米,我们这个礼堂肯定在水里面。所以这是非常严峻的问题。人类面临着能源、环境问题,面临着可持续发展的问题。对人类面临的这些问题的解决,促进和驱动着当代新的一次工业革命的发生。另外,信息技术本身还在飞快发展,人类也会不断追求更加美好的生活,所有这些都是新工业革命的驱动力。现在科技发展有一些明显的特点。最显著的是信息技术深入各类技术和生产生活的方方面面,甚至深入到教育当中。概括地说,主要有以下几点:(1)信息技术与各类技术深度融合;(2)科学发现到技术发明,技术发明到产业应用的转化周期愈益缩短;(3)科学和技术密切结合,相互促进;(4)科学技术对生产方式、生活方式和思维方式产生了新的影响。

那么,第四次产业革命到底是什么内容?到底是量子技术、纳米技术、新能源技术,还是其他什么呢?这些问题大家都在探讨。第一次产业革命是机械化,如果我们也用一个“什么什么化”来描述它,那么我们怎么样描述第四次工业革命呢?

我们现在先看一看科技和产业发展的状况。信息技术本身还在进一步深化发展,还有量子信息技术也在发展。许许多多领域的发现和发明,不是单纯一个什么蒸汽机、也不是单纯一个什么电动机,而是很多领域都出现新发现、新发明,它们多轨并行、交叉推动。信息技术和多领域技术的深度融合发展,使发现、发明、产业转化的周期缩短。我们看到,信息技术没有停止前进,信息技术还在往前走。同时,基础研究在蓬勃发展。现在,信息化的源头是量子力学,因为有量子力学,所以有固体能带理论、有半导体科学技术、有晶体管和大规模集成电路、有电子计算机、有现在的手机。可以说,没有量子力学,就没有今天的一切。所以李政道说 “没有昨天的基础科学,就没有今天的技术革命。”信息技术的发

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

展,基础研究和技术发明的发展,信息技术和能源、制造、材料等领域技术的发展,正在进行深度融合。这就是当前科技和产业发展的深厚背景。

新工业革命的核心是智能化。具体来说它涵盖以下方面:(1)智能化分布式新能源系统;(2)智能化复杂体系(智慧城市、机器人、人工智能);(3)智能制造和新材料;(4)信息生命科学和大健康产业。

二、迎接智能时代

智能化里面最重要的特点,就是智慧融入到一个物理系统中。这个物理系统可以是一个能源系统,可以是一个学校,可以是一个教育的场景,可以是一个家庭,可以是一台机器,也可以是一个其他什么系统。智能化的系统,一定包含信息的实时获取。获取信息以后则要有一个实时智慧分析,然后要做出判断。所以,“分析”也是核心。这里面有两个核心技术:(1)实时得到信息;(2)智慧分析。所以传感器特别重要,大脑特别重要,传感器代替人的五官,实时地得到信息,大脑在得到信息以后加以分析。

我这里带了一个传感器,是一个红外传感器,它可以拍物体的红外照片。人是一个有温度的物体,会发射红外光,这个传感器就能实时获取信息。在 iPhone 上面套一个红外传感器,就能实时获取红外图像。一个苹果,可见光看出来是好苹果,用短波红外一看是烂苹果。用可见光在海上面看不见东西,用短波红外就可以看见海面上的目标。我们最近发明了一种新型 THz 传感器,就有它的新的原理。传感器非常重要,在建筑物柱子里面如果装了压力传感器,就可以实时报告柱子内应力情况,经过分析事先就可以知道这个建筑物有没有危险。在人身上贴上心脏传感器,它可以实时报告心脏情况,经过分析就知道人的心脏有没有严重的非正常情况。

智慧地球 = 互联网 + 物联网 + 智慧识别和控制。首先是传感器,然后是智慧识别。所以就有下围棋的机器人,就有无人汽车、无人飞机。智能化系统有三要素:动态感知、智慧识别、自动反应。这里面需要传感器,需要物理模型,需要大数据。

三、人工智能与未来教育

我们现在有服务机器人、医疗机器人、工业机器人、快递机器人等很多机器人。工业机器人很厉害,我前年在宝马的工厂里面看到,5000 个人中就有 1000 个机器人。它们非常智能,非常强大,尤其是喷油漆的地方,我们人根本不能在那种环境里工作,机器人却毫无影响。

机器人重要的是要有感官,然后是大脑识别、分析,然后是实时采取行动。机器人一定要有感官、有大脑、有实施,所以,智慧系统也是要一步一步来做的。校园也是一个区域,那么,校园里面哪些方面做到智慧了?你可以说这个“校园”里面智慧的“什么方面”。所以,我们说智慧地球,实际上指的就是一个个系统都能获取信息,然后是分析,并做出判断。这个概念扩展以后,就是智慧的食品、智慧的医疗、智慧的零售、智慧的城市、智慧的货运、智慧的交通。智慧的交通大家现在已经可以看到,但这是信息化的交通。现在,我们看到马路上的路况指示牌是橙色时,就知道改道行驶,这就是信息化。如果无人汽车上去的话,自动改道,那么它就是智能的了。

我们智慧的教育是什么?我觉得首先是智慧校园。我们要建设智慧校园。比如:智能化的物流、智能化的安全系统(如果实验室有火灾,马上就有东西来灭火,这也是智能化)。我们也要构建智慧教育与教学。听一听老师的报告,然后百度搜索你讲得对还是不对,这其实是信息化技术的应用。出一张卷子考学生,从学生回答情况,分析出学生对于哪个知识点没有掌握好,也是智慧教育的一个方面。有个比特实验室也做了些实践探讨。智慧的教育到底包含哪些方面?怎么来发挥它的作用?这些问题值得探讨。我们还应该有智能教学机器人。现在还没有,但是应该会有的。智慧可以融入物理系统,我们可以把很多人的智慧融入到机器人的大脑里面,所以它的分析判断能力会超过一个人。为什么 Alpha Go 会赢?因为它里面输入的不是某一个棋手的智慧,而是好多棋手的智慧。将来机器人老师

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能否应用于具体的教学工作?我认为是可以的。因为人们可以把好多老师的经验汇聚到机器人老师这里来进行教学。但是机器人耗能量非常厉害,它在做事的时候,所有的可能性都要发生计算。所以与机器人下棋的时候,人类棋手吃一两块面包这个棋就下掉了,但是机器人所耗费的是不得了的能量。为什么?它在做这个事情时,所有的可能都要计算,然后再找到一条路。人是有精神的,是有情感的,是有哲学头脑的。人的精神情感、哲学加起来,使得这个人可以用最小的能量来做出最好的事情。所以,我们现在要培育学生的潜能,让他们有健康的体魄和心灵,要他们汲取外界养料,修炼内在素质,凝聚驱动力量。所有这些,都是我们"人"区别于机器的重要方面。

机器在目前还不能够把情感、哲学放进去。爱因斯坦的脑子里面各种思考都有,诺贝尔奖得主们也都有非常特殊的方面。人有精神,有一种驱动,有哲学来指导他,所以使他能够做出很好的成绩。大学是培养人才的地方,我们要培养学生具有科学的素养、善于发现的眼睛、扎实的基础知识、浓厚的研究兴趣、出众的动手能力、坚韧的做事态度。机器人老师能做到吗?我认为还是做不到的。所以,智慧教育的内涵是什么,这是一个值得探讨的命题。要建设智慧的校园,也要发展智能化教学机器人。但是,培养一流师资队伍,仍是最重要的事情。

蒲戈光(华东师范大学计算机科学与软件工程学院教授、副院长,上海市高可信计算重点实验室副主任)

教育的银弹:人工智能环境下未来教育的有效手段

历史学家尤瓦尔·赫拉利在其畅销著作《人类简史》中把人类社会的发展总结为三大革命:认知革命、农业革命与科学革命。五百年前开始的科学革命,起源于人类承认自己的无知,并用科学技术探索现实世界。哲学家培根的名言"知识就是力量"影响至今。六十年之前,美国达特茅斯小镇,一群数学家,包括了如今被称为人工智能之父的麦卡锡,他们开会讨论:机器能否像人的心智一样去思考? "人工智能"这一术语也在那次会议上被明确提出。因此,我们认为这标志着智能革命的开端。

人工智能是自动化的感知、学习、思考与决策系统。最近 Google 公司的 Alpha Go 连续击败世界围棋冠军李世石与柯洁,展现了人工智能深入影响现实世界的可能性。早在 1999 年,IBM 深蓝机器人战胜了当时的象棋世界冠军卡斯帕洛夫也轰动一时,如今深蓝发展为 IBM 的沃森机器人。2013 年,IBM 沃森机器人参加美国的智力问答赛并拿了冠军,这也是人工智能史上一个非常重大的事件。这意味着机器人能够理解人类的问题,并且能够找到这个问题的答案。

这的确是一场革命,而革命的对象就是我们人类。人工智能技术的进步使得知识工作者等价于体力工作者。我们接受大学教育,想成为律师、医生、交易员等。但等到大学毕业我们发现,智能机器人都能做律师、医生与交易员所从事的工作。也就是说,我们知识工作者所做的事情,机器人未来也能做甚至做得更好,这就是这场革命最具冲击力的地方。

人工智能革命的本质是什么?人工智能领域诞生了很多概念,如算法、神经网络、深度学习等。而我所理解的人工智能革命的本质,从计算的观点看,就是机器在对于知识的处理方面取得了巨大的进步。知识可以被存储、传播、创造、破坏、检索与执行。我们以 Alpha Go 为例。Alpha Go 学习了很多棋谱,它把原先的知识做了存储,它可能掌握有几百万个、几亿个棋谱。同时,它还可以通过互联网把棋谱传递到后台的服务器进行计算,即知识可以通过互联网媒介进行传播。Alpha Go 与人类的对弈过程,其实就是它对知识检索的过程。甚至在对弈之前,Alpha Go 自己就对所有的棋谱进行了整理、归类、模拟,然后把新的知识存储下来,以加速棋谱检索的效率。这就是 Alpha Go 学习的过程。对弈过程

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

中,Alpha Go 下一步棋的时候,就做了一个决策,该决策使它在后续过程中可能会占优势,这就是知识的执行。

知识的操作还有两方面:一是知识的创造,另一个是知识的破坏。我们觉得就目前来看,人工智能在这两方面可能很难取得突破。比如,你只能给 Alpha Go 一个正确的棋谱,如果你给它错误的棋谱,可能它就学错了,这就会干扰它的决定。我们不知道人类创造知识与破坏知识的生理机制(无法刻画与分析灵感如何产生),更无法将这一机制教给机器人,这就是为什么人类在知识创造与破坏方面会碾压机器的原因。从哲学上讲,知识破坏就是所谓的“证伪主义”。人类历史发展过程中,有很多知识被发现是错误的(比如人们以前认为地球是平的,后来发现海平面远方的船并非是整体出现的),于是人们开始质疑,这就是旧知识被破坏的过程。借用经济学的术语可将其称为破坏性的创新,即首先要把旧知识破坏掉,然后再提出一个新的知识。所以我认为,这场人工智能革命的本质,是机器在知识的存储、传播、执行和检索方面取得了巨大的优势;但人类的优势,就在于破坏旧知识和创造新知识。

因此,人工智能环境下未来教育是要培养学生创造知识和破坏知识的能力。为了论证这个命题,我们先看一下“进化”的概念。我们会从未来行业的进化、未来社会关系的进化、未来知识工作者的进化三个方面展开讨论。

首先,行业进化的观点是,智能机器人将会取代人类成为知识的执行者。未来警察必定是机器人充当,因为警察最终是知识的执行者。交通法规知识只要给机器人,它就能判定执行。司机本身就是知识的执行者,如果机器人能够比司机看得更清楚、反应更快,显然司机这个行业会走向消亡。再看医生行业。我们知道目前很多微创手术需要依靠智能机械。对于医生来讲,他既是知识的储备者也是执行者。医生看了很多病例、学习了很多医学知识,然后去做手术。如果智能机械同样能学很多案例,而它做手术的时候,刀拿得比医生稳、速度又快还准确,为什么不让机器做呢?

其次,我们再来看社会关系的进化。我们的观点是智能机器将成为社会关系的界面。人类的社会分工与阶级分层将紧紧围绕智能机器展开。总的来说,可以分类四类:(1)智能机器的制造者,未来会处于整个社会关系的高级阶层,如科幻电影《钢铁侠》中的科学家。(2)被智能机器服务者,未来 80% 的人类将处于该类。最简单的服务是端茶送水,高级别的服务是智能法律顾问与智能理财师等。但这是一个危险的信号,有可能出现《骇客帝国》中的场景,被服务者成为了机器的燃料电池。(3)服务智能机器者,智能机器在未来社会中还是需要人类的帮助,如给它拧紧螺丝部件、给它充电等。(4)远离智能机器者,社会中一定会有一部分人觉得科技的进步并不是好事情,他们崇尚自然,拒绝智能机器带来的便利,主张回归自然的田园生活。

然后,我们要讨论未来知识工作者的进化。我觉得研究型人才是未来行业进化的核心,并在未来社会关系中处于优势地位。医生这个行业将会继续,但是医生主要从事研究工作,研究疾病产生的原理,设计解决方法,制造更好的药物,而这些工作正需要创造知识与破坏知识的能力。同样,律师行业也会继续存在并将持续进化,他们的主要工作是研究如何设计好的法律法规,研究在人机共存的环境中法律应该以什么样的形式展现。在法律判决方面,智能机器可能会更加客观。在信息技术领域,程序员也将持续进化。编写普通应用程序的程序员职业将会消亡。未来的程序员同样需要做研究,他们会编写智能机器人的程序,甚至是编写编程机器人的程序。因此,所有的行业将以研究性人才为核心驱动力。

大学教育应该如何接受未来的挑战?第一个是培养什么样的人的问题。显然,我们需要培养研究型人才、设计型人才,同时我相信人文科学将会强势回归。研究型人才与设计型人才毋庸置疑。为什么是人文科学?人文科学的一个重要特征是始终以创造知识为己任。它不像理工科,有一个明确的答案。人文科学如美学、艺术、人文、社会、哲学等都在研究与人相关的领域,而人正是最大的不确定性。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

所以在认知科学取得突破性的进展之前,智能机器人无法胜任人文科学的研究工作。

第二个问题是教育与就业的关系问题。如今,很多大学把就业率作为大学教育是否合格的重要指标。在未来,如果教育的目标仍然是为某个具体行业培养人,就会发现毕业即失业。因此,未来教育将回归本源。大学教育的本质是培养思考者,即培养学生的批判思维能力、表达能力与创造能力。我们要有批判思维,要不断地质疑原先的知识,然后创造新的知识,并把它表达出来。从商业的角度看,传统的吃、穿、住、行中跟人文生活相关的行业会持续进化。像服务业,基本上会是以智能机器为主导的行业。这促使大学去培养更多的思考者,以对未来商业社会与未来社会关系等进行积极有效的思考。

最后,大学教育将成为社会关系重塑的关键。接受大学教育,成为研究型人才,必然会在社会关系中处于有利位置。未来学家甚至担忧:未来社会可能出现无用阶级。他们什么都不用做,也无法为社会做什么,他们的生活就是睡觉与游戏人生。无用阶级是否会出现,值得大家去讨论。在这里,我们要问另一个问题,未来没有机会接受大学教育的年轻人怎么办?我认为,他们的发展可能有两条途径。一是终生学习。社会上可能会出现分布式学习中心,年轻人不一定去大学学习知识,而在这里面学习。未来学习中心的观点来自中国教育学会副会长朱永新。另一条途径是成为诗人。远离智能机器人,过一种田园式的平凡生活。

邹昊(机器学习与量化金融专家,硅谷 Abundy 科技公司创始人)

人工智能改变人类未来的教育与生活

非常高兴来到华东师范大学与大家交流分享。我高中是华东师大二附中的学生,广义上也是华东师范大学的校友。我几天前才到师大校园内的二附中的老校址去看一看,一切都生机盎然,分外亲切。

我偏技术出身,在斯坦福大学拿了工科博士学位,之后在金融界做量化投资方面的工作,接触机器学习和人工智能非常多。为什么最近人工智能掀起了新的一波热潮,并且在多个领域改变着行业和社会的发展?在这里我分享一些个人的看法。

现在大家在热议人工智能、神经网络、深度神经网络。实际上,人工智能已经有七十多年的历史了。关于人工智能的最早研究起源于 20 世纪 60 年代。在斯坦福大学读书的时候,我有幸结识了一位从 1960 年代就开始研究人工智能的鼻祖 Bernard Widrow 教授,从他那儿了解到很多最早期研究人工智能的事情。那时,人工智能是非常原始的,主要研究怎样用计算机或模拟电路的方式来模拟生物的一个神经元。那时,谁也不敢相信人工智能能走到今天,并且发生了如此多的变化。

人工智能的最新兴起与大数据,大规模的计算能力,以及新的软件架构产生的深度学习架构有关。首先,我们看一下深蓝和 Alpha Go 两个系统的不同。在 Alpha Go 之前,上世纪 90 年代时,IBM 已经有深蓝了。那个时候人工智能非常火爆,但却是昙花一现,这也跟互联网的泡沫破裂有关。而这一次的 Alpha Go 与之前的深蓝有着很多架构和技术的不同。

深蓝的一个主要技术是决策树的技术。为了训练深蓝这个系统,IBM 开始研究象棋走棋的规则,并找了一大群国际象棋的专家,根据象棋大师的对弈生成决策树。这个架构导致一个问题,要更改里面任何一个细节都非常复杂,而且人类专家团队水平很大程度限制了机器智能所能达到的程度。因此,深蓝刚刚打败国际象棋大师卡斯帕罗夫的时候,卡斯帕罗夫还曾想要再战几场,但 IBM 马上让深蓝终身退役了,他们怕国际象棋大师又重新把它打败。

现在,Alpha Go 超越了围棋大师,它的学习方法是,通过一个固定的规则,通过反复的训练来探索

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

最优的策略网络和价值网络。Alpha Go 团队中围棋棋力最高的黄博士只是业余六段,但是系统训练出来的 Alpha Go 超越了九段的水平。这个时候已经没有九段棋手教它究竟哪个棋路是最优的,而是它通过自己的归纳、演绎学习出了一个系统。Alpha Go 有着与深蓝完全不同的整体架构。

总体而言,新的深度神经网络和人脑类似。为什么这个架构这么火呢?一方面,数据特别多;另一方面,我们的计算能力和算法有了大大的提升。以前,我们训练神经网络时,计算机里面训练三四层已经达到了极限。但随着我们的 GPU 和并行集块系统性能的提升,现在的最新网络可以达到上百层甚至几百层。通过大量的数据库的建立,当它看到百万张或者更多图片的时候,便可以自动像人脑一样调整整个神经网络里面的参数,同时在不同层形成一个相当于自我的初步认知。当然,这也是人工智能的一个初级阶段。但是在未来,这些发展会越来越快,它的进化速度会越来越快地超越人类。所以现在大家开始担心,“奇点临近”或者计算机超越人脑的时候人到底能干什么。

对包括教育领域在内的各种人工智能研究领域来说,我们目前还是在讨论它的智能程度或认知计算的能力,Artificial Intelligence(人工智能)也是基于 Intelligence(智能)范围来讲的。按照目前人工智能发展的趋势来说,在现在和不远的今后提升计算机的认知计算能力以达到或超越人类的水平(尤其在一些专家系统和在一些特定的计算领域里),已经有了比较清晰的路线。

另外一个研究的前沿是如何把情感赋予到人工智能系统里。之前,我做过一些金融市场的研究。在金融市场中,有时会出现大范围的恐慌或者追涨杀跌的情况。如何在一个人工智能系统或者是计算机系统中加入情感,使其能够模拟市场情感?在国外很多大型机构中,这一研究其实已经进行了很多年。但是进一步做下去,人们可能会将情感做到机器里面,使其能跟人交流。比如一个机器人可以在跟儿童或者是少年对话的时候,了解他们的情感和需求。所以,计算技术的下一步发展,可能是情感技术,这种技术主要关注如何将人工情感加入到我们未来的学习系统里面去,从而更好跟我们要服务的对象对话。

到目前为止,人工智能研究的主要支撑是大数据和高性能计算。但是,这其实也算是比较初级的人工智能。让计算机去看一只猫、一朵花,可以让它看百万、千万遍。相对而言,这里数据的利用率不是特别高。人类小时候学步、认知,识别哪个是猫、哪个是狗、哪个是花,不需要看一百万遍。而现在的计算机需要看一百万遍,因为它的认知水平还没有达到人类的水平。

怎么样把样本的数据量给降下来?现在做的人工智能需要大数据的支撑,到下一阶段,人工智能的技术可能就不需要大数据的支撑了。这是现在国际上比较热门的一个研究领域。以前,想要让计算机了解一件事,要给它看至少几十万遍,现在只给它看一遍就行了。比如,出现一个新的物品,通过算法让它归纳衍生,发现它和之前看到的物品的区别,即可直接做出判断。在学习的基础上,告诉它几个描述性的特征,不需图象,它便可以在完全没有之前经验的情况下,把物品识别出来。这是一个已经在研究,并且已获得不少突破的方向。也就是说,今后,人工智能不需要大数据支撑,而且学习和归纳能力可能跟人类非常类似。目前,计算机做的都是重复性的工作,但是到了未来几十年,它完全可能进行创造性的工作。

我还想谈一谈人工智能和人类的进化。现在的人工智能技术虽然还比较初级,但是已经非常非常像人脑了。人工智能包括神经元的数量和算力一直在指数性地增长,并且在最新的热点浪潮中有可能加速。按照现在的速度,本世界中叶神经元的计算就可能达到和超越人的水平,到那时,机器人能够学习和完成包括创造性工作在内的很多工作。

如今,医疗技术非常发达,人的寿命也比较长。现在的年轻一代到了中老年时,人的平均寿命很可能超过一百岁。我们以前的教育模式是把所有的学习都放在人的前半生。随着人的寿命越来越长,未来,人类需要重新规划人生教育,在不断被人工智能颠覆的各个行业中,找到体现人类的特殊优势和特殊存在的位置。

人工智能必将在未来大幅改变人类的教育和生活。人类需要深入思考和探索机器智能与人类智

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能的关系,学会与人工智能共存共处,也需要深入思考和探索人工智能背景下人的学习、人的存在。

吴晓如(科大讯飞副总裁,中国科学技术大学电子工程博士,高级工程师)

人工智能驱动下的个性化教学

随着 Alpha Go 战胜围棋冠军,随着语音输入和人脸识别等技术走向大众应用,越来越多的人开始对人工智能技术产生兴趣,越来越多的企业宣告要把人工智能作为自己企业未来的核心发展方向。教育是最受社会关注的领域,那么,人工智能技术将和教育碰撞出什么样的火花,人工智能技术是否可以解决教学中诸如提升教师效率、实现学生个性化学习等核心问题?不仅人工智能技术领域,更多的教育专家也开始在思考和探讨类似的问题。下面就通过对人工智能在教育领域应用的 Why、What、How、When 四个关键词来谈谈我们的看法。

第一,为什么教育需要人工智能?

教育信息化已经进入到一个新的阶段。如果对中国 K12 领域的教育信息化应用有所了解的话,会发现中国的教育信息化正在从硬件走向软件。很多较大规模的投资未来一段时间将放在应用而不是硬件上,因为大家都在考虑怎么把教育实践活动和 IT 技术更多地融合起来,让它实实在在产生价值。中国的教育信息化已经进入到了关键的阶段。就信息化在教育中的应用而言,在过去,技术起一种“支持性”的作用,是一个辅助性的工具。人工智能、互联网、大数据出现以后,教育信息化就不再仅仅是一种简单的技术支撑,而是和教育本身形成了深度融合,成为了核心教学行为不可分割的部分。

为何现在信息化更多起到的只是支撑作用?主要原因在于三个方面:(1)以前大部分信息化技术没有深入体制内教与学的真实场景,技术对一些教学的核心问题没有提供有效的解决手段。(2)课堂和作业等传统教学模式存在巨大惯性,如不能解决老师提升教学效率和效果的核心问题,这种多年形成的惯性很难改变。(3)没有形成教与学、教与管的实质性互动。如果没有一种手段把教与学、教与管的互动打造成一个闭环,比如说通过实时评价形成教与学的及时互动,那么信息化就不能在教育行业中形成大规模应用。所以我将从以下几个方面阐述人工智能和教育结合的必要性。

(1)教育信息化缺乏智能闭环。教育信息化没有形成大规模深入应用的原因在于,没有形成一个智能的闭环。互联网在连接教育各种场景的过程中,产生了大量的信息。当老师没有那么多的时间和能力处理大规模数据时,就形成了信息过载,这些数据对老师的教学行为不能产生及时有效的指导,甚至还成为了负担。尽管有时信息化手段实现了教学过程的连接,但是不能形成闭环,不能提升教学效率,所以师生还是不愿意用。这时就需要一种新技术手段,使教和学、教和管之间不仅能实现随时连接,还能形成互动中数据的实时处理和信息反馈,而这就是人工智能必须要去破解的问题。

(2)破解大班制教学的个体关注缺失问题。现在很多学校中,一个班级少则四五十学生,多则五六十,甚至更多。老师只能了解前几名和后几名学生,对大部分学生的学业情况是不了解的。怎么让老师更好、更精确地及时评价每一个学生,怎么更有效地发现每个学生的潜能?这就需要老师有更多双眼睛和耳朵,需要有技术手段辅助老师更好地关注每个学生。这也是需要依赖人工智能去解决的。

(3)数据驱动的教学治理。在学校管理中,很多校长对教师日常的教学活动、学生的学习情况和学校的综合情况等很难做到客观精确的认识,因为他们更多地是凭借经验做出判断,并且视角也相对局限。如何把这种完全凭经验的管理方式,变成“经验 + 数据”型的管理方式?这就需要我们的教学过程中要有数据,并且这些数据得是可分析的。我们可以通过客观真实的数据实现对教学行为的精细化管理。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(4) 采集和挖掘教育大数据。教育的大数据只有从实际教学行为中产生并被记录下来才能产生价值。有些观点认为,课堂实录已经保存下来了,试卷已经扫描下来了,但是这只是实现了教学过程中信息的数字化。这些都是非结构化的数据,并没有形成可处理、可分析的数据。我们需要用技术把大规模的数字化信息转换成为可以分析的结构化数据信息,只有这么做才能让信息转变为对教育有帮助的过程化数据。同时,人工智能还需要与大数据、云计算结合起来,以共同助力教育信息化。互联网将各种场景连接起来,云计算则提供各种资源、各种数据服务,人工智能在中间起到穿针引线的作用,可以进行辅助性或决策性的分析。

第二,什么是人工智能?

人工智能是对人类独有智能的一种模拟,可以分为运算智能、感知智能和认知智能。运算智能就是让计算机具有更大的存储和运算能力。过去几十年运算智能有了飞跃式发展。尤其是云计算出现后,运算智能已经不再是信息处理上的限制。这几年受到科技界更大关注的是感知智能和认知智能。

感知智能让机器像人的眼睛和耳朵一样,可以感知周围的世界,甚至可以让机器比我们听得更加准确、比我们看得更加清楚。目前这个技术已经有了实质性突破,并到了大规模可用阶段了。

现在人工智能里面最需要突破的就是认知智能,它让机器可以像人类一样理解信息和思考问题。科技界目前正在这个领域进行大规模投入,也取得了很多可喜的进展,相信未来几年还会有更大进步。

和教育相关的人工智能技术包括以下几种:语音识别、语音合成、智能阅卷、机器翻译和知识推理。目前我国在这些技术上都处于国际领先水平。在语音识别方面,国际语音识别大赛(CHiME)组委会在Google揭晓了2016年的比赛结果,科大讯飞包揽了本届CHiME赛事全部三个项目的最好成绩,目前语音识别技术已经进入了实用。在语音合成方面,科大讯飞自2006至2016年连续多年在国际语音合成大赛(Blizzard Challenge)中获得第一,并首次实现英文合成自然度突破4.0分,已经跨过了实用门槛。在智能阅卷方面,机器学习500篇范文就可以对其他文章实现准确的评阅,相关技术已经开始应用在语文和数学的作文评阅上。在机器翻译方面,科大讯飞分别在2014和2015年获得国际口语机器翻译评测大赛以及国际机器翻译评测大赛冠军,目前已经达到了六级英语的水平。在知识推理方面,科大讯飞于2016年获得Winograd Schema Challenge第一名。通过多年的积累和创新,科大讯飞在人工智能领域已经取得了诸多成绩。这些突破可以为更好服务于教育提供很好的技术手段。

第三、人工智能如何助力教育?

(1) 降低信息化的使用门槛。教师不是信息化的专家,所以一定要让信息化使用的门槛非常低。要依托很好的信息化技术,让教师在课堂上实现和学生的多种形式互动,并可以在云端将最好的资源调取出来以提升教学效果。要使得技术使用的门槛比老师从粉笔盒拿一只粉笔更加简单,这样老师才愿意用。从实际过程中看,目前技术易用性问题的解决已经让越来越多的学校在推广使用信息化技术。

(2) 提升师生的使用意愿。教师的日常工作比较繁重,因为除了教学之外,还有诸如作业试卷批阅和课外辅导等任务。因此,降低教师的工作强度才是提升教师使用意愿的关键。而现在的技术已经可以实现试卷的自动批阅和远程教学,这大大减轻了教师的工作负担。只有师生认为技术真正帮助了他们,提升了他们的教学效率,才会接受技术,技术也才可以实现大规模的应用,而只有应用才可能产生教学大数据。

(3) 从过程化应用中采集数据。在教师和学生普遍应用新技术的情况下,大量的数据就会产生,比如作业、考试、口语等数据。我们要将这些数据采集起来,并形成以学生和教师为中心的数据管理,这样才可以指导今后的教和学。但目前的问题是,学校在信息化建设中没有意识到数据的重要性,同时各种系统相对割裂,往往也难以形成有效的数据积累。

(4) 促进资源与应用良性互动。优质的资源是当前教师和学生都非常希望得到的。但优质资源的产生并不是一蹴而就的,而是在日常的应用过程中经过反复的筛选最终留存下来的。因此,应用和资

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

源需要良好的互动,在应用中产生资源,资源又在应用中得到优化。这种通过选择产生的资源才会更有生命力,才对师生更有帮助。

(5) 技术驱动的专题课堂。部分教学需求凭现有的模式很难推进。比如,北、上、广、深的很多地方都已经有了智能口语测试,因为口语测试单凭人工是非常困难的,老师想同时指导班上 50 个学生学习口语也不现实。而通过人工智能技术就可以很好地实现这一点,每一个学生都可以有一个虚拟的 AI 助手,指出他们听说过程中的问题并和他们进行学习互动,以构造传统模式下难以实现的教学环境。

(6) 信息化和教学实践的融合创新。在提供了人工智能教学助手以后,教师依然可以发挥自身的主观能动性,在教学模式上进行创新。例如,在北师大二附中,学生把作业做完以后,老师就拿到统一的报告,报告中会呈现知识的群体性黑洞,这样老师就可以实现精准讲解。另外,教师在课中也可以给学生提供个性化的训练题目。原来可能一个班一堂课做 10 道题目,大家都一样。现在每个学生做的题都不一样,难度系数和每个人可以很好地匹配。课后学生可以继续得到一些优质的资源,这就实现了连接教和学的精准讲解,从而大幅度地提高课堂效率。

(7) 数据驱动助力科学管理。教学管理者可以通过数据采集和分析,了解到设施的使用情况、资源的利用情况、教师的教学情况、学生的学习情况等。这些数据可以通过一个简单的仪表盘来呈现,这就把教和学的行为,教学和管理的行为很好地连接在一起了。

第四,何时能够实现教育智能化?

这是一个长期的过程,但这个过程已经开始了,而且发展的速度超出想象。现在很多学校实际的教学中已经用到不同程度的智能化教学产品。随着应用的深入,教学数据越来越多,整个学校的智慧系统会随之越来越强大。同时我们也看到了政策上的支持。教育部正式提出,下一步教育信息化的重点是信息化和教育技术的深度融合。这样一来,学校不再像以前那样仅仅是买计算机等设备,而是把经费和时间放在推动技术和教学实践深度的融合方面。同时,现在技术已经可以解决很多刚需性的问题,刚需应用问题的解决提升了师生使用的意愿,师生的大规模使用产生了教学大数据,大数据又可以指导老师针对性地教、学生个性化地学和教育的数据治理,这样就实现了技术和应用的融合发展。可以预见,一个学校越早开始使用教育信息化产品,越早关注教育大数据,并形成教育技术和教育实践的融合,就会在未来发展中占据越大的优势。

人类已经进入了人工智能时代。在互联网、云计算和大数据技术的支撑下,人工智能技术未来数年还会飞速发展。在智能时代中,不仅很多职业会被人工智能技术所替代,而且任何人未来的工作和生活也都将离不开人工智能,未来每个人都要考虑自己和人工智能的协同工作。同样,人工智能时代的教育也会发生巨大变化,智能时代对人才的个性化需要对因材施教提出了迫切的要求。因此每个老师和学习者都应该关注教育中人工智能的应用,在人工智能帮助下更好发掘自己的潜能,让自己的工作和学习更有效率,让自己能更好面对未来社会的挑战。

本刊 2017 年第 5 期将刊登《“人工智能与未来教育”笔谈(下)》。下篇包括:伏彩瑞(沪江网创始人、知名青年企业家),《人工智能,打造个性化定制化教育》;关新(宽资本创始人、董事长,奇点大学投资人),《人工智能时代的教育:精准教育与终身学习》;朱华勇(睿易研究院院长、原国防科技大学无人系统研究所所长),《人工智能与人是走向对立还是趋于共融》;汤敏(国务院参事、友成企业家扶贫基金会常务副理事长),《人工智能与新师徒制》;项贤明(南京师范大学教育科学学院教授,博士生导师),《人工智能与未来教育的任务》;张逸中(美国计算机协会专家,美国麻省理工学院林肯实验室为表彰其杰出成绩将 21825 号小行星命名为“张逸中”星),《认知未知世界的 STEM 教育革命》;库逸轩(华东师范大学心理与认知科学学院副教授,博士生导师),《记忆解码与未来教育》;袁振国(华东师范大学教授、教育学部主任,中国教育学会副会长),《人工智能的时代,依然会有诗和远方》。

(责任编辑 胡 岩)

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

智能时代新工科

——人工智能推动教育改革的实践

李德毅　马　楠

【摘　　要】 智能科学与技术，不但是工科门下新的一级学科，而且会向工科的所有学科和专业渗透，渗透也许不是惊天动地，而是润物无声，这种无声的柔软同样可成为推动新工科建设的核心驱动力。智能时代高等教育的价值进一步提高，新工科建设应该与智能一级学科的设置相呼应，新工科应该有新的专业，智能科学与技术的核心课程应成为理工科为主体的本科生通识教育课程。要尽快在试点院校建立人工智能学院，研究中国智能人才的培养体系、课程设置、实验平台、成果转化方法等，形成以“知行合一，学以致用”为特色的工程教育教学改革。

【关 键 词】 智能学科与技术　新工科　知行合一　学以致用

【收稿日期】 2017 年 7 月

【作者简介】 李德毅，中国工程院院士，中国人工智能学会理事长，清华大学、国防大学博士生导师，北京联合大学机器人学院院长；马楠，通讯作者，北京联合大学机器人学院副院长、副教授，工学博士。

科学技术的发展史就是人类认识世界、改造世界能力的拓展史，就是人类劳动工具的发展史。人类走过了农耕社会、工业社会、信息社会，进入到以“智能”作为当今社会时代印记的新阶段——智能社会。智能改变人类社会生活，改变世界。在农耕社会和工业社会，人类的生产工具主要是基于物质和能量的动力工具，得到了极大的发展。今天，劳动工具转向了基于数据、信息、知识、价值的智能工具，人口红利、劳动力红利不那么灵了，人才红利、智能红利来了，创新驱动发展成为时代的最强音，智能成为经济发展的新引擎，教育成为人才红利中的最大红利。

智能科学与技术是人类进入智能社会后，科学技术自身发展催生出来的一级学科，多学科交叉渗透和国家重大需求起了助催作用。它在中国特色的科学和教育体系中，具有聚焦智能培养、呼应创新驱动发展的社会需求，对发展智能工具，使我国在 2030 年成为全球人工智能创新中心，具有战略意义。

我国要成为全球智能创新中心和机器人最大的制造市场[1]，迫切需要在中小学加强智育，发展智能专科学校、高等职业院校，在一流大学设置智能科学与技术学院、机器人学院等，从多角度、多层次进行跨界合作，培养具有跨界创新和工程实践能力的优秀人才。

一、新工科、新学科、新专业

当今世界范围内新一轮科技革命和产业变革，无论是人类智能还是人工智能，个体智能还是群体智能，集中智能还是网络智能，都是在提升创新驱动发展源头的供给能力，是创新的原始驱动力量，是生产力中的核心生产力。早在 1993 年，时任国务委员、国家科委主任宋健在题词中就明确指出：“人智能则国智，科技强则国强。”1998 年时任国务院副总理李岚清也明确指出：“通过对脑科学的研究，若能提高人的学习认知效率，将是对人类的一大贡献。”2017 年百度董事长李彦宏在天津首届世界智能大会上指出：“中国在人工智能方面非常有优势，创新不只是在大学里，这里还有很大的市场、人才和资金，有大量的数据积累进行训练，7 亿网民说同样的语言，有同样的文化道德标准以及同样的法律。中国不领先世界，真的说不过去。”可是，曾经获得中国政府友谊奖的美国科学院、工程院院士约翰·霍普克罗夫特(John E. Hopcroft)的观点却值得我们深思：“中国拥有全球 1/6 的人口，却没有能拥有全球 1/6 的智能资源。”

因此，智能时代中国新工科要有新的学科和新的专业，智能科学和技术一级学科及其相关专

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

业首当其冲。尤其重要的是，从长远看，人的素质和智能产生的大数据，正是训练机器人的素质和智能的前提条件。

1. 智能学科的诞生。

科学技术的发展已经从认识客观世界、改造客观世界拓展到认识人类自身、认识人脑认知的新阶段，从发明动力工具拓展到发明智能工具的新阶段，经过了蒸汽机时代、电气时代、信息技术时代，进入智能时代（见图 1）。

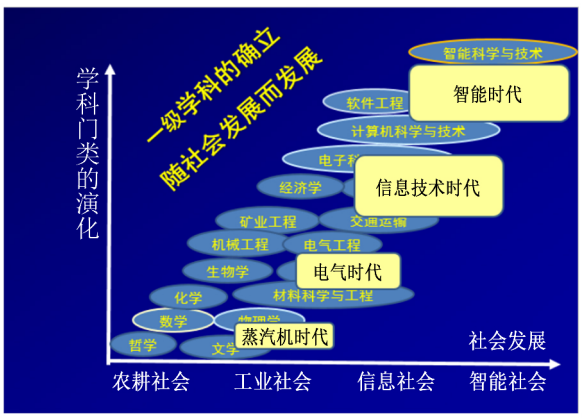


图 1　学科门类演化与社会发展关系图

自 2004 年北京大学在全国首次招收培养“智能科学与技术”专业本科生以来，智能科学与技术专业作为 154 个本科特设专业之一，全国已有 37 所大学开展了智能专业的本科人才培养[2][3]，目前已有 13 年的积累，急需汇聚、规范和提升，更好地服务于本科生和研究生教育。2010 年中国人工智能学会开始论证增设“智能科学与技术”一级学科，相继联合多家学会、高校、科研机构、企业共同开展论证工作，组织论证活动近百次，征求意见上万人，重点论证了智能一级学科的引领性、独立性和普遍性，形成论证结论：“智能科学与技术”应列为一级学科，属工科门类，也可授理科学位。

人类科学史和发明史是智能科学与技术发展的缩影，半个世纪来，相关的诺贝尔奖、香农奖、图灵奖等获得者为代表，对智能学科的诞生和发展做出了巨大贡献。可以从脑科学和神经生物学对脑认知机理的研究进展和成果、人工智能 60 年研究进展和成果、人类发展智能工具的进展和成果等三个维度看智能学科的诞生。智能作为一级学科，是提升创新驱动发展源头供给能力的时代需求，有着广阔的应用和发展前景。

2. 创新驱动、智能担当。

当今，不仅是材料、能源、传统制造和动力工具，更重要的是智能及智能工具，体现人的创造力、认知力，成为人类认识世界、改造世界新的切入点，成为先进社会最重要的经济来源。人工智能时代的到来，成为推动智能科学与技术成为一级学科的核心动力。加快从要素驱动发展向创新驱动发展的转变，智能科学或技术是非常重要的解决方案。推动这一事项不仅仅是一个学科建设，更是人工智能工作者的时代使命。

多学科门类的交叉渗透对“智能科学与技术”的诞生起到助催的作用。其中哲学门下的美学、逻辑学、伦理学，理学门下的数学、物理学、生物学、心理学，工学门下的计算机科学与技术、电子科学与技术、控制科学与工程，医学门下的神经学和文学门下的语言学、应用语言学等起到极大的作用（见图 2）。

图 2　智能科学与技术一级学科与多学科门类交叉渗透图

智能科学与技术列为一级学科后，待适当时机，智学可列为一个新学科门类，与哲学、经济学、法学、教育学、文学、历史学、工学、理学、农学、医学、军事学、管理学、艺术学等共同形成我国学科门类的 14 分法，我们充满期待。

二、“智能科学与技术”的工程教育

智能时代高等教育的价值进一步提高，继“新工科建设复旦共识”、“教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知”、“天大行动”之后，新工科的研讨会议相继展开。建设新工科，要服务国家战略发展新型需求、构筑国际竞争新优势、落实立德树人新要求。[4][5][6]高等学校要培养造就一大批多样化、创新型卓越工程科技人才，为我国产业发展和国际竞争提供智力和人才支撑，既是当务之急，也是长远之策。智能时代的新工科建设应该与智能一级学科的设置相呼应，且应该有

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

新的专业。智能相关的专业教学与研究在我国部分高校已经开展，也设置了智能相关课程。但由于缺乏智能一级学科规范的指导和引领，使智能科学与技术的工程教育在实际发展中高开低走，碎片化、简单化、低水平狭义地演化着，“智能科学与技术”一级学科的建立，则可从根本上解决这个问题。

1. “智能科学与技术”有明确的二级学科支撑。

目前，我国的学科门类和一级学科是由上而下设立的，对规范学位授予和人才培养具有指令性意义，有明显的中国特色。智能科学与技术作为一级学科，具备三个条件：一是有相对明确、独立、成熟的二级学科支撑，二是能够覆盖智能学科的整个内涵，三是学科奠基人被学术同行广泛认可。包括麦卡锡、明斯基、西蒙、纽厄尔、费根鲍姆、图灵、佩里、奥基夫、莫泽、坎德尔、卡内曼、付京孙、王浩、吴文俊、蒲慕明等，有 30 多人。值得一提的是，其中诺贝尔奖获得者有 10 人之多，图灵奖获得者 6 人之多，这在其他一级学科中是不多见的，华人科学家对智能学科的贡献也很耀眼，是许多其他一级学科难以比拟的。

经多次论证取得共识的二级学科是：

（1）“脑认知机理”。阐明认知活动的脑机制，即人脑使用各层次构件，包括分子、细胞、神经回路、脑组织区实现记忆、计算、交互等认知活动，以及如何模拟这些认知活动。包括认知心理学、神经生物学、不确定性认知、人工神经网络、统计学习、机器学习、深度学习等内容。

（2）“机器感知与模式识别”。研究脑的视知觉、以及如何用机器完成图形和图像的信息处理和识别任务，如物体识别、生物识别、情境识别等。在物体的几何识别、特征识别、语义识别中，在人的签名识别、人脸识别、指纹识别、虹膜识别、行为识别、情感识别中，都已经取得巨大成功。

（3）“自然语言处理与理解”。研究自然语言的语境、语用、语义和语构，大型词库、语料和文本的智能检索，语音和文字的计算机输入方法，词法、句法、语义和篇章的分析，机器文本和语音的生成、合成和识别，各种语言之间的机器翻译和同传等。尤其是计算语言学和语言数字化取得巨大成功，例如信息压缩和抽取、文本挖掘、文本分类和聚类、自动文摘、阅读与理解、自动问答，话题跟踪、语言情感分析、聊天机器人、人工智能写作等，形成一大批井喷成果，中文信息处理与理解尤为突出。

（4）“知识工程”。研究如何用机器代替人，实现知识的表示、获取、推理、决策，包括机器定理证明、专家系统、机器博弈、数据挖掘和知识发现、不确定性推理、领域知识库，还有数字图书馆、知识图谱等大型知识工程。

（5）“机器人与智能系统”。智能的应用技术，涵盖各种各样工业、农业、医用、军用机器人和服务机器人，还有智能驾驶、智能交通、智能制造、智能家居、智能环保、智能网络、智能管理、智慧医疗、智慧城市、智慧农业、智慧金融等。

总之，智能科学与技术以脑认知为基础，以机器感知与模式识别、自然语言处理与理解、知识工程为核心，机器人与智能系统的应用为外围，已经形成一个独立的学科体系。二级学科中，最年轻的知识工程是 1977 年提出的，至今也已有 40 年的历史。

2. 回归本科：本科生的工程教育。

目前，智能学科的研究生教育远比本科生教育普及，智能时代要求智能学科回归本科，回归到本科生的工程教育。本科不牢地动山摇，只有做好本科生的人才培养工作，建立合理的课程体系，形成以本科生为中心的人才培养方案、管理模式和教学运行机制。夯实基础，方能培养出新工科背景下的高层次人才，服务于社会各行业，保证我国智能科技的领先发展，攀登国际智能科技的高峰。

在本科基础课程、专业基础课程、专业课程（含核心课和选修课）和任意选修课程等不同性质课程安排上，都有独立的课程体系支撑，可由大学自主设置。对智能科学与技术专业，建立学分机制，课程学分建议设置如表 1 所示，课程建议如图 3 所示。

表 1　　课程学分设置

课程分类	学分设置	
公共与基础课程	全校公共必修课程 36 学分	学科基础课程 12 学分
专业基础课程	33 学分	
专业课程	38 学分（含毕业设计至少 6 学分）	
选修课程	31 学分（含学科大类选修及专业选修课程）	
合计	150 学分	

目前，在计算机学院、自动化学院、信息学院等相关工科专业讲授智能内容，一般不超过 8 学

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

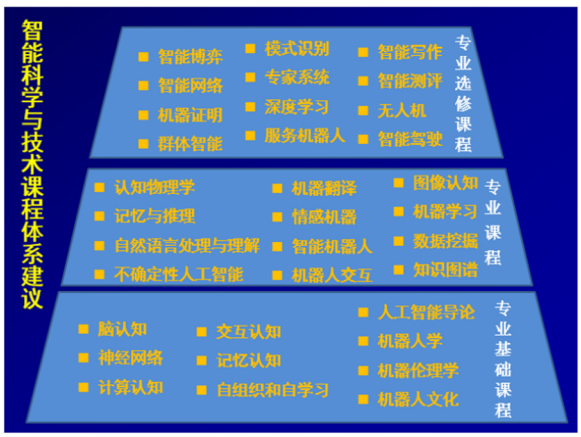


图 3　本科课程设置

分，这就严重阻碍了社会对智能人才培养的素质要求。本科生设置智能专业，讲授智能内容可达到 80 学分左右，扩大了将近 10 倍学分。“智能科学与技术”的二级学科是大学自主设置智能专业课程体系的重要依据，可营造良好的教育环境和巨大生源，确保专业建设有扎实的基础、专门的知识以及宽阔的就业，该专业的核心课程也应该成为理工科为主体的本科生通识教育课程。

应该说，掌握基础性的智能科学与技术的知识和能力，不但不太会从现有的计算机、自动化等学院抢走生源，还会促进其他学科、专业、专业方向自身发展达到一个新的高度。

三、教育改革的实践

人工智能对社会的冲击是全方位的，但对行业的冲击首当教育。

人们历来认为教育等于知识的积累，教育就是传授知识，掌握知识和考知识，教师负责传授，学生负责掌握，教得好坏靠考试，通过考试来评估。当今这一观点受到质疑，人类社会一年的知识增量可能要超过过去百年乃至千年的历史积累，知识是不断演化着的，一个人脑中固有的知识存量，既有利于发展好奇心和想象力，也可能制约好奇心和想象力的发展。所以知识越多并不一定会导致创造力增强。知识工程的奠基人爱德华·费根鲍姆博士在获得图灵奖的演讲中提出，知识不在于是什么，而在于怎样使用。[7] 他略微修正了著名哲学家培根的名言“知识就是力量”，认为这句话应该改为“知识当中隐藏着力量”。

云计算和大数据成就人工智能，教学内容的碎片化和多媒体重构，可即时灵活产生新的聚焦和新的知识点，慕课、微课、翻转课堂和个性化教学等交互认知手段，逐渐把教师转型为教练。我们的观点是教育不再仅仅是知识的积累，智能时代教育的本质是培养受教育者的三个能力：随时随地获取知识的能力、特定问题的决策能力、解决现实问题的创新能力。教育的本质是交互认知和交互认知的方法学，人工智能带给教育的就是改变。

2016 年北京联合大学在全国率先成立机器人学院，面向全国招生。同时，建立特区，形成综合改革试验点，取消行政级别，突显智能时代特色，在新工科人才培养方面进行大胆尝试。[8][9] 机器人学院面向人工智能、大数据、云计算、互联网等新技术，以培养高端智能机器人产业人才为目标，提出了“以科学任务带动人才培养，以载体汇聚不同学科”的人才培养模式，选择应用载体往往比确定科学问题更重要，载体不必是当前产品的再开发，也未必有巨大的工程量，载体要体现学科研究的基础性、前瞻性和新颖性。学院以 20 辆“小旋风”无人车及无人机为载体，以车辆动力学基本相同的专用低速电动车辆为开发平台，包括巡逻车、情侣车、高尔夫球车、救护车、接驳车、送货车、物流车、洒水车、消防车和扫地车，共计 20 辆 10 种类型，组建兴趣活动组，学生可跨专业、跨年级自由组合，激发创新灵感，能力互补，开发各类锁定性应用，培养兴趣和解决问题的能力，师生基于载体建设专业课程实验、实践教学体系[9]，成为机器人学院的共同关注，形成工程教育的教学改革特色：知行合一，学以致用。和早先的学科教育越分越细相比，机器人学院以明确的载体汇聚不同学科，问题导向，做实践中的研究，学知识，更学本领，研究中国智能产业人才的培养体系、课程设置、实验平台、成果转化方法等。北京联合大学机器人学院正展现出当代青年大学生朝气蓬勃、积极向上，为理想而奋斗的工科大学文化和良好的创新氛围。

人类的发展史，就是人类学会运用工具、制造工具和发明机器的历史，机器使得人类更强大。今天，人工智能正在使得很多知识工作岗位被机器人替代，同时也会涌现出更多新的工作岗位，机器使得人类更加有尊严、更加优雅、更加卓越、更加智慧。人类始终善于更好地调教和帮助机器人，善于利用机器人的优势并弥补机器人的不足，或者用新的机器人淘汰旧的机器人。机器人没有独立的价值观，机器人的价值观就是人类的价值

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

观。各式各样人机协同的机器人，为我们迎来了人与机器人共舞的新时代，毋庸置疑人类始终是领舞者。让我们在新工科建设的“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”的指引下，积极推动工程教育改革创新！

（致谢：感谢教育部高教司吴岩司长，天津大学钟登华院士，北京联合大学李学伟、鲍泓、杨鹏、杜煜、刘元盛教授等对本文提出修改意见，北京联合大学蒋北艳、李佳洪参与论文资料整理。）

参　考　文　献

[1] 李德毅：《人工智能在奔跑教育的机遇与挑战——在“北京联合大学智能机器人产学研合作与人才培养创新发展研讨会暨机器人学院成立大会”上的报告》，《北京联合大学学报》2016 年第 3 期。

[2] 蔡自兴、王万森：《把握智能科学技术学科及教育的正确发展方向》，《计算机教育》2016 年第 10 期。

[3] 张玥：《智能科学与技术教育的后起新作——从人工智能经典教材回顾谈“机器智能”的出版》，《计算机教育》2016 年第 10 期。

[4] 钟登华：《新工科建设的内涵与行动》，《高等工程教育研究》2017 年第 3 期。

[5] 林健：《面向未来的中国新工科建设》，《清华大学教育研究》2017 年第 2 期。

[6] 吴爱华等：《加快发展和建设新工科主动适应和引领新经济》，《高等工程教育研究》2017 年第 1 期。

[7] Edward Albert Feigenbaum：《How the WHAT becomes the HOW》，《Communications of the ACM》1996 年第 5 期。

[8] 鲍泓：《智行合一深学笃用——机器人学院人才培养模式创新与综合改革的思考》，《北京联合大学学报》2016 年第 3 期。

[9] Ma Nan, Yang Peng, Baohong, Liu Yuansheng, Sun Huihui: 《Exploration on Cultivating Innovative and Applied Talents in Robot Industry》. 2017 3rd International Conference on Education and Social Development, 2017: 621－625.

Emerging Engineering Education in the Age of Intelligence —Artificial Intelligence-propelled Education Reform

Li Deyi, *Ma Nan*

Intelligence science and technology, a newly established first-level discipline in engineering, is expected to play its role as a core driving force in influencing almost all the other disciplines in the field of engineering, subtly but profoundly. Because of the further development of higher education in the age of intelligence, it is required that the construction of Emerging Engineering Education should echo to the establishment of intelligence as a first-level discipline by setting new specialties and rendering the core curriculum of intelligence science and technology a part of general education curriculum in colleges of science and engineering. It is argued to establish artificial intelligence schools in pilot universities without delay and carry out study on intelligence personnel education in China in terms of training system, curriculum design, experimental platform and achievement conversion approaches. In a word, engineering education reform should be featured by its knowledge-action unity and applicability-oriented study.

【Key words】 intelligence science and technology; Emerging Engineering Education; knowledge-action unity; applicability-oriented study

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

特约栏目

国内人工智能教育应用研究现状与反思

徐　鹏[1]，王以宁[2]

（1.东北师范大学，吉林　长春　130024；2.东北师范大学，吉林　长春　130117））

【摘　要】人工智能技术作为 21世纪的三大尖端科学技术之一，其对教育领域的影响十分深远。文章通过对 2000年到 2008年国内有关人工智能教育应用的论文的检索与分析，发现研究趋势，反思研究问题，以期待启发未来的研究。

【关键词】人工智能；教育应用；研究综述

【中图分类号】G64　【文献标识码】C　【文章编号】1001－8700（2009）05－0003－03

一、引言

人工智能是计算机科学的一个分支，涉及计算机科学、信息科学、心理学、哲学、生理学等众多领域，是一门综合性极强的边缘学科。自 20世纪 50年代诞生以来，人工智能的研究领域主要有专家系统、机器学习、模式识别、自然语言理解、人工神经网络、博弈和分布式人工智能等，其研究成果在工业、农业等社会生产部门得到了广泛的应用。进入 21世纪以来，随着人工智能研究的不断深入以及教育信息化的发展，人工智能在教育领域的应用也逐渐得到了人们的重视，国内许多专家学者从不同角度对人工智能的教育教学应用展开了深入的研究，取得了丰硕的成果。本文从纵向时间和横向研究内容两个维度对近年来国内有关人工智能教育应用的研究脉络做以梳理，以期发现研究趋势，反思研究中存在的问题，启发未来研究。

二、研究方法及文献来源

此次研究主要采用文献研究法，对中国知网（http://www.cnki.net）中的相关文献进行检索。文献发表时间为从 2000年到 2008年，检索关键词为“人工智能”、“智能教学”和“Agent”等。文献数据库选取“中国学术期刊网络出版总库”、“中国博士学位论文全文数据库”和“中国优秀硕士学位论文全文数据库”，其中，在“中国学术期刊网络出版总库”中，我们选取了《中国电化教育》《电化教育研究》《开放教育研究》《中国远程教育》《远程教育杂志》《现代教育技术》和《现代远距离教育》七种在国内发行量较大，影响范围较广的期刊作为期刊检索来源。

三、研究综述

1.从时间纵向维度看国内人工智能教育教学应用研究的趋势

通过文献检索，共检索到人工智能教育应用相关论文 302篇，不均匀的分布于 2000年至 2008年各个年份之中，具体分布情况如图 1所示。从图中可以看出，发表论文的数量在总体上呈现逐年递增的趋势，这表明国内教育技术界对于人工智能的教育教学应用的关注度逐渐提高，研究范围逐渐扩大。

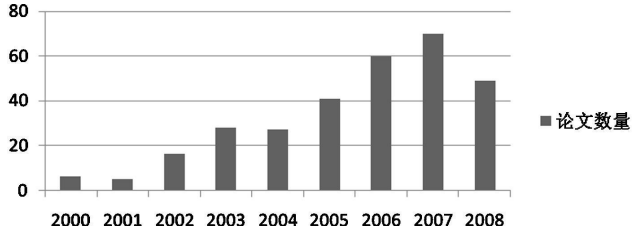


图 1　人工智能教育教学应用研究论文按年份分布图

2.从研究内容横向维度看国内人工智能教育教学应用研究趋势

为了进一步了解国内人工智能教育教学应用的研究趋势，我们将对检索到的论文按研究内容进行

【基金项目】国家社会科学基金“十一五”规划教育学重点课题（课题编号：ACA07004）“以教育技术促进学校教育创新研究”。

【作者简介】徐鹏，东北师范大学网络信息中心工程师，教育技术学博士研究生；王以宁，东北师范大学传媒科学学院院长，教授，教育技术学博士生导师。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

分类。通过研究发现，国内人工智能的教育教学应用的研究大体上可以分为理论研究、技术开发研究和实践应用研究三大类，具体的论文数量分布情况如图 2所示。从图中可以看出，国内关于人工智能教育教学应用的理论研究和技术开发研究较多，而实践应用研究则相对偏少。

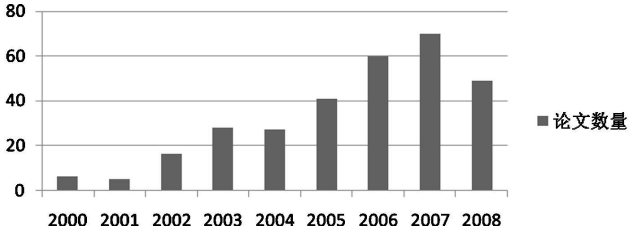


图 2 人工智能教育教学应用论文按研究内容分布图

通过研究发现，近年来国内教育技术界对于人工智能教育教学应用的技术开发研究关注度较高，研究范围也比较广泛，涉及教育教学活动的诸多环节，具体集中在以下几个方面：

(1)智能教学系统（ITS）

智能教学系统是人工智能技术在教育中的重要应用之一，是对计算机辅助教学（CAI)相关研究的进一步发展。它能够模拟人类专家，根据学生自身的特点，对其实施个性化教学，主要包括领域知识模块、学生模型、教学策略模块和自然语言接口四个部分。经过研究发现，近年来，国内学者对智能教学系统的研究，既有对智能教学系统的整体设计研究，例如，首都师范大学乔向杰的硕士学位论文《基于Web和数据挖掘的智能教学系统的研究与开发》[1]，在充分分析智能教学系统的基本原理、特点及其相关模型的基础上，将数据挖掘技术应用到系统中，从理论上提出了一个基于Web和数据挖掘的智能教学系统的研究思路，并给出了系统的总体设计和实施方案。也有针对智能教学系统某一模块的研究开发，例如，杨卉发表于《电化教育研究》2005年第 1期上的《在智能教学系统中两层动态学生模型的研究》[2]，提出了一种两层动态学生模型及在此模型基础之上的模糊综合评价算法，解决了传统学生模型不能对学习者的学习特征进行客观的和全面的评价的弊端。

(2)智能代理（Agent)技术的教育应用

智能代理是一种以主动服务方式自动完成一组操作的机动计算机程序，具有自主性、主动适应性和迁移性等特点，目前已广泛应用于教育教学当中，比较典型的教育应用有智能教师代理、智能学生代理、智能信息资源代理等等。通过文献研究分析发现，目前国内对于智能代理的教育应用技术开发主要有基于智能代理的教学系统开发。例如，周明的硕士学位论文《基于代理的智能远程教学系统研究》[3]，在对智能代理技术进行充分研究的基础上，开发出了一个基于智能代理的远程教学系统。教育教学过程中智能代理模型的开发，例如，张剑平发表于2004年第 5期《电化教育研究》上面的《网络协作学习中的智能代理模型研究》[4]，详细阐述了网络协作学习中智能代理模型的系统结构和工作过程。

(3)智能答疑系统开发

智能答疑系统，是将人工智能技术应用于答疑系统，克服以往答疑系统中存在的缺乏个性化交互的问题，从而能够更加有效的解决学生的疑难问题，消除学生的学习障碍，促进学习。国内关于这方面的研究开发较多，例如，吴彦文和吴郑红发表于2005年第 6期《电化教育研究》上面的《基于学习者个性模型的智能答疑平台的设计》[5]一文，以网络环境下可以更好的支持个性化学习的系统为研究背景，采用人工智能与认知技术相结合的方法，开展基于学习者个性模型的智能答疑平台的设计研究，重点探讨了如何进行学习者个性建模以及如何基于该模型进行自适应知识内容呈现的智能答疑系统等问题的研究。杨志国在其硕士论文《AI网络课程中的智能答疑与实验》[6]中，设计开发了一个名为“AI博士”的智能答疑系统，利用汉语的自动分词技术，提高了答疑系统的智能性。

(4)智能化教育决策支持系统开发

智能决策支持系统（IDSS)是人工智能的重要应用之一，是人工智能（AI)和决策支持系统（DSS)相结合，应用专家系统，使决策支持系统能够更充分地应用人类的知识，如关于决策问题的描述性知识，决策过程中的过程性知识，求解问题的推理性知识，通过逻辑推理来帮助解决复杂的决策问题。目前智能决策支持系统广泛应用于军事、商业等领域，近些年来，其在教育管理方面的应用也逐渐得到了相关学者的关注。焦宝聪、柳少军发表于 2004年第 7期《电化教育研究》上面的《对建设基础教育信息化投资智能管理与决策支持系统的探讨》[7]一文，就基于当代教育信息化投资方面的重大问题，提出了建立基础教育信息化投资智能管理与决策支持系统的整体框架，具体包括：信息查询、情况分析、预测、会议支持、决策方案辅助生成、模拟论证、方案比较评价、辅助方案修改及优化、辅助制定实施计划和决策执行监控等组成部分。

四、研究趋势与反思

1.人工智能教育应用的总体研究趋势与反思

此次研究通过对 2000年到 2008年间，国内主流教育技术类核心期刊和历年优秀博硕论文中有关人工智能教育应用类的论文，有关技术开发类的论

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文占论文总数的 52.3%，由此可以看到，国内教育技术界对于人工智能教育应用的研究重点已经由上个世纪末的理论研究转向了技术开发研究，开始逐步开展更深层次的研究，且研究成果显著。比较有代表性的研究成果有“Z＋Z智能教学系统”，由中科院院士张景中主持开发，该系统能够进行智能解题、人机交互、自动推理和动态作图，教学内容涵盖初中代数、三角函数、解析几何、立体几何、初中物理、初中化学等学科。但是在取得丰硕成果的同时，我们也应该看到，在人工智能教育应用类论文中，有关实践应用类的论文偏少，仅占论文总数的 13%。这就说明，我们所研究开发的技术成果尚未真正应用于真实的教育环节中去，也就难以获得强大的实践数据反馈，这将会对我们下一步的研究造成一定的阻碍。因此，在今后的研究过程中，我们要在注重人工智能教育应用技术开发的同时，也要注重适时的将相关技术成果引入真实的教学与学习过程中去，用大量的实验反馈数据去检验相应的技术成果，以便在今后的研究过程中加以改进，使其更好的服务于教师的教和学生的学。

另外，近年来，人工智能教育应用相关研究也表现出了人工智能技术与其它前沿技术结合并应用于教育的趋势，主要表现在以下几个方面：

(1)人工智能与分布式计算的结合，衍生出了分布式人工智能技术，该技术主要研究在逻辑上或物理上彼此分离的智能系统如何并行的、协作的实现问题求解。多 Agent系统 (MAS)是分布式人工智能的研究热点，它能够克服单 Agent系统在功能上的局限性，同时也具有良好的冗余性和容错性。通过文献分析发现，目前，基于 Agent的智能教学系统的开发，大多是基于多 Agent系统 (MAS)。另外，多 Agent系统 (MAS)也广泛应用于智能学习环境构建和智能学习资源搜索等方面。

(2)人工智能与人工神经网络的结合，主要是人工智能中的专家系统与人工神经网络的结合，可以大大提高整个专家系统的智能性，使其能更好的应对纷繁复杂的现实问题，提出解决办法。在教育中，教育专家系统与人工神经网络的结合，可应用于教育管理当中，提高教育决策的智能性。通过文献检索与分析，国内关于此类研究较少。

(3)人工智能与仿真技术的结合，衍生出智能仿真技术 (IST)，它能够克服传统仿真模型和建模方法的局限性，具有广阔的应用前景。目前，智能仿真技术被广泛的应用于日常教学的实验环节，基于智能仿真技术的智能实验系统，可以很好的对实验数据进行预处理，生成实验模型，选择有效的实验方法，对实验结果进行分析解释，显示出了强大的智能性。

2.智能教学系统 (ITS)的研究趋势与反思

(1)在智能教学系统的开发理念方面，趋向于用先进的教学理论和学习理论去指导智能教学系统的开发，特别是建构主义，在我们此次研究所收集的有关智能教学系统开发的论文中，以建构主义为指导的占 90%以上。

(2)在智能教学系统的功能开发方面，较为注重学生模型和自然语言接口的研究。在学生模型的构建过程中，较为注重“情感因素”的研究，同时也注重了学生模型的动态性和开放性；在自然语言接口的相关研究中，由传统的“书面理解”转向“口语理解”，增强系统的人机对话功能。

(3)智能教学系统的适用范围不断扩大。随着研究的不断深入，智能教学系统已经由当初仅支持基于文本和图形的简单的教与学的方式，发展到目前支持包括发现式学习、探究式学习和协作学习等多种教与学的方式。

但是，在看到我们所取得的研究成果的同时，我们也应该意识到，我们的研究与国外还有一定的差距，如有关智能教学系统对于适应性学习支持的研究还不够深入；构建真实的智能教学环境相关研究国内还较少，亟待我们在以后的研究中加以改进。

【参考文献】

[1]乔向杰. 基于 Web和数据挖掘的智能教学系统的研究与开发 [D]. 首都师范大学，2005.

[2]杨卉，王陆，冯红. 在智能教学系统中两层动态学生模型的研究 [J]. 电化教育研究，2005(1).

[3]周明. 基于代理的智能远程教学系统研究 [D]. 华中师范大学，2007.

[4]张剑平，陈天云，王利兴. 网络协作学习中的智能代理模型研究 [J]. 电化教育研究，2004(5).

[5]吴彦文，吴郑红. 基于学习者个性模型的智能答疑平台的设计 [J]. 电化教育研究，2005(6).

[6]杨志国. AI网络课程中的智能答疑与实验 [D]. 中南大学，2002.

[7]焦宝聪，柳少军，陈兰平. 对建设基础教育信息化投资智能管理与决策支持系统的探讨 [J]. 电化教育研究，2004(7).

[8]陈天云，张剑平. 智能教学系统 (ITS)的研究现状及其在中国的发展 [J]. 中国电化教育，2007(2).

[9]吴吉义，平玲娣. 人工智能在现代远程教育中的应用研究 [J]. 中国远程教育，2008(12).

[10]王海芳，李锋. 人工智能应用于教育的新进展 [J]. 现代教育技术，2008(13).

(本文责任编辑：李凤岐)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2020)04—0075—12

人工智能与教育变革：前景、困难和策略*

肖 睿[1]，肖海明[2]，尚俊杰[1①]

(1.北京大学 教育学院 学习科学实验室，北京 100871；2.中国教育技术协会 教育游戏专委会，北京 100871)

摘要：目前，人类正在加速进入人工智能时代，在教育领域，人工智能究竟有什么价值，会遇到什么困难和障碍，应该怎么去突破呢？该文系统回答了这几个问题。该文首先梳理了人工智能的概念、三大学派、三次发展浪潮及发展趋势，回顾了人工智能教育应用的不同历史发展阶段，在此基础上，系统分析了人工智能在实现个性化自适应学习、辅助教师工作、提升管理效率方面具备的核心教育价值及美好前景，探讨了人工智能教育应用面临的技术层、伦理层、系统层、效果层等方面的困难和障碍，提出了加强人工智能基础研究、普及人工智能教育、促进教育流程再造、加强教育基础(学习科学)研究等相应的发展策略，最后展望了未来的发展之路。

关键词：人工智能；教育变革；未来教育；智能教育；学习科学

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

2016年，AlphaGo(阿尔法狗)给全世界上了一堂人工智能课，由此拉开了人工智能高速发展的序幕。最近几年，我们看到了人工智能在语音识别、图像处理、自动翻译、自动驾驶等多个领域取得了突破性进展，伴随着大数据、云计算等新技术的快速发展，人类正在加速进入智能时代。

面对这样的情境，教育领域的管理者、研究者和实践者自然希望借此实现智能化教学，实现个性化自适应学习，实现科学决策和科学管理[1][2]。在2019年5月召开的国际人工智能与教育大会上，习近平主席在贺信中指出，积极推动人工智能和教育深度融合，促进教育变革创新，充分发挥人工智能优势，加快发展伴随每个人一生的教育、平等面向每个人的教育、适合每个人的教育、更加开放灵活的教育。教育部陈宝生部长、钟登华副部长等专家领导也从不同角度指出了未来教育发展的方向和策略：构建智能化教学环境，实现规模化教育和个性化培养的有机结合。

在社会各界的高度关注下，人工智能、大数据等技术在教育领域也取得了一些引人注目的成就，许多大中小学正在尝试将人工智能应用到学校中，确实方便了学生的学习和生活。比如南京理工大学利用大数据技术自动分析甄别贫困学生，然后将补助款自动充到贫困学生的饭卡中，深受社会各界好评。北京市第二十中学等学校开始采用“刷脸吃饭”，确实方便了学生。

不过，就如以往新技术到来一样，人们一定会质疑：电影、电视、计算机、互联网都没能改变教育，人工智能就一定能改变教育吗？本文希望从人工智能的概念、技术和历史发展谈起，系统调研人工智能教育应用的现状，分析其核心价值及发展前景，探讨可能面临的困难和障碍及应对策略，并展望未来发展之路。

一、人工智能的概念及历史发展

人工智能的想法最早起源于计算机之父图灵(Turing)在1950年提出的设想：机器真的能思考吗？而公认的人工智能概念起源于1956年的达特茅斯会议，在这次会议上，麦卡锡、明斯基以及香农等人提出了“人工智能”(Artificial Intelligence，

* 本文系国家社科基金“十三五”规划2017年度教育学一般课题“基于学习科学视角的游戏化学习研究”(课题编号：BCA170072)研究成果。

① 尚俊杰为本文通讯作者。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

简称AI)的概念[3]。下面我们就来看看人工智能的定义、三大学派、三大浪潮等重要概念和内容：

(一)人工智能的概念

中国人工智能学会理事长李德毅院士给人工智能下了一个比较详尽的定义：“探究人类智能活动的机理和规律，构造受人脑启发的人工智能体，研究如何让智能体去完成以往需要人的智力才能胜任的工作，形成模拟人类智能行为的基本理论、方法和技术，所构建的机器人或者智能系统，能够像人一样思考和行动，并进一步提升人的智能”[4]。

在人工智能领域，有几个常见的名词：人工智能、机器学习和深度学习，它们三者是近似包含的关系，机器学习是实现人工智能的算法或方法之一，深度学习是一种基于深度神经网络实现机器学习的算法或方法。

(二)人工智能的三大学派

在人工智能发展历程中，逐渐形成了具有代表性的三大学派，分别是符号主义、联结主义(也称连接主义)、行为主义学派。符号主义学派是一种基于符号表达和数学逻辑推理的智能模拟方法。该学派在数学定理证明、专家系统方面取得了一些标志性成果，其中1997年IBM的深蓝机器人战胜国际象棋高手加里·卡斯帕罗夫是一个代表性事件。联结主义学派是一种基于神经网络及其联结机制与学习算法的智能模拟方法。在应用领域代表性案例是2016年AlphaGo在围棋比赛中战胜李世石。行为主义学派是一种基于“感知—行动”的行为智能模拟方法。在应用领域代表性案例是波士顿动力公司推出的Atlas机器人。

(三)人工智能的三次浪潮

人工智能的发展大约经过了三次浪潮，第一次浪潮是20世纪50—60年代。在1950年，图灵发表了一篇名为《计算机械和智能》(Computing Machinery and Intelligence)[5]的论文，该论文探讨到底什么是人工智能，其中就提出了一个有趣的实验——著名的“图灵测试”，掀起了第一次人工智能的浪潮，期间也产生了许多所谓的人工智能程序，并在数学定理证明等方面取得了突破性的进展。但是在70年代中后期，人们发现人工智能只能解决一些比较简单的问题，所以进入了第一次低潮期。

人工智能第二次浪潮发生在20世纪80—90年代，当时随着1982年Hopfield神经网络的提出，掀起了人工智能的第二次浪潮，包括语音识别、语言翻译等。在这个时期，受限于计算能力和算法策略，神经网络未能扮演人工智能的主角，符号推理方法继续得到发展应用，同时基于统计推理的机器学习方法也取得了比较大的发展和成果，此期间各个领域出现了比较实用的专家系统。比如1997年5月11日，IBM研发的人工智能程序“深蓝”战胜当时的世界国际象棋棋王加里·卡斯帕罗夫。不过，人们后来发现人工智能距离实际生活仍然很遥远，因此，在2000年左右第二次人工智能的浪潮又破灭了[6]。

人工智能第三次浪潮发生在2006年至今。Hinton在2006年提出了深度置信网络(Deep Belief Network，DBN)，解决了深度神经网络中原来无法优化的问题。随着深度学习技术的发展，加上计算机运算速度的大幅增长、以及分布式并行图形处理器(Graphics Processing Unit，GPU)的采用，互联网积累起来的海量数据，使得基于深度神经网络的深度学习成为可能，并由此使得人工智能进入了深度学习时代，从而掀起了更加猛烈的第三次浪潮[7]。其中2016年3月15日，AlphaGo 4:1战胜围棋高手李世石是第三次浪潮的标志性事件。

(四)人工智能的未来发展趋势

通过以上综述，我们虽然不能断定人工智能未来究竟会怎样发展，但是可以看出这样的发展趋势。

早期的人工智能(第一次和第二次浪潮期)，解决的是确定性世界的问题，是机器擅长的抽象和形式化问题，依靠的是人工知识、逻辑推理、知识系统，采用指令编程，就是人先弄懂基本原理和推理模型，再用计算机指令写出的软件程序告诉计算机怎么去计算推理并得到结论。

现代的人工智能(第三次浪潮期)，解决的是不确定世界的问题，是知识获取和学习的自动化问题(直观的、经验的、非形式化的问题)，依靠的是数据和模型(映射)，采用数据编程，就是由机器自动从数据中发现规律建立模型。

未来人工智能真正解决问题的出路在于：逻辑+数据，指令编程+数据编程。从数据中学习知识，从知识推理出结果。也可以简单的说，需要很好地融合三大学派的优势，才能更好地解决涉及认知的复杂问题，而认知则是教育领域最为关注的问题。

二、人工智能教育应用的历史与现状

人工智能教育应用几乎和人工智能的发展历史是同步的，只是在不同的时期，强调了不同的重点，使用了不同的概念，但是本质上都是希望借助计算机人工智能提升教学成效。

(一)起步：计算机辅助教学(CAI)

上世纪50年代开始，随着计算机的发展，计算机辅助教学(Computer Assisted Instruction，简称

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

CAI)也在世界各地开始蓬勃发展。其中PLATO系统(Programmed Logic for Automatic Teaching Operation，可编程自动教学系统)是最具代表性的项目。1960年，美国伊利诺伊大学联合科学实验室(The Coordinated Science Laboratory)负责人毕泽博士(Donald Bitzer)联合教育学、心理学和电子学等多领域学者研究利用计算机进行个性化教学的计划，至上世纪90年代的时候，已经连接千台以上教育终端，可提供200多门课程共10000多学时的教学服务[8]。

应该说，PLATO系统就是人类希望尝试实现智能化个性化教学的探索，只不过最初版本的智能程度比较低而已。

(二)探索：智能教学系统(ITS)

随着人工智能领域对专家系统的重视，教育领域的专家系统即智能教学系统(Intelligent Tutoring System，简称ITS，也常被翻译为智能导师系统)开始蓬勃发展。所谓智能教学系统，就是让计算机像教师一样能够指导和帮助学生学习，甚至在一定程度上能够替代教师。哈特利(Hartley)和斯里曼(Sleeman)在1973年提出了智能教学系统的基本架构，认为智能教学系统包含三方面的知识：领域知识，即专家模型(Expert Model)，它主要解决教什么的问题；学习者知识，即学生模型(Student Model)，它主要解决教谁的问题，即判断学生的认知水平和认知风格等；教学策略知识，即导师模型(Tutor Model)，它主要解决怎么教的问题，主要提供个性化教学策略，使系统提出合理的辅导动作[9]。

自上世纪70年代以来，世界各地涌现出了很多智能教学系统[10]，比较典型的如用于南美洲地理教学的Scholar[11]，用于物理、数学、编程等教学的AutoTutor[12]，用于数学、物理等理工科问题解决的Cognitive Tutor系列[13]，用于支持大学课堂合作学习的MentorChat[14]，用于英语学习的希赛可系统[15]等。

应该说，几十年的智能教学系统探索确实为促进认知和学习提供了一些有效的工具。但是，和人类教师的教学智慧和教学策略相比，这些系统的“智能”水平还有待提升。不过，近年来随着基于深度神经网络的人工智能技术的突破性进展，智能导师系统(也称为人工智能教师或AI教师)再一次吸引了大家的注意力，正在快速发展中。

(三)发展：个性化自适应学习

前面都是从教师教的角度来说的，从学生学的角度，主要是促进个性化自适应学习。人们希望基于人工智能、大数据及学习分析技术实现个性化自适应学习。

所谓学习分析技术(Learning Analytics，简称LA)，2011年首届学习分析与知识国际会议将其定义为：“测量、收集、分析和报告关于学习者及其学习情境的数据，以便了解和优化学习和学习发生的情境”[16]。所谓个性化学习(Personalized Learning，简称PL)，美国教育部2016年发布的《国家教育技术计划》中将其定义为：“根据学习者的个性化需求和认知特点，采取适合的方法来满足学习者的需求，让学习者主动或被动地建构知识的学习方式”。所谓自适应学习(Adaptive Learning)，也常称为自适应学习系统(Adaptive Learning System，ALS)。1996年，布鲁希洛夫斯基(Brusilovsky)对自适应学习系统进行了初步定义：“收集学生在使用系统学习过程中的信息，并对收集的信息进行分析，然后为学生个性化定制符合其学习能力和认知水平的用户模型，从而解决教育中针对性不强的难题”[17]。

在实践中，人们一般采用个性化自适应学习的概念。张剑平认为，“自适应学习是在线教育开展个性化学习的产物，在线教育具备课堂教学所不具备的教学行为和学习行为的个人化特点，在线教育、个性化学习、自适应学习具备天然的相互依赖的关系”[18]。

为了实现个性化自适应学习，很多学者提出了不同的自适应学习模型。布鲁希洛夫斯基和韦伯(Weber)提出了一个可交互的网络智能教学系统ELM-ART[19]。余胜泉从学习诊断、学习策略及学习内容的动态组织等三个关键环节提出了适应性学习模式，并将其应用在了他们研发的学习元平台中[20]。赵蔚等人在借鉴国际上多种能力构建模型的基础上，提出了一种包含“个性特征”“知识水平”“应用情境”等三个维度的“学习者学习能力模型”并研发了相应的学习系统[21]。

不过，受限于技术原因，之前个性化自适应学习发展比较缓慢。最近几年，随着人工智能、大数据技术的迅猛发展，个性化自适应学习(很多时候也用学习分析)的发展才进入了快车道，新技术新概念曾出不穷，其中尤以“学习仪表盘”最为吸引人。学习仪表盘(Learning Dashboard)也称为学习分析仪表盘，它可以记录学习者的在线学习行为、学习成果等信息，并按照需求进行分析，并以数字和图表等可视化形式呈现出分析结果，从而为师生、研究者和管理者提供帮助。比如，可汗学院2013年9月就推出了数学课程的学习仪表盘，其中把要学的数学知识切割为上百个知识点，并生成了由549个小格组成的“任务进度”图[22]。客观的说，学习仪表盘最初算是学习分析技术中呈现数据的那一部

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

分功能，但是因为它的可视性比较好，所以现在俨然快成为整个学习分析系统的代名词了。当然，对于学习行为数据的分析不应该仅仅限于学习仪表盘，而应该加入更多的人工智能决策能力，形成学习行为数据的人工智能分析引擎。

三、人工智能教育应用的核心价值及美好前景

如果希望将人工智能有机地融入到教育中，理论上说，我们应该知晓教育中到底存在哪些问题？人工智能在教育中到底有哪些应用价值，可以解决哪些问题？综合前面对人工智能教育应用的发展历史的分析，结合其他专家学者的建议，我们认为人工智能教育应用的核心价值如图1所示。

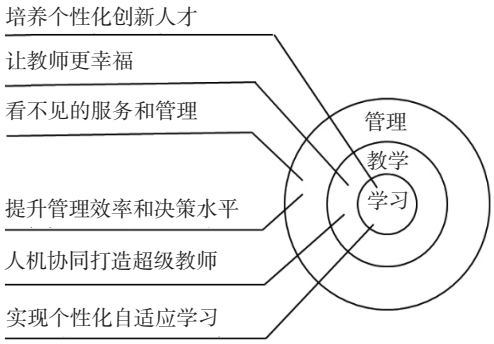


图1 人工智能教育应用的核心价值

(一)学习：实现个性化自适应学习，培养个性化创新人才

自从夸美纽斯提出班级式教学以后，教育领域逐渐形成了以班级授课、学校学制为主的教育模式，并逐步演变成现代主流的学校管理模式。这种方式确实大大提升了效率，为工业革命培养了大量急需的人才。但是这种整齐划一的培养方式必然会带来另外一个问题，就是如何因材施教实现个性化学习的问题[23]。爱因斯坦曾经说过，“每一个人都是天才，但如果你以爬树的能力来判断一条鱼的价值，那么这条鱼一生都会觉得自己是一个笨蛋”。随着时间推移，时代变革，当今个性化学习越来越受重视。我们知道，如果真想“一个都不能少”，就需要仔细分析每一个学生的每一个学习行为，然后给予精心的个性化指导，这样才能尽可能确保每一个学生都能成才。可是现实中教师一般要面对几十位学生，他没有足够的时间和精力去分析每个人的每次学习行为。

依靠人力不太现实，那么是否可以依靠计算机呢？比如，借助英语作文自动批改软件，教师就可以反复精心批改每一个学生的每一篇作文[24]。事实上，企业领域在这方面用的比较早，比如10多年前就有超市靠分析购物小票发现买啤酒的人经常买尿布等规律，借此他们可以决定进什么货，怎么摆放。在教育领域，过去很多数据都不是电子的，比较难以分析，但是现在越来越多的数据已经变成了电子数据，因此就可以利用大数据技术进行深度分析，借此发现更多以前靠经验未能发现的规律，然后给予学生更加科学、更加个性化的指导。

我们设想一下未来的学习场景：计算机借助人工智能和大数据技术，基于学生以往的成绩和课堂表现给学生讲合适的学习内容，学生在学习过程中会根据学生的表情反馈适当调整(如果是教师讲，也会根据系统的提示进行调整)，下课后会基于每个学生的水平、课堂表现布置适合的、个性化的作业，计算机也会对学生的作业进行精心批改，发现学生存在的问题，并给教师提供学习报告。

简而言之，实现个性化学习基本上是教育领域终极追求目标，过去依靠传统教育方法很难实现，依靠人工智能技术也未必就能实现，但是至少是目前看来最具可能性的方法(当然，需要结合小班教学等方法)，所以，实现个性化自适应学习也是人工智能教育应用最重要最核心的价值。

(二)教学：人机协作打造超级教师，让教师更幸福

虽然个性化学习是教育领域最重要的追求目标，但是从前面的人工智能教育应用历史发展可以看出，人们最初最看重的是利用人工智能来辅助教师工作，让计算机像老师一样来指导学生。原因也很简单，人们对教育质量的追求是没有止境的，但是社会对教育的投入是有一定限度的，这中间就有一个矛盾，而解决的办法就是让人工智能来辅助教师。

事实上，有很多学者研究过中小学教师、乃至大学教师工作负担的问题，比如邵忠祥等人对贵州省黔东南民族地区农村小学教师的调查显示，因为工作负担比较重，工作压力比较大，超过20%的小学教师表现出职业倦怠[25]。解决教师压力大的问题，一方面可以是加大教育投入，增加教师编制，缩小班级规模，优化工作流程等；一方面可以利用人工智能帮助教师完成一些事务性辅助性工作。

现实中也有地方在试验人工智能教师的价值，2009年，日本一所小学就引入了机器人“萨亚”老师，它可以回答一些简单的词语和问题。2018年，芬兰一所小学也引进了几名机器人教师。其中有一位教师会多种语言、还会跳舞[26]。在国内，余胜泉等人尝试开发基于人工智能的育人助理系统——“AI好老师”[27]。方海光等人也在探索人工智能教育机器人支持下的“双师课堂”[28]。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

面对这样的现象，人们可能会产生一个疑问：人工智能真的能替代教师吗？2016年初，美国佐治亚理工学院在一门课程中安排了8位人类助教和1位机器人助教，他们总共回答了大约300位学生在线提出的约1万个问题。其中只有一名学生对机器人助教的身份产生了怀疑[29]。当然，机器人能当助教不代表能真正担任教师，卡尔·本尼迪克特·弗雷(Carl Benedikt Frey)和麦克尔·奥斯博(Michael A. Osborne)曾进行了系统研究，他们认为，“在美国，未来20年内大约有47%的岗位会受到人工智能的威胁，不过，其中小学和中学教师被替代的概率分别只有0.44%和0.78%，其他学段教师被替代的概率也很小”[30]。主要是因为教师从事的工作包含较强的社交能力、同情心、创意和审美能力等能力，所以很难被人工智能替代。

当然，人工智能不能替代教师不代表人工智能不重要，懂得利用人工智能的老师可能会替代不懂得利用人工智能的老师，人机协同才是未来的发展趋势[31]。人工智能教师可以协助人类教师自动出题、自动批阅作业、自动诊断学生存在问题、对学生进行个性化的教学指导、对学生的心理和身体健康进行评测、对学生的生涯发展进行规划等[32]。简而言之，让人工智能教师做机器该做的事情，让人类教师做人该做的事情[33]。这样，未来的教师就可以变成一天二十四小时不知疲倦地工作，无所不知、无所不能但是又很幸福的“超级教师”。

(三)管理：提升管理效率和决策水平，实现看不见的服务和管理

对于教育来说，技术促进教师的教和学生的学确实是最重要的价值，但是也是相对比较难实现的，而最容易实现的可能是在管理方面的应用。江凤娟和吴峰指出，“信息技术对于高校的变革首先是从管理领域开始的，管理信息化可以降低高校管理成本，提升管理效益，扩大高校最佳学生规模，促使高校走内涵式发展道路”[34]。事实上，目前众多的大中小学正在努力将人工智能应用到食堂、购物、门禁等领域，确实大大提升了管理效率，一定程度上也有助于提升决策水平。

相对于政府、军队、企业等组织来说，教育组织相对容易忽视效率。比如在高校中，最受关注的可能是学生培养、科学研究等与建设一流高校紧密相关的业务工作，而对于基建、后勤、财务、行政等日常事务工作往往容易被相对忽视。所以，在全世界的高校中，管理效率似乎都不是很高[35]。当然，高校管理效率可能比较低，但是办得却很有效，这是由知识分子组织的特点决定的[36]。关于这一点本文不再展开讨论，但是需要去思考，如何能够在办得有效的前提下，尽可能利用人工智能等技术同时提升管理效率、促进科学决策。

如果仔细分析一下，在高校包括中小学中其实可以做的事情非常多，尤其是在行政后勤服务支持系统中，因为学生的各种学习、餐饮、上网等信息都被记录下来，因此几乎每一件事情都可以通过优化流程、结合数据分析得以大大提升效率。从而可以通过精致化管理实现“看不见的服务和管理”，让服务和管理无处不在但是又不可见，从而给师生节省大量的时间，可以让他们去做更多的世界一流的教学研究工作[37]。

四、人工智能教育应用面临的困难和障碍

虽然我们看到了人工智能在教育领域的光明前景，但是回顾人工智能教育应用的几十年曲折而艰难的发展历史就可以看出，未来一定仍然会存在很多困难和障碍，这些困难和障碍大概可以归纳为图2所示的四个层次：

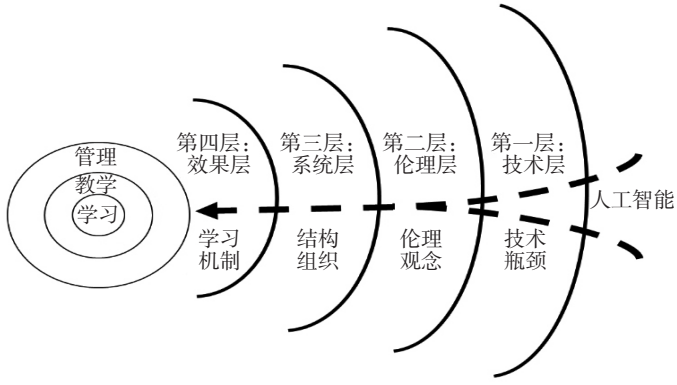


图2 人工智能变革教育面临的困难和障碍

(一)技术层：人工智能需要突破自身技术发展瓶颈

前面也提过，人工智能的发展大约经过了三次浪潮，不过前两次浪潮最终都破灭了，现在正在高涨的第三次浪潮究竟会怎样呢？会不会再次破灭呢？当然，这一轮浪潮确实不太一样，人工智能在语音识别、图像识别、自动翻译、自动驾驶等领域确实达到了实用的水平，而且，这一轮人工智能浪潮的特点是百度、阿里、腾讯、谷歌等大型企业纷纷投入其中，初创公司也不断成立，社会各界倍加关注。不过，现在也有学者开始质疑，他们认为这一轮人工智能在语音识别、图像识别等部分领域确实有突破性的发展，但是在其他领域遇到了瓶颈，短期内可能很难有质的突破。

在教育领域，目前看起来困难更大，亟待在语

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

音识别、自动翻译、自动识别和输入公式、智能阅卷、自然语言理解等领域有质的突破。比如，语音识别、自动翻译、智能对话对于教育意义非常大，但是如果准确率不能接近100%的话，就很难得到广泛和深入的应用；再如，要想对学生进行个性化指导，就需要给学生布置个性化的作业，并自动批阅学生完成的作业。自动布置个性化作业相对比较容易，但是要完全自动批阅作业就比较困难，这就需要能够自动输入和识别公式，目前仍然是难题；第三，要想真正实现智能导师系统，就有赖于自然语言理解技术的突破性进展，目前仍然达不到实用水平。

(二)伦理层：人工智能需要突破传统伦理观念

目前，人工智能虽然尚未完全突破技术层，但已经在伦理层上碰到了问题。比如浙江省金华市某小学引进的一款能够监测学生注意力的“头环”就引发了社会争议。其实，类似的事件之前也时有发生，比如有学校通过摄像头即时捕捉、分析同学的表情来判断学生的学习状态，也几乎受到了一边倒的批判。就是普通的刷脸买饭和刷脸门禁也有人提出质疑，主要是未成年人的相貌是否可以使用，个人隐私是否会泄露等等?

客观地说，技术本身是没有价值观的，可以作恶也可以扬善，但是一旦考虑到人的因素，就会产生复杂的伦理问题。比如，如果希望促进个性化自适应学习，自然需要了解学生的个体情况，那么捕捉他的表情、大脑活动状态似乎是有意义的。但是大部分人一定不会同意别人通过表情、大脑分析随时了解自己的工作状态。

如果再深入想一想，这背后还包含了人与技术的复杂性。尼尔·波斯曼在《技术垄断：文化向技术投降》中也根据技术对人类世界的影响，将文化分为了三种类型：“工具使用文化、技术统治文化和技术垄断文化”[38]。他说在技术垄断文化阶段，技术确实为我们提供了舒适便利的生活，但是也让我们对自己的信仰失去自信，对自己也失去自信，只剩下一个可以相信的东西——技术[39]。布莱恩·阿瑟曾经讲过：“对所有的人类存在来说，自然是我们的家——我们信任的是自然，而不是技术。但同时，我们仍然指望技术能够照顾我们的未来——我们寄希望于技术”。布莱恩·阿瑟还曾说，“我们不仅需要舒适的生活，我们还需要意义、需要目的，需要和大自然融为一体。如果技术将我们与自然分离，就带给了我们某种类型的死亡，但是如果技术加强了我们和自然的联系，它就肯定了生活，因而也就肯定了我们的人性”[40]。目前看来，“头环”“表情分析”让我们认为是与自然的分离，这就是人们担忧的根本原因。

有鉴于此，人工智能伦理现在也备受社会各界重视，2019年欧盟提出了发展“可信赖人工智能”(Trustworthy AI)的倡议。2019年5月联合国教科文组织在北京召开了首届人工智能与教育大会，发布了成果文件Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education(简称“北京共识”)，其中也指出“要高度重视人工智能促进教育发展的伦理问题，尽快制定人工智能应用于教育的伦理框架，要恰当使用教育数据、教师学习者的个人数据，以保护学生和教师的隐私和个人数据安全”[41]。概而言之，如果我们不能尽快制定一套受到各方认可的人工智能教育应用伦理框架，那么人工智能教育应用一定还会步履维艰。

(三)系统层：人工智能需要重新构建周围结构组织

在教育乃至其他领域，我们经常会看到这样的情景，一项技术真的很好，但是却很难快速推广，比如马尔科姆·麦克莱恩1953年发明集装箱以后，花了20多年才得到了广泛应用。这是什么原因呢?

布莱恩·阿瑟认为阻碍新技术取代旧技术的主要原因有三个：“经历精致、繁复的过程之后，成熟的旧技术反而表现的比新技术好；新技术发展的很好，表现也很好，但是采用它需要改变周围的结构和组织。因为成本太高，所以可能不会很快替换；.第三个原因是心理上的，旧技术被继续使用是因为从业者不认可新技术带来的愿景和承诺”[42]。在这几个原因中，就人工智能而言，第二个原因可能更为重要。人工智能新应用发展的很好，表现也很好，但是如果要应用这一套系统，可能需要更新软硬件设备，重新布线，甚至调整学校的组织管理结构，而这些难度都非常大，所以进展就比较缓慢。

著名管理学家德鲁克也有类似的观点，他曾于1992年在《哈佛商业评论》上撰文指出：“自二战以来的50年里，从来没有哪个组织像美军那样进行彻底的变化。军服和军衔没有改变，但武器装备却发生了根本性的变化，军事观念和概念的变化则更加激烈，同时还有军队的组织结构、指挥结构、单位隶属关系和职责也进行了剧烈的变化”[43]。简而言之，美军的变化是从装备、到观念、再到组织结构一系列的变化，比如成立了网络作战司令部。而在教育领域，装备可以说是发生了革命性的变化，但是教学观念变化的就少一些，学校组织结构、指挥机构、单位隶属关系和

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

职责的调整就更少了。

总而言之，现在大家的目光可能都在人工智能技术本身上，都在期待人工智能技术的突破性发展，但是事实上从现在就应该同时考虑，人工智能应用到教育中，周围的结构和组织应该同时做什么改变呢？

(四)效果层：人工智能需要解决教育的核心问题

回顾教育技术几十年的发展历史，可以看出横亘在技术变革教育道路上的最大最根本的困难就是技术的学习成效。拉里·库班(Larry Cuban)认为“学校是一个相对稳定的系统，教育发展是一个缓慢的过程，所以技术很难在短期内彻底变革教育”[44]。经济合作与发展组织(OECD)2015年9月15日发布了一个研究报告，其中指出，“世界各国各地在学校大量应用信息技术，但是并未在学生阅读、数学及科学的测试成绩上有明显改善。甚至还发现，学生在学校经常使用计算机，成绩反而会更差”[45]。杨浩和郑旭东等人也提到：自1928年开始至今，一直有研究发现：不同的技术手段在对教育与学习结果的影响上没有显著差异，这被称为“非显著性差异现象”[46]。

对于以上现象，虽然有学者认为用传统的测量方式无法准确评估信息化教学的成效，比如信息技术可以激发动机、促进创造能力、问题解决能力等高阶能力，而用传统的考试就很难测量出来[47]。但是我们也必须承认教育是非常复杂的，技术似乎尚未有效地解决教育的核心问题，那就是“人究竟是怎么学习的，怎样才能促进有效的学习？”当然，归根结底，是由教育对象的复杂性决定的，教育对象是“人”，不是“物”，而“人”恐怕是世界上最复杂的对象。康德早就讲过，“能够对人提出的最大、最难的问题就是教育，教育和艺术是对人类来说最困难的两种发明之一”[48]。

事实上，学生的学习是由智力、环境、教师、家长、动机、情绪等多种复杂的因素共同决定的，不是一项技术能够单独影响的。约翰·哈蒂(John Hattie)曾历时十多年，对五千多项研究、数亿名学生学习相关的800多项元分析文献再进行综合元分析，提取了138个影响学业成就的因素，其中家庭、学生、学校、教师、教学、课程是六大影响因素，其中最大的影响因素是教师，这也从另外一个侧面说明技术并不是对学业成就影响的最重要因素[49]。

人工智能虽然看起来比过去的教育技术更加先进，更加富有潜力，但是相信也一定会碰到这一层困难，也极有可能陷入到“非显著性差异现象”中。

五、人工智能教育应用的未来发展策略

面对人工智能教育应用的美好前景和重重困难和障碍，未来到底应该怎么发展呢？我们认为可以用图3来综合表示。

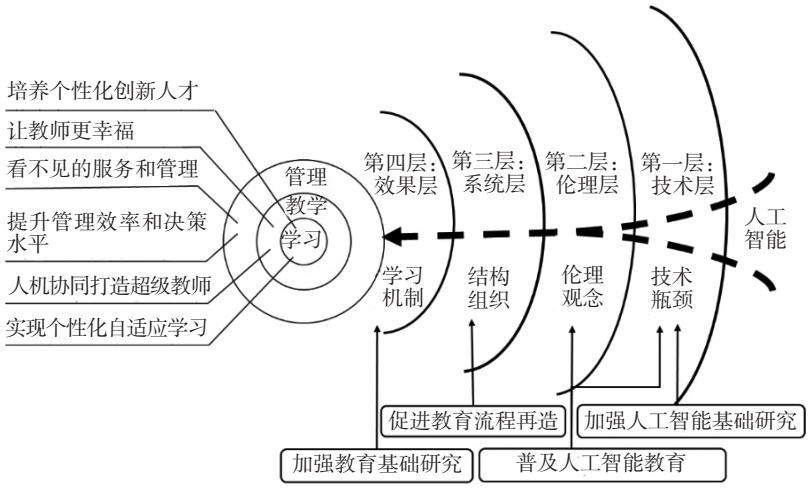


图3 人工智能教育应用的发展策略

(一)加强人工智能基础研究，突破技术瓶颈

人工智能技术的发展目前还存在效率低、通用性差和不可解释的问题，人工智能教育应用虽然涌现出一批案例，但是远未达到“广泛可用”和“好用”的状态，因此，亟待加强人工智能基础研究尤其是人工智能在教育领域的基础研究，突破技术瓶颈。

人工智能教育应用基础研究不仅包括通常我们理解的人工智能技术应用于教学过程的“教、学、管、评、练、测”各个环节，更应包括脑科学、认知科学、知识工程等方面研究。所以，面对蓬勃发展的人工智能教育应用发展，教育领域研究者和实践者一方面需要等待技术的成熟和人工智能领域的基础理论的发展，同时也要积极投身于人工智能教育的基础研究中，我们认为可以从两个层面入手开展人工智能教育应用的基础研究。

第一个层面是技术应用层面的基础研究，人工智能教育依赖于人工智能技术的突破性进展，所以，教育研究者在期待人工智能尽快取得更多技术瓶颈的同时，应该积极同人工智能技术领域研究者形成研究共同体，特别是在当前许多高校建设人工

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

智能学院的背景下，积极投身于人工智能相关技术和具体教育场景、应用模式的研究十分必要。人工智能技术在各领域的应用，都离不开“数据”“算法”和“算力”。教育研究者深入理解教育活动的发生过程，能够为获得大量教育数据“原料”提供数据采集策略、采集工具和更广泛的数据来源，能够基于对学习的理解提供作为更符合教育需求的“算法”。未来，我们期待在自然语言处理、自动翻译、自动输入和识别数学公式、自动阅卷等相关技术研究领域，出现更多由教育研究者和人工智能技术研究者共同组成的共同体，共同推动人工智能教育技术应用层面的创新。

第二个方面是基础理论层面的研究，一方面应通过更深入的脑科学、认知科学、知识工程的研究，共同推动人工智能技术的基础理论创新。人工智能通俗讲是“研究人类智能，并期待创造出模拟人类智能的研究领域”，对于人类自然智能的研究是人工智能基础理论突破的一个方向。教育领域研究的是“人类智能的增长”，教育研究自身获得基础理论突破的同时，一定程度上也能够促进人工智能的基础理论研究。同时，人类自然智能在特定的教育场景中，又具有某些具体的特征，比如学生的合作学习表现为一种群体智能，所以，针对真实的教学场景和教学需要，应提供更富有参考价值的教与学的相关模型，师生、生生互动的群体行为模型。

(二)普及人工智能教育，构建人工智能伦理框架

在国务院2017年颁发的《新一代人工智能发展规划》中指出：“要实施全民智能教育项目，在中小学阶段设置人工智能相关课程，逐步推广编程教育，鼓励社会力量参与寓教于乐的编程教学软件、游戏的开发和推广”[50]。而在现实中，我们也可以看到编程教育、机器人等所谓的人工智能教育项目层出不穷。

之所以大家会对人工智能教育倍加重视，这里面可能有炒作的成份，但是从图3中也可以看出，普及人工智能教育有两个重要的价值：一是让孩子们从小了解人工智能，产生对人工智能的好奇心，从而可以培养更多的人工智能创新人才，有助于未来突破技术瓶颈；二是当全民具备基本的人工智能素养后，大家可能对“表情分析”“头环”等技术会有新的认识，这将有助于构建人工智能理论框架，也有助于人工智能教育应用的推广和普及。

关于普及人工智能教育，国务院的文件中已经给出明晰的路径，第一层面是逐步开展全民智能教育项目，进行全面的人工智能科普；第二层面是在中小学阶段设置人工智能相关课程，培养科技素养；第三层面是建立人工智能学科，培养复合型创新人才。

目前中小学的人工智能教育是一个重要的研究课题，也是一个社会各界关注的教育热点问题。我们通过观察发现，目前学校开设人工智能相关课程普遍存在两个定位偏差：一个是将人工智能课程开设成为一门技术课程，让认知水平和基础知识积累不足的中小学生学习艰深难懂的人工智能技术原理、数学基础等；另一个是将人工智能教育的内涵无限扩大，将过去的3D打印、机器人课程、创客课程都统称为人工智能课程，或许给学生形成误导。

笔者认为，中小学开设人工智能课程必须基于学生的认知发展水平和知识储备，着眼于培养未来人工智能时代的学习、生存、生活能力，其中尤其要重视计算思维。“计算思维是指运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计、以及人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动”[51]，也是我国普通高中新课标明确提出的信息技术学科四大核心素养之一。目前国际国内开展计算机科学教育，普遍关注学生的计算思维培养。

北京大学学习科学实验室开展了中小学人工智能教育相关的研究，根据儿童的认知特点和学习需求，总结提出了中小学人工智能教育框架(如图4所示)，内容整体按照“感知AI—理解AI—应用AI—创造AI”设计，在教学模式上，“小学：兴趣启蒙，玩中学”“初中：兴趣培养，做中学”“高中：兴趣引导，创中学”，在测评体系上，以计算思维为核心，通过形成性数据分析和总结性的作品评估和任务解决，评估学生的人工智能课程的学习效果。

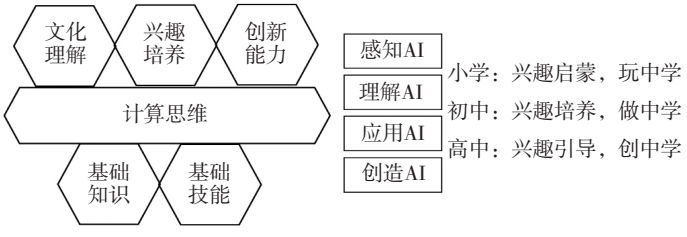


图4 人工智能教育框架

未来的社会是“人机共存”的社会，在实践推进中，需要引导中小学生形成正确的技术观，认识到人工智能技术的两面性，意识到人工智能可能给我们的社会带来的深刻改变，同时形成良好的“人机协同”意识。

(三)促进教育流程再造，重构周围结构组织

要突破系统层的困难和障碍，就需要围绕人

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

工智能重新构建周围结构组织，因此就需要重新思考，或许可以改变一些约定俗成的规范，优化和再造教育流程[52]。

这里说的流程再造实际上是借用了企业中的“业务流程再造(BRP：Business Process Reengineering)”的提法，它指的是“为了显著改善成本、质量、服务、速度等现代企业的主要运营基础，必须对工作流程进行根本性的重新思考并彻底改革”。其基本思想就是彻底改变传统的工作方式，重新设计工作流程[53]。比如余额宝就是对原有理财产品理念和模式的业务流程再造，结果取得了巨大的成功。

人工智能不能被看作一个单一的技术，要想在教育应用领域取得成功，教育组织必须像军队一样，从装备到观念再到组织结构，进行一系列的变革[54]。比如，一位教师希望在教学中应用个性化自适应学习，那么学校、家长都必须同意并购买相应的平板电脑、个性化自适应学习系统、服务器、无线网络等软硬件支持系统。教师的教学也需要变革，以适合这样的自适应学习方式。教师采用这种方式教学，可能会更累，所以学校的考评制度等或许也需要变革。如果没有这些系统性的变革，我们可能会看到有老师给大家“秀”一堂课，但是要想实现大范围常态使用是不可能的。

具体实施起来，可以从教师角色再造、课程教学再造、学习方式再造、组织管理再造几个方面入手：(1)在教师角色再造方面，要发挥人工智能、大数据、云计算、机器人等技术的优势，提升教师的工作效率和工作质量。同时注重分工，让教师角色更加多元化和专业化。人机协同，打造可以一天二十四小时不知疲倦工作的“超级教师”；(2)在课程教学再造方面，首先可以利用在线课程实现优质教育资源共享，其次，注重利用在线教育实现破坏式创新，从而更大程度上“放大”人工智能技术的价值；(3)在学习方式再造方面，要注重发挥移动学习、游戏化学习、VR/AR等学习方式的优势，留住学习动机，同时利用人工智能、大数据等实现个性化自适应学习；(4)在组织管理再造方面，一定要结合人工智能等信息技术，优化教育组织的管理流程，提升管理效率和决策水平，以管理现代化促进实现教育现代化[55]。

(四)加强教育基础研究，探究人类学习机制

要突破效果层的困难和障碍，就需要加强教育基础研究，探究人类学习机制，从而解决教育的根本性核心问题。目前教育部、国家自然科学基金委员会非常重视这一点，从2018年开始，国家自然科学基金委员会专门设立支持教育基础研究的项目(代码F0701)，鼓励各领域的学者来共同开展研究，尤其期望用自然科学的方法来破解一些教育中的基础性难题。

当然，加强基础研究并不是一件容易的事情，首先要清楚这里强调的是“基础”的研究，是一些不经过大量的实证性实验研究无法证明或无法说清楚的问题，比如儿童认知和学习规律、在线学习行为特征、游戏化学习的脑机制，再如纷繁复杂的知识点的之间的内在关系究竟是什么，人们的社会化学习的机制和原理等？其次，要清楚这里强调的是“教育领域”中的基础研究，不是认知科学、脑科学的基础研究，亦不是信息技术、人工智能的基础研究。再次，一定是问题导向的基础研究，是未来有助于解决教育中重要的实际问题的基础研究。

此外，这里要特别强调：“教育发展急需加强基础研究，基础研究可从学习科学开始”[56]！

学习科学(Learning Sciences)是国际上近三十多年来发展起来的关于教和学的跨学科研究领域，涉及认知科学、信息科学、教育学、脑科学众多学科。索耶(Sawyer)曾指出，“学习科学研究的目标，首先是为了更好地理解认知过程和社会化过程以产生最有效的学习，其次便是为了用学习科学的知识来重新设计我们的课堂和其他学习环境，从而使学习者能够更有效和深入地进行学习”[57]。简而言之，学习科学主要就是研究“人究竟是怎么学习的，怎样才能促进有效地学习？”

综合学习科学领域多本重要的著作及相关研究，可以看出学习科学的核心研究内容包括：记忆和知识的结构、问题解决与推理的分析、早期基础(包括语言和双语学习研究)、元认知过程和自我调节能力、计算机支持的协作学习(CSCL)、学习技术与学习环境、学习分析、文化体验与社区参与、合作学习与共同体、社会性学习研究、研究工具与方法论等[58][59]。通过梳理学习科学的历史发展和理论溯源，可以看出学习科学未来发展方向可以分为学习基础机制研究、学习环境设计研究、学习分析技术研究三大类[60]。

学习科学提出以后，备受世界各国各地区重视。美国国家科学基金会(NSF)自2004年底持续巨资支持6个跨校的国家级学习科学研究中心。经济合作与发展组织(OECD)自1999年起也设立了一个注重学习科学研究的教育与创新研究所。近年来，一些欧美发达国家已经将学习科学的重要研究成果作为了新的课程决策与行动的基础[61]。我国目前对学习科学也非常重视，教育部、国家自然科学基金委员会都非常重视，相关会议研讨会也此起彼伏。北

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

京大学学习科学实验室也启动了“中国学习计划”研究项目，一方面开展学习科学基础研究，一方面和北京教育学院朝阳分院、北京海淀区教育科学研究院等单位合作开展提升教师学习科学素养研究，希望借此学习科学与课堂教学整合研究，促进课堂革命，从而真正推动教育的深层变革[62]。

由以上叙述可以看出，学习科学就是希望直面教育领域最根本最核心的问题“人究竟是怎么学习的，怎么促进有效的学习？”，而这个问题也将是人工智能在效果层碰到的核心问题。所以加强学习科学研究可以促进人工智能在教育领域的深层次应用，避免再次出现“非显著性差异现象”[63]。当然，人工智能和学习科学也是相辅相成的关系，人工智能是学习科学发展的重要支撑技术，学习科学的大部分研究都离不开人工智能技术的支持。而人工智能的发展也离不开学习科学的支持，通过研究人类的学习有助于促进机器学习的发展。另外，如何让学生能够科学、快乐、有效的掌握计算思维、编程知识等都需要学习科学提供理论和实践的支持。

总而言之，注重学习科学研究，有助于探究人类学习机制，重新设计更科学更富吸引力的学习环境，让学习更加有效，推动教育的深层变革[64]。这样才可以从根本上发挥人工智能的价值。

六、结语

综合本文讨论，我们可以用“仰望星空，脚踏实地”来总结人工智能教育应用的前景、困难和发展策略。在人工智能技术的支持下，我们可以去“仰望星空”，充分想象未来的教育：人工智能可以帮助教师从机械、重复的体力乃至脑力劳动中解脱出来，教师可以成为无所不知、无所不会，且可以一天二十四小时不知疲倦的关心每一为学生的“超级教师”。人工智能会全面地收集、分析、评估学生的各种行为数据，协助教师给予学生个性化的评估及指导，从而实现个性化自适应学习。

因为教育非常复杂，学习更是非常奥妙，在人工智能发展的道路上，还需要突破技术层、伦理层、系统层和效果层多层困难和障碍。和人类教师丰富的教育智慧和教学策略相比，现有人工智能系统的“智能”水平还是比较低的，能解决的教育问题也是有限的。面对这些困难，我们要“脚踏实地”，一步一个脚印地解决教育面临的实际问题。首先实现自动化，协助师生完成一些考勤、批作业等枯燥的事务性工作；其次实现智能化，帮助教师实现智能组卷、智能阅卷、智能分析和报告等工作，帮助学生进行高阶思维培养，指导学生进行个性化学习等。

相信终有一天人工智能会被常态应用到教育中，让学习更科学、更快乐、更有效，让教师更幸福。

参考文献：

[1] 雷朝滋.智能时代的教育变革[J].中小学数字化教学,2019,(9):30-32.
[2] 杨宗凯,吴砥等.教育信息化2.0:新时代信息技术变革教育的关键历史跃迁[J].教育研究,2018,39(4):16-22.
[3] 祝智庭,魏非.教育信息化2.0:智能教育启程,智慧教育领航[J].电化教育研究,2018,39(9):5-16.
[4] 李德毅.人工智能:社会发展加速器[N].中国信息化周报,2018-02-05(07).
[5] Turing A M.Computing machinery and intelligence [J].Mind,1950,59(236):433-460.
[6] 李开复,王咏刚.人工智能[M].北京:文化发展出版社,2017.
[7][32] 余胜泉.人工智能教师的未来角色[J].开放教育研究,2018,24(1):16-28.
[8] 顾明远.教育大辞典[M].上海:上海教育出版社,1998.
[9] 陈仕品,张剑平.智能教学系统的研究热点与发展趋势[J].电化教育研究,2007,(10):41-46+50.
[10] 张志祯,张玲玲等.人工智能的教学角色隐喻分析——以人工智能教育应用领域高影响力项目为例[J].中国远程教育,2019,(11):24-37+57+93.
[11] Carbonell J R.AI in CAI:An Artificial-Intelligence approach to computer-assisted instruction [J].IEEE Transactions on Man Machine Systems,1970,11(4):190-202.
[12] Graesser,A.C.Conversations with AutoTutor help students learn [J].International Journal of Artificial Intelligence in Education,2016,26(1),124-132.
[13] Vanlehn,K.The relative effectiveness of human tutoring,intelligent tutoring systems,and other tutoring systems [J].Educational Psychologist,2011,46(4),197-221.
[14] Tegos,S.,Demetriadis,S.,et al.A configurable conversational agent to trigger students' productive dialogue:A pilot study in the CALL domain [J].International Journal of Artificial Intelligence in Education,2014,24(1),62-91.
[15] 贾积有.人工智能技术的远程教育应用探索——“希赛可”智能型网上英语学习系统[J].现代教育技术,2006,(2):26-29+21.
[16] 吴永和,陈丹等.学习分析:教育信息化的新浪潮[J].远程教育杂志,2013,31(4):11-19.
[17] Brusilovsky,P.Methods and techniques of adaptive hypermedia [J].User modeling and user-adapted interaction,1996,(2-3):87-129.
[18] 张剑平,陈仕品等.网络学习及其适应性学习支持系统研究[M].北京:科学出版社,2010.
[19] Weber,G.,Brusilovsky,P.ELM-ART——An Interactive and Intelligent Web-Based Electronic Textbook [J].International Journal of Artificial Intelligence in Education,2016,26(1):72-81.
[20] 余胜泉.适应性学习——远程教育发展的趋势[J].开放教育研究,2000,(3):12-15.
[21] 姜强,赵蔚等.能力导向的个性化学习路径生成及评测[J].现代远程教育研究,2015,(6):104-111.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[22] 张振虹,刘文等.学习仪表盘:大数据时代的新型学习支持工具[J].现代远程教育研究,2014,(3):100-107.
[23] 曹培杰.未来学校的变革路径——"互联网+教育"的定位与持续发展[J].教育研究,2016,37(10):46-51.
[24] 杨晓琼,戴运财.基于批改网的大学英语自主写作教学模式实践研究[J].外语电化教学,2015,(2):17-23.
[25] 邵忠祥,凌琳等.民族地区农村小学教师职业倦怠现状及对策研究——基于贵州省黔东南民族地区的调查[J].教师教育论坛,2018,31(4):71-73.
[26][29] [澳]托比·沃尔什.闾佳译.人工智能会取代人类吗?[M].北京:北京联合出版公司,2018.
[27] 余胜泉,彭燕等.基于人工智能的育人助理系统——"AI好老师"的体系结构与功能[J].开放教育研究,2019,(1):25-36.
[28] 汪时冲,方海光等.人工智能教育机器人支持下的新型"双师课堂"研究——兼论"人机协同"教学设计与未来展望[J].远程教育杂志,2019,37(2):25-32.
[30] Frey,C.B.,et al.The future of employment:How susceptible are jobs to computerisation? [J].Technological Forecasting&Social Change,2017,114(2017):254-280.
[31] 张优良,尚俊杰.人工智能时代的教师角色再造[J].清华大学教育研究,2019,40(4):39-45.
[33] 赵勇,张高鸣等.不要让人去做机器的工作[M].上海:华东师范大学出版社,2018.
[34] 江凤娟,吴峰.信息技术对高等学校的影响[J].北京大学学报(哲学社会科学版),2018,55(4):152-158.
[35] [美]罗伯特·伯恩鲍姆.大学运行模式:大学组织与领导的控制系统[M].青岛:中国海洋大学出版社,2003.
[36][55] 尚俊杰.未来教育重塑研究[M].上海:华东师范大学出版社,2020.
[37] 葛长丽,尚俊杰.论"看不见的服务"和精致化管理[J].北京教育(高教),2012,(3):30-32.
[38] [美].尼尔·波斯曼.何道宽译.技术垄断:文明向技术投降[M].北京:中信出版集团,2019.
[39] 李晓云.媒介生态与技术垄断——尼尔·波兹曼的技术垄断批判[J].四川大学学报(哲学社会科学版),2007,(1):70-74.
[40][42] [美]布莱恩·阿瑟,曹东溟.王健译.技术的本质[M].杭州:浙江人民出版社,2018.
[41] 张慧,黄荣怀等.规划人工智能时代的教育:引领与跨越——解读国际人工智能与教育大会成果文件《北京共识》[J].现代远程教育研究,2019,31(3):3-11.
[43][54] [美]彼得·德鲁克.孙忠译.经典德鲁克[M].海口:海南出版社,2008.
[44] Cuban,L.Oversold and Underused:Computers in the Classroom [M].Cambridge,MA:Harvard University Press,2003.
[45] OECD. Students,Computers and Learning: Making the Connection [M].Paris:OECD Publishing,2015.
[46][63] 杨浩,郑旭东等.技术扩散视角下信息技术与学校教育融合的若干思考[J].中国电化教育,2015,(4):1-6+19.
[47] 顾小清,王春丽等.信息技术的作用发生了吗:教育信息化影响力研究[J].电化教育研究,2016,37(10):5-13.
[48] [德]康德.康德论教育[M].北京:人民教育出版社,2017.
[49] [新西兰]约翰·哈蒂.可见的学习[M].北京:教育科学出版社,2015.
[50] 国务院. 国发[2017]35号,新一代人工智能发展规划[Z].
[51] Wing,J.M.Computational thinking [J].Communications of the ACM,2006,49(3):33-35.
[52] 尚俊杰.MOOC:能否颠覆教育流程? [N].光明日报,2013-11-18(16).
[53] 葛红光,张承巨.业务流程再造理论研究[J].科技与管理,2000,(2):70-72.
[56] 尚俊杰,裴蕾丝.发展学习科学若干重要问题的思考[J].现代教育技术,2018,28(1):12-18.
[57] [美]R.基思·索耶.剑桥学习科学手册[M].北京:教育科学出版社,2010.
[58] [美]约翰·D·布兰斯福特等.程可拉,孙亚玲,王旭卿译.人是如何学习的:大脑、心理、经验及学校(扩展版)[M].上海:华东师范大学出版社,2013.
[59] 郑太年,赵健等.学习科学与教育变革——2014年学习科学国际大会评析与展望[J].教育研究,2014,35(9):150-159.
[60] 尚俊杰,裴蕾丝等.学习科学的历史溯源、研究热点及未来发展[J].教育研究,2018,39(3):136-145+159.
[61] 裴新宁.学习科学研究与基础教育课程变革[J].全球教育展望,2013,(1):32-44.
[62] 尚俊杰,缪蓉等.中国学习计划报告(2018)[R].北京:北京大学教育学院学习科学实验室,北京大学基础教育研究中心,2019.
[64] 尚俊杰,庄绍勇等.学习科学:推动教育的深层变革[J].中国电化教育,2015,(1):6-13.

作者简介:

肖睿:在读博士,研究方向为人工智能与教育、学习科学与技术(rui.xiao@bdqn.cn)。

肖海明:硕士,研究方向为人工智能教育、游戏化学习(haiming-1990@163.com)。

尚俊杰:研究员,博士生导师,研究方向为游戏化学习(教育游戏)、学习科学与技术设计、教育技术领导与政策(jjshang@pku.edu.cn)。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Artificial intelligence and Educational Reform: Prospects, Difficulties, and Strategies

Xiao Rui[1], Xiao Haiming[2], Shang Junjie[1]

(1. Lab of Learning Sciences, Graduate School of Education, Peking University, Beijing 100871; 2. Game-based Learning Committee, China Association for Educational Technology, Beijing 100871)

Abstract: At present, human beings are accelerating into the era of Artificial Intelligence(AI). While, what is the value of AI in the field of education? What difficulties and obstacles will we encounter in education, and how can we make breakthrough? This paper systematically answers the above questions. Firstly, the concept, three schools, three development waves and development trends are clearly summarized. Then different historical development stages of AI applied in education are reviewed. On this basis, core educational value and bright prospect of AI are systematically analyzed in the realization of personalized adaptive learning, assisting teachers' work and improving management efficiency. Moreover, difficulties and obstacles while applying AI in education are discussed, from the perspective of technique, ethics, system, and effect, etc. Developing strategies are also put forward, in strengthening the foundational research of AI, popularizing AI education, promoting educational process reengineering, and strengthening basic educational research (e.g. Learning Sciences). Finally, prospects for future development are proposed.

Keywords: artificial intelligence; education reform; future education; intelligent education; learning sciences

收稿日期：2020年1月10日

责任编辑：邢西深

(上接第67页)

作者简介：

林书兵：副教授，在读博士，研究方向为智慧教育(1023180893@qq.com)。

张学波：教授，博士生导师，研究方向为教育信息化(zhangxb@126.com)。

From Problem to Culture: a Survey of the Literacy of Smart Terminal Entering the Classroom

Lin Shubing[1], Zhang Xuebo[2]

(1.Media Art Research Center, Beijing Normal University, Zhuhai 519087, Guangdong; 2.School of Educational Information Technology of South China Normal University, Guangzhou 510631, Guangdong)

Abstract: The rapid development of mobile Internet and the all-round popularization of all kinds of smart terminal devices have made a great impact on the traditional classroom teaching. At present, there are two opposite opinions in the theoretical and academic circles about the value of introducing smart terminal into the classroom, which need to be corrected in a rational and empirical way. In the way of typical reality phenomenon and related research review, based on the response to the related focus problems of smart terminals represented by smart phones, this paper holds that the crux of the related problems lies in the absence and imbalance of teenagers' media and information literacy education, and the key to solve the problems lies in the active design of smart device teaching in the process of implementing smart terminal classroom application We should try our best to improve the media and information literacy of teachers and students, and establish the corresponding classroom teaching innovation culture. It is suggested that the first tier schools should further strengthen the empirical research on the application effect of intelligent terminals in an open field of vision to construct and develop the theoretical framework of mobile learning, and build the exploration path of practical application of smart devices based on scenarios, objectives and methods.

Keywords: smart terminals; media and information literacy; mobile learning

收稿日期：2019年12月18日

责任编辑：赵云建

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI: 10.16382/j.cnki.1000-5560.2017.05.002

“人工智能与未来教育”笔谈(下)

伏彩瑞 关新 朱华勇 汤敏 项贤明 张逸中 库逸轩 袁振国

人工智能正以超出人们预想的速度发展。2017年“两会”首次将人工智能写入政府工作报告,人工智能发展上升为国家战略。人工智能如何引领各行各业发展趋势?在教育领域将产生怎样的影响?将给未来教育带来怎样的挑战和机遇?由华东师范大学、中国教育三十人论坛联合主办,华东师范大学校友会、教育学部、《华东师范大学学报》(教育科学版)及“知识分子”微信公众号共同承办的“人工智能与未来教育”大型公益论坛,5月13日在华东师范大学中山北路校区举行。在本次论坛中,海内外相关领域的学术专家、行业精英共聚一堂,跨界研讨人工智能在未来教育中的应用与发展。《华东师范大学学报》(教育科学版)根据现场发言整理出文字稿,并经过演讲者本人的审核,现以笔谈形式分上下篇发布,以飨读者。笔谈按论坛演讲顺序排列。

伏彩瑞(沪江网创始人、知名青年企业家)

人工智能,打造个性化定制化教育

未来十年教育界的一个发展,一定是人工智能+人的智能。如果一个老师说自己最大的兴趣是做重复的工作,那么在人工智能时代,他肯定被替代掉,因为在人工智能时代效率优先。教育会将一些正确的东西标准化,让更多的人享受一样的资源。

每一年都有很多新的东西出现。60年前,在互联网还没有发明的时代,大家都想把机器训练成人。但那时并没有任何真实的需求存在,所以当科研资金烧完之后,大家也就不做了。但是,经过20多年的发展,互联网从1.0到2.0,又历经了PC互联网、移动互联网,到现在的大数据、云计算,大家忽然发现,原来几十年前科学家们在做的事情,就是今天的人工智能。

那么,人工智能是不是只是作为一种热点而出现的呢?我认为,将人工智能应用于教育领域是靠谱的,这不是伪需求,不会昙花一现。在这里,我想从人工智能是如何改变教育的需求、教育的形式、教育的资源这三个方面来阐述一下这个观点。

第一,从需求来看,未来的人工智能将压缩人的作用,将教育引向标准化。社会需要教育将一些正确的东西标准化。所以我的观点是,未来十年教育界的一个发展,一定是人工智能+人的智能。如果一个老师说自己最大的兴趣只是做那些重复的工作,那么,在人工智能时代,他将无处可逃,肯定被替代掉。因为效率优先。但这是否意味着人工智能会碾压一切?人就没有用了?我觉得这是不可能的事情。因为“人”才是规则的制造者或者破坏者,没有机器能够超过人。你无法想像创造一个长得跟你一样,想得跟你一样的机器人。场景应用当中,教育很可能就是最实际的场景。前一段时间有一个“人类的各个行业当中,最容易被人工智能刷掉的行业排名”,其中大家一致的观点是,教育有18%-25%

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的可能是要被替代掉的。但是怎么替代呢?这是一件值得考虑的事情。

第二,从形式来看,人工智能将启动教育领域个性化的新浪潮。家长们经常碰到幼升小、小升初、初升高的问题。北上广深已经是中国最厉害的几座城市,但它们还是缺资源,为什么?我认为,根本原因在于聪明人在教育行业待不住。据我所知,聪明人有个特点,就是不喜欢重复,喜欢不断探索。但教育这个行业,天生就要求不停地重复,比如改作业、布置作业、测试。人工智能在教学方面,恰恰可以替代掉老师和学生之间那些重复枯燥的事情,所以它能够真正做到个性化。

沪江教育曾经在春节之后,面向市场推出了一个智能教育产品,这个产品是面向大学四年级的考生推出的一个智能课程。课程原先价格 1180 元,现在是 29 元,只是一本书的价格,但成品的毛利却能达到 75% 以上。保守估计,这款产品今年给沪江带来的直接收入是 4500 万 - 5000 万人民币。我们是怎么把教育的价格打下来的呢?沪江把在这个产品当中的所有老师都拿掉,没有授课老师、没有辅导老师,我们把所有积累下来的内容、课件,每一个课件的每一页,每一页课件的每一个知识点,每一个知识点对应的每一个题目,每一个题目对应的每一个选项,都做了标签记录。我们沪江有将近 1.5 亿的纯在线学习用户,这些用户学过哪些东西,想学哪些东西,是否勤奋,一周访问几次,都会有相应的数据记录,我们会让这些数据与他的标签动态相匹配。可以说,用户今天学的内容,决定了他明天看到的内容。学生们反映,他们用这个产品,并没有感觉是花了 29 块钱买了一本低廉的资料书。因为他们每一个人看到的内容是不一样的,是个性化的,是定制的。可能在学生进入考场的前一天,机器会很清楚地告诉他 "你大概还有 20 个点根本就不懂,你应该祈祷这 20 个点考场上不要出现。"所以机器是非常冷静的,它可以帮人省掉大量的时间。这也让大量的老师在人工智能时代,不需要去记忆重复的事情,会让他们觉得,教学是一件有趣的、具有创造性的行为。

最后,从资源的分配看,智能教育将会让更多的人享受一样的资源,得到一样的受教育权利。智能教育到底有什么用?能解决什么实际需求?拿我们中国为例,在我看来,教育的根本的问题实际上是教育资源的稀缺和不平衡问题。我们很容易理解,在乡村、偏远的地区非常缺资源。但是在我看来,不光是乡下,城市里教育资源也很稀缺和不平衡。而智能教育的出现,将会让所有的孩子在人生的起跑线上不会因为资源的不同,被划分到不同的阵营当中。这对于教育的变化可能是颠覆性的。

中国的市场在全世界是最大的,不可能有任何一个国家比我们中国所面对的教育环境更大、更复杂,我们拥有最多的人口,我们中国人拥有把教育当成生命线一样重要的理念。所以,不要小看人工智能在教育方面的应用,它将给中国的教育基础设施领域带来更多的变革。我们一起努力!

关新(宽资本创始人、董事长,奇点大学投资人)

人工智能时代的教育:精准教育与终身学习

我不是教育家,没有资格谈教育,但我是做科技投资的,对未来科技总是充满好奇,我就谈谈我对人工智能时代的教育的一些想法。

人工智能今天突然出现,我们准备好了吗?我在美国读大学的时候,人工智能就已经出现了一段时间,而我当时选修的专业可能就是人工智能的边缘。我学的是商业信息与电子计算机专业。在上个世纪 80 年代初,这两个学科其实跨度是蛮大的。因为大学就在硅谷,近水楼台,校方可能高瞻远瞩地考虑到商业的未来就是数字化、程序化、智能化,于是就推出了这个专业。我可能是极少数报这个专业的中国留学生之一。学习商科与计算机是件非常辛苦的事,因为跨度太大,对英文不好的学生来说更是如此。不但学起商业时经常一头雾水,就连用电脑时每次还要预约,因为当时电脑是稀缺资源,经常

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

被锁在专门的“实验室”里,还经常没有人来辅导。现在看来,我要给当时的选择点赞。

1999 年我在香港的基金就投了一个由斯坦福大学人工智能教授创办的公司。那年我们在深圳投资了一个叫“看世界”的公司(也是与 AI 有关的)。任何人都可以从“看世界”的网站上去游览英文的网站,电脑可以自动将所有的英文网页在瞬间翻译成中文。但那个时候机器翻译的准确率实在不高,主要是缺乏计算能力,缺乏先进的算法与机器深度学习技术。我们希望这位斯坦福大学的专家可以帮忙,所以为他的公司投入了几百万美元。但由于种种原因,这些投资后来都打水漂了。现在看来,那个项目太超前了,那时候谷歌还没有,更没有谷歌翻译。

人工智能今天开始在各行各业盛行,其中关键突破是当今计算能力的提高和海量的数据,再加一条,就是日新月异的算法。人类目前进入了二维生命:人的实体生命与人的数字生命。在数字生命中我们时刻都在制造虚拟的数字生活(包括上网、玩游戏、交友、网购及网红等)。同时,我们也被各种数字设备及软件包围着,它们时刻都在自动收集着我们数字化的行为及信息,这就是说,数字生活也是大数据的来源。这些数据再经过所谓人工智能的分析与预测,不但提高了人类的技能,而且,严重的是,人工智能正在挑战人类在各个领域中的传统认知、决策以及我们很多传统的智慧。这些在数字生命领域的革命,大部分人还在不知不觉地参与其中。

美国奇点大学的创始人,思想家及预言家 Ray Kurzweil 在其巨著《奇点临近》中预测,“人类发明的科技已是在指数级速度上发展,到 2045 年机器的认知与能力将超过人类”。不管我们是否同意他的这一观点,但有一点是可以确定的,就是技术的进步是谁都控制与阻挡不了的,这尤其体现在人类的数字生活方面。只要看看我们的“低头党”,就知道乔布斯最伟大的发明就是给每个人一个制造数字生活的“玩具”。

今天我们讨论人工智能与教育的未来,这是一个大话题,也可能是两个话题。我个人的观点是,我们首先要注意到,这两个领域最大的不同其实是发展速度的差异。教育是线性发展的,是实体的。人工智能是指数型发展的,是数字的。在 Alpha Go 出现之前上千年,我们学习围棋的方法是线性的,但 Alpha Go 打败对手的方式却是指数型的,这是人工智能的优势。所以,当谈到对教育或其他传统行业的认知时,我们很多人还是在线性的思维下(是人的思维),例如我们会讨论应该如何利用人工智能为教育服务这样的问题。然而,我们的教育家可能已经在提出另外一个问题:是否可以向发明 Alpha Go 的团队学习一下,利用人工智能颠覆我们的教育和学习?可以预见,人工智能的出现会给很多的行业带来巨大的冲击。人机竞争在很多方面的结果也是可预测的。那么,人工智能是否会颠覆我们传统的教育思维和学习目的?它会如何造成由量变到质变的结果?我们应该如何迎接挑战?

其实,教育已经在发生快速的变化,而且变化得越来越快。全球目前有 700 所大学在互联网上提供上千个课程,每年有 5000 万人在网上学习这些课程。这些技术让学习与教育无处不在,也随时随地改变着我们的学习传统。与此同时,人工智能所控制的机器人正在抢夺人类的工作。试想一下,如果今天开始入学的儿童,等他们十几年后毕业时,65% 的工作都被机器人取代了,那他们还要上大学吗?还要去学修电脑或学会计吗?

我想在人工智能时代,“教”与“学”将会向“精准教育”与“终生学习”的方向发展,就像现代医学正朝着“终身防御”与“精准治疗”的方向发展一样。在精准教育方面,也许将来的学校会更加注重培养人类擅长的技能,如创意、音乐、游戏、写诗、体育及太空探险等,也可能在如何当好“人”的课题上有大量的投入。在“终身学习”方面,随着科技及互动技术的提高,“以我为中心”的学习方式将可能盛行。比如,我今年 15 岁,希望成为物理学家,有哪个机构可以帮我?也许某学校说他们可以,他们能提供大量爱因斯坦式的学习方法,尤其在人机智能学习法及脑神经增强方面向我提供量身定做的学习方法与模式。这种“精准教育”借助数字科技,可以产生颠覆性的手段与结论。如此推理,未来的学校可以从基因及智力检测开始,再利用人机结合的教育与培训方式来提供“精准”的学习环境。这一天会来到吗?什么时候到来?我们拭目以待。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

从医学的角度来看,技术的突破已经开始在颠覆我们对人类的传统认知。在 DNA 的研究上,曾经有人预测需要用 700 年的时间才能完成所有的技术,然而指数级的计算能力与算法让人类在短短的 10 年就完成了这项人类最伟大的工程之一。现在的基因检测虽然还要上千美元及一周的时间,但很快就会降到 100 美元及几个小时。这就是摩尔定律所讲的指数级发展。在那个时候,一个个崭新的研究与认知就会频频出现,例如个性化分析与菌群治疗、人造细胞、人造器官,甚至人造物种等。我国专家预测,那时中医理论的博大精深将被西医接受,因为可以利用科技随时观察出潜移默化的转变。我们甚至不用去医院就可以完成几乎今天所有的检测甚至更多,就像我们今天不用去电脑室而可以使用电脑一样。

未来孩子出生时说不定就已进入"精准教育"的范围。从基因检测与特定开发的游戏开始,我们可以提供全新的实体与数字环境,来培养孩子的习惯、爱好与特长。如果没有基因检测,预测一个未来的姚明或是朗朗是困难的,也没有一个学校会为他们开放。但是利用基因检测及人工智能教育方法,发现与培养"姚明"可能就成为教育的一部分。所以将来的教育应该不是我们现在理解的教育,将来是否还用"教"这个字我都不知道。但由于人类的寿命在不断延长,生存的环境在快速改变,未来的教育很有可能会更注重终身学习与培训服务。李开复在他的书中指出,将来大学出来的人才可能会呈现新的金字塔,如服务型、善用 AI 型、创意型、专业型、综合型、领袖型。我希望大家将来都是领袖型的,因为你们都在教育界,而将来教育的关键是培养能为人类创造幸福的领袖,所以未来的教育有可能成为一个领袖型人才聚集的行业。

我们之所以投资美国的奇点大学就是因为她的一句校训:"通过对领袖人才的培训,激励并赋予他们能力去利用指数型科技应对人类面对的巨大的挑战。"奇点大学是近年来在教育创新上的一个突破。她没有文凭,每年录取率只有 2%,一百多个老师很多都是兼职的,他们是来自各行业的领袖,但她却在颠覆着传统教育。奇点大学教的是什么?首先,她教指数性思维。人类已进入了科技的指数发展阶段,所有的领域未来都是跨学科和联合发展的,全部是可以互通与互学的。然而互通互学的语言是什么?就是人工智能或是人机智能。不管你是企业家,还是教育家、政府官员、科学家,要成为未来的人才与领袖,就要掌握跨界的智慧。其次,奇点大学关注如何利用这些技术创造出改变 10 亿人生活的构思与计划,并提供培训及实施手段。这是其他著名教育机构没有的,因为很多知名机构注重的是教育,而不是学习与手段(技能)。奇点大学在不到 10 年里,已培养出近万名学员,分布在全球各地。他们同时也在为很多国家的政府及跨国公司提供定制化的培训服务。我认为这是教育的一个崭新的实验方向。

我希望把奇点大学的理念与课程带到中国来,并不是因为她能教你什么,而是她让你知道全世界的科技在向哪里发展、如何发展,更最重要的是,她提供如何利用已掌握的科技知识与手段去改变与颠覆我们的传统认知与固定思维。这就是 10X factor(十倍的效应)。这是谷歌研究出来的,就是利用指数型思维及科技来对传统行业进行一个 10 倍级的颠覆或创新,这比用线性思维方法来改进 10% 的传统还要容易。换句话说,用线性的方式去改变一个行业,虽然只是想改变 10%,其实比建立一个崭新的,能提高 10 倍效益的新方法更难。所以,从奇点大学毕业的学生,都知道如何去设立一个改变 10 亿人生活的目标,并知道如何充分利用未来的科技来实现这一目标,这是值得我们钦佩的地方。拥有可以改变 10 亿人的生活的目标,并掌握相应的知识与技能,这是多么伟大的设想! 中国有 13 亿人口,我不知道在座的年轻人、创业人,或者所有教过你的人,所有在做教育的人,我们是否梦想过用技术和智慧做一件可以改变 10 亿人的生活的事?我觉得这是这奇点大学办学的不同之处。

从模仿人脑到颠覆人脑,也是未来人工智能的一大方向。我刚刚从 MIT 回来,BrainCo 是我国毕业的留学生创建的脑电图公司。如果给在座各位都戴上这个公司的产品,我在台上基本上可以知道你们当中哪些人在听我讲话、在走神、在睡觉。通过脑电图来了解人类的思维和意念,今天已经可以做到。在课堂上我们可以随时知道学生的精神状况,如果学生的注意力只达到 40%,这说明要么教材不好,要

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

么老师不好,要么学生疲劳。

美国刚刚成立一个 Brain Mapping Society (脑神经制图学会),是由我的一个朋友发起的(他是美国少数同时拿到化学与物理双博士的人)。他们在研究如何测绘和复制脑神经系统及其功能,希望某天将人类脑神经系统移植到机器人的“大脑”,并实现人机互通互联,甚至是互相转换。这个可以实现吗?如果可以的话,我们要什么样的教育?教育会公平吗?如果今天我这个大脑和另外一个大脑是连接的,我在跟您对话的时候,我会比别人聪明很多。教育与人工智能可能就不是那时讨论的话题了。今天,在座的很多人都愿意利用机器来补充我们的大脑。我很惊讶,其实也不惊讶。设想一下,如果将机器智慧植入一个人的大脑,他可以随时打败所有的竞争对手,这个时候,我们可能就会更愿意使用了。所以人类对科技的追求及使用是不能阻挡的。

未来的教育,是人类与机器共存的“教”与“学”。在人工智能的时代,我们的使命不光是要跟上这个时代,更重要的是引领与创新我们的教学。因为我们有最大的市场、最多的学习人群,同时也产生最大的数据来供我们研究、探讨与发展未来的教学。

当机器人取代了人类工作,人类会去干什么?古人讲“三不朽”:立德、立功、立言。即便立功与立言都被人类的新宠物机器人取代了,立德也永远不会被取代。因为,立德最大的本性就是发挥仁爱。我希望我们可以把仁爱的本性带到未来的教学当中。

朱华勇(睿易研究院院长、原国防科技大学无人系统研究所所长)

人工智能与人,走向对立还是趋于共融?

人工智能逐渐融入经济社会文化各方面,在可预见的未来将对人类的生产、生活、思想、情感带来深刻影响。现在有一个潮流,认为“人工智能将超越人脑、征服人类”,这种观点将人工智能与人对立起来,在增加了公众关注度的同时也制造了恐惧情绪。教育恰恰是以人为本的。教育在人的认知发育过程、知识技能积累过程、情感价值观培育过程中,给予唤醒、帮助和引导。从这个意义上讲,未来教育需要的人工智能不能站在人的对立面而应与人的学习认知过程紧密融合。从无人系统(包括无人车、无人机和智能机器人)技术发展的趋势来看,除了自主智能之外,人们需要进一步挑战有人-无人协同和群体智能,需要更加关注智能无人系统与人的共融。

一、群体智能的魅力

众所周知,在人工智能领域,群体智能最初源于对很多社会性昆虫生物群体的行为进行的研究。简单的个体通过相互协作、合作,涌现出更高的智能行为的这么一种特征,称为群体智能。一群蚂蚁、蜜蜂、鸟或者鱼,它们的控制是无中心、分布式的,它们基于一套基本的规则,通过相互的交流、协作达到系统整体的行为。群体具有自组织性、涌现性和不确定性。

群体智能跟通常所说的人工智能有什么关系呢?以符号逻辑、专家系统为代表的经典人工智能是规则驱动的确定性智能,以神经网络、深度学习为代表的人工智能是数据驱动的不确定性智能,而群体智能是交互驱动的一种人工智能。我们社会群体的智能正是交互驱动的。美国 DARPA 在 2009 年举办了一个叫“寻找红气球”的比赛,根据规则,在最短的时间内找出 10 个气球的准确经纬度的个人或团队获胜,获胜者能够拿到四万美金的奖金。麻省理工 5 个人的团队耗时 8 小时 52 分钟就找到了,诀窍就是利用了社交网络,并采用了一套递归激励机制。也就是说,当基本的社交环境有了以后,一个有效的机制或者规则设计,将带来非常好的群体能力涌现。这个例子给我们的启示是,人具有各种层次、各

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

种方面的智力,人与人合作的时候,用简单的交互规则也能够达到良好的效果。利用群体智能帮助学习的例子还有很多。比如,2004 年 1 月,哈佛大学选修艺术史课程的一位学生,考试前一周发现自己没有看书,甚至缺课,于是他将作业放上网站,并加入简短讨论,请其他同学帮忙填补空白。结果 24 小时内完成了一份高品质的作业,教师认为这是有创意的协同工作并给予高分。故事中的这位大学生就是 Facebook 的创始人扎克伯格。

二、从人工智能走向共融智能

人工智能和智能机器人技术的迅猛发展,给我们现在这个社会带来了巨大的冲击。大家都在担心,人是否会被机器人或者人工智能所取代?人们甚至还担心,人会不会被人工智能所统治而变成奴隶。实际上,宣传这种危险论的人,大多数都跟投资者有关,或者跟项目和经费申请有关。科技界对此有不同的理解。从技术的角度来讲,人工智能没有那么恐怖,当然我们也需要对人工智能的安全性问题进行理性思考。所有的技术手段都只是希望帮助我们增强感知力、记忆力、知识量,增强我们的决策力。国内外正在研究,AI 作为一种技术用具,或者作为可用的、可购买的技术产品,如何跟人更紧密地结合起来。

机器的认知发育研究已经有显著的进展,比如机器可以一天看一百万张图片并完成深度学习。而人有很强的直觉和推理能力,只需要浏览和学习少量图片就能掌握其中的规律。这两个层面的学习、认知、推理等能力结合起来就是两类智能的共生共融,也就是未来的共融智能。

我国机器人学研究的顶级团队从机器人发展路线的角度提出了人机共融问题。机器人的能力优势在于速度、精度、负重能力、重复一致性与作业时间等方面,而人的能力优势在于思维与逻辑推理、学习与技能递进、经验与实时决策、交互协作与安全等方面,人与机器人两者的优势能力结合,将超过单纯的“人”或“机器人”的能力。原来重复性的作业是在结构化空间中通过预编程实现的。现在让机器人参与到更多的、更广泛的职业环境里面来,目的并不是取代人,而是提高人的生产效率,让智能机器人成为融入人类生产、生活的具有一定自主行为能力的伙伴。这就带来了机器人与人在同一自然空间活动、自然交互、配合人的需求、学习人的技能、与人协调互补、确保人机物安全等问题,这些都是人机共融要解决的问题。机器与人共融,包括三个层面的融合,即感知决策层面的智能融合、作业层面的任务融合、动作层面的行为融合。

从 2014 年开始,国家自然科学基金委组织相关专家论证下一代机器人的理论和关键技术,尤其针对特种机器人、康复机器人、先进制造机器人以及仿生变形机器人进行了创新探索,并聚焦人与机器人、机器人与机器人、机器人与环境的共融问题。其中,机器人和机器人的共融,意味着机器人数量增加进而形成机器人群体;人与机器人的共融,需要有人和无人系统协同,也涉及将来有人和无人系统构成任务群体,甚至机器人进入人类社会等领域。这里面牵涉到的科学技术问题,从控制和计算的角度来讲,包括体系结构、多态分布架构和群体智能。这个计划已经立项,预计 10 年以后会产生一批创新技术成果,并对下一轮的产业发展起到支撑的作用。

现在和未来 10 年,国内对于人工智能和智能机器人从技术层面或者科学层面上在追求什么、研究什么,值得我们教育界关注。一方面,学校培养的学生将来要在科技领域从业做贡献,这是教育预瞄未来的目标之一;另一方面,相关基础理论和技术的突破,可以应用于教育从而产生巨大的应用价值。

三、个性化学习与人工智能的价值

人工智能与教育的关系可以从两个方面来看,一个是为人工智能而学,另一个是用人工智能来学习。未来生产力靠什么提升?人工智能。人工智能技术应用于教育,将引发积极的教育改革。

个性化学习在《新媒体联盟地平线报告(基础教育版)》里面被反复提到,推动个性化学习也被列为未来五年影响学校应用教育技术发展的严峻挑战之一。个性化学习将关注个体学生特定的学习需

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

求、兴趣、渴望以及文化背景,为此开展定制化教学,提供更多的学习选择以及差异化的学习服务。人工智能对于校本个性化学习的作用主要体现在:一是提高教师对学生的感知能力,让人工智能成为教师的助手;二是让学生通过 AI 辅助获得更广泛深入的个性化定制服务,使每个学生拥有“私人”教师团队;三是为学生构建群体智能学习环境,满足协作学习的需求,让学生适应未来社会的学习工作模式,甚至创造新的模式。

人工智能和群体智能对未来学习形态的影响有两个方面,一是学习内容和机制的革命,二是教师职业的革命。学习内容革命,就是学习的内容发生大的变化。个别学科已经积累了 10 年甚至 15 年的数据,那是非常宝贵的,但涵盖所有学科完整知识体系的大数据很难获取。如果把群体智能应用到教学,即使没有数据学生照样可以合作学习,同时教育教学过程中生成性数据的自然产生和自动处理,也将有助于学校大数据应用机制的形成。群体智能会促进教师专业发展,甚至部分职业也会被人工智能替代。用于教育的人工智能工具,至少应该是能够被学校教师审核、验证的,这个特殊性决定了系统设计必须是与人共融的。如果人工智能工具很强大,在某些学科专业的水平超过一般教师,学校的师资配置必然优化,同时也就要求教师具有更深入或者更全面的专业认知能力。

四、结束语

人类如何应对人工智能引发的机遇和挑战?实际上很简单,因为我们总在创新学习,人们往往因为无知而恐惧,而人的学习和创新能力就是打开未知之门的钥匙。我们能够定义规则,我们在政治、经济、社会、文化、军事等各个领域制定了大量规则,这让我们的文明可以持续发展。但如果人自己放弃了规则定义权那就非常可怕了。如果人工智能真的超越人,那是科学技术的成就;而人工智能与人共融,那是人性智慧的胜利。

汤敏(国务院参事、友成企业家扶贫基金会常务副理事长)

人工智能与新师徒制

今天最可喜,但也最可怕的是知识以空前的加速度在更新中。面对以人工智能为代表的科学技术的快速变化,我们所掌握的知识不久可能就会被淘汰。有人曾预言:“大学生今天进校时学的知识,当他们出大学时就已经过时了。”与过去上了个大学,拿了个硕士、博士就可以吃一辈子不同,今天每个人都需要不断地充电。持续地学习新知识、掌握新技能比以往任何时候都更为重要。

最近,花旗银行与牛津大学发布的一个研究显示,到 2040 年左右,在中国,现有工作岗位的 77% 要被淘汰或被智能机器人所代替。这不仅包括流水线上的工人,也包括会计、律师、记者等目前看来是很高大上的很多职位。现有的大量工作岗位在未来的 20 年内将会被机器人所替代。信贷员、前台和柜台服务员、法务助理、做零售的销售员被机器人夺走饭碗的概率均超过 90%;出租车司机、保安、做快餐的厨师失业的概率均超过 80%;程序员和记者的失业概率分别为 48% 和 11%。

其实,联合国教科文组织早在 20 世纪 60 年代就提出“终身学习是 21 世纪的生存概念”。人们要有不断补充知识的渠道。这也就促使人们去谈论“终身学习”问题。建立终身学习体系在理论上已经谈了多年,但遗憾的是,在现实中它还一直没成大气候。现有的教育体系基本上还是为在校中小学生、大学生设计和服务的。唯一的例外是一些名牌大学提供了少量的 MBA、EMBA 教育,但这也仅仅是为少数的企业家服务,其中很多还沦为一些学校卖文凭、赚外快的工具。

党的十八大提出了我们要建成“学习型、服务型、创新型”社会的伟大目标。在这里,“学习型”是

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

基础、是前提。只有不断地学习新知识,才能做好服务,才能进行创新。可以预言,哪个国家能根据社会的需求建立起一个有效、低成本、多样化地终身教育体系,这个国家就抢占了未来知识经济的制高点;哪个人善于使用终身教育体系,他就能在激烈竞争中不断灵活转身,立于不败之地。

终身教育已经变成了每一个人与衣食住行一样重要的刚需。当然现在我们每天也都在学习,在补充知识。可是绝大多数的人都是在碎片化地、盲人摸象式地自我补课,这不但成本很高,效果还十分有限。市场上还缺乏系统性地、多样化地、适合在职人员继续教育的好产品。现在在市场上越来越活跃的"喜马拉雅""得到"等网站正在填补着这一缺口。遗憾的是,这些网站中娱乐式的、风花雪月型的内容比较多,还谈不上是真正的继续教育、终身教育。

四年前,为解决教育公平问题,我所在的友成基金会与人大附中刘彭芝校长一起开始了一个称之为"双师教学"的实验。所谓"双师",就是一个贫困地区学校课堂的教学由两个老师来完成,一位是远端城市中的优秀教师,如人大附中教师,一位是当地乡村学校的现场教师。每天录制人大附中老师的讲课视频并放到网上。当天晚上乡村老师对人大附中课中超出乡村学校所需要掌握的部分进行必要的剪裁。第二天在乡村课堂上播放录像。当视频中人大附中老师提问人大附中学生时,现场乡村老师把视频停下来,让当地学生来回答人大附中老师的问题。如果学生都答对了,就继续放视频。如果没答对,现场老师就会用几分钟把这个概念讲一遍。到 2016 年春季,这一试验已在中西部 18 个省的 130 多个贫困地区的乡村学校中进行。中央财经大学一个国际团队对这一项目三年的追踪评估标明,初中进校时实验班和控制对比班的考试成绩几乎完全一样,而三年后的中考中试验班比控制班的成绩平均整整高出了 20 分。不但学习成绩大大提高,学生的学习态度、学习兴趣、精神面貌都有了很大的改变。

更有趣的是,在实践中我们发现,双师教学中受益的不仅是学生,还包括参加试验的乡村教师。他们每天都在听全国最优秀的老师讲课。人大附中的老师与全国的参与试点的乡村老师还经常在 QQ 群中一起备课、答疑,乡村教师们自己也在群中一起讨论。几年下来,实验班的老师们很多都成了当地的优秀教师。一些老师说"我参加过多次国培计划、省培计划,但'双师教学'模式是我参加过的最好、受益最大的培训。"目前,在广西南宁、重庆彭水、贵州威宁、湖北咸宁、广东东莞等地都开始采用双师教学的模式,他们把本省、本市、本县最好的优秀教师的课拍下来、送下去。

再举一个我所知道的例子。2015 年初,著名男高音歌唱家戴玉强开办了一个超级声乐慕课"戴你唱歌"。每星期一、三、五,戴老师都请一个青年歌手做示范,他亲自点评。每节课 25 分钟左右,拍下来挂到网上。短短一年多的时间,这个网站的点击量已经高达 4 亿人次。每星期全国有近千万人跟着戴老师在学唱歌。

人大附中的"双师教学",戴老师的"戴你唱歌"给了我们思考终身教育的有益启示。既然连男高音这么高大上的艺术教育,连中小学教师培训都能在互联网上进行,为什么别的技能不行?能带你唱歌,为什么不能带你电焊,带你当电工?

这种模式我们称之为"互联网下的新师徒制"。它以互联网为媒介,由某一领域的行家里手,用长期言传身教的方式,带领较大规模的徒弟们用碎片时间进行学习与实践。

新师徒制"新"在什么地方呢?一是"新"在规模上。传统师徒制是一个师傅带几个徒弟,而"新师徒制"通过互联网一个师傅可以带几万、几十万个徒弟。二是"新"在师傅的选择上。名师才能出高徒。传统的师傅只能在本企业中挑选,而"新师徒制"的师傅可以在全省、全国甚至在全世界选。三是传统的徒弟只能跟一个师傅,而在"新师徒制"中一个徒弟可以在互联网上跟好几个师傅,博采众长更能出高徒。四是有强大的激励机制。在市场机制下,培训平台可以对徒弟收费,给师傅重奖。甚至可以以网络的方式实现激励,比如,每个徒弟打赏几块钱,师傅马上可以成百万富翁、千万富翁。即使是由政府组织的新师徒制培训,也可以用提级、发"五一奖章"、冠"大师工作坊"等各种荣誉上的和物质上的奖励对师傅进行激励。

在"新师徒制"中人工智能能干什么?人工智能可以给"新师傅"当助手。通过人工智能的分析,

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在海量的人群中挑选合适的师傅,通过数据分析,看师傅怎么才能讲得好。同样地,人工智能还可以对徒弟们进行大数据分析,以掌握他们的特点、需要。现在 IBM 的沃森正在进入教育领域。他们筹划与上海外国语学校合作对参与实验的学生的英语语音进行分析。你跟它讲一句,它马上一点一滴地指出来你的发音问题在什么地方,应该怎么改。这也可以用到对徒弟学习的分析上。

人工智能会不会最后连师傅都替代了,直接自己上课?也有可能,但这一可能会发生在遥远的未来。今天我们更需要关心的是,那些很快要被人工智能前期技术所淘汰掉的人如何用一种低成本的有效方式来转换他们的工作。

要实现中华民族的伟大复兴,就要把终身教育当做一个大事来抓。终身教育市场目前还在破冰阶段。如此广泛的内容,如此快速变化的市场,仅靠现有的教育体系是不够的。终身教育的推行需要新机制、新模式、新机构。国家的政策要鼓励终身教育市场的培育,要“让市场机制起决定性的作用”。

项贤明(南京师范大学教育科学学院教授、博士生导师)

人工智能与未来教育的任务

如果从普雷希(S. L. Pressey)1926 年的那台教学机器算起,人类教育与机器之间结成关系至今已有 91 年的历史了。在这 90 余年里,关于机器与人类教育的话题时起时伏,一直没有离开过相关学者的视线。我们今天讨论的人工智能与人类教育的问题,在很多方面已经远远超越了普雷希和斯金纳(B. F. Skinner)时代教学机器的意义。它不仅涉及教学环节中的某种工具或具体技术问题,而且包含了对人类教育任务的根本挑战,是对人类教育的一种更加直接而全面的影响。

在近期兴起的关于人工智能与教育问题的讨论中,我们绝大多数人对人工智能都怀抱着积极的、正面的期望。然而,在我看来,人工智能给我们带来的绝不都是积极的影响,在一定意义上我们甚至可以说,人工智能是一种比核技术更需要引起我们警惕的新技术。

首先让我们来讨论这样一个问题:我们人类是凭据什么成了这个星球的主人的?这里所说的“主人”当然不是简单粗暴征服自然的 master,而是能玩转这个世界的 player。我们既没有尖牙利爪获取猎物、抵御天敌,也没有浓密皮毛对付严寒。我们凭什么成了这个星球的主人?教育学和人类学等学科对这个问题的解释是,人类的生理构造未特化和反应机制未确定,赋予了人类以很强的可塑性,使人有很强的学习能力,可以通过接受教育积累和形成日益强大的适应能力。人类正是因为自身强大的学习能力,才能够适应各种各样的新环境,解决各种各样的新问题,从而超越了其他生命存在。远古智人能从非洲到欧洲去生活,并且击败当时已经在那里生活的尼安德特人,说明他们已经具有很强的学习和适应能力。也就是说,我们正是依靠智能,才成为这个星球的主人的。

当然,智能并不只是简单的脑量多少。如果凭脑量的话,非洲丛林象的大脑比我们要大得多。但是,人类大脑的神经元数量却是非洲丛林象的 3 倍多。如果你今天欺负了一头大象,几十年后这头大象还会认出你来,找你的麻烦。大象的这一能力至少比我强得多。今天我在这里和你相识,明天再见面就有可能记不清你是谁了。这个有趣的例子或许也能说明,给我们人类强大生存竞争力的不只是像记忆这样低级的智能,而是以创新为突出特点的高级智能。人类之所以能成为这个星球的主人,最重要的是我们所具有的高级智能已使我们能够创造出工具来延伸我们的能力,我们不仅能够适应自然,而且能够改造自然。

我们很多的研究都证明了,人类之所以能够成为这个星球的主人,是因为我们有了以一系列高级智能为基础的强大学习能力。正是高级智能,让我们成了这个星球的主人。人类进步的历史上曾发生

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

过三次认知革命。在我看来,我们今天可能正处在第四次认知革命的前夜。

第一次认知革命大约发生在 7 万年前。由于智慧的产生,特别是语言的产生,人能够组织起来,能够比其他动物更好地协同,从而使智人成了这个星球的主人。也正是在这个时候,出现了以适应性为主要特征的原始社会的教育,这是一种"适应为王"的教育。

第二次认知革命,发生在人类进入农业社会之后,大概在距今 1.2 万年之前。在这个发展阶段,掌握更多的自然规律十分重要。只有掌握了更多的自然规律,我们才能够更好地顺应自然规律,从而过上好的生活。我去年第一次看见闪电和雷雨时开始泡稻种,获得了大丰收;今年偷了个懒,第五次看见闪电才开始泡稻种,结果水稻种下去后只会疯涨,不结稻穗,差点没把自己和家人饿死。记住这些自然规律,实在太重要了。于是,我们看到农业社会的教育,往往都特别强调"记忆"的重要性。我们中国人在传统上就特别崇拜那些"博闻强识"、"学富五车"的人。这种"记忆为王"的教育传统,甚至一直影响到今天的中国教育。

第三次认知革命,大概是从 150 年前人类迈入工业时代开始的。在这个时代,人类跟以前时代最大的不同是什么?那就是我们创造出了自然界从来没有的东西,甚至能够创造出自然界没有的生命。所以,这个时代越往后发展,创新的意义和价值就越突出。我们今天讨论的人工智能,也是我们创造出来的东西。在这一时期,人跟自然界的关系已经出现了一个很大的变化,即人类已经在很多方面超越自然选择了。在农业时代,人工选择就开始干预自然选择的进程了,今天我们已经不只是干预,而是能够逆转甚至创造出自然进化过程。在理论上,我们不仅可以让尼安德特人和霸王龙一道复活,而且可以通过修改尼安德特人的基因来创造出某一从未有过的新人种。正如我们看到的那样,这是一个"创新为王"的时代,人的创新能力的培养在教育过程中的意义十分突出。

如今,我们正站在第四次认知革命的门槛上。我们称这个时代为"智能时代"。在这个时代,我们将不仅能够创造出自然界不曾有过的实体事物,而且能够在人脑之外创造出类似人类智慧的"人工智能"。在智能时代,我们甚至可以把部分的智慧工作也交给机器。当初深蓝战胜国际象棋高手时,我们不十分吃惊,因为大家知道人背棋谱怎能是电脑的对手。前不久阿尔法狗战胜围棋高手,却让我们大吃一惊。为什么?因为围棋和国际象棋不同,它的背后有所谓的"道",也就是有哲学理念。它要从全局出发,进行十分复杂的判断和选择,而不只是一步步简单计算的累积,这是一个质的飞跃。我们别忘了,这个时候机器已经具备了人最重要的能力:它已能够学习。它具有了我们能够成为这个星球主人的重要特征:高级智能。

在我看来,人工智能正在慢慢走向我们的思维核心。起初,人工智能在我们人类智能运作的过程中只是承担了部分记忆的任务,起到了相当于计算机硬盘的作用。刚才很多科学家预言,人工智能将来可以很容易将一个人变成红学专家。的确,或许在不远的未来,我们拿一块存储卡从太阳穴这儿塞进去就行了。1T 容量能储存多少信息?岂止一部《红楼梦》!一部《大英百科全书》也不过 4350 万字。1T 字节换算过来应该是 549,755,813,888 个汉字,可以抵一个小型图书馆了!到第二阶段,人工智能已经可以通过承担部分逻辑运算任务来参与我们的思维过程,发挥类似计算机 CPU 中集成的缓存的功能。在第三步,人工智能已经成为我们思维的第二核心,可以直接参与我们的思维过程,甚至在某些单项智能上可以超越我们人类。最后,人工智能是否会对我们人类装在这个脑壳里的"CPU"取得控制权?我看我们真的不能太乐观。

有人很乐观地相信,控制人工智能的一定是人。没错,可是你别忘了,这里说的"人"可以有两种理解:一是实实在在存在着的每个个人;二是指整个人类。从整个人类的层次上,我们或许可以自信人是人工智能的控制者,我们仍将是这个世界的主人。但是,在具体个人的层次上,我们还能有这样的信心吗?现在已经出现了自动驾驶汽车了,你往里面一坐,你真的以为你是在开这辆汽车吗?控制权在你的手里吗?或许体验一下就能够理解我的担忧了。就具体的个人而言,少数精英通过人工智能控制大众,甚至最终让人类全部沦为人工智能的奴隶,这样的结局并非不可能出现。进而言之,离开了现实的

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

个人,人类就无从谈起,因而少数精英最终失去对人工智能的控制权可能也只是迟早的事情。

我认为,我们在第四次认知革命中要面对的最为严峻的挑战,就是人能否很好地实现对自身的控制,进而正确地控制这个世界,特别是控制我们自己创造出来的竞争对手——人工智能。回溯整个人类发展史可以发现,我们正是运用我们的高级智能,创造出了一系列能够控制和保障我们的高级智能为人类谋福祉而非自相残害的社会伦理、社会法则。正是我们的人性,亦即康德所说的“趋善禀赋”,使我们得以抑恶扬善,从而实现了对高级智能本身的控制。因此,未来智能时代的教育,我认为应当是一种“人性为王”的教育,在这样的教育中德行和情感等人性特有的东西应当受到极大的重视。

在未来,甚至从现在开始,记忆就不应当再是我们教育的一项特别重要的任务。那时,孩子们将不必再为背书而发愁,也不会为能够在某某 TV 上背诵很多古代诗文而骄傲不已,因为你拿起手机或未来某种更高级的智能终端,随时就可以查阅大量所需信息。我们也可以把一些简单的计算和逻辑推导交给机器,所以,简单的计算和逻辑推导能力也不再成为我们未来教育的主要任务。孩子们不必为解不出某一道生活中根本不可能碰到的荒谬习题而发愁,大学也不会专门招收那些能够解出无数前人其实早已经解决了无数次的习题的人。

在“德”“智”“体”三大教育任务中,“德”和“体”在未来教育中的位置将日益突出,逐步真正取得和“智”同样的地位。在未来,“知识中心主义”会慢慢淡出教育的舞台,“全人教育”会真正占据核心。当然,今天的教育所重视的创新能力培养,仍将是未来教育的重要任务。与此同时,道德、情感等将成为我们未来教育最为重要的内容。如果我们今天不看到这一点,我们的教育还是天天只奔着竞争职业岗位去的话,那将来我们丢掉的将不止是职业岗位,同时也会丧失最为宝贵的自由。况且,随着生产过程自动化和智能化的发展,机器代替人的工作岗位是必然的。可怕的不是机器占据我们的职位,而是机器被人利用成为控制和奴役我们的工具,甚至机器最终取得对包括我们在内的这个星球的控制权。

未来的教育一定是一种“人性为王”的教育。大家别忘了,人工智能是脱离了个体人的智能,因而不是每个人都能成为人工智能的主人。有不少人都把希望寄托在相关规则的制定上,譬如规定必须在所有人工智能机器中植入对人绝对服从的程序之类。美国科幻作家阿西莫夫(Isaac Asimov)提出的“机器人三大定律”,的确应当引起我们高度重视。但我们应当认识到,规则唯有深入人心才能真正获得其意义和价值,否则它们就毫无意义。“杀人偿命”几千年来都是我们公认的规则,但今天不还是有杀人犯吗?真正有用的规则,必须是植根于人心之中的,所以,从现在起就建立一种“人性为王”的教育,在未来于人类将是一件性命攸关的事情。我们必须认识到,人工智能是一种比核技术要更难控制的技术。人类要在更高的水平上好好地组织起来,保障对人工智能的有效控制。在未来的教育中,培养人的组织能力、领导能力将是一项很重要的任务,我们需要共同把握人类社会发展的战略和方向,否则我们失算一步,很可能整个人类就要全盘皆输。

设想在未来我们回眸今日之教育,我们将做何感想?我们今天的教育很多时候是在教孩子们把大脑这个作为智能核心的 CPU 当成简单的硬盘来用了。如果说人工智能让我们的机器越来越像人的话,在我看来,我们今天的教育却正在把人变得越来越像机器。今天的教育是在把我们的孩子们变得像一台录音机。你会发现,我们中国的孩子,从小学到大学,年级越高,往往越像一台录音机。我们教育的最后结果,就是学生被迫记住一大堆对付考试要用到的东西,并且在这个过程中慢慢丧失真正宝贵的学习能力、创新能力。这是多么可怕、可悲、可叹的事情!这也是我们最应该担心的事情。当我们把人都变成机器之后,我们是否还有能力控制人工智能?你只是一架很低级的录音机,你连最简单的微电脑都不是,你还想控制更高级的人工智能?在未来,我们或许会感叹今天的教育,感叹今天我们没有尽快地从记忆的教育走向创新的教育,感叹我们没有及时认识到道德、情感、组织能力、领导能力等是我们人类教育十分重要的任务。

面对今天这样的教育,我们还能不能拥有未来?我真的没有十足的信心。教育令人越来越像一架机器,我们将会面对人性的全面迷失。我们将来会不会面对人工智能失控的问题?这不是完全没有可

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能。别忘了,我们人类是靠什么成为这个星球的主人的?恰恰是高级智能!我们也不能忘记,自由意志对我们每个人来说有多么重要,一个人一旦被剥夺了自由意志,那他实际上就已经从人沦落为一种工具了。所以,我一开始就说,人工智能是一种比核技术更需要引起我们警惕的新技术。为了应对如此严峻的挑战,我们必须通过教育来保持和提升我们得以超越万物的人性,这既是未来教育的重要任务,也是今天的教育应当予以重视的历史使命。

张逸中(美国计算机协会专家,美国麻省理工学院林肯实验室为表彰其杰出成绩将 21825 号小行星命名为"张逸中"星)

认知未知世界的 STEM 教育革命

关于人工智能给人们造成的恐惧,人们已经谈了很多,我今天的发言想带给人们的更多是希望。我要说的这个希望就是 STEM 教育。

有的时候,我们看待人工智能这个事物,会感到非常恐惧。为什么会恐惧?是因为我们对未知世界的惧怕。我们最近发现很多从事教育的同行开始学习新技术了。对此,我非常诧异。他们对技术很痴迷,他们同我讲,人工智能将会改变我们的教育。但有的时候我在想,其实教育的很多本质问题,好像并不是这个问题。我个人其实过了一个非常有意思的童年。很多华东师大的师生都了解我,我没有参加过中考和高考,是一路保送到博士。这不是因为我成绩好,很多时候我的学习成绩并不比别人好,或许是因为我发现了人生的"道"而不只是"艺"。

每年都会有大量的大学生毕业走向工作岗位。但是有很多企业家在面试学生时发现,很多学生没有明确的职业规划,不知道自己的价值。这也说明,教育供给与企业需要之间存在人才鸿沟。于是人们开始担忧,我们所学的这个专业和知识到底有什么用,尤其是在人工智能几乎能够替代我们非常多的领域的时候。可以说,人工智能几乎把我们的专业全部都快要替代掉了。这时,我们的学生会想:我们到底在学什么呢?于是我们会下意识地紧紧地抓住一根稻草,这跟稻草就是常说的"终身学习"。然后我们就拼命地学习大量的知识。问题是,就算我学富五车也不会创新,我不知道该如何面对这个社会、面对这个世界,然后就产生了恐惧。其实我经常在反思,我忽然发现我没有被知识奴役,而是我在驾驭它。

在童年的时候,我们一开始学习的知识跟世界还是有联系的,比如我们童年的时候可以玩积木和其他玩具。后来进入到小学、初中、高中,我们开始禁锢自己,我们进入到整个知识学习体系当中,我们变成了学习的机器。所以才会诞生什么"高考机器人",让机器代替人高考,似乎我们人就跟机器一样。但是别忘了,人最有价值的一点是拥有好奇心。对于未知领域的东西,我们本身是具有自然赋予我们的这种能力的。这种能力,恰恰被我们忘记了。人最了不起的是会想象出一个我们原本不知道的东西,然后我们能够让它变为现实,于是产生了新知识。恰恰是这种能力指引着我往前走。知识与世界本身应该是相联系的,而不是处于割裂状态。我们将二者割裂开之后,才会出现这种恐惧。所以,我们传统的教育模式,往往是"面向已知的教育模式"。我们学习很多知识,但是如何在与世界的联系中转化这些知识以应用于生活,我们并不知道。

很多的小朋友说,将来英语不用学了。好像确实是的。我的语文成绩其实是蛮糟糕的。但是,我现在开始领悟到其中一个"道",就是语言本身的美,包括英语也是一样。文字的优美,我是慢慢体会到的,但是之前我恰恰把自己变成了语文学习的机器。

秘书、翻译、记者、交易员、司机这些专业未来是否还会存在?之前有一个数据说,近三年内诞生了

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

非常多的新行业,这些行业以前是没有的。也就是说,并不是人没有出路了,其实前方还有很多地方我们可以探索。所以问题在于,面对未来的变革,我们是否做好了准备?

STEM 教育在美国应该提出来非常久了,最近才引进到中国。STEM 是由科学、技术、工程、数学四个英文单词的首字母组合成的。传统的数学工程的学习,往往都是讲的“艺”。很多传统科学书籍中讲的都是科学知识,而很少去讲科学方法、科学精神,后面这两类是我在大学当中跟我导师体会到的,我感觉到原来这才是精髓。之前学的知识,只不过是前人的一些成果,但是这并不是最重要的。我们小时候的数学叫什么?叫算数。算数其实恰恰是数学中的技术,而数学本身的工具属性跟语言属性是很少被掌握的。而这也恰恰是机器办不到的,机器只能去算,只能做一些形式化的工作。

为什么我们有的时候会对这些问题感到困惑?我们大量的时间其实是停留在低端,即信息知识的单纯获取。这些信息跟知识的本身如何进行迁移?第一个是能力。很多人会说,能力存在一个天花板。这个天花板有些人能够跨过去,他们知道如何用一些方法让知识迁移,知道世界的联系。第二步是应用。有的人理论很在行但实践欠缺一些,有的人则反之。恰恰现在这个社会要的是知行合一,知识技能转化都得强。现在的创新人才所具备的能力,就包括提出想法、提出思路、找到相应的答案、解决相应的问题等。这些事机器能办到吗?机器只能告诉你这些信息,给你一些决策支持。还有,创新的整个过程是由好奇心驱动的,这也是机器所不具备的。为此,我们要大力推进 STEM 教育。

另外,我们需要学习一些科学哲学。西方世界认为我们这个世界有一个边界,这个世界的规则是由上帝创建的,但是这个边界是什么?我们并不知道。这个世界的中间是什么?中间就是现在所有人类已知的规则、定理,世界边界到世界中间的空白地方就是我们未知的领域。我们可以提出新的假设,提出新的理论,以及对于未知世界的一些设想。然后我们就可以去通过实验去验证实验数据是不是吻合、实验数据与假设是否一致。这也恰恰是现代科学体系中最重要的一环。从观察、提问到做出假设、验证假设或者推翻假设,其中有些是符合现有理论和定理的,有的则发展出新的理论和定理。我们科学家用脚丈量这个世界,发现这个世界跟原来不一样了。结果我们把新的认知写到了教科书当中。爱因斯坦想象,物体不断加速的情况下,它可能是无限接近光速,但不可能超过光速。我看到这个公式的时候,非常震惊。他是如何凭空想象出来的?受制于工程技术限制,有些数据在经典力学的实验当中是测不出来的。后来,随着科技发展,我们可以看出来了,比如,去年 LIGO 引力波探测器就探测出了黑洞引力波。

科学、技术、工程、数学驱动着全人类的社会发展,现在我们又迎来了新的一轮科学技术工程数学的革命。我对人工智能持乐观的态度。人工智能将带来全新的人类变革,而我们也会因此拥有全新的能力来驾驭这个世界。

最后我想说,世界远比我们想象的要大,勇敢地面对吧!

库逸轩(华东师范大学心理与认知科学学院副教授,博士生导师)

记忆解码与未来教育

关于“教育”,每个人都有自己的定义,然而对于“教育的目标”,大家可能有一个共识,那就是“授人以鱼,不如授人以渔”,也就是教育需要实现学习能力的提高。在人工智能飞速发展的背景下,Alpha Go 之所以引起人们的关注,根本原因在于它突破了过去计算机的瓶颈,结合深度学习和强化学习,实现了有效的目标化学习,并最终在围棋这类搜索空间极其大的智力运动中战胜人类的顶级选手。另一方面,学习的基石在于记忆,所谓“举一反三”,没有记忆的“一”作为基础,无法类推到“三”;学习的目

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

标也是记忆,否则学习无法形成有效的结果。在计算机的发展过程当中,记忆是比较容易实现的环节。对于计算机来讲,它可以快速检索海量的信息。

人类作为万物之灵,有着比其他动物强大得多的学习和记忆能力。但是,相对于机器,人究竟有什么优势呢? 李开复曾预言,金融、医生、律师、教师等职业,是最容易被人工智能取代的职业,因为这些职业极度依赖于经验,也就是依赖于记忆。随着人工智能的发展,这些职业真的会被机器取代吗?

计算机的发展目前可谓到达了一个"迅猛"的阶段。计算机行业中存在著名的"摩尔定律",即计算成本随时间的推进呈指数型下降。也就是说,单位成本能购买到的计算力,呈指数上升。库兹维尔在《奇点临近》这本畅销书中推广了摩尔定律,他总结了人类文明的历史并提出,技术的进步呈指数增长,当积累到一定程度时,其增长速度也将呈指数上升,这就是所谓的"奇点"的到来。他还预言,2045 年 1000 美金可以买到的电脑将拥有十亿颗人脑的计算力,这也就是奇点爆发的时候。这个时候,人工智能将全面超过人类智能,两种智能还将可能以一种融合的形式存在,并在宇宙中传播。我们的很多科幻作品中都出现过这样的画面:《黑客帝国》中人们沉浸在计算机构建的虚拟世界中,《超验骇客》中科学家死后将意识上传到云端的计算机服务器上。这一切似乎预示着人类智能被人工智能取代的未来正在快速迫近。

然而,我认为目前来看,这样的未来还比较遥远,下面从三方面来稍加说明。

首先,我们目前的科学发展对于仅仅三磅的人脑的了解仍然非常贫乏,就像我们对浩瀚的宇宙的了解一样。库兹维尔在计算每个人脑容量的时候,严重低估了人脑的计算能力,他根据神经元的神经冲动发放的特性,将神经元的输出简化成 0 或者 1,然后将人脑的大约 890 亿神经元统统作这样的二值化处理,计算出人脑的容量。这样的简化将神经元的模拟信号数字化,丢失了大量的信息。

其次,对于部件的理解不等于整体。对于线虫这种简单的模式生物,早在 1986 年我们就已经可以把它仅有的 302 个神经细胞之间的连接图全部刻画出来,但是直到今天我们还是很难准确地预测线虫每一个微小的运动。人脑有大约 890 亿个神经细胞,每一个细胞平均跟其他一千个神经细胞发生连接,这是非常复杂的网络。即使我们能把所有细胞的活动全部读出来,我们也未必能够把大脑的思维和意识真正解读出来。

最后,传统的冯·诺依曼式计算机架构,显然是需要突破的。目前计算机结构是串行的,虽然单个 CPU 每秒都可以轻松运算 10 亿次以上,通过搭建大型计算机群,结合深度学习的算法,已经能够在围棋或者人脸识别等很多方面超越人类,但是这种结构的容错性很差,如果在输入端给一点微小的扰动,就有可能在结果中产生很大的分类错误。例如,将一条狗的脸识别成人脸。相反,我们的人脑虽然运算很慢,但是它是完全并行的结构,其容错性非常好,这也是目前人脑的优越性所在。

只有上述这些问题得到克服,人工智能才能真正赶上甚至超越人类智能。

研究者们也在这些方面进行了不懈的努力。2014 年 *Science* 的一篇封面论文中,Merolla 等通过搭建类似于神经网络的并行计算机系统,完成了比传统的串行计算机更复杂的分类任务。但是目前运用大量计算机集群也只能搭建大约一百万个神经元系统,每一个神经元与其他的神经元平均只有 256 个突触连接,这离我们真实的神经系统还相差很远。另外一个方面是材料的进步。2016 年 *Nature Nanotechnology* 的封面文章中,Tuma 等发现一个新的相变材料,是一种叫做锗锑镝的合金,通过加电压,该合金可以从晶体变成无定形,实现模拟的信号变化,从而突破传统计算机晶体管中数字化的输入和输出,这更加接近神经元的一些反应模式。

我们的研究团队也在进行这方面的努力,但主要是从心理学的路径上寻求突破。我们关注的是工作记忆这样一个核心认知功能。心理学中将"一般智力"分为"流体智力"和"晶体智力"。晶体智力跟长时记忆相联系,随经验增加而增加;流体智力和工作记忆相联系,不太随经验改变,这也就是前面说的学习能力。尽管人类的长时记忆可以存储非常多的事件,但工作记忆的容量非常有限。1956 年 George Miller 发现我们对于数字的记忆只有区区的 5 - 9 个,后来研究者发现人类对于视觉物体的记忆

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

通常只有2-4个,可以说少得可怜。然而正是这个有限的容量跟很多认知功能相关,它决定了我们的语言、理解、计算、思维等能力的大小,跟流体智力也非常相关。至于为何我们大脑的CPU和内存如此之低,目前并没有答案,一个可能的原因是,对于完全并行的系统,这可能是一种涌现的特性;这样的方式可以有效限制表征之间的竞争,有利于决策的生成。

我们的研究主要关注大脑如何动态地表征工作记忆。表征是重要的问题,人工智能领域的天才David Marr构建了认知三层次模型,包括计算层,算法/表征层,以及实现层。深度学习网络(DNN)是我们对于神经网络计算层的模拟,如前所述,在这方面人们已经取得了举世瞩目的突破。在实现层上,神经科学家们也在不断地推进。对于中间的表征层,我们认为它可能是联系计算层和实现层的最佳切入点。

我们的研究结果显示,容量的限制跟大脑额顶网络的控制有关,记忆中每个客体的精确性跟大脑枕叶的活动有关。我们的额叶会对枕叶皮层有自上而下的控制,正是这个控制导致我们的认知出现瓶颈。同时我们还试图利用机器学习的方法,去解析这些表征。目前利用功能磁共振数据对表征的解码可以达到80%以上的准确率;采用更简单的无线脑电我们也可以达到70%以上的准确率,来解码记忆变化的过程。有趣的是,我们的结果显示,每个人的记忆动态变化曲线是不同的,到达记忆顶峰的时间和每个人能够达到的最高值都是不一样的。未来我们可以针对每个人的动态变化曲线采用一些干预的手段,通过训练的方法或者经颅电磁刺激等来增强记忆表征。通过这些科学的方法,我们或许可以量化地监控教育的过程,并实现真正的“因材施教”。在2017年*Current Biology*杂志上的一项最新研究工作中,Dikker等尝试在课堂上让老师跟学生全部戴上简易的无线脑电的电极帽,然后观察人跟人之间大脑同步性的变化,结果发现,不管是教育者和被教育者之间的脑电同步性,还是被教育者之间相互讨论时的同步性,都可以预测最终学习效果的好坏。

未来的教育应该拥抱人工智能。或许教师的某些职能会被人工智能取代,这正好使教师可以被解放出来并更多地关注人本的部分,例如道德的教育、情感的教育等。另一方面,人工智能可以让我们更好地监测教育的过程,真正地实现因材施教,从而充分提升被教育者学习与记忆的能力。

袁振国(华东师范大学教授、教育学部主任,中国教育学会副会长)

人工智能的时代,依然会有诗和远方

人工智能正以超过人们预想的速度发展,甚至有人担心在不久的将来人工智能将代替人的智能。但我相信,科技再发达,人也不会退场,我想用这样五句诗来做一个并非总结的发言。

第一句,“忽如一夜春风来,千树万树梨花开”。

今天关于人工智能与未来教育的讨论,涉及计算机科学、软件科学、计算科学、神经科学、心理科学以及教育科学等很多学科。今天的演讲者有学者,有企业家,有投资人,特别是还有一批锐意新秀。这是一次人工智能和教育问题的大碰撞,是一个非常精彩的开始。

今天的这个“高峰论坛”名副其实。一是高水平。这一段时间我也认真看了一些关于人工智能方面的文章和著作,对人工智能的理论和技术略有所知。今天参会的各行各业的代表,无论是在学术上,还是在技术上,在全国绝对都是走在前沿的。二是高关注。今天在场的有1000多人,而在线收看的仅腾讯直播就有5.6万人。有朋友发信给我,说他吃饭也捧着手机在收看,他认为有看大片的感觉。三是高收效。这次别开生面的讨论,对大家开拓思路、思考问题产生了很多的启发。今天解决了什么问题我不敢说,但是想到了很多问题、激发了很多的想法那是毫无疑问的。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

前不久有一本叫《奇点临近》的书被翻译出版,作者有一个很惊人的而且也是引起了极大争议的观点:到 2045 年前后,随着各种技术的整体推进,人工智能在整体上将会超过人的智能。这是一个石破天惊的推测,如果事实被他言中,那人类会发生怎样的惊天巨变?我们实在无法等闲视之!人类的文明,如果说从石器时代算起的话,至今大概有一万年的历史;从铁器时代开始的话有两千年的历史,从现代科学技术——蒸汽机开始的话,到现在也有三百年的时间。而互联网的出现到现在才二十多年,这在人类文明进程中只是弹指一挥间,可是它引起的人类生活方式和生存方式的变化已经远远超出了我们的预想。人工智能进入实用阶段才两三年的时间,在各行各业就已经得到了广泛运用。在交通、医疗、金融、家居等很多领域已经有了神奇的表现,很多行业出现了大规模的解雇员工的现象。人工智能在十多年前,还被认为只是一个故事,现在却已经成为人们不能不关注的历史巨变。现在,互联网快速发展,物联网也在加快发展,大数据分析、云技术、穿戴技术、深度学习技术整体推进,它们改变世界的程度超出了最富有想象力的人的预料。所以,这种变化给我们带来的挑战是无法忽视的。人工智能将极大地改善我们的生活状态、提升我们的生活质量,这是我们越来越会感受到的。同样,给我们带来的挑战也是前所未有的。世界的变化会让我们目不暇接,我们上大学的时候想选择的热门专业,等到毕业的时候,可能就已经不复存在了。

第二句,"接天莲叶无穷碧,映日荷花别样红"。

外面的世界很精彩,今天我们这里的讨论更精彩。目前,关于人工智能,在通讯、交通、医疗、金融等领域的讨论很多,唯独教育领域的讨论很少。库兹韦尔的《奇点临近》,赫拉利的《未来简史》,对人工智能在很多领域的运用都侃侃而谈,唯独在教育领域语焉不详。最近李彦宏、李开复都出版了人工智能的著作,涉及若干领域,教育也几乎没有涉及。为什么?因为教育太复杂,人的因素太丰富。今天我们关于人工智能与教育关系的讨论也许是到目前为止最丰富、最深刻、最精彩的一次。在蒸汽机革命、电气革命、电子革命这三次工业革命中,中国都擦肩而过;而今天,在人工智能的技术面前,我们跟世界的最先进水平是同步的,我们在很多技术方面可能还走在美国的前面,在很多技术的运用方面走在美国的前面。现在跟外国人交流的时候,我们经常听到他们的感叹"你们中国发展得太快了!"美国目前结账普遍使用的还是信用卡,而中国一下子就跨越到了手机支付。我看过很多公司的人工智能产品,包括今天介绍的睿易科技、科大讯飞、沪江网,还有很多其他公司所拥有的产品,它们在教育上应用的范围、人数,据我所了解在全世界都是最广泛的。

第三句,"千呼万唤始出来,犹抱琵琶半遮面"。

尽管人工智能在很多行业已经有激动人心的运用,有了快速的进步,但与其他的行业相比,人工智能在教育领域的应用还是相对滞后的。教育上面运用人工智能的瓶颈在哪里呢?鲁白教授说"就是小数据。数据能不能获得?你怎么获得数据?获得数据以后怎么来分析?"大数据在教育领域的运用,相对说来还很落后。数据不好采集,不知如何运用。现在,没有手机你不能通讯,没有嘀嘀打车你不能打车,连乞丐都已经能很娴熟地运用二维码乞讨。但是我们教育的变化呢?到目前为止还没有哪个学校、哪个老师说"对不起,今天网络不通,我们就放学吧。"目前的教育还是一支粉笔、一个黑板的天下。教育中通过大数据的运用来替代重复劳动的程度还很低。从这个意义上来说,教育在信息技术方面、在人工智能方面的运用空间是极大的,而我们已经看到了很好的端倪。

(1)人工智能的发展运用,将会给我们腾出更多的学习时间。

目前说得比较多的是人工智能会让我们的很多工种消失,让我们很多人失去工作岗位。可是不要忘了,很多简单重复的工作有机器人干完了,就不用我们人干了。我们可以有更多的时间学习我们所要学习的东西。我相信人工智能的发展,会给我们带来更多的闲暇时间和学习时间。上午狩猎、下午钓鱼、晚上讨论哲学的梦想就要成真了。

(2)人工智能改变教学的形态。

我们所熟悉的教育是固定的人在固定地点、固定时间、学习固定内容的教育,而互联网、人工智能

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

将彻底改变这种传统的教育,使任何人在任何地点任何时间可以学习任何的内容,这也被称为“泛在教育”。我们现在有一些网络公司、培训公司已经做到这样的程度,它没有学校,没有传统意义上的校园,也没有教室,它甚至没有教师,但是它可以赢利上亿甚至几十亿元。它的学校在哪里呢,教室在哪里呢,教师在哪里呢?——在每个学习者的家里,在每个学习者的电脑终端上,在每个人的手机上。它一年365天不休息,一天24小时不休息。夜里面你要学习,找美国人、找意大利人、找澳大利亚人都可以。互联网的发展,人工智能在教育上的运用,已经使得泛在学习可以真正实现。倒是现在的教育体制、考试录取招生制度限制了现代信息技术在教育上的运用。到了陈旧的生产关系束缚先进的生产力的时候了。

(3)在提高我们的教育效率、管理水平、改善我们的评价方式等方面,人工智能已经大显身手。我看了一下今天直播的收视情况。直播后台时刻告诉你现在有多少人在线,这些在线的人的年龄分布、性别分布、职业分布、学历分布,以及地域分布。在很多课堂上,互联网、云技术、教学软件与手机、iPad的运用,已经逐渐改变了学习方式和评价方式,学习效率得到明显提高。虽然教育在运用现代信息技术、人工智能的程度上,比起其他行业来,可能是一个落后的领域,但它前景无限。

第四句,‘暮霭沉沉楚天阔’,‘柔肠一寸愁千缕”。

人工智能在教育领域运用了以后,教师会不会失业?我们到底是人还是机器人呢?我们的交往对象是机器人的时候,我拿起电话来也不知道对方是人还是机器人的时候,我们的感情寄托在哪里呢?在这样的情况下,人面对着的将是一个怎样的世界呢?人们有很多的顾虑,也有很多的担忧。我相信这正是“人”考虑自己问题的一个了不起的地方,人的自我意识,忧患意识。今天的会场上似乎这样的情绪也不断地被释放出来。忧患意识也许正是人之为人的本质。

第五句,‘不畏浮云遮望眼,自缘身在最高层”。

库兹韦尔在《奇点临近》一书里说,人类的进化也是一种算法的改进。人工算法的发展是一个加速度,是一个指数增长速度,它会用很短的时间超过人类几千年、几万年进化的程度。这种想象力当然是非常惊人的,也是有事实支持的。但人类感知和思维的整体性和综合性,人的情感性和社会性,在这些方面,人工智能到目前为止还没有显现出来。而且我们可以毫无疑问地相信,在人工智能发展的过程当中,我们人自己也一定会不断发展。

当年很多人担心机器的发明和运用,将会使人类大量的走向贫困,所以有捣毁机器的运动。当我们有了汽车、有了飞机的时候,也有很多的担忧,甚至有人认为这是世界的魔咒。有没有问题?有的。但是这些问题在整个人类的文明进程当中,都可以慢慢地被解决。有很多人担心人工智能与机器人的结合会使很多工种消失,很多人失业,这固然是不错,但它也会催生出更多的岗位和职业。比如教师,现在是班级授课制,当重复性的、有规则的劳动都被人工智能代替的时候,现在意义上的教师一定会大幅减少,但对个别化的“教练”,以学定教的导师,情感交流的心灵师等,一定会有更大的需求。也有人担心人工智能可能会扩大数字鸿沟,造成教育的更加不公平。从当下的情况来看,从局部的情况来看,这种可能性是存在的,甚至已经有所表现,但是我也相信随着人类文明整体的发展,人类整体的公平水平一定会不断提高。同时,人工智能在推进教育的国际化、个性化以及增强师生之间的互动方面,都毫无疑问地会达到以前无法想象的深度和广度。

人工智能的时代,依然会有诗和远方!

(责任编辑 胡 岩)

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI:10.13811/j.cnki.eer.2018.04.001

技术是如何改变教育的?

——兼论人工智能对教育的影响

王 竹 立

(中山大学 现代教育技术研究所,广东 广州 510275)

[摘 要] 技术与教育的关系是一个长期争论不休的话题。技术的进步对教育具有革命性影响,不仅能改变教育应该培养具有什么样的知识技能与价值观的人这个总体目标,还能改变如何培养人这个教育所需要采用的方法和手段。但不是所有的技术进步都能对教育产生革命性影响,只有革命性技术才能产生这样的影响,对技术在教育中的应用应采取理性态度。人工智能是有史以来最具革命性的技术,必将对教育产生前所未有的深刻影响。培养具有全新知识技能与价值观的创新型人才,是智能时代教育的终极目标。

[关键词] 人工智能;教育与技术关系;教育本质;软知识;创新型人才

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 王竹立(1963—),男,湖南衡阳人。副教授,主要从事网络时代学习、教学设计和创新思维研究。E-mail:WZL63@163.com。

一、问题的提出

经常听到这样一种说法,无论技术怎么变化,教育的本质不会变。这句话从字面上看,没什么问题,因为教育是培养人的活动,教育的本质就是培养人。无论技术如何进步,教育培养人这一本质特征不会改变。

笔者认为,这句话里所说的技术,不是泛指所有的技术,而是指与教育关系密切的信息技术,更具体地说,是指以网络为核心的现代信息技术,包括最新的人工智能技术。这句话所说的教育的本质,也不是笼统地指培养人这个抽象的本质,而是指培养什么样的人和如何培养人这样的教育观念和教育模式。因此,这句话有可能被理解为:无论信息技术如何发展,教育应该培养什么样的人和如何培养人这些根本问题都不会发生改变。如果是这样理解的话,那就有商榷的必要了,本文的讨论仅仅限于后面这句话所表述的意思。如果只是前面那种字面上的理解,则不在本文的讨论范围内。

那么,信息技术的发展,到底会不会改变教育应该培养什么样的人,以及如何培养人这些根本问题呢?我们不妨深入探讨一下。

二、培养什么样的人会随着时代的变化而变化

培养什么样的人,指的是教育的总体目标,它代表的是一种价值取向。不同的时代对人才有不同的要求,不同类型的人才在不同时代的价值也不完全一样。培养什么样的人应该包含两个层面:一是培养具有什么样的知识和技能的人;二是培养具有何种价值观的人。

(一)不同时代的人才需求

农业时代,生产力还不太发达,社会分工也不太明显,人们主要靠自食其力。这个时代需要培养的是个体劳动者和手工劳动者,自己动手、丰衣足食可以说是这个时代的真实写照。以血缘关系为主体的家庭与家族是基本的生产单位,与之相对应的教育体系是私塾和书院。

工业时代,由于大生产的出现,社会分工明显细化,这个时代需要的是机械化大生产流水线上的工人,和各行各业的专业人士,标准化教材和现代学校

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

制度开始出现,人才的专业化程度明显上升。

到了信息时代,信息的生产、加工、传播和应用成为推动社会生产和社会进步的主要动力,对人才的信息素养的要求骤然升高,个性化在线学习环境的构建成为重中之重。

正在到来的人工智能时代,由于智能机器人将代替人类完成大部分标准化、规范化工作,培养创新人才成为教育的主要目标,构建有利于创新的教与学体系已成当务之急。

可见,不同的时代对人才的知识与技能的要求有很大的不同,教与学内容有很大的改变。

(二)技术进步是时代更替的关键因素

时代的划分往往与技术的进步密切相关,比如农业时代起源于人类种植技术的发明;工业时代肇始于蒸汽机的发明;互联网的诞生让人类快速进入了信息时代;人工智能的出现则开启了智能时代。可见,技术的进步往往决定了时代的更替。

还有一种划分时代的方法,就是根据生产关系来划分时代。如奴隶时代、封建时代、资本主义时代、社会主义时代等等。这种划分有时会存在争议,由于意识形态的不同,会有不同的划分的方法,这里姑且不论。我们要讨论的是,生产关系又是由什么决定的呢?生产力。生产力与生产关系相互依存、互相影响,构成一对矛盾体。生产力是矛盾的主要方面,生产力决定生产关系,有什么样的生产力,就会要求有与之相适应的生产关系, 生产力的发展会带来生产关系的变革;另一方面,生产关系也会对生产力产生反作用。生产关系适合生产力的客观需要的时候, 就促进生产力的发展;反之,则会阻碍生产力的发展。但生产关系最终一定要适应生产力的发展,这是不以人的意志为转移的客观规律。

再进一步追问,生产力又是由什么决定的呢? 生产力主要有三个构成要素:劳动者、劳动工具和劳动对象等。生产力是指人们改造自然的能力,而科学技术作为人类认识自然、改造自然的工具和手段,必然会对生产力产生重大和深远的影响。科学技术通过渗透和作用于生产全过程,而成为现实的、直接的生产力。现代科学技术发展的历史早已充分证明, 科学技术,特别是高新技术,正以越来越快的速度向生产力诸要素全面渗透。例如,科学技术被劳动者掌握,便成为劳动的生产力; 科学技术物化为劳动工具和劳动对象,就成为物质的生产力。科学技术被应用于生产过程的管理中,也成为管理的生产力。1988 年 6 月,在全国科学大会上,邓小平根据马克思主义的基本原理和当代科学技术发展的趋势和现状,提出了“科学技术是第一生产力”的论断。也就是说,科学技术可直接改变构成生产力的诸要素,而成为一个最关键的要素。

对于教育来说,信息技术就是第一生产力。因为信息技术不仅能够影响教师和学生的观念,提升他们信息素养及交流与协作能力,还能作为教育教学的工具和手段,以及教育资源的重要组成部分。信息技术还会改变教育管理的观念与模式,通过提升教育生产力,进而改变教育领域的生产关系。教育领域的生产关系就是教育体制与教育模式等。技术与教育的关系可概括为“技术→时代→人才需求→教育教学体系”,见表 1。

表 1　　技术进步与教育变革的关系

技术	时代	人才需求	教育教学体系
种植技术	农业时代	个体劳动者	私塾、书院
蒸汽机	工业时代	流水线上的工人、各行各业的专业人士	现代学校制度
计算机、网络	信息时代	信息的生产、加工、传播、使用者	个性化在线学习环境
大数据、人工智能	智能时代	创新型人才	创造性的学习环境

(三)技术进步对人类价值观的影响

信息技术不仅能改变对人才的知识和技能方面的需求,还可能改变人类的价值观。例如,目前人类的主要价值观是人文主义价值体系。人文主义是文艺复兴的核心思想, 是新兴资产阶级反封建的社会思潮,也是人道主义的最初形式。它肯定人性和人的价值,要求享受人世的欢乐, 要求人的个性解放和自由平等,推崇人的感性经验和理性思维。而作为历史概念的人文主义,则指在欧洲历史和哲学史中主要被用来描述 14 到 16 世纪间较中世纪先进的思想。一般来说,今天历史学家将这段时间里文化和社会上的变化称为文艺复兴, 而将教育上的变化运动称为人文主义。[1]莎士比亚在《哈姆雷特》一剧中,用抒情诗般的美丽语言讴歌人类:“人是一件多么了不起的杰作! 在理性上多么高贵! 在才能上多么无限! 多么文雅的举动! 在行为上多么像一个天使! 在智慧上多么像一个天神! 宇宙的精华,万物的灵长! ”就是人文主义思想的典型代表。人文主义思想体现了以人为本和以人类为中心的意识,其影响一直延续至今。

然而,随着现代科学技术和人工智能的研究进展,人类这种唯我独尊的思想受到了前所未有的挑战。一些学者认为,人文主义所导致的对人类的崇拜其实是一种宗教,生物是一种算法,人类也不过是一种算法

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

而已,与其他生物并没有什么本质的不同。以色列历史学家尤瓦尔·赫拉利在其畅销名著《未来简史:从智人到神人》中尖锐地指出:“就目前最先进的科学看来,人的选择不是生物预设就是随机,两者就像蛋糕一分为二,没有哪一小块属于‘自由意志’。到头来,我们奉为神圣的‘自由’就像‘灵魂’一样,只是个空虚的词语,只存在人类发明的想象故事中。”他还在书中列举了大量的科学实验论证自己的判断。“如果认为人类永远都能有自己独特的能力,无意识的算法永远无法赶上,这只能说是一厢情愿。对于这种空想,目前的科学反馈可以简单概括为三项原则:1. 生物是算法。每种动物(包括智人)都是各种有机算法的集合,经过数百万年进化自然选择而成。2.算法的运作不受组成物质的影响。算盘的算珠无论是木质、铁质还是塑料质,两个珠子加上两个珠子还是等于四个珠子。3.因此,没有理由相信非有机算法永远无法复制或超越有机算法能做的事。只要运算结果有效,算法是以碳来表现还是硅来表现又有何差别?”[2]虽然我们未必认同他的所谓“数据主义”观点,但也没有足够证据证明他的观点完全不正确。未来人类可能不仅要与自然界其他生物平等相处,甚至不得不与自己所造出来的智能机器人和平相处,并严肃面对人类被少数“神人”和机器人统治的可能性,做好应对各种挑战的准备。

三、如何培养人更容易受到技术的影响

如何培养人是教育方法和手段方面的问题,这个问题与技术的关系就更加密切了。方法和手段本来就是技术,是技术的代名词。当然,狭义的技术主要指物质技术,指物质化的技术及其产品;方法和手段更多地属于观念技术范畴。但观念技术很多时候需要借助物质技术的帮助才能实现,在今天尤其如此。

比如,今天的课堂教学更多地依赖电脑多媒体设备进行,研究/探究性学习需要借助信息化资源与信息化工具的帮助才能更加高效,个性化学习更需要网络和信息技术提供的条件与便利。

在原始时代,由于没有发明造纸术和活字印刷术,人类只能靠口口相传的方式来培养下一代,少量的手抄本满足不了大规模教育的需要,培养人的活动主要在私塾里完成的,记忆与背诵成为学习的主要方式;后来发明了造纸术和活字印刷术,使得大规模文本复制成为可能,于是出现了拉米斯标准化教材和现代学校制度,[3]班级授课制成为主流的教学模式,教室成为培养人的主要场所。由于很多学习的内容可以通过书写的方式记录下来,记忆和背诵在学习中的重要性有所下降,理解能力的重要性得到提升。互联网的出现让信息与知识更加容易随时随地获取,知识由静态的层级结构变成网络与生态,学习可以无处不在、无时不可发生,不仅记忆和背诵的作用进一步下降,对知识本身的理解和建构的重要性也开始下降,连通的重要性大幅提升。知道在哪里、知道谁比知道什么、知道怎样更重要。[4]人才培养也由共性化变成个性化,在线自主学习日益成为主流的学习方式。

四、教育观念、教育体制对技术的反作用

前文已经说过,信息技术是教育的第一生产力,对教育具有革命性的影响。但正如生产关系对生产力、上层建筑对经济基础有反作用力一样,教育体制、教育观念对信息技术在教育中的普及与应用、新的教学模式的生成也具有反作用力。当教育观念、教育体制适应信息技术教育应用的需要时,对信息技术的教育应用和新的教学模式的生成有加速与促进作用;反之,则可能有减缓甚至阻碍作用。

当下最典型的例子,莫过于传统教育观念与教育体制对以智能手机为代表的移动互联网进入学校与课堂的阻碍。

智能手机已越来越成为人类须臾不可离的生活、工作与学习工具,有学者称之为进入移动互联网的“第一入口”,其重要性已不言而喻。然而,在我国大部分中小学,乃至少数大专院校,智能手机依然被视为扰乱正常教学秩序的“第三者”,一旦被带入学校和课堂,立即会被没收、处罚,乃至砸烂、销毁,其严厉程度令人惊诧,让人联想起工业革命初期在英国发生的那一场轰轰烈烈的“工人破坏机器”的运动。究其原因,主要是因为智能手机及其移动互联网与传统的教育体制与教育观念发生严重的冲突,于是,传统的教育体制与教育观念对智能手机和移动互联网在教学方面的应用发挥了反作用。

当今的教育体制仍然是工业时代的产物,以培养各行各业标准化专业人才为目标,统一的教学大纲、标准化教材和考试、步调一致的班级授课制是其显著特征。而智能手机和移动互联网则为个性化学习提供了便利。个性化学习要求自定目标、自选内容、自定步调、自我评价,这显然与当前的教育体制和教学模式难以协调一致。例如,学生自带设备(如智能手机、iPad、平板电脑等)进课堂,给传统的以讲授为主的课堂教学模式带来严峻的挑战;网络带来的多元观点、多元视角、真实问题让固守教材的知识灌输难以为继,学生从网络获取的知识和技能在单纯的卷面考试

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

中得不到合适评价，也凸显了传统评价模式的缺陷，网络的跨时空特征也让学习和交流无处不可发生且可以突破时间和地域的限制。学校和教师虽然也看到这些问题，但囿于传统教育观念和考试升学率的压力，更倾向于拒绝智能手机和移动互联网进学校、进课堂，以避免上述种种冲突与矛盾。其结果是教育与时代的发展越来越脱节，信息技术与教育教学的深度融合一时难以实现，教育教学模式的深度变革受到阻碍和延缓。

不仅如此，教育理念、教育体制对技术的反作用还可能影响技术本身的发展与进步。例如，据人民网报道，尽管我国人才培养规模居世界前列，但我国在十大重点领域的人才缺口却很大。其中排第一位的是，新一代信息技术产业人才缺口高达 950 万。在广州、东莞、佛山等地举行的 2017 年春季人才需求招聘会上，与工业机器人、智能制造相关的一些岗位出现在不少企业的招聘广告上，然后现实却是：企业苦等一上午，都招不到合适的人才。[5]如果不改革传统的教育观念、教育体制，将严重阻碍我国在信息技术领域的发展，使我国失去抢占信息技术和人工智能领域制高点的机会。当然，从长远来看，这种阻碍和延缓是暂时的，生产关系最后一定要适应生产力的发展，教育最终也必须随着信息技术的进步而发生根本性的变革。

五、如何理性面对技术

对技术与教育关系的看法，有两种常见的错误观点：一种坚持认为，技术是教育教学的手段和工具，是为教育教学服务的，技术不能改变教育教学的本质与规律。这种观点前文已有详细讨论。另一种则认为，技术是导致教育变革的革命性因素，必须不折不扣地接纳与采用最新的技术。两种观点经常对立，一方过于保守，一方又过于激进。保守的一方常常害怕改变，看不到时代已变、未来已来，试图以不变应万变；激进的一方则对技术有一种盲目崇拜，不加区分地追随一切新的技术，不惜耗费大量的人力、物力和财力，去购买最新的技术与设备，而不懂得冷静观察与理性选择。

笔者认为，技术既是教育教学的手段和工具，也是导致教育教学发生颠覆性改变的革命性因素。两者并不矛盾，关键要区分是哪些技术、是单个技术还是技术集合？

事实上，并不是所有的技术进步都能对教育教学产生革命性影响，只有其中一部分革命性技术以及这些技术的集合才能够产生这样的影响。这些革命性技术必须满足三个条件：一，这些技术与以前的技术相比有突破性进步，而不只是枝节上的改进；二，这些进步能解决教育教学中的某个瓶颈问题；三，技术门槛低，易学易用，入门容易，且性价比高、廉价甚至免费，易于普及推广。

以 PPT 为例，PPT 解决了文字、图片、音频、视频等多种媒体统一呈现的瓶颈问题，相对于书本、粉笔与黑板、投影胶片等有突破性进步，而且入门容易、免费，满足了革命性技术的三大条件。相比之下，与 PPT 同时出现的一些工具，如 Authorwave 等更专业、功能更强大的工具，由于技术门槛较高，不容易普及推广，最终反而被淘汰。

互联网也是一项革命性技术，它解决了全球互联互通、双向互动、跨时空交流的瓶颈问题，而且技术门槛极低，只要接入就可以了，费用也极低；与之前的广播电视技术只能单向传播、技术门槛高相比，有突破性进步，满足了三大条件。

智能手机可视为又一项革命性技术，它解决了计算机微型化、无线接入互联网、便于携带等瓶颈问题，而且使用方便、性价比高，与之前的台式电脑、笔记本电脑甚至 iPad 相比都有突出优势，所以它的普及性也远远超过了前面这些工具。

笔者曾在早年的一篇论文中认为，尽管互联网毫无疑问是一项革命性的技术，但要改变传统的教学模式还欠缺“临门一脚”，笔者当时预测这个“临门一脚”的技术可能是视频会议系统与移动终端技术的结合与成熟，从而打造出一个网上虚拟课堂，以替代传统的实体课堂。[6]随着时间的推移与技术的发展，笔者现在判断智能手机和人工智能技术有可能同时甚至先于视频会议系统和网上虚拟课堂技术的成熟，而率先实现改变传统教育教学模式的最后冲刺。

这些革命性技术不仅可以作为教育教学的工具和手段，而且还构成了今天教育教学难以离开、甚至赖以生存的生态环境。举几个例子：PPT 的普遍使用，带来多媒体教学环境的形成，粉笔黑板这类传统的课堂教学设备退居非常次要的位置；互联网的出现则让传统的通过广播电视进行的远程教学变为以网络为主要载体和传播途径的网络教育与在线学习；智能手机的出现则带来移动互联网对传统课堂的激烈挑战，最终有可能改变传统课堂的标准化教学模式，代之以个性化的自主学习模式。[7]

根据百度百科定义，生态环境（Ecological Environment）就是“由生态关系组成的环境”的简称，是指与人类密切相关的，影响人类生活和生产活动的

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

各种自然(包括人工干预下形成的第二自然)力量(物质和能量)或作用的总和。[8]

技术大多数时候是以辅助人类生活和生产活动的工具形式出现的。作为工具的技术,我们可以用它,也可以不用它。在我们与工具的关系中,人类始终处于支配的地位。但有些技术则不仅仅以工具的形式存在,而是成为我们赖以从事生活和生产活动的环境的一部分。例如火、电、网络等技术,人类已经越来越离不开它们了。它们构成了所谓的“第二自然”,构成了人类生态环境的一部分,人类与它们的关系不再是支配与被支配的关系,而变成依赖与被依赖的关系。我们不可能拒绝它,因为拒绝它所带来的不便比使用它所带来的弊病要多得多。

除了少数革命性技术之外,大多数技术可能只满足了革命性技术三大条件中的一部分,而不是全部,这些技术可暂时称之为过渡性技术。过渡性技术有可能被淘汰,但也可能通过不断改进而最终变成革命性技术。比如早年以电子阅读器、平板电脑和 iPad 为基础开发的电子书包,由于其价格昂贵、携带不便,尤其是常常被限制与互联网连通,未能充分发挥网络互联互通、双向互动、跨时空交流的优势,只不过将它作为一个学生手中的多媒体工具来使用,与传统的多媒体教学相比没有突破性进步,还增添了教学成本与管理负担,因而最终无疾而终;电子白板不过是将平板电脑与投影屏幕合为一体,里面增加了一些教学工具,虽然比传统的多媒体设备(电脑+投影仪+屏幕)节省空间,但并不能解决更多的教学瓶颈问题,因而依然属于过渡性技术。对于过渡性技术,宜采取等待观望态度,不值得步步紧跟和大力追捧,以免带来不必要的时间、精力和金钱的浪费。对层出不穷的新技术,笔者曾提出过三项选择原则:一,不选贵的、新的,只选对的、适合的;二,用简单的技术做不简单的工作,而不要用复杂的技术去做简单的工作;三,对新技术保持必要的关注与敏感,一旦某种技术发展成熟,由过渡性技术变成了革命性技术,就要毫不犹疑地选择它,切莫后人一步。[9]

六、人工智能对教育的影响

人工智能(Artificial Intelligence,AI)是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。人工智能是计算机科学的一个分支,它企图了解智能的实质,并生产出一种新的能以人类智能相似的方式作出反应的智能机器,该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。[10]

第一代人工智能试图让机器模拟人类的思考过程,后来发现这是一条非常艰难的路,因为人类对自己到底是如何思维的至今也没完全弄清楚,又如何能够让机器模仿人类思考?仅仅在形态结构上让计算机网络去模拟人类神经网络是不够的。尽管还有不少研究者坚持在这一领域工作,但迄今进展不大。后来科学家转变思路,让机器人用自己的方式思考。第二代人工智能不是像人类一样,依靠对事物之间因果关系的逻辑分析来作出决策和判断,而是通过基于大数据的深度学习来发现事物之间的相关性。它采取的方式不是对抽样调查数据进行分析,而是对全部数据进行分析,从而发现两组或多组数据之间的相关性,而无须知道其间的因果关系。对智能机器人来说,最重要的是大数据与智能算法。数据越多、越完备,则决策与判断就越准确、越不容易出错。这一做法对教育教学研究有很大的启示,以往我们总是试图采用自然科学的那一套研究方法,通过因果关系的分析来发现教育教学规律,但由于教育教学属于具有较大不确定性的活动,很难进行真正意义上的实验研究,所以我们常常不得要领。现在有了大数据,数据相关性分析可能比因果关系分析更具有可行性。

从上面的介绍中可以看出,人工智能可能是有史以来最具革命性的技术,其对教育的影响很可能也是前所未有的。人工智能旨在制造能像人类一样思考、甚至超越人类思考能力的机器,这种智能机器人将取代人类的大部分常规工作,包括大部分的体力劳动和智力劳动。这既可能给人类带来前所未有的福利,也带来前所未有的挑战。未来人类可能只能在人工智能所留下的工作“缝隙”中去找工作。这种工作“缝隙”有可能是人工智能不能完成的那一部分“旧”工作,也可能是人工智能所制造出来的“新”工作。

人工智能对教育的影响依然可从培养什么样的人和如何培养人两方面来考虑。

(一)培养什么样的人

人工智能时代,教育应该培养具有全新价值观和知识技能的人。这种全新的价值观到底是什么,与以前的价值观对比变化有多大,现在还不能完全说清楚,还需要不断探索与建构。人类也许应该学会谦卑,与大自然和智能机器人和平相处、互相促进,而不再总是以自我为中心,让万事万物为自己服务。人类也许应该不再把自己当作万物的主宰,而是平等的一份子。不再穷奢极欲、破坏环境、耗竭资源。劳动也许会成为生活的必需,而不再是谋生的手段。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人类必须学会那些智能机器人不会或不擅长的知识和技能。这些知识和技能大都与情感和创造有关。从知识层面来说，人类应该更多地学习和建构软知识，而不是硬知识。关于什么是软知识、什么是硬知识，笔者在《面向智能时代的知识观与学习观新论》一文中曾给出过这样的定义：区别软知识和硬知识最主要的指标是知识的稳定性。稳定性又包含知识结构的稳定性、知识内容的稳定性和知识价值的稳定性三个方面。知识结构的稳定性是指某种知识已经形成比较稳定的知识结构和知识体系；知识内容的稳定性是指知识不再容易受到主观因素和时间因素的影响而改变；知识价值的稳定性是指知识不容易随着时间的推移而失去其价值和意义，从而被新的知识所替换而淘汰。

软知识和硬知识并不是截然分开的，而是一个连续的统一体，多数知识处于软和硬这两个端点之间。三个层次都稳定的知识属于最硬的知识，三个层次都不稳定的知识属于最软的知识，只有两个层次稳定的或只有一个层次稳定的知识则介于两者之间。少数软知识有可能最终变成硬知识，而更多的软知识则可能被新知识所淘汰或替换。[11]软知识与硬知识的举例见图 1。

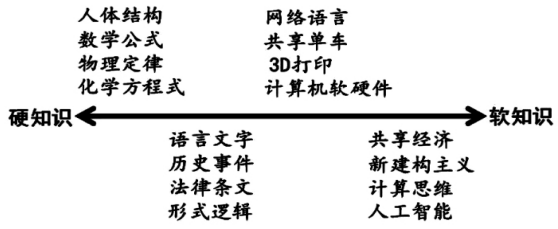


图 1　硬知识与软知识举例

值得注意的是，目前在学校里，尤其是中小学教的知识大都是硬知识，而这类硬知识未来很容易被智能机器人掌握，凡是用硬知识能解决的问题，智能机器人都能够替代人类去完成，而且会比人类学得更快、做得更好。最近，关于智能机器人参加人类高考仅用极短的时间就取得优异成绩的报道可作为佐证。而软知识由于产生较晚、变化较快，来不及积累起大量的数据；或者大都属于抽象知识和隐性知识，难以转变为计算机所能识别的数据，因而难以被智能机器人掌握。因此，未来硬知识的重要性将会下降，而软知识的重要性将会上升。从现在开始，教育就应该由教硬知识逐渐向教软知识过渡。如果我们不及时改变，将很难满足时代发展的需要。

未来不是所有的硬知识人类都不需要再学习了，也不是所有的硬知识都同等重要。那些与某类软知识建构密切相关、构成某类软知识建构基础的硬知识可能仍然需要学习。但那时人类对硬知识不再是无目的地泛泛而学了，而是要经过严格筛选。硬知识的学习往往是在学习软知识的过程中“顺带”学到的，是从属于软知识学习的，是为学习和建构软知识服务的。

（二）如何培养人

迄今为止，学校还是以传递—接受式教学为主，但研究（探究）性学习也越来越多。到了人工智能时代，一对一的学习指导、个性化的自主学习和社会化的交流协作将成为主流。一对一的学习指导可由智能机器人教师和人类教师共同完成。智能机器人教师负责硬知识的学习指导，而人类教师负责软知识以及情感、态度、价值观的学习指导。人类教师与智能机器人教师分工合作，共同完成对人类的教育教学任务。

传统的学习理论将过时，新的学习理论应运而生。主张多连通少建构的连通主义学习理论和强调学会选择和零存整取的新建构主义学习理论[12-14]将进一步得到发展。未来可能出现统一的、符合人工智能时代需要的学习理论。

人工智能时代，以标准化、规范化为特征的现代学校体制将会彻底转型或消亡，代之以更加开放、多元、个性化的学习体系。实体学校将大部分被网上学校取代，面对面的实体课堂将大部分被网上的虚拟课堂和一对一的教学指导所取代，只有少数短训班、实验基地、实习基地还会存在，开放式的学习中心和创客空间将会发展壮大。

中小学还会以实体形式存在。因为国家和社会还需要对青少年进行思想道德教育、意识形态教育、传统文化教育与社交技能培养等。但学制会缩短，学时会减少，学习内容与学习方式有很大改变。除了基本的读写算能力之外，更重要的是教会孩子们如何进行网络学习，如何与智能机器人打交道，如何编程，如何利用大数据，如何与他人进行情感交流、如何进行创造性思考等。情感能力、信息能力、创新能力将成为人类最核心的能力。

无论是在实体课堂还是虚拟课堂，讲授将不再占据主要时间，而是在课外通过网络自学进行。课堂上主要活动是分享、交流、讨论、合作、创造。课和课程不再重要，考试和学分不再重要，重要的是你学到了什么、分享了什么、创造了什么。翻转学习成为主流的集体学习模式。新的更具个性化和开放性的学习文化将替代传统的以集体化、统一化为特征的校园文化。

未来，标准化考试将退出历史舞台，只在某种特殊的情境下或作为游戏需要才偶尔出现。人才的选拔和求职者的遴选将由人力资源方面的智能机器人完

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

成。这种智能机器人不仅能考核人的知识和技能,还能分析人的思维与行为特征、身体素质和健康水平,以及与职业的匹配度和在所有候选人中的排名位置等。名校的学历与文凭将不再重要。

目前,科学家已开始探讨如何将记忆芯片移植到人类的大脑,或者通过改变大脑的脑电波将记忆“复制”到人类的大脑之中。如果能够成功,那将是又一次革命性的技术突破,意味着人类可以无需经过学习而获得相关知识和经验的记忆。那时候教育会变成什么样子,已远远超出本文的讨论范围了。

[参考文献]

[1] 百度百科.人文主义[DB/OL].[2017-11-28]. https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E6%96%87%E4%B8%BB%E4%B9%89/194350?fr=aladdin.

[2] 尤瓦尔·赫拉利.未来简史:从智人到神人[M].林俊宏,译. 北京:中信出版社,2016.

[3] 郭文革. 教育的“技术”发展史[J]. 北京大学教育评论,2011,9(3):137-157.

[4] G·西蒙斯.网络时代的知识和学习——走向连通[M].詹青龙,译.上海:华东师范大学出版社,2009.

[5] 人民网.十大重点领域面临人才缺口[EB/OL].[2017-12-04]. http://finance.people.com.cn/n1/2017/0221/c1004-29097590.html.

[6] 王竹立. 技术与教育关系新论[J].现代远程教育研究,2012(2):26-32.

[7] 王竹立,李小玉,林津. 智能手机与“互联网+”课堂——信息技术与课程整合的新思维、新路径[J].远程教育杂志,2015(4):14-21.

[8] 百度百科.生态环境[DB/OL].[2017-12-04].https://baike.baidu.com/item/%E7%94%9F%E6%80%81%E7%8E%AF%E5%A2%83/84119?fr=aladdin.

[9] 王竹立. 技术与学习关系新论[J].现代远距离教育,2012(5):9-15.

[10] 百度百科.人工智能[DB/OL].[2017-12-04].https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E5%B7%A5%E6%99%BA%E8%83%BD/9180?fr=aladdin.

[11] 王竹立.面向智能时代的知识观与学习观新论[J].远程教育杂志,2017(3):3-10.

[12] 王竹立.新建构主义:网络时代的学习理论[J].远程教育杂志,2011(2):11-18.

[13] 王竹立.关联主义与新建构主义:从连通到创新[J].远程教育杂志,2011(5):34-40.

[14] 王竹立. 碎片与重构:互联网思维重塑大教育[M].北京:电子工业出版社,2015.

How does Technology Change Education?
——On the Influence of Artificial Intelligence on Education

WANG Zhuli

(Modern Education Technology Research Institute, Sun Yat-sen University, Guangzhou Guangdong 510275)

[Abstract] The relationship between technology and education is a long-debated topic. The progress of technology has a revolutionary influence on education, which can not only change the overall goal of education, but also change the methods and means of education. In other words, it has great effects on what kind of persons should be cultivated by education and how to cultivate them. But not all technological advances have a revolutionary impact on education except revolutionary technologies, and the application of technology in education should be rational. Artificial intelligence is the most revolutionary technology in history, which will definitely have an unprecedented impact on education. Cultivating innovative talents with new knowledge, skills and values is the ultimate goal of education in age of intelligence.

[Keywords] Artificial Intelligence; Relationship between Education and Technology; Educational Essence; Soft Knowledge; Innovative Talents

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

国外教育人工智能的研究热点、趋势和启示

陈颖博[1] 张文兰[2]

(1. 安康学院 电子与信息工程学院,陕西安康 725000; 2. 陕西师范大学 教育学院,陕西西安 710062)

[摘要] 为了促进人工智能在教育领域的深度应用,加快实现人工智能为教育赋能,本文以 Web of Science 数据库核心数据合集中 313 篇以"人工智能 + 教育"为主题的文献作为研究样本,利用 CiteSpace 知识图谱软件从文本和视图两方面进行聚类分析,发现国外教育人工智能的研究热点有智能导师系统、人工智能教育机器人、机器学习、学习模型、智慧学习、计算思维。研究趋势是将计算机技术和神经科学、认知科学结合起来应用于学习认知、情绪认知等。基于此,本文提出我国教育人工智能研究应深化研究层次,注重对意识、情感、态度的研究;重视人工智能应用于教育的效果评估及影响因素研究;利用 VR/AR 进行跨媒体融合研究,构建智慧学习空间;由知识掌握转向智能核心素养的培养;促进教育人工智能的学习内容、教学模式改革研究。

[关键词] 人工智能;教育;可视化分析;研究热点;研究趋势

[中图分类号] G420 [文献标识码] A [文章编号] 1007-2179(2019)04-0043-16

一、引 言

随着移动互联网、大数据、超级计算、认知科学等理论及新技术的发展,人工智能呈现跨越式发展态势,出现了深度学习、机器学习、人机协同、群体智能、自主操控等研究热点、趋势。我国 2017 年颁发的《新一代人工智能发展规划》指出,要利用人工智能加快推动人才培养模式、教学方法改革,构建包含智慧学习、交互学习的新型教育体系。2018 年教育部发布的《高等学校人工智能创新行动计划》《教育信息化 2.0 行动计划》等文件将人工智能上升到国家战略。机器学习、深度学习、学习分析、智能教育机器人等已融入教育,成为人工智能应用的主要领域。那么,从 2008 年至 2018 年的十年里,国外教育人工智能的研究热点、研究趋势有哪些?国外教育人工智能研究对我国有什么启发?为了了解这些问题,本研究利用 CiteSpace 知识图谱软件,对 Web of Science 数据库核心数据合集中的文献进行可视化分析,对关键节点或聚类中的文献进行综述,探究国外教育人工智能的研究热点、趋势,为我国构建人工智能时代的新型教育生态提供经验。

关于教育人工智能的内涵,闫志明等人(2017)认为教育人工智能是人工智能与学习科学相结合的新领域,目标是促进自适应学习的发展和人工智能的教育应用,更深入地分析学习过程,影响学习的因素,为高效学习创造条件。本文的"教育人工智能"主要指人工智能在教育领域的应用。

[收稿日期] 2019-05-22 [修回日期] 2019-06-12 [DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2019.04.005

[基金项目] 全国教育科学"十三五"规划 2018 年度国家一般课题"乡村振兴战略下西部农村教学点学生数字化学习适应性研究"(BCA180086);安康学院校级培育科研计划项目"互联网 + 安康农产品 O2O 电子商务平台构建研究"(2016AYPYZX11)。

[作者简介] 陈颖博,硕士,讲师,安康学院电子与信息工程学院,研究方向:教育数据分析(519457933@qq.com);张文兰,教授,博士生导师,陕西师范大学教育学院副院长,研究方向:混合式学习与在线学习、新媒体技术与学习。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

二、数据与方法

(一) 数据来源

本研究以 Web of Science 数据库核心数据合集(包括 SCI-EX-PANDED、SSCI、A&HCI、ESCI、CCR-EXPANDED)为数据来源，检索条件为主题: artificial intelligence education 或主题: Artificial intelligence education 或主题: AI education 或主题: ai education。学科限定为教育学、心理学、计算机科学等教育技术相关领域，检索跨度为 2008-2018 年。本研究剔除不符合主题的文献，共选取 313 篇文献作为研究样本。样本文献的发表时间分布及引文数见图 1。

(二) 研究工具与方法

本研究主要采用知识图谱分析、聚类分析等对文献进行定量分析。研究工具采用 CiteSpace 5.3.R4。CiteSpace 是一款信息可视化软件，主要基于共引分析理论和寻径网络算法等，对特定领域文献(集合)进行计量，以探寻学科领域演化的关键路径及转折点，并通过绘制一系列可视化图谱，探测学科演化潜在的动力机制和学科发展前沿(陈悦，2014)。使用 CiteSpace 进行文献分析前，本研究将时间阈值设置为“From 2008 to 2018”；施引文献(Node Types)选择“关键词”共现分析功能，通过可视化分析得出的知识图谱，显示国外教育人工智能当前热点及以前的研究热点，分析未来教育人工智能的发展趋势；连线阈值数据对象强度设置为夹角余弦距离(Cosine)类型；节点阈值(Selection Criteria)设置为每年频次最高的节点数据(Top N)类型，数值为 50，表示 2008-2018 年 Web of Science 数据库核心数据合集中，教育人工智能文献每年被引频次或出现频次最高的前 50 篇。本研究中知识图谱网络修剪方式为寻径网络算法(Pathfinder)。该算法对“教育人工智能”的知识图谱网络简化了衡量数据相似性的关系，在检查所有数据之间所有可能的两点路径中只保留最强的连接，从而建立教育人工智能的研究热点之间最有效的路径。

(三) 研究过程

本研究首先在 Web of Science 数据库核心数据合集中检索以“人工智能和教育”为主题的文献，将筛选后的 313 篇文献作为研究样本；然后用 CiteSpace 软件对研究样本进行文本和视图的可视化分析：文本分析主要探讨关键词引用频次、突现性和中心性，视图分析包括关键词共现图谱分析、聚类视图分析、时间线视图分析、时区视图分析等；最后根据聚类分析结果，针对性地阅读部分典型文献，深度了解国外教育人工智能的研究热点与发展趋势。

三、统计结果

研究对 Web of Science 数据库核心数据合集中，2008-2018 年符合主题的文献运用 Citespace 进行可视化分析，得到模块值(简称 Q 值)为 0.6985，大于 0.3，意味着本研究划分出的聚类结构是显著的，平均轮廓值(Silhouette，简称 S 值)为 0.653，大于 0.5，说明对于教育人工智能的相关研究的聚类是合理的。从图 1 可以看出，教育人工智能的研究论文数从 2008 年开始逐年递增，2016 年达到顶峰，2017 年和 2018 年稍有减缓，但每年的引文数逐渐增长。本研究通过知识图谱可视化、LLR 聚类分析、

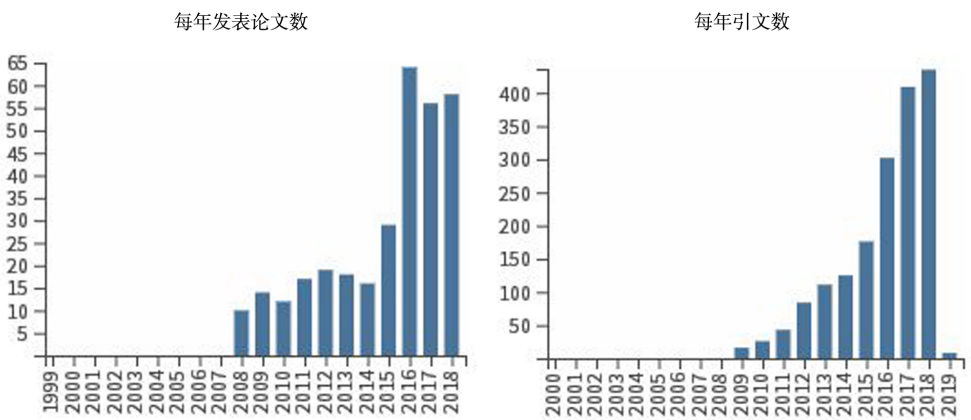


图 1　2008-2018 年国外教育人工智能发表文献与引文分布

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

高频引用关键词频统计等方法，探索国外教育人工智能的研究热点及研究趋势。

主题文献样本通过 LLR 聚类后有 8 类，分别表示教育人工智能的不同研究主题，包括物联网(聚类#0 internet of things)、能效(聚类#1 energy efficiency)、肯定式探索(聚类#2 appreciative inquiry)、机器学习(聚类#3 machine learning)、人工智能(聚类#4 artificial intelligence)、高等教育(聚类#5 higher education)、计算思维(聚类#6 computational thinking)、美洲印第安人(聚类#7 american indian)、男性(聚类#8 female)。根据聚类后得到的数据形式的不同，本研究从文本类型和图形类型两方面分析。

(一) 文本分析：教育人工智能的研究热点

1. 关键词被引频次分析

关键词被引频次可以反映某一领域的研究热点。2008-2018 年教育人工智能的关键词，引用率最高的为聚类#0 人工智能(artificial intelligence) 66 次，第二是聚类#2 教育(education) 39 次，第三是聚类#5 系统(system) 15 次，第四是聚类#0 模型(model) 12 次，第五是聚类 #1 技术(technology) 10 次，第六是聚类#1 环境(environment) 10 次，第七是聚类 #0 大数据(big data) 9 次，第八是聚类#1 知识(knowledge)，8 次(见表一)。

表一　2008-2018 年国外教育人工智能研究高频关键词

序号	引用频次	关键词	聚类号
1	66	artificial intelligence	0
2	39	education	2
3	15	system	5
4	12	model	0
5	10	technology	1
6	10	environment	1
7	9	big data	0
8	8	knowledge	1
8	8	student	4
8	8	design	2

本研究对引用频次 4 次以上的高频关键词进行归纳，对聚类及其包含的典型文献进行分析，归纳出教育人工智能的研究热点知识子群。

1) 智能导师系统

一是 system、environment、big data、intelligent tutoring system、pedagogical agent 等关键词形成的“智能导师系统”研究热点子群。智能导师系统是以人工智能、计算机科学、教育学、心理学、数学建模、脑神经科学等为基础形成的智能化学习环境。它通过对学习大数据进行聚类分析和智能评估，预测学习水平，发现学习问题，推荐个性化学习资源和策略，进而实现个性化精准学习和辅导。针对智能导师系统辅助学习者学习，赫里拉等(Herrera et al.，2009)开发了模糊信息检索系统，帮助学生更好地学习加权查询语言。阿帕瑞斯克等(Aparicio et al.，2018)的研究表明，智能信息访问系统的数据整合、选择性注释是学习者最迫切需要的。纳比耶维等(Nabiyev et al.，2016)介绍了图论在解决数学应用题智能辅导系统中的应用。在智能评估方面，智能导师系统不仅可以评估学习者个人学习，还可以评估学习系统和研究机构。隆海思翁等(Wong et al.，2012)通过分析在线学习者的交互数据，规划学习内容、生成自适应测试和评估试卷。卡瓦斯(Cavus，2010)开发了智能评估系统，用以评估学习管理系统的适应性。维拉森娜等(Villaseor et al.，2017)通过对图书馆文献引用进行可视化分析，评估高校的科研水平。凯尔登格(Koedinger，2015)通过对比实验研究发现，智能导师系统虽然能显著提高学生的学习成绩，但如何支持开放的问题解决式学习，培养学习者分析问题、解决问题的能力，仍是智能导师系统面临的挑战。

2) 人工智能教育机器人

二是 artificial intelligence、science、education、robot 等关键词形成的“人工智能教育机器人”研究热点子群。人工智能教育机器人是人工智能技术具象化、集成化的课堂表现，可以作为学习过程的新角色，形成新的“人机协同”教学形态。人工智能技术的发展使得机器人智能化、人性化的特点愈发显著。国外教育机器人的教学应用是进行语言、科学、技术教育的课堂教学，同时作为在线学习者的学习伙伴和智能助手。比如，乐高机器人在人工智能教育机器人中有重要的影响。我国台湾学者陈源(Chen Yuan，2012)基于模糊系统开发的乐高 NXT 智能机器人进行科学教育。西班牙学者卡勒等(Cullar et al.，2014)使用乐高机器人结合头脑风暴设计开发智能学习系统，并应用于日常教学。美国密西根大学奥特姆(Autumn，2018)认为在课堂使用机器人提

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

供个性化教学，教师的角色可能会转向教学设计和选择机器指导，监控学生进度并提供支持的监督者。教育机器人对传统课堂和师生关系产生了革命性冲击。人工智能教育机器人作为同伴，主要是通过丰富交互形式激发学习兴趣。安思利等(Ainsley et al.，2017)通过对比实验研究发现，聊天机器人和人类学习伙伴对激发和保持学生对语言课程学习兴趣的效果相同。澳大利亚学者蒂姆斯等(Timms et al.，2016)将人工智能、机器人、物联网、传感技术等相结合开发专门用于学习的教育智能机器人，开创了新的师生互动方式。人工智能机器人作为学习助手主要通过对学习者分析，提供个性化帮助和指导。桑托斯(Santos，2018)开发了智能教育助手，在与情境感知环境的交互作用下，为远程教育学生提供个性化帮助。人工智能教育机器人在未来教育中发挥更大的作用，也面临重重挑战。蒂姆斯(Timms，2016)指出未来教室中，教育机器人将协作教师完成教学，利用传感器支持学习的智能教室。谢林顿(Sheridan，2016)回顾了人机交互的现状，描述了当前人机交互的主要挑战。

3) 机器学习

三是以 machine learning、mode、neural network、distributed system、emotion recognition、educational data mining 热点关键词为代表的“机器学习”，这是人工智能的核心。机器学习以大数据为基础，算法为核心，通过算法让机器从海量数据中学习规律，发现模式并进行预测。目前机器学习主要应用于学生行为建模、预测学习行为、预警失学风险、学习支持和评测、资源推荐等。代表性的研究者是柯克丽和马里斯卡等(Coccoli & Maresca et al.，2018)，他们介绍了认知计算的教育应用。认知计算以专家系统技术为基础，利用统计学和数学建模方法，模仿人类推理、自动从数据中提取概念和关系，理解其中含义，并独立从数据模式和先前经验中学习。加拉斯卡等(Garcia et al.，2018)使用机器学习算法建立预测模型，提取描述模型的相关因素，并使用聚类分析影响学生就业的因素。美国卡内基梅隆大学希英儿等(Xing et al.，2016)揭示了如何利用基于大数据的分布式学习策略开发高性能分布式机器学习软件和通用机器学习框架。

4) 学习模型

四是 model、interactive visualization、community、meta-analysis 等关键词形成的“学习模型”研究热点子群。学习模型是教育人工智能的技术基础，由学习行为数据算法、数据分析模型、数据分析维度及学习辅助功能等构成。国外研究主要集中在交互可视化模型构建、学习路径分析、数字游戏学习模型等方面。希腊学者迪亚斯等(Dias et al.，2015)介绍了模糊认知映射—交互质量(FCM-QoI)模型。该模型可以对在线学习管理系统用户的交互行为进行可视化，分析交互行为和交互效果的因果关系。尼珍达等(Nigenda et al.，2018)设计了用于规划和评估学习路径的算法模型，可以为学习者推荐最优学习路径、优化学习方法。穆尔等(Moon et al，2011)通过对全球 1000 多万学龄儿童参与的四款典型数字游戏的奖励系统进行比较，提出数字游戏学习模型，有助于激发自主学习。

5) 智慧学习

五是 environment、learning style、intelligent learning space、learning analysis 等关键词形成的“智慧学习”研究热点子群。智慧学习是人工智能 2.0 时代教育应用的创新范式，在跨媒体智能理念的引领下，可以从不同的信息源收集学习环境数据、个体认知数据、生命体征数据、行为数据、脑神经活动数据等，进行多维度的学习分析和跨媒体的泛化推理，揭示学习过程的心理活动、认知机制、行为模式等，并对学习障碍及其原因进行深度分析，作出合理决策，提出科学建议(梁迎丽，2019)。国外对于人工智能支持的智慧学习主要聚焦学习分析、学习支持系统、智慧学习空间等方面。伯纳兹等(Bernard et al.，2017)提出通过人工智能算法提高学习者学习风格识别精度，促进个性化精准教学；萨马拉科等(Samarakou et al.，2018)开发了用于提取文本理解和学习风格特征的数字化学习系统，帮助学生认识自己的学习风格；博拉斯卡(Porayska，2016)提出人工智能可以作为支持教育实践和教师元认知的方法论。希腊学者萨马拉科等(Samarakou et al.，2016)提出基于人工智能的学生诊断、辅助、评估系统，能监控学生的理解能力，评估学生的先前知识，建立学习者档案，提供个性化帮助，对学习者的表现进行定量和定性评价；肯尼等(Kenny et al.，2009)开发了计算机语言学习和训练的互动纠错和推荐系统，可以促

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

进学生学习计算机编程语言;哈利等(Harley et al.,2017)通过整合相关的实证研究和理论研究,为情感认知系统的开发和改进提出了分类方法。德国学者斯坦赤维等(Stantchev et al.,2015)提出了基于云计算的学习服务,利用人工智能技术,对用户不同社交网络呈现的数据进行聚合分析,推断他们的知识和兴趣,评估用户不同主题的知识水平,并推荐他们相关的研究内容,帮助用户获得满意的工作。人工智能的学习支持研究有韩国学者汉等(Han et al.,2010)以人工智能和贝叶斯网络为基础开发了同伴学习代理系统,促进编程学习。人工智能还可以拓展现有学习空间,如基拉等(Kiraz et al.,2012)利用人工智能技术开发了虚拟实验室,可以进行拉伸实验,打破传统实验室空间,实现无界限学习;芒娜娃等(Munawar et al.,2018)提出了基于教学代理认知架构的智能学习空间概念。

6)计算思维

六是 computational thinking、college student、design、experience、organization、stem 热点关键词形成的计算思维研究子群。计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计及人类行为理解等思维活动。美国学者森恩等(Sung et al.,2017)通过对比实验研究发现,解决数学问题时充分的体验与计算思维的实践结合,可提高初学者的数学理解和编程技能。加丹纳斯等(Gadanidis et al.,2017)研究了人工智能、计算思维和数学建模之间的关联和内部关系。希尔拉帕特等(Silapachote et al.,2017)通过将人工智能元素整合到计算机专业相关课程进行实验研究,发现人工智能可以培养学生的数据结构和算法思维,促进计算思维的培养。

2. 关键词突现性分析

关键词突现性指某一段时间内,该关键词被引用突然上升或者下降,可以体现某领域前沿及发展趋势。关键词突现性值越大,表示该关键词在该时间段的出现频次变化率越高。简而言之,就是某一研究领域内的学者之前没有特别关注某一关键词,但该关键词对该领域又产生了重要影响。随着研究的深入,该关键词会在某个时间点突然出现,成为该研究领域的热点关键词。

2008-2018 年教育人工智能的研究显示,突现性最高的是聚类 0 人工智能,突现性为 3.06,突现年份为 2009 年;其次是聚类#1 工程教育,突现性为 2.88,突现年份为 2014 年。

表二 2008-2018 年国外教育人工智能研究突现关键词

序号	关键词	突现性	年份	聚类号
1	artificial intelligence	3.06	2009	0
2	engineering education	2.88	2014	1

教育人工智能的前沿研究主要表现在新技术的应用以及由此产生的教育新形态,包括物联网、大数据、泛在学习、人工智能 2.0 等。斯利姆等(Slim et al.,2018)以物联网为基础将 IOAI 应用于嵌入式系统的课程教学中,简化电路板的编程过程。阿鲁克等(Aluko et al.,2018)用数据挖掘技术预测建筑专业学生学习成绩及影响因素。默罕默德等(Mehmood et al.,2017)利用物联网、大数据、超级计算和深度学习技术开发 UTiLearn(泛在学习系统),解决数据分析与管理、系统交互、系统认知、资源规划的灵活性及可扩展性等方面的缺陷。麦加尔等(Magal et al.,2017)通过提取在线语言考试系统的海量数据集,运用大数据方法,分析学习行为和外语考试成绩的关系。希尔佛等(Silva et al.,2018)提出利用人工智能和虚拟现实技术构建混合式学习环境。对于未来人工智能发展的趋势,中国工程院潘云鹤院士(Pan,2016)描述了人工智能 2.0 形成的外部环境以及人工智能 2.0 开发的技术起点和核心思想,并结合中国社会发展的需求,提出发展人工智能 2.0 的建议。罗尔(Roll,2016)在分析《AIED 杂志》的 47 篇论文后指出教育人工智能研究的两个方向:一是渐进的过程,关注当前的课堂实践,研究技术的课堂教学应用;二是革命性的过程,主张将新技术融入学生的日常生活,支持学生的文化、实践和社交。

工程教育 2014 年后成为教育人工智能的热点关键词和人工智能教育应用的新领域。工程教育,不是高频关键词而是突现关键词,代表工程教育是教育人工智能研究方向的转折点,是新的研究方向。卡皮奥(Carpio,2015)提出通过国际在线竞赛激发学生的学习动机,提高学习成绩;萨马拉科等(Samarakou et al.,2015)介绍了专为工程学习者开发的数字化学习系统的试点应用情况。该系统是基于人工智能的学习者诊断、帮助和评估系统,可根据定量和定性参数执行无人参与的诊断、评估和反馈任务。阿提卢拉等

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(Atilola et al.，2014) 担心大规模在线课程使工程专业的学生缺乏素描和模型简化的能力，开发了专门针对工程专业学生的学习系统，允许学生用平板电脑或鼠标和电脑显示器勾画模型的草图。

3. 关键词中心性分析

关键词的中心性可以描述该关键词在研究演化中的重要性(见表三)。关键词大数据(big data)排第一位，中心度为0.49，属聚类#0；随后依次为儿童(children)，中心度为0.47，属聚类#2；环境(environment)中心度为0.34，属聚类#1；共同体(community)中心度为0.33，属聚类#7；设计(design)中心度为0.3，属聚类#2；青少年(adolescent)中心度为0.28，属聚类#2；技术(technology)中心度为0.25，属聚类#1；识别(recognition)中心度为0.24，属聚类#3；美洲印第安人(american indian)中心度为0.22，属聚类#6；经验(experience)中心度为0.22，属聚类#8。

表三　2008-2018年国外教育人工智能研究中心关键词

序号	关键词	中心度	聚类号
1	big data	0.49	0
2	children	0.47	2
3	environment	0.34	1
4	community	0.33	7
5	design	0.30	2
6	adolescent	0.28	7
7	technology	0.25	1
8	recognition	0.24	3
9	american indian	0.22	6
10	experience	0.22	8

从关键词的中心度及其聚类看，关键词“大数据”排首位，代表大数据在研究主题中处于核心地位。桑托斯等(Santos et al.，2016)提出大数据技术在支持个性化运动技能学习方面有较大潜能，可穿戴设备、大数据处理、3D打印及环境智能等技术的发展，为个性化运动技能学习提供了有效支持，模拟神经运动交互及提供适当的个性化神经运动支持，将是教育人工智能研究的重要取向。

关键词“儿童”，代表人工智能对特殊儿童的社会性培养中发挥重要作用。英国伦敦大学教育学院博拉斯卡等(Porayska et al.，2012)以发展心理学、视觉艺术、人机交互、人工智能、教育等学科为基础，开发了可促进自闭症儿童社交技能发展的多模态学习环境。牛津大学胡昂等(Huang et al.，2014)利用人工智能、传感技术开发电子书阅读行为监测系统，观察儿童教室阅读行为。法国学者路普·艾斯卡德等(Loup Escande et al.，2017)通过增强现实技术增强书法练习的视觉反馈，降低儿童的认知负荷。希腊学者迪瑞卡斯(Drigas，2012)通过分析2001-2010年人工智能在特殊教育领域的应用研究，指出人工智能改善了特殊儿童与环境的互动方式，促进了儿童的学习，丰富了他们的日常生活，应用增强现实和人工智能，能帮助特殊儿童学习关键的社会和情感技能。

中心关键词3为学习环境中的教学代理技术。金(Kim，2015)指出教学代理研究的范围已经从提供智能指导扩展到关注智能代理如何为学习者提供情感支持。约翰逊(Johnson，2015)提出将动画界面代理技术与智能学习环境相结合，生成能以自然、类人的方式与学习者交互的智能系统，从而实现更好的学习效果。

中心关键词4是基于人工智能的社会化交互推荐系统。西班牙学者桑托斯等(Santos et al.，2015)提出了基于人机交互和人工智能技术的学习推荐系统，着重向用户推荐相关学习活动和学习服务，促进学习者积极参与学习过程。

中心关键词5为自适应学习支持系统设计。科丝等(Kose et al.，2016)开发了智能自适应学习支持系统。该系统以智能分析方法为基础，开发了以认知发展优化算法训练形成的人工神经网络模型。结果显示，该系统可以显著提高学生学习编程课程的动机和学习成绩。

中心关键词6为人工智能新技术在情感认知中的应用。美国学者金(Kim，2018)提出构建基于情感认知的智慧教室系统，并应用于工程教育领域。智慧教室系统能实时向师生提出建议、调整他们的非语言行为(手势、面部表情、肢体语言等)，从而提高教学效果。

因为american indian(美国印第安人)的缩写也是AI，与研究主题关联不大，不纳入分析范围。

(二)视图分析：教育人工智能的研究趋势

1. 关键词共现图谱分析

关键词共现网络可反映某一领域当前研究热点

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

及过去出现过哪些热点(陈悦，2014)。比如，图3显示，2008-2010年教育人工智能的热点关键词有学习系统(learning system)、数字化学习(e-learning)。2011-2013年的研究热点变为儿童(children)、设计(design)。2014-2017年的研究热点为人工智能(artificial intelligence)、工程教育(engineering education)、教育(education)、系统(system)、技术(technology)、大数据(big data)、环境(environment)、模型(model)。2018年的研究热点为智能导师系统(intelligent tutoring system)、神经科学(neuroscience)、学生(student)、科学(science)、高等教育(higher education)、元分析(meta-analysis)、情感认知(emotion recognition)等。从研究热点看，教育人工智能应用主要兴起于2015-2017年。2018年出现新的人工智能技术，并快速应用于教育，侧重于将计算机技术和神经科学、认知科学结合起来应用于学习认知、情感认知等。

2. 聚类视图分析

聚类视图从不同角度展示研究领域的分布(陈悦，2014)，呈现不同的研究主题。从图4可以发现，教育人工智能的发展主要在2015年后，2008-2018年教育人工智能研究从分散到聚合再到分散。2015-2016年面积较小，2017年面积迅速扩大。这得益于2016年阿尔法狗击败人类职业围棋选手，人工智能再次成为研究焦点。2018年较2017年稍有减少，说明教育人工智能研究领域从2016年开始快速扩大，到2017年达到顶峰，2018年的研究领域逐渐趋于稳定。也就是说，教育人工智能刚开始研究速度增长较快，但没有形成稳定的研究方向。2018年后，人工智能在教育领域逐渐凝练出研究方向，并趋于成熟。聚类的关键节点连线也显示，教育人工智能不同研究方向的关联度逐步增强，逐渐形成良性的网络结构。

3. 时间线视图分析

时间线视图便于发现某个研究主题范围的变化、研究的关联性和传承性及研究焦点的演进轨迹(陈悦，2014)。本研究结合CiteSpace的分时连线(Link Walkthrough)功能，分析教育人工智能在不同时区处于繁荣还是低谷时期。

聚类#0物联网从2008-2017年一直受研究者关注。其中，2013年这类研究达到顶峰，之后逐渐下降。2015年出现了高中心性关键词大数据，并一直持续至今。

聚类#1能量效率从2011年一直持续到2018年，2015年出现了高中心性关键词技术(technology)、环境(environment)。

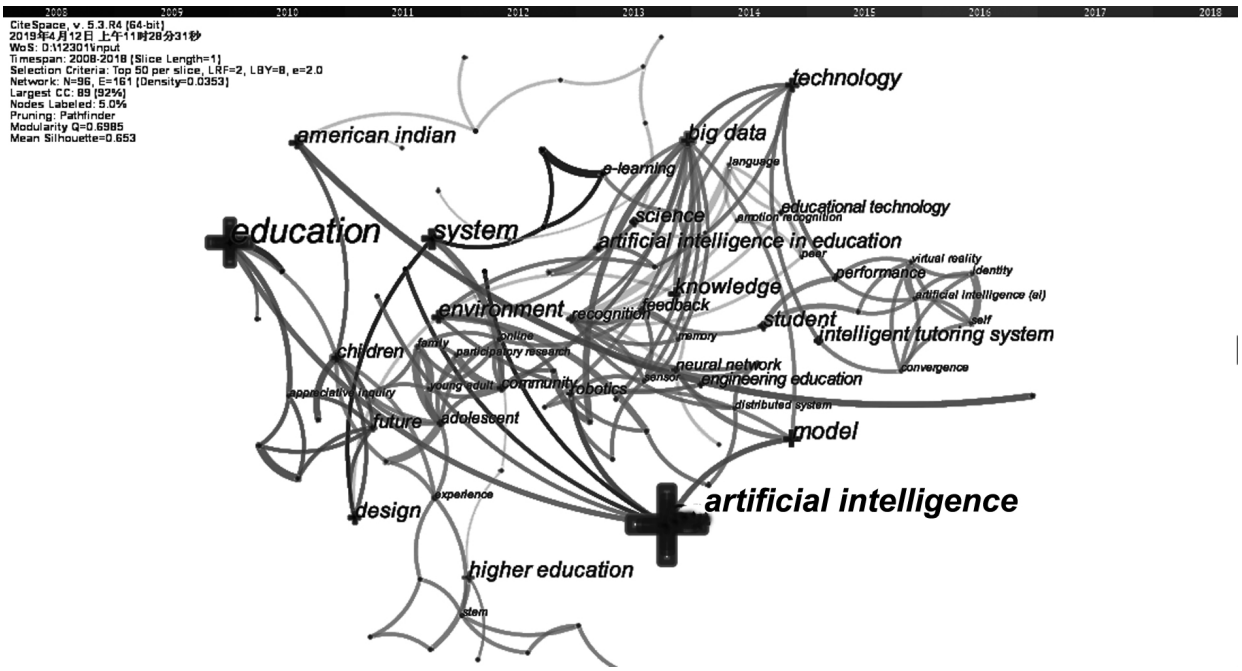


图3　2008-2018国外教育人工智能的关键词共现图谱

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

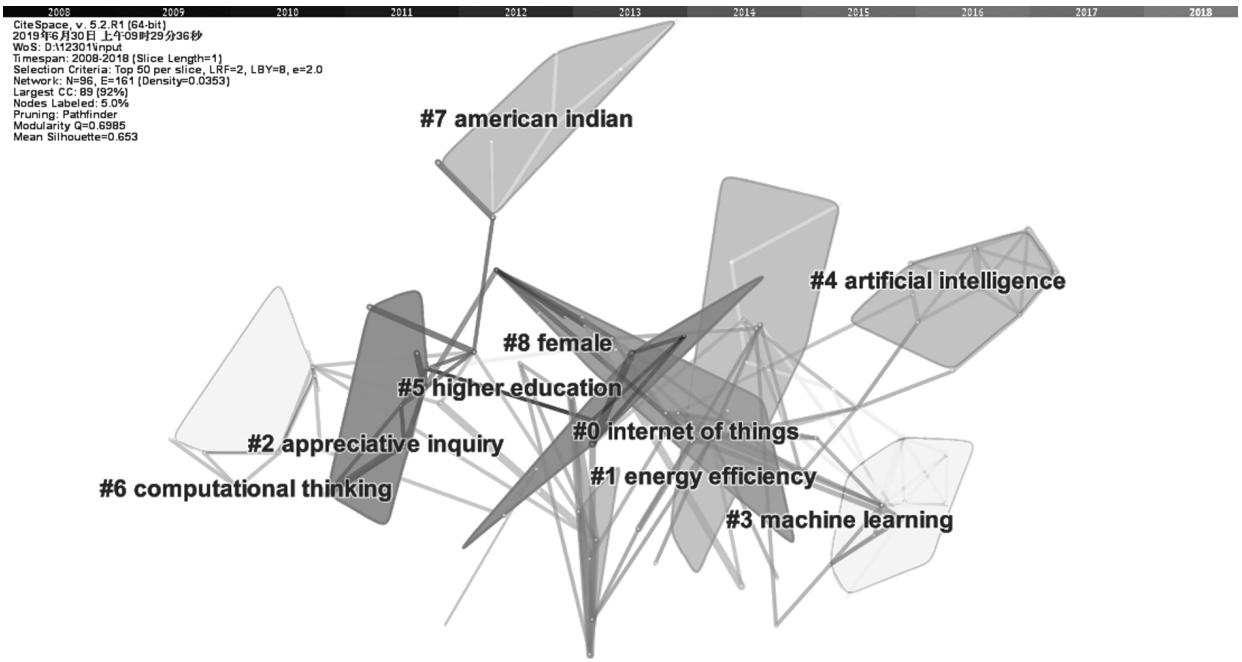


图4　2008-2018 年教育人工智能的聚类视图

聚类#2 肯定式探究从 2008 年到 2015 年研究一直持续，2015 年后趋于冷淡。这一研究主题的热点关键词包括儿童(children)、教育(education)和高频关键词设计(design)。

聚类#3 机器学习在 2016-2018 年间一直受研究者关注，尽管出现较晚，但一直是研究热点，且还在持续。这一研究主题 2015 年出现了高中心性关键词神经网络(neural network)到目前一直是研究热点。

聚类#4 人工智能在 2013-2015 年间短暂出现。高频关键词智能导师系统(intelligent tutoring system)、学生(student)，是该主题的研究热点。

聚类#5 高等教育从 2008-2015 年持续受研究者重视。2009 年出现了热点关键词系统(system)，2017 年出现热点词汇高等教育(higher education)，迄今持续，说明人工智能在高等教育中的应用备受关注。

聚类#6 计算思维目前这类研究还没有发展成为主流研究领域，只是作为人工智能的研究热点。

聚类#7 美国印第安人研究从 2009 年到现在一直在持续，american indian 的简写和 artificial intelligence 相同，所以也成为一个主题聚类。

聚类#8 男性出现时间较短，主要集中在 2013-2014 年间，这个主题的出现和聚类#7 美国印第安人主题相关。

由时间线视图和各时间段间的连接关系可以看出教育人工智能研究的传承关系，梳理出研究热点的变化趋势，理清来源和发展脉络。

教育人工智能研究早期的重要热点是学习模型。聚类#0 的节点人工智能(artificial intelligence)最早出现在 2009 年，同年传承至模型(model)。聚类#0 的 2014 年节点的智能(intelligence)。聚类#0 的节点人工智能(artificial intelligence)传承关系变化，根据连续判断主要发生在 2014 年。

2009-2014 年人工智能研究聚焦在线学习系统的研究。聚类#2 的 2009 年节点教育(education)同年传承至聚类#0 的 2009 年节点人工智能(artificial intelligence)，随后传承至聚类#2 的 2010 年节点学习系统(learning system)、聚类#2 的 2014 年节点儿童(children)。2009 年聚类#2 节点教育(education)，传承关系变化，根据连线判断，主要发生在 2015 年。

2015-2017 年期间，阿尔法狗战胜人类围棋选手，人工智能再次成为焦点。大数据、云计算、数据挖掘等技术开始应用于教育，与教育深度融合。这两个节点传承关系表明，人工智能在 2009 年就已开

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

始应用于教育教学中，聚类#0 的 2009 年出现的节点教育中的人工智能首先传承至聚类#0 的 2014 年节点大数据(big data)，其次传承至聚类#1 中 2016 年节点交互式学习环境(interactive learning environment)，最后传承至聚类#0 中 2017 节点教育数据挖掘(education data mining)。聚类#0“教育中的人工智能”传承关系变化主要发生在 2017 年。

有了大数据等核心技术的支持，教育人工智能的研究广度和深度不断扩展。研究层次从知识学习深入到行为分析、交互支持、智能导师、情感认知等领域。2012 年聚类#0 中出现高中心性关键词节点大数据(big data)的研究，一直持续到现在，可见大数据和人工智能关系极为密切，是人工智能的关键。大数据出现的同年快速传承至聚类#8 中的“共同体(community)”，随后传承至聚类#3 中 2016 年的节点“认知(recognition)”、聚类#0 中 2016 年的节点“反馈(feedback)”、聚类#0 中 2017 年节点“教育数据挖掘(education data mining)”、聚类#0 中 2018 年节点“互联网(internet)”。聚类#0“大数据”传承关系变化主要发生在 2018 年。

聚类#1 中 2014 年的高中心性关键词节点“技术(technology)”，在同年传承至聚类#0 中的“大数据(big data)”和聚类#4 中的“绩效(performance)”，接着传承至聚类#4 中 2015 年的“智能导师系统(intelligent tutoring system)”，聚类#3 中 2015 年的节点“识别(recognition)”、聚类#1 中的 2016 年节点“认知科学(cognitive science)”。聚类#1“技术”传承关系变化主要发生在 2015 年。

2017 年至今，随着认知科学、脑科学的发展，人工智能的研究层次由行为分析、个性化推荐深入到对学习者情感、态度、元认知等意识领域的研究，探究学习过程中的智能化情感伙伴。聚类#1 中 2015 年节点“环境(environment)”传承至聚类#3 中的 2015 年节点“神经网络(neural network)”、聚类#1 中 2016 年节点“教学代理(pedagogical agent)”、‘交互式学习环境(interative learning environment)”和 2017 年节点“科学(science)”。聚类#1“环境”传承关系变化主要发生在 2017 年。

4. 时区视图分析

时区视图侧重于从时间维度表示研究的演进。某一时区文献越多，说明该领域处于繁荣时期，相反，则处于低谷期。对时区视图分析，可以快速分析研究趋势和研究前沿(陈悦，2014)。由图 6 的时区视图可以看出，国外教育人工智能出现了两个高潮阶段。2008-2012 年教育人工智能研究较多，2013-2014 年研究处于低谷期；2015-2018 年人工智能再

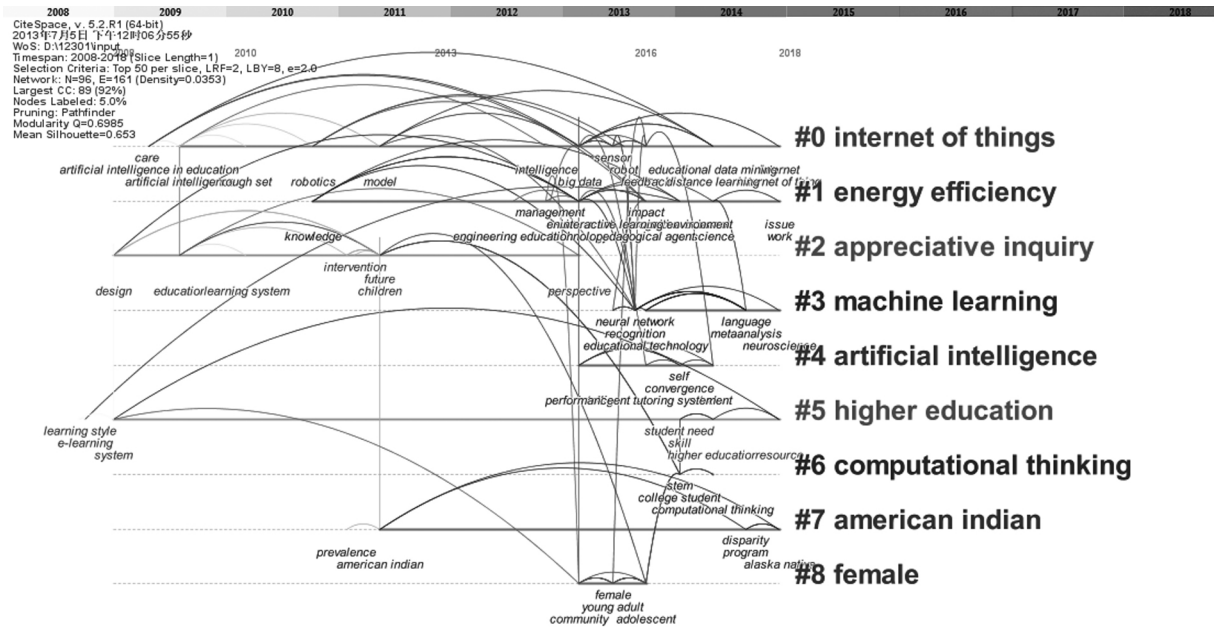


图 5　2008-2018 年教育人工智能的时间线视图

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

次受到广泛关注，迎来发展高潮，且持续火热，出现了大数据、智能导师系统、机器学习、情感认知、计算思维等新的研究热点和研究领域。

四、国内教育人工智能研究现状

为了更好地探讨国外教育人工智能研究的趋势、热点和对未来研究发展的启示，有必要把握国内教育人工智能的研究现状。本研究在中国知网以（核心期刊 = Y 或者 CSSCI 期刊 = Y）并且年 between(2008，2018) 并且（主题 = 人工智能或者题名 = 人工智能）并且（主题 = 教育或者题名 = 教育）（精确匹配）为检索条件，剔除无关文献后共获得 495 篇文献，文献数量分布见图 7。

由图 7 可以看出，2008-2018 年，国内以教育人工智能为主题在核心期刊和 CSSCI 期刊发表的文献数整体呈跨越式发展。2008-2015 年教育人工智能研究发文数量较少，每年约 20 篇，研究态势比较低迷，没有成为研究热点。2016-2018 年，随着人工智能的再次兴起，教育人工智能的研究跳跃式上涨，到 2018 年，每年发表文献数达到 230 篇左右，2016 年是研究拐点。

本研究将 2008-2018 年国内核心期刊与 CSSCI 期刊刊发的教育人工智能研究文献进行关键词聚类分析，“节点过滤”选择出现 6 次以上的关键词（见图 8）。总体看，国内近十年教育人工智能的研究热点集中在智慧教育、机器人、深度学习、学习分析、未来教育、机器学习、教育信息化 2.0、教育大数据、个性化学习、创客教育等。从热点关键词可以看出，国内主要关注高等教育、职业教育阶段教育人工智能研究，着重借助大数据、机器学习、学习分析等技术，

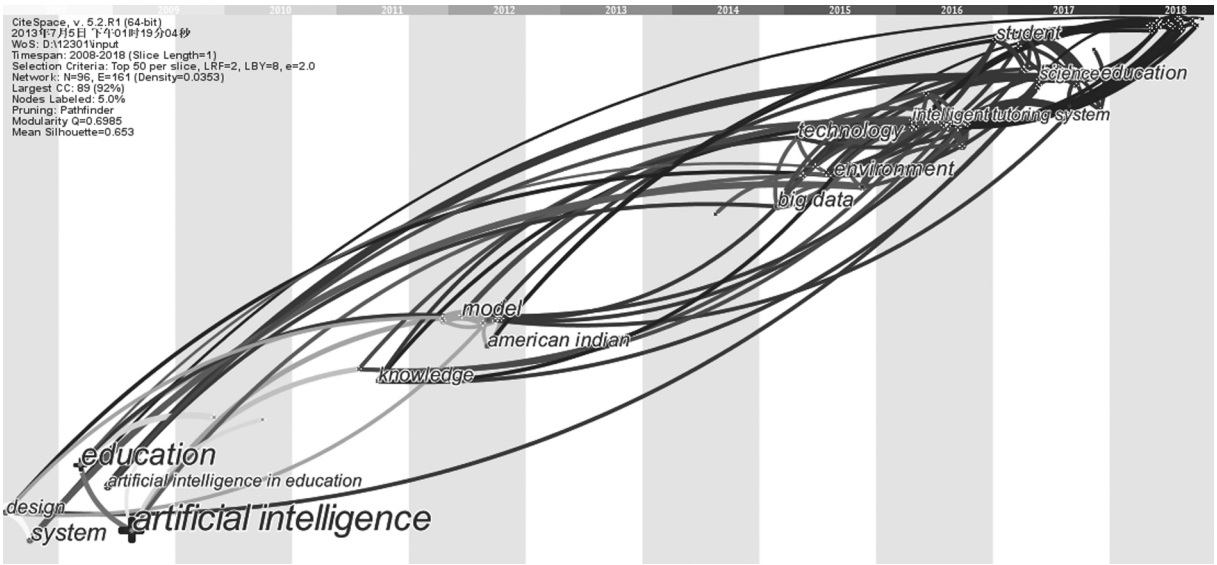


图 6　2008-2018 年教育人工智能的时区视图

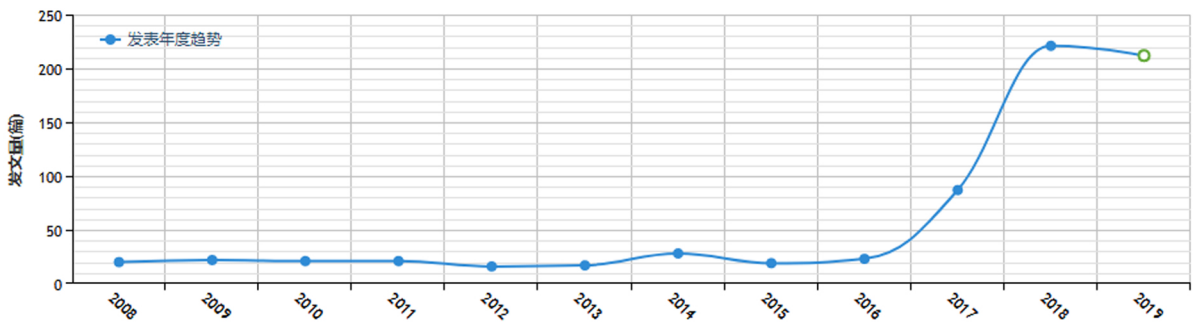


图 7　2008-2018 年国内教育人工智能年度发文量趋势

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

分析在线学习空间的学习者学习行为，促进个性化学习、提高学习效果。教育人工智能研究伴随着人工智能的研究而被学者关注。该主题研究在2016年后迅速成为研究热点，目前仍在持续。2016-2017年研究的主题比较分散，2018年迄今，逐渐凝练成相对固定的研究方向，研究态势趋于平稳。

国内对人工智能的教育应用研究还处于探索阶段，理论研究较多，实践应用研究较少。聚类分析结果表明，国内对教育人工智能研究的知识结构可以归纳为以下几方面：

1) 人工智能教育应用的理论探索。国内教育人工智能的理论探索主要关注教育人工智能的内涵、发展路径、关键技术、应用框架等(闫志明，2017；马玉慧，2018；梁迎丽，2018；杨现民，2018)。

2) 教育应用的人工智能技术。国内人工智能教育应用的技术主要有机器学习与深度学习、大数据智能、学习分析、机器智能、混合现实技术、情感计算等。余明华等(2017)发现机器学习教育应用主要集中在学生行为建模、预测学习行为、预警失学风险、学习支持、评测和资源推荐等六方面。刘勇等(2017)认为深度学习的教育应用在于学习追踪、智能助教、智能阅卷、外语辅导等领域。牟智佳等(2017)基于教育大数据设计个性化学习结果预测研究框架。魏雪峰等(2018)提出了教育测评机器人的理念构想，设计了三大功能模块、四层系统架构与五个应用策略。赵慧琼等(2018)提出教育大数据深度学习的价值取向及面临的挑战，并提出相应策略。陈松云等(2018)从三个层面构建了机器智能教育的实践范式，以实现智能时代的精准教育和个性化学习。

3) 人工智能教育应用可从宏观和微观两方面分析。宏观方面表现为人工智能在不同教育阶段和不同教育形态中的应用。我国教育人工智能主要应用在高等教育阶段，特别是新工科教育，中小学应用少，且主要是机器人辅助计算思维的培养。从教育形态方面看，它主要应用于远程教育、MOOCs等。

微观方面主要体现在不同教育场景的应用，具体表现为课堂学习场景和智慧校园建设：在课堂教育场景方面，石磊(2018)从教育大数据分析、个性化学习推荐系统、教学游戏和教育机器人等角度，分析了TensorFlow的教育应用。科大讯飞吴晓如等(2018)介绍了合肥市某省属重点中学教育各场景中常态化应用科大讯飞智能教学、智能学习和智能管理系统的应用案例。王萍等(2018)设计并分析了新型的学习支持系统：智能虚拟助手。吴文峻(2017)概述了学习大数据分析技术的分析方法和

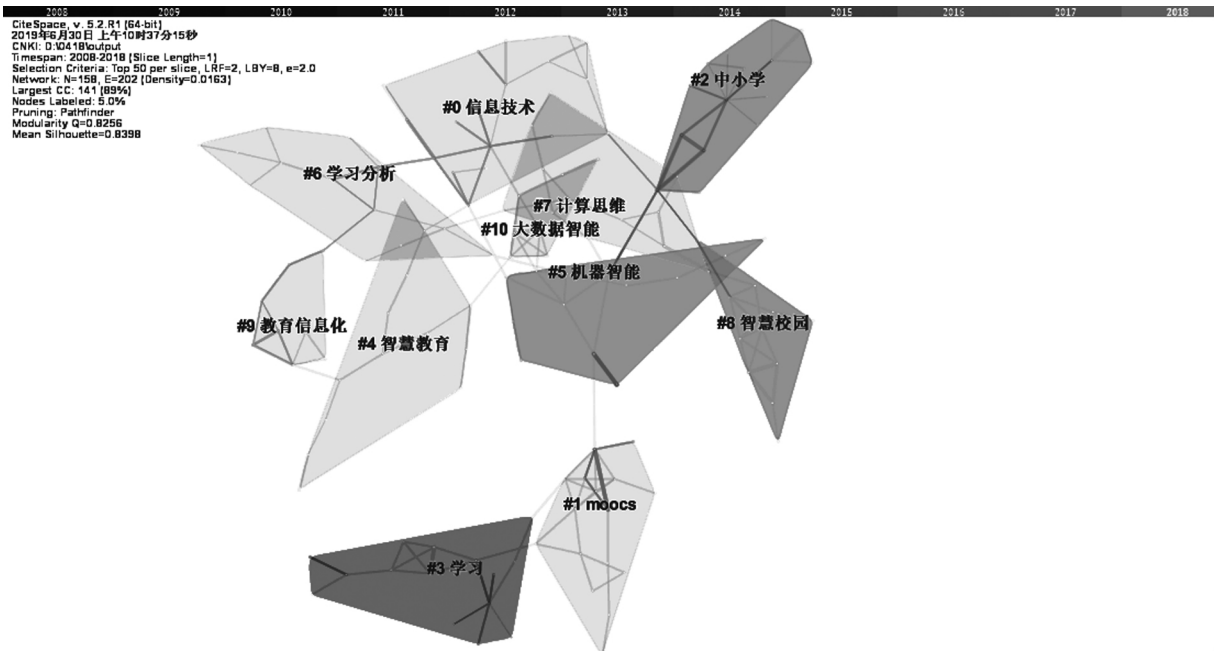


图8　2008-2018年教育人工智能关键词聚类分析

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

理论架构，简要介绍了相关应用实例。袁利平等(2018)提出宽度学习可以准确预测学生学业成绩，给予学生精准评价，提供小组个性化学习支持，智能辅助教师教学，促进远程教学交互发展；在智慧校园建设方面，主要通过智慧校园建设高峰论坛和会议探讨如何将人工智能、大数据、区块链等应用于智慧校园的建设和规划中。

4)人工智能对教育产生的影响。人工智能促进了教育的发展，为教育注入了新的理念，催生了智慧教育、未来教育、创客教育、教育信息化2.0等新的教育形态。祝智庭等(2018)提出智能教育可以作为智慧教育的实践路径，智慧教育可以对智能教育起导向作用。曹培杰(2018)认为智慧学习环境强调利用数据和算法读懂学生、发现学生、服务学生，包括全面感知的学习场所、灵活创新的学校布局和深度交互的网络学习空间；智慧学习方式倡导学生在问题式学习中学会解决问题，重点开展深度学习、跨学科学习和无边界学习；智慧教育管理要破除“效率至上”的评价导向，充分激发学校的办学活力，构建全社会参与的教育生态。王同聚(2016)以“智创空间”开展创客教育为例，提出依托创客空间、创客文化、创客教师、创客课程、创客学习、创客资源和创客环境等进行相互融合与协同发展。任友群、任昌山、杨宗凯等分别从设计理念、顶层设计、实践指导方针等方面对教育信息化2.0进行了详细解读。

我国教育人工智能研究还处于探索阶段，宏观理论研究较多、教育实践应用及效果研究较少。理论研究主要关注人工智能的内涵、技术概述、路径等。教育人工智能的教育学、心理学、人体工程学等理论基础研究，人工智能教育应用的教与学内在机制研究，人工智能如何更好地融入教育生态等还存在空白点。教育实践应用还停留在自动阅卷、教育质量数据监控等以提高成绩为目的的低阶智能阶段，没有深入到以培养核心素养为目的，对情感、态度、意识等进行深度分析的高阶智能阶段。机器学习、深度学习、学习者行为分析有一定尝试，但能持续应用于实际教学场景，支持个性化精准学习，促进核心素养发展的智能化学习系统还不成熟，缺少大规模应用的成熟产品，更没有形成智能教育生态，缺乏对技术应用效果评估、影响因素及师生的适应性研究，还面临保护学习者隐私等问题。

五、思考与启示

基于国外教育人工智能的研究热点及研究趋势，结合国内教育人工智能的研究现状，本文对未来教育人工智能研究发展做如下思考：

(一)深化教育人工智能的研究层次，由学习行为分析深入到意识、情感、态度研究

神经科学、认知科学、心理学和教育学的研究表明，情感状态一定程度会影响学习者的学习态度和学习效率。消极的情感状态会阻碍学生的思考过程，积极的情感会激发学生问题解决和创新的潜能。然而，情感缺失一直是教育人工智能存在的突出问题。目前国内教育人工智能的研究主要聚焦个性化学习推荐、智能评估、智能导师系统、智慧决策预警、智能助手等方面，国外的研究除此之外，还关注情感认知(伯纳兹，2017)、元认知(博拉斯卡·波姆达，2016)等意识领域的研究。我国教育人工智能应用研究还处于“低阶智能阶段”，没有达到具有独立自我意识、情感认知能力和推理思考能力的“高阶智能阶段”。从教育长远规划和发展趋势看，人工智能研究还需要深化对人类情绪和情感识别及了解，与脑科学、认知心理学等相关学科融合，重点推进情感计算、认知计算、智能感知等技术的发展(黄璐等，2018)，实现对学习者情感、态度、价值观等的干预和培养。

(二)重视人工智能教育应用的效果评估及影响因素研究

国外教育人工智能研究很多，不乏一些应用研究，比如，森恩(Sung，2017)的计算思维对比实验研究，缺乏人工智能应用于教学的效果实证研究，特别是影响技术应用效果的因素研究，以及各因素和效果之间的内部影响机制研究，更没有针对影响因素提出人工智能技术教育应用的改进措施及应用模式。从国外研究趋势看，国内未来对教育人工智能研究应侧重实证研究，探究人工智能对学习效果的影响因素及内在机制。

(三)利用VR/AR技术开展跨媒体融合研究，构建智慧学习空间

2019年4月29日，中国移动发布了《5G+智慧教育白皮书》。5G大带宽、低延时的特性，使虚实

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

融合呈现技术、交互性穿戴设备、体感数据采集技术等均能实现，为 AR/VR 教学应用提供了技术支持。人工智能虚拟现实教学技术，可以实现学生与学习对象多维交互体验，营造游戏化、沉浸式学习环境，达到真实环境的体验式学习；人工智能的增强现实教学技术，通过创建 AR 场景，把抽象的知识具象化，达到对知识形象、直观呈现，激发学生学习兴趣，促进学生对知识的深入理解。因此，如何将计算机图形图像处理技术、听觉感知技术与自然语言处理技术三者深度结合，实现跨媒体交互和跨媒体学习是当前构建智慧学习环境，实现人工智能教育深度应用的关键。

（四）由知识掌握到智能核心素养的培养

在人工智能时代，低阶认知技能的重要性下降，记忆、复述、再现等初级信息加工任务将由机器代替，深层知识和高阶认知的重要性更加凸显。学生也要具备智能核心素养。智能核心素养指终身学习素养、计算思维素养、设计思维素养、交互思维素养，具体指认知能力、创新能力、联结能力、意义建构能力和元认知能力等高阶认知能力。人工智能可以通过分析学习行为、学习轨迹，实现个性化学习推荐、学习预警、精准指导和评估，但都以学科知识为中心，较少关注学习者的情感、态度、道德、素养等意识领域的养成，缺少通过人工智能促进学生智能核心素养提升的研究。如何利用人工智能技术，通过提升学生在学习、生活、游戏中的创新能力、社会交往能力、意义建构和元认知能力、创新思维等是未来研究应该关注的方向，使人工智能教育的应用由低阶智能阶段深入到能力、思维、情感、态度等高阶智能阶段。

（五）聚焦教育人工智能的学习内容、教学模式改革研究

人工智能时代的学习不再局限于学校，教育将呈现“深度社会化”样态。教育个性化将得到真正实现。人工智能对教育各方面产生巨大冲击，革新教育模式，重塑教育结构，对教师、学生角色重新认知，但国内的研究过于关注技术本身，忽视学习内容、教学方法和教育模式的改革，人工智能和教学还没有实现深度融合。后续研究应聚焦教学内容改革，创新教学方法，重塑和再造教学组织和服务模式等，将教育重心从培养学生掌握低阶认知技能（记忆、复述、再现等初级信息加工）向培养学生高阶认知能力（识别问题、逻辑推理、意义构建、自我指导等能力）和创新能力转变，从标准化教育向个性化教育转变。面对这些转变，人工智能作为新的工具和创新要素，需要与“教、学、考、评、管”教育各环节的设计结合，构建新型教育生态体系。

六、结语

本研究利用 Citespace 对 2008-2018 年国外教育人工智能文献进行了文本分析和视图分析，梳理出近十年国外教育人工智能的研究热点和趋势，并通过对国内外教育人工智能的研究现状进行对比分析，总结出国外教育人工智能对国内研究的启示。研究力求在文献的“质”和“量”上达到精准、均衡，但由于英文文献本身在主题词划分及其归类上可能存在偏差，且手工数据筛选存在偶然性，主题词不同但英文缩写相同的情况会导致出现少量非主题文献，这都可能会为研究结论带来一定的误差。同时，由于受文献数量和时间范围的限制，研究在前瞻性方面存在一些局限。

随着 5G 的不断发展，它的大宽带、大规模连接、超低延时等特点将实现万物泛在互联、人机深度交互，“5G + AI”成为加速人工智能与教育深度双向赋能的新动力。然而，在推动教育人工智能融合过程中，还有很多具体问题亟待研究。比如，教育人工智能发展的支持政策研究，人工智能人才培养研究，人工智能应用于教育的道德规范、安全规范、产品标准等相关研究。后续研究将会继续关注人工智能技术的发展，并追踪其在教育领域中的深度应用。

[参考文献]

[1] Ainley，M.，Fryer，L. K.，& Thompson，A.（2017）. Stimulating and sustaining interest in a language course：An experimental comparison of Chat bot and Human task partners [J]. Computers in Human Behavior，（75）：461-468.

[2] Aluko，R.，Daniel，E.，& Oshodi，O.（2018）. Towards reliable prediction of academic performance of architecture students using data mining techniques [J]. Journal of Engineering design And Technology，16（1）：385-397.

[3] Aparicio，F.，Morales-Botello，M. L.，& Rubio，M.（2018）. Perceptions of the use of intelligent information access systems in university level active learning activities among teachers of biomedical subjects [J]. Int Jmed Inform，（112）：21-33.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[4] Atilola，O.，Valentine，S.，& Kim，H. H.(2014). Mechanix: A natural sketch interface tool for teaching truss analysis and free-body diagrams [J]. Artificial Intelligence for Engineering Design，Analysis and Manufacturing，28(2)：169-192.

[5] Autumn，E.，Chad，E.，& Spence，P. R.(2018). I，teacher: using artificial intelligence (AI) and social robots in communication and instruction [J]. Communication Education，67(4)：473-480.

[6] Bernard，J.，Chang，T-W.，& Popescu，E.(2017). Learning style identifier: Improving the precision of learning style identification through computational intelligence algorithms [J]. Expert Systems with Applications，(75)：94-108.

[7] 曹培杰(2018). 智慧教育人工智能时代的教育变革 [J]. 教育研究，39(8)：121-128.

[8] Carpio，J.，Mateo Sanguino，T. J.，Merelo Guervs，J. J.，& Rivas Santos，V. M.(2015). Open classroom: Enhancing student achievement on artificial intelligence through an international online competition [J]. Journal of Computer Assisted Learning，31(1)：14-31.

[9] Cavus，N.(2010). The evaluation of learning management systems using an artificial intelligence fuzzy logic algorithm [J]. Advances in Engineering Software，41(2)：248-254.

[10] Chen，Y.(2012). An innovative knowledge management learning cycle by LEGO nxt for science education [J]. International Journal of Innovative Computing Information and Control，8(1)：791-798.

[11] 陈松云，何高大(2018). 机器智能视域下的教育发展与实践范式新探：2018《美国机器智能国家战略的启示 [J]. 远程教育杂志，(3)：18-25.

[12] 陈悦，陈超美，胡志刚，王贤文(2014). 引文空间分析原理与应用：CiteSpace 实用指南 [M]. 北京：科学出版社，2014.

[13] Coccoli，M.，Maresca，P.，M.，& Stanganelli，L.(2018). Cognitive computing in education [J]. Journal of E-Learning and Knowledge Society，12(3)：56-69.

[14] Cullar，M. P.，& Pegalajar，M. C.(2014). Design and implementation of intelligent systems with LEGO Mind storms for undergraduate computer engineers [J]. Computer Applications in Engineering Education，22(22)：153-166.

[15] Dias，S. B.，Hadjileontiadou，S. J.，Hadjileontiadis，L. J.，& Diniz，J. A.(2015). Fuzzy cognitive Mapping of users' quality of interaction with in higher education blended-learning Environment [J]. Expert Systems with Applications，42(21)：7399-7423.

[16] Drigas，A. S.，& Ioannidou，R. E.(2012). Artificial intelligence in special education: A decade review [J]. International Journal of Engineering Education，28(6)：1366-1372.

[17] Gadanidis，G.(2017). Artificial intelligence，computational thinking，and mathematics education [J]. International Journal of Information and Learning Technology，34(2)：133-139.

[18] Garcia-Penalvo，F.，Cruz-Benito，J.，& Martin-Gonzalez，M.(2018). Proposing a machine learning approach to analyze and predict employment and its factors [J]. International Journal Of Interactive Multimedia And Artificial Intelligence，5(2)：39-45.

[19] Han，K. W.，Lee，E.，& Lee，Y.(2010). The impact of a peer-learning agent based on pair programming in a programming course [J]. IEEE Transactions on Education，53(2)：318-327.

[20] Harley，J. M.，Lajoie，S.，& Frasson，C.(2017). Developing emotion-aware，advanced learning technologies: A taxonomy of approaches and features [J]. International Journal of Artificial Intelligence In Education，27(2)：268-297.

[21] Herrera-Viedma，E.，Pez-Herrera，A. G.，& Alonso，S.(2009). A computer-supported learning system to help teachers to teach fuzzy information retrieval systems [J]. Information Retrieval，12(2)：179-200.

[22] Huang，Y.，Hsu，C.，& Su，Y.(2014). Empowering classroom observation with an e-book reading behavior monitoring system using sensing technologies [J]. Interacting with Computers，26(4)：327-387.

[23] 黄璐，郑永和(2018). 人工智能教育发展中的问题及建议 [J]. 科技导报，36(17)：102-105.

[24] Johnson，W. L.，& Lester，J. C.(2015). Face-to-face interaction with pedagogical agents，twenty years later [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education，26(1)：25-36.

[25] Kenny，C. & Pahl，C.(2009). Interactive correction and recommendation for computer language learning and training [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering，21(6)：854-866.

[26] Kim，Y.，& Baylor，A. L.(2015). Research-based design of pedagogical agent roles: A review，progress，and recommendations [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education，26(1)：160-169.

[27] Kim，Y.，Behnagh，R. F.，& Soyata，T.(2018). Towards emotionally aware ai smart classroom current issues and directions for engineering and education [J]. IEEE Access，(6)：5308-5331.

[28] Kiraz，A.(2012). The modeling of tensile test in virtual laboratory design using artificial intelligence [J]. Journal of the Faculty of Engineering And Architecture of Gazi University，27(1)：205-209.

[29] Koedinger，K. R.，& Aleven，V.(2015). An interview reflection on "intelligent tutoring goes to school in the big city" [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education，26(1)：13-24.

[30] Kose，U.，& Arslan，A.(2016). Intelligent e-learning system for improving students' academic achievements in computer programming courses [J]. International Journal of Engineering Education，32(1)：185-198.

[31] Loup-Escande，E.，Frenoy，R.，& Poplimont，G.((2017). Contributions of mixed reality in a calligraphy learning task: Effects of supplementary visual feedback and expertise on cognitive load，user experience and gestural performance [J]. Computers in Human Behavior，(75)：42-49.

[32] 梁迎丽，梁英豪. 人工智能时代的智慧学习：原理、进展与趋势 [J]. 中国电化教育，2019，(2)：16-21.

[33] 梁迎丽，刘陈(2018). 人工智能教育应用的现状分析、典型特征与发展趋势 [J]. 中国电化教育，(3)：24-30.

[34] 刘勇，李青，于翠波(2017). 深度学习技术教育应用现状

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

和前景[J]. 开放教育研究,23(1):113-120.

[35] Magal-Royo,T.,& Garc,A. J.(2017). Una aproximación del efectoen el aprendizaje de unalengua extranjera debida a la obtención de datos a través de exúmenes en línea de idiomas[J]. Revista de Educación a Distancia(RED),(53):152-158.

[36] 马玉慧,柏茂林,周政(2017). 智慧教育时代我国人工智能教育应用的发展路径探究:美国《规划未来,迎接人工智能时代》报告解读及启示[J]. 电化教育研究,38(3):123-128.

[37] Moon,M.,Jahng,S.,& Kim,T.(2011). A computer-assisted learning model based on the digital game exponential reward system[J]. Turkish Online Journal Of Educational Technology,10(1):1-14.

[38] 牟智佳,武法提(2017). 教育大数据背景下学习结果预测研究的内容解析与设计取向[J]. 中国电化教育,(7):26-32.

[39] Mehmood,R.,Alam,F.,& Albogami,N. N.(2017). Utilearn: A personalised ubiquitous teaching and learning system for smart societies[J]. IEEE Access,(5):2615-2635.

[40] Munawar,S.,Toor,S. K.,& Aslam,M.(2018). Move to Smart Learning Environment: Exploratory Research of Challenges in Computer Laboratory and Design intelligent Virtual Laboratory I for e-Learning Technology[J]. Eurasia Journal of Mathematics,Science and Technology Education,14(5):1645-1662.

[41] Nabiyev,V.,Cakiroglu,U.,Karal. H.,Cebi,A.,& Erumit,A. K.(2016). Application of graph theory in an intelligent tutoring system for solving mathematical word problems[J]. Eurasia Journal of Mathematics Science And Technology Education,12(4):687-701.

[42] Nigenda,R. S.,Martinez-Salazar,I.,Padron,C. M.,& Torres-Guerrero,F.(2018). Design and evaluation of planning and mathematical models for generating learning paths[J]. Computational Intelligence,34(3):821-838.

[43] Pan,Y.(2016). Heading toward Artificial Intelligence 2.0[J]. Engineering,2(4): 409-413.

[44] Porayska P. K.(2016) AI as a methodology for supporting educational praxis and teacher metacognition[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education,26(2): 679-700.

[45] Porayska P. K.,Frauenberger,C.,& Pain,H.(2012). Developing technology for autism: an interdisciplinary approach[J]. Pers Ubiquit Comput,16(2):117-127.

[46] Roll,I.,& Wylie,R.(2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education,26(2):582-599.

[47] Samarakou,M.,Fylladitakis,E. D.,& Karolidis,D.(2016). Evaluation of an intelligent open learning system for engineering education[J]. Knowledge Management & E-Learning an International Journal,8(3:496-513.

[48] Samarakou,M.,Fylladitakis,E. D.,Fruh,W. G.,Hatziapostolou,A.,& Gelegenis,J. J.(2016): An advanced e-learning environment developed for engineering learners[J]. International Journal of Emerging Technologies in Learning(IJET),10(3):22.

[49] Samarakou,M.,Tsaganou,G.,& Papadakis,A.(2018). An e-learning system for extracting text comprehension and learning style characteristics[J]. Educational Technology & Society,21(1):126-136.

[50] Santos,F. R.,& Notargiacomo,P.(2018). Intelligent educational assistant based on multi agent system and context-aware computing educactivecore: experiment with context-aware and multiagent interaction[J]. International Journal of Advanced Computer Science And Applications,9(9):236-243.

[51] Santos,O.,& Boticario,J.(2015) User-centred design and educational data mining support during the recommendations elicitation process in social online learning environments[J]. Expert Systems,32(2):293-311.

[52] Santos,O.(2016). Training the Body: The potential of AIED to support personalized motor skills learning[J]. International Journal of Artificial Intelligence In Education,2(2):730-755.

[53] Sheridan,T.(2016). Human-Robot Interaction: Status and challenges[J]. Human Factors,58(4): 525-532.

[54] 石磊(2018). 开源人工智能系统 Tensorflow 的教育应用[J]. 现代教育技术,28(1):93-99.

[55] Silapachote,P.,& Srisuphab,A.(2017) Engineering courses on computational thinking through solving problems in artificial intelligence[J]. International Journal of Engineering Pedagogy(IJEP),7(3):34.

[56] Silva,R.,& Spanhol,F.(2018). Use of artificial intelligence in the structuring of hybrid learning environments[J]. Revista Educaonline,12(1):45-68.

[57] Slim,C.,Kharrat,M.,& Amor,N. B.(2018). Using IOAI in introductory courses to embedded systems for engineering students: A case study[J]. The International Journal of Electrical Engineering & Education,55(1): 62-78.

[58] Stantchev,V.,Prieto-Gonzalez,L.,& Tamm,G.(2015). Cloud computing service for knowledge assessment and studies recommendation in crowdsourcing and collaborative learning environments based on social network analysis[J]. Computers in Human Behavior,(51):762-770.

[59] Sung,W.,Ahn,J.,& Black,J. B.(2017). Introducing Computational Thinking to Young Learners: Practicing computational perspectives through embodiment in mathematics education[J]. Technology,Knowledge and Learning,22(3):443-463.

[60] Timms,M. J.(2016). Letting artificial intelligence in education out of the box: educational cobots and smart classrooms[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education,26(2):701-712.

[61] Villaseor,E. A.,Arencibia-Jorge,R.,& Carrillo-Calvet,H.(2017). Multiparametric characterization of science to metric performance profiles assisted by neural networks: A study of Mexican higher education institutions[J]. Scientometrics,10(1):77-104.

[62] 王萍,石磊,陈章进(2018). 智能虚拟助手:一种新型学习支持系统的分析与设计[J]. 电化教育研究,39(2):67-73.

[63] 王同聚(2016). 基于"创客空间"的创客教育推进策略与

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

实践：以“智创空间”开展中小学创客教育为例 [J]. 中国电化教育，(6)：65-70 +85.

[64] 魏雪峰，刘永渤，曲丽娟，等(2018). 教育测评机器人的理念构想与教学应用研究 [J]. 中国电化教育，(12)：25-30.

[65] Wong，L. H. ，& Looi，C. K. (2012) Swarm intelligence：New techniques for adaptive systems to provide learning support [J]. Interactive Learning Environments，20(1)：19-40.

[66] 吴文峻(2017). 面向智慧教育的学习大数据分析技术 [J]. 电化教育研究，38(6)：88-94.

[67] 吴晓如，王政(2018). 人工智能教育应用的发展趋势与实践案例 [J]. 现代教育技术，28(2)：5-11.

[68] Xing，E. P. ，Ho，Q. ，& Xie，P. (2016). Strategies and principles of distributed machine learning on big data [J]. Engineering，2(2)：179-195.

[69] 闫志明，唐夏夏，秦旋(2017). 教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势—美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析 [J]. 远程教育杂志，35(1)：26-35.

[70] 杨现民，张昊，郭利明等(2018). 教育人工智能的发展难题与突破路径 [J]. 现代远程教育研究，(3)：30-38.

[71] 余明华，冯翔，祝智庭(2017). 人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索 [J]. 远程教育杂志，35(3)：11-21.

[72] 袁利平，陈川南(2018). 人工智能视域下的宽度学习及在教育中的应用 [J]. 远程教育杂志，36(4)： 49-56.

[73] 赵慧琼，姜强，赵蔚(2018). 教育大数据深度学习的价值取向、挑战及展望：在技术促进学习的理解视域中 [J]. 现代远距离教育，(1)：17-25.

[74] 祝智庭，彭红超，雷云鹤(2018). 智能教育智慧教育的实践路径 [J]. 开放教育研究，24(2)：13-42.

(编辑：赵晓丽)

Hotspot，Trend，and Enlightenment of Educational Artificial Intelligence Research Abroad

CHEN Yingbo & ZHANG Wenlan

(1. *School of Electronic and Information Engineering，Ankang University，Ankang* 725000，*China*；
2. *College of Education，Shaanxi Normal University，Xi' An* 710062，*China*)

Abstract: *In order to apply artificial intelligence in the field of education，to accelerate the realization of artificial intelligence to empower education，we searched and evaluated the available literature in the topic area. We collected* 313 *papers with "artificial intelligence and education" as the theme from the Web of Science database and used CiteSpace from two aspects of text analysis and views on clustering analysis. The results indicate that research abroad focuses on the artificial intelligence education with "intelligent tutor system，" "the robot of artificial intelligence education，" "machine learning，" "learning model" and "wisdom study，" the "computing thinking". Research tends to combine computer technology with neuroscience and cognitive science and apply it to learning cognition and emotional cognition. Based on our literature review，we propose that education artificial intelligence research in China should be "deepening the research level，pay attention to the study of consciousness，emotion，and attitude"，"attach great importance to the effect evaluation and influence factor research of educational artificial intelligence"，"use VR/AR to conduct cross-media integration research and construct intelligent learning space"，"shift from knowledge mastery to the cultivation of intelligent core accomplishment"，"promoting learning content，teaching model reform of education artificial intelligence".*

Key words: *artificial intelligence*；*education*；*visual analysis*；*research focus*；*research trends*

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI:10.13811/j.cnki.eer.2018.10.002

理 论 探 讨

人工智能时代教育创新发展的方向与路径研究

钟绍春[1]， 唐烨伟[2]

(1.教育部 数字化学习支撑技术工程研究中心，吉林 长春 130117；
2.东北师范大学 信息科学与技术学院，吉林 长春 130117)

[摘 要] 文章基于近两年的调研、组织大赛和所做的研究与应用工作，从应用方向、范围、层次和类别等方面分析了当前“互联网+教育”的现状与问题。讨论了人工智能时代推进教育信息化 2.0，实现教育创新发展的方向与目标、实施路径、面临的机遇和挑战等。并从技术支持教与学瓶颈性问题的解决策略出发，构建促进策略实施的智慧支撑系统，设计基于智慧系统的教学活动实施方案，建立融合创新应用与本地化资源建设工作体系模式，从而系统阐述了教育创新发展实施的有效路径。

[关键词] 人工智能；教育信息化；教育信息化 2.0；创新发展；方向；路径；挑战

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 钟绍春(1965—)，男，吉林双辽人。教授，博士，主要从事智慧教育和数字化学习环境的研究。E-mail：sczhong@sina.com。

一、“互联网+教育”的现状与问题

2011 年以来，国务院、教育部相继出台了一系列文件，明确了教育信息化的地位和作用，要求各级政府和教育管理部门高度重视教育信息化工作，特别是教育部刚刚发布的《教育信息化 2.0 行动计划》，进一步明确了教育信息化应用的方向[1]。随着一系列文件和相应工作的部署与开展，教育信息化工作出现了可喜局面。各级政府和教育主管部门加大了教育信息化的投入力度。经过这几年的建设，大多数学校建设了基础网络，配备了基本的信息化设施设备，为信息化教学的开展奠定了坚实的基础。

但是，通过近年来组织的全国性信息技术与教学融合优质课评选、智慧教育种子教师培训、信息技术与教育教学深度融合课题研究、智慧教育示范区及学校指导，以及为区域编制教育信息化发展规划和实施方案所开展的有代表性的学校调研等活动发现，在教育信息化，特别是信息化教学方面，还没有形成大规模、常态化、革命性的应用态势，存在很多瓶颈性问题。

目前，大多数区域和学校的教育信息化工作，从全面普及的层面看，都取得了极大的进展[2-3]。但是，从深度融合，特别是融合创新应用的层面看，还存在很多需要进一步研究和解决的问题。从教学应用范围、层次和教学资源、教育均衡发展以及管理等工作看，主要的应用情况及问题如下：

(一)信息技术教学应用范围有待扩大

在教学应用方向与范围方面，大多数应用集中于课堂教学。在课堂教学教师教授方面，有相当比例的教师使用范围较广、频率较高，但整体来看还未真正进入大规模、常态化应用状态。在课堂互动教学、课后个性化学习、教学质量监测与评价等方面，有一定的应用，但比例相对较低。

(二)信息技术有效支撑教学缺乏工具手段

在信息技术与教学融合的方法和层次方面，以支持已有教学体系为主，信息技术的应用多数是快速呈现知识和获得信息，目的是提供知识和信息有效获取的途径，大大提高教学效率[4]。对于教学和学习关键问题，尚未形成在“互联网+”、人工智能和大数据等支持

基金项目：吉林省教育厅项目“智慧课堂环境下个性化微课资源支持分层教学的理论构建与实践研究”(项目编号:JJKH20170943SK)

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

下的有效解决体系。大多数教学应用采用 PPT、资源包等形式，以文本、图片和音视频资源为主，层次相对较浅。对于知识深层次理解所需的资源，尽管已有一些虚拟仿真工具，但多数是基本原理的模拟，方式比较单一。因此，缺乏从不同角度讲解知识的支撑工具，缺乏知识深度理解、体验和探究的有效支撑工具，缺乏课堂教学效果实时获取和调控的有效支撑手段等。

（三）支撑教师备课资源获取方式单一

在教师备课资源方面，教育局统一建设或共享的资源使用人数较少，使用频度较低。一些学校针对课堂教学和中高考需要，为教师购买了网上学科课件资源和试题资源服务，但是大部分教师获得资源的方式仍是网上搜索，部分教师会在学校购买的网络资源服务上下载，但最终使用的课件仍是简单的资源拼凑。通过共建共享方式提供的资源，大部分层次较低，即便有一些高质量的课件资源，但其设计者的意图往往难以获得，且大多数课件很难与教师的实际需要完全吻合。因此，现有的教师备课及资源服务支撑体系难以支持教学常态化应用，更难以实现教育信息化 2.0 所提出的教学和学习创新。

（四）在线学习与培训方式应用收效甚微

在线学习与培训方面，主要通过远程互动课堂、在线云课堂、名师云课、微课等方式传播优秀教师的教学智慧。远程互动课堂可以在一定程度上帮助缺乏开课教师的学校解决一些问题，但是，覆盖的学校数量和学生数量较少，通过这种方式解决教学问题的应用并未常态化。另一种方式是为共享名校名师教学智慧提供支撑环境。典型的应用是中高考指导课，名校名师远程开课，但是互动效果并不理想，主要表现为教师讲学生听。因此，这种环境的应用方式与在线云课堂的应用方式基本一致。这两种方式除了它的实时特点以外，与名师云课和微课基本相似。这些做法，对于课堂教学没有起到任何作用。因此，从课堂教学的角度来看，还是没有通过信息化真正解决教育均衡发展的问题。

网络培训课程大多数是为完成继续教育学分准备的，针对性不强，且教师普遍认为使用网络培训课程使其负担加重，抵触情绪较大。研修平台大多数是信息技术部门组织建设的，教研部门感觉比较茫然，无从下手。

（五）教育管理缺乏支撑平台

在管理方面，多数是基于工作平台的基本信息管理。缺乏基于大数据，通过计算得出教学监测与调控、教师研培、教师队伍与管理队伍调整等的依据，并能够实现精准调控和评价；缺乏工作开展、沟通交流、决策支持、预警预报等的一体化支撑系统。

总体上，当前“互联网+”、大数据、人工智能等技术在教育方面更多是表象上应用、容易实现的应用、通过技术能够直接解决的应用。诸如以多媒体技术快速呈现知识与信息，通过网络阅卷和作业快速获得学生学习情况，通过“互联网+”等实现个性化学习等。但是，在疑难知识理解、体验探究知识等方面缺乏系统应用，且很多公司或机构往往绕过这些疑难点。出现以上问题的根本原因是教育教学核心本质问题没有很好的破解思路，技术更多的是贴在教育教学表面上。

二、人工智能时代教育创新发展的方向与目标

《教育信息化 2.0 行动计划》明确提出要构建人才培养、教育服务供给和教育治理三个新模式，实现融合应用向融合创新应用、信息技术应用能力向信息素养、教育专用资源向教育大资源三个转变，达到“三全两高”[1]，具体如图 1 所示。

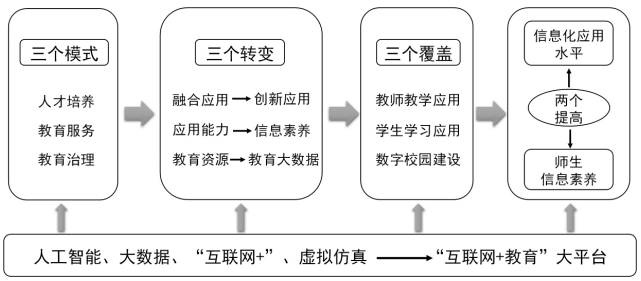


图 1　教育信息化 2.0 的核心内涵

因此，无论处于什么时代，有什么新的技术出现，要想在教育教学上真正发挥作用，就必须为解决教育教学所存在的瓶颈性问题提供有效支持。如果仅将技术拿来，直接应用，基本上是不可能真正发挥作用的，也就无法实现教育信息化 2.0 所提出的目标。要从根本上解决教育教学问题，就必须针对所存在的问题，在技术的支持下，统筹研究，系统思考，构思出全新的教育教学思路和方法。人工智能时代的教育创新发展，也不例外。下面，从人工智能时代教育创新发展的总体设计、教与学创新发展的方向与目标、教育管理创新发展的方向与目标三方面，分析人工智能时代教育创新发展的方向与目标。

（一）人工智能时代教育创新发展的总体设计

人工智能时代教育创新发展的总体设计，应当是聚焦教与学瓶颈问题，借助“互联网+”、大数据、虚拟仿真和人工智能等技术，构建集教学、管理、研培、家校沟通等方面于一体的联动新教育体系，并按照新教

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

育体系建立有效支撑环境,改进优质师资教育智慧供给方式,实现知识深度理解、合作、体验探究和个性化学习。新教育体系的构建,核心是转变信息化工作的思维方式,关键问题是“互联网+”、人工智能、大数据和虚拟仿真等技术如何发挥作用。

(二)教与学创新发展的方向与目标

在教与学方面,创新发展的方向与目标是,聚焦学生学习和教师教学普遍存在的瓶颈问题,包括学生缺乏学习动因和持续力,缺乏体验、感悟和探究机会,疑难知识深度理解困难,课堂教学由教师统筹安排缺乏个性化,学生学习情况和教师教学情况实时监测和调控困难,优质教师难以覆盖全体学生等,充分利用人工智能、大数据、“互联网+”、虚拟仿真等技术,建立“互联网+教育”大平台(智能系统),实现教师根据学生大数据安排课堂教学活动、学生课后作业和学习活动,并提供有效支撑资源和工具;动态获取课堂教学实时情况,及时调控课堂教学安排。学生能够认同并主动按需找到适合自己的方式,得到最适合的教师的帮助并找到最佳合作伙伴以完成学习活动(智慧学习)[5]。通过这样的教与学,培养学生的创新与合作、认知与系统思维、学科关键问题解决与职业能力,以及多元智慧等。此外,应能够根据学生实际学习情况,动态确定教师研培方向。具体如图 2 所示。

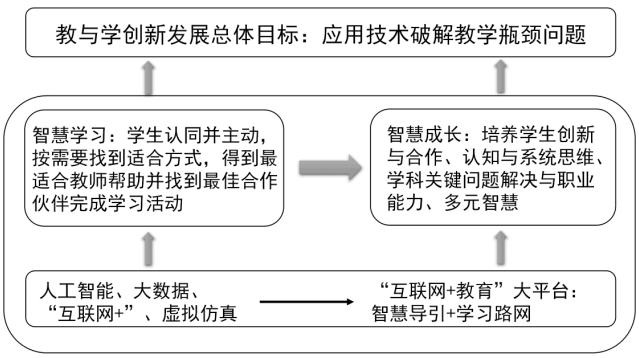


图 2 教与学创新发展总体目标

(三)教育管理创新发展的方向与目标

在教育管理方面,创新发展的总体方向和目标是招生、研培、学校布局等工作,均依据大数据实现科学管理和决策,如图 3 所示。教育管理创新可以从以下两个层面开展:一是智能管理,借助人工智能等技术实现自动化管理。比如:在安全方面,通过人脸识别和物联网,实时监测校园内学生活动情况等。二是实现智慧管理,借助大数据、人工智能、“互联网+”等技术实现依法依规科学管理和决策。

在智慧管理方面,应为每一个学生建立从入学到毕业全过程的成长方式和结果大数据。依据学生大数据,一方面,可以计算出整个班级教学状况,为教师动态调控教学提供依据;另一方面,能够动态计算出学生学习问题,优化学习路径,引导学生个性化成长[5]。在此基础上,通过教学大数据,计算出教师教学水平、年级教学水平、学科教学水平,从而确定应开展什么样的研培活动、如何调配教师和选拔各级部门的管理者等。基于学生学习大数据和教学研培大数据,实现教学、学习、研培、招生、学校布局、队伍调整、干部任用、评价等工作精准化、智能化,从而实现教育管理向教育治理转变。

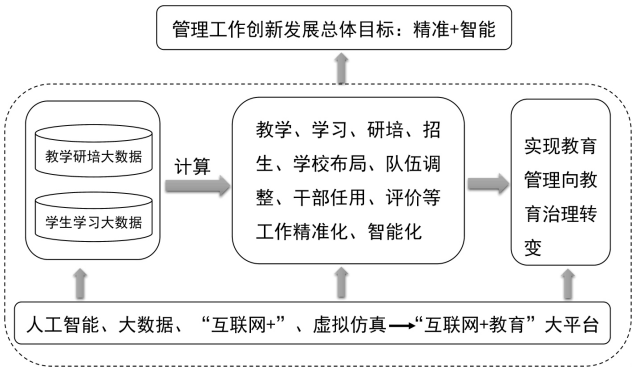


图 3 管理工作创新发展总体目标

三、人工智能时代教育创新发展的实施路径

按照教与学创新发展的方向,需要完成以下三个层面的工作以实现我们所期望的创新发展目标:一是要全面深入探索技术支持教与学瓶颈问题解决的有效策略;二是按照教与学瓶颈问题有效解决策略的需要建立智慧支撑系统;三是系统梳理在不同教学环境下开展教学与学习活动的有效实施方法。这三个层面的工作,实际上是实施教与学创新发展的三个阶段性工作,也是教与学创新发展顶层的实施路径。在此基础上,真正构建智慧课堂和智慧学堂,全面推动教与学创新应用工作。这样的实施路径能够顺利操作的前提是资源完全符合教学需要,且教师能够按照这样的思路开展教学活动。目前,大多数资源难与教学实际需要完全吻合。因此,最好的解决办法是在应用过程中,建立起本地化资源建设与应用一体化的工作体系,在解决建设问题的同时解决应用问题。

(一)技术多层次、全方位支持教与学瓶颈问题解决策略

技术支持教与学瓶颈性问题的解决,不能仅局限在教与学活动支持上做浅层次的应用。应从教师讲解,学生理解、体验、感悟与探究,教与学过程监测调控,名师和优秀学生供给等多层次、多角度发挥技术的作用。应全面、深入、系统地研究技术对知识学习可

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能的支持方式[6]，由浅层次应用向深层次应用延伸，从而带来教与学质量和效率的实质性提升。

1. 由快速呈现向深度理解和体验探究知识深化

目前，技术应用于教学集中在教师讲授，部分教学活动应用了 PAD 等终端设备，实现了学生个性化阅读和练习，其主要目的是快速呈现知识和获得信息。将知识与信息转变为电子资源，通过搜索引擎、电子书等方式，帮助学生和教师快速获得知识与信息，改变知识与信息获取方式，提高知识呈现效率。这种方式在学生自学和教师讲解过程中都能起到明显的作用。但是，这种方式主要是提高效率，在知识的深度理解和探究方面没有明显的作用。因此，我们可以借助虚拟仿真、虚拟现实和增强现实等技术，为学生提供探究所必需的环境和工具，从而促进知识的深度理解。

2. 由课堂应用向全过程调控和课后学习延拓

依据学科学习目标库，确定学科学习大数据框架，并在教与学动态过程中，为每位学生建立起完整的学习大数据，为每位教师和班级建立起教学情况大数据，为每个年级、学科组和全校建立起教学、教师整体情况大数据等。依据学生学习大数据，建立起学生每个知识点、单元册和整个学科的学习调控体系，帮助学生及时调整学习层次、学习方式，使学生找到适合自己的学习层次和方式，完成相应问题和任务的学习。依据全班学生总体学习情况大数据，教师及时调整教学计划和安排，及时调整为学生个性化学习所提供的学习和建议的学习方式。依据所有教师实际教学情况大数据，教研部门将有共性问题的教师组织在一起开展有针对性的研修活动等。真正通过大数据和“互联网+”实现教学和学习的精准调控和管理。

3. 由面对面教学向全覆盖应用延伸

传统的面对面教学使学生无法得到教师的个性化指导和帮助，也很难找到最佳学习伙伴进行共同交流。即使得到了教师的指导，也不一定适合每个学生。因此，在常规教学条件下，解决高位均衡问题是不可能的。借助“互联网+”、大数据、虚拟仿真和人工智能等技术，按照每个知识点听讲、自主导学和探究等不同学习方式的需要，分类建立个性化学习路网，包括支撑资源与工具，挖掘出最好的教师，形成分层讲解和指导的微课、学生学习经验分享的微课等，改变优质师资教学智慧和学生典型学习经验的供给形态，最大限度地将优质师资资源和典型学生学习经验随时随地提供给有需要的学生，这才是真正的“互联网+”思维方式，才能真正给教育带来一场深刻的革命，实现由专用教育资源到教育大资源的转变，即由课件+题+素材向应用套件+生成资源+大数据扩充。

（二）构建促进策略实施的智慧支撑系统

按照上文所讨论的教与学瓶颈性问题解决策略，开展融合创新应用工作，需要能够支持这些策略有效实施的信息化系统。系统总体结构如图 4 所示。该系统重点解决以下方面的问题：一是对于知识的学习，提供理解、体验、感悟和探究的支撑资源和工具；二是对于知识掌握的程度，提供多层次、多角度的测试、分析工具，并建立学习和教学情况大数据库，及时调控学生学习活动和教师教学活动；三是对于疑难知识的学习，建立“互联网+学习路网”，汇聚名师教学智慧和优秀学生的学习经验，为课堂互动教学和课后学习提供系统支撑；四是提供教师备课、课堂教学、课后学习支撑系统，充分利用学习路网，实现迭代训练、精准学习、精准教学和精准研培；五是在课堂教学过程中，动态采集名师教学智慧和优秀学生学习经验，丰富学习路网建设，支撑均衡发展。

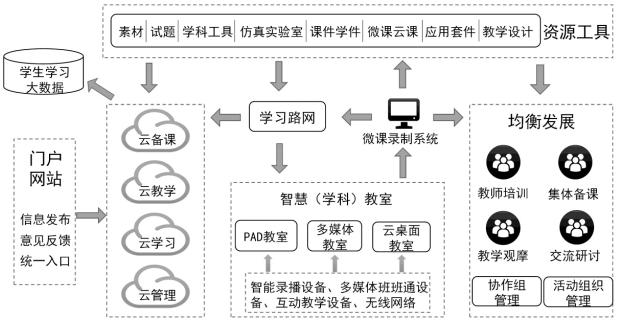


图 4　智慧支撑系统建设总体结构

在智慧支撑系统建设中，较有挑战性的内容是智慧学习路网的建设。如图 5 所示，智慧学习路网是指针对学科知识点和知识族，借助“互联网+”、人工智能、虚拟仿真和大数据等技术构建符合不同学生已有知识水平、认知水平、兴趣爱好等实际情况的知识学习和能力培养的学习路径。学科知识点和知识族的每个学习路径由与学习层次、方式和兴趣爱好相适应的学习工具、仿真实验室、名师云课（指导、讲解、答疑等视频），以及优秀学生学习经验分享视频和作品等资源构成。智慧学习路网是实现智慧学习的坚实基础，没有优质、完备的学习路网，个性化学习是无法全面实现的。

智慧学习路网是要将名师的教学智慧和优秀学生的学习经验在教与学的过程中挖掘出来，供给所有学生使用，并根据使用的情况不断完善和优化学习路网。这需要人工智能、大数据和“互联网+”技术与名师和优秀学生在动态过程中有机结合、协调工作，通过

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

技术深入、系统、持续地挖掘名师和优秀学生的智慧，从而使智慧学习路网能够满足更多学生的个性化学习需要。

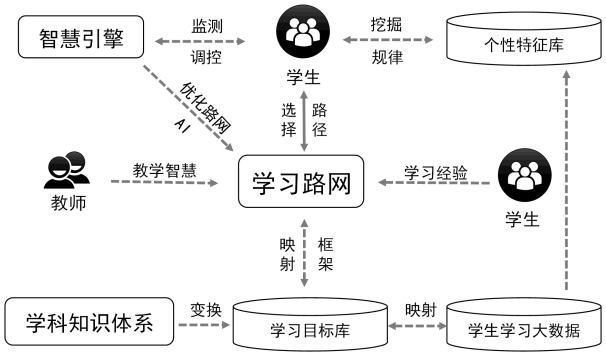


图 5　智慧学习路网

(三)设计基于智慧系统的教学活动实施方案

课堂教学如果没有教师统一安排的教学活动，完全由学生自主学习，教学效果可能会不太理想，因此需要进行计划教学。但是，如果课堂完全由教师统一安排教学活动，即便有学习终端，少部分时间能够按照教师的计划安排做个性化阅读或训练，大部分时间在教师统一的安排下开展统一的学习活动，这样依旧很难实现个性化学习。因此，需要将二者结合，科学安排计划教学和个性化学习活动。如图 6 所示，一方面，借助信息化手段，帮助教师将计划教学安排得更好，使之最大限度满足班级学生群体的学习需要，即班级教学效益最大化。另一方面，在课堂教学过程中，尽可能让学生在统一安排的教学活动中，有机会走个性化之路。此外，在课前和课后都能够按照学生的实际情况开展个性化学习活动。

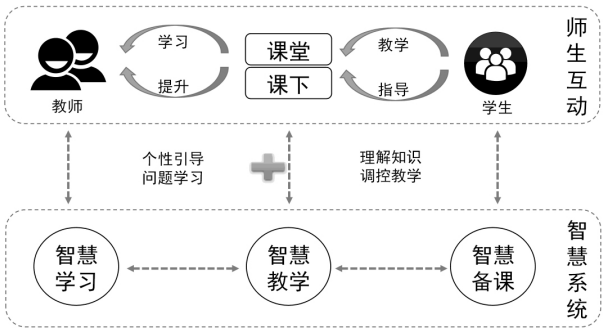


图 6　教学与学习活动实施策略

(四)建立融合创新应用与本地化资源建设工作体系模式

关于资源建设，从前文对教学信息化普遍存在的问题分析可以看出，通过现有的资源服务体系支持教学和学习大规模、常态化、创新性融合应用有着一定的难度。现有的资源供给途径主要是购买企业开发的资源，或者通过“一师一优课、一课一名师”等活动共享的资源等。企业提供的资源包括素材、试题试卷、案例、工具及仿真实验室等，活动共享的资源大多是案例。大多数教师需要快速获得与自己教学相吻合的案例资源。但是，无论是企业提供的案例资源还是活动共享的案例资源，大部分难以满足教师的实际需要。教师自己开发课件又存在很多困难和障碍，如信息技术能力有限、没有充足的时间等。因此，改变现有的资源服务体系是势在必行的事情。问题的关键是，资源服务体系朝着什么方向改进？如何改进？涉及两个方面的问题，一个问题是什么样的资源是好的，另一个问题是如何按照教师的需要，常态化供给好的、满足教师实际需要的资源。

对于什么样的资源是好的，需要从教学的实际需要入手进行分析[7]。不同的教学安排，所需要的资源是不尽相同的。目前，现有的资源大多数不是好的资源，主要原因是信息技术的应用，更多的是将技术贴在原有的教育教学上。如果教师教和学生学的思路、方式方法等方面存在问题，这种情况下，无论如何通过信息技术也解决不了问题。因此，好的资源首先需要针对问题研究出新的教学和学习思路、方式方法，甚至重新定位学习目标，再根据新教学体系的需要进行研发。但在常规条件下，大多数问题根本不可能找到新思路、新方法。在没有新手段、新条件的情况下，要想找到可操作的新思路、新方法，几乎是不可能的[5]。其次，在深入研究信息技术创新教学和学习有效途径的基础上，应用技术建设资源。只有这样，才可能研发出好的资源。

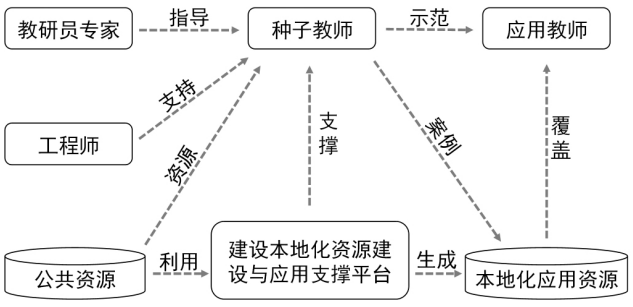


图 7　融合创新应用与本地化资源建设工作体系建立模式

有了好的思路和方法，不等于能够针对所有应用提供满足教师实际需要的资源。不同地区、不同学校的教师与学生情况不尽相同，教学思路必然有一定的差异，因此，对于教学资源的需求也会存在差异。让每个教师都按照教学差异分别准备教学课件和学生学习所需要的资源，几乎是不可能的。较好的办法是以区域为单位，至少以学校为单位，选拔种子教师，请学科专家、融合创新应用专家、技术工程师联合打

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

造和支持种子教师，使种子教师能够常态化上课，组织学生开展学习活动，在常态化应用过程中形成本地化应用资源。在此基础上，推广到全体教师应用，并引领其他教师开展融合创新应用工作。具体如图 7 所示。

四、人工智能时代教育创新发展面临的主要挑战

在人工智能、大数据、虚拟仿真和“互联网+”等技术飞速发展的今天，教育教学面临非常多的发展机遇，但同时，技术的应用也带来了很多亟须应对的挑战。

挑战 1：“互联网+”、多媒体、人工智能、大数据等技术的应用，为快速获取和呈现知识与信息提供了手段，但也改变了教与学节奏。教师如何掌控教与学节奏，使之更加符合学生的认知规律。

挑战 2：“互联网+”、人工智能、大数据等技术的应用，打破了学生主要通过课堂获取知识和信息、学习步骤一致的格局。教师如何应对由于格局被打破而带来的学生间出现的巨大差异，使课堂教学尽可能适合更多学生的实际情况。

挑战 3：人工智能、大数据等技术的应用，可能为教师批改作业、阅卷等带来较大的便利。但是，在节省时间的同时，教师也缺少了全面动态了解每位学生学习状况的机会，教学调控的针对性可能会受到较大的影响。教师如何权衡利弊，合理使用技术，既充分了解学生实际情况，又尽可能减轻负担。

挑战 4：“互联网+”、人工智能等技术的应用，能够将更多的优秀教师智慧供给到每个班级、每个家庭。教师如何科学使用这些教学智慧，与自身的实际情况有机融合，从而使教学质量真正快速提升。

挑战 5：人工智能、虚拟仿真和多媒体等技术的应用，为教师讲解知识、学生理解知识提供了有效的手段，在知识学习方面效果显著，但是在抽象思维能力培养方面，学生得到提升的机会可能越来越少。教师如何做到在便于理解知识的同时，又能够提高学生的思维能力。

挑战 6：移动终端、“互联网+”等技术的应用，为学生自主学习、个性化学习提供了条件，但是课堂教学主体上是计划性的，教师统一安排教与学活动，学生在局部活动中有一定的个性化。教师如何合理安排学习活动和学习资源，使学生有更多个性化学习机会。

挑战 7：“互联网+”、多媒体、人工智能、大数据等技术的应用，为快速获取和呈现信息提供了新的渠道和手段，原有部分工作流程可能不再需要。管理者如何重构工作流程、优化组织机构，从而使工作更高效。

挑战 8：“互联网+”、多媒体、人工智能、大数据等技术的应用，给实时监测和评价提供了条件，有机会实现精准管理。管理者如何在大数据采集复杂度和管理精准程度之间合理抉择。

五、结　语

教育信息化 2.0 为我们指明了进一步的工作方向，但要真正通过信息化给教育带来实质性改变，仍有很多问题需要解决。首先是教育管理者对工作的认识和把握，是否能够引导教师走科学的融合之路。其次是教师是否能够掌握融合创新的方法，常态化开展应用。最后，是否有很好的保障体系，能够确保教师得到符合本地实际情况的应用资源以支持教学活动。因此，教育信息化绝不是一项独立的工作，一定是在教育创新发展总体框架下开展的，是为教育创新发展起支撑作用的工作，是融入教育创新发展之中的工作。

[参考文献]

[1] 教育部.教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知[Z]. 教技〔2018〕6 号，2018-04-18.

[2] 吴砥，李枞枞，周文婷，卢春.我国中部地区基础教育信息化发展水平研究——基于湖北、湖南、江西、河南、安徽 5 省 14 个市（区）的调查分析[J].中国电化教育，2016(7)：1-9.

[3] 夏琪，沈书生，王家文.区域基础教育资源应用现状与建设新思路——基于对南京市江宁区的调研[J].中国电化教育，2018(5)：103-109，124.

[4] 钟绍春，王伟.关于信息技术促进教学方法创新的思考[J].中国电化教育，2013(2)：106-110.

[5] 钟绍春，唐烨伟，王春晖.智慧教育的关键问题思考及建议[J].中国电化教育，2018(1)：106-111，117.

[6] 孔晶，郭玉翠，郭光武.技术支持的个性化学习：促进学生发展的新趋势[J].中国电化教育，2016(4)：88-94.

[7] 钟绍春.关于教育信息化一些关键问题的思考[J].电化教育研究，2005(10)：4-11，24.

（下转第 40 页）

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2009, early maturation stage from 2009 to 2012 and mid-maturation stage from 2012 to 2015, and gradually evolves into the peak of the maturation stage. By comprehensively analyzing the growth cycle of American online higher education, this article provides enlightenment and suggestions to Chinese online education.

[Keywords] Product Lifecycle; Reports of Sloan Consortium; Online Higher Education; Development Course

---

(上接第 14 页)

which is of great significance to standardize and guide the training of ICT teaching competency of pre-service teachers in China. The Standards is the collaborative contribution of more than 20 experts from six normal universities in the past two years, who have adopted iterative methods of theoretical exploration and empirical verification. This paper interprets the Standards from the background, the principles and ideas, the theoretical basis, the framework, the basic content and suggestions for effective implementation of the Standards. It is expected that the Standards is conducive for researchers in the fields of educational technology and teacher education, and the normal universities to understand and implement the Standards as well.

[Keywords] Pre-service Teachers; ICT Teaching Competency; Standards; Suggestions of Implementation

---

(上接第 20 页)

Research on the Orientation and Route of Educational Innovative Development in the Age of Artificial Intelligence

ZHONG Shaochun[1], TANG Yewei[2]

(1.Engineering & Research Center of e-Learning, Changchun Jilin 130117; 2.College of Information Science and Technology, Northeast Normal University, Changchun Jilin 130117)

[Abstract] Based on the research, the organization of competitions and application work conducted in the past two years, this paper analyzes the current status and problems of "Internet + education" from the application direction, scope, level, and category etc. This paper discusses the advancement of educational informationization 2.0 in the age of artificial intelligence, the direction and goals of education innovative development, the path of implementation, the opportunities and challenges as well. This paper also elaborates the effective ways of implementing educational innovative development systematically from the solutions to teaching and learning bottlenecks in technical support teaching, the construction of intelligence support system to promote the strategy implementation, the implementation plan of teaching and learning activities based on intelligence system, the establishment of a working system mode integrating innovative application and localized resource construction.

[Keywords] Artificial Intelligence; Educational Informationization; Educational Informationization 2.0; Innovative Development; Orientation; Route; Challenge

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

中小学阶段的人工智能教育研究*

张 丹 崔光佐

（北京师范大学 教育技术学院，北京 100875）

摘要：将人工智能纳入中小学课程体系，对于提升学生信息素养、普及全民智能教育、培养人工智能人才具有重要意义。基于此，文章首先介绍了人工智能教育的发展历程和关键技术，接着梳理了美国、英国、日本、新加坡和我国的中小学人工智能教育现状，然后总结了国内中小学人工智能教育面临的挑战，最后提出了中小学阶段人工智能教育的实施框架，以期为促进中小学人工智能教育、推动教育教学改革和创新发展提供参考。

关键词：人工智能教育；中小学；现状；实施框架

【中图分类号】G40-057【文献标识码】A【论文编号】1009—8097（2020）01—0039—06【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2020.01.006

随着人工智能技术的快速发展，人工智能在各行业、各领域得到了广泛应用，并成为了全球国际竞争和产业变革的新焦点。2017 年，国务院印发《新一代人工智能发展规划》，明确提出应在中小学阶段设置人工智能相关课程，完善课程方案和课程标准，充实适应信息时代、智能时代发展需要的人工智能和编程课程内容[1]。中小学阶段的人工智能教育需要综合考虑基础教育政策、学生认知能力、教育人才培养、课程体系设置、安全伦理规范等内容，由政府、科研院所、各级学校和社会企业共同努力，实现提升学生信息素养、普及全民智能教育、培养人工智能人才的目标。

一 人工智能教育的发展历程和关键技术

1 人工智能教育的发展历程

自从美国达特茅斯学院于 1956 年首次提出“人工智能”的概念以来，人工智能的研究经历了诞生（1956～1966 年）、复苏（1976～1986 年）和发展（2006 年至今）三次浪潮[2]。随着人工智能技术的不断发展，教育领域成为了人工智能的重要应用场景之一。

从历史演化的视角，人工智能教育的发展可划分为萌芽、启动、发展三个阶段。20 世纪 50 年代，教育领域开始出现了教学机器和程序教学，并产生了计算机辅助教学系统和 Algol、Logo 编程语言的雏形，这些成果孕育了人工智能教育的萌芽[3]。20 世纪 70 年代，人工智能教育研究进入启动阶段，计算机辅助教学逐渐取代程序教学，并发展成为智能教学系统、自适应学习系统等[4]。2010 年以来，人工智能教育进入发展阶段[5]，大数据、机器学习、人机交互等技术进一步拓展了智能教学系统的功能，研究主要集中在认知工具、学习环境感知和教育机器人等方面。

2 人工智能教育的关键技术

（1）机器学习

机器学习是指计算机通过分析和学习大量的已有数据，模拟人类的学习行为，获得特定领域中的新知识或新技能。当前，机器学习的主流算法是深度学习，为人工智能教育应用提供了算法与数据保障。机器学习和深度学习都是人工智能教育应用的底层关键技术。

（2）自然语言处理

自然语言处理是计算机理解和处理人类语言的技术，实现计算机可以处理的数据与人类可

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

以理解的文本语言之间的相互转换。自然语言处理在教育领域中的主要应用包括口语评测、作文批阅、文献处理、机器翻译等。

（3）计算机视觉

计算机视觉是指计算机通过图像获得、过滤和调整、特征提取等技术，模拟人类视觉处理图像信息的过程，从而为解决复杂问题提供信息和依据。计算机视觉在教育领域中的主要应用包括人脸识别、拍照搜题、动态视觉、视频编解码等。

（4）知识图谱

知识图谱通过对信息的语义处理和互联组织，为智能分析和应用提供基础。知识图谱把指定领域信息以“关系”的形式连接成一个网络，从而可视化呈现指定领域的核心结构和发展趋势。知识图谱在教育领域中的主要应用包括问答系统、教育数据展示、智能化决策等。

（5）人机交互

理想的人机交互可以实现计算机与人类之间有效、自由地交换信息，将虚拟世界与客观世界自然地融合在一起。人机交互技术主要包括语音交互、脑机交互、体感交互、情感交互等，其在教育领域中的主要应用包括虚拟现实、增强现实、情感计算、生物特征识别。

（6）机器人

机器人能够感知周围环境、分析自身状态，并采取合适的策略和动作解决指定的问题。在教育领域中，机器人可以成为助教，处理学生问答，减轻教师的工作负担；同时，也可以成为学生的学习伙伴，寓教于乐，提高学生的学习兴趣。

二 中小学阶段开展人工智能教育的现状

1 国外中小学人工智能教育现状

美国方面，于 2015 年推出了“每个学生都成功法案”（Every Student Succeeds Act），以推进初等和中等教育阶段（K-12）的计算机科学教育。其中，人工智能是计算机科学课程的重要组成部分。印第安纳州的新 K-12 计算机科学课程标准提出了人工智能课程的具体要求，即通过人类智能与计算机智能行为方式之间的对比来辨别人类与机器的差异[6]。同时，美国还重视将人工智能与 STEM 教育相结合，许多中小学都开设了综合性的跨学科 STEM 课程，并把机器人学和 Scratch、Python 等编程课程纳入其中，要求学生具备智能时代所需求的数据素养和计算思维。

英国方面，于 2017 年发布了《在英国发展人工智能产业》（*Growing the Artificial Intelligence Industry in the UK*）报告，涉及人工智能技术的应用现状、国际比较和发展建议等内容。早在 20 世纪 80 年代，英国中小学就开设了和信息与通讯技术相关的必修课程，其内容包括编程、专家系统、自然语言处理等。2013 年，英国将信息与通讯技术课程修订为计算课程，加强了对学生计算思维和人文价值的培养[7]。此外，英国非常重视人工智能与 STEM 教育的结合，中小学纷纷与高校协作开展人工智能教育，如聘请高校实习教师，帮助学生运用计算机相关知识解决实际问题。

日本方面，于 2016 年颁布了《日本振新战略 2016——面向第 4 次产业革命》，提出年青一代要适应以人工智能为代表的第四次工业革命[8]。文部科学省倡导日本中小学开展以少儿编程为主要内容的 STEAM 教学，明确提出将编程、科普等与人工智能相关的基础课程纳入中小学必修课范围。日本中小学编程教育的重点不是让学生学习如何编程，而是让学生通过体验编程，形成智能时代所需的“编程思维”，了解如何与计算机交流，使计算机能够根据指令完成特定的

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

任务，从而培养学生理解、运用信息技术和数据的素养。

新加坡方面，于 2018 年颁布了《新加坡人工智能战略》（*AI Singapore*），在全国范围内推动少儿编程教育，并将编程纳入中小学考试科目[9]。许多中小学推出“Code for Fun”学习项目，以有趣的方式让学生了解和接触计算机程序设计，培养学生对编程的兴趣。此外，新加坡还推出了“AI for Kids”、“AI for Students”等计划，旨在培养学生对人工智能和机器学习的兴趣并增进理解，通过人工智能工程师专门设计的实践课程，将基础编程和数据技能引入课堂，指导学生利用 Scratch、Microsoft Cognitive Services 开发 AI 方案，来解决日常生活中的相关问题。

2 国内中小学人工智能教育现状

2003 年，我国教育部制订的《普通高中技术课程标准（实验）》设置了“人工智能初步”模块。现阶段，我国中小学实行的《基础教育信息技术课程标准（2012 版）》和《普通高中技术课程标准（2017 版）》也设置了人工智能相关模块。概括来说，我国各学段信息技术课程中人工智能相关模块设置如表 1 所示。

表 1 各学段信息技术课程中人工智能相关模块设置

学段	模块类型	模块内容	学业要求
小学	拓展模块一：算法与程序入门	生活与程序，结构与算法	借助积木式程序设计语言和拖曳图标方式，体验程序设计过程。
	拓展模块二：机器人入门	结构与功能，设计与制作	了解机器人的基本结构和应用，完成机器人硬件装配、调试等任务。
初中	拓展模块一：算法与程序设计	生活与程序，结构与算法	了解程序设计的概念、过程、方法；设计算法并编程解决简单问题。
	拓展模块二：机器人设计与制作	结构与功能，设计与制作	了解机器人的结构和功能部件，完成机器人设计、程序编写等任务。
高中	选择性必修模块四：人工智能初步	人工智能基础，简单模块开发，简单技术应用	了解人工智能的发展历程、概念和典型算法，亲历设计与实现简单智能系统的基本过程与方法。
	选修模块一：算法初步	算法基础，常见算法及程序实现，算法应用	理解问题求解的基本思想、方法和过程，掌握算法设计的方法，分析算法的有效性，编写程序实现算法。

除信息技术课程以外，我国中小学 STEM 课程、创客课程中也含有人工智能相关内容。如中国人民大学附属中学从计算、感知、认知、创新等层面，构建了金字塔形的中小学“STEAM+人工智能教育”课程体系[10]；温州中学创建了创客空间实验室，开发了“Arduino 创意机器人”、“树莓派和 Python 编程”等一系列创客教育校本课程[11]。人工智能与物理、数学的跨学科融合，使学生体验到了人工智能在日常生活和科学探索中的重要作用。

三 国内中小学人工智能教育面临的挑战

1 人工智能教育缺少统一的课程标准

我国人工智能教育政策虽然提出了在中小学阶段设置人工智能课程的要求，但目前人工智能教育主要依托于信息技术课程、STEM 课程、创客课程，缺少统一、完善的人工智能课程标准。在这些课程中，人工智能相关的课程性质大多是拓展、选修模块或作为校本课程，属于信

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

息文化教育的“个性塑造”阶段。人工智能相关的课程内容是碎片化的，缺少对人工智能知识、技术、能力目标的系统化设计。小学生、初中生、高中生之间存在年龄差异，学习基础也大有不同，故人工智能课程的设计还需适合不同学段学生的认知特点和能力水平。

2 人工智能教育缺少相应的师资力量

师资力量缺乏是目前中小学实施人工智能教育迫切需要解决的问题。一方面，中小学 STEM 课程和创客课程中的数学、物理等学科教师缺少人工智能知识背景，无法准确判断课程中需要运用哪种人工智能技术，也无法运用合适的技术解决课程中出现的问题。另一方面，全国高校输出的人工智能专业人才紧缺、薪资高涨，而人工智能技术人员也缺乏教学理论和经验。因此，中小学校很难招到既懂人工智能又懂教育的跨学科人才，人工智能课程开发与建设的主力军仍然是信息技术教师。

3 人工智能教育缺少良好的社会实施氛围

人工智能教育具有复杂性和跨学科性，其顺利实施需要学校、家庭和社会的共同配合。但是，目前部分教育市场和部分中小学将人工智能教育窄化为学习 Python、Scratch 编程和安装机器人；部分公司打着人工智能教育的口号，造假或夸大人工智能教育产品的性能，严重打击了中小学生对人工智能相关课程的学习兴趣。同时，中小学家长对待人工智能教育的态度也出现了两极分化：一部分家长对人工智能教育充满热情，从幼儿园开始就让孩子学习 Python 编程语言；另一部分家长由于中小学人工智能课程与升学考试不挂钩，故对人工智能教育非常漠视。

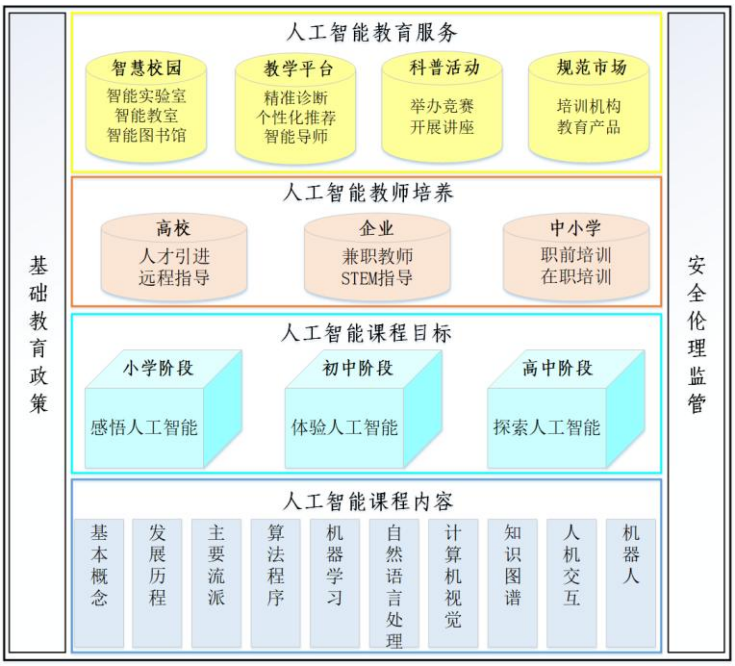


图 1 中小学阶段人工智能教育的实施框架

四 中小学阶段人工智能教育的实施框架

基于国内外中小学人工智能教育现状的分析，同时针对我国中小学人工智能教育面临的挑战，本研究提出中小学阶段人工智能教育的实施框架，如图 1 所示。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1 明确人工智能课程目标

人工智能课程目标需要从操作技能训练转向信息素养提升，重在培养学生的信息意识、计算思维、数字化实践能力。人工智能课程目标要在中小学不同阶段逐步落实和展开——具体来讲，小学阶段的人工智能课程重在让学生感悟人工智能，培养学生对人工智能的兴趣；初中阶段的人工智能课程重在让学生体验人工智能，并能够完成简单的人工智能作品；而高中阶段的人工智能课程重在让学生初步探索人工智能，并能够设计出相对复杂的人工智能作品。

2 规划人工智能课程内容

中小学人工智能教育主要涉及人工智能的基本概念、发展历程、主要流派、算法程序、关键技术等内容。为了让中小学生接受系统的人工智能教育，人工智能课程需结合学生的知识背景和人工智能知识的逻辑体系，合理规划中小学人工智能课程内容，激发学生对人工智能的兴趣，培养学生对人工智能的基本意识、基本概念、基本兴趣和基本素养，使学生了解主流算法和技术，并能开发简单的应用系统解决实际问题。

3 加快人工智能教师培养

面对中小学缺少人工智能教师的情况，一方面，高校尤其是师范类高校要加快建设人工智能学科，培养适应于中小学人工智能教育的专业人才；另一方面，中小学要采取人工智能教育人才引进与培养相结合的策略，如邀请人工智能专家、高新企业进入中小学校园组成人工智能课程或项目研发团队，或聘请高校和企业的人工智能人才作为中小学兼职教师。此外，宜在中小学教师职前培养和教育培训中增设人工智能相关内容，鼓励信息技术教师与数学、科学、物理等学科教师共同建设与人工智能相关的 STEM 课程。

4 优化人工智能教育服务

人工智能教育应用和服务的广度、深度需要进一步拓展并优化：①推进智慧教室、智慧实验室、智慧图书馆等智慧学习环境建设；②完善智能教学平台建设，使精准诊断、个性化推荐、智能导师等应用形态深度融入学生的日常学习和生活，潜移默化地让学生成为人工智能时代的“原住民”；③鼓励社会力量、人工智能企业、科研机构参与人工智能科普活动，培养学生和家长对人工智能的兴趣与亲近感；④规范管理教育市场的人工智能培训课程及其教育产品，并引导学生家长科学、理性地对待。

此外，人工智能教育还需要基础教育政策和安全伦理监管作为“外围保障”：基础教育政策方面，应加快完善人工智能课程标准，以推进人工智能课程的落地实践；安全伦理监管方面，应加强对师生数据的安全维护与隐私保护，重视对学生伦理道德的监管与引导，让学生从小就意识到人工智能应用必须遵循法律规范、社会公德和人类伦理。

五 小结

当前，世界各国纷纷颁布人工智能教育应用政策，来推动教育教学改革与创新发展，培养具有信息素养和创新能力的人工智能人才。而我国中小学人工智能教育的理论和实践研究尚处于探索阶段，面临缺少统一课程标准、相应师资力量和良好社会实施氛围等问题，故将人工智能纳入中小学课程体系，需要完善人工智能课程体系、加快人工智能师资建设、优化人工智能教育服务。人工智能教育的目的是“育人”，即培养具有信息素养、计算思维和创新能力的学生，培养适应智能时代的人工智能高端人才。如何踏实、有序地推进各项人工智能教育政策的落地实施，还需要政府、科研院所、各地中小学和社会企业等的共同努力和进一步的教学实践研究。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

参考文献

[1]国务院.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[OL].
<http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm>
[2]刘德建,杜静,姜男,等.人工智能融入学校教育的发展趋势[J].开放教育研究,2018,(4):33-42.
[3]李振,周东岱,刘娜,等.人工智能应用背景下的教育人工智能研究[J].现代教育技术,2018,(9):19-25.
[4]冯翔,王亚飞,吴永和.人工智能教育应用的新发展[J].现代教育技术,2018,(12):5-12.
[5]李海峰,王炜.国际领域"人工智能+教育"的研究进展与前沿热点——兼论我国"人工智能+教育"的发展策略[J].远程教育杂志,2019,(2):63-73.
[6]钱松岭,董玉琦.美国中小学计算机科学课程发展新动向及启示[J].中国电化教育,2016,(10):83-89.
[7]陈凯泉,何瑶,仲国强.人工智能视域下的信息素养内涵转型及 AI 教育目标定位——兼论基础教育阶段 AI 课程与教学实施路径[J].远程教育杂志,2018,(1):61-71.
[8]段世飞,龚国钦.国际比较视野下的人工智能教育应用政策[J].现代教育技术,2019,(3):11-17.
[9]National Research Foundation. AI Singapore[OL]. <https://www.aisingapore.org/html>
[10]周建华,李作林,赵新超.中小学校如何开展人工智能教育——以人大附中人工智能课程建设为例[J].人民教育,2018,(22):72-75.
[11]谢作如.创客教育的 DNA[J].人民教育,2016,(10):28-31.

Research on the Artificial Intelligence Education in Primary and Secondary Schools

ZHANG Dan CUI Guang-zuo

(School of Educational Technology, Beijing Normal University, Beijing, China 100875)

Abstract: Incorporating artificial intelligence into the curriculum system of primary and secondary schools is of great significance for improving students' information literacy, popularizing intelligent education for all, and cultivating artificial intelligence talents. Based on this, this paper firstly introduced the development process and key technologies of artificial intelligence education, then combed the status of artificial intelligence education in primary and secondary schools in the United States, Britain, Japan, Singapore and China. Meanwhile, the challenges faced by domestic artificial intelligence education were summarized. Finally, an implementation framework for artificial intelligence education in the stage of primary and secondary schools was proposed, aimed at providing reference for promoting artificial intelligence education in primary and secondary schools, advancing the reform and innovation development of education and teaching.

Keywords: artificial intelligence education; primary and secondary school; status; implementation framework

*基金项目：本文受国家社会科学基金规划教育学一般课题"课堂交互产生学习结果的认知模型与仿真"（项目编号：BCA100023）、"信息技术支持背景下乡村教师专业发展研究"（项目编号：BCA160055）资助。
作者简介：张丹，在读博士，研究方向为智能教育与思维教学，邮箱为 81sxf@163.com。
收稿日期：2019 年 5 月 26 日

编辑：小米

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能教育变革的三重境界

曹培杰

［摘　要］ 人工智能给教育带来了全新机遇和挑战。“人工智能+教育”不等于智能技术在教育中的简单应用，要把人工智能作为教育整体变革的内生变量，支撑引领教育创新发展。一是赋能教育，利用人工智能替代重复性的教育劳动，减轻教师负担，优化教育管理流程，开展伴随式的教育诊断，最大限度地提升教育效率；二是创新教育，打破标准化的教育体系，采用全流程的因材施教、精准化的教育治理和全景式的教育评测，助力实现教育的个性化定制；三是重塑教育，突破学校、班级、学科的边界，推动教育从“去标准化”阶段迈向“去制度化”阶段。未来，没有照本宣科的教学，只有自我驱动的学习；没有墨守成规的教育管理，只有量身定制的教育服务；没有考试分数，只有能力认证。

［关键词］ 人工智能；智能教育；未来教育

［作者简介］ 曹培杰，中国教育科学研究院国际与比较教育研究所副研究员 （北京 100088）

2017年7月，国务院发布的《新一代人工智能发展规划》明确提出，利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革，构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系。2019年5月，习近平主席向国际人工智能与教育大会致贺信指出，要充分发挥人工智能优势，加快发展伴随每个人一生的教育、平等面向每个人的教育、适合每个人的教育、更加开放灵活的教育。如何利用人工智能促进教育变革，探索智能教育的推进路径，是一项重大而紧迫的时代课题。

一、人工智能时代的教育形势研判

人工智能经历了曲折的发展过程。1956年，在达特茅斯会议上首次提出了人工智能的概念，其核心是用人工的方法在机器上模拟、理解和拓展人的智能，使机器也能完成各种复杂任务。[1]在20世纪50年代末和80年代初，人工智能先后两次步入发展高峰，但由于技术瓶颈、应用成本等方面的限制，无法支撑起大规模应用，最终都跌入低谷。近年来，人工智能的发展环境发生了深刻变化，呈现出深度学习、跨界融合、人机协同、群智开放、自主操控等新特征，[2]并第三次站在了科技发展的浪潮之巅。当前，人工智能正在开启一场比工业革命的发展速度更快、涉及面更广、颠覆性更强的社会变革，推动经济社会从数字化、网络化向智能化加速跃升。

（一）人工智能给教育带来的挑战

人工智能对教育的影响广受关注。有学者认为，教育是人工智能冲击最大的行业，它不是一个学科、一个环节的调整，而是全新的、全方位的挑战。[3]一是人才培养目标的挑战。人工智能正在触发一场剧烈的社会分工调整，传统教育培养出来的“标准化人才”

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

不如机器有竞争力，要“把人的社会性和情感教育置于应对新工业革命的高度”[4]。二是教育方式的挑战。目前，智能机器人已经可以在高考中取得不错成绩。这从一个侧面折射出，传统以死记硬背、被动接受为主的教学方式正在遭遇一场重大危机。三是教育内容的挑战。新一代人工智能的兴起得益于多学科多领域的交叉融合。今天的教育过于强调学科本位，很容易就把知识变成了“知识点”，深挖知识的具体细节，割裂学科之间的联系，让学生“只见树木、不见森林”。四是教师角色的挑战。随着“人机共教”成为一种教育常态，教师角色将会发生巨大改变。知识性教学大多由人工智能承担，教师更多是学习的设计、督促、激励、陪伴以及与学生的情感交流。[5]未来，人工智能将会以“教书”为主，而教师则以“育人”为重。

（二）教育是人工智能时代赢得国际竞争的关键

教育和技术之间存在一场持续不懈的竞赛。[6]当教育发展领先于技术发展时，就能提供充足的高素质劳动力，适应技术变革带来的职业结构调整，推动经济社会快速发展。反之，则会导致两极分化：一部分人接受着过时的教育，技能适应性不强，毕业后不得不从事高度流程化、低认知度的工作，深陷社会底层；另一部分人受过良好教育，毕业后从事着高创造性、高认知度的工作，稳居社会上层。回顾历史，重视人力资源开发是美国崛起的重要原因。源源不断的人才供给，帮助美国成为全球科技创新的引领者。与之相似，第一次工业革命的领导者是英国，但第二次工业革命中心的却是德国。1885年，德国开始施行免费义务教育，同时大力发展职业教育和高等教育，培养出一大批复合型人才，为德国经济快速发展奠定了坚实基础。在人工智能时代，我国要想在激烈的国际竞争中胜出，必须高度重视教育，既要积极运用智能技术促进教育教学创新，更要以教育优先转型为大国崛起提供坚实的人才支撑。

二、“人工智能＋教育”的研究动态

2016年以来，“人工智能＋教育”相关研究明显增多。纵览国内外相关文献，“人工智能＋教育”主要有三种研究范式。

第一，将人工智能视为一种技术手段，相关研究包括智能导师系统、教育机器人、学习分析技术等。其中，智能导师系统通过模拟教学专家，开展复杂问题解决和知识表征应用[7]，利用情绪感知技术为学生提供个性化的情感体验[8]。教育机器人有助于形成人机协同的新型“双师课堂”[9]。学习分析技术通过采集学习过程数据，为学生提供最优化的学习路径。目前，学习分析正在从单一的在线学习数据分析转向多模态数据分析。[10]有学者认为，智能教育是技术使能（enabling）的教育，这种人机协同的教学策略使得教师与机器的各自优势得以放大。[11]第二，将人工智能视为一种行动策略。有学者认为，教育信息化发展不是技术决定的，要用互联网思维推动教育体系和服务模式的变革。[12]“人工智能＋教育”不仅是教育基础设施的信息化、智能化，而且是教育理念与教育方式的更新升级，运用人工智能技术促进学习环境、教学方式和教育管理的智慧转型，在普及化的学校教育中提供适切学习机会。[13]第三，将人工智能视为一种哲学追问。有学者提出，“人机一体”将如何改变教育的方式和性质；如果人工智能“失去控制”，如何保证教育的价值选择和方向。[14]也有学者认为，“人工智能＋教育”不会仅从自然的和技术的层面获得实现，要从认识发生及其与自然、历史、文化、语言、社会生活诸方面的终极探究中建构它的基础，进而发展出人工智能与文化教育交互的构成性运动。[15]也有学者提出，教育在人工智能时代将会面临两种前景：走向终结或走向终身教育形态。终身教育形

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

态将从实体性的“学校”转变成“行动者—网络”，教育者就是学习者，时时和网络发生深度互动。[16]

在“人工智能+教育”的研究框架上，有学者认为，人工智能教育应用聚焦于智能导学、自动化测评、拍照搜题、教育机器人、智能批改、个性化学习、分层排课、学情监测等八个方面。[17]也有学者认为，人工智能的典型应用包括智能导师辅助个性化教与学、教育机器人、居家学习的儿童伙伴、实时跟踪与反馈的智能测评、教育数据挖掘与智能化分析、学习分析与学习者数字肖像等六种类型。[18]国际人工智能与教育大会发布的《北京共识》，从十个方面规划人工智能时代的教育：政策制定、教育管理、教学与教师、学习与评价、价值观与能力培养、终身学习机会、平等与包容的使用、性别平等、伦理问题、研究与监测。[19]可以看出，“人工智能+教育”作为一个新话题，尚未形成科学完善的分析框架。但从研究主题看，教学、管理、评价是人工智能教育变革的三个核心议题。

总之，“人工智能+教育”不等于智能技术在教育中的简单应用，要把人工智能作为教育整体变革的内生变量，推动“工业化教育”向“智能型教育”转变，促进教学方式创新、管理流程再造和评价体系重构，构建富有选择、更有个性、更加精准的教育服务体系，努力满足每一个学生发展的需要。

三、赋能教育：提高“标准化教育”的运行效率

现代教育集中体现了工业时代的流水线作业和批量生产特征：学生按年龄分班，使用统一的教材，按照规范的流程进行教学，定期开展考试，达到标准的学生升入更高年级，并以此往复、循环不止。这种标准化教育模式为人工智能进入教育提供了条件。实践表明，不管是制造业、零售业，还是医疗、金融等行业，人工智能往往在高度流程化的应用场景中最先发挥作用。所以，人工智能进入教育的第一步，就是从替代烦琐机械的教育活动开始，将教师从重复性劳动中解放出来，让他们去从事更有价值的工作，进一步提高教育效率。

（一）赋能教学：减轻教师负担

从早期的知识推理机、程序化教学、专家系统，到今天的教育机器人、智能导师系统，人工智能在教学中的作用主要体现在替代教师的部分重复性劳动。一是学情分析，利用人工智能对学习行为数据进行深度挖掘，帮助教师准确把握学生个体的认知特征和班级群体的共性问题。目前国内外开发的认知诊断模型有70多种，常见的有线性逻辑斯蒂克特质模型、多成分潜在特质模型、规则空间模型等，能够准确了解学生的认知结构和知识掌握情况。[20]二是重复性教学的替代，尽管教学活动总体上是富有创造性的，但也存在一些流程化、重复性的环节，包括字词拼读、课文复述、试题讲解、口语练习等。这些环节可以交给教育机器人或智能教育助理来承担，让教师有更多精力去从事创造性的教学。三是学习资源自动推送，通过建设大规模、细粒度的数字资源库，对知识内容进行特征标记，根据学生的目标、能力、个性特征等因素制订个性化的推送方案，实现学习者和学习资源的双向匹配，更好地满足学习需求。四是自动出题和批改，通过建立学科知识图谱，自动生成适合各类学生的试题和作业，并实现自动化批改，大幅减轻教师的工作负担。比如，智能评卷技术已经应用于普通话水平测试和中高考英语听说考试，并可以对作文、翻译等主观题进行自动评分。[21]

（二）赋能管理：优化教育管理流程

人工智能有助于优化教育管理流程，改变大包大揽的管理模式，扩大教育资源和教育服务的有效供给。一是利用人工智能识别教育领域的冗余管理，减少不必要的中间环

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

节和重复劳动，优化公文流转、档案管理、人事考评、校务管理等活动流程，推动业务处理智能化、自动化，提高管理效能。比如，学校可以使用面部识别技术对嫌疑人员自动预警，借助姿态识别技术及时发现学生在人群密集场所出现的意外情况，减少校园安全事件发生。二是利用人工智能打破信息壁垒，推进教育管理系统整合共享，做到事项清单标准化、办事流程规范化、业务处理协同化，实现“一张表管理”和“一站式服务”，大幅提升教育公共服务水平。三是利用大数据技术开展多因素决策模拟，建立教育经费投入、学龄人口变化、学校布局调整、教育舆情预警等方面的系统动力学模型，对教育运行状态进行预演，推动传统以经验判断为主的决策转向大数据支撑下的科学决策。比如，中国教育科学研究院利用教育决策模拟系统，对实施“全面二孩”政策后的学龄人口进行了预测分析，为提前做好学校布局和教育资源配置提供了参考。[22]

（三）赋能评价：伴随式的教育诊断

评价不是为了证明，而是为了改进。教育评价的意义往往蕴含在过程之中，学生持续付出的努力、学校不断改进的经历、教育中不同利益主体的关系变化等，才是我们应该关注的评价重点。遗憾的是，现有教育评价过于注重结果，忽略了学生成长和教育发展的过程。在人工智能支持下，教育评价将从“结果视角”转向“过程视角”，从人才选拔、逐层淘汰为主转向改善学习、促进发展为主，通过伴随式的数据采集和自动化的数据分析，为教育的持续不断改进提供动力。一是学习分析，通过自适应测验捕获学生解决问题的完整过程，在大数据基础上建立学习分析模型，开展针对性的学习问题诊断和学科能力测评。[23]比如，可汗学院提供可视化的学习分析报告，帮助教师准确把握学生的学习进展和知识掌握程度，并以此为依据调整教学策略。二是大规模的课堂观察分析，利用智能技术对非结构化的课堂行为数据进行分析，包括教师提问的类型、学生回答方式、师生对话深度等，全方位透视学校的课程实施水平。[24]三是区域教育质量监测，通过全样本、全过程、多模态的教育数据采集，汇聚形成区域教育大数据，包括学生学习数据、学校运行数据、教育资源配置情况、普职学校规模结构等，帮助管理者获得超越个体与局部的洞察力，助力区域教育质量提升。

四、创新教育：促进“标准化教育”向“个性化教育”转型

随着人工智能不断替代重复性劳动，教育业务流程的智能化和自动化明显加速，一旦达到某个临界点，就会触发教育组织方式的重大调整。正如有学者所说，“省力的设备不仅可以代替部分工作，还会改变整个任务的特性。”[25]如果把“赋能教育”看作利用智能技术激发教育系统的内在潜力，最大限度地提升标准化教育的运行效率。那么，“创新教育”就是要打破标准化的教育体系，对教育流程进行重组和再造，打造个性化、定制化的教育形态。人工智能将会在“标准化教育”向“个性化教育”转变中发挥重要作用。

（一）创新教学：全流程的因材施教

相对于工业时代的大规模集体教学，未来将会产生一种以学习者为中心、基于学习者的个性化差异、适应其学习偏好的学习方式。[26]一是人机协同教学。人工智能化身为智能导师和虚拟学伴，为学生提供学习资源、问题诊断和常规性指导。教师将从“教的专家”转向“学的专家”，通过创造性的教学设计，为每个学生提供个性化支持。二是学习关系的精准匹配。真正的个性化学习不仅是学习路径的定制化，而且是学习关系的精准匹配。过去的智能导师系统更多关注于学生的认知发展，在非认知特征识别、师生交互关系判断等方面存在不足。新一代人工智能正

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在从数据计算走向感知计算、情感计算，通过分析学生在学习活动中呈现出来的非认知特征，包括学习兴趣、学习动机、学习投入程度、课堂交互情况等，帮助教师真正读懂学生，匹配适合的学伴和导师，更好地满足他们的情感和心理需求。三是以教室为中心的场景互联。利用可穿戴设备和自然交互技术，把全社会的优质教育资源都引入课堂，让学生在教室里就能和各行各业的专家进行互动，包括与科学家联合开展实验、与工程师共同研发项目、与艺术家合作完成作品、与思想家进行深度对话等，从而实现学校与社会的无缝连接。

（二）创新管理：精准化的教育治理

教育在规模扩张阶段，最需要的是建立框架式、结构化的管理秩序，明确政府、学校与社会之间的关系，并制定相应的行为规则和标准要求，确保更好地实现教育普及。[27]随着教育进入高质量发展阶段，人民群众对教育的需求呈现出多层次、个性化、高质量等特征，利益关系多元化、各种矛盾相互交织，教育管理的复杂性和艰巨性与日俱增。在这个阶段，教育要从粗放式管理转向精准化治理，人工智能将会在其中发挥重要作用。一是建立统一高效的智能教育管理平台，推动网上办理业务事项向全方位的教育服务延伸，促进数字资源、优秀师资、教育数据、信息红利的有效共享，构建全功能、全流程、全天候的教育公共服务体系。二是通过教育数据的全样本收集和深层次挖掘，准确把握教育发展状态和社会需求趋势，用前瞻的宏观调控取代滞后的微观管控，把原先冗长的科层管理链条压缩成精简干练的扁平化组织，最大限度减少教育行政部门对学校办学的直接干预，实现政府放权与学校接权的有序衔接。三是构建人机协同、交互驱动的群智决策系统，为家长和社会参与学校管理提供有效途径，全力推进教育管办评分离，扩大优质教育资源供给，使政府、学校、社会形成强大的育人合力。

（三）创新评价：全景式的教育评测

在人工智能时代，越是可以轻松测量的素养，越是容易被技术进步所代替；越是难以测量的素养，越是未来人才应该具备的核心素养。所以，教育评价要从“容易测量的能力”扩展到“难以测量的能力”，更加关注复杂的高级认知技能和隐性的非认知学习成果，把促进人的全面发展、适应经济社会发展作为评价教育质量的根本标准，努力呈现学生成长的整体面貌。一是构建教育质量综合评价指标体系，全面改进各级各类教育评价体系，把学生的品德、学业、身心发展水平和兴趣特长养成作为评价的主要内容，破除单纯以升学率考核学校和教师、单纯以分数评价学生的顽疾。二是利用区块链技术开展分布式学习记录，认证学生的多样化学习成就，重点考察学生的非认知能力发展情况，防止数据丢失或被恶意篡改，着力解决综合素质评价中的信任问题。三是利用可穿戴运动设备，包括智能手环、智能手表、智能运动装备等，采集心率、血氧、脉搏等运动与健康数据，及时发现学生在体质健康、运动技能等方面的问题，提出针对性的营养方案、运动方案和生活作息方案，实现伴随成长全过程的形成性评价。四是利用跨媒体智能技术，开展模拟仿真、教育游戏、虚拟任务场景、协作学习环境等新型评价，通过参与完成某一个特定的任务，考查学生解决实际问题的能力。

五、重塑教育：推动教育从“去标准化”迈向“去制度化”

随着人工智能的全面深化应用，教育的精准化程度和个性化水平快速提升，教育方式不再是一成不变的，而是根据学生发展状态不断调整。无论学生处于何种状态，都会定制一个最适合学习方案，让他可以按照自己的进度进行学习。于是，传统教育组织方

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

式正在丧失存在的合理性，按年龄分班、固定教学内容、统一教学流程等都将被重新定义。这将推动教育从“去标准化”阶段迈向“去制度化”阶段，以学校为代表的制度化教育逐渐瓦解，班级、学科、课时的边界开始淡化甚至消解，一个崭新的教育图景跃然而出。

（一）重塑教学：没有照本宣科，只有自主学习

学习是他人操控越少越好的一种活动，大部分的学不是教的产物，而是不受束缚地参与到富有意义的情境之中的结果。[28]近百年来，学校教育的分工不断细化，效率不断提升，却不可避免地走向了控制的极限。几乎所有的学习都是提前预设的，学校不再相信学生可以在好奇心的驱动下自然地学习，强制他们按照统一的学习计划在固定的学科框架内进行学习。人工智能打破了这种局面，支持学生随时随地开展高交互性的自主学习。当这种没有严格制度约束的学习成为常态，就会迫使教育发生一场重大转型，今天的学校将会被未来的学习中心取代。[29]一是“集体的教学法”逐渐式微，“个体的教学法”开始兴起。人工智能在教育中的应用，不仅是促进集体教学活动的有效开展，更加重要的是促进个性化学习的真实发生。在学习科学的支持下建立个人学习模型，[30]为每一个学生提供精准的学习支持，确保他们可以用适合自己的方式进行学习。二是非制度化的教育形态大量出现，泛在学习、在家上学、学习中心、个别化教育机构等成为学生的重要学习途径。学习场所不再固定，既可以在教室，也可以在社区、科技馆和企业，甚至可以去不同城市游学，任何可以实现高质量学习的地方都是“学校”。[31]实体学校的功能开始发生变化，不再是封闭的教育堡垒，而是各类教育服务的把关人与过滤器，[32]借助社会专业力量提供可选择的教育服务，为学生创设多样化的发展机会。三是人人为师、相互追随。人工智能不断拓展传统行业边界，促使知识更新不断加速，任何组织或个人都要持续学习才能适应社会发展。学习能力成为一个人、一个组织乃至一个国家的核心竞争力，教育在整个社会系统中的重要性大幅提升。每个人都承担着教育者和学习者的双重责任，“所有人教所有人、所有人学所有人”成为可能。最终，社会将会变成学习型社会，组织将会变成学习型组织，工厂将会变成学习型工厂，等等。

（二）重塑管理：没有墨守成规，只有量身服务

在人工智能时代，教育发展越来越呈现出参与主体多元、资源内容丰富、供给方式多样等特征，过去以标准化考试和固定学制为核心建立起来的教育制度体系开始过时，教育管理将从政府机构的行政控制转向多元主体的协商共治。一是人人约束自我，制度因人而变。随着重复性劳动被机器所取代，教育者和学习者从事的工作都是富有挑战、极具创意的，必须不断激发自我潜能才能胜任。所以，我们要构建以生命个体为中心的教育治理框架，在依法治教的前提下，允许“一地一策”、“一校一策”，甚至“一人一策”，让规则为人服务，而不是让规则成为对人的限制和束缚。二是教育治理不再追求效率，而是万物互联条件下的智慧汇聚和创造激发。教育的组织形态将从刚性的科层机构变成柔性的液态组织，打通业务壁垒和管理层级，减少专业分工带来的能力僵化，形成依法办学、多元参与、协同创新、社会监督的教育治理体系。教育治理的核心不是控制，而激励所有人参与教育供给和学习创新，更加关注学习者成长的动力和可持续性，引导每个教育机构形成不断适应环境的自我调整能力。三是以开放的姿态打造“泛教育生态圈”，把全世界最好的教育资源引向学生。通过物理空间和网络空间的全面衔接，形成线上线下连通、实体课堂与虚拟课堂一体化的学习环境，提供人人皆学、处处能学、时时可

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学的学习服务，构建全社会参与的教育生态。[33]

（三）重塑评价：没有考试分数，只有能力认证

教育作为一项培养人、成就人的事业，所有的评价指标都应服务于这一根本目的。现在普遍存在的分数、升学率等量化指标，最初都是为了提高教育质量而设计的，对于保障教育质量确实发挥了重要的作用。但是，考试分数把不同的学生放在同一个标准上进行衡量，忽略了个体差异。近年来，教育评价正在发生一些变化。比如，国际学生评估项目（PISA）将社会情感学习纳入考核内容，[34]芝加哥大学宣布将不再以学生的标准化考试成绩决定录取[35]。随着人工智能时代的到来，社会对人才的需求正在发生结构性变化，未来需要的不再是“知道分子”，而是能够解决复杂问题的“高手”。这对传统以分数为核心的教育评价体系提出了挑战，促使教育评价从一维的考试分数转向多维的能力认证。一是把每个学生都当作独一无二的个体，建立综合多元的评价指标体系，不用单一狭隘的标准定义人才，对不同学生实行差别化评价，鼓励学生发展特长，把创造力、想象力、自控力、沟通能力、合作能力、信息素养、社会情感素养等作为教育的重要目标，引导学生追求人的内在价值。二是用数字徽章取代成绩单。数字徽章是一种数字化的学习成果认证，内含元数据可以描述学习过程的客观信息，具有激励学习、记录学习轨迹、认证学习成就三大功能。[36]这种评价既适用于正式学习场景，也适用于非正式学习场景，可以减少传统评价存在的模糊性，避免“分数遮蔽学习”现象的发生。三是能力认证不是一次性的，而是开放、持续的过程，鼓励学生通过不断的努力获得成功。评价主体除教育者以外，引入家长、社区、行业机构等利益相关方，开展面向真实任务的评价，在实践中检验能力，确保学生所学与社会需求相匹配。

总之，人工智能给教育带来巨大机遇的同时，也带来了一系列重大挑战。一方面，在人工智能时代，我们不得不置身于大数据的环境中，甚至需要用损害隐私的代价，来换取更加精准的教育服务。更为严重的是，一旦教育活动由数据分析和算法推断来管理，就会助长算法偏见的流行，导致一部人成为量化评估的受害者而非受益者。另一方面，随着教育机器人、智能导师系统、情感陪伴机器人等智能技术开始承担相应的教育任务，如何正确处理人机关系、如何划分人机协同系统中的权限与责任、如何适应新的师生身份、如何构建新的教育伦理等，这些都是人工智能教育无法回避的问题。

参考文献：

[1] McCarthy, J. What is Artificial Intelligence[DB/OL]. http://airobo.persiangig.com/.XoaT0IDqWT/document/whatisai.pdf, 2019-01-17.

[2] 新一代人工智能发展白皮书（2017）[R]. 北京：中国电子学会，2017. 5.

[3] 李德毅，等. 智能时代的教育[J]. 高等工程教育研究，2018，(5).

[4] World Economic Forum. New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology[DB/OL]. http://www.wojde.org/FileUpload/bs295854/File/10rp_52.pdf.

[5] 余胜泉，王琦. “AI+教师”的协作路径发展分析[J]. 电化教育研究，2019，(4).

[6] 克劳迪娅·戈尔丁，劳伦斯·凯兹. 教育和技术的竞赛[M]. 北京：商务印书馆，2015. 398—442.

[7] Koedinger, K. R., Aleven, V. An Interview Reflection on "Intelligent Tutoring Goes to School in the Big City"[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2016, (1).

[8] Harley, J.M., et al. Developing Emotion-Aware, Advanced Learning Technologies: A Taxonomy of Approaches and Features[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2017, (2).

[9] Edwards, C., et al. I, Teacher: Using Artificial Intelligence (AI) and Social Robots in Communication and Instruction [J]. Communication Education, 2018, (4).

[10] Agathe, M., et al. Learning Analytics: From Big Data to Meaningful Data[J]. Journal of Learning Analytics, 2016, (3).

[11] 祝智庭，等. 智能教育：智慧教育的实践路径[J]. 开放教育研究，2018，(4).

[12] 陈丽. 教育信息化2.0：互联网促进教育变革的趋势与

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

方向[J]. 中国远程教育,2018,(9).

[13] 曹培杰. 智慧教育:人工智能的教育变革[J]. 教育研究,2018,(8).

[14] 唐汉卫. 人工智能时代教育将如何存在[J]. 教育研究,2018,(11).

[15] 宁虹,赖力敏. "人工智能+教育":居间的构成性存在[J]. 教育研究,2019,(6).

[16] 吴冠军. 后人类状况与中国教育实践:教育终结抑或终身教育[J]. 华东师范大学学报(教育科学版),2019,(1).

[17] 杨现民,等. 教育人工智能的发展难题与突破路径[J]. 现代远程教育研究,2018,(3).

[18] 闫志明,等. 教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势[J]. 远程教育杂志,2017,(1).

[19] 张慧,等. 规划人工智能时代的教育:引领与跨越[J]. 现代远程教育研究,2019,(3).

[20] 马玉慧,等. 面向智慧教育的学习分析与智能导学研究[J]. 电化教育研究,2018,(10).

[21] 汪张龙,等. 纸笔考试智能网上评卷系统的设计和应用[J]. 现代教育技术,2018,(3).

[22] 马晓强,等. 中国教育现代化发展的总体趋势和挑战[J]. 教育研究,2017,(11).

[23] 郭炯,郑晓俊. 基于大数据的学习分析研究综述[J]. 中国电化教育,2017,(1).

[24] 王陆,李瑶. 课堂教学行为大数据透视下的教学现象探析[J]. 电化教育研究,2017,(4).

[25] 尼古拉斯·卡尔. 玻璃笼子:自动化时代和我们的未来[M]. 北京:中信出版集团,2015. 77.

[26] 黄荣怀,等. 互联网促进教育变革的基本格局[J]. 中国电化教育,2017,(1).

[27] 刘云生. 经济转向高质量发展阶段:教育怎么办[J]. 教育发展研究,2018,(11).

[28] 伊万·伊里奇. 去学校化社会[M]. 北京:中国轻工业出版社,2017. 48.

[29] 朱永新. 未来学校:重新定义教育[M]. 北京:中信出版社,2019. 1.

[30] 尚俊杰,等. 学习科学的历史溯源、研究热点及未来发展[J]. 教育研究,2018,(3).

[31] 曹培杰. 未来学校的变革路径——"互联网+教育"的定位与持续发展[J]. 教育研究,2016,(10).

[32] 张志桢,等. 人工智能教育应用的应然分析:教学自动化的必然与可能[J]. 中国远程教育,2019,(1).

[33] 杨宗凯,等. 新兴技术助力教育生态重构[J]. 中国电化教育,2019,(2).

[34] Schleicher, A. Challenges for PISA[J]. RELIEVE, 2016,(1).

[35] Kmetz, D. UChicago Launches Test-Optional Admissions Process with Expanded Financial Aid, Scholarships[DB/OL]. https://college.uchicago.edu/news/academic-stories/uchicago-launches-test-optional-admissions-process-expanded-financial-aid, 2019-03-22.

[36] Gibson, D., et al. Digital Badges in Education [J]. Education and Information Technologies, 2015,(2).

Three Realms of the Reform of Artificial Intelligence in Education

Cao Peijie

Abstract: Artificial intelligence (AI) brings new opportunities and challenges to education. "AI+education" does not indicate the simple application of intelligent technology in education; AI is supposed to be used as an endogenous variable for educational reform to support and lead the innovation and development of education. Firstly, empowering education, which replaces repetitive educational work by AI to reduce teachers' workload, optimize the process of educational management, develop accompanied educational diagnosis, and maximize educational efficiency. Secondly, innovating education, which breaks the standardized educational system, adopts individualized teaching strategies in the entire educational process, accurate educational governance and panoramic educational evaluation to achieve individualized learning. Thirdly, remolding education, which breaks through the boundaries of schools, classes and disciplines, and promotes education from the stage of "de-standardization" to the stage of "de-institutionalization." In the future, there will be no indoctrinatory teaching, but self-motivated learning; no conventional educational management, but tailor-made educational services; and no test scores, but certified competences.

Key words: artificial intelligence; artificial intelligence in education; future education

Author: Cao Peijie, associate researcher of the Research Center for International and Comparative Education, National Institute of Education Sciences (Beijing 100088)

[责任编辑:金东贤]

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

促进人工智能教育的可持续发展*

——联合国《教育中的人工智能：可持续发展的挑战和机遇》解读与启示

□任友群　万昆　冯仰存

摘要：人工智能赋能教育已成为未来教育变革的重要趋势。2019年3月，联合国教科文组织发布《教育中的人工智能：可持续发展的挑战和机遇》的报告，提出了人工智能教育发展的愿景、目标、途径、挑战等。人工智能教育发展的愿景是促进人工智能教育的可持续发展；人工智能赋能教育的目标是改善学习和促进教育公平；为人工智能教育时代做好准备的两个途径是：构建面向数字化和人工智能赋能世界的课程，通过后期教育和培训增强人工智能能力。报告提出人工智能教育发展的六个挑战：提升制定全面的人工智能公关政策的能力；确保教育中人工智能的全纳和公平；教师与人工智能驱动的教育的双向准备；开放、高质量和包容性强的教育数据系统构建；人工智能教育相关研究的重要价值发挥；数据收集、使用和传播伦理的关注。报告对我国发展人工智能教育有如下启示：坚持立德树人，培养具备人工智能思维的中国公民；消除数字鸿沟，警惕人工智能的马太效应；构建公平而有质量的人工智能教育生态系统；以跨学科融合促进高校知识生产模式转变；新技术赋能人工智能教育；重视人工智能教育发展的伦理问题。

关键词：人工智能；智能教育；教育公平；可持续发展；联合国报告

中图分类号：G434　**文献标识码：**A　**文章编号：**1009-5195(2019)05-0003-08 doi10.3969/j.issn.1009-5195.2019.05.001

***基金项目：**江西省教育厅科技项目“基于智慧校园大数据的用户画像与个性化服务模型研究”（GJJ180885）；江西省社会科学规划项目“基于在线开放课程的混合式教学中学习投入度的影响因素研究”（19JY53）。

作者简介：任友群，博士，研究员，博士生导师，华东师范大学教育信息技术学系（上海　200062）。万昆（通讯作者）博士研究生，华东师范大学教育信息技术学系；讲师，上饶师范学院教育技术学系（江西上饶 334001）。冯仰存，博士研究生，华东师范大学教育信息技术学系（上海　200062）。

人工智能赋能教育已成为未来教育变革的重要趋势。通过人工智能技术重塑教育生态，发展智能教育已经成为当前甚至是未来的教育新议题。与传统教育不同，智能教育的特点是以人工智能为代表的智能技术，加快推动人才培养模式变革，实现规模化教育与个性化培养的有机结合（黄荣怀等，2019）。面对人工智能这一“老且新”的技术，如何发挥其最大效力使其赋能教育？当其成为教育的重要分支——人工智能教育后，如何促使其可持续发展？以及其发展中面临的机遇与挑战是什么？这些问题都亟待解决。2019年联合国教科文组织发布了《教育中的人工智能：可持续发展的挑战和机遇》（Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development，以下简称为《报告》），《报告》从三个方面着重探讨了教育中人工智能可持续发展的相关问题：一是利用人工智能改善学习和促进教育公平；二是利用人工

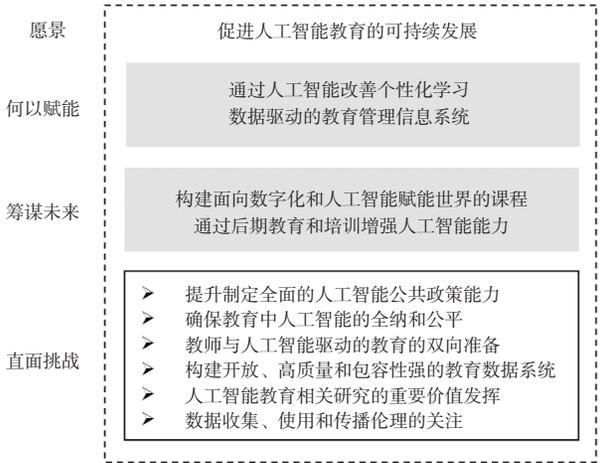


图1　《教育中的人工智能：可持续发展的挑战和机遇》报告总体框架

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

智能为学习者的未来做准备；三是人工智能在教育中应用的挑战和政策影响，报告的总体框架如图1所示。《报告》代表了人工智能教育发展与变革的新趋势，对我国发展和引领人工智能时代的教育具有重要意义。以下将结合报告三部分内容进行解读分析，以期对我国人工智能教育发展有所启示。

一、何以赋能：人工智能改善学习和促进教育公平的空前机遇

诚如理查德·梅耶所说：“每当一项新技术被引入教育实践中，往往会被寄予巨大的期望”（Mayer，2014），人工智能技术也是如此，但就当前而言，人工智能在教育方面的应用机遇和挑战并存。这在很大程度上是因为教育系统异常复杂，人们并不是天然愿意在传统教育中依托技术进行变革。变革往往发生在人们对新技术的价值认同之后，而《报告》无疑是其中的导航器。《报告》提出，人工智能的愿景是改善学习和促进教育公平。为实现这一愿景，人工智能需要聚焦在以下两个方面：

1.通过人工智能改善个性化学习

可持续发展目标旨在确保全纳和公平的优质教育，并为所有人提供终身学习计划，它强调终身平等的学习机会。人工智能技术用于确保全纳和公平的教育机会。它可为不同地区、不同种族、不同性别的人们，特别是边远地区、特殊群体等提供适当的学习机会。计算机支持的协作学习可为学生的学习提供多种选择，其中在线异步讨论是计算机支持协作学习的核心。随着人工智能技术的发展，基于机器学习的人工智能系统可以用于监控异步讨论，从而为教师提供有关学习者讨论和支持的信息，以指导学习者参与学习，实现学习者的个性化学习。

2.数据驱动的教育管理信息系统

数据驱动的决策将成为许多学校和地区教育改革的重点。教育大数据的产生，为人工智能算法对数据进行分析提供了基础，也为学校和教育管理者作出数据驱动的决策提供了参考，从而不断改善教育。人工智能技术将赋予教育管理信息系统新的功能。基于该系统，人工智能可以使用向量机、卷积神经网络、循环神经网络等机器学习来分析教育大数据，动态生成学校和地区教育报告。同时，人工智能算法还可以根据数据信息进一步产生教育决策报告，从而更好地改善学校和地区的教育；也可以通过学习分析技术对学习的学习过程进行量化、诊断、评估、分析，为教师提供实时反馈，为教师教学做出科学决策，以服务于学习过程，优化学习设计。目前学习分析技术采用了基于统计的大数据技术、机器学习算法、数据挖掘等技术处理大量数据。

二、筹谋未来：面向人工智能时代人才培养的实施路径

通常，社会企业往往是人工智能等新技术应用的先行者，企业需要具备人工智能技能的人才，对教育来说则意味着人才培养方向要顺应劳动力市场并做出相应调整。具体讲就是要从课程重构和能力培育两个方面发力，培养适应人工智能时代发展要求的未来人才。

1.构建面向数字化和人工智能赋能世界的课程

教育对于智能时代的生存和发展具有重要的作用。为了弥合人工智能带来的“技能鸿沟”，我们不能简单地应用教学技术，更重要的是重新思考现在的教育内容和方法。《报告》所探讨的课程变革表明，亟需定义新的符合智能时代发展的“AI胜任力”，这是一种超脱基本ICT的胜任力，是各国在融合21世纪技能制定各自教育规划时需要定义的学习者利用计算机技术、方法、思维解决问题的技能。针对这一主题，《报告》着重探讨了相关框架。

（1）数字胜任力框架

在人工智能赋能的社会，发展新的技能来创造和解构数字技术是非常重要的。对此，《报告》重点讨论了四个致力于发展师生数字胜任力的框架。其一，UNESCO于2018年制定《数字素养测评全球框架》（Antoninis et al.，2018），在参考计算机素养、ICT素养、信息素养和媒体素养的基础上，概括出的胜任力7方面内容分别是：硬件与软件基础、信息与数据素养、交流与协作、创建数字内容、安全、问题解决、与职业有关的能力。其二，2011年UNESCO推出《教师信息与通信技术能力框架》，强调了数字技术在支持6个关键知识领域中的作用，这6个领域即教育中ICT的理解、课程与评估、教学法、ICT、组织与管理、教师专业学习。此外，框架还指出，对于教师来说，拥有管理数字技术并将其传授给学生是远远不够的，教师必须帮助学生习得使用数字技术并进行高效协作和创

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

造性问题解决的能力。其三，2016年UNESCO和爪哇大学联合开发《教育学层面的ICT能力和标准》，目的是为在知识和信息社会中面临教学挑战的教师提供所需要素质的培训愿景。即作为培训基准，通过评定教师信息通信技术的采用水平及其教育用途，来提高各级学校的教育质量。其四，欧盟提出支持个人数字技能发展的欧盟数字素养框架（Ferrari，2013），描述了当今学习者需要的能力，即在工作、就业、学习、休闲以及社会参与中，能够以可靠、协作和创造性方式使用数字技术的能力。该框架由5个能力域组成，即信息和数据素养域、交流与合作域、数字内容创建域、安全意识域和问题解决域。

（2）计算思维

计算思维是未来智能时代所需要的核心素养，也是学习者适应人工智能社会的关键能力。目前，许多国家都开始将计算思维纳入各自课程教学的探索。例如，2012年英国皇家学会发表了一份报告建议：信息技术课程向计算机科学和计算思维转变。根据这个报告的结果，英国在2014年重新设计并实施了新的计算机课程，目的是促进学习者对计算机科学的基本原则、概念及其应用的理解，培养其以计算术语分析问题和编写计算机程序来解决这些问题的能力。值得一提的是，我国也于2017年将计算思维纳入了普通高中信息技术课程标准并作为一项学科核心素养。此外，爱沙尼亚、阿根廷、新加坡、马来西亚等国家也在不同程度上，将计算思维培养以编程、机器人、创客教育等形式纳入了整个课程教学体系之中。可见，将计算思维纳入教育中是世界上许多国家和地区的普遍选择。同时，这也彰显出从基本的数字素养到计算思维能力的明显转变，而不仅仅是教授数字知识和操作技能。

2.通过后期教育和培训增强人工智能能力

面对人工智能的迅速发展，中国、法国、美国等纷纷制定了人工智能发展战略以促进人工智能全面发展。虽然基础教育阶段人工智能人才培养至关重要，但是目前各国更为关注后义务教育阶段的人才培养。

（1）高等教育

通过高等教育研究和发展人工智能，是各国政府解决各自技能差距的主要方法之一。为了提升各自在人工智能方面的能力并成为该领域的领导者，许多国家都在大力吸引人工智能研究和实践方面的人才。例如，法国通过创建研究实验室，以更多的激励政策吸引大量的人工智能研究人员，并希望实现人工智能本科、硕士、博士完整的人才培养体系，完善职业教育和培训，研制人工智能课程。法国还将通过产学研合作的形式，利用学校–企业、大学–研究机构合作创建人工智能研究院。

（2）职业技术教育与培训

职业技术教育与培训机构应当提供包含人工智能相关能力的课程，特别是培养人们适应智能时代技能与劳动力市场变化的能力。在一些国家，终身学习被理解为基本技能和成人扫盲方案。国际劳工组织重新定义了终身学习，并认为人们对终身学习重新产生兴趣的部分原因是工业界有意将终身学习视为新的技能，并逐步形成发展战略。德国和新加坡都已经发起了职业技能培训计划，确保每个人都可以接受相关培训以提高职业技能。联合国教科文组织的信息和通信技术教育也正在发起一项“为青少年提供人工智能”的倡议，其重点是培养青少年的人工智能技能。

（3）非正式学习

非正式学习是发展人工智能教育的另一种途径，如MOOC学习等。事实上，MOOC平台是非正式学习人工智能相关技能课程最好的平台，而且MOOC学习平台也使用了人工智能技术，如应用自然语言处理和机器学习，进行自动评分等。也有学者已经开始研究人工智能在MOOCs和混合式学习中的应用，通过人工智能技术为学习者提供个性化学习建议（Chaudhri et al.，2013）。目前，也出现了许多非正式在线学习社区，如协作编程学习社区、社区论坛系统等。衡量这些非正式在线学习平台绩效的关键指标是：学习者的学习参与度、坚持度、完成度、满意度等。未来，在人工智能技术的帮助下，衡量这些非正式在线学习平台可以采用更加复杂的评估体系，收集到更加客观、全面、准确的数据。所以，各国政府要高度关注终身学习的数据并进行监测、评价，从而使学习更加有效。

三、直面挑战：发展人工智能教育和人才培养的风险应对

在教育领域，技术可以帮助解决不平等吗？发展中国家如何开发改善教育的人工智能解决方案？公共政策如何赋予教师权利？这些都是人工智能可能面临的挑战。对此，《报告》将其总结如下：

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

挑战一：提升制定全面的人工智能公共政策的能力

面对人工智能技术的全面发展，教育部门既是应用者，也是参与者。在各国制定的人工智能发展战略中，教育是关键。一方面，人工智能在改进教育体系方面有着巨大的潜力；另一方面，人们期望教育系统能培养出适应人工智能社会的学习者。当前，人工智能发展大多来自私有机构（如IBM、Pearson、Knewton、Coursera等）的推动，许多政府都在努力促进这些私营部门与人工智能教育的融合。专家预计在2017–2021年间，人工智能教育市场将增加50%，这对政府来说无疑是一大挑战。

政府行使职能管理国家在很大程度上是通过政策实现的，然而目前有关人工智能教育的公共政策制定仍处于起步阶段，无法应对人工智能领域的创新速度。这就要求政府在制定政策时：（1）必须与私营部门建立伙伴关系，以扩大人工智能生态系统，因为公共部门无法单独在如此复杂的技术层面进行创新；（2）人工智能产业生态系统必须创造新的筹资机会，为人工智能专家的形成和培训开发提供支持；（3）利用自适应性学习平台、在线评估等技术释放人工智能在教育方面的潜力；（4）促进可持续发展的人工智能教育公共政策必须在国际和国家两级建立伙伴关系，以建立一个为可持续发展服务的人工智能生态系统。

挑战二：教育中人工智能的全纳和公平兼顾

人工智能技术也可能是一种破坏性的技术，并可能加剧现有的不平等和分歧，因为边缘化和处境不利的人口更有可能被排除在人工智能教育之外，其结果是产生一种新的数字鸿沟（Hilbert，2016）。全纳和公平是人工智能教育的核心价值。决策者在制定政策时，应当提出若干与全纳和公平相关的问题。例如，发展中国家迫切需要什么样的基础设施条件才能使人工智能教育成为可能？如何在互联网接入方面为数字权利的获得建立可持续和公平的条件？人工智能如何为弱势群体提供教育服务？人工智能教育如何在发展中国家更快地增长，以缩小世界上穷人和富人之间的教育差距？人工智能教育在哪些方面可以缩小性别差距？

最近的研究描述了发展中国家将人工智能融入教育的障碍，其中主要包括信息和通信技术硬件的可用性、互联网的可靠性、数据成本、学生的基本信息和通信技术技能、语言与文化差异等（Nye，2015）。因此，消除数字鸿沟，确保教育中人工智能的全纳和公平是人工智能教育可持续发展的重要因素。

挑战三：教师与人工智能驱动的教育的双向准备

教师要为人工智能驱动的教育做好准备，并让人工智能理解教育，但这必须是双向驱动的：教师必须学习新的数字技能，以便以教育和更有意义的方式使用人工智能；而人工智能开发者必须懂得教师的工作，以促进人工智能教育的可持续发展。未来，教师的角色也将发生转变，教师将与人工智能协同合作，各自发挥自己的优势。人工智能技术将帮助教师完成一些机械性工作，也可以是教师的助教，以实施个性化、精准化的教学（余胜泉，2018）。所以说人工智能可以取代教师的观点是不正确的，因为它忽略了教师在支持学习过程中的重要性，忽略了教师在创造性和社会情感方面的重要性，而这些远远超出了知识传播的范畴（Bali，2017）。

那么，教师如何能够更好地理解人工智能时代的教育并为之做好准备？对此《报告》指出，为了有效地使用人工智能技术，教师还需要习得以下新的能力：（1）了解人工智能驱动的系统是如何改善学习的，从而使他们能够对新的人工智能教育产品作出正确的价值判断；（2）掌握数据分析技能，使他们能够解释由人工智能技术支持系统提供的数据，并能对数据进行收集、挖掘、分析、处理等；（3）能够批判性地看待人工智能和数字技术影响人类生活的方式，以及计算思维和数字技能的新框架，以提高学生理解人工智能力量、危险和可能性的能力；（4）能够利用人工智能来完成重复性的任务，使其能够去做更多他们以前没有时间做的工作，如情感交流、人际交往等；（5）教授学习者获得那些可能不会被机器取代的技能和能力。

挑战四：开放、高质量和包容性强的教育数据系统构建

数据之于人工智能就如燃料之于发动机，构建开放、高质量和包容性强的教育数据系统是人工智能教育可持续发展的重要前提。一个具有全面和最新数据的全功能数据分析系统，能够为启用人工智能预测和机器学习算法提供无限可能性。毫不夸张地说，数据决定了人工智能系统的应用成效。令人担忧的是，目前许多国家仍在不遗余力地收集那些基础但并不重要的教育数据。因此，对各国来说当务之急是构建优质的教育数据系统。鉴于此，《报

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

告》提出高质量的教育数据系统需要具备三个特征：第一，数据的准确性。准确性和可靠性是数据分析的前提，因为不准确的数据可能会使机器学习算法产生不正确的输出；第二，数据一定程度的开放和不断更新；第三，数据还必须考虑到诸多不平等因素，如年龄、性别和社会经济背景。如2016年联合国儿童基金会的一项研究表明，在接受调查的40个国家中，有19个国家缺少关于残疾儿童的相关数据。

挑战五：人工智能教育相关研究的重要价值发挥

《报告》指出，未来几年教育领域对人工智能的研究将会层出不穷。尽管技术改变教育的潜能经常被提及，但这种潜能尚未如期望的那样得以发挥。回顾技术在教育中的应用，发现人们对技术对学校教育质量的影响知之甚少，有关技术对学习实际影响的研究也并不多。对于这种现象，人工智能在教育方面的发展似乎是又一鲜明的例子。对人工智能的使用与教育绩效之间的关系这一悬而未决的研究问题，《报告》提出，可以通过相关性来探索，但是必须进行相应的实证研究和实验，以建立一个有用的知识库。也就是说，以后的研究必须从不同的方向进行实证，而不是简单的“只说不做”。

对于技术来说就是，新技术应用能否让学习者学得更多、更好、更不同。由于教育的复杂性，于技术有关的教育研究往往很难得出具有普适性的结论和策略。人工智能教育要通过研究来验证策略的有效性然后再进行应用推广。对于发展中国家所面临的教育挑战来说，并不存在通用的技术解决方案，人工智能也非万能之策。在研究成果进行实践转化过程中，必须立足于本国的实际诉求，以扬弃的态度合理采纳。对其中的矛盾和不适之处，需提出正确的研究问题，进一步以研究克之。

挑战六：数据收集、使用和传播伦理的关注

数据是人工智能的基础。大规模收集、使用、分析和传播数据的伦理道德是制定人工智能政策框架的另一个重要因素。越来越多的教育机构使用机器学习算法接受或拒绝学生。这种方法的两个潜在问题包括：缺乏可解释性和不公平对待。人工智能系统可以评估学生的初始水平，根据集体智慧和个人经验指导学生完成课程，自动评估测试结果。数据隐私和安全性几乎出现在所有有关数据伦理的讨论中。但其中主要挑战在于使用个人数据的同时确保个人身份信息和个人隐私偏好得到保护。然而，目前除欧洲以外，其他地区只有不到30%的国家制定了全面的数据保护法。因此，在人工智能教育发展中需要明确数据收集、使用和传播方面的伦理道德。

四、发展启示：我国人工智能教育可持续发展的未来进路

通过对《报告》的解读，我们可以清晰地了解到，人工智能教育事关国家安全和未来社会发展，人工智能教育的可持续发展将加快发展伴随每个人一生的教育、平等面向每个人的教育、适合每个人的教育、更加开放灵活的教育（新华网，2019）。《报告》指出，各国发布的人工智能战略中，发展中国家关于人工智能与教育的讨论还较少，人工智能教育发展也受到诸多阻碍，如基础设施匮乏、领域人才不足等。那么，发展中国家人工智能融入教育的可能途径是什么？如何实现人工智能的可持续发展？

笔者认为，要高度重视国务院发布的《新一代人工智能发展规划》（2017年）、教育部发布的《高等学校人工智能创新行动计划》（2018年）、国际人工智能与教育大会的成果《北京共识——人工智能与教育》（2019年）等文件，深刻领悟人工智能赋能教育变革的逻辑，从以下几方面推进落实。

1.坚持立德树人，培养具备人工智能思维的中国公民

随着人工智能技术的发展，与人工智能发展相关的行业越来越多，人工智能对人类生产、生活方式乃至组织结构的变化都起着越来越重要的作用。我们必须了解，培养合格的数字公民对于适应人工智能时代的生存非常重要。人工智能促进教育发展的核心价值在于改善学习评价、赋能教学、改善教育管理（张慧等，2019）。而人工智能教育的真正核心价值在于坚持立德树人，培养具备人工智能思维的中国公民。要培养具备人工智能思维的中国公民需要落实到课程与教学改革中。笔者认为，第一，在基础教育阶段，要落实好中小学信息技术课程，不断加强数字化胜任力的培养，特别是人工智能思维、计算思维等的培养，以掌握解决复杂问题的能力，据此应对技术发展带来的变革；第二，要保证学校作为人工智能教育的主渠道，将人工智能教育纳入义务教育、普通高中和大学的课程体系，明确人工智能教育目标、课程内容和学业质量标准

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（中国教育新闻网，2019）；第三，有必要将计算机、数学、物理、工程、生物、科学、艺术等学科融合，创新教学方式，培养人工智能时代学生的创新思维。

2.消除数字鸿沟，警惕人工智能的马太效应

信息技术革命会带来生产力的发展，但也会造就网络化的个人主义，甚至会加剧数字鸿沟（李·雷尼等，2015）。人工智能技术的发展，不仅会推动社会的进步，也可能导致不同地区数字鸿沟的产生。因此，我们需要警惕人工智能的马太效应。笔者认为，在教育信息化2.0时代，同时存在三层鸿沟：数字鸿沟、新数字鸿沟、智能鸿沟。其中，智能鸿沟是指思维鸿沟，就人工智能时代而言，主要表现在能不能理解和充分适应以互联网技术和人工智能技术为核心驱动的信息科技，实现个人和社会的协调发展（冯仰存等，2018）。联合国早就提醒要防止出现“数字鸿沟”，也要防止人工智能技术带来的“技术鸿沟”。我们认为，人工智能教育时代消除数字鸿沟，促进人工智能教育可持续发展：第一，要优先发展智慧教育，即以人工智能推动的智能教育（郑旭东，2018），通过5G技术解决优质教育资源不公平难题，探索优质教育资源服务创新供给新模式。第二，推动人工智能+教师专业发展，落实教师信息技术应用能力提升工程2.0，培养教师的数字化胜任力和人工智能思维等，以适应人工智能教育时代的教师专业成长。第三，树立终身学习理念，应对人工智能时代的工作、学习与生活变化。随着人工智能技术的发展，知识更新和知识生产的速度加快，劳动力市场变化日益加剧，唯有通过终身学习、自主学习来提升自我，方能应对这些不确定性。

3.构建公平而有质量的人工智能教育生态系统

从生态的视角来看，当一种新技术被引入原来系统，它必须与使用它的教师/学习者的特点相吻合，与它所指向的知识特点相契合，与外部体制机制的规定相适合（任友群等，2015）。就目前来看，我国人工智能教育发展仍然面临着诸多问题，如何使人工智能技术嵌入教育生态系统与教育教学深度融合，需要我们投入更多的努力。首先，人工智能教育发展应该从国家战略角度出发，对人工智能教育进行顶层设计，在国家层面建立系统的人工智能教育发展规划方案，根据各地区的差异，协调优先发展和平衡发展的关系，积极制定与之相适应的人工智能教育发展规划，为构建公平而有质量的人工智能教育生态系统提供支持和外部机制保障。其次，人工智能技术应与教师/学习者的特点相吻合。目前，我国正在积极探索人工智能助推教师专业发展，但是关于人工智能如何改善学习，人工智能教育质量如何得到保证，却没有相对应的答案。解决这些问题需建立人工智能教育质量监测和评价机制。再次，人工智能技术与教育教学的深度融合，可以通过人工智能技术构建学科知识图谱，为学习者的个性化学习和学习资源智能推荐、诊断提供支持。最后，构建公平而有质量的人工智能教育生态系统需要政府、企业、学校、科研机构等的共同参与，建立人工智能教育行业标准，让产业、技术与教育良性发展，共同推动人工智能教育发展。

4.以跨学科融合促进高校知识生产模式转变

人工智能教育时代，知识特征将趋向于不确定性、全球性、竞争性等。人工智能技术下的高校知识生产模式将是一种新的模式，其基本特征可以归纳为以下三个方面。第一，以应用驱动为导向。如人工智能技术在学习中的应用，借助人工智能等技术对学生的学习行为、学习过程，学习者模型进行分析，为学生提供个性化学习内容，为学生自适应学习提供支持。第二，体现跨学科和学科融合。人工智能技术在高校知识生产模式中的应用是一个跨学科合作与发展的过程，知识不再受学科的限制，体现出多学科的融合特征。人工智能教育应用是利用计算机科学、学习科学、心理学、教育学、教育神经科学、生物学等学科优势的融合（刘德建等，2018），从多个角度阐述知识发生的过程及学习的本质，为学习者的个性化学习提供理论指导。第三，知识生产参与者的多样性和异质性。过去知识生产参与者受到通讯技术的限制，而现在可以借助互联网、人工智能技术等突破时空的限制。当前高校知识生产是开放、共享的，涉及知识生产的各方利益相关者都可以参与。由于不同参与者带来不同的经验和技能，使得知识生产参与者呈现多样性和异质性。因此，要以跨学科融合促进高校知识生产模式转变，培养为人工智能做好准备的人才。

5.新技术赋能人工智能教育

回顾信息技术发展的历史，每一次技术的变革都将引起教育变革的浪潮。在移动互联、万物互联的背景下，当下最炙手可热的莫过于5G技术，其必将带来教育发展的新一轮跨越。我国在5G方面

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

具有先发优势，应抓住这一历史机遇。此外，5G技术作为一种基础通信技术，具备超大带宽、超高速度、超低延时、超强稳定性等优势，其对人工智能的发展、教育信息化的转型升级影响巨大。笔者认为，人工智能教育即新技术（5G、人工智能等）引领的教育信息化的高级形态，其最终目标在于重塑教育结构和促进教育公平。具体表现在：第一，5G技术和人工智能技术将助于破解因地区差异带来的教育资源配置的不均、师资的缺乏、设备设施建设不齐全等问题，使教育公平成为现实。第二，5G技术和人工智能技术将有助于构建沉浸式的学习环境，特别是随着VR/AR技术的迅速发展，学生可以在沉浸式的学习环境中学习，培养学生的空间思维和创造力，实现深度学习。第三，新技术助力实施人工智能教育策略，有助于创新高层次人才培养机制、提升教育手段智能化程度、探索多元化教育教学形式等（张进宝等，2018）。

6.重视人工智能教育发展的伦理问题

《报告》从行动和思维两个维度定义了人工智能，分别是类人思考、理性思考、类人行动、理性行动四个方面。随着人工智能的不断演变和机器的日益智能化，人工智能的发展将从辅助智能、增强智能到自主智能的发展。如何实现教育视角下的可信赖人工智能，是需要高度重视并持续关注的问题（黄荣怀等，2019）。目前人工智能教育领域的伦理机制还没有得到很好地回答（Holmes et al.，2018）。我们认为技术是一把双刃剑，人工智能亦是如此。人工智能教育的发展催生着教育大数据的产生，而教育大数据的产生则需要对数据进行存储、管理和保护等。因此，我们认为，第一，需要加强教育大数据的安全立法，通过建立教育大数据的安全法律，保护好教育大数据以免被非法滥用和网络侵犯。第二，我们可以借鉴《欧盟人工智能伦理准则概要》（宋建宝，2019），尽快出台我国人工智能教育伦理规范，以保障师生的人身健康和数据安全不受侵犯。第三，要树立人工智能教育的正确价值导向，培养人工智能时代具有社会责任感的中国公民，并高度重视人工智能教育发展可能带来的伦理问题，为构建一个和平、包容、稳定的社会做出贡献。

当前，发展人工智能教育已经成为新时代教育发展的新方向，成为实现我国教育现代化的必由之路。面对日益复杂的教育生态系统，人工智能技术发展带来了巨大机遇和挑战，发展人工智能教育已经成为我国实现教育强国的战略选择。在迈向教育强国的征程中，我国应加快发展人工智能教育，规划人工智能时代的教育，培养为人工智能做好准备的人才。构建平等、适合、开放灵活的教育是目前乃至今后更长时期我国人工智能教育发展的目标，我们要始终积极推动人工智能和教育的深度融合，主动迎接与拥抱人工智能时代的教育。

参考文献：

[1][美]李·雷尼,巴里·威尔曼(2015).超越孤独:移动互联时代的生存之道[M].杨柏溆,高崇.北京:中国传媒大学出版社:64-66.

[2]冯仰存,任友群(2018).教育信息化2.0时代的教育扶智:消除三层鸿沟,阻断贫困传递——《教育信息化2.0行动计划》解读之三[J].远程教育杂志,(4):20-26.

[3]黄荣怀,张慧(2019).人工智能助力教育更加灵活开放[N].中国教育报,2019-06-29(003).

[4]刘德建,杜静,姜男等(2018).人工智能融入学校教育的发展趋势[J].开放教育研究,(4):33-42.

[5]任友群,吴旻瑜,刘欢等(2015).追寻常态:从生态视角看信息技术与教育教学的融合[J].中国电化教育,(1):97-103.

[6]宋建宝(2019).欧盟人工智能伦理准则概要[EB/OL].[2019-04-19].https://www.chinacourt.org/article/detail/2019/04/id/3847044.shtml.

[7]新华网(2019).习近平向人工智能与教育大会致贺信[EB/OL].[2019-05-16]. http://www.xinhuanet.com/politics/2019-05/16/c_1124502111.htm.

[8]余胜泉(2018).人工智能教师的未来角色[J].开放教育研究,(1):16-28.

[9]张慧,黄荣怀,李冀红等(2019).规划人工智能时代的教育:引领与跨越——解读国际人工智能与教育大会成果文件《北京共识》[J].现代远程教育研究,(3):3-11.

[10]张进宝,姬凌岩(2018).是“智能化教育”还是“促进智能发展的教育”——AI时代智能教育的内涵分析与目标定位[J].现代远程教育研究,(2):14-23.

[11]郑旭东(2018).智慧教育2.0:教育信息化2.0视域下的教育新生态——《教育信息化2.0行动计划》解读之二[J].远程教育杂志,(4):11-19.

[12]中国教育新闻网(2019).人工智能教育中不可忽视伦理教育[EB/OL].[2019-06-15].http://www.jyb.cn/rmtzgjyb/201906/t20190615_241830.html.

[13]Antoninis, M. & Montoya, S. (2018). A Global Framework to Measure Digital Literacy. UIS, UNESCO[EB/OL].[2019-06-30].http://uis.unesco.org/en/blog/global-framework-measure-digitalliteracy.

[14]Bail, M.(2017).Against the 3A’s of Edteach:AI, Analytics,and Adaptive Technolgoies in Eduaction[EB/OL].

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[2019-07-18].https://www.chronicle.com/blogs/profhacker/edtech-ai-analytics-and-adaptive-technologies-in-education/64604.

[15]Chaudhri, V. K., Lane, H. C., & Gunning, D. et al. (2013). Intelligent Learning Technologies: Applications of Artificial Intelligence to Contemporary and Emerging Educational Challenges[J]. AI Magazine, 34(3): 10-12.

[16]Ferrari, A.(2013). DigComp:A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe[EB/OL]. [2013-12-30].http://publications.jrc.ec.europa.eu/repos-itory/bitstream/JRC83167/lb-na-26035-enn.pdf.

[17]Hilbert, M. (2016). Big Data for Development: A Review of Promises and Challenges[J]. Development Policy Review, (1):135-174.

[18]Holmes, W., Bektik, D., & Whitelock, D. et al. (2018). Ethics in AIED: Who Cares [C]//19th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED'18). London: Springer International Publishing: 551-553.

[19]Nye, B. D. (2015). Intelligent Tutoring Systems by and for the Developing World: A Review of Trends and Approaches for Educational Technology in a Global Context. International Journal of Artificial Intelligence in Education[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, (2):177-203.

收稿日期 2019-06-21 责任编辑 田党瑞

The Sustainable Development of Artificial Intelligence Education

——The Interpretations and Implications of *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development*

REN Youqun, WAN Kun, FENG Yangcun

Abstract: Artificial intelligence empowerment education has become an important trend in the future educational reform. In March 2019, UNESCO released the report *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities of Sustainable Development*, which proposed the vision, goals, approaches and challenges of the development of artificial intelligence education. The vision of the development of artificial intelligence education is to promote the sustainable development of artificial intelligence education. The goal of artificial intelligence empowerment education is to improve learning and promote educational equity. Building a curriculum of digitization and artificial intelligence empowerment world, and enhancing artificial intelligence ability through post-education and training are two ways to prepare for the era of artificial intelligence education. Finally, the report proposed six challenges for the development of artificial intelligence education: promoting the ability to set up a comprehensive public policy on AI for sustainable development; ensuring inclusion and equity in AI in education; preparing teachers for AI-powered education and preparing AI to understand education; developing quality and inclusive data systems; making research on AI in education significant; ethics and transparency in data collection, use and dissemination. The report has the following implications for China's Artificial Intelligence Education: cultivating Chinese citizens with artificial intelligence thinking; eliminating the digital divide, being vigilant against the Matthew effect of artificial intelligence; building a fair and quality artificial intelligence education ecosystem; promoting the transformation of knowledge production mode in colleges with interdisciplinary integration; new technology empowering artificial intelligence education; paying attention to the ethical issues of the development of artificial intelligence education.

Keywords: Artificial Intelligence; Intelligent Education; Educational Equity; Sustainable Development; UNESCO Report

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能时代的人文主义教育宣言*

——解读《反思教育：向“全球共同利益”的理念转变》①

□李政涛

摘要：在《学会生存：教育世界的今天和明天》《教育：财富蕴藏其中》之后，《反思教育：向“全球共同利益”的理念转变》，是将对人类教育甚至人类社会的整体格局，产生重大影响的又一里程碑之作和路标之作。它承接了联合国教科文组织的“全球性思维传统”和“人文主义价值传统”，又带来了新定义、新格局、新挑战。“新定义”表现为对“教育”“学习”和“知识”等基本概念的重新定义；“新格局”体现为“全球学习格局”“全球共同利益格局”与“全球思维格局”。“新挑战”与人工智能时代有关，构成了对未来职业、学生素养与能力，以及人类价值观等挑战。最大的挑战来自于“全球共同利益”。因为它实现了四大转换：一是概念转换，从“公共利益”转换为“共同利益”；二是视角转换，基于“共同利益”新的视角，看到教育世界的不同；三是责任主体转换，教育不再只属于教育领域，而是属于全人类的共同利益；四是思路转换，我们需要反向思考，教育对社会变革承担责任，那么，社会又该如何为教育这一“共同利益”承担责任？《反思教育》存在的明显遗憾和缺失是对20世纪教育思想与实践变革的“中国经验”“中国声音”展示不够，希望中国人写出属于自己的《反思教育》。

关键词：《反思教育》；全球共同利益；人工智能；人文主义；教育宣言

中图分类号：G42　**文献标识码：**A　**文章编号：**1009-5195(2017)05-0003-09 doi10.3969/j.issn.1009-5195.2017.05.001

*基金项目：国家社会科学基金“十二五”规划2015年度教育学重点课题“当代中国社会的教育责任研究”（AAA150009）。

作者简介：李政涛，教育部长江学者、特聘教授，博士生导师，华东师范大学教育学部副主任、“生命·实践”教育学研究院院长（上海　200062）。

作为全球社会变革与教育变革观测站，联合国教科文组织于2016年发布了《反思教育：向“全球共同利益”的理念转变》（以下简称《反思教育》）。这是在《学会生存：教育世界的今天和明天》（富尔报告，1972，以下简称《学会生存》）、《教育：财富蕴藏其中》（德洛尔报告，1996）之后，将对人类教育甚至人类社会的整体格局，产生重大影响的又一里程碑之作和路标之作。

作为在此时代，且“在中国”的阅读者之一，笔者不能不说，这是一次兼容了理性与激情的阅读之旅。我读出了对传统的一以贯之的承接或传承，也读出了新定义、新格局和新挑战，以及由思维惯习而来的些许遗憾与失落。

一、什么“传统”得以承接

1964年成立以来，联合国教科文组织先后发布了一系列重要文件、计划和报告，逐渐成为全球教育变革与发展的风向标和领导者。尽管这些文献主题、视角、观点多样，参与撰写的主体各异，但贯穿其中的“世界性”及其内含的思想传统始终没有改变，并且延伸渗透在《反思教育》之中。

任何一种教育理论、教育实践，或教育政策，如何才能有世界性，何以可能为世界各国、各民族依循和运用？基本的尺度和标准无非是两个：思维方式的世界性和价值观的世界性，它们构成了《学会生存》《教育：财富蕴藏其中》和《反思教育》

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

所共享的思想传统。

1.第一大传统，“全球性思维”或“世界性思维”

它首先表现为一种理解教育的全球性眼光或世界性眼光（文娟等，2013）。这种眼光，不是某一国家、某一民族、某一群体、某一流派的眼光，而是跨国际、跨民族、跨群体、跨流派的眼光，是属于全人类、全世界的。它不是为少数国家、个别民族、某一群体或流派思考和代言，而是为全人类的教育福祉服务。

“全球性眼光”，首先意味着将所有思考置于“全球性背景”之下，针对人类普遍存在的“全球性问题”，提出解决问题的“全球性思路与策略”。

《反思教育》所处的“全球性背景”，在《教育：财富蕴藏其中》中表现为技术、经济和社会变革引发的多种矛盾，其中包括：全球与地方之间的矛盾、普遍与个别之间的矛盾、传统与现代之间的矛盾、精神与物质之间的矛盾、长远考虑与短期考虑之间的矛盾、竞争的需求和机会平等之间的矛盾以及知识膨胀与人类吸收能力之间的矛盾。《反思教育》指出，今天人们依然可以通过这7种矛盾来审视当代社会变革趋势，某些矛盾有了新的含义，新的矛盾也正在出现。这些矛盾的交织变异促使“我们生活在一个多变、复杂和矛盾的世界里。经济增长和财富的创造降低了全球贫困率，但在世界各地的社会内部以及不同社会之间，脆弱性、不平等、排斥和暴力现象加剧。不可持续的经济生产和消费模式导致全球变暖、环境退化和自然灾害频发。此外，我们在过去几十年里强化了国际人权框架，但落实和保护这些规范依然是一项挑战。技术发展密切了人与人之间的相互关联，为交流、合作与团结提供了新的渠道，但我们也看到了文化和宗教不宽容、基于身份的政治鼓动和冲突越来越多。”（联合国教科文组织，2017，封底）这些变化表明，出现了新的全球学习背景，这对未来教育具有重大影响。反思教育的目的和学校的组织方式从未像今天这样迫切。

无论是“全球贫困率”，还是“全球变暖、环境退化和自然灾害频发”，以及“全球学习背景”，都是当下全球性背景下提出的“全球性问题”，它们无法凭借一国、一民族、一群体之力得以解决，只有通过具备“全球性”的思路与策略才能得以逐步消除。

全球性思路蕴含的是全球性思维方式。它不是点状式、割裂式、对立式思维，而是多向关联式、整体融通式和综合渗透式思维：

“我们应将全人类视为一棵树，而我们自己就是一片树叶。离开这棵树，离开他人，我们无法生存。”（联合国教科文组织，2017，p12）

每个国家、民族、群体，都是全球这棵大树上长出的树叶，他们的根基已经交织或交融在一起，无法分离。这意味着所有问题的提出和解决，都一定是在国与国、民族与民族、群体与群体之间的关联中生成，这是一个不可分割的全球共生体，其实质是共生利益链。谁要从此链条中脱离，伤害的不只是自己，也是链条本身。

2.第二大传统，“人文主义价值取向”

一种能够为不同国家、民族和人群理解与接受的“世界性”，必定与“人类性”“人文性”有关，其底蕴是“人性”。承载并体现人类、人文与人性的就是“人文主义价值观”。它是对不同时代、不同社会背景下普遍人性的反映和表达，是人类共同的伦理原则：“人文主义发展观的伦理原则反对暴力、不宽容、歧视和排斥。在教育和学习方面，这就意味着超越狭隘的功利主义和经济主义，将人类生存的多个方面融合起来。这种方法强调，要将通常受到歧视的那些人包容进来——妇女和儿童、土著人、残疾人、移民、老年人以及受冲突国家的民众。这将需要采用开放和灵活的全方位终身学习方法，为所有人提供发挥自身潜能的机会，以实现可持续的未来，过上有尊严的生活。”（联合国教科文组织，2017，摘要p.2）

这一价值观，始终将“经济主义”和“功利主义”作为反对对象：“教育的经济功能无疑是重要的，但我们必须超越单纯的功利主义观点以及众多国际发展体现出的人力资本观念。教育不仅关系到获取技能，还涉及到尊重生命和人格尊严的价值观，而这是在多样化世界中实现社会和谐的必要条件。”人文主义价值观及其方法的作用就在于此，它“让教育辩论超越了经济发展中的功利主义作用，着重关注包容性和不会产生排斥和

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

边缘化的教育。”（联合国教科文组织，2017，p.29）由此得出的结论，就顺理成章了：“应将以下人文主义价值观作为教育的基础和宗旨：尊重生命和人格尊严、权利平等和社会正义、文化和社会多样性，以及为建设我们共同的未来而实现团结和共担责任的意识。”（联合国教科文组织，2017，p.30）以此为前提，可以明确宣告：“维护和增强个人在其他人和自然面前的尊严、能力和福祉，应是21世纪教育的根本宗旨。这种愿望可以称为人文主义，是联合国教科文组织应从概念和实践两方面承担的使命。”（联合国教科文组织，2017，p.28）据此可以断言，《反思教育》是在新的时代背景下，重审人文主义价值取向，可以被视为新时代的人文主义教育宣言。它特别强调：“尊重生命与人类尊严、权利平等、社会正义、文化多样性、国际团结和为创造可持续的未来承担共同责任。”这些价值取向一以贯之地渗透并体现了《教育：财富蕴藏其中》中所提及的学习的四大支柱——学会求知、学会做事、学会共处和学会做人，并且着重凸显：除教育的直接功能以外，形成完整的人格是教育宗旨的重要组成部分。

二、什么“概念”被重新定义

与《学会生存》等一样，《反思教育》的思考起点，依然是时代与世界的改变：

“世界在变，教育也必须做出改变。社会无处不在经历着深刻的变革，而这种变革呼唤着新的教育形式，培养今日和明日社会、经济所需要的能力。”（联合国教科文组织，2017，序言p.1）

以“时代变化-社会变革-教育变革”的关联为起点，《反思教育》提出了与未来教育变革相关的新定义、新格局与新挑战。它回答了如下问题：时代变了，世界变了，什么需要重新定义？随之带来什么新格局与新挑战？换言之，《反思教育》的推出，带来了什么只有这份报告才可能带来的推进与突破？

首先它带来了“新定义”。包括“教育”“学习”和“知识”等三大基本概念的新内涵。

1.“教育”的内涵

“教育可以理解为有计划、有意识、有目的和有组织的学习。正规教育和非正规教育机会意味着一定程度的制度化。但是，许多学习即便是有意识和有计划的，其制度化程度却要低得多（如果能够形成制度的话）。这种非正式教育不像正规教育或非正规教育那样有组织、有系统，可能包括发生在工作场所（例如实习）、地方社区和日常生活中的学习活动，以自我指导、家庭指导或社会指导为基础。最后需要指出的是，我们在生活中学到的许多知识并非有意为之。这种非正式学习是所有社会化经验的必然体验。”（联合国教科文组织，2017，p.9）

与以往相比，这个定义在承接了“计划”“意识”“目的”和“组织”等界定教育的经典关键词的同时，又做了进一步拓展：更加注重“非正式教育”“非正式学习”的作用，更加凸显工作场所、地方社区和日常生活中发生的“教育”。这一理解教育的方式，为报告中提出的“全球学习格局”“整体的、一体化学习”“共同利益”等奠定了概念基础。

2.“学习”的内涵

与“教育”的重新定义相联，《反思教育》强调：“不仅需要采取新的做法，还要从新的视角来了解学习的本质以及知识和教育在人类发展中的作用。社会变革的这种新态势要求我们重新审视教育的目的和学习的组织方式。”（联合国教科文组织，2017，p.8）那么，什么是“新的视角”？“学习可以理解为获得这种知识的过程。学习既是过程，也是这个过程的结果；既是手段，也是目的；既是个人行为，也是集体努力。学习是由环境决定的多方面的现实存在。获取何种知识，以及为什么、在何时、在何地、如何使用这些知识，是个人成长和社会发展的基本问题。”（联合国教科文组织，2017，p.9）。由此可知，“新视角”内含的关键词是“过程”“集体”“环境”“使用”。它们的共同组合展现出《反思教育》中的“学习”内涵：

第一，更加看重学习的“过程”。《反思教育》在此显示了犀利的批评眼光：“事实上，当前的国际教育讨论张口闭口谈学习，主要关注的是教育过程的结果，而往往忽视了学习的过程。关注结果，往往是指学习成绩，也就是最容易被衡量的知识和

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

技能，因而往往忽视了学习成果的其他更多方面。”（联合国教科文组织，2017，p.72）

第二，更加重视学习的“社会环境与背景”。因为“学习是由环境决定的多方面的现实存在”，由此凸显学习的“社会属性”：“学习不应只是个人的事情。学习作为一种社会经验，需要与他人共同完成，以及通过与同伴和老师进行讨论及辩论的方式来实现。”（联合国教科文组织，2017，p.40）

第三，更加强调新的学习空间网络的建构。与前述对于“教育”的重新定义一脉相承，前所未有的“学习空间”呼之欲出：“无论如何，当今世界教育格局的变化促使人们越来越认识到，正规教育机构之外的学习具有重要性和相关性。目前的发展趋势是从传统教育季候，转向混合、多样化和复杂的学习格局。……学习空间、时间和关系的变化有利于拓展学习空间网络，让非正规和非正式学习空间与正规教育机构相互影响，并相互补充。”其结果自然是“获取知识的途径拓宽了，在教室、学校、大学和其他教育机构之外出现了新的学习空间，这给以课堂为中心的学习带来了挑战。”（联合国教科文组织，2017，pp.40-41）

第四，更加倡导“整体的”“一体化的”学习方法。既然教育的内涵与边界日益拓展，既然作为一种社会经验的学习，需要与更多人、更多组织合作完成，两种新的需要随之产生了：

“我们需要采取整体的教育和学习方法，克服认知、情感和伦理等方面的传统二元论。各界日益认识到，消除认知和其他学习形式之间的矛盾对立，对于教育至关重要。……人们已经认识到需要超越传统的学术学习。”（联合国教科文组织，2017，p.30）此外，“我们需要一种更加流畅的一体化学习方法，让学校教育和正规教育机构与其他非正规教育经验开展更加密切的互动”。（联合国教科文组织，2017，p.40）

“整体”和“一体化”，预示着与教育和学习相关的更多的跨国、跨民族、跨群体的组织、群体、个人，将建立起更加紧密的联系，结成愈加密切的“教育共同体”“学习共同体”，未来学习质量、学习成效的高低，愈发取决于个体的学习者与整体、与共同体的互动关系及其互动生成的质量，这将形成一种全新的格局——“全球学习格局”。这是继《学会生存》《教育：财富蕴藏其中》提出的“终身学习”之后，又一个新的发展方向，人类即将走向整体化、一体化的“全球学习”。

3.“知识”的内涵

它“可以理解为个人和社会解读经验的方法。因此，可以将知识广泛地理解为通过学习获得的信息、理解、技能、价值观和态度。知识本身与创造及再生产知识的文化、社会、环境和体制背景密不可分”。（联合国教科文组织，2017，p.8）这一定义扩充了知识概念的内涵，在知识范畴体系内，从此增添了“信息”“理解”“技能”“价值观”和“态度”等新要素，尤其是“信息”和“价值观”，前者体现了《反思教育》赖以生成的信息时代背景，后者则与“人文主义价值取向”暗中对应和呼应。

这种知识观的背后是“社会观”：“建议将知识和教育视为共同利益。这意味着，知识的创造及其获取、认证和使用是所有人的事，是社会集体努力的一部分。”强调知识生态系统的多样性。知识是人类共同遗产的固有组成部分。“要在相互依存、日益加深的世界中实现可持续发展，就应将教育和知识视为全球共同利益。”（联合国教科文组织，2017，摘要p.3）这一知识观，打上了知识社会学的烙印，其内含了两种假设：其一，“知识本身与创造及再生产知识的文化、社会、环境和体制背景密不可分”（联合国教科文组织，2017，p.8），知识不是个人的产物，而是社会文化的产物。其二，知识体系与知识传统具有多样性，以及相应的独特性与不可替代性，人类“必须探索主流知识模式之外的其他知识体系。必须承认和妥善安置其他知识体系，而不是将其贬至劣势地位……例如，关于人类社会和自然环境的关系，可以从农村社会、特别是土著社会学到很多知识。”（联合国教科文组织，2017，p.22），任何知识霸权都需要在新的知识秩序、知识版图、知识体系内加以警惕和规避。这就是《反思教育》中所倡导的“权利平等”“社会正义”“文化多样性”和“国际团结”等人文主义价值观所内设的“知识观”，从中我们看到了价值观与知识观的

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

内在关联。

三、什么“格局”将会形成

“教育”“学习”“知识”等这些支撑人类教育发展的核心概念、基本概念的重新定义，带来的不只是定义及内涵的变化，更有未来发展格局的变化。形成的全新格局的总体特征表现为“全球学习格局”“全球共同利益格局”和“全球思维格局”。

1.全球学习格局

其具体特性表现为：

（1）学习场所的“全球性”

传统的“课堂中心”的垄断地位被打破，人类获取知识的学习途径得以拓宽，在教室、学校、大学和其他教育机构等之外出现了新的学习场所或学习空间，人们因此认识到：“正规教育机构之外的学习具有重要性和相关性。目前的发展趋势是从传统教育季候，转向混合、多样化和复杂的学习格局。……学习空间、时间和关系的变化有利于拓展学习空间网络，让非正规和非正式学习空间与正规教育机构相互影响，并相互补充。”（联合国教科文组织，2017，p.40）这不仅意味着，学习者可以在任何一个国家、地区，任何一个角落学习（当代全球人口流动性早已为之创造了条件），更意味着，“学校”这类支撑正规教育的“正式学习”场所，将逐步拓展到工作场所、地方社区和日常生活等日趋丰富多元的“非正式学习”，形成“学校学习”与“社会学习”、“正式学习场所”与“非正式学习场所”、“现场学习”与“非现场学习”交融共生、穿梭转换，因而成为跨国、跨时空、跨领域，甚至全时空的“学习场所新格局”。

（2）学习内容的“全球性”

基于“权利平等”“社会正义”“国际团结”，特别是“文化多样性”的价值原则，来自于不同国家、民族的不同知识体系，兼容了更多少数民族、边缘地区的更多知识体系进入学习内容，逐渐生成“融会贯通式”而不是“拼盘式”的新的“学习内容体系新格局。”

（3）学习方式的“全球性”

以互联网为基础的信息技术变革，催生了慕课、微课、翻转课堂等，在为当代学习方式的变革奠定了新的技术基础的同时，也引发了以“全球”为单位、以“全球”为视野更加灵活开放的混合学习、合作学习、终身学习方式。与过去相比，这种网络平台为基础的“学习方式新格局”，在保留输入性、接受性、消费性的同时，增添了更多的输出性、研究性和创造性。无论是输入和输出，接受和探究，消费与创造，其对象、背景与平台，都是全球性和世界性的。

（4）学习评价的“全球性”

依托认知领域和学习科学的研究成果，以及信息技术及人工智能平台，基于“深度学习”的评价标准将逐渐成为“全球性”的评价标准，未来的考试将会有更多的描述、诊断、咨询，大数据时代将对此提供强有力的支撑，创造出“学习评价新格局”。

四大新学习格局一旦建立，《反思教育》一再提及的“整体的、一体化的学习方式”将由此实现。这表明所谓“整体的、一体化的学习方式”，所依据的分析单位及视野都是“全球性”的，这再次展现了联合国教科文组织的“全球性”眼光的思维传统，并因此表明，所谓“全球学习格局”，既是一个概念，也是一种视角和眼光。未来人类的教育和学习，都将以此视角和眼光来审视。

2.全球共同利益格局

“共同利益”是《反思教育》中提出的全新概念，其特点：

（1）它来源于亚里士多德

如同石中英教授（2017）在一次演讲中所言，“共同利益”概念反映了当代社群主义的自我理论、政治主张和价值取向。它既反对极端的个人主义，也反对狭隘的国家主义，强调人类的共同人性、相互依存、社会团结与信任的重要性，并因此与“人类命运共同体”概念有共通之处。

（2）它基于对“教育”和“知识”的重新理解

被重新定义后的“知识”和“教育”，从此被视为共同利益，这意味着“知识的创造及其获取、认证和使用是所有人的事，是社会集体努力的一部分。”（联合国教科文组织，2017，摘要p.3）因此，“可以将共同利益定位：‘人类在本质上共享并且相互交流的各种善意，例如价值观、公平美德和正义感。它是‘人们的紧密联合，而不仅仅是个人美德

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的简单累计'。这是一种社会群体的善意，'在相互关系中实现善行，人类也正式通过这种关系实现自身的兴奋'。由此可见，共同利益是通过集体努力紧密团结的社会成员关系中的固有因素。因此，共同利益的'产生'及其裨益具有内在的共同性。"（联合国教科文组织，2017，pp.69-70）这种"共同利益"的内涵，显然受到了知识社会学的影响，同时也渗透了无处不在的价值取向。

（3）它的相对面是"公共利益"

《反思教育》希望借此摆脱"公共利益"概念的"所不见"或"局限"："共同利益的概念让我们能够摆脱'公共利益'（Pubilic Goods）概念所固有的个人主义社会经济理论的影响。在界定什么是共同利益时，强调参与过程，其中考虑到环境背景、福祉概念和知识生态系统的多样性。"（联合国教科文组织，2017，摘要p.3）

这一界定，其一，试图超越"公共利益"概念内含的"公与私对立假设"，及其将人类幸福局限于个人主义的社会经济理论，从"共同利益"的角度看，重要的不仅是个人的"好日子"，人类共同拥有美好生活也很重要；其二，根据环境的多样性以及关于幸福和共同生活的多种概念来界定共同利益；其三，特别凸显"参与过程"，强调环境、世界观和知识体系多样性的参与式民主治理方式，而这本身就是一项共同利益。共同行动是共同利益本身所固有的，并且有助于共同利益（联合国教科文组织，2017，p.70）。

3.全球思维格局

与前述所言的"全球思维"相关，以"全球学习格局"和"全球共同利益格局"为新的载体或平台，《反思教育》展现、构筑了一种"全球思维格局"，其特征是：

将某一地（国家、地区或区域），某一群体（民族或族群）、某一个体的局部问题、个别问题、特殊问题，置于全球整体、人类全体的普遍背景下考量，将当下的问题置于全球及人类历史和未来之中去考虑，将某一地、群体和个体的利益、需要与声音，与全球、全人类的共同利益、需要与声音联结起来、融通起来。不止如此，基于整体的、一体化的全球学习格局，特别注重克服认知、情感和伦理之间、认知与其他学习形式之间的二元对立，主张"一种更加流畅的一体化学习方法，让学校教育和正规教育机构与其他非正规教育经验开展更加密切的互动。"（联合国教科文组织，2017，p.40）因此，这种全球思维格局更加强调不同国家与地区之间、不同民族与群体之间、不同教育形式、学习方式之间，以及过去、当下与未来之间的互动。这将是一个前所未有的多向开放、交互生成的新思维格局，它的核心必定是共享思维、互动思维和过程思维。

四、什么"挑战"需要应答

新挑战与新格局相关。最大挑战来自于"全球共同利益"。这是报告的核心概念，它的提出并实现了互有关联的四大转换：一是概念转换。从"公共利益"转换为"共同利益"。二是视角或眼光的转换。每一概念之所以有其"所见"和"所不见"，在于概念背后的视角或眼光。运用某一概念来思考和言说，往往是基于或源于这一概念特有的视角或眼光。当"公共利益"转换为"共同利益"之时，意味着在"公共利益"之外，出现了基于"共同利益"新的视角或眼光，以此看到的教育世界，乃至人类世界将会有很大的不同。三是责任主体转换。它再次以"共同利益"的方式强调，教育不再是只属于教育领域，属于某一类人的事情，而是属于全人类的共同利益，每个领域每一类群体都是承担教育责任的主体。四是思路转换。传统的思路是，世界在变，教育也必须做出改变，以适合世界的变化，满足社会变革的需要。在这个思路里，教育始终是被动应对的一方：教育如何为社会变革服务，适应社会变革的要求？因此，它的提问方式是：教育要对社会变革承担什么责任及如何承担责任？这是一种典型的正向思考和单向思考。我们还需要反向思考：教育变革过程中，社会变革如何为教育变革创造条件，如何让社会承担教育责任？既然教育是共同利益，社会如何为这个共同利益承担责任？虽然，《反思教育》或多或少，还残留着传统的思路痕迹，但已经开始有了反向思考，明确主张"政府""企业""私营部门""民间社会"等，都应是承担"教育"这一"共同利益"的责任主

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

体。但“挑战”由此而生：“小马过河”的经典故事启示我们，任何事物的价值都以主体为尺度，所以要因人而异。价值问题不只是知识问题、真理问题，更是主体问题。“实践出真知”的实质，是“实践主体出真知”（李德顺，2017）。如上种种承担“教育”这一“共同利益”的不同主体，往往价值观、利益诉求各不相同，而且存在巨大、复杂的差异。如何在彼此矛盾和冲突的差异中承担共同利益，需要创造何种承担共同利益的“合作机制”，才可能将“共同利益”这一看上去很美的理想，从纸面变为现实，从天花板落到地板，显而易见，这是一个巨大的挑战。

新挑战与新时代相关。人类已经从“互联网+”，进入到“人工智能+”的时代。人工智能是一种自动化的感知、学习、思考与决策的系统，它以“算法”，包括“深度学习”“高质量的大数据”“高性能的计算能力”等三大支柱为基础，经历了从计算智能（能存会算）、感知智能（能听会看，能听会认）、认知智能（能理解会思考）等不同阶段和层次的演变。

人工智能带给人类教育的是三大挑战：

第一大挑战——未来很多职业，如翻译、新闻记者、律师、护士等，将逐步被人工智能不同程度地替代。如果今日的学校是为了学生将来找到好工作而教育，很可能“毕业即失业”。虽然人们公认“教师”职业依然会存在，但教师的部分工作，特别是一些枯燥、重复性的教学工作会被人工智能取代，教师的角色、素养、能力及教学基本功都会随之发生重大变化，更多作为陪伴者、引路者和学习伙伴的教师，除了需要具备人工智能时代特别需要的“数字化胜任力”“信息化胜任力”等之外，教师的教学想象力、教学创造力等将被置于愈发突出的位置。

第二大挑战——今天的学校，通过创建“智慧学校”，开发各种特色课程，探究前沿性的教学方法，更新诸多教育技术设备，试图给予学生各种核心素养、关键能力，以及知识、方法等，但在强大的人工智能面前，都没有用了，甚至不值一提，全然作废，所有教育努力都付诸东流……即使是“四个学会”，在人工智能时代必定会被赋予新的内涵与方式，即人工智能时代，如何学会求知、学会做事、学会共处、学会做人？例如，同样是“求知”，人工智能时代“求什么知”，如何“求知”？与工业时代相比，这个时代最有价值最需要去获得的知识形态、知识样式是什么？时代转型带来的新的知识转型，究竟转了什么，成了什么型？又如，同样是“共处”，人工智能时代的学生，与谁“共处”？可能更多地要学会与“人工智能”、与形形色色的机器共处，这是一个全新的共处对象与共处本领：如何学会人机共处，以及更加复杂的“人–机–人”共处？再如，人工智能时代“做什么人”？处在各种远超人的智能的软件、技术、数据包裹和浸润的人，与被自然环境包裹的农业时代的人、被笨拙、粗糙的机器所裹挟的工业时代的人，有什么变化？

这两大挑战提醒当下的教育决策者、校长和教师，必须共同思考一个重大问题：无论人工智能如何发达，什么是它无法替代，永远与人类生命同行同在的存在？今天的学校教育必须教给学生这些无可替代的东西，如人类在哲学、艺术、美学、文学中蕴含的价值观、想象力、创新思维（包括破坏原有知识、创造新知识的能力）以及人类的情感实践等。价值观，这是人工智能无能为力之处。正如苹果公司总裁库克所言：人类可以用人工智能去做伟大的事情，但人工智能无法去做伟大的事情。“伟大”与否就是一种价值选择、价值判断。什么是“舍生取义，杀身成仁”，什么是“有所为，有所不为”等价值观问题，都是人工智能难以企及的人类高地（韩少功，2017），也是关乎人类尊严和人之为人的底线。

第三大挑战——如何在人工智能时代，呵护、坚守人类的价值观，尤其是《反思教育》中倡导的人文主义价值观？如何避免库克所担心的，人类通过人工智能让计算机像人类一样思考的同时，人类自身变得像计算机一样思考，由此失去了价值观和同情心？换言之，如何避免人工智能用“人工”的“智能”取代人类的“价值观”，戕害甚至取代人类特有的权利平等、社会正义、文化多样性等价值取向？如何避免人类的微妙、丰富的“情商”，被人工智能的“智商”所湮没或吞没？

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在坚守人类核心价值观的前提下，具体到教育教学领域，同样需要思考的问题是：人工智能时代，什么教育价值观是不变的，需要始终不渝、坚定不移地贯穿渗透于所有的学校文化、课程与教学之中？例如，对人的生命的关怀与尊重，对公平、公正、正义的追求与呵护等。什么教育价值观会发生改变，并因此影响到教育体制、机制和制度，进而改变具体的教育教学行为？例如，对什么知识、素养、能力在当下最有价值的判断与选择等。

如上种种挑战及其应答，同样需要置于“全球学习格局”“全球共同利益格局”与“全球思维格局”的整体背景下探究和解决。这个过程，注定是一段充满了探索和艰辛的旅程，但却是一段充满了希望的再生之旅。

在表达阅读《反思教育》带给我们的诸多启迪和希望的同时，我还想说，这也是一份充满了遗憾的报告。

如前所述，这份报告展现了全球性、世界性的眼光，体现了世界各国、各民族的教育思想与教育实践，展示了不同国家的理论、政策和实践。作为中国学者，我很关注其中的中国思想与中国声音。遗憾的是，我只看到了孔子的名言“知者不惑，仁者不忧，勇者不惧”，但没有看到现代中国教育思想、教育政策和教育实践的“蛛丝马迹”。我的困惑油然而生：20世纪以来中国教育的独特而丰富的思想创造与实践创造在哪里？改革开放40周年以来，在教育公平、残疾人教育、女性教育（包括女童教育）等全球性、世界性问题上，形成的如此丰富多彩的“中国经验”“中国贡献”在哪里？不是中国没有，而是没有在这份本来最该体现“全球性”“世界性”的报告中有任何体现，这是我最大的困惑和失落。相比之下，报告中的“印度声音”先后至少出现了5次，不仅有甘地，还有阿玛蒂亚·森，有进行墙洞实验的科学家米特拉等等。此外，我从中还看到了女童教育的“巴基斯坦经验”、弱势群体儿童教育的“塞内加尔经验”……我有充分的理由和信心表达如下期待和憧憬：作为联合国教科文组织的报告，我希望其中出现更多的“中国声音”与“中国经验”，让更多的国家和人民分享和借鉴，更希望中国人依据自己的教育思想、教育政策与教育实践，写出属于自己的《反思教育》，为作为全球共同利益的世界教育，做出更大的中国贡献。

尽管有这样的遗憾，但总体上，《反思教育》带给人类社会（不只是人类教育）的，是一抹新的亮色和曙光：当“教育”真正被视为全体人类的“共同利益”，新的人类旅程将从此开始，新的道路将从这里走出。

在这个意义上，与《学会生存》一样，《反思教育》提供并展现的，不只是一些“人工智能”这一“新时代”背景下的新概念、新定义、新格局和新挑战，而是“新道路”，人类教育发展、社会发展的新道路。

注释：

① 联合国教科文组织于2016年发布《反思教育：向“全球共同利益”的理念转变》，我国教育科学出版社于2017年6月出版该报告中文版。

参考文献：

[1]韩少功(2017).当机器人成立作家协会[J].读书,(6).

[2]李德顺(2017).当代哲学思维的变革和挑战[J].岭南学刊,(1):5-12,2.

[3]联合国教科文组织(2017).反思教育:向“全球共同利益”的理念转变[M].联合国教科文组织总部中文科.教育科学出版社.

[4]石中英(2017).《反思教育》的四个核心概念[R].“国际视野下的教育变革——《反思教育:向‘全球共同利益’的理念转变?》中文版出版研讨会”发言.2017-07-07.

[5]文娟,李政涛(2013).当代教育研究中的全球视野、跨文化能力与中国特色[J].全球教育展望,(7):43-51.

收稿日期　2017-07-31　　**责任编辑　田党瑞**

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

The Declaration of Humanistic Education in the Era of Artificial Intelligence

——Interpreting *Rethinking Education: Towards a Global Common Good*

LI Zhengtao

Abstract: After the books of *Learning To Be: The world of Education Today and Tomorrow and Learning: The Treasure Within*, a new masterpiece is published by UNESCO entitled *Rethinking Education: Towards a global common good*? which has a fundamental role to play in the humankind education and social development. It has inherited UNESCO's tradition of global thinking and humanistic value, while bringing new definitions, new patterns and new challenges."New definition"is embodied as the redefinition of basic concepts, such as *education, learning and knowledge*. "*New pattern*" is embodied as *the pattern of global learning, pattern of global common good* and *pattern of global thinking*. "New challenge" is related to the era of artificial intelligence, which is a strong challenge to the future career, students' literacy and ability, and human values. The strongest challenge is from global common good, because of the four shifts it has achieved. The first is the shift of concepts from public good to common good. The second is the shift of perspective. There will be a new view of educational world from the new perspective of common good. The third is the shift of subject, which makes education belong to common good of all humankind instead of education field. The last is the shift of thinking. Education should take the responsibility for social change, but how should the society take responsibility for education? The lack of "Chinese experience" and "Chinese voice" in educational thinking and practice in the 20th century is an obvious regret for *Rethinking Education*. It is hoped that Chinese people can write their own *Rethinking Education*.

Keywords: *Rethinking Education*; Global Common Good; Artificial Intelligence; Humanism; Education Declaration

2015年，联合国教科文组织成立70周年，发布了70年以来第三份重要的教育报告《反思教育：向“全球共同利益”的理念转变?》。这份报告提出了新的教育价值定位，即教育是全人类的共同核心利益，是实现“全球可持续发展”的关键。2017年7月7日，《反思教育：向“全球共同利益”的理念转变?》中文版出版研讨会在北京师范大学举行，围绕此报告所重申的人文主义教育观和发展观，研讨联合国教科文组织新的教育思想和价值定位，探索教育全球治理背景下的本土化表达。

——教育科学出版社

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

JOURNAL OF EAST CHINA NORMAL UNIVERSITY
Educational Sciences No. 1,2019

DOI: 10.16382/j.cnki.1000-5560.2019.01.001

后人类状况与中国教育实践:教育终结抑或终身教育?*

——人工智能时代的教育哲学思考

吴 冠 军

(华东师范大学政治学系暨中国现代思想文化研究所,上海 200062)

摘 要:当代中国"教育焦虑"的最深层原因在于,人工智能的指数级发展正急剧拉高"教育投资"的风险。在正在到来的"后人类状况"下,教育面临两种前景:走向自身终结,抑或走向终身教育。后者并非仅仅指学校教育之外的教育实践,而且意味着教育实践的激进更新:(1)后人类主义的"行动者-网络框架",取代进步主义与表征主义的"线性框架";(2)包含人类与非人类在内的所有行动者彼此触动的"内行动",取代成人对孩子的单向规训与"吼妈式"知识灌输。进而,后人类状况,亦恰恰提供了重新思考教育的哲学契机——教育果真仅仅是一个人类的事业吗?先秦思想潜含着关于教育(终身教育)的一种激进阐述,我们可以通过德勒兹式的哲学阐释将之激活,并从该视角出发对当代中国教育实践进行批判和革新。

关键词:教育焦虑;人工智能;终身教育;后人类主义;行动者-网络;先秦教育思想

一、当代中国"教育焦虑"与后人类未来

教育,在当代世界各个社会中,都是一个核心的社会性焦点。当代中国尤其如是,就在2017年,"减负""高考集中营""吼妈"先后在新闻媒体和社交媒体激起了现象级讨论。中国家长们在下一代教育上的金钱与精力的超强投入,从"天价学区房""租房陪读""影子教育"等成为社会性热词就能看出。而同这种投入相伴随的,便是高强度的"教育焦虑"。这种"教育焦虑",最直接地体现为孩子对学习的焦虑。

2007年,由北京大学儿童青少年卫生研究所发布的历时3年多涉及全国13个省约1.5万名学生的《中学生自杀现象调查分析报告》揭示:当时中学生5个人中就有1个人曾经考虑过自杀,占样本总数的20.4%,而为自杀做过计划的占6.5%(谭萍等,2007)。2014年发表的一项涵盖全国大多数省份的大样本(2000—2013年间的153245例)实证研究显示,"青少年中学生自杀意念报告率为17.7%,自杀计划报告率为7.3%,自杀未遂报告率为2.7%",并且"学习成绩越差,自杀相关行为报告率越高"(董永海等,2014,第535页)。早先一项实证研究也显示,"初中生存在的最严重的焦虑问题是学习焦虑,检出率为49.2%"(曾雪梅,2009,第39页)。《中国教育发展报告(2014)》显示,2013年媒体上关

* 基金项目:国家社会科学基金重大项目"后现代主义哲学发展路径与新进展研究"(18ZDA017);中央高校基本科研业务费项目华东师范大学人文社会科学青年跨学科创新团队项目"欧陆前沿思想研究"(2018ECNU-QKT012)。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

于中小学生自杀的报道共计 79 例,其中自杀率从小学六年级开始攀升,初中最高,高中次之。2017 年新春开学之初,上海市三天发生三起初中生跳楼自杀事件,掀动新闻媒体与社交媒体。正是在这样的背景下,上海市主要领导提出必须为学生"减负",并强调要正视如下现象 "孩子们的上课时间、做功课时间,远远多于大人的上班时间。"(孙庆玲,2017;朱珉迄,2017)

"教育焦虑"并不只是落在孩子这端,家长们自身亦极度焦虑,并且,孩子的焦虑很大程度上恰恰是家长焦虑的产物,同时亦刺激家长焦虑进一步加剧。2017 年 12 月,人工智能教育平台"阿凡题"基于其线上近亿注册用户与线下近百家实体店用户的调研数据,发布互联网教育大数据报告《中国中小学写作业压力报告》,数据显示,中国中小学生写作业时长是全球平均水平的近 3 倍,而 91.2% 的家长都有过陪孩子写作业的经历,78% 的家长每天陪写。陪写作业已成为影响中国家长幸福感的主因:每天上班、陪写作业无缝衔接,使人身心俱疲,并且 75.79% 的家长和孩子因写作业发生过矛盾(阿凡提,2017)。《东方网》报道 "秉承着'一陪成学霸,不陪成学渣'的原则,家长们纷纷对孩子进行 360 度全方位无死角一对一的 VIP 辅导,可是孩子不自觉、做功课动作慢、思想不集中,而妈妈们'好好说话'根本没用,讲话一般靠'吼',这成为很多家有学生娃家庭晚饭后的常态。"该报道中,精神心理科医师受访时谈到,"家长发现孩子学习压力大、焦虑压抑来医院进行心理疏导,这已成为现在很普遍的一个现象",并且,"有的家长带着孩子来就诊,但自己的焦虑情绪明显比孩子更严重"(刘轶琳等,2017)。换言之,在当代中国"教育焦虑"同时发生在孩子与家长身上,并互相加剧。

家长的"教育焦虑",并不仅仅缘于超长时间的陪写作业。发表于 2016 年的一项关于中国家庭收入与教育投入关系的实证研究(1981—2009 年)揭示,中国家庭教育投入的增速大于——对于农村家庭而言甚至是远大于——家庭收入的增速 "家庭收入每增加 1%,城镇和农村家庭的边际教育投入分别增加 1.1% 和 1.48%。"(周红莉,2016,第 47 页)[①]另一项实证研究则显示,在 2013 年,"家长的月收入每增加 1 元,每年在每名子女上的教育花费就增加 2.442 元"(谷宏伟等,2013,第 73 页)。通过并置这两项实证研究,我们可以进一步看到近几年来中国家庭教育投入的巨幅增速——可以想见,当下这个数据应该要高于 2013 年的 2.442%。2010 年一项关于中国个人教育投资风险的实证研究揭示:在 2002 年中国教育投资风险值已"高于大部分欧洲国家","中国个人教育投资具有相对低收益、高风险的特征"(刘丽芳,2010,第 105 页)。十几年后的当下,这个风险值还在蹿升。换言之,中国家庭在下一代教育上的超强投入,并不能在孩子日后的就业收入中获得预期"回报",而是必须创痛性地面对如下状况 "完成高等教育或仍然面临各种类型失业,或为了就业不得不从事不满意的工作,或获得工作的收入远低于预期,出现了与高等教育投资预期存在较大落差的结果。"(马文武等,2017,第 71 页)尤其是晚近这些年来大学毕业生就业形势异常严峻,高学历低就业的现象十分普遍,很多大学生甚至面临"毕业就失业"的状况。这种日益加剧的"高投入低回报"状况,才是当代中国"教育焦虑"的更深层肇因。

无可争议的是,当代中国的教-学实践,围绕着以高考为核心的诸级升学考试而展布,而其最终目的,则落在就业上。当代中国家庭在教育上同其收入"不成比例"的巨额投入,事实上被理解成对未来的"投资"。用日常生活用语来说,硬扛高负荷(孩子家长双重高负荷)成为"学霸"为了什么?是为了高考。高考为了什么?是为了进入"名校"以便日后找到好工作。然而问题恰恰在于:高校越来越不能有效帮助毕业生面对各种挑战。这种状况,实质性地导致了当代中国教育投资上的高风险值。对于这个状况之产生,我们可以分析出一组细部的,并有望通过政策调整加以克服的社会肇因,如高校扩招、教育过剩、用人成本变高等。然而,它有两个很难克服的根本性的时代肇因。

肇因一:知识的迭代更新越来越快,在大学中获得的知识,毕业时已是大多趋于陈旧。当代中国高校的激励模式,致使科研能力强(意味着持续保持自身知识更新)的教师不愿意投精力于教学上;而大量站在教学岗位第一线的教师们的知识结构,往往还停留在他们自己当年的求学期。更关键的是,正如韩愈那句"师者,所以传道授业解惑也"(《师说》)所界定的,"师"的崇高地位,其实是建立在如下哲

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学预设上：下一代年轻学生所遭遇的“惑”，上一代的师者们是能够用他们的人生视野、知识积累、生命经历来“解”的。然而，在以“加速主义”（威廉姆斯等，2018）为标签的当代，这个预设已然无法成立。

当前，大学生在课堂上获取的知识，远远不足以用来应对不断加速变化的社会。快速推陈出新的时代关键词（“共享经济”“区块链”“物联网”……），使得大批高等院校毕业生成为“知识性失业大军”。正是在这个背景下，罗振宇等人提出了“知识焦虑”这个热词（罗振宇，2016）。极其反讽的是，经历十几年“教育焦虑”最后闯出来的高校毕业生，却仍然深陷于“知识焦虑”。两位当代教育研究者写道：“在农民工与大学生之间，隔着一张学历证书，即高等教育。而高等教育是一种投资。如果毕业即失业，或者低工资就业，则意味着投资失败。那些倾全家之力、举债供读的家庭，如果最后因教返贫，他们难免会怀疑‘知识改变命运’的深义。”（卓光英等，2010，第32页）这个分析的成立前提就是：大学生在学校里所获取的知识，并无法为毕业后的人生做好有效准备。在这种情形下，大学实际上就仅仅变成学历文凭的提供者——农民工和大学生都面临深度的知识贫乏，不同之处在于后者手中持有一张敲过章的证书。

肇因二，也是更根本性的肇因：人工智能的崛起，正在快速挤压人类的就业市场。2017年8月8日四川九寨沟发生7.0级地震，中国地震台网随即发布由机器人用时25秒自动编写的报道，这篇540字加4张图片的稿件介绍了速报参数、震中地形、人口热力、周边村镇、历史地震等大众普遍关注的内容（杜峰，2017）。25秒内机器人完成了数据挖掘、数据分析、自动写稿的全过程，这个事实意味着：除了深度调查型报道，目前由为数众多记者所承担的面上的“通稿”类报道的写作很快将会被人工智能接替。2016年无人驾驶汽车已经出现，2017年阿里巴巴的无人超市也已登陆北京、杭州等大城市，这意味着司机、营业员等职业正在同步走向式微。前些年因其员工频繁自杀而丑闻缠身的电子制造业巨头富士康，2016年在中国部署了超过4万台机器人，同时裁员6万人（刘玉芳，2016）。人工智能，正在迫使我们进入一种“后人类状况”：在不远的未来，99%的人将变成“无用之人”。甚至连今天还看上去很高大上的医生、律师、股票交易员等职业，人工智能做得都将远远比人好——没有人再会找医生来看病，因为后者比起人工智能医生来，误诊比例高出太多太多（吴冠军，2017）。而根据赫拉利（Yuval Harari）的分析，教师亦正在受到人工智能的尖锐挑战：“Mindojo之类的公司，正在开发互动算法，不只能教授数学、物理、历史，还能同时研究教授对象这个人。这种数字教师会仔细监测我答了什么，花了多长时间。一段时间后，它们就能判断出我个人独特的优缺点，也知道什么能让我精神一振，什么会叫我眼皮下垂。它们可以用最适合我人格类型的方式来教我热力学或几何学，无须担心这种方式是否适合其余99%的学生。这些数字教师永远不会失去耐心，永远不会对我大吼大叫，也永远不会罢工。”（赫拉利，2017，第282页）显然，人类教师在教学实践中不可能达到“数字教师”相同程度的细致、耐心与个性化。至于诸种重复性教学工作（如讲授知识点、批改作业等），人类教师更是无法在质和量上同“数字教师”相比肩。而赫拉利更尖锐的问题是：“都已经有了这样有智慧的计算机程序，我为什么还需要学习热力学或几何学？”（赫拉利，2017，第282页）

这才是“后人类状况”对教育的致命挑战：如果我们即将大量地成为“无用阶级”，教育对于我们还意味着什么？由此可见，今天家长和孩子的双重“教育焦虑”，恰恰成为了“庸人自扰”，因为在应试教育的赛道上硬拼成“学霸”乃至“高考状元”的人恰恰最容易成为“智能时代”的无用之人。那是因为：靠死记硬背、大量做题脱颖而出者，却是最容易被人工智能替代的人。换言之，越是今天家长老师眼中的“学霸”，越容易最终遭遇“毕业即失业”。而“名校光环”（学校作为学历文凭发放机构）这个目前支撑“学霸”高就业的关键因素，在“智能时代”亦将边缘化——职场招聘会由掌握了相关领域全部知识以及人才选拔要求的智能机器人对求职者进行全方位的测试，这种智能机器人能根据大数据分析评判一个人的知识图谱和能力水平、性格特征与思维方式、职业匹配度与未来发展前景，能提供给用人单位一份详尽而全面的分析报告。那时，名校的光环将现出真实的原形，而仅仅作为学历文凭提供者的高校，其存在的价值和意义也将大打折扣。②

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

二、后人类状况 “教育终结”抑或“终身教育”

在“后人类状况”中,教育只会有两种前景:(1)教育的总体性式微;(2)教育便意味着“终身教育”(lifelong education)。赫拉利写道 “由于我们无法预知 2030 年或 2040 年的就业形势,现在也就不知道该如何教育下一代。等到孩子长到 40 岁,他们在学校学的一切知识可能都已经过时。传统上,人生主要分为两大时期:学习期,再加上之后的工作期。但这种传统模式很快就会彻底过时,想要不被淘汰只有一条路:一辈子不断学习,不断打造全新的自己。”但他随即补充道 “只不过,许多人,甚至是大多数人,大概都做不到这一点。”(赫拉利,2017,第 294 页)

当下深陷“教育焦虑”的这一代家长/学生,正在创痛性地遭遇“学霸梦”破碎——其中一大半是付出巨大投入但仍做不成“学霸”而梦碎,另有一部分是成了“学霸”却仍无法获得预期“回报”而梦碎。对于前一种状况而言,焦虑下的自杀是最具创痛性的梦碎形态;而后一种梦碎,尽管较少采取那样激烈的形态,但却根本性地致使“教育焦虑”坠入万劫不复之境——在这种黑洞式境况中,随着“学霸梦”一起破碎的,亦将是“学习”本身。当不管怎么学习热力学或几何学都比不过身边作为“教辅工具”的人工智能机器人时,一个人为什么还要费心费力去学习呢?人与人比拼知识储量,即便竞争激烈但仍有指望(少数学霸能够“梦圆”);而人与人工智能进行比拼,胜出则无限趋近无望。当“阿尔法狗”(AlphaGo)一路战胜人类最出色的围棋手并且取胜越来越轻松后,围棋这项挑战脑力的活动,本身将越来越难再吸引人去投入苦功。柯洁曾表示 “我看过 AlphaGo 自己跟自己对战的棋谱,像天书一样——因为它算得太远了,我根本看不懂为什么这一步要这么下。”(周飞亚等,2017)当人类最优秀的棋手们已经看不懂人工智能对手时,围棋本身已经成为一个“后人类”的赛事了。谷歌其后推出的“零度阿尔法狗”(AlphaGo Zero),学习能力更为强大:从“婴儿般的白纸”开始只用 3 天时间学习并且不接触任何人类棋谱,就 100:0 完胜曾用好几个月学习大量人类棋谱后才击败李世石的那版“阿尔法狗”(王心馨等,2017)。面对“零度狗”,柯洁在微博上发出慨叹,人类学习围棋已成为多余 “一个纯净、纯粹自我学习的 AlphaGo 是最强的,对于 AlphaGo 的自我进步来讲,人类太多余了。”(柯洁,2017)围棋的高水准对决,已然彻底成为后人类活动。

人工智能在就业市场上快速地、整体性地挤压人类,将成为一个不可逆转的进程。盖茨(Bill Gates)近期提出,国家应该对机器人收税——企业与政府部门用机器人代替人工作,也要交税(Delaney, 2017)。实际上,盖茨正是试图用政治的方式(收税),来延缓人的无用化速度。但是该建议就算被采用,人的无用化进程究竟能被阻挡多久?中国家长们把在教育上同其收入“不成比例”的巨额投入理解为对未来的“投资”,而当投资陷入全面失败时,教育本身则无可避免地将陷入总体性式微。当人工智能“超级学霸”称霸于就业市场时,有多少人会再像今天那样自小投身奥数(或其他课目)争做“学霸”?按照赫拉利的分析,到时候人将会花大把时间“在 3D 虚拟世界里;比起了无生趣的现实世界,虚拟世界能够为他们提供更多刺激,诱发更多情感投入”(赫拉利,2017,第 294 页)。

除了面对自身“终结”外,教育还有另一个前景,即赫拉利认为“许多人甚至是大多数人都做不到”的“终身教育”。当作为职业的教师在人工智能挑战下逐渐式微后,“终身教育”也就意味着“终身学习”(lifelong learning)。或者说,彼时要成为一名合格的教师,他/她首先必须是终身“学者”,而在当代中国,仅有极少数教师同时亦是终身不懈的“学者”。

不同于时下“终身教育”仅仅意指学校教育之外的教育形态,后人类状况下的终身教育,本身是取代学校教育的唯一教育实践。源自工业化时代的现代学校体系是以班级授课制和标准化教材为基础的,这种作为集中性授课场所的学校,将日渐式微。其实今天课程教学的微课化、慕课化,以及虚拟现实技术、增强现实技术所建立起来的网络虚拟课堂,已经使得实体学校遭受极大的挑战。罗振宇已经把他推出的“得到 APP”,称作一所“终身大学”,在该 APP 上已有超过 29 万人订阅的“薛兆丰的北大经济学课”,被罗振宇称作“全世界最大的经济学课堂”。[③]当身边的教育机器人细致地、个性化地为我们

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

规划好学习节奏和方式（取代学校作为教－学管理与服务机构的功能），并且我们能够随时访问人类或非人类教师提供的各种精品课程，我们为什么还要不顾路途遥远跑到实体课堂来上课？甚至从某种意义上说，今天大学课堂里所提供的不少“知识”，可以直接通过随身携带的人工智能助手随时快速获取，学生根本就不需要集中化的学习。

因此，教育（终身教育）的形态，将从实体性的“学校”或“学习中心”，转变成网络状结构，亦即，转变成一个拉图尔（Bruno Latour）所说的“行动者－网络”（Latour，2005）。时时和网络发生深度互动，才是不断更新知识的有效方式：在该“行动者－网络”中有各种各样人类与非人类的教育者。智能机器人尽管不具有“意识”（consciousness），但却是具有能动性（agency）的行动者。并且在这样的网络中，教育者就是学习者：人工智能既是教育者，也是深度学习者；而联结其中的每个人类教师，同样既是教育者亦是学习者。换言之，要做教育者必须首先是终身学习者。教师不再是一种“职业”，而是网络内的一个实践终身教－学的行动者。

由是可见，在后人类状况下，作为职业的教师尽管会走向式微，但并不一定会如李政涛所描述的那样“‘教师们可以收拾行装走人，另谋出路了……教师的康庄大道从此沉寂进而沦为荒漠古道，最终的去处是人类的‘职业博物馆’或‘职业史教科书’。”④教师这个职业的“大道”，会转变成时刻在场的终身教－学实践的“行动者－网络”，在这个网络中，所有人类与非人类都是教－学实践的行动者，而非被动的对象或工具。知识，就在各行动者教－学实践的相互构建中被生产，并且，被制－动（enacted）。

对于当代“深陷焦虑”的中国教育实践而言，这种终身教－学实践无疑是十分陌生的。然而，这种很“后人类”的终身教－学实践，恰恰却是中国古典教育实践之根本性指向。在中国古典教育视野中，教－学为一事——“教”“学”本身就是一个字。郭店竹简《老子》说“圣人处无为之事，行不言之教”，其中“教”这个字写成上爻下子，也就是“学”。“学”字一个古早的写法是“斆”（斅），而它便正是“教”与“学”的共用字。段玉裁解释道“作斆从教，主于觉人。秦以來去攵作學，主于自觉。”（段玉裁，1988，第127页）“学”与“觉”本是同根字，学就是“自觉”，教则是“觉人”。教－学实是同一实践。《礼记·学记》曰：“学然后知不足，教然后知困。知不足然后能自反也，知困然后能自强也。故曰：教学相长也。《兑命》曰：‘斆学半’，其此之谓乎！”这段话我们可以继续结合段玉裁《说文解字注》“学”条来理解：“《兑命》上‘学’字谓教。言教人乃益己之学半，教人谓之学者。学所以自觉，下之效也；教人所以觉人，上之施也。故古统谓之学也。”（段玉裁，1988，第127页）斆学半、教学相长，便是指教师必须是学者，学者也应当成为教师（教人乃益己）。只有做了老师才能学得深，对此，我作为老师的个人体验是：很多时候自己在课堂上作出的精彩论述，仿佛不是己出（课后我自己马上打开手机记事本记录下来）。张文江亦谈到相同体验“一旦渐入佳境，发言吐句，往往惊人又惊己。”（张文江，2010，第7页）换言之，老师不是一个超越的、独立的行动者，其能动性恰恰在网络中才得以成型；而教－学以及一切相关物构成了一个行动者－网络，在其中教学相长才成为可能。

在中国古典教育视野中，教育并非进入成人阶段前的一种特殊实践，而从来就是指向终身教育/终身学习的：教－学是一个与生命相始终的实践，“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”（《离骚》）。对于儒家而言，（1）教－学实践，绝不是被限定在知识与技能的学习上，也不被限定必须发生在学校这个空间内，而是完全溶入日常生活中，“藏焉修焉，息焉游焉”（《礼记·学记》）。与此同时，（2）教－学实践贯穿日常生活之始终——“十有五而志于学”（《论语·为政》），“学而时习”（《论语·学而》），“学不可以已”（《荀子·劝学》），“念终始典于学”（《礼记·学记》引《兑命》）。先秦思想中的教－学实践，并不同于汉代以降的“王官学”与隋唐以降的“科举制”，而当代中国“教育投资”思维下“焦虑”深重的教－学实践，则恰恰是后两者的隔代遗产。

三、冲破“表征主义”：教育实践的激进更新

在后人类状况下，人类不再能够把自己视作宇宙中心。这一状况深刻冲击了人类社会的方方面

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

面,而给教育带来了尤其猛烈的冲击,那是因为,它激进地挑战了教育实践的人类中心主义框架(anthropocentric framework)。

在古往今来的教育思想中,教育皆被设定成人类的事业:教育是以人(教师、学生)为核心的实践;所有其他非人类因素,则是教-学的背景、语境、工具或者对象。就其哲学基础而言,教育的根本性预设便是"表征主义"(representationalism):学习或认知,已经预先设定"主体/对象"的二元框架。而后人类主义(posthumanism),首先就是对表征主义的激进拒斥(Barad,2007,pp. 46-59)。

如前文所述,在后人类状况下,人类与各种非人类在教-学实践中构成一个"行动者-网络"。此处的关键是:人并不直接具备获取知识的能动性(所谓"认知主体"),而是和非人类事物一起在"网络"中获得能动性,并参与知识创制。换言之,所有事物、人类个体、知识,都是网络中的关系性的效应,能够"触动"(affect)与"被触动";他们既是行动者,自身也是网络。借用德勒兹(Gills Deleuze)的术语,一切都是"能动性的聚合体"(agentic assemblage),都在彼此触动中不断"形成"(becoming)。没有"个体"是如自由主义所预设的"in-dividual"(不可分割);实则,"所有的生物——从大象和橡树,到细胞和 DNA 分子——都是由更小、更简单的单位组成的,会不断结合和分裂"(赫拉利,2017,第 94 页)。人类或非人类,都是经由无数交叉触动而不断处于"形成"中的"聚合体"(网络+行动者):他们(1)自身是无数"更小、更简单的单位"互动(触动与被触动)形成的网络;(2)同时亦是行动者,在更大网络中跟其他行动者进行互动。阿甘本(Giorgio Agamben)在其 2017 年新著《火与故事》中精到地写道"我们不应将主体思考为一个实体,主体是奔流中的一个漩涡。"(Agamben,2017,p. 61)人类个体并不先天具有统一性与能动性。后人类主义在哲学上激进突破人类主义(humanism,汉译多作"人文主义")之处就在于认为"能动性"不是先天就有的,而是在行动者-网络内部交叉触动中被制-动的。

当代新唯物主义代表人物、量子物理学家与哲学家芭拉德(Karen Barad)提出聚合体的"内-行动"(intra-action)概念,它指的是网络内各个纠缠在一起的行动者在物质-话语层面的"互相构建"(Barad,2007,p. 33)。内行动是行动者-网络框架下的"互动"(interaction):各行动者并不具备先于和外在于网络(聚合体)的独立的存在与能动性,而恰恰是通过彼此间的内行动而互相构建的。所有行动者以及网络都在不断"形成"中、不断创始/更新中。从量子物理学出发,"发生(emergence)并不一劳永逸地发生,只是作为根据某种空间与时间的外在尺度而发生的一个事件或一个过程。恰恰相反,时间和空间就像物质和意义那样进入存在,经由每个内行动而被迭代地重新配置,因此绝不可能以绝对的方式来区分创造与更新、开始与回归、连续性与断裂性、这里与那里、过去与未来"(Barad,2007,p. ix)。

一切存在都是在行动者-网络中彼此缠绕一起,经由无可穷尽的内行动而不断"形成"、互相构建的。人类行动者在行动者-网络中并不构成任何意义上的例外:每一个"个体"都是其他人、其他物互相构建而成、并不断变化更新的;甚至"个体"本身亦非不可分割之"实体",而是由身体的内部和外部无数事物之内行动构成的"聚合体"。

教-学实践,就是由人类与非人类的物质性-话语性的内行动构成的;每一个具体的教-学实践,都是内行动的在地操演(local performance)。一位教师的能动性(不论这位教师是人类还是非人类),实则只是网络内各个力量经由他/她的运动。通过掩盖那些力量的交叉性的内行动,这位教师以连贯性的教学行动把自身呈现为一个统一的行动者(并被人文主义理解为"主体")。与教师相似,教科书亦是网络内的一个"行动者"。一方面,教科书通过掩盖制-动它的各种内行动而呈现出无缝性、系统性与连贯性;另一方面,它自身又在行动,如芬威克(Tara Fenwick)与爱德华兹(Richard Edwards)所论,"一个教科书或文章能够跨过巨大的空间与时间而流通,聚集同盟、塑造思想与行动,并因此创造新的网络"(Fenwick & Edwards,2012,pp. xiii-xiv)。

拉图尔以及追随他的不少新唯物主义者建议用"行动元"(actant,而非 actor)一词来特指网络中展开内行动(彼此触动)的行动者。新唯物主义另一位主将本奈特(Jane Bennett)写道"一个行动元可以是人也可以不是,或很可能是两者的一个组合。……一个行动元既不是一个对象也不是主体,而是一个'介入者'(in-

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

tervener) 。"(Bennett,2010,p. 9) 一个行动元的"能力是从其操演(performance) 中推导出来的"(Latour,2004, p. 237) ,而不是在行动前预先设定的。2017 年 10 月 1 日,拉斯维加斯发生美国历史上最严重的枪击事件,造成至少 59 人死亡和 527 人受伤,这起事件迫使国会于 10 月 4 日再次就控枪议题展开辩论。至今为止对拥枪最强有力的辩护,就是美国全国步枪协会"枪不杀人,人杀人"的观点。但根据行动者 - 网络理论的洞见,枪击事件既不只是枪开火的结果,也不只是枪手扣扳机的结果,而是二者联结起来彼此触动的结果: 在"杀人"事件中,人和枪都是行动元,因为如果枪手手上无枪,他就不可能完成枪击杀人,而枪如果不在枪手手上,也完成不了行凶。枪击事件发生时,枪已经不是原来在军械库或枪套里的枪,而是变成了"凶枪"——枪的行动能力,恰恰是从其具体的在地操演中推导出来的。那个时刻枪手也已经不是原来手上无枪的人,而是变成了"杀人犯"。在《潘多拉希望》中拉图尔提出,在控枪议题上,一个真正的唯物主义者会宣称"好公民被携枪所转型(transformed) ",'你变得不同,当枪在你的手中; 枪变得不同,当你握着它"。该情境中的行动者是"一个公民 - 枪,一个枪 - 公民"(Latour,1999,pp. 177 - 179) 。枪和人彼此交互影响的内行动,导致了杀人的行动和结果,并且他们也在互相触动中被改变,'变成其他的'某人、某物'"。所以拉图尔强调"既不是人也不是枪在杀人。行动的责任必须被各个行动元所分享。"(Latour, 1999,p. 180) 回到拉斯维加斯枪击事件,枪手帕多克(Stephen Paddock) 和 22 支自动步枪及大量弹药,都是枪击行动的行动者和责任者。

因此,从当代行动者 - 网络理论与新唯物主义[5]视角来看,物也是网络(聚合体) 内的行动者,而不是被动的、无活力的"对象"。后人类主义的关键面向——按照本奈特宣言式的说法——就是去"强调,乃至过度强调,诸种非人类力量的能动性贡献(操作于自然、人类身体以及诸种人造物上) ,并通过这个方式来努力回击人类语言与思想的自恋性反应"(Bennett,2010,p. xvi) 。拉图尔曾以被誉为"微生物学之父"的巴斯德(Louis Pasteur) 为例,提出巴斯德对细菌的发现,是诸多人类行动者(实验室研究人员、辅助人员、内科医生、兽医、农民等) 和大量非人类行动者极其复杂和长期的互相构建之结果"将这些事物联结在一起需要工作和一个运动,它们并不逻辑性地关联在一起",而巴斯德之所以成为巴斯德,就是他做了这个工作,'那种运动类型,那种胆大妄为,就正是那定义他的东西,使他成为巴斯德——那诚然就是他特殊的贡献"(Latour,1988, p. 70) 。换言之,巴斯德实际上是行动者 - 网络中的一个重要行动者、介入者和转译者[6],他竭尽全力让巴斯德实验室成为网络中各行动者的必经之点并因此把各行动者联接起来,从而亦使得巴斯德实验室本身成为一个重要的非人类行动者(能动性的聚合体) 。因此,并不是巴斯德"发现"了此前人们无法看见、无法想像的"细菌",而是诸多行动者在行动者 - 网络中互相构建了"细菌"的存在,而后者也随之成为一个行动者,它努力让自己存在,并影响、触动其他行动者。

教 - 学实践,和拉图尔所分析的科研实践一致,甚至彼此交叉。教 - 学实践,从来就是人类与非人类一起参与的实践,在该实践中,非人类(教科书、课程大纲、作业、各种知识点……) 的能动性贡献绝不小于人类。这意味着,教 - 学实践从来不是表征主义框架下以人为核心的实践。在教 - 学实践中,不仅仅是人在学习,所有非人类也在学习,并通过这种实践不断更新自身。当下"阿尔法狗"等人工智能的"深度学习"(deep learning) 、'增强学习"(reinforcement learning) ,便是网络结构中互相构建的内行动式学习。'阿尔法狗"本身所标识的,其实是数不清的行动者。'阿尔法狗"这个名称,恰恰是巴迪欧(Alain Badiou) 所说的"计数为一"(count - as - one) 操作,它将本体论层面上无以计数的"多"变成"一"(Badiou,2005,p. 24) 。尽管"阿尔法狗"这个单一名称使人很容易将其理解为一个"个体",但它实是典范性的"聚合体"。'阿尔法狗"同柯洁、李世石或其"自身"对弈时的每一个行动(落子) ,是无数行动者之内行动的结果; 更具体言之,每一行动都是"深度学习"实践——人类与非人类一起参与的教 - 学实践——的一个在地操演。在"智能时代',"非人类力量的能动性贡献"将以指数级跃升的方式变得越来越显著。最新的"零度阿尔法狗"已能够彻底突破人类已有知识的领域,自行向围棋这项古老游戏贡献大量全新见解和非人类的策略、招式(王心馨等,2017) 。同样地,'零度狗"也绝非如柯洁以及媒体所描述的是在"自我学习' "自我进步",其"自我"从来就是无数行动者的聚合体,只不过是在该聚

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

合体里人类行动者的参与被下降到极低的程度(“零度”)。

“终身学习”领域的当代著名学者芬威克与爱德华兹在一篇题为《操演性的本体论:研究成人教育与终身学习的社会唯物进路》的论文中写道:“物质性的事物也是操演性的(performative),而非不活动的;它们是物质并且它们事关重大。它们同其他类型的事物和力量一起来排除、邀请和制定诸种特殊形式的‘参与制-动’(enactments),其中一些我们就叫做‘成人教育’和/或‘终身学习’。”(Fenwick and Edwards, 2013, p. 53)在《终身学习:一个后人类状况?》一文中,爱德华兹进一步提出,终身学习是“在世界之内可能有的一组本体论实践,而不是关于世界的一组意义或理解”(Edwards, 2012, p. 152)。这意味着,终身教-学实践,是互相构建聚合体(“世界”)的本体论实践,而非主体/对象二元框架中的认识论实践。芭拉德写道:“认识的实践,是参与(重新)配置世界的特定的物质性介入。通过该行动我们制-动物质并使之重要。制造知识不仅仅只是事关制造诸种事实,而是事关制造诸种世界,甚或,它事关制造特定的世界性配置(worldly configurations)——并不是从无中(或从语言、诸种信仰或诸种理念中)制造它们出来,而是通过作为世界之一部分的物质性介入,给予世界以特定的物质形式。”(Barad, 2007, p. 91)在这个意义上,教-学实践,是以内行动的方式参与世界(网络、聚合体)的物质性-话语性构建的。后人类状况中,人类和非人类的行动者都处在一个非等级制的“平的本体论”中,并以内行动参与“世界性配置”。这才是“互联网”到“物联网”之转变的真正激进之处:前者仍然在人类中心主义框架下,人被设定为“交互网络”(internet)中的唯一行动者;而在真正的“物联网”(internet of things)中,人类与非人类皆是彼此联结、交互触动与被触动的行动者。在后人类状况下,世界、人类个体、一切事物,都是在互相构建中不断“形成”的。没有一个行动者、事物或知识,可以存在于网络之外——亦即,可以在表征主义框架下的“自然”或“事物的秩序”(order of things)中拥有一个本质性的存在。他们(她们/它们)都通过网络中的内行动(互动、操演)而使自身存在。

因此,教-学实践不再是对对象的认识或对事实的表征,更不是施特劳斯(Leo Strauss)所说的“对真理的秘传”(Strauss, 1989),而是通过物质性-话语性的介入、干预与实验——质言之,通过内行动的方式——对“世界”进行制造与(重新)配置。用爱德华兹的话说,“教育的目的将是对事关重大之事物进行负责任的、实验性的诸种聚集(responsible experimental gatherings of things that matter)”(Edwards, 2012, p. 161)。这个意义上的教育,是一个本体论实践——制造/更新“世界”的实践。

四、再思教育:非人类与人类交互触动的实践

对教育的这一激进更新意味着,教育和就业之间的社会性关联被彻底无效化。而当代中国家庭对教育的超强投入,则恰恰建立在这个关联之上。于是问题就在于:在后人类状况下,教育还会获得相同程度的重视与投入吗?让我们不要忘记赫拉利的质问:已经有了这样有智慧的计算机程序,人们为什么还需要学习热力学或几何学?而终身学习在赫氏看来,根本是“许多人甚至是大多数人都做不到”之事!爱德华兹亦谈到了“终身学习的终结”,认为即便我们还能够在后人类状况下去“实验”终身学习,但它也肯定不会是我们当前所认知的形态(Edwards, 2012, p. 157)。

当把教育理解为人类与非人类互相构建,从而共同制造/更新“世界”的本体论实践时,我们对教育的这种“后人类理解”,是否比把教育理解为对未来的“投资”更具有妥当性?那么,现在就让我们回到“何为教育”这个根本问题上,来重新思考:教育果真就仅仅是一个人类的事业吗?

实际上,习得语言之前的婴孩(infant),就是非人类:对于婴孩的各种行动,成人只能“附会”而无法确切把握,“动不知所为,行不知所之”(《庄子·庚桑楚》)。正是在“零度阿尔法狗”下棋思路令柯洁等人类棋手全然无法理解的相同意义上,婴孩是“零度”的。婴孩进入人类的“世界”——拉康(Jacques Lacan)称之为“符号性秩序”(symbolic order)——只能通过“转译”的方式。极为类似地,宠物进入人类“世界”,亦是经由这样的“转译”。

教育,归根结底,便正是在“婴孩”(非人类)与“成人”这两个端点之间通过互相触动发生纠缠与联

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

结的关键实践。成人通过向婴孩输入（“教”）一整套既有的符号性知识与规范，努力确保婴孩成长为“正常”的成人，乃至在这套符号性坐标下成为“出色”之人。换言之，教育就是这样一种实践，通过它婴孩最终被转化成人类共同体（符号性秩序）中的一个“合格”乃至“出色”的成员。这个输入过程，从成人（家长）给婴孩“取名”开始。诚如拉康主义精神分析学者芬克（Bruce Fink）所言：“那个名字在婴孩诞生很早之前就已被选好，它把婴孩记录到符号性秩序之中。先天上，这个名字同主体绝无任何关联；它对于他/她是外在的，如同任何其他的能指一样。但是在时间历程中，这个能指——可能超过任何一个其他的能指——将进入他/她存在的根底，并且无可逃避地扭结在他/她的主体性上。”（Fink，1995，p. 53）经由给婴孩“取名”，“名字”及其寓意就被外在地加到其存在之上，这就构成在该婴孩身上人类与非人类的第一重扭结。通过“取名”这个符号性操作，婴孩就离开了非人类这个端点一小步，变得像个“人”（“主体”）。很多人会给自己的宠物“取名”，实亦是同一操作：让它变得少一点非人类。

在这个意义上，教育，从一开始就是人类与非人类的互相触动：婴孩作为行动者，不只是体现在其学习向他/她压过来的知识和规范上，亦体现在其抵抗这套符号性造物上。阿尔都塞（Louis Althusser）将学校视为一种“意识形态国家机器”（Althusser，1971），福柯（Michel Foucault）也指出知识便是“权力”（Foucault，1980）。换言之，教育，具有着灌输（indoctrination）与“规训”（discipline）的压迫性属性。孩子在“学习”的同时，始终程度不一地伴随着“抵抗”行动——类似叫破“皇帝新装”之举，实则便是孩子的一次非人类“抵抗”行动。这就是阿伦特（Hannah Arendt）所说的“新生性”（natality），它使得人“具有开端启新的能力，即，行动的能力”（Arendt，1998，p. 9）。随着每一次新的出生（亦即，一个新的“零度”的诞生），就有新的行动出现的可能性，人类的符号性秩序就有可能得到进一步的更新。那是因为，任何一次新的出生会对“世界”造成的影响，既无法预测，也无法控制。正如“零度阿尔法狗”对围棋活动已注入大量全新的见解、策略、招式，“零度婴孩”之新生性，恰恰是人类“世界”不断更新、变化的根本性肇因。在婴孩之新生性意义上，阿伦特所说的“人的状况”（the human condition），恰恰亦正是“后人类状况”（the posthuman condition）。

而教育学中所谓的“青春期叛逆”现象，实质上就是孩子被彻底拉到成人轨道之前的一次集中性抵抗。用阿伦特的术语来说（尽管阿氏本人没有这样明说），青春期是“第二次出生”（Arendt，1998，p. 176）。“青春期孩子”，不再对家长老师的话无条件接受，不再像低年级小孩那样仅仅满足于做胸佩红花的“好儿童”。通过某种奇怪的力量——精神分析把这种非人类力量称作“驱力”（drive）——他们会隐隐感到生活有更多的“可能性”，而家长、老师（及其背后的家庭－学校－社会系统）施加在他们身上的符号性秩序被感受为不友好的乃至是窒息性的，因为它把生活往一个单一轨道上拉，不让他们尝试其他的可能性。非人类的驱力，加上对既有人类知识所拥有的一定理解与思考能力，青春期孩子对生活有无与伦比的好奇心——他们关心的不只是生活“是怎样”（is），而更在于“能够怎样”（can be）。而日常生活中的教育系统，总是蛮横地喝令他们老老实实接受它所规定的答案。很多时候，他们会觉得自己生活中苦恼的根源就在于，生活中美丽的“可能性”都被扑杀或者说提前封闭掉了。而这种精神性的苦恼，实际上是一份生命难以承受的焦虑。拉康认为这种存在性焦虑是“真实”（the Real）所导致的：真实“不再是一个对象的那个本质性对象，面对它，所有的语词、所有的范畴都失败；它纯然地是焦虑的对象”（Lacan，1988，pp. 176－177；Lacan，1991，p. 164）。这就是“青春期叛逆”的本体论根源：一种追求“真实”的非人类驱力的刺入，使得青春期孩子对人类的符号性秩序产生“分离”（separation）（吴冠军，2018a；2018b）。

创造性（creativity），是素质教育的核心词，亦是“智能时代”人类在人工智能面前尚能保持自身尊严的关键素质之一。但创造性正是在学习与抵抗的交织实践中产生的，也是在非人类（婴孩）与人类的互相触动中产生的。换言之，创造性既不属于人类，也不属于非人类，而是产生于两者在网络内的交互行动中。我们可以观察到，大量包括诺奖得主在内的科学家，其最重要的科研成果恰恰是其早年的研究；而在年岁上去、成名成家后却极少再有重量级成果。在文学艺术领域也几乎是相同的状况。这种

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

经验性状况标识了,青春期以及靠近青春期的职业“早年”,恰恰是一个人最能挑战人类既有知识结构、对它做出激进突破的时期;而越接近成人这一端,则越是创造性退减,因为非人类的驱力受到了更加全盘性的密集压制,人类与非人类的互相触动被压到极低的程度。后人类状况中的终身教育,恰恰意味着把人类与非人类的互相触动予以终身保持——教-学实践的行动者们,就是要去创造性地彼此构建、彼此更新。

当代中国教育实践中的“学霸”“吼妈”“高考集中营”现象,其根源正是作为人类与非人类之交互触动的教育,被缩减、化约为“线性框架”下成人对孩子单向输入(灌输/规训)的教育。[⑦]这种教育实践,当被关联到现代性的进步主义(progressivism)与表征主义后,便产生出伦理学-认识论的正当性(ethico-epistemic legitimacy)。进而,同马克思对现代性的政治经济学批判亦相匹配的是,在“教育投资”思维下,这种输入式教育实践所采取的方式,极其类似于《资本论》所揭示的资本家对待产业工人的“剥削”方式。为了提高效益/产出,孩子学习的压力越来越大、节奏越来越急促。我们知道,很多“学霸”的脱颖而出,靠的就是二年级就已经在做五年级的题、初一已经提前“课外补习”高一课程。教育实践中的“剩余价值”(surplus value),就在“高考集中营”“吼妈”“学霸”中大量生成。马克思所呼唤的全世界“无产者”的抵抗,则正是结构性地对应教育实践中所有婴孩(非人类)的抵抗。

在这样咄咄逼“孩”的教育实践中,创造性被扼杀殆尽。马克思指出,前工业化时代匠师仍能保有相当大的个人创造性,而流水线上的工人则彻底丧失创造性;与之对应的是,当代教育实践中“学霸”们恰恰是创造性最干涸的一群人。教育焦虑,一方面产生于这种高强度单向输入过程中家长所付出的高投入(精力上/金钱上),另一方面产生于孩子心理乃至肉体上的激进抵抗(“学习焦虑”乃至自杀)。[⑧]而在今天,教育焦虑的更深层肇因在于,这套教育实践所制造出的“佼佼者”,却面临另一种非人类的无情淘汰——越是那些靠大量做题规训出来的“学霸”(缺乏创造性),越是容易被人工智能淘汰成为“无用阶级”(同理,流水线上的产业工人首当其冲,成为“无用阶级”)。

我们看到,在“智能时代”,原先婴孩-成人两端的教育结构不复存在:非人类(婴孩、人工智能)不再只是弱势抵抗者,而是以强势的姿态,把教育系统中拼杀出来的“佼佼者”变成“无用阶级”。教育的自我激进更新,就是使自身从线性框架下成人对孩子的规训式实践,重新变成行动者-网络框架下非人类与人类交互触动的实践。

五、返回中国:先秦教育思想的激进化

对于后人类状况下教育的自我激进更新,我要进一步提出的论点是,当我们把中国古典教育思想进一步激进化之后,它恰恰能够成为后人类状况中的典范性教-学实践。换言之,在中国教育思想的最初位置上,我们恰恰遭遇最激进的后人类主义教-学形态。但这个论点所遭遇的困难,似乎也很明显“后人类主义不预先设定人是万物的尺度”(Barad,2007,p. 136);而长久以来,儒家思想被现代与当代研究者们阐释为“人文主义”(人类主义)话语。这两者又怎样能产生契合?

用“人文主义”阐释儒家思想,诚然有学理的确当性(尤其是“humanism”在汉译中多加进去了一个“文”字)。然而我要提出的论点是:包括儒家在内的先秦古典思想,却内在包含一种激进阐释的可能性。这种激进阐释,就是德勒兹所说的哲学阐释:哲人是“游牧者”,他们通过哲学阅读而不断地让文本“去领土化”,让它们越出旧的空间,从一个地方跑到另一个地方,并创造出新的空间(Deleuze,2005,pp. 378-379)。对文本“去领土化”的激进阐释,对于德勒兹而言不仅是正当的,而且是哲学阐释的唯一形态。对于德氏而言,重述某个文本,绝不仅仅是让它重新被提起;重述恰恰是生产性的,因为它使新的表述、新的感受、新的视角、新的论断出现。每一次重述,都带出新的变化。变量(variation)不是被加进重复之中,而恰恰是重复本身的根本状况,是它的构成性因素。

从德勒兹主义角度出发,我们才有可能解开“温故”何以能“知新”之谜:过去的文本,当它冲破历史中的支配性阐释而从地层底部重新刺入到当下的地表时,它恰恰就是新。“温故知新”被《论语》界

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

定为成为教师的前提条件——“温故而知新，可以为师矣”（《论语·为政》）。从这一前提条件出发，教－学实践的唯一问题——既是本体论亦是认识论的问题——便是，教师有没有真正革命性的阅读视野，在旧文本中去读出全新。在这个节点上，儒家诚然可以走向精英主义，但同样在这里，我们恰恰可以引入前述的后人类主义视野——教师的能力，是在教－学网络中形成的。在这个视野下，儒家教育思想就获得了它的激进阐释，从而离开精英主义轨道。每个人都可以“为师”，只要其投身教－学实践中，那是因为教师通过其阐释/讲授行动，不断让文本游牧（“形成”全新），与此同时亦被该文本（本身也是行动者）塑造，而这种被塑造过程本身就是学习（“教学半”）。

那么，现在就让我们返回先秦思想中的“教－学”论述，展开一次具体的德勒兹式教－学实践。

《礼记·中庸》曰：“修道之谓教。”《礼记·学记》曰：“人不学，不知道。”可见，“教”和“学”，都是作为行动者的“人”同“道”所发生的实践性关系（修－道、知－道）。“知”的本义是贯通，《管子》云“闻一言以贯万物，谓之知道”。[9]知－道，即通过“学”的实践和万物相贯通。[10]直到今天，我们仍用“通透”来形容“学”的最高境界。因此，教－学实践，就是践行“道”、贯通“道”。而“道”在先秦思想中，也是一个行动者：“道之为物惟恍惟惚”，“周行而不殆”，“道自道也”（《老子》第二十五、二十一章，《中庸》第二十五章）。这就意味着，修－道和知－道并没有一个尽头，而是一个和“道”不断彼此互动的实践。借用行动者－网络理论的术语，“道”既是“物”（“有物混成先天地生”）也是“行动者”（“道常无为而无不为”、“大道泛兮，其可左右”），并且它自身亦是“网络”（“为天地母”“道者万物之奥”）——一个各行动者（人类以及非人类的“万物”）通过彼此内行动而形成的“聚合体”（《老子》第二十五、三十七、三十四、六十二章）。

除“知道”“修道”外，儒家亦言“知天”“事天”：“尽其心者知其性也，知其性则知天矣，存其心养其性，所以事天也”（《孟子·尽心上》）。“天”和“道”一样，也同时是“物”“行动者”和“网络”。“知－天”和“知－道”并非两种实践，而是同一种实践——“知天所为，知人所为，然后知道”（《郭店楚墓竹简·语丛一》）。并且，“天”，打开了一个立体网络——“天下”“天地之间”。教－学实践便在这个立体网络中和其他行动者展开互动，“下学而上达”（《论语·宪问》），“上下与天地同流”（《孟子·尽心上》），“上下而求索”（屈原《离骚》），“学不际天人，不足以谓之学”（邵雍《观物·外篇》）。“中”这个字，《说文解字》阐释为“内也，从口；丨，上下通”；而“中庸”实则就是用“中”、实践“中”，以达至“上下通”。在《礼记·中庸》这个文本中，“中庸”就是“上下察”的实践，“君子之道，造端乎夫妇，及其至也，察乎天地”。[11]“下学而上达”“上下而求索”的教－学实践，就正是“上下察”“上下通”的实践。

“天下”这个立体网络不是静态的结构，因为“天”自身就是一个“行动者”——“维天之命，於穆不已”（《诗·周颂·维天之命》）。“天”既深远（“穆”），又永不止歇（“不已”）。由是可见，“天下”，是一个典范性的“能动的聚合体”，不断处于变化流动、“形成”中。这种处于不断“形成”中的状态，先秦思想就称作“易”。《易传·象上》曰：“天行健，君子以自强不息。”换言之，作为行动者的天和人并非互不相干地各自“动”，而是在一个网络（“天下”）中彼此触动。《易传》此言述及了天对人的触动，而《孟子》的“夫天未欲平治天下也，如欲平治天下，当今之世舍我其谁也”[12]，则谈到了人对天（天下）的触动。《易传》此言亦关键性地标识了：人是在网络中获得其能动性的，而非“先天”就拥有能动性。[13]作为行动者的人不仅从人（师）学，并且从天学、从万物学（“格物”）。天、物亦是师。“知”这个实践并不把对方作为表征主义框架下的“对象”，而是通过互动、互察，进而“继之”“成之”[14]，最终实现贯通。[15]在这个意义上，“有教无类”（《论语·卫灵公》）便指向了更激进化的向度：这个“类”不只是人类中的不同个体，而且包括各种非人类。

《中庸》云：“成物，知也。”（第二十五章）《中庸》文本清晰提出：“用中”的教－学实践，不仅包括“成己”“成人”这两种和人类行动者的互动，也包括“成物”（“知”）。并且，“知”不是“主体/对象”二元框架中的认知。“知”是一个本体论实践，通过内行动而互相构建（“成”）——知－己就是成己，知－人就是成人，知－物就是成物。这就抵达了对“乾道变化，各正性命”（《易传·彖上》）的激进阐释：所有

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

行动者(人类与非人类)都在网络("天下""道")内的彼此交互触动——体现为"乾道变化"——中互建互成、"各正性命"。乾者,创始也;乾道,即经由内行动而使聚合体发生"变化"。

内含在——以德勒兹的术语来说,"虚拟地"内含在——先秦思想中的这一教-学实践网络,是各个行动者(人和非人类)彼此触动与被触动的"天下",而绝非人类中心主义的宇宙。《中庸》曰:"诗云'鸢飞戾天,鱼跃于渊',言其上下察也。"(第十二章)鸢飞鱼跃,"浩浩其天"(第三十二章),就是《中庸》所打开的后人类主义的行动者-网络。"易",便是网络内各行动者彼此互动、不断"形成"的状态:通过内行动,所有行动者一起参与天地构建。《中庸》曰:"能尽其性,则能尽人之性;能尽人之性,则能尽物之性;能尽物之性,则可以赞天地之化育;可以赞天地之化育,则可以与天地参矣。"(第二十二章)尽性(成己/成人/成物)的实践,就是参赞天地化育的实践,换言之,就是和其他行动者一起参与世界构建的实践。《易传·系辞上》曰:"日新之谓盛德。"又云:"成象之谓乾。""日新""成象",就是作为聚合体的行动者-网络,它通过内行动的不断自我更新,不断开出全新的世界,"苟日新,日日新,又日新"(《大学》引"汤之盘铭")。"德者,得也"(《管子·心术上》;《礼记·乐记》),"盛德"就是"得-道",就是"知"。"成象"就是"乾",就是开创新的"世界"(聚合体)并使之不断"形成"——"大哉乾元,万物资始"(《易传·彖上》)。包含成己/成人/成物三种向度在内的教-学实践,正是构建世界——"成世界"(worlding)——的实践。[16]《学记》曰:"人不学,不知道。是故古之王者建国君民,教学为先。《兑命》曰:'念终始典于学。'其此之谓乎!"由是可见,终始践之典之的教-学实践(终身教育/终身学习),能够开创"世界"、建构共同体(聚合体)。亦正是在这个意义上,可以说"教者,政之本也"(贾谊《新书·大政下》),"化民成俗,其必由学"(《礼记·学记》)。这样的以教学为先的"古之王者",儒家思想中就叫做"圣人":"大哉圣人之道!洋洋乎,发育万物,峻极于天。"(《中庸》第二十七章)"圣"(聖)之本义,便是"通"。[17]我对儒家的一个德勒兹式激进阐释是:儒家的"圣人"恰恰是"后人""超人"。

齐泽克在 2016 年新著《诸种异差》中写道:"一个完美的人类,就不再是人。成为完满的人(fully human),等同于成为超-人(over-human)。关键是,在成为完满的人上的这份失败,恰恰触发了我们称作'文化创造性'的东西,亦即,这份失败把我们推向持续不断的自我超越。换言之,在后人类视角中,人性的解放,转变成了从人性那里解放出去,从仅仅成为-人的诸种限制中解放出去。"(Žižek,2016,pp. 28-29)

圣人,不正是从"成为-人的诸种限制中解放出去"的超-人、完满的人?"所谓圣人者,知通乎大道,应变而不穷,能测万物之情性者也。"[18]教-学实践,恰恰就是使人通过持续不断的自我超越,去接近圣人(不再是"人"),化民成俗,参赞天地之化育。反过来,只有当不再"仅仅成为-人"时,人才真正能与物相齐,"以天地万物为一体"。[19]在后人类状况下,教-学实践是解放性的本体论实践。

可见,对于先秦教育思想而言,教-学实践的终点是非人类(圣人),但其激进的后人类视野更在于,教-学实践的起点亦是非人类,并且起点恰恰和终点具有同等的——至高的——本体论尊严:"大人者,不失其赤子之心"(《孟子·尽心上》)。进而,"学问之道无他,求其放心而已矣"(《孟子·告子上》)。换言之,教-学实践,不只是从"成为-人的诸种限制中解放出去"而努力接近圣人/大人(非人类),同时还致力于"解放出去"而努力接近婴孩(非人类),去求回那放失了的"赤子之心"。也正是因为"赤子"与"圣人"(大人)具有同等的本体论尊严,所以《孟子·告子下》说"人皆可以为尧舜"。在这一激进的后人类视野上,道家的思想与儒家密切呼应,一起奠定了先秦教育思想的"非线性"框架:"常德不离,复归于婴儿","常德乃足,复归于朴"。具有"至知""愚人之心"的圣人,"含德之厚比于赤子","如婴儿之未孩"。《庄子》亦将"无思无虑始知道"的至德之人比作赤子("儿子"),而后者则是彻底的非人类("动不知所为,行不知所之")。道家圣人的"无为",恰恰能抵达婴孩般的"无不为"("无为而无不为")。[20]

前文提及,当代人工智能的崛起,激进打破了婴孩-成人为其两端的线性教育结构:非人类(婴孩、人工智能)不再只是教育所要规训的对象。而在先秦教育思想中,非人类(婴孩、圣人)始终就是教-学

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

实践所要抵达的方向，建立在进步主义与表征主义上的线性结构从一开始就不存在。[21]教－学实践的展开，就是在“道”（“天”“天道”）的行动者－网络框架下非人类与人类不止歇的交互触动。

六、中国教育实践的“古今之变”

从本文首节所阐述的当代中国教育实践与末节所分析的先秦教育思想之并置可看到，中国教育思想/实践确实可谓存在着一个“古今之变”。这里将简要勾勒这个古今之变的关键节点，以作为结语。

内含于中国古典教育思想的这一激进向度的丧失，跟思想史上的“道的理化”密切相关：先秦汉唐思想以“道”为中心，然而到宋明时代，主流思想（“宋明理学”）的核心词已变成为“理”。[22]这一由“道”到“理”的变化，其实质便是以静态的、分析性的、非时间性的理念，取代了动态的、行动性的、时间性的实践。与之相应地，“中庸”从“用中”实践，到宋明理学这里开始转变成“不偏不倚”之状态。“道”于人而言，是“行之而成”（《庄子·齐物论》）。“道，蹈也，路，露也，言人所践蹈而露见也”（刘熙《释名·释道》）。“人之道”，就是人行动之路径，它具有强烈的实践内涵。《中庸》言“诚之者，人之道”，正是以“诚之”实践作为人之为人的根本道路——通过“诚之”实践（交互性的“各正性命”实践），人由小人成为大人，最后参赞天地之化育。

而“理”在最初的时候，其实也同样具有一定的实践指向——在先秦时代，“理”既有为土地划分疆界之意[23]，又有治玉石纹理之意[24]，但皆指向人的实践。换言之，先秦儒学中并不存在一种“对象化”（objectification）的视野，“主体总是自身被牵扯进他组织世界的方式之中，谈论这个世界的事情就是谈论他们自己的事情”（安乐哲，1995，第47页）。对于先秦儒学而言，认识、思考、讨论都是“行动”，都是在构塑着人们所处身其内的世界。儒家的“行”，时刻都在和“天之道”、和鸢飞鱼跃的万物互动互成，彼此构建对方，互相“各正性命”，“正义而为谓之行”（《荀子·正名》）。“理”的去实践化，肇端于魏晋，而在宋代完成。“理”彻底转变为认知的对象，完全独立于人的实践之外。作为对那被对象化了的“理”的探究，《大学》中的“格物”“致知”，也被用来对接“主体/对象”框架下的认知——人无法通过实践来参与改造“理”，而只能去认知（理学的“格致”）或者去感悟（心学的“体贴”）它。于是，随着“道的理化”，“知”就不再是一个本体论实践，而被逐渐转变为表征主义框架下的“知”。[25]与“行之而成”的“道”不同，对那作为“知”的对象的“理”，人无法去改造或更新它，也无法通过“成之”“继之”的实践去参与它的“形成”。

因此，“道的理化”，实则就是中国教育实践的“古今之变”的关键性肇因。而当代中国弥散性的“教育焦虑”，则标识了“主体/对象”框架下的教－学实践，本身已深陷困境。人工智能的指数级发展，逼使我们创痛性地遭遇后人类状况。在后人类状况下，教育实践只有两种前景：走向自身终结，抑或走向终身教育。而先秦思想，恰恰为我们重思终身教育之可能性，提供了激进的思想资源。

参考文献

阿凡题.（2017－12－29）. 阿凡题《中国中小学写作业压力报告》，告诉你什么是亲子关系最大杀手. *中国大数据*. http://www.thebigdata.cn/ITDongTai/35233.html.

安乐哲.（1995）. 孟子哲学与秩序的未决性. 载李明辉编，*孟子思想的哲学探讨*. 台北：中央研究院中国文哲研究所筹备处.

陈赟.（2002）. *回归真实的存在：王船山哲学的阐释*. 上海：复旦大学出版社.

陈赟.（2005）. “藏天下于天下”：“政—治”生活的境域——以先秦儒道哲学为视域. *思想与文化*（第五辑）. 上海：华东师范大学出版社.

陈赟.（2007）. 中庸之道为什么必须以诚为基础. *思想与文化*（第七辑）. 上海：华东师范大学出版社.

董永海、毛向群等.（2014）. 中国中学生自杀相关行为报告率的 Meta 分析. *中国学校卫生*，4，532－536.

杜峰.（2017－10－7）. 机器人极速编写地震新闻，人工智能成产业升级助推器. *新浪科技*. http://tech.sina.com.cn/it/2017－08－16/doc－ifyixias1486233.shtml.

段玉裁.（1988）. *说文解字注*. 上海：上海古籍出版社.

谷宏伟、杨秋平.（2013）. 收入、期望与教育支出：对当前中国家庭教育投资行为的实证分析. *宏观经济研究*，3，68－74＋88.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

赫拉利.(2017).*未来简史*(林俊宏 译).北京:中信出版社.

李政涛.(2017).当教师遇上人工智能…….*人民教育*,15-16,20-23.

刘丽芳.(2010).个人教育投资风险实证研究与国际比较.*清华大学教育研究*,3,101-106.

刘轶琳、熊芳雨.(2017-09-25).“吼妈”吐槽陪读辛酸史,“牛蛙”家究竟怎么教作业?.*东方网*.http://sh.eastday.com/m/20170925/u1ai10882319.html.

刘玉芳.(2016-10-18).富士康裁员 6 万,机器人取代人工大潮已经开始.*凤凰财经*.http://finance.ifeng.com/a/20161018/14944376_0.shtml.

罗振宇.(2016).*罗辑思维:我懂你的知识焦虑*.北京:中国友谊出版公司.

马文武、李中秋.(2017).我国高等教育个人投资风险影响因素分析.*创新*,4,70-77.

孙庆玲.(2017-03-27).初中生自杀个案警醒:生命该如何“教育”.*人民网*.http://edu.people.com.cn/n1/2017/0327/c1006-29170255.html.

谭萍、王灿、姜天骐.(2014-02-19).中学生自杀现象调查报告:5 个中就有 1 人想过自杀.*搜狐新闻*.http://news.sohu.com/20140219/n395245766.shtml.

王心馨、虞涵棋.(2017-10-19).阿尔法狗再进化:自学 3 天,就 100:0 碾压李世石版旧狗.*澎湃新闻*.http://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_1828509.

王竹立.(2017).人工智能时代的教育畅想.*今日教育*,9,12-15.

威廉姆斯·斯尔尼塞克.(2018-03-13).加速主义宣言:超越资本主义对技术的压制(蓝江译).*澎湃新闻*.https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_2019817.

吴冠军.(2017).人工智能与未来社会:三个反思.*探索与争鸣*,10,10-13.

吴冠军.(2018a).家庭结构的政治哲学考察——论精神分析对政治哲学一个被忽视的贡献.*哲学研究*,4,93-102.

吴冠军.(2018b).政治秩序及其不满——论拉康对政治哲学的三重贡献.*山东社会科学*,10,54-62+76.

杨国荣.(2010).成己与成物——意义世界的生成.*思想与文化*(第十辑).上海:华东师范大学出版社.

杨国荣.(2015).广义视域中的“学”——为学与成人.*江汉论坛*,1,32-39.

曾雪梅.(2009).中学生焦虑状况的实证研究.*教学与管理*,6,39-40.

张文江.(2010).*古典学术讲要*.上海:上海古籍出版社.

周飞亚、何桂锦.(2017-08-27).柯洁 “我是不规则的多边形”.*搜狐网*.http://www.sohu.com/a/167611196_565998.

周红莉、冯增俊.(2016).恩格尔定律下中国家庭收入与教育投入关系的实证研究.*当代教育科学*,3,46-49.

朱珉迕.(2017-01-16).韩正:培训市场如果不管 对不起孩子们.*人民网*,http://cpc.people.com.cn/n1/2017/0116/c64094-29027151.html.

卓光英、徐珊.(2010).从“大学生就业难”和“民工荒”问题透视高等教育投资风险.*武汉商业服务学院学报*,2,31-33.

Agamben, G. (2017). *The Fire and the Tale* (trans. Lorenzo Chiesa). Stanford: Stanford University Press.

Althusser, L. (1971). Ideology and ideological state apparatus. In his *Lenin and Philosophy and Other Essays* (trans. Ben Brewster). New York: Monthly Review Press.

Arendt, H. (1998). *The Human Condition* (2nd edition). Chicago: The University of Chicago Press.

Badiou, A. (2005). *Being and Event* (trans. Oliver Feltham). London: Continuum.

Barad, K. (2007). *Meeting the Universe Halfway: Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning*. Durham: Duke University Press.

Bennett, J. (2010). *Vibrant Matter: A Political Ecology of Things*. Durham: Duke University Press.

Delaney, K. J. (2017). The Robot That Takes Your Job Should Pay Taxes, Says Bill Gates. Quartz Website, February 17, 2017, available at <https://qz.com/911968/bill-gates-the-robot-that-takes-your-job-should-pay-taxes/> (accessed 7 Oct, 2017).

Deleuze, G. (2006). We invented the ritornello. In Deleuze, *Two Regimes of Madness, Texts and Interviews1975-1995* (ed. David Lapoujade, trans. Ames Hodges and Mike Taormina). New York: Semiotext(e).

Edwards, R. (2012). Lifelong learning: a post-human condition? In David N. Aspin, Judith Chapman, Karen Evans, Richard Bagnall (eds.), *Second International Handbook of Lifelong Learning*. London: Springer.

Fenwick, T. & Richard, E. (eds.). (2012). *Researching Education through Actor-Network Theory*. Chichester: Wiley-Blackwell.

Fenwick, T. & Richard, E. (2013). Performative ontologies: sociomaterial approaches to researching adult education and lifelong learning. *European Journal for Research on the Education and Learning of Adults*, Vol. 4, No. 1.

Fink, B. (1995). *The Lacanian Subject: Between Language and Jouissance*. Princeton, N. J.: Princeton University Press.

Foucault, M. (1980). *Power/Knowledge: Selected Interviews and Other Writings1972-1977* (ed. Colin Gordon, trans. Colin Gordon et al.). New York: Pantheon.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Hall，D. L.（1991）. Modern china and postmodern west. In Eliot Deutsch（ed.），*Culture and Modernity*：*East－west Philosophic Perspectives*. Honolulu：University of Hawaii Press.

Lacan，J.（1988）. *Freud's Papers on Technique*（trans.，John Forrester）. New York：Norton.

Lacan，J.（1991）. *The Ego in Freud's Theory and in the Technique of Psychoanalysis*（trans. Sylvana Tomaselli）. Now York：Norton.

Latour，B.（1988）. *The Pasteurization of France*（trans. Alan Sheridan & John Law，Cambridge）. Mass.：Harvard University Press.

Latour，B.（1999）. *Pandora's Hope*：*Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge，Mass.：Harvard University Press.

Latour，B.（2004）. *Politics of Nature*：*How to Bring the Sciences into Democracy*（trans. Catherine Porter）. Cambridge，Mass.：Harvard University Press.

Latour，B.（2005）. *Reassembling the Social*：*An Introduction to Actor－Network－Theory*. Oxford：Oxford Press.

Strauss，L.（1989）. What is liberal education? In his *an Introduction to Political Philosophy*（ed. Hilail Gildin）. Detroit：Wayne State University Press.

Žižek，S.（2016）. *Disparities*. London：Bloomsbury.

注　释：

①该研究指出“1981－2009 年间，城镇家庭教育需求的收入弹性系数为 1.10，农村家庭为 1.48，代表着随着收入的增加，城乡家庭的教育投入能力也在增加，而且增速大于收入的增速。”

②关于“名校光环”贬值的分析，我得益自王竹立（2017，13）。

③参见“得到”APP，数据截止至 2018 年 10 月。

④李政涛设想了未来教师拥有的多种素质“爱商”“数商”与“信商”（李政涛，2017）。

⑤新唯物主义可以视作行动者－网络理论基础上发展出来的理论话语，它们也是当下“后人类主义”的两种代表性理论。

⑥在行动者－网络理论中，转译就是允许一个网络被一个单独实体（人类个体或其他网络）代表的过程。

⑦2017 年携程亲子园与红黄蓝幼儿园对孩童的虐待事件，更是症状性地标识了成人对孩童蛮横施加规训（“管教”）的残忍性。

⑧在这个意义上，中学生自杀和前文述及的 2010－2016 年间富士康员工频繁跳楼自杀，具有相同的结构性肇因。

⑨《管子·戒》。《中庸》云“好学近乎知”，《易传》云“乾知大始。”这里的“知”皆是贯通之义。见《中庸》第二十章，《易传·系辞上》。

⑩张文江以下说法亦是确当“在古代汉语中，‘知道’是明白眼前事物和整体的关系。”（张文江，2010，第 5 页）

⑪郑玄“庸者，用也。”比《中庸》文本稍晚的《庄子》中有这样一句话，亦可与《中庸》互参“庸也者，用也；用也者，通也；通也者，得也。”（见许慎《说文解字》；孔颖达《礼记正义》；《庄子·齐物论》；《中庸》第十二章）

⑫《论语》引孔子话“人能弘道，非道弘人”，亦鲜明言及人对道的触动（见《论语·卫灵公》；《孟子·公孙丑下》）。

⑬“景行行止”（《诗经·小雅·车辖》），便清晰标识了人并非先天具有能动性。“替天行道”这样的日常表述，同样亦标识出，人是在网络中获得其能动性的。

⑭《易传·系辞上》：“一阴一阳之谓道，继之者善也，成之者性也。”

⑮在儒家框架中，你能“知天”，天也知你——“天知神知”（《后汉书·卷五十四·杨震传》）、“乾知大始”（《易传·系辞上》）。

⑯杨国荣在《广义视域中的“学”——为学与成人》一文中，梳理了儒家思想中“为学”与“成人”的内在关联（杨国荣，2015）。杨国荣进而提出，“现实性”具有生成的性质，是“未济”，“成己”与“成物”就是参与世界构建的本体论实践（杨国荣，2010）。

⑰《说文》：“圣，通也。”《白虎通·圣人》：“圣人者何？圣者，通也，道也，声也。”《风俗通》：“圣者，声也，通也，言其闻声知情，通于天地，条畅万物也。”

⑱《大戴礼记》卷一《哀公问五仪》。另，扬雄云“观乎天地，则见圣人。”（《法言·修身》）程颐云“观乎圣人，则见天地。”（《河南程氏外书》卷十一）邵雍云“欲知仲尼，当知天地。”（《皇极经世书》卷五《观物内篇》之五）

⑲《遗书》卷二上，《二程集》，中华书局，1981，第 15 页；王守仁《大学问》。

⑳《庄子·徐无鬼》；《老子》第二十八章，五十五章，二十章，第三十七章，四十八章；《庄子·知北游》；《庄子·庚桑楚》。

㉑郝大维曾根据孟子的“赤子说”提出先秦思想是“后现代的”（Hall，1991）。

㉒这一对宋明儒学的批判性分析，我得益自陈赟（2002；2005；2007）。

㉓《左传·成公二年》：“先王疆理天下。”

㉔《说文》：“理，治玉也。顺玉之文而剖析之。”

㉕此处须指出的是，在明道－象山－阳明一脉的“心学”传统中，“理”虽然不是被“格致”的对象，但却是被“体贴”“感悟”之对象，因此，“知”同样为该传统所强调。同伊川－朱熹一脉“理学”的区别在于，在“心学”这里，外在性的认知被转变成内在性的认知、渐知变为顿知。

（责任编辑　胡　岩）

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

JOURNAL OF EAST CHINA NORMAL UNIVERSITY
Educational Sciences No. 1, 2019

The Posthuman Condition and Chinese Educational Practice: Philosophical Reflections on Education in the Age of Artificial Intelligence

WU Guanjun
(Department of Politics & Institute of Chinese Modern Thought and Culture, East China Normal University, Shanghai 200241, China)

Abstract: Through a comprehensible analysis of the causes of anxieties on education in contemporary China, this paper locates its deepest cause at the development of artificial intelligence, which rapidly increases the risk of the "investment on education". Education faces two prospects in the coming posthuman condition: either the end of education, or the lifelong education. The latter does not merely refer to the educational practice outside school education, but also two radicals renewals of educational practice: first, the posthumanist framework of actor-network replacing the linear framework of progressivism and representationalism; second, the intra-actions between all actors including non-humans replacing the one-way disciplinary indoctrination from adults to children. The posthuman condition also provides us with the opportunity to rethink education: is education merely a humanist enterprise? This paper concludes with a re-interpretation of pre-Qin educational thought through a Deleuzean approach.

Keywords: anxieties on education; artificial intelligence; lifelong education; posthumanism; actor-network; pre-Qin educational thought

Curriculum Design for Entrepreneurship Education and its Efficiency Evaluation: A Case Study of the MOOC Course in Zhejiang University

XU Xiaozhou YE Yinhua
(College of Education, Zhejiang University, Hangzhou 310028, China)

Abstract: Efficiency of entrepreneurial curriculum is the key to improving the quality of entrepreneurship education. Taking MOOC Course *Introduction to Entrepreneurship* in Zhejiang University as a sample, this research seeks to analyze the efficiency of MOOC course for entrepreneurship education. There are totally 1,111 student participants in the experiment and questionnaire, centering on the process evaluation and impact assessment of entrepreneurial curriculum. The findings suggest that students make positive remarks on the process evaluation of MOOC curriculum, which greatly changes students' entrepreneurial cognition, emotion and intention. However, there are some problems needed to be addressed. In the future, instructional design of entrepreneurship education curriculum shall be further optimized from the perspective of teaching content and teaching methods. Teacher-student interaction mechanism and student-student interaction mechanism should be improved. Besides, the crucial curriculum assessment would be more scientific and the teaching efficiency could be enhanced with a more consummated curriculum assessment mechanism in combination with reasonably allocated process evaluation and outcome assessment.

Keywords: entrepreneurial curriculum; MOOC; efficiency; process evaluation; impact assessment

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI: 10.19503/j.cnki.1671-6124.2018.05.007

从“人工智能+教育”到“教育+人工智能”
——人工智能与教育深度融合的路径探析

徐 晔

(天津大学 教育学院, 天津 200000)

摘 要: 第四次产业革命的兴起,人工智能崛起。教育作为培养人的活动,其目的在于促使人的智能不断得到提高,从本质上来说与人工智能具有天然的联系,人工智能与教育融合提上日程。实践层面,随着人工智能的不断发展,技术升级革新速度加快,产业结构升级转型、新岗位产生倒逼人工智能与教育融合;理论层面,人工智能与教育融合的相关研究不断深入,为此研究开展提供了厚实的理论基础。此研究从现阶段“人工智能+教育”的应用形态及存在的问题入手,超越技术的限制,回归教育的本质,深入分析“教育+人工智能”的应然状态,探究人工智能与教育深度融合的路径,构建“教育+人工智能”生态系统。

关键词: 人工智能+教育; 教育+人工智能; 深度融合 “教育+人工智能”生态系统

中图分类号: G40-01 文献标识码: A 文章编号: 1671-6124(2018)05-0044-07

“人工智能”(Artificial Intelligence,AI)的术语最早在 1956 年召开的达特茅斯研讨会(Dartmouth Workshop)中被提出,当时的定义为,“人工智能是拥有模拟能够被精确描述的学习特征或智能特征的能力的机器”[1]。60 多年来人工智能取得长足的发展。李开复、王咏刚在《人工智能》一书中如此定义人工智能 “深度学习 + 大数据 = 人工智能,人工智能依赖于算法把知识与意义、教育与人性转化为‘0’与‘1’的机器代码,并为人们提供学习方案。”[2]人工智能是研究人类智能活动的规律,构造具有一定智能的人工系统,也就是研究如何应用计算机的软硬件来模拟人类某些智能行为的基本理论、方法和技术[3]。人工智能的崛起为教育带来了新的变革.从教育本质上讲,人工智能与教育有着天然的联系,只不过教育的对象为人,人工智能的对象更为宽泛,包括机器、人等。近年来,人工智能在教育领域的应用范围不断扩大。2017 年 7 月,国务院印发《新一代人工智能发展规划》,为加快人工智能的创新应用,提出智能教育[4],特别强调人工智能对于教育的重要性,为教育与人工智能融合指明了方向。2018 年在全国两会上的政府工作报告明确提出,要加强新一代人工智能研发应用,在医疗、养老、教育、文化、体育等领域发展智能产业,拓展智能生活[5]。人工智能与教育融合不断推进,现代教育正朝着智能化方向发展。然而,新形势下,人工智能和教育的融合程度怎样? 人工智能与教育的融合形态是什么? 如何促进人工智能与教育深度融合? 本文将围绕这些问题深入展开探讨。

一、问题的提出

1. 新形势倒逼人工智能与教育深度融合

首先,国际竞争新形势倒逼人工智能与教育融合。新一轮的国际竞争是围绕核心技术、顶尖人才、创新人才进行的竞争。因此,新形势下,亟需促进人工智能与教育融合,为我国参与国际竞争,培养符合国际竞争需求的创新型、创业型、智能型人才。其次,产业结构升级转型倒逼人工智能与教育融合。随着人工智能的崛起,以制造业设备为代表的“物理世界”与以人工智能等技术为代表的 “数字世界”的碰撞催生了制造业的巨大的转变,这二者的融合为经济发展注入新的动能[6]。技术革新将推动原有产业颠覆、新的业态产生、新的工作岗位涌现,导致人

收稿日期: 2018-07-22
作者简介: 徐 晔,天津大学教育学院博士研究生。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

才需求类型、人才需求数量急剧变化。创新型、创业型、智能型人才产生巨大人才缺口，就业市场倒逼教育转型发展。最后，公共服务精准化水平的不断提升倒逼人工智能与教育融合。《教育部关于数字教育资源公共服务体系建设与应用的指导意见》指出，新时代要加强数字教育资源公共服务体系建设，推动建立健全现代教育公共服务体系[7]。人工智能可以为公共服务体系建设提供新的思路和解决方案，未来人工智能将在医疗、公共交通、扶贫等众多领域发挥重要作用。

2. 人工智能与教育深度融合亟需理论支撑

从历史上来看，在 1980 年举办的人工智能促进协会(Association for the Advancement of AI) 的年会上，没有一份来自中国机构研究人员的论文。1998 年的人工智能促进协会(Association for the Advancement of AI) 的年会，也只有一篇来自中国的论文。现如今，情况已经截然不同。在 2018 年 2 月份举行的大会上，中国提交的论文数量比美国多出 25%。更具说服力的是，收录的中国论文数只比美国少了 3 篇[8]。这说明我国人工智能研究取得了长足的进步。随着人工智能与教育领域融合程度加深，我国对人工智能教育的研究呈现出三个发展阶段: 第一阶段(1984—2004 年) ，这一时期关于“人工智能教育”的研究开始由计算机领域向教育领域过渡; 第二阶段(2004—2013 年) ，以“人工智能课程”为研究核心; 第三阶段(2013 年至今) ，以“人工智能教育应用”为研究主题。截止 2017 年(含 2017 年) ，共有相关文章 482 篇。2017 年以后，我国掀起了研究人工智能教育的高潮，但是刊发在核心期刊(指 CSSCI 和中文核心期刊要目总览) 的文献只有 32 篇，折射出我国“人工智能教育”相关研究较多，但是仅处于问题研究起步阶段，更多的是站在技术的视角对人工智能教育进行研究，较少从教育的视角去进行研究，缺乏人工智能与教育融合在理论层面相关研究的深入推进。

人工智能与教育融合的道路还很漫长，无论是实践层面，还是理论层面，亟需沿着前辈们的足迹，在新形势下探析人工智能与教育融合的发展历程及现阶段存在的问题，构建人工智能与教育融合的路径，为未来人工智能教育发展指明道路。

二、人工智能与教育融合的初级阶段 “人工智能+教育”

人工智能的观点来源于人们对于人工计算的数学研究。早在 19 世纪末期，各种机械式计算机就已经出现。然而，机械式的、提前设计好的逻辑系统与人们复杂的行为和逻辑系统的矛盾难以调和，导致人工智能的应用性不高，难以推广。随着人工智能的发展，借助计算机和网络平台，人工智能与教育不断走向融合。人工智能包括两个领域: 专用人工智能(强) 和通用人工智能(弱) 。目前，我国人工智能尚处于专用(弱) 人工智能阶段。所谓专用(弱) 人工智能，是指侧重对人的行为的外在模拟，缺乏人的意识。因此，这一时期，教育与人工智能的融合程度并不深，人工智能的技术主要运用于教学过程。人工智能教学发展迅速，人工智能与教育的融合处于“人工智能+教育”阶段。

1. “人工智能+教育”的应用形态

2016 年 10 月，网易科技联合网易智能、乌镇智库发布了《乌镇指数: 全球人工智能发展报告(2016) 》综述篇[9]，指出人工智能应用于教育领域的主要形式有: 智能评测、个性化辅导、儿童陪伴等。在本研究中，笔者将“人工智能+教育”的应用形态归纳为以下三种:

(1) 教育机器人

教育机器人的出现，为教育教学带来了巨大的变革。教育机器人解放了教师。一方面，教育机器人可以取代教师的一部分工作，将教师从繁琐的教学任务中解脱出来，更多关注学生的情感的发展及品德的养成。传统教育采用大班制教学，关注学生整体发展，教育机器人的出现将教学聚焦到学生的个性化发展。但是，由于相关技术发展的限制，教育机器人距离完全替代教师的道路还很漫长。另一方面，教育机器人可以作为教师的助手，辅助教师进行教学。现阶段，教育机器人主要是作为教师的助手，例如，提供教学内容、管理教学过程、进行课后答疑等，是一种初级阶段的软件教育机器人。

(2) 自主在线学习平台

学习型社会不断推进，个性化、自主化学习进入人们的视野。自主在线学习平台的出现使个性化、自主化学习成为可能。利用人工智能技术，基于大数据的自主在线学习平台可以根据学生的历史学习数据，包括课堂表现、作业完成情况对学生学习情况进行评估，预测学生未来的学习表现，并智能化推荐最适合学生的学习内容、学习方法，从而有效地提升学生的学习效率。但是，目前自主在线学习平台主要关注教学内容的制定、课程的开发，而忽视对学习者思维能力的开发和情感的培养，缺乏因材施教。例如，许多高校都设立了自主在线学习平台，学生可通过该平台进行选课、课程学习、课后测评等。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(3) 自动化测评系统

自动化测评系统是人工智能在教育评价领域的应用。自动化测评系统能够客观、一致、高效地测评教学效果。自动化测评系统在教学活动结束时提供即时反馈,一方面极大地减轻教师负担;另一方面为教学决策和教学改革提供真实可靠的依据。例如,ETS 的 Speech Rater 引擎是英语口语测评方面应用最广泛的测评引擎之一,具有开放性的特点。运用 Speech Rater 引擎测评任务不限定范围和对象,可以提高发音准确性、语法熟练度和交际的流利程度等,已广泛运用于英语口语测评工作[10]。

2. "人工智能+教育"存在的问题

(1) 教学理念缺乏人文关怀

人工智能与教育融合局限于技术层面的融合,即过分关注技术在教育领域的应用,导致教学理念存在偏差,缺乏人文关怀,教育本质难以凸显。具体表现在以下方面:首先,技术应用层面。人工智能与教育融合过程中,过分注重技术主义理性,忽视了应用技术的目的是为了促进人的发展,为了技术而使用技术,忽视教育本质及教育发展的环境。其次,人才培养层面。人工智能与教育融合过程中,教育忽视对人的内在品质的培养,导致培养出的人少了"人味"。教育涉及培养人的品质,塑造人的灵魂。单靠机器代码学习真善美、道德等人之所以为人的品质,难免有些牵强。最后,教师层面。随着人工智能与教育融合程度的加深,智能机器逐渐取代了教师,但没有人开展的教学活动,很可能会导致人文关怀的缺失。

(2) 教学内容过分依赖大数据支撑

教学内容过分依赖"大数据"技术体系支撑,存在理论和实践的双重短板。在理论层面,"大数据"技术体系的理论支撑是概率论,在宏观、中观上对教育规律、教育方法的认识和掌握确实有效,但是对个性化的教学帮助却不大。毕竟,依靠概率论得出的总体特征无法还原个体的具体特征,个性化教学难以有效开展,这也是大数据的局限性所在。在实践层面,教育"大数据"的数量有限,且质量有待进一步考查。因为教育问题涉及人口学变量、学习行为、学业成绩、学习者心理、学习者家庭及社会等多种因素,且这些因素之间还存在交互性作用,所以依靠"大数据"选择的教学内容有待进一步考查。

(3) 教学形式固化于应试教育的旧结构

在海德格尔看来,技术所到之处,无不构造着人与自然、人与人的某种新的关系[11]。我国从学校设立之初,教育一直处于应试教育的牢笼中。素质教育应运而生后,极大地冲击了应试教育的旧结构。然而,值得我们关注的是,人工智能教育的发展在一定程度上未能冲破应试教育的束缚,反而在某种程度上与应试教育共谋。具体表现在:大数据的应用,短时间内大量机械培养、批量生产具有某种技术或某种知识的人,表面看起来变革了教学目标、教学方法、教学内容,实际上这种批量生产与传统应试教育毫无本质区别。新技术的应用不仅没有变革已有应试教育旧结构,反而重蹈覆辙。

(4) 教学过程存在交互局限性

教学过程本质是一种由教师的教和学生的学构成的交互活动,是活生生的、有情感的互动。现阶段人工智能教育所开展的机器教学,无法实现像面授教学那样最真实的师生互动,尤其是情感互动。目前,由于技术层面的限制,人工智能尚不能实现完全用自然语言交流,因此教学过程还是单方面向学生输出知识的过程。人工智能教育难以实现像教师那样,通过与学生交流,观察学生的课堂表现,判断学生的知识技能掌握程度,对学生学习活动进行及时回应,进而实现教学互动,并通过教学效果反馈,进一步展开新一轮的教学活动。另外,人工智能难以充分理解学生的情感、态度、价值观,导致教学过程中存在"交互"局限性。这也是人工智能与教育融合程度不深的一个重要体现,严重制约了教学过程的完成。

三、人工智能与教育走向深度融合:"教育+人工智能"

我国人工智能正由专用(弱)人工智能向通用(强)人工智能转变。通用(强)人工智能致力于实现机器内在的思维和情感,并具有自我意识。这一时期,人工智能与教育走向深度融合,并非是单一的技术渗透,而是信息技术与教育教学相互观照,且贯穿于培养人的全过程,包括知识、情感、价值观等多方面的融合,最终目标是实现人的全面发展。"人工智能+教育"开始向"教育+人工智能"转变,其目的是要进行以人为主体、以人工智能为依托的教育,重构人工智能教育生态体系,回归阿兰·柯林斯所称道的教育本真时代。基于此,本研究从教育本质出发,超越技术的限制,探究"教育+人工智能"的应然状态。

1. 教育本质凸显

随着人工智能与教育融合的推进,一个困扰人们已久的问题凸显:既然人工智能如此智能,是否人工智能会超越教育存在,最终消灭教育,消灭人类?融合论认为,机器没有消灭人类的动机,而机

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

器所具有的优点应该被充分地与人类当前的优点相结合，形成新的智慧文明形态[12]。因此，我们在承认人工智能重要性的同时，亟需认识到人工智能不可能也没必要消灭人类、消灭教育。教育之所以称之为教育，是由教育的本质决定的。教育本质是一种培养人的活动，其最终目的是实现人的全面发展。因此，在人工智能与教育进入深度融合阶段，应超越物质层面即技术层面，走向精神层面即人文精神，回归教育本质。无论“教育+人工智能”怎样发展，人工智能在教育领域如何应用，教育的最终目的就是服务于人，而不是服务于机器；无论人工智能教育如何发展，都不能脱离培养全面发展的人这个根本目标。

2. 教育结构重塑

在海德格尔看来，技术所到之处，无不构造着人与自然、人与人的某种新的关系。按照海德格尔的观点，一种新技术出现会对结构造成影响。同样，人工智能的出现对教育结构产生巨大影响，推动教育结构重塑：一方面，重塑教育外部结构。来自社会的教育资源多元、丰富、数字化，随时为学生提供个性化的学习资源。另一方面，变革教育内部结构。传统教育的开展以教师为中心，智能教育的开展以学习者为中心，从注重教师主导到注重师生互动，使学生由知识的消费者转向知识的创造者，使教师从复杂的教学工作中解脱出来。“教育+人工智能”力图重塑教育内外部结构，基于教育资源的共建共享，构建一个新的学习、教学环境，以培养创新性、创业型、智能型人才为导向，促使传统教育模式向智能教育模式转变，以满足经济社会发展对多元人才的需求。

3. 教育资源均衡

长久以来，由于区域经济发展差异，教育不公平的现象仍然存在，并且严重制约我国教育现代化的进程和全面建成小康社会。教育不公平的首要体现就是教育资源不均衡。在我国具体体现在东西部地区教育资源不均衡、城乡地区教育资源不均衡。人工智能与教育的融合，有利于促进教育资源均衡。构建基于大数据的人工智能教学平台，这个平台整合发达地区的优质资源、优质师资，确保东西部地区、城乡之间实现优质教育资源、优秀教师的共建共享，覆盖包括学校、学生、教师、家长等所有教学行为主体，贯穿包括课前预习、课上学习、课后作业批改、教学评价在内的教学全过程。通过人工智能教育平台实现优质教育资源的共建共享，打破地域的藩篱、学校的围墙，只要有网络的地方、有终端设备的地方，随时随地都可以获取优质教育资源。

4. 教育机会增加

近年来，随着信息量的增大、人工智能技术的推进，世界由二维空间发展到三维空间。三维空间的构成包括人类社会空间、信息空间和物理空间。信息空间的出现导致教育环境更加复杂、教育资源更加充足，教育以一种全新的形态呈现：教育无时不在、教育无处不在，预示着学习型社会的到来。以往人们获取信息的途径是书籍、交流、电视等，信息主要来源于人类社会。随着信息空间的成长壮大，信息可以直接来源于物理世界。尤其是互联网及物联网的产生，大数据的出现，让人们拥有更多的教育资源和更多获取资源的渠道和空间，因而教育机会大大增加。在“教育+人工智能”这个环境中，一方面，学生的学习机会增加。学习可以是个性化的，学习也可以是社会化的，完全不受时间、空间的限制。另一方面，教师的教学潜能得到最大发挥。教学由以前的一个教师对几个学生变成了一个教师对成千上万的学生，或者是一个教育机器人对成千上万的学生，解放了教师劳动力，将教师的潜能发挥到最大。

5. 教育生态系统开放

教育是一个动态系统，在这个系统中通过教学活动将教育者、受教育者与学习环境联系起来，通过三者的互动，不断提高受教育者的智能，确保创新型、创业型、智能型人才的动态供需平衡[13]。人工智能与教育的融合程度加深，一方面，在人工智能技术的支持下，人工智能教育不断创新发展，为学校提供技术支撑，同时，学校为企业提供智力、智能人才支撑，双向互动，提升教学效果；另一方面，人工智能与教育的融合，逐渐打破教育和产业界的界限，促使教育不再局限于校园，而是面向整个社会系统，将学校、社会、企业、科研机构等连为一体。学校作为教育对社会开放的接口，联合企业、行业、科研机构构建开放的教育生态系统，实现学习社会的构建，满足人们随时随地接受教育的多元教育需求，促进教学进一步向“以学习者为中心”的个性化、精准化和智能化方向发展[14]。

四、人工智能与教育深度融合的路径

人类已经由专用（弱）人工智能时代步入通用（强）人工智能时代。在通用（强）人工智能时代，亟需促进人工智能与教育深度融合，回归教育本质，多方搭建“教育+人工智能”合作平台，基于大数据，创新教学模式、评价模式，构建“教育+人工智能”生态系统（如图1）。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

图 1　人工智能与教育深度融合的生态系统

1. 重塑教育理念，培养劳动者综合素质

人工智能与教育融合，首先要重塑教育理念，这是实现“教育+人工智能”的前提。越是科技发达，越需要人性的支撑。教育的本质也是一种能力。生命和智能反映的是个体能力；教育反映的是联结个体的整体能力，这种能力最为强悍。若没有教育，也就没有生命的演替和智能的演进。“教育+人工智能”的目的是通过对技术的应用与发展，延伸人类的体力和脑力，推动社会发展，最终目标是实现人类更加有尊严、智慧的生活。因此，在通用（强）人工智能时代，要摆脱技术理性主义的缠绕，学会与技术共存。人与机器和谐共处，追求教育的人文精神和价值。人工智能给教育带来的最大改变，不在于提升了课堂的教学效果，而在于其对教育本质提出了新的挑战。让我们重新定义人性，重新判断知识的价值，重新思考教育的本质。回归教育本质，亟需培养人工智能时代的智能劳动者。智能劳动者具有综合素质，包括 IQ、EQ、AIQ。这三种素质结构呈现出金字塔形式（如图 3）。在工业社会，是以大机器生产作为基础的，需要人具备 IQ（智力商数），处理“人与物”的关系。到了信息社会，随着产业结构的调整，第三产业所占比重加大，人们从事的工作发生转变，岗位具有的技术含量发生变革。因此，劳动者仅仅具有知识是不够的，还需要与用户进行有效互动，学会与人相处，所以 EQ（情绪商数）成为这一时期劳动者素质结构的重要组成部分。EQ 处于金字塔的中部。到人工智能时代，不仅要具有 IQ、EQ，还要学会处理人和机器的关系、教育与人工智能的关系，即具备 AIQ（人工智能商数）。凯文·凯利认为：“未来，90% 的同事将是看不见的机器。”[15] 因此，AIQ 处于金字塔的顶端。

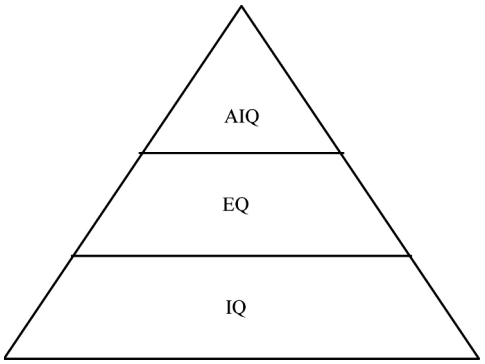


图 2　智能劳动者素质结构图

2. 多元构建“教育+人工智能”生态系统

将人工智能融合于教育的全过程，是基于大数据的。它横向融合于课前预习、课堂教学、课后辅导、教学评价的全过程；纵向融合于学前教育、义务教育、高中教育、高等教育及终身学习的全过程。企业、学校、政府及科研机构等多元构建“教育+人工智能”生态系统，包括优化生态环境、创新教学模式、提升教学水平、改革教学评价，确保“教育+人工智能”生态系统与经济社会系统的动态平衡（如图 3 所示）。

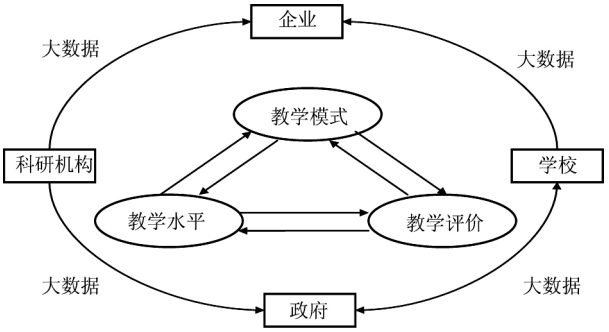


图 3　“教育+人工智能”生态系统的核心要素及关系

（1）多方协同参与：优化“教育+人工智能”生态环境

人工智能的重大优势在于能够很好地协调多方参与教育互动，构建学校和市场的桥梁，确保人才供需平衡，最大限度实现教育资源的有效配置，以及教育需求的充分满足。“教育+人工智能”生态系统是基于大数据分析，由行业、企业、学校、政府、科研机构等多个机构构成的，致力于实现教育资源共建共享的一个动态、开放系统。对于大数据的分析和利用，是“教育+人工智能”生态系统运作的关键所在。学校为“教育+人工智能”的实现提供教育指导理论、教学资源及学生学习数据、教师教学数据等，同时，学校也是“人工智能+教育”开展的重要场所。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

企业为“教育+人工智能”人才培养提供技术支持及教育智能产品的支撑。企业致力于教育智能产品研发及教育技术的应用发展，促进学校、教育面向社会和市场。政府为“教育+人工智能”可持续发展制定标准，指导其发展方向。科研机构为“教育+人工智能”提供智力支持。总之，政府、学校、企业及科研机构的协同参与可以共同促进教育众智、众筹、众创，优化“人工智能+教育”的生态环境。

(2) 创新教学模式：推进浸润式情感教学

人工智能技术的应用，将颠覆现有的产业及工作岗位，新的产业不断产生，新的工作岗位不断涌现。丰富的网络资源、日益成熟的人工智能教育技术，促使以教师为中心的工业化教育向以学习者为中心的智能化教育转型，教学模式不断创新。一方面，推进浸润式情感教学。通过人工智能技术中的情感计算，采集学习者各类数据，从而判断学习者的学习风格。教师根据学生的学习风格，展开情感浸润式教学，使学生主动参与到教学互动中。另一方面，将人工智能技术中的虚拟现实技术作为一种新的教学手段。教师通过运用虚拟现实技术搭建一种适合学生的学习环境，让学生在虚拟世界体会到真实世界中的情感，促使学生自主探索，真正实现快乐学习，提升课堂教学效果。

(3) 提升教学水平：促进教师智能化教学能力提升

新一代人工智能的战略实施中，教师智能化教学能力的提升是关键。《科学》杂志 2013 年的一项研究表明，在一节课的教学设计上，教师存在 205 万亿种选择[16]。提升教学水平的首要任务就是提升教师智能化教学能力。2018 年 2 月教育部发布《关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》，提出“教师主动适应信息化、人工智能等新技术变革，积极有效开展教育教学”[17]。教育部教师工作司发布《教育部教师工作司 2018 年工作要点》，进一步指出，“启动‘人工高智能+教师队伍建设行动’计划，应对新技术变革，探索信息技术、人工智能等支持教师决策、教师教育、教育教学、精准扶贫的新路径”[18]。促进人工智能与教育深度融合，亟需提升教师智能化教学能力。首先，应启动教师信息技术应用能力提升工程，建设创新培训平台，大力提升教师新技术应用能力。支持部分学校引入人工智能教学实验室，推动教师主动适应信息技术变革。其次，推动人工智能技术与教师专业发展有机融合。通过技术引领，促进教师智能化教学水平提升。最后，实行线上与线下相结合的混合式研修教师培训模式。通过线下培训与线上学习相结合的形式，建立教师随时、随地进行学习的常态化发展和评价机制。

(4) 改革教学评价：引入基于大数据的智能测评模式

教育数据可以是师生在教学活动中产生的数据，也可以是教育管理者在进行教学管理中用到的数据；可以是在线教学系统产生的数据，也可以是线下自主学习积累的数据。通过对数据的分析，构建基于大数据的智能测评模式，摆脱以往注重评价结果的评价模式。可以将评价贯穿于教育的全过程，确保评价的针对性、准确性、动态性。所谓智能测评，是指通过人工智能大数据分析技术对学生的学习过程和学习行为进行大规模自主评估，并进行个性化、及时性的精准反馈。例如，我国的一款英语学习人工智能测评软件“英语流利说 APP”，它能够根据用户上传的口语数据，进行实时打分测评，还能够及时纠正用户的发音错误，进行精准评估、精准纠正，深受英语学习者的喜爱。

3. 优化“教育+人工智能”保障体系

首先，制定国家政策是推动人工智能与教育深度融合的重要保障。世界各国不断推动科技创新和创新型人才培养，都离不开教育，尤其是智能教育。我国政府高度重视人工智能与教育的融合。2016 年以来，颁布了一系列政策推动人工智能发展，促进人工智能在教育领域的应用，为我国人工智能教育的发展提供了良好的政策环境。其次，资金支持是人工智能与教育融合的前提条件。政府要加大对智能教育的资金投入力度，吸引更多的人、企业及科研机构投入到人工智能与教育融合的研究与实践中来。最后，引入市场机制。由于人工智能与教育深度融合需要技术支持，尤其需要智能型人才作支撑。因此，政府需要重视人才队伍建设，特别是要建设和引入人才市场机制，吸引企业、行业对人才的投资。另外，还需企业、行业通过与学校互动，实现校企共育智能型人才。

总之，教育智能化的同时还需要智能教育化，这正是人工智能与教育融合的初衷。

参考文献：

[1] Mccarthy J，Minsky M L，Rochester N，et al. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial In telligence [J]. Journal of Molecular Biology，2006 (1)：279-289.

[2] 李开复，王咏刚. 人工智能 [M]. 北京：文化发展出版社，2017：68.

[3] 林命彬. 智能机器的哲学思考 [D]. 长春：吉林大学，

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2017: 21.
[4] 吴永和,刘博文,马晓玲.构筑“人工智能+教育”的生态系统 [J] 远程教育杂志,2017(5) : 27-39.
[5] 人工智能如何与教育携手同行 [EB/OL] [2017-09-14]. https: //www.sohu.com/a/191923273_372421.
[6] 人工智能将为传统制造业带来什么? [EB/OL]. [2018-03-19] .https: //www.sohu.com/a/225889576_100084233.
[7] 教育部关于数字教育资源公共服务体系建设与应用的指导意见 [BD/OL]. [2017-12-22] . http: //www. moe. gov. cn/srcsite/A16/s3342/201802/t20180209_327174.html.
[8] 英媒: 中美角逐人工智能主导权 欧洲已“出局” [BD/OL] [2018-03-25] .http: //www.dzwww.com/xinwen/guojixinwen/201803/t20180325_17186099.htm.
[9] 乌镇指数: 全球人工智能发展报告(2016) [EB/OL]. [2017-08-24] . http: //tech.163.com/photoview/6PGI0009/13525.html#p=C5TF7OCJ6PGI0009.
[10] 梁迎丽,刘 陈.人工智能教育的应用现状分析、典型特征与发展趋势 [J] .中国电化教育,2018(3) : 27.
[11] 莫永华.论教育技术的乌托邦 [J] .教育评论,2011(1) : 31-34.
[12] 何 哲.智慧的本体与本体的智慧——人工智能时代的元问题及人类未来 [J] .电子政务,2018(3) : 4.
[13] 贾积有.人工智能赋能教育与学习 [J] .远程教育杂志,2018(1) : 39.
[14] 戴永辉,徐 波,陈海建.人工智能对混合式教学的促进及生态链构建 [J] .现代远程教育,2018(2) : 24.
[15] 刘 凯,胡祥恩,王 培.机器也需要教育? 论通用人工智能与教育革新 [J] .开放教育研究,2018(1) : 14.
[16] 张 海.教育大数据与智能教育的深层逻辑 [J] .中国信息技术教育,2018 (1) : 18.
[17] 中共中央国务院关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见 [EB/OL]. [2018-01-31],http: //www.gov.cn/zhengce/2018-01/31/content_5262659.htm.
[18] 教育部教师工作司 2018 年工作要点 [EB/OL]. [2018-01-22] .http: //www.moe.gov.cn/s78/A10.

From “AI + Education” to “Education + AI”

——An Analysis of the Integration Path of Artificial Intelligence and Education

XU Ye

(*College of Education*, *Tianjin University*, *Tianjin* 200000, *China*)

Abstract: With the rise of the fourth industrial revolution and the rise of artificial intelligence, education, as an activity of training people, is a dynamic system in which human intelligence is constantly improved. Essentially, education and artificial intelligence are naturally linked, so the integration of artificial intelligence and education is on the agenda. At the practice level, with the continuous development of artificial intelligence, the speed of technological upgrading is accelerated, industrial structure upgrades and transforms and new jobs create the integration of artificial intelligence and education. At the theoretical level, the research of the integration of artificial intelligence and education is constantly emerging, which provides a theoretical basis for the study and points out the direction of the research. This study starts with the application form and existing problems of “artificial intelligence + education” at the present stage, surpasses the limitation of technology, returns to the essence of education, analyzes the deserved state of “education + artificial intelligence”, explores the path of the deep integration of artificial intelligence and education and constructs a “human intelligence + education” ecosystem.

Key words: AI + education; education + AI; deep integration; the ecosystem of “education + AI ”

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI:10.13811/j.cnki.eer.2018.10.004

人工智能与教育的融合研究:一种纲领性探索

蔡连玉, 韩倩倩

(浙江师范大学 田家炳教育科学研究院, 浙江 金华 321004)

[摘 要] 人工智能与教育融合能够提升“教育力”。融合的现实基础是充分发挥人工智能与人类智能彼此之长。人工智能与教育融合的理想形态是智慧教育 2.0 的生成,这种教育形态的目标侧重于学生软素养的培育,组织方式上趋向个性化教育,资源配置上重视共建共享,技术实现路径上依托 O-M-O 二维教学。实现人工智能与教育的有机融合需要充分发挥人工智能的优势,尤其需要提升教育领域人工智能的教育性,并使教育重心向软素养培育转型,同时积极开展、普及人工智能及其伦理教育。

[关键词] 人工智能; 教育融合; 智慧教育; 智慧教育 2.0; 现实基础; 理想形态; 双向路径

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 蔡连玉(1976—),男,安徽宿松人。副教授,博士,主要从事教育信息化管理研究。E-mail:cailianyu@126.com。

肇始于 2016 年的人工智能(AI)第三次浪潮取得了诸多突破性进展,人工智能也正重新形塑人类的工作和生活。但是由人工智能在飞速发展中可能生成自我意识所引起的隐忧也客观存在。教育是人类社会发展的基石,在资本寻利的推动下,人工智能在教育领域的渗透应用势不可挡。从产出来看,一种好的教育就是要有强的“教育力”,据此,在人工智能时代把人工智能与教育有机融合起来,充分发挥人—机两类智能彼此之长,打造更强的“教育(合)力”是时代之吁求。进而纲领性探索人工智能与教育融合的现实基础、理想形态与具体路径具有现实意义。

一、人工智能与教育融合的现实基础

人工智能与教育的完美融合首先需要审视融合的现实基础。所谓人工智能与教育融合的现实基础,指的是在教育活动中,人工智能与人类智能两者的各自优势领域。对此进行比较研究,可以借用两种分析框架,分别是基于对个体日常生活所需素养的常识理解和著名的多元智能理论。

(一)基于生活所需素养的比较

教育是为了更美好的生活,因此,它应更关照日常生活。在日常生活中,个体所需要的具体的核心素养,从教育心理学的视角来看,一般会涉及知识、技能、创造性、情感和价值观等维度。在知识和(重复性)技能方面,人工智能拥有自身独特的庞大数据库(知识)和超强的“记忆力”,这是人类智能所不及的。它的强算力和深度学习能力(技能)也已远超人类,近年来人工智能在智力棋类上的成就即为明证。此外,人工智能知识的海量性、重复性技能的精准性以及工作精力的旺盛性更是具有压倒性优势。在创造力方面,当前人工智能尚处于较弱阶段,鲜有人工智能可从事真正创造性的劳动。未来的强人工智能将拥有更强大的创造力,这一点可以期待。但是可以预测,即使是将来的强人工智能,可能会发展出一些类似于人类创造力的智能,但更多的也只能在人类预设的模板上“创作”,其基础还是逻辑计算,并不是真正意义上的自由的、基于丰富想象力的创造性活动。与此进行比较,人类拥有基于无限想象力基础上的创造潜力,即使是人工智能也只是由人类所创造出来的、能够与人类智能相媲美的一种类智能。在未来社会,对创新的需求将前所未有,就创造力而言,人类具有不容置疑的优势。在情感和价值观维度,即使有科学家专注于此类研发,人工智能的相对劣势也十分明显,而且似乎是注定难以超越人类的。目前,最高端的人工智能能够对

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

个体或群体生理反应、面部表情和肢体动作加以监测观察，获得大量数据以建立自身情绪分析和学习数据库，据此判断对方的情绪，同时输出自己的“情绪”。[1]尽管这对于人工智能而言已是极大进步，但在人类社会活动中是远远不够的。它还不具有自然流露的情感，也难以细腻地体会他人的感情。同时，情感能力与个体的价值观和关系处理能力高度相关，人工智能在自我意识缺失的当下，至少是不可能构建起真、善、美的价值观的。此外，人类的价值观也关系着其自身与世界的关系的识别与处理能力。个体在所存在世界里面对的无非是自我、他人（他人集合组成了社会）与自然。个体与自我的关系是“人—我”关系，个体与他人或社会的关系是“人—他”关系，个体与自然的关系是“人—自”关系。[2]个体对这三类关系的识别需要具有自我意识，处理这三类关系则需要价值观作基础。在三类关系的识别与处理中，人类会有情感表达。这些对人工智能而言还是难以企及的。

（二）基于多元智能理论的比较

另一种比较分析框架的理论基础是霍华德·加德纳提出的“多元智能理论”。这一理论自 20 世纪 90 年代以来，一直被美国等西方发达国家作为教学改革的重要指导思想。其被学界广为接受的重要智能类型有：语言智能、逻辑—数理智能、空间智能、运动智能、音乐智能、自然观察智能、人际交往智能和内省智能等八种。[3]首先，人类具有良好的语言表达能力，这源于人类丰富的知识储备、广博的人生阅历和深厚的人文底蕴。只有具备深厚的人文积淀，教师才能熟练地驾驭语言，或阐释、或抒发、或鼓励，让学生沉浸其中。[4]而且人类语言智能还体现在对“话语情境”和“言下之意”的引申察觉和领悟上，这一点人工智能甚是欠缺。其次，人类具备抽象的逻辑思维和准确的视觉处理能力。逻辑思维是一项重要的能力，它缘起于人们对客观世界的理解，最终能够导向重大的科学发现。[4]人类能很好地胜任逻辑推理工作，但是在这一维度上，人工智能却更为强大，且更具持续性与稳定性。人工智能基于大数据的强算力，甚至自我学习能力都是以强大的逻辑推理能力为基础。然而人类超越了直线性的逻辑—数理智能，具备更为强大的视觉处理能力，因为人工智能缺少人类所特有的难以解释的直觉能力。第三，人类的空间智能、肢体协调能力和音乐能力具有相对优势，特别是与个体想象力、价值观相关联的音乐能力，人类尤其擅长，音乐家的存在就是人类此类智能成熟的具体体现。第四，人工智能的自然观察智能比人类更为强大和稳定，但是，人类自然观察行为具有主观能动性，以动机、情感和价值观作为内驱力，这一点是人工智能所不及的。最后，人类智能的卓越之处不仅体现在物的创造上，更体现在人与自我、他人和自然的相处上。人类个体具有基于自我意识的内省智能，能够反思自身行为、情感和价值观，能处理好“人—我”关系；人类智能还能处理自己与他人（社会）之间的关系，展示出人际交往智能的优势。

简而言之，人工智能在对知识的收集、整理、传输等技能型操作方面具有巨大优势，而人类在知识的创新，以及情感、价值观等软素养方面占据优势。[5]这就是人工智能与教育融合的现实基础。人类不但要善用自身智能，更要善纳人工智能，以拓展可资利用的智能资源，在教育活动中提升“教育（合）力”，构建理想的教育形态。

二、人工智能与教育融合的理想形态

当前我国教育领域中存在诸多难题亟待解决，譬如：教育资源分配不均、教师队伍水平参差不齐、教育实践应试倾向明显等，打造优质均衡教育的探索一直在进行。通过人工智能与教育的融合，发挥人工智能与人类智能各自优势能够为解决这些困境提供契机。我们认为，人工智能与教育融合所追求的理想形态就是兼具人性化和智慧化特征的智慧教育 2.0。智慧教育指的是依托于教育信息技术所打造的教育信息生态系统，以实现信息技术与教育的深度融合，培育受教育者的智慧。[6]智慧教育的理念对教育实践具有正面的推动作用，但是上述只是智慧教育的第一层次，可以把它称为智慧教育 1.0。而智慧教育 2.0 则更进一步，它依托于人工智能与人类智能的深度融合，精准高效地促进受教育者的个性化成长。智慧教育 2.0 的核心发展就是超越对一般信息技术的整合，直接把高级的信息技术即人工智能完美融合到教育活动中来。由于人工智能发展尚处于弱智能阶段，其发展的具体路径仍需探索，对智慧教育 2.0 的现有认识还处在“盲人摸象”阶段。但是基于现有对教育实践、人类智能和人工智能的反思认识，能够勾勒出人工智能与教育融合后生成的智慧教育 2.0 的初步理想形态。德国社会学家马克斯·韦伯认为，学术研究可以通过梳理看似无序、模糊、似有若无的个别现象，突出强调某些观点，据此形成一种有序、结构化的框架组织，即为“理想型”。[7]本文尝试从教育目标、组织方式、资源配置和技术路径四个维度来建构人工智能与教育融合的智慧教育 2.0 之初步“理想型”。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(一)人工智能与教育融合的智慧教育 2.0 目标将侧重学生软素养培育

把个体成长需求的核心素养分为软、硬两类,只是一种粗线条的宏观区分,可以把学生的读、写、算等直观外显的素养称之为“硬素养”,相对地,把学生的自省能力、坚毅品性、人际能力、领导能力、想象力、创造力、情感力、道德力和合理价值观等称之为软素养。对照 2016 年发布的《中国学生发展核心素养》的“基本要点”和“主要表现描述”,[8]研究发现,在国家厘定的这些“关键的”“高级的”“共同的”[9]素养系列中,大多数素养可以归入“软素养”范畴。由此可知,与传统工业社会重视对学生读、写、算等基本的工作领域需要的硬实力培养不同,软素养是当今社会,尤其是进入人工智能时代的当下教育目标的重点。当前的教育太过强调知识与(考试)技能,工业社会所需的读、写、算培训遮蔽了坚毅品性、人际能力、想象力、创造力、道德价值观等“软素养”的培育,而软素养正是人类区别于人工智能的独一无二的品质。那些耗费大量时间强化的、基于读、写、算的知识记忆和重复性技能,在人工智能时代将会被人工智能轻易取代,因为人工智能不只能做到这些,且比人类更精于此,人工智能完成此类工作会更加精确、快速、稳定,且不知疲倦。所以,人工智能与教育融合的智慧教育 2.0 应把教育的重点放在人类的优势领域,即学生各项软素养的培育上,而把人类智能所不擅长的、做繁重而重复工作所需的硬素养培育放在次要地位,前者将成为智慧教育 2.0 的教育重心。这种教育重心由“硬素养”训练向“软素养” 培育的转变是人工智能时代到来的必然选择,也是人工智能为人类所提供的解放,更是对现有教育所导致的人的不和谐发展进行反思的结果。

(二)人工智能与教育融合的智慧教育 2.0 组织方式将趋向个性化教育

传统或者说现有的人类教学组织方式是批量化生产,同一年龄段学生坐在同一教室里,使用同样的教材和教学资源,由同一位教师按同一个进度来开展教学活动,并使用同一种教学评价工具来衡量学生的掌握程度。这就是夸美纽斯所谓的“班级授课制”,它应人类工厂作业对大量技术型工人的需求而生,具有时代的进步意义,并且这种教学组织方式自身也复制了工厂盛行的批量化生产原理,其最大缺陷就是对受教育者独特性成长需求的漠视。学生成长在不同个体之间,横向上的多元智能组合是不同的,纵向上的各种智能成熟期也不尽一致。特别重要的是,学生在接受正规教育前并不是“白板”一块,个体接受学校教育前的经历以及由经历所导致的“意义生产”即价值观念、道德素养生成等都不尽相同,所以班级授课制可以为工业社会培养技术工人,但对个体的丰满和谐、个性化成长不利。然而个性化教育不只是需求高昂成本,在工业社会也缺乏技术上的支撑。人工智能时代的到来,将为教学组织方式趋向个性化教育提供可能。人工智能可分析每位学生的过程性学习数据,精准鉴别其知识水平、个人偏好、学习需求,据此调整每位学生的学习安排。具体地说,人工智能能够分析学生平时作业、考试等过程性数据,对他们的学情作精准判断。如果学生掌握牢固,便加快速度;如果学生吃力,便放缓进度,并把情况反馈给教师。这意味着批量化生产教育时代的终结,也预示着个性化教育的开始。[10]每一位学生都拥有自己的专属课表和教师, 接受个性化、定制化教育;教育评价也将过程化,考试分数不是学习的唯一目的,知识的创造、共建与分享将成为学习生活中的核心主题。[11]整个学习将实现由标准化学习到非标准化学习的转型, 这对激发学生学习热情、发挥各自天赋、满足多样化成长需求、塑造独特个性具有关键意义。以上就是人工智能与教育融合的智慧教育 2.0 的个性化教育图景。显然,个性化教育的实现是基于人工智能的大数据、强算力、深度学习以及在此基础上的自适应能力等技术之上的。

(三)人工智能与教育融合的智慧教育 2.0 在资源配置上将走向共享教育

我国教育当前所面临的一个重大困境就是非均衡发展,教育发展水平特别是在教育资源配置上存在较大的东西部和城乡差异,二元结构明显。在人工智能时代到来之际,政府提出要在教育资源有限的条件下,通过开发数字教育资源以及提升数字教育服务供给能力等教育信息化手段缩小区域之间的教育差距,从而促进教育公平。[12]在教育资源既定且数量不足的情境下, 合理的资源配置对于实现教育公平至关重要。人工智能具有强大的超越时空阻隔能力,一方面它可以快速组合在各区域分散不均的优势资源。此举既能使教育资源贫乏的学校获益,也能使教育资源丰富的学校受惠,因为即使是集众多优势资源于一身的单所学校自身也无法保证自己所有维度上的教育资源都是最优的,为此需要通过人工智能将各地的优质教育资源整合起来,此为教育资源的共建。另一方面人工智能能够提供智能平台让各地学生拥有同样的教育资源。当前教育资源配置不尽合理,尤其是农村、西部等发展不充分地区,学生享有的优质教育资源甚是不足,智慧平台能让他们同样享有优质教育资源以

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

获得自身的充分发展机会，此为教育资源的共享。教育资源的共建是更好共享的必要前提，我们把人工智能与教育融合的智慧教育 2.0 的资源配置模式统称为共享教育。共享教育使学习的组织形式并不只是局限于学校与课堂，学习可以跨时间、跨场所、跨活动，为校内与校外的学习架起一座桥梁，特别是使不同地域的学生可以在共享教育这一新的教育生态系统中拥有更好、更均衡的学习条件。[13]通过基于人工智能的共享教育，使经济社会发展水平不同区域的学生能够同享优质均衡的教育资源，能推动教育的区域均衡发展，同时，这种教育资源共享还提高了教育资源的利用率。[14]对教育发展而言，提高教育资源的利用率甚至比仅仅扩大教育资源投入更为有效。[15]

（四）人工智能与教育融合的智慧教育 2.0 在技术实现上将采用 O-M-O 模式

O-M-O 概念来自于经济领域，全称是 Online-Merge-Offline，指的是在经济领域，线上、线下边界消失，两者实现完美融合。教育 O-M-O 模式的特点是线上、线下教育得到有机融合，实体教学与虚拟教学的边界消失，双维教学得以实现。这将成为人工智能与教育融合的智慧教育 2.0 的技术实现方式。《第四次革命》一书中提到人类社会中人人都将经历“线上人生”，[16]这在智慧教育 2.0 时代的教育领域将成为现实，人工智能将为此提供坚实的技术基础。O-M-O 教育模式同时实现线上与线下、虚拟与真实双维教学，教学时间更弹性自由，教学空间更开放多元，教学过程更具针对性，因而更高效合理。人工智能线上系统采取网上预订课程，学习者通过智能平台选择教师，足不出户便可享有与各地教师交流的机会，得到一对一的针对性指导。特别重要的是，教育 O-M-O 化能提高学生学习的效率与效果。人工智能技术能在课堂上清晰捕捉到每位学生学到了什么，哪些地方没有听懂、有待加强，更可以基于对学生活动过程中过程性数据的完整捕捉，开展有针对性的线上、线下辅导。[17]而且，随着智能计算芯片技术以超“摩尔定律”速度发展，以仿真教学、沉浸式教学等为主要特征的虚拟课堂也正在逐步实现。[18] 学生在教师基本概念讲解之余，再通过人工智能技术在教室里体验 3D 动态版的课堂，主题小到微生物的衍生、植物的生长、动物的成型，大到地球的形成、太阳系的运行甚至是宇宙的运转。在这种双维度教学中，线上教学为线下教学增添了情境性和趣味性，强化了课程的真实性和延展性；线下教学时教师侧重与学生之间的互相提问、相互启发，引发思考与共鸣，学生不仅学会听和看，更强调自己动手操作，线下教学为线上教学增添了共鸣性和实践性。O-M-O 模式的虚拟教学与真实教学双管齐下，既能培养学生学习的兴趣和热情，也能发展学生的动手、动脑和创新能力，切实提升学习的效率与品质。

三、人工智能与教育融合的双向路径

人工智能与教育融合，这里的“融合”要求人工智能与教育系统即融合双方彼此都朝着提升“教育（合）力”这一方向共同努力，因此，人工智能与教育的完美有机融合，应从人工智能发展与教育系统变革双向路径来探索，这一点更是基于人工智能可能“作恶”及教育实践尚存在诸多问题的考量。简言之，人工智能与教育融合需要人工智能与教育双向的路径。

（一）彰显人工智能技术优势，增强教育人工智能的教育性

在人工智能领域，首先要充分发挥人工智能的大数据、强算力、自适应、自学习等能力在教育教学活动中的优势。人工智能具有强大的数据库，可以随时调取出数据，解答学生的困惑，丰富学生对事物的认识；它也具备自适应能力，在大数据和强算力的基础上，人工智能能根据学生的具体情况对教学活动作出个性化安排；它还具有超强的自学习能力，能快速掌握特定本领。这些技术优势都要在融合过程中得到充分发挥。

其次，要不断提升应用于教育领域的人工智能的教育性，使其能在教育活动的特定环节凸显自身的独特优势。人工智能本质是基于逻辑运算的机器，其与教育融合，人类必须赋予它更多的教育应用价值。例如：根据课堂与教学设计目标三维度的要求，在开发人工智能以实施教学时，需要使其逐渐能够落实在知识学习与技能掌握的同时，努力去凸显情感与价值观培育，并关注学习过程与方法。[19]人工智能在知识技能掌握甚至相关过程与方法方面都有较明显的优势，因为其拥有海量知识储备和学生的过程性学习数据，以及具备运用多元化教学手段因材施教的潜能。在开发教育人工智能时，专家应遵循此理路提升其教育性。另外，人工智能在情感与价值观的传递与培育上存在缺陷，因而，人工智能与教育的融合要求人工智能在情感识别和价值观启迪等功能开发上得到强化。当前人工智能研究人员也正在朝这一方向努力。马文·明斯基在《情感机器》中提到，“本能机”可以利用 if-then-do 条件设置捕捉到人类的情感并做出反应；[20]美国北卡罗来纳州立大学已开发出技术用以识别、收集学生的面部表情，以预测学生的学习结果，并据此

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

调整教学计划。[21]随着时代的不断进步,这些技术将愈发成熟。但是,总体观之,因为机器的简单逻辑理性和价值无涉性,教育领域人工智能的教育性提升进展缓慢。人工智能与教育的融合迫切需要强化提升人工智能的教育性,这也是两者有机融合时具有挑战性的一条重要路径。

(二)重视学生的软素养培育,普及人工智能及其伦理教育

在教育领域,促进人工智能与教育的融合存在以下三条具体路径:首先,教育应在培养目标上侧重于学生软素养培育。人工智能擅长精准、稳定和持续处理与读、写、算相关程序性工作,所以教育实践应把主要精力用在人类优势领域同时也是未来社会更为稀缺的、学生未来幸福生活更为需要的软素养培育上。例如:创造力是一种研发有益于社会的新鲜事物的能力,[22]对其培养是智慧教育 2.0 的重要任务。[23]而根据每位学习者的特点,在学习中启发他们的创新性思维,培养创新性意识,也是现在乃至未来教育的重要关注点。[24]在个体软素养的其他方面,如自省力、坚毅品性、领导力、人际关系智能、情感与价值观等都是教育系统需要关注培育的重点。对学生软素养的培育是教育实践中相对难以实现的任务,但智慧教育 2.0 的软素养转型是社会的需求,也是个体成长和幸福生活的需要。虽然在学生软素养培养上人工智能与人类智能相比具有劣势,但是人工智能与教育的融合也要求教育系统尽可能地利用人工智能现有的教育性来培育学生的软素养。

其次,需要普及人工智能教育,使人工智能走进普通课堂,成为每位学生学习思考的对象,由此学生则能够更好地掌握和利用人工智能,为自己的教育成长服务。新世纪以来,我国已经在着手此项工作。2001 年,中国人工智能教育工作委员会成立;2003 年,教育部将人工智能纳入普通高中信息技术课程范畴;2017 年,国务院发布《新一代人工智能发展规划》,提出为应对人工智能时代的到来,我国需完善人工智能教育体系。[25]关于人工智能教育,我国已经成功迈出第一步,后续的持续普及努力将使广大学生能够拥有更好的人工智能素养,熟练掌握人工智能技术为自己的教育成长服务,还会培养出更多的人工智能高端研发人才,以提升教育领域人工智能的教育性,为人工智能与教育的有机融合提供条件。

第三,教育系统需要研究并实施人工智能伦理教育。人工智能对教育的影响,既有显性的,也有隐性的。显性的有人工智能对教育教学效果的提升等,随着人工智能在教育领域的渗透应用,其隐性的影响不可低估,如人类社会将面临一系列人工智能伦理问题。一方面是个体可能在使用人工智能过程中导致对他人的伦理伤害,如人工智能可能导致学习者隐私泄露等;另一方面是个体对如何应对人类与人工智能之间的关系存在的伦理困惑,这包括了对机器人到底是一种怎样的存在的哲学追问。人工智能时代的到来,将使学生对人工智能的使用成为一种日常生活方式。教育领域开展人工智能伦理教育的相关研究,并有效实施人工智能伦理教育,可有效减少学生在使用人工智能进行学习时可能造成的对他者的伤害,并教会学生妥善处理好自身与另一智能之间的伦理关系。甚至还可以通过为未来的人工智能专家培育应具备的伦理素养,从而限制人工智能未来发展方向,使之不断造福人类,当然包括为更好的教育服务。基于此,研究并实施人工智能伦理教育与上述提到的诸点一起,共同构成了人工智能与教育完美融合的必要路径。

[参考文献]

[1] 玛格丽特·博登. 人工智能的本质与未来[M]. 孙诗惠,译. 北京:中国人民大学出版社,2017:86.

[2] 蔡连玉. 信息伦理教育研究:一种“理想型”构建的尝试[M]. 北京:中国社会科学出版社,2011:60-61.

[3] 吴志宏,郅庭瑾. 多元智能:理论方法与实践[M]. 上海:上海教育出版社,2003:7.

[4] 霍华德·加德纳. 智能的结构[M]. 沈致隆,译. 北京:中国人民大学出版社,2008:98,158,175.

[5] 蒲戈光. 教育的银弹:人工智能环境下未来教育的有效手段[J]. 华东师范大学学报(教育科学版),2017(5):24-25.

[6] 杨时民. 信息时代智慧教育的内涵与特征[J].中国电化教育,2014(1):29-34.

[7] 马克斯·韦伯. 社会科学方法论[M]. 杨富斌,译. 北京:华夏出版社,1999:186.

[8] 核心素养研究课题组. 中国学生发展核心素养[J]. 中国教育学刊,2016(10):1-3.

[9] 褚宏启. 核心素养的国际视野与中国立场:21 世纪中国的国民素质提升与教育目标转型[J]. 教育研究,2016(11):8-18.

[10] 王作冰. 人工智能时代的教育革命[M].北京:北京联合出版公司,2017:56.

[11] 朱永新. 未来学习中心构想[J].教育发展研究,2017(9):3.

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[12] 以教育信息化全面推动教育现代化：刘延东副总理在第二次全国教育信息化工作电视电话会议上的讲话[EB/OL]. [2017-12-17]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_176/201601/t20160122228616.html.

[13] 共享教育将催生新的教育格局[EB/OL]. [2017-12-17]. http://www.edu.cn/xxh/focus/gd/201710/t20171010_1558788.shtml.

[14] 上超望，吴圆圆，刘清堂. 云环境下区域教育资源共享的分层框架设计研究[J]. 中国电化教育，2016(12)：67-72.

[15] HANUSHEK E A. The economic impact of educational quality[M]. Cheltenham：Edward Elgar Publishing，2015：6-19.

[16] 卢西亚诺·弗罗里迪. 第四次革命[M]. 王文革，译. 杭州：浙江人民出版社，2016：65.

[17] 李开复：AI 将辅助 OMO 击穿产业发展壁垒，赋能交通、新零售和教育[EB/OL]. [2017-12-17]. http://www.sohu.com/a/210269820_131976.

[18] 陈凯泉，沙俊宏，何瑶，等. 人工智能 2.0 重塑学习的技术路径与实践探索[J]. 远程教育杂志，2017(5)：48-49.

[19] 王荣生. 从“三个维度”把握语文课程与教学目标[J]. 上海教育科研，2003(11)：69-70.

[20] 马文·明斯基. 情感机器[M]. 王文革，程玉婷，李小刚，译. 浙江：浙江人民出版社，2016：21-24.

[21] VAIL A K，GRAFSGAARD J F，BOYER K E，WIEBE E N，LESTER J C. Predicting learning from student affective response to tutor questions[M]//MICARELLI A，STAMPER J，PANOURGIA K. Intelligent tutoring systems. Cham：Springer，2016：154-164.

[22] 卢克·多梅尔. 人工智能：改变世界，重建未来[M]. 赛迪研究院专家组，译. 北京：中信出版集团，2016：172.

[23] 安娜·克拉夫特. 创造力和教育的未来[M]. 张恒升，译. 上海：华东师范大学出版社，2013：9.

[24] DAI D Y，SHEN J L. Cultivating creative potential during adolescence：developmental and educational perspectives [J]. The Korean journal of thinking and problem solving，2008，18(1)：83-92.

[25] 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知 [EB/OL]. [2018-01-17]. http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2017/201707/t20170721_134157.htm.

Study on the Integration of Artificial Intelligence and Education: A Programmatic Exploration

CAI Lianyu，HAN Qianqian

(Institute of Education Science，Zhejiang Normal University，Jinhua Zhejiang 321004)

[Abstract] The integration between artificial intelligence and education can promote "educational force". The realistic foundation of that integration is the mutual growth of artificial intelligence and human intelligence. Smart Education 2.0，which is the ideal form of the integration of artificial intelligence and human intelligence，focuses on the cultivation of students´ soft literacy in educational objectives，personalized education in organization，co-construction and sharing in resources allocation and O-M-O teaching in technical implementation. It is necessary to take full advantage of artificial intelligence to realize the integration of artificial intelligence and education，especially the educational value of artificial intelligence in the field of education. Moreover，the focus of education should be transformed to the cultivation of soft literacy，and artificial intelligence and its ethical education should be popularized as well.

[Keywords] Artificial Intelligence; Educational Integration; Smart Education; Smart Education 2.0; Realistic Foundation; Ideal Form; Double Routes

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI:10.13811/j.cnki.eer.2019.07.003

智能教育时代下人工智能伦理的内涵与建构原则

杜 静, 黄荣怀, 李政璇, 周 伟, 田 阳

(北京师范大学 智慧学习研究院, 北京 100875)

[摘 要] 在智能教育时代,人机如何共处是人工智能伦理建构的关键。文章首先从技术悖论视角,厘清当前人工智能应用于教育在技术滥用、数据泄露、智能教学机器的身份与权力边界等方面存在的伦理挑战与困境;其次,利用内容分析法,结合多国与国际组织政策文件,对人工智能伦理相关的伦理要素进行分析与抽取,发现政府、高校、国际组织文件中多次提到的价值、人类利益、安全、隐私、责任等关键要素;最后,基于人机共处的考量,结合人工智能在教育领域的应用现状和伦理关键要素,归纳分析出智能教育伦理需遵循的原则,包括问责原则、隐私原则、平等原则、透明原则、不伤害原则、非独立原则、预警原则与稳定原则。

[关键词] 智能教育; 人工智能; 机器伦理; 国际政策; 原则; APETHICS 模型

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 杜静(1989—),女,湖北武汉人。博士研究生,主要从事适应性学习支持服务研究。E-mail:dujing@mail.bnu.edu.cn。黄荣怀为通讯作者,E-mail:huangrh@bnu.edu.cn。

科学技术的发展与伦理密不可分。人工智能技术带来便捷的同时,也衍生出了复杂的伦理、法律和安全问题, 需要相关的规范制定者和执行者提前布局,审慎应对。在教育领域,一方面,人们期待人工智能进一步促进教育的发展,如支持个性化学习、提供教学适切服务等,且伴随着人工智能进入高中课本,中国的人工智能教育已经正式进入基础教育阶段。在人工智能技术领先的美国,从 2018 年秋季开始,匹兹堡蒙托学区也启动了全美第一个人工智能公立学校项目。另一方面,随着智能教育应用的广泛开展,教育工作者尝试通过“先进技术”解决教学难题,在这过程中隐含一系列伦理道德的问题,如知识产权保护、隐私泄露、学术不端等,这使人们开始反思不当使用“先进技术”会造成什么负面影响,进而衍生出“人工智能进入教育后,人机如何共存”的社会问题。国际上已经开始关注人工智能教育应用过程中存在的伦理问题,然而当前关于此领域的研究仍处在探索早期。为此,本文从技术悖论现象的视角,深度剖析人工智能应用于教育的伦理困境,结合国际案例剖析了人工智能教育应用面对的伦理挑战,并基于国内外人工智能领域伦理问题的国家政策,提出智能教育伦理建构原则,以期为人工智能教育应用和发展提供伦理依据和启发性思考。

一、智能时代的伦理议题

自 1956 年,在美国达特茅斯(Dartmouth)会议上确定人工智能(Artificial Intelligence,简称 AI)这一术语,经过 60 多年的发展,该技术已在图像识别、机器视觉、自动驾驶、安防等领域的发展取得较大进展。在发展的过程中由于缺乏关乎伦理道德的考量,引发了一系列的问题,这使得越来越多的行业专家开始反思智能时代人机如何共处。

伦理一词在中国最早出现在《礼记·乐记》:“凡音者,生于人心者也;乐者,通伦理者也”,译为一切音乐

基金项目:教育部科技司委托项目“中国智能教育推进路径研究”(项目编号:教技司[2018]477 号);江苏高校哲学社会科学研究基金项目“混合学习的学习交互性社交研究”(项目编号:2017SJB0573)

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

都产生于人的内心，乐与事物的伦理相同。乐与礼的关系，在《礼记》中指的也就是文艺与社会伦理道德的关系[1]。剑桥大学哲学词典（The Cambridge Dictionary of Philosophy）指出，“伦理”（Ethics）一词，广义上指“道德”，狭义上常被用来表示某一特定传统、群体或个人的道德原则[2]。伦理学试图通过定义诸如善与恶、对与错、美德与罪恶、正义与犯罪等概念来解决人类道德问题，常常与道德心理学、描述性伦理、价值理论等领域的研究有关[3]。综上所述，多数研究主要从政治、道德等方面探讨伦理的内涵，集中于人、社会、自然间伦理关系的阐述。因科技的进步与发展，智能机器与人类生活愈发密切，我们需要进一步审视人与智能机器的伦理关系。由此归纳在智能时代伦理的应有内涵，指在一定社会历史条件下，为解决人、社会、自然与智能机器的和谐共处问题，通过制定相关原则、标准和制度，促进人、社会、自然和智能机器的和谐共处，涉及道德、社会制度、法律等领域。伦理研究的本质应是一个不断完善的道德实践过程。

二、技术悖论视角下人工智能应用于教育的伦理困境审视

辩证唯物主义认识论是技术辩论的思想来源，辩证唯物主义告诉我们事物是普遍联系与存在矛盾的，看待事物的发展需要把握好两点论[4]，即要同时关注事物发展过程中的正面与反面。早在19世纪中期，马克思就认识到技术悖论对人类社会产生的双面影响，他指出：“在我们这个时代，每一种事物都包含有自己的反面。我们看到，机器具有减少人类劳动和使劳动更有成效的神奇力量，然而却引起了饥饿和过度的疲劳。技术的胜利，似乎是以道德的败坏为代价换来的。”[5]人工智能技术的发展亦符合技术悖论现象，我们必须正视人工智能为教育领域带来的种种福利，如支持个性化学习、提供学习过程适切服务、提升学业测评精准性、助力教师角色变化等[6]，也不可否认在人工智能技术应用过程中由于伦理制度的缺失、公众道德素质与文化素养的不足以及政策法规的滞后与不完善等引发的伦理问题。

（一）技术滥用引发的不端行为

或许人工智能技术并不像人类想象的那样美好，在应用的过程中仍旧潜藏着一定的危险。在Nature评论上，2018年4月25日17位来自杜克大学、斯坦福大学、哈佛大学等诸多高校的教授和科学家联合发表文章，指出现在需要对培养人脑组织的行为作出伦理反思，并提出亟须建立伦理道德框架以应对这一难题[7]。剑桥大学、牛津大学与耶鲁大学的学者认为，在未来5到10年人工智能系统可能催生新型网络犯罪、实体攻击和政治颠覆，设计这项技术的人需要做更多的事情来降低技术被误用的风险，此外，政府必须考虑制定新的法律[8]。除此之外，技术滥用还有可能引发学术不端现象。Ikanth & Asmatulu指出，智能手机是如今最为普遍的作弊工具，大约70%的学生承认他们在考试、作业、团队任务、报告和论文的写作过程中使用各种高科技设备，比如iPad等进行过作弊行为[9]。从社会现象来看，由于目前社会对伦理问题的认知不足以及相应规范准则的缺失，设计者在开发人工智能教育产品时并不能准确预知可能存在的风险，人工智能与教育的深度融合趋势明显，必须考虑更深层的伦理问题，从而使人工智能教育应用产品的设计目标与更好地服务学习者的初衷相符。

（二）数据泄露引发的隐私担忧

如今教学系统功能愈发智能和丰富，不仅仅可以通过指纹、人脸、声音等生理特征识别用户身份，还能够搜集和记录环境信息。Inayay开发出可实时监控学生课堂活动的定位系统和学习行为可视化系统，并已将该系统应用于132名师生[10]。课堂环境中的温度、湿度和二氧化碳浓度严重影响了教师和学生的学习效率，并影响师生的身体健康，为此有研究者设计了一套基于蓝牙的课堂环境实时监测系统[11]。此外，还可以利用智能运动设备，如智能手环、智能肺活量等测评工具，深度采集学生健康数据，从而发现学生在体质、运动技能、健康程度等方面的问题[12]。智能系统掌握了大量的个人行为信息，如果缺乏隐私保护，就可能造成数据泄露。如果这些数据使用得当，可以提升学习服务的支持效果，但如果某用户出于某些目的非法使用行为信息，会造成隐私侵犯，甚至是违法事件。因此，设计智能系统时需要纳入隐私保护功能。

（三）智能教学机器的身份与权力边界

智能教学机器为一对一学习支持服务的实现提供了可能，可以针对不同的学生采用不同的教学方法，激发学习兴趣，从而提升学习者的学习表现。如果长时间让学生和智能教学机器待在一起，这些机器是否会取代教师的身份？人机交互过多是否会使学生出现社交障碍？欧盟已经在考虑要不要赋予智能机器人“电子人”的法律人格[13]，这意味着机器人也具备了合法身份，很难确定机器人享有的权利以及能否履行义务，并对其行为负责。随着智能教学机器的功能越来越强大，它在教学的过程中到底应该扮演一个怎样的角色。此外，在机器被赋予决策权后，智能教学机器在

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

何种情境下辅助学生学习才能够帮助学生达到更好的学习效果。在平板上记笔记的学生在概念性问题表现上比普通书写方式记笔记的学生差,在平板上记笔记的学生虽然花了更长时间记笔记且覆盖了更多内容,但因为借助科技而被动不走心的记忆几乎把这些好处抵消掉了[9]。这些研究表明,技术不如教师具有亲和力,在某些时候技术的使用会降低学习者的学习体验。

三、国际人工智能伦理研究概况

一些国家相继成立了人工智能伦理研究的各类组织和机构探讨人工智能引发的伦理问题,如科学家组织、学术团体和协会、高校研发机构,还有国家层面的专业性监管组织。这些国际政策将为人工智能教育应用的伦理模型构建提供理论依据。

(一)多国人工智能伦理政策研究动态

研究样本选取包括美国、英国、德国、中国在内二十余国的人工智能政策文件,检索截止时间为 2016 年 1 月至 2018 年 8 月,搜索源为各国政府网站,搜索关键词为 Artificial Intelligence 或者 AI。再对下载的文件进行二次检索,关键词为 ethics 或 ethic。如遇有的国家直到 2018 年 5 月也无相关文件公开发布,则将最新一次召开的人工智能会议记录下来,以此作为该国人工智能研究进展,如突尼斯对人工智能的研究起步较晚,于 2018 年 4 月刚召开完第一次人工智能会议,在本次统计中同样进行记录。在对各国政策文件进行了内容抽取后,绘制了人工智能国家政策概览,如图 1 所示。

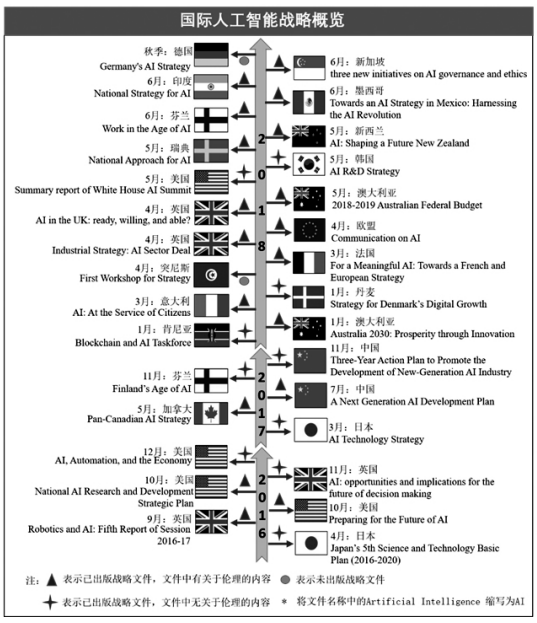


图 1 多国人工智能战略研究概览

各国对人工智能的关注持续升温,在该领域的战略研究主要集中在科学研究、人才培养、技能培训、伦理与安全、标准与法规、基础设施建设等方面。美国、英国、日本对人工智能的研究关注较早,政府已出版多份人工智能战略文件。英国已出版四份战略文件来阐述未来将会如何规范机器人技术与人工智能系统的发展,以及如何应对其发展带来的伦理道德、法律及社会问题,包括《人工智能:未来决策制定的机遇与影响》(Artificial Intelligence: Opportunities and Implications for the Future of Decision Making)、《机器人技术和人工智能》(Robotics and AI: Fifth Report of Session 2016—2017)、《人工智能行业新政》(Industrial Strategy: AI Sector Deal)和《英国人工智能调查报告》(AI in the UK:Ready,Willing,and Able)。美国于 2016 年连续发布三份报告,为美国的 AI 战略奠定了基础,包括《为人工智能的未来做好准备》(Preparing for the Future of Artificial Intelligence)、《国家人工智能研究和发展战略计划》(National AI Research and Development Strategic Plan)、《人工智能、自动化与经济报告》(AI,Automation,and the Economy),之后于 2018 年 5 月,白宫邀请了业界、学术界和部分政府代表参加了一场人工智能峰会,并发布人工智能业界峰会总结(Summary Report of White House AI Summit)。而肯尼亚、德国对人工智能战略研究起步较晚,德国计划在 2018 年秋季发布国家人工智能战略,但目前还不清楚该战略将关注哪些方面。肯尼亚政府于 2018 年 1 月宣布将成立一个新的 11 人特别工作组,该小组的任务是制定鼓励开发和采用如区块链和人工智能等新技术的国家战略[14]。在芬兰、美国、英国等国的战略文件中,已明确提出将关注人工智能引发的伦理问题。

从世界各国政策文件看,发达国家对人工智能各方面关注较为全面,尤其是将伦理问题上升到了一定的高度,而发展中国家更多的是关注人工智能的技术应用和未来的商业价值等。由此,发达国家的人工智能政策虽然值得借鉴,但是在伦理研究方面各国仍处于早期状态,这对人工智能发展也有一定的制约作用。

(二)国际组织人工智能伦理研究动态

除了国家层面关注人工智能的伦理问题研究,一些传统的国际性组织和高校也开始关注人工智能治理的问题,见表 1。2016 年 12 月和 2017 年 12 月,标准制定组织 IEEE(Institute of Electrical and Electronic Engineers,美国电气和电子工程师协会)发布《合伦理设计(第一版)》和《合伦理设计(第二版)》,并首次在

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

报告中考虑人类生存幸福感(Well-being)的问题,由IEEE下属各委员会共同完成的文件为人工智能的全球治理提供了重要参考。UNESCO(United Nations Educational,Scientific,and Cultural Organization,联合国教科文组织)和COMEST(World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology,世界科学知识与技术伦理委员会)多年来连续多次联合发布报告,就机器人应用过程中的伦理问题展开了讨论,包括伦理困境、如何保证创新是符合伦理的,如《COMEST机器人道德报告》[15],这对世界各国的人工智能监管具有重要指导意义。此外,EURON(European Robotics Research Network,欧洲机器人研究网络)也曾对下一代人形机器人发展过程中涉及的技术二重性等伦理问题进行简要概述[16]。斯坦福大学的"人工智能百年研究项目"计划"针对人工智能在自动化、国家安全、心理学、道德、法律、隐私、民主以及其他问题上所能产生的影响,定期开展一系列的研究。"该项目的第一份研究报告《人工智能2030生活愿景》已经于2016年9月发表。卡内基梅隆等多所大学的研究人员联合发布《美国机器人路线图》,以应对人工智能对伦理和安全带来的挑战。来自行业和学术界包括牛津大学、剑桥大学、新美国安全中心(CNAS,Center for A New American Security)的人工智能专家撰写《恶意使用人工智能风险防范:预测、预防和消减措施》,调查了人工智能恶意使用的潜在安全威胁,并提出了更好的预测、预防和减轻这些威胁的方法[8]。

多国政策主要集中于人工智能对工业生产、经济、文化、社会、国防安全等方面带来的颠覆性影响,但又有不同的侧重点。美国与中国强调人工智能技术的发展,如美国关注人工智能的研发生态、人才培训战略、行业应用与国防安全,中国关注研发、工业化、人才发展、教育和职业培训、标准制定和法规、道德规范与安全等各个方面的战略;日本和印度关注人工智能在具体领域的应用,如日本关注人工智能在机器人、汽车等领域的落地,印度聚焦于人工智能在健康护理、农业、教育、智慧城市和基础设施与智能交通五大领域的应用;欧盟对人工智能伦理问题的研究更为关注,正在研究人工智能伦理框架。这些文件中有关伦理的研究为厘清人工智能融入教育所带来的伦理问题提供借鉴和参考。

四、面向智能教育的人工智能伦理建构原则

现代科学技术在给教育带来便利的同时,也使广大的教育工作者和学习者不得不置身于伦理困境之中。国际政策关于人工智能伦理问题的研究为智能教育伦理建构原则的提出奠定了坚实的政策基础和前瞻性认识。

(一)有道德人工智能的特征

科学研究无法脱离特定历史时期对技术研究的价值取向,每一次的科学研究都蕴含着研究主体对技术手段、研究方向和研究方法的选择,科学技术产生的社会作用越大,与伦理的关系也将越来越紧密。人工智能技术的快速发展,也必然引发社会的担忧。有学者曾经提出,判定人工智能程序是否是符合伦理道德的初步设想,见公式(1)[17]。该学者认为,有道德的人工智能研究需要从人工智能技术的发展逐步过渡到有道德地使用人工智能,但该学者并未明确指出怎样的用户行为属于有道德的使用人工智能。

$$\text{AI research is ethical} \equiv \text{AI research} \rightarrow \text{ethical AI} \quad \text{公式(1)}$$

那么人工智能技术的发展是否有道德规范可循?早在1942年,艾萨克·阿西莫夫(Isaac Asimov)提出了以"不得危害人类"为核心的"机器人三原则"(The Three Laws of Robotics)(包括:机器人不得伤害人类

表1　国际机构和高校人工智能伦理研究概览

机构或高校名称	报告名称(英文)	报告名称(中文)	时间
牛津大学、剑桥大学、新美国安全中心等机构联合发布	The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation	恶意使用人工智能风险防范:预测、预防和消减措施	2018.2
IEEE	Ethically Aligned Design Version 2	合伦理设计(第二版)	2017.12
UNESCO & COMEST	Report of COMEST on Robotics Ethics	COMEST机器人道德报告	2017.9
Future of Life Institute(生命研究院)	Asilomar AI Principles	阿西洛马人工智能原则	2017.2
IEEE	Ethically Aligned Design Version 1	合伦理设计(第一版)	2016.12
卡内基梅隆大学等多所大学联合发布	From Internet to Robotics: A Roadmap for US Robotics	美国机器人路线图	2016.11
斯坦福大学	Artificial Intelligence and Life in 2030	2030人工智能与生活前景	2016.9
EURON	Roboethics Roadmap	机器人伦理路线图	2006.3

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

个体，或者目睹人类个体将遭受危险而袖手不管;机器人必须服从人给予它的命令,当该命令与第一定律冲突时例外;机器人在不违反第一、第二定律的情况下要尽可能保护自己的生存)[18]。三定律针对机器人和人两大主体规定了机器人的行为规则,但该定律并未给出有关于人类和机器人的明确的、统一的定义。在 1983 年,他又在此基础上添加了零原则,即机器人必须保护人类的整体利益不受伤害,其他三条定律都是在这一前提下才能成立[19]。新“机器人三原则”被认为是人类对人工智能伦理道德反思的开端。

(二)人工智能伦理关键要素分析

在搜集国际人工智能政策文件的基础上，利用内容分析法对相关文件中的伦理要素进行了提取,见表 2。政府、高校、国际组织均尝试对人工智能的伦理问题进行探讨,从伦理相关要素看,均对人工智能立法、安全、责任认定等有着一致性,但也有差异问题。政府希望通过制定法律保护公民的权益,如个人隐私、明确责任主体;国际组织更加强调人工智能社会价值的探讨,如人类利益、机器意识等关键词多次出现;高校则结合实际问题提出了应对人工智能风险问题。除此以外,有研究者指出,引入智能机器带来的全球性的社会和伦理问题可总结为技术的二元性、技术产品的人格化、技术沉迷、数字鸿沟、数字资源公平享有权、技术对全球财富和权力的影响、技术对环境的影响[20]。工程公司美国理事会伦理守则(American Council of Engineering Companies Ethical Guidelines)还指出,安全性和可靠性也是人造产品需要考虑的道德因素[21],同时,还要注意人权[22]、责任权、公正权、正义、非歧视原则、知情权、社会责任、平等权。

(三)智能教育伦理的建构原则

由于人工智能的交叉性,人工智能可与其他应用伦理学共享问题和解决方案,如计算机伦理、信息伦理、生物伦理学、技术伦理和神经伦理学。计算机和信息伦理学已发展出了名为 PAPA 的道德准则,即隐私权(Privacy)、准确性(Accuracy)、所有权(Property)、易获得性(Accessibility)[23]。为此,在参照 PAPA 模型的基础上,基于对人工智能伦理的相关要素分析,立足人工智能在教育领域的应用现状，从人机共存角度,抽取与学生发展密切相关的要素，涉及明确责任主体、保护人类隐私、不偏见不歧视、决策透明化、保护人类利益不受侵害、提前预警危险行为、系统稳定可控等多个方面,最终归纳出面向智能教育的人工智能伦理建构模型，即问责原则(Principle of Accountability)、隐私原则(Principle of Privacy)、平等原则(Principle of Equality)、透明原则(Principle of Transparency)、不伤害原则(Principle of Noharm)、身

表 2　伦理的相关要素

类别	来源	报告名称(中文)	伦理相关要素
政府	美国	人工智能行动法案	借助算法消除歧视;机器的责任
	美国	为人工智能的未来做好准备	公平、安全与伦理;人工智能的安全与可预测性
	英国	人工智能:未来决策制定的机遇与影响	个人隐私;知情权;由人工智能进行决策的问责概念和机制;算法偏差导致的偏见风险
	中国	新一代人工智能发展规划	追溯和问责;人工智能法律主体及相关责任;人工智能产品设计人员的道德规范和行为准则;人工智能的法律法规
国际组织	IEEE	合伦理设计(第二版)	人类权力;优先考虑人类幸福感;问责原则;透明原则;技术滥用意识
	UNESCO & COMEST	COMEST 机器人道德报告	人权;“不伤害”原则;问责原则;善行原则;正义原则;自主权;保护隐私
	生命研究院	阿西洛马人工智能原则	安全性;故障透明性;司法透明性;责任;价值归属;人类价值观;个人隐私;自由与隐私;分享礼仪;共同繁荣;人类控制;非颠覆
	EURON	机器人伦理路线图	技术二重性;机器格化;人机关系的人性化;技术沉迷;数字鸿沟;技术资源获取的非平等性;技术对全球权力与财富分配的影响;技术对环境的影响
	IEEE	合伦理设计(第一版)	保护人类利益原则;问责原则;透明原则;机器人的教育与意识
高校	卡内基梅隆大学等多所大学联合发布	美国机器人路线图	安全;可靠性;隐私
	斯坦福大学	2030 人工智能与生活前景	数据安全与隐私;完善人工智能法律与政策体系
	牛津大学、剑桥大学、新美国安全中心等机构联合发布	恶意使用人工智能风险防范:预测、预防和消减措施	黑客攻击;深度学习的“黑箱”决策过程;相关用户的行为约束

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

份认同原则(Principle of Identity)、预警原则(Principle of Precaution)、稳定原则(Principle of Stability),概括为“APETHICS”模型,如图 2 所示。需要说明的是,取单词 Caution 首字母 C 代表预警原则,其余均取单词首字母表示各原则,缩写字母 A 在本模型中代表问责原则,也可以看作为 Artificial Intelligence 中 Artificial 的首字母,P 在本模型中代表隐私原则,也可以看作为“+”(Plus),其余的取单词首字母,恰好为伦理“Ethics”一词,合并后为 A(rtificial Intelligence) & P(lus) & Ethics。以下将对原则进行具体解读:

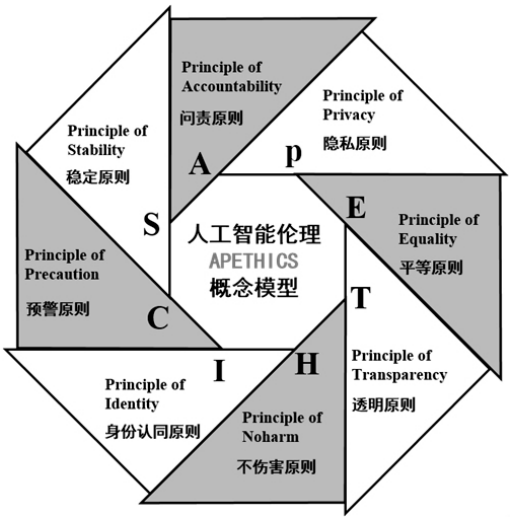


图 2 智能教育伦理“APETHICS”模型

1. 问责原则(Principle of Accountability)

“问责原则”主要是指明确责任主体,建立具体的法律明确说明为什么以及采取何种方式让智能系统的设计者和部署者承担应有的义务与责任。问责是面向各类行为主体建立的多层责任制度。然而,分清楚责任人是极具挑战性的,例如,在自动驾驶汽车独立作出智能决策导致伤害发生的情况下,谁应当为自动驾驶汽车发生的故障和事故负责的问题,是应该由司机、自动汽车生产者或是人工智能系统设计公司来承担法律责任?在这里还难以作出明确的判断。《为人工智能的未来做好准备》提出了一般性的应对方法,强调基于风险评估和成本收益原则决定是否对人工智能技术的研发与应用施以监管负担[24]。在 UNESCO 和 COMEST 联合发布的《Report of COMEST on Robotics Ethics》中尝试明确责任主体[15],见表 3。在追责政策制定不完善、主体责任不明确、监督责任不到位、伤害人类行为多发频发等问题发生时起到一定的缓解作用,以问责倒逼责任落实,落实科学家、设计者、政策制定者、使用者的各级责任,争取做到“失责必问、问责必严”。

2. 隐私原则(Principle of Privacy)

《辞海》将隐私定义为公民依法享有的不公开与其私人生活有关的事实和秘密的权利。《世界人权宣言》曾经明确规定,“任何人的私生活、家庭、住宅和通信不得任意干涉,他的荣誉和名誉不得加以攻击”[25]。在人工智能时代,“隐私原则”更强调人们应该有权利存取、管理和控制智能机器产生的数据,以确保机器不会向任何未经授权的个人或企业提供用户信息。如今,我国有关如何在人工智能时代保护学习者隐私不受侵害的法律还不健全,关于何为侵犯隐私、何种行为侵犯隐私、如果侵犯如何处罚的相关法律仍缺失,倘若学习者隐私受到侵害也无法找到合适的解决途径。国外的人工智能研究人员已经在提倡如何在深度学习过程中保护个人隐私[26]。人工智能时代为学习者隐私保驾护航,将是促进社会和谐发展与长足进步的不可或缺因素。

3. 平等原则(Principle of Equality)

“平等原则”指杜绝因算法偏差导致的算法歧视现象。基于种族、生活方式或居住地的分析是对个人常态数据的分析,该种算法风险可以避免,而“算法歧视”的实质是用过去的数据预测用户未来的表现,如果用过去的不准确或者有偏见的数据来训练算法,得出的结果肯定也是有偏见的。不少研究者坚持,数字不会说谎,可以代表客观事实,甚至可以公平地为社会服务。但是,已有研究发现,建立在数据基础之上的算法系统也会犯错、带有偏见,而且比以往出现的数字歧视更加隐秘。亚马逊尝试了价格歧视,这意味着不同的消费者购买同一件商品的价格不同[27]。为消除

表 3 机器决策、人类行为与责任主体关系

由机器作出的决策类型	人类参与的行为	技术的定位	责任方	需要遵守的规则
根据预定设计严格标准,在有限的范围内作出选择	在法律框架内实施标准	只涉及机器:确定的算法或机器人	制作者	合法的(标准;本国或国际的法律)
根据预先设定的政策,在一系列的预选中灵活选择	将决策权授予机器人	只涉及机器:基于 AI 的算法或具有认知能力的机器人	设计者、制造商、卖家、用户	为工程师和用户设定的用户守则;预警原则
通过人机交互作出选择	人类控制机器的选择	机器引发严重有害或致死的行为时,人类有能力控制机器	全人类	伦理道德

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

该风险，数据人员应该确定数据中存在的某种偏差，并采用相应的策略评估该偏差带来的影响。

4. 透明原则(Principle of Transparency)

“透明原则”指明确说明使用了哪些算法、哪些参数、哪些数据实现了什么目的，机器的运作规则和算法让所有人都能够明白。机器需要了解学习者的行为以作出决策，所有人包括学习者也必须了解机器是如何看待自己和分析自己的处理过程。如果学生个人画像不正确，却无法纠正，该怎么办？当系统搜集学生的信息，却得出错误的结论，该怎么办？目前被广泛讨论的是深度学习的“黑箱”决策过程，它拥有更多的自主决策权，许多研究者试图打开这个“黑箱”。如利用反事实调查的人工智能神经科学工具理解这种黑箱[28]。这种迫切性不仅出自科学[29]。美国国防高级项目研究计划局（The Defense Advanced Research Projects Agency，简称 DARPA）为名为“可解释 AI”(Explainable AI) 的新计划投入了 7000 万美元，旨在对支撑无人机与情报挖掘行动的深度学习作出解释[30]。伦理和设计往往息息相关，人工智能开发必须警惕社会和文化偏见，确保研究具有普适性的算法，消除算法歧视存在的可能空间。

5. 不伤害原则(Principle of Noharm)

“不伤害原则”也可以理解为 Principle of Do Not Harm，指必须阻拦机器的无意识行为对人类造成的伤害，任何情况下，不区别对待文化、种族、民族、经济地位、年龄、区域等因素，都要维护人类的权益，不得侵害人类权益。利弊相生，人工智能技术的二重性在给人类的生活和生产带来便利的同时，也会因技术运用不当给人类带来毁灭性的灾难。Google 团队对 DeepMind 人工智能系统进行行为测试，通过设计“搜集水果游戏”和“群狼狩猎游戏”来模拟当多个 DeepMind 人工智能系统具有相似或冲突的目标时，是内斗还是合作。初步的研究结果表明，机器人以及人工智能系统具有“杀手潜能”，它们并不会自动地将人类的利益放在“心”上[31]，设计算法的技术人员需要考虑人性的因素。

6. 身份认同原则(Principle of Identity)

“身份认同原则”指明确智能机器的“社会身份”，从而规范其权利与义务。例如，是否该赋予机器人公民身份与人的权利。智能机器是世界物质组成的一部分，非独立存在，智能机器的身份问题日益重要。人工智能融入教育，已经开始影响现存的人类社会结构，人—社会—自然三元社会正在逐渐地向人—社会—自然—智能机器四元社会发展。无论是先秦的“天人合一”论，还是宋明的“万物一体”论，都强调人与人、人与物、人与社会以及人与自然的整体性、和谐性、统一性关系[32]。在人工智能时代，需要强调的是，人与人、人与智能机器、人与社会、人与自然、机器与自然的整体性、和谐性与统一性，为此需要确立人工智能在教育中的定位，以保障技术、教师、学生、环境之间的平衡。

7. 预警原则(Principle of Precaution)

“预警原则”强调当机器出现危害人类的行为时，采取行动避免伤害，因此，人类需要对机器的行为进行监管，并开发相应的预警技术。危害人类和环境的行为包括：威胁人类的生命；严重的或者不可逆的伤害人类权益的行为[33]。谷歌和牛津大学联合发起的人工智能系统“自我毁灭装置”(Kill Switch)研究项目，这个装置能够让人工智能系统处于不间断的人类监管干预之下。通过算法和功能，让人工智能系统摆脱不良行为，杜绝危害人类行为事件的发生。

8. 稳定原则(Principle of Stability)

“稳定原则”指系统算法稳定且一致，系统不出现不必要的行为或者功能上的非一致性和异常结果。人工智能系统应确保运行可靠安全，避免在不可预见的情况下造成伤害，或者被人恶意操纵，实施有害行为。如果我们希望利用技术来满足人类的需要，人类就必须更深入地理解和尊重机器，从而更好地发挥智能机器的作用。需要指出的是，对于知识创造性的工作，比如医疗、教育培训中具有高度“不确定性”的工作，其承担者则非人类莫属。

五、总结与展望

将人工智能广泛而有效地应用于教学，是未来学校教育发展的必然趋势，具有更强的灵活性、包容性、个性化的人工智能技术可以助力重塑学校教育，进一步提升教学的效果、效率和效益，以适应现代信息化、数字化、智能化的学习型和创新型社会的需要，同时，为教育 2030 的实现提供强有力的智力支持。在预见人工智能技术巨大潜能的同时，也不可忽略道德规范、产品标准和安全规范的社会呼吁和学术研究。对待人工智能，我们仍旧应当保持“乐观>焦虑”的态度，让人工智能始终服务于我们的工作和生活，形成造福社会、推动发展、助力改革的无尽活力。本文深度剖析人工智能教育应用的伦理困境，试图通过人工智能教育应用伦理的“APETHICS”模型与建构原则，厘清人工智能教育应用的价值观念、社会责任。在今后的研究中，需进一步细化概念模型中包含的原则。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[参考文献]

[1] 张恩普.《礼记·乐记》文学批评思想探讨[J]. 古籍整理研究学刊,2006(1):35-37.

[2] AUDI R, AUDI P. The cambridge dictionary of philosophy[M]. United Kindom: Cambridge University Press,1995.

[3] Wikipedia. Ethics[EB/OL]. (2001-12-19) [2018-07-13]. https://en.wikipedia.org/wiki/Ethics#cite_note-2.

[4] 张源东.社会技术与社会技术悖论浅析[J].学理论,2018(4):79-81.

[5] 马克思,恩格斯.马克思恩格斯选集:第 1 卷[M].北京:人民出版社, 1972.

[6] 刘德建,杜静,姜男,等.新一轮人工智能融入学校教育的趋势分析[J]. 开放教育研究,2018,24(4):33-42.

[7] FARAHANY N A, GREELY H T, HYMAN S, et al. The ethics of experimenting with human brain tissue [J]. Nature, 2018, 556 (7702):429-432.

[8] BRUNDAGE M, AVIN S, CLARK J, et al. The malicious use of artificial intelligence: forecasting, prevention, and mitigation[EB/OL]. (2018-02-01) [2018-07-13]. https://maliciousaireport.com/.

[9] IKANTH M, ASMATULU R. Modern cheating techniques, their adverse effects on engineering education and preventions [J]. International journal of mechanical engineering education, 2016, 42(2):129-140.

[10] INAYAT I. Real-time student visualization system in classroom using RFID based on UTAUT model [J]. International journal of information and teaching technology, 2017, 34(3):274-288.

[11] PENG K, CHEN J. A classroom environment monitoring system based on bluetooth [J]. Electronic science & technology, 2017,30 (2):123-129.

[12] 余胜泉. 人工智能教师的未来角色[J]. 开放教育研究,2018,24(1):16-28.

[13] GUGARDIAN. Give robots 'personhood' status, EU committee argues[EB/OL]. (2017-01-12) [2018-07-13]. https://www.theguardian.com/technology/2017/jan/12/give-robots-personhood-status-eu-committee-argues.

[14] WALLSTREET K. Kenya govt sets blockchain & artificial intelligence taskforce! [EB/OL] (2018-01-16) [2018-07-13] https://kenyanwallstreet.com/kenya-govt-sets-blockchain-artificial-intelligence-taskforce/.

[15] UNESCO & COMEST. Report of COMEST on robotics ethics [R]. Praris: UNESCO, 2017.

[16] VERUGGIO G. The EURON roboethics roadmap: HR 2007: proceedings of international conference on humanoid robots, pittsburgh, 29 november - 1 december 2007[C]. Pennsylvania: IEEE, 2007.

[17] KORB K B. Ethics of AI[EB/OL]. (2007-01-01) [2018-07-13]. https://www.researchgate.net/publication/247934914_Ethics_of_AI.

[18] MORAN M. Three laws of robotics and surgery[J]. Journal of endourology, 2008, 22(22): 1557-1560.

[19] COECKELBERGH M. Moral appearances: emotions, robots, and human morality [J]. Ethics & information technology, 2010, 12 (3): 235-241.

[20] VERUGGIO G, OPERTO F. Roboethics: social and ethical implications of robotics[M]. Berlin: Spinger, 2008.

[21] HANSEN K L, ZENOBIA K E. Civil engineer's handbook of professional practice[J]. 2011, 75(1):1-2.

[22] KARDOS-KAPONYI E. The charter of fundamental rights of the European Union [J]. Official journal of European Communities, 2000, 23(1/2): 137-170.

[23] PARRISH J L. Papa knows best: principles for the ethical sharing of information on social networking sites [J]. Ethics & information technology, 2010,12(2): 187-193.

[24] White House Office of Science and Technology Policy. Preparing for the future of artificial intelligence [EB/OL]. (2016-10-01) [2018-07-13]. https://obamawhitehouse.archives.gov.

[25] 格德门德尔·阿尔弗雷德松.世界人权宣言[M]. 中国人权研究会,译. 成都: 四川人民出版社,1999.

[26] PAPERNOT N, ABADI M, ÚLFAR ERLINGSSON, et al. Semi-supervised knowledge transfer for deep learning from private training data[EB/OL]. (2016-10-01) [2018-07-13]. https://www.researchgate.net.

[27] HUTSON M. How artificial intelligence could negotiate better deals for humans [EB/OL]. (2017-09-11)[2019-06-30]. https://www.sciencemag.org/news.

[28] MISHRA S, STURM B L, DIXON S. Introduction to local interpretable model-agnostic explanations[EB/OL]. (2016-08-12) [2018-07-13]. https://www.oreilly.com/learning/introduction-to-local-interpretable-model-agnostic-explanations-lime.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[29] VOOSEN P. How AI detectives are cracking open the black box of deep learning[EB/OL]. (2017-07-06)[2019-06-30]. https://www.sciencemag.org/news.

[30] DAVID G. Explainable artificial intelligence (XAI)[EB/OL]. (2016-10-16) [2018-07-13]. https://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence.

[31] DOM G, JOLENE C. Google deepmind shows that AI can have "killer instincts"[EB/OL]. (2017-02-13) [2018-07-13]. https://futurism.com/google-deepmind-researchers-show-that-ai-can-have-killer-instincts/.

[32] 高晨阳. 论中国传统哲学整体观[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版),1987(1):113-121.

[33] UNESCO. The precautionary principle[EB/OL]. (2005-03-01) [2018-07-13]. http://www.precautionaryprinciple.eu/.

Connotation and Construction Principles of Artificial Intelligence Ethics in the Era of Intelligent Education

DU Jing, HUANG Ronghuai, LI Zhengxuan, ZHOU Wei, TIAN Yang
(Smart Learning Institute, Beijing Normal University, Beijing 100875)

[Abstract] In the era of intelligent education, how man and machine coexist is the key to the ethical construction of artificial intelligence. Firstly, from the perspective of technology paradox, this paper clarifies the ethical challenges and dilemmas existing in the application of artificial intelligence in education, such as technology abuse, data leakage, identity and power boundary of intelligent teaching machines, etc. Secondly, content analysis is used to analyze and extract the ethical elements related to AI ethics by combining the policy documents of many countries and international organizations, and discover the key elements such as value, human interests, security, privacy and responsibility that are repeatedly mentioned in documents of governments, universities and international organizations. Finally, in terms of human-computer co-existence and the application status of AI in the field of education and the key elements of ethics, this paper summarizes the principles to be followed by intelligent education ethics, including the principle of accountability, the principle of privacy, the principle of equality, the principle of transparency, the principle of non-maleficence, the principle of non-independence, the precautionary principle and the principle of stability.

[Keywords] Intelligence Education; Artificial Intelligence; Machine Ethics; International Policy; Principles; APETHICS Model

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

科技向善:国际“人工智能+教育”发展新路向

——解读《教育中的人工智能:可持续发展的机遇和挑战》

王佑镁　宛　平　赵文竹　柳晨晨

(温州大学 数字青少年研究中心,浙江温州 325035)

[摘要]　联合国教科文组织与ProFuturo在2019年移动学习周期间发布的《教育中的人工智能:可持续发展的机遇和挑战》工作报告,阐述了引入人工智能技术给教育领域利益相关者带来的机遇和挑战。人工智能给教育利益相关者带来的机遇包括:应用人工智能协作环境与智能辅导系统、信息管理系统改善学习,促进师生数字能力发展,加快更新教育计划与战略规划。“人工智能+教育”面临的六大挑战是:支持教育人工智能可持续发展的公共政策,教育人工智能应用的包容性和公平性,教师如何为人工智能驱动教育做好准备并让人工智能教育开发者更懂教育,开发高质量和包容性的数据系统,教育人工智能应用的研究,数据采集、使用和传播的伦理问题。报告内容丰富,对全球人工智能教育应用与发展具有很强的参考与指导意义。本文在解读报告核心部分的基础上,结合我国人工智能教育发展现状,提出了六项推进“人工智能+教育”的举措:构建新的通识教育体系、强化计算思维培养、升级学习场景、培养具有人工智能商数(AIQ)的未来教师、推进“人工智能+教学”、重视人工智能技术应用伦理,以期为我国人工智能教育发展提供借鉴和参考。

[关键词]　人工智能+教育;计算思维;数字素养

[中图分类号]　G434　　[文献标识码]　A　　[文章编号]　1007-2179(2019)05-0023-10

人工智能可追溯到1956年的达特茅斯会议。从技术角度看,人工智能的发展可分为三阶段:计算智能、感知智能、认知智能(吴永和等,2015)。当前国内外人工智能的发展仍处于感知智能阶段,未来将向认知智能进军。随着人工智能技术在人类生产、生活、学习中的应用,人工智能支持人类实现可持续发展方面的潜能得到关注。聚焦人工智能技术的应用对人类教育发展带来的机遇和挑战,联合国教科文组织和ProFuturo在2019年移动学习周(Mobile Learning Week,简称MLW)共同发布的《教育中的人工智能:可持续发展的机遇和挑战》(Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development)工作报告(Pedro et al.,2018),为教育政策制定者预测了人工智能的影响。报告基于不同国家实例论述利用人工智能改善学习和促进教育公平的策略与路径,分析了人工智能战略规划,并深刻剖析了当前人工智能教育面临的挑战。本文在解读报告核心内容的基础上,结合当前“人工智能+教育”的发展,本着科技向善的道德准则,从宏观教育、课程体系、学习场景、师资培训、技术伦理等方面,为我国未来人工智能教育的发展提出了若干建议,以期为我国推进人工智能教育

[收稿日期]2019-07-22　　[修回日期]2019-08-16　　[DOI编码]10.13966/j.cnki.kfjyyj.2019.05.003

[作者简介]王佑镁,博士,博士生导师,温州大学瓯江特聘教授,数字青少年研究中心主任,教育学院教育技术系教授,研究方向:智慧教育、协同学习、数字阅读、创客教育(wangyoumei@126.com);宛平、赵文竹,在读硕士研究生,温州大学教育学院教育技术系,研究方向:信息技术教育;柳晨晨,博士,副教授,温州大学教育学院教育技术系,研究方向:数字化学习。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的应用与规避误区提供参考与借鉴。

一、报告框架

移动学习周由联合国教科文组织 2011 年发起,现已成为联合国教育信息化领域的旗舰活动。移动学习周论坛主要是将世界各地的教育和技术专家聚集到一起商讨当前国际教育热点。2019 年的移动学习周于 3 月 4-8 日举行,主题为“人工智能促进可持续发展”。《教育中的人工智能: 可持续发展的机遇和挑战》报告收集了全球教育人工智能的若干实例,重点关注发展中国家的人工智能教育应用,并通过比较不同国家或地区的案例,提出人工智能教育发展的对策建议: 一是借助中国、巴西、南非等国家的具体案例,分析人工智能对学校教学质量、受教育机会和教师教学支持的影响; 二是基于阿联酋、不丹和智利等国的应用案例,佐证人工智能如何通过大数据分析提升学校教育管理效能; 三是通过列举欧盟、新加坡和韩国的案例,探讨人工智能课程和标准,分析学生和教师如何为充满人工智能的世界做好准备。

综合上述案例,报告归纳了人工智能教育发展面临的机遇,包括: 应用人工智能协作环境与智能辅导系统、教育管理系统改善学习; 促进教育公平; 利用 MOOC 平台开展人工智能培训; 加快推进教师和学生数字能力框架研究,如“衡量数字素养的全球框架”和“教学中的信息通信技术能力和标准”框架。报告还阐述了在教育中引入人工智能和帮助学生为人工智能做好准备所遇到的挑战: 支持人工智能促进教育可持续发展的公共政策; 教育人工智能应用的包容性和公平性; 教师如何为人工智能驱动教育做好准备; 开发高质量和包容性数据系统; 教育人工智能应用研究; 数据采集、使用和传播的伦理。文章最后讨论了教育中引入人工智能的可能和风险(见图 1)。

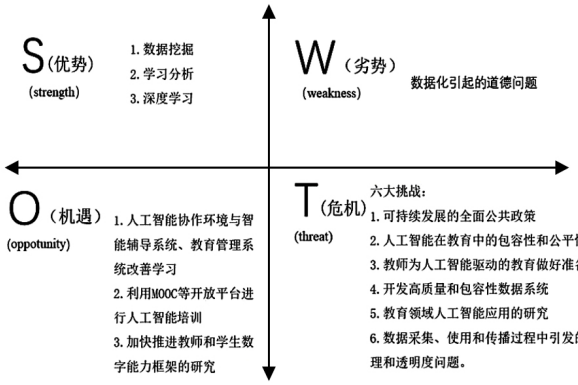


图 1 《教育人工智能: 可持续发展的机遇和挑战》分析框架

二、利用人工智能技术持续改善学习成果与管理绩效

(一) 双教师模式: 支持个性化学习与协作学习

报告指出,从技术角度看,人工智能可以很好地支持泛在学习环境,有助于提供公平和包容的教育机会,促进个性化学习和提升学习质量。在人工智能技术的支持下,“双教师模式”包括“教师”和“虚拟教学助理”。“虚拟教学助理”可代替教师完成日常任务,如人工智能可以作为数字化评估工具学习教师如何给作业评分、评估学生论文,使教师有更多时间对学生进行个性化指导和一对一交流。在有些国家,教师已开始与基于人工智能的教学助理合作,为学习者提供个性化指导和帮助。计算机辅助学习就是通过使用数字技术和人工智能技术优化学生学习策略,人工智能不仅可以帮助绘制学生学习计划和轨迹、长处和弱点、学习偏好和活动,还可以为有效开展协作学习提供有力支持,计算机支持的协作学习具有在线异步学习功能,可为学习者学习的时间、地点提供选择,采用人工智能系统对异步讨论组进行学习过程监控,能为教师提供学习者参与讨论的过程信息,以此为学习者提供个性化学习支持。

(二) 人工智能技术赋能教育: 不同国家及组织的举措

人类行为的丰富数据为个性化学习和教育治理带来可能。但是,探讨人工智能在发展中国家教育应用的可能性较少。报告综合介绍了部分发展中国家开展人工智能教育应用的举措(见表一),以说明发展中国家的最新技术水平。实践表明,人工智能可以为残疾人、校外人员以及偏远地区的学习者提供学习机会,实现远程教学,支持泛在学习环境。

(三) 教育管理信息系统: 人工智能促进教育管理与供给

除支持课堂教学和个别化学习,人工智能在教育管理领域也得到了有效应用。教育管理信息系统(Educational Management Information Systems,简称 EMIS)用于收集、存储、处理、分析和传播教育规划

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表一 部分国家及组织提供的人工智能教育产品

国家/组织	教育平台	目的
中国	沪江的图像和语音识别、流利说的适应性平台	人工智能在线反馈;能同时回答高考生提出的5亿个问题
乌拉圭	数学自适应平台	根据经验分析,对学生的技能水平提供个性化反馈
巴西	Mec Flix 教育平台	帮助学生准备全国高等教育考试(ENEM)
IBM	“更简单的声音:克服文盲”项目	帮助文盲或识字能力较低的成人学习者翻译文本,表达基本的视觉或简单的口语含义
巴西 EdTech 公司	Geekie 自适应学习平台	为学校定制学习体验,为学习者提供个性化学习内容,为教育工作者确定干预措施
肯尼亚	M-Shule 移动平台	跟踪和分析学习者的表现,为家长和学校提供见解和建议
南非	Daptio	帮助学生和教师了解学生的熟练程度,匹配相关内容

与管理信息,地方和学校各级教育领导者、决策者和管理者常用该系统进行教育管理与决策。人工智能依据算法对教育管理信息系统收集的大量数据做出数据驱动决策。因此,功能完备的教育管理信息系统能使各级管理人员获得有用的数据信息,实施有效的教育管理,包括制定可行且有成本效益的计划与响应政策,用于监测和评估学校教育教学成果。例如,阿联酋教育部推出了先进的数据分析平台,内有1200多所学校、70多所高等教育机构的课程,教师专业发展、学习资源、融资、运营、绩效报告,教师、学生和家长反馈的数据,以及国际学生评估项目(Program for International Student Assessment,简称PISA)和国际数学和科学评测趋势(The Trends in International Mathematics and Science Study,简称TIMSS)等国际评估项目的分数。

三、制定能力标准与培训计划 提升人工智能应用能力

(一) 人工智能赋能教师和学生,锚定数字能力素养评估框架

在人工智能赋能一切的社会背景下,拥有开发、创造和解码数字技术的新技能显得非常重要。该报告对比分析了欧盟设计的数字素养框架(The Digital Competence Framework for citizens,简称DigComp)、联合国教科文组织等制定的教师信息与通信技术能力框架(UNESCO ICT Competency Framework for Teachers,简称ICTCFT),详细阐述了全球学习监测联盟(Global Alliance to Monitor Learning,简称GAML)等机构联合推出的数字能力素养评估框架,以制定包含人工智能能力要素的数字素养评估框架。

欧盟设计的数字素养框架主要用于支持个人数字技能的发展。该框架描述了个体在关键、可靠和协作的环境中创造性使用数字技术需具备哪些能力,才能实现工作、学习、休闲、包容和参与数字社会等目标。该框架由信息和数字素养、沟通与协作、数字内容创作、安全和解决问题五种能力构成。这些能力又被映射到基础、中级、高级和高度专业化四个熟练等级,为个体发展数字能力提供二维矩阵能力框架。

信息和通信技术能力框架由联合国教科文组织与美国国际教育技术协会、思科、英特尔和微软等机构协商制定,并定期更新。该框架规定了教师在专业实践中需融入的技术能力,以便在数字时代与学生一起形成批判性意识、知识和能力。该框架强调数字技术在以下六个关键知识领域的作用:1)理解教育中的信息通信技术;2)课程与评估;3)教学法;4)信息通信技术;5)组织与管理;6)教师专业学习。该框架设定了知识获取的三个阶段:1)技术素养;2)知识深化;3)知识创造。该框架强调,教师虽然不一定有足够技能使用数字技术并将其传授给学生,但是必须帮助学生在数字化环境中进行协作、解决问题和创造性使用技术。在不断发展的技术世界中,这些技能将成为教师参与数字社会公民培训的一部分。

从培养学习者综合能力的角度看,该报告采纳了全球学习监测联盟等机构联合推出的数字能力素养评估框架(Global Framework to Measure Digital Literacy)。该框架整合了计算机素养、信息通信技术知识、信息素养和媒体素养的能力,有较强的辐射面和影响力(见表二)。

(二) 弥合人工智能领域的劳动力差距,强化职业技术教育与培训

人工智能对就业市场形成巨大冲击,毕业生需要适应市场劳动力需求变化,就职后也要有终身学习理念,其中人工智能是当今社会终身学习的重要内容。国际劳工组织认为,终身学习是为了培养能

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表二 数字能力素养评估框架

能力板块	子能力
软硬件基础知识	硬件基本知识,如开/关、充电、锁定设备; 软件基本知识,如用户帐户和密码管理,登录以及如何设置隐私等;
信息和数据素养	浏览、搜索和过滤数据、信息和数字内容; 评估数据、信息和数字内容; 管理数据、信息和数字内容
沟通与协作	通过数字技术互动; 通过数字技术共享; 通过数字技术实现公民参与; 通过数字技术协作; 网络礼仪; 管理数字身份
数字内容创建	开发数字内容; 整合和重建数字内容; 版权和许可; 编程
安全	保护装置; 保护个人数据和隐私; 保护健康和福祉; 保护环境
问题解决	解决技术问题; 确定需求和技术响应; 创造性使用数字技术; 确定数字能力差距; 计算思维
与职业相关的能力	与职业相关的能力指为特定领域(如工程设计软件和硬件工具)运行专用硬件/软件或使用学习管理系统提供完全在线或混合课程所需的知识和技能

力和资格而开展的,是新经济时代形成适当技能的战略。职业技术教育与培训能提供与人工智能能力相关的学习机会。在德国,符合条件的个人可以从职业介绍所或就业中心领取参加培训的教育券; 新加坡 2016 年启动“技能创前程”(Skills Future)计划,为 25 岁以上的公民提供 500 新元的学分(定期补充),可支付一次培训费用。

联合国教科文组织在制定利用人工智能实现可持续发展目标的过程中,特别重视人工智能的职业技术教育与培训。例如,其信息技术教育部门与爱立信合作启动“青年人工智能”计划,重点提高年轻人的人工智能技能,支持和培养培训师的能力,使青年人能开发创新的人工智能应用程序。该项目还将创建人工智能培训课数据库,动员人工智能中心和黑客马拉松为更广泛的年轻人提供培训。

学校教育虽然发生于固定时间地点的结构化学习环境,但随着移动技术的不断发展,人们可随时随地学习。例如,MOOC 平台上有很多大学提供的编程、数据科学和机器学习在线课程,个人可以访问该类平台接受人工智能技能培训。Coursera、edX、iversity(德国 MOOC 平台)、Future Learn(英国 MOOC 平台)、Udacity、Cognitive Class(面向全球技术人员的课程平台)等平台在以下四个方面形成良性循环: 1)面向全球学习者和研究者,产生大量数据; 2)支持同步和异步学习,学习更灵活; 3)为终身学习者提供“职业转换”的机会; 4)让学习者和教师进行研究和实验,帮助改进在线学习体验。

四、更新教育计划与战略规划 支持人工智能教育发展

(一)培养人工智能时代所需的技能,将计算思维纳入教育计划

计算思维作为人工智能社会个体必备的关键能力逐渐受到重视。2011 年,美国国际教育技术协会与计算机科学教师协会合作,提出计算思维在问题解决过程中的操作性定义: 形成能用计算机等工具解决的问题,然后进行逻辑化组织和分析数据,继而使用模型和仿真对数据进行抽象表示,再通过算法实现自动化解决方案; 同时,以优化整合步骤、资源为目标,分析、实施和总结方案,并将其迁移到其他问题的解决中。

欧洲委员会的调查显示,欧盟成员国已将计算思维纳入教育课程。英国皇家学会 2012 年发表的报告建议,将相关课程替换为信息技术、计算机科学、编程和计算; 爱沙尼亚 2012 年发起“Proge Tiger”(程序老虎)计划[①],旨在将编程和机器人技术引入学前、小学和职业教育; 阿根廷的“Aprender Conectados”(学习连接)计划[②]将机器人技术纳入该国教育计划; 新加坡推出 PlayMaker 计划[③],将信息编码和计算思维整合到正规教育体系,旨在建立“未来的智慧国家”,使其公民“熟悉技术技能,并对技术如何应用于改善生活也能保持敏感”; 马来西亚的 mydigitalmaker 计划[④]强调,将计算思维整合到教育课程,重要的是嵌入思维技能。上述各国将计算思维纳入教育计划的案例(见表三),只是世界众多国家计算思维教育计划的一部分。将计算思维纳入教育课程是一项遍及全球多个国家和地区的教育改革举措,显示了学校关注点从基本数字素养到高阶计算思维技能的转变。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表三 部分国家计算思维纳入教育战略计划的方案

国家	战略计划	目的
英国	重新设计并实施新的计算课程	涵盖学前班、小学、初中和高中,每个阶段都有明确的目标能力
爱沙尼亚	ProgeTiger 计划	将编程和机器人技术引入学前教育
阿根廷	Aprender Conectados 计划	将数字化学习纳入各级义务教育
新加坡	PlayMaker 计划	在160所学前中心引入机器人,通过游戏培养年轻学习者对机器人、编程和计算机科学的兴趣和能力
马来西亚	mydigitalmaker 计划	帮助创建和制定符合教育部目标的数字化制作课程

(二)适应人工智能发展需要,制定高等教育战略规划

各国政府意识到人工智能是全球经济社会发展的重要驱动力,努力快速适应人工智能的发展与应用,缩小人工智能能力差距,提高人工智能发展水平并成为该领域的领跑者。其方法之一是推动高等教育发展,重新制定国家教育发展规划(见表四)。

表四 有关国家高等教育人工智能战略计划

国家	战略计划	内容
法国	人工智能战略框架	建立人工智能研究实验室,吸引国内外人才,增加人工智能研究人员; 为大学本科生、硕士研究生、博士研究生及职业培训开设人工智能课程; 建立更多的学术—产业合作,在大学和其他研究机构之间建立更多的合作伙伴关系。
韩国	为“第四次工业革命”做准备	从2020年开始每年培养5000名接受过人工智能培训的毕业生; 为“顶尖研究生院—转型研究中心”提供10年支持。
中国	下一代人工智能计划	在大学开设人工智能专业,提高人工智能硕士研究生和博士研究生数量,以及将人工智能纳入数学、生物学、心理学、社会学和法律等学科研究。

1)法国为国内和欧洲的人工智能发展制定了战略框架。其中,人力资源开发研究是该战略的关键。法国正在构想建立研究实验室,吸引国内外人才,增加人工智能研究人员,为大学本科生、硕士研究生、博士研究生及职业培训人员开设人工智能课程,建立大学和其他研究机构之间的合作伙伴关系,为人工智能研究创建大学网络。

2)韩国发布了一项总体规划,为该国的“第四次工业革命”做准备。韩国政府计划从2020年起每年培养5000名接受过人工智能培训的毕业生。韩国政府还通过提供研究创新补助金,为“顶尖研究生院-转型研究中心”提供10年支持,引领智能信息技术发展。

3)中国2017年制定了“下一代人工智能计划”,计划在大学开设人工智能专业,增加人工智能硕士研究生和博士研究生数量,同时将人工智能融入数学、生物学、心理学、社会学和法律等学科。

五、积极应对“人工智能+教育”挑战

技术的双刃剑作用同样适用于人工智能,人工智能的技术伦理问题已引发强烈关注。该报告用较长篇幅系统分析了“人工智能+教育”面临的六个挑战:1)制定促进人工智能可持续发展的公共政策;2)开发高质量和包容性数据系统;3)加强人工智能在教育中的应用研究;4)关注数据采集、使用和传播中的伦理问题;5)帮助教师为“人工智能+教育”做好准备,让人工智能教育开发者更懂教育;6)确保教育中的人工智能的包容性和公平性。

(一)制定促进教育中的人工智能可持续发展的公共政策

目前,大部分人工智能教育产品来自企业或私营部门,大多数国家还没意识到人工智能带来的机遇与挑战(鲁传颖等,2018)。相关案例的分析显示,下述问题成为影响人工智能公共政策制定的关键,它们可能影响人工智能的可持续发展,包括:1)相关公共政策及其传统制度无法应对人工智能的创新速度;2)作为公共政策及战略的一部分,人工智能相关政策促使各国争取公共资金开发实验室和孵化器,开展人工智能相关公共产品的研发;3)国家必须与企业及私营部门建立伙伴关系,扩大人工智能产品的生态系统;4)解决人工智能使用的伦理问题,必须咨询专家并组建团队,在人工智能发展的不确定性中制定蓝图;5)为了培养人工智能专家和开发新的学术研究设施,创造新的资助机会至关重要;6)通过自适应学习平台、在线评估技术以及大规模技术渗透的设计实验,释放教育人工智能的潜力;7)关注教育人工智能的道德后果;8)公共政策必须成为人工智能利益相关者复杂生态系统的一部分。关于教育人工智能的公共政策制定目前仍处于起步

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

阶段。各国的竞争使得人工智能政策的制定与更新在未来十年可能呈指数级增长。

(二)开发高质量和包容性数据系统

人工智能技术使数据在教育系统的各个层面发挥了作用。例如,学习分析为教育工作者提供了学生进步和学习模式的实时洞察,从而允许教育工作者实时调整教学方法。但是,很多国家的教育数据收集和分析通常每年一次,因此数据往往无法传达短期动态的准确信息。此外,教育系统本身不是唯一的学习数据来源。政府实现系统集成后,所有部门都可以共享和提供更多数据。这种数据共享意味着教育部门可以使用更多数据运行人工智能算法,构建分析模型或预测更多可能性。虽然捕获数据的技术确实越来越强大,但其较高的成本对低收入和中等收入国家是个挑战。因此,仔细检查此类数据系统的成本并权衡潜在收益仍是必要的。数据收集还必须考虑公平,例如,需要考虑年龄、性别和社会经济背景等因素。高质量和包容性的数据系统不仅需要核心技术的突破,还需要懂教育的人工智能技术人员利用教育思想建构人工智能数据系统。目前,我国已开始制定教育人工智能人才培养相关政策,未来有待克服挑战。

(三)加强教育领域人工智能应用研究

教育领域人工智能融合的水平、规模、发展速度皆落后于其他行业(李欢东等,2018),需深入研究如何利用人工智能技术提高教育质量。然而,教育现象相当复杂和多面,当前需要研究的问题不是是否在教育中使用人工智能,而是哪种人工智能解决方案最适合教师灵活处理不断变化的课堂学习问题。2016 年,我国教育部明确规定,地方政府教育部门必须将至少 8% 的预算用于教育数字化建设与应用,有理由相信,教育研发的巨额增资将加快教育人工智能应用研究。

(四)数据采集、使用中的伦理问题

人工智能将助力于通过大数据分析学习者的学习行为,但存在安全意识缺乏、数据泄露等问题,这在一定程度上违背了伦理道德和违反了法律规范。信息数据保护和预防大数据犯罪都需要从技术上加以防控。大数据采集应用与数据保护是矛与盾的关系(陆伟华,2014)。技术层面的数据加密和数据侵入技术正如防盗和偷盗技术竞相升级一样。以技术发展作支撑需要加强包括道德观念、道德准则、道德行为、道德评价等在内的伦理教育。大数据、人工智能引起的安全和隐私保护问题,需要从思想上内化为使用者的道德规范。因此,数据采集和人工智能技术的使用需要开展前置的隐私伦理教育和后置的法律救援。国内目前相关网络安全法,数据系统的安全维护也在优化。数据采集、使用涉及的伦理问题,需要以技术发展做支撑,法律制度做保障,以及相关网络伦理道德教育做引导。防范人工智能教育应用的伦理风险将有助真正做到人工智能教育应用以人为本、‘科技向善”(Tech for Social Good)。

(五)帮助教师为人工智能教育做好准备,让人工智能懂教育

教育技术新产品层出不穷,但人工智能产品和应用程序系统在教学和系统管理中的应用尚缺乏成功案例。根本问题在于,大部分组织或系统采纳人工智能技术时,往往没有严格评估新方案中所声称的好处,其意图不是解决教师面临的现有问题,而是提倡新的教学方式,这毫无疑问与主流传统的教学组织方法冲突。从现实看,教师了解供应商意见,但不一定会购买产品。人工智能技术在教育中的导入不仅需要产品开发者懂得教育,还需要广大教师具备数字技能。教师作为人工智能教育的利益相关者,为了创造新的教育可能性,必须参与人工智能开发人员、内容设计师和跨学科专家的对话。人工智能时代教师的教学内容不仅是知识与技能,还包括指导学生学习。教师不仅自己要学习,还要让学生学会利用在线教育,如 MOOC 等非正式学习平台。人工智能教育产品的未来发展必须在认知、课堂和考试成绩之间建立牢固的桥梁关系,面临的挑战是在理解教育的微观和宏观层面上创建新的教学对话(Woolf et al., 2013)。这种对在校的正式学习与线上非正式学习的认识与了解程度,决定了教师和学生的学习观,这种学习观转变将是学校教育改革成功的基础。

(六)确保人工智能在教育中的包容性与公平性

虽然人工智能可以给教育创新带来多种可能,但也可能是一种颠覆性技术,可能加深现有的教育不平等和分歧,边缘化的弱势群体更有可能被排除在人工智能教育之外,形成新的数字鸿沟(Hilbert,

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2016)。因此,“人工智能+教育”的政策设计,公平和包容应该是其核心价值观。当前人工智能在教育中的应用,多以智能辅导系统、学校教育管理信息系统等形式呈现。系统的成熟性离不开核心技术、先进管理理念和足够资金的支撑。促进人工智能教育的公平首要条件是数字公平。目前宽带接入在全球范围内受能力状况、年龄、性别、收入等因素的影响,仍然是不平等的(兰国帅等,2019)。教育公平一直是我国乃至全球教育的难题,不同国家的经济社会发展与技术水平对“人工智能+教育”的应用带来了巨大影响。当然,新技术的引进也必将带来新的突破,未来人工智能将进一步促进教育公平。

六、思考与建议

未来的时代是智能时代,全社会应为迎接智能时代的到来做好充分的准备。《教育中的人工智能: 可持续发展的机遇与挑战》报告通过列举发展中国家在教育中引入人工智能的实例,系统阐述人工智能改善学习和促进教育公平的机遇与挑战。这些案例和观点对于我国发展和推进“人工智能+教育”工作极为重要。在对该报告核心部分进行解读的基础上,结合我国人工智能教育发展现状,本文提出了六项推进“人工智能+教育”的建议,包括构建新的通识教育体系、强化计算思维培养、升级学习场景、培养具有人工智能商数(Artificial Intelligence Quotient,简称AIQ)的未来教师、推进“人工智能+教学”、重视人工智能技术应用伦理问题,以期为我国人工智能教育发展提供参考。

1. 构建基于人工智能的通识教育体系

随着智能增强时代的到来,未来将是人、物理世界、智能机器、虚拟信息世界的四元空间,学习者也将面临多元空间带来的挑战。首先,学习内容变化带来的能力培养上的挑战,学生不仅需要具备一定的知识水平和认知能力,还要掌握21世纪所要求的能力,包括全球素养、数字素养、创新能力、批判性思维、自主管理、同理心、坚毅品格等。同时,新型学习方式变化带来了自主管理的挑战,人工智能时代的学习将更强调以学生为中心。在大数据支持下,人工智能支持的智能教学系统可生成个性化学习方案,让学习者自主管理学习过程和学习活动等,而这些都依赖于学习者的个性品质与通识素养。构建面向21世纪的通识教育新体系,可以帮助学习者应对智能增强时代带来的教育变革。

自哈佛大学《自由社会中的通识教育》报告发布以来,通识教育改革以社会变革为先导,经历了漫长的发展过程(李桂红等,2012)。这一思想转变映射了社会教育思潮的进步——通识教育从19世纪关注少数人的自由教育到21世纪注重批判思维、洞察力、创造力、领导力的培养。21世纪通识教育理念反映了未来社会的发展诉求与高等教育创新发展趋势,反映了未来学习者的能力需求,比如洞察力、批判思维和领导力。21世纪的通识教育新体系要求提供更多基于智慧创造、协同合作、意义建构的教育体验,使受教育者适应智能增强时代的教育智慧性、普惠性和颠覆性,达到知识、能力、素质、人格并重,成为德才兼备、全面发展的世界公民(吴朝晖,2018)。数字时代通识教育体系更多的是关注学习者的数字素养或者数字能力,这是一种关乎所有人基本生活技能的、复合的、横跨的重要技能,这种技能能够促使个体能力、素质、人格等多方面获得重要发展,甚至被标记为“数字时代的生存技能”(王佑镁等,2013)。

2. 强化青少年计算思维培养

人工智能时代的到来,对学习者和劳动力素养提出更高的要求。计算思维是数学思维与工程思维的互补和结合,有助于提高学生的创造力和创新力,是未来工作中每个人应具备的八大技能之一(Weng,2015)。目前,计算思维教育已成为各国适应人工智能时代教育变革的主要发展方向,都在思考与探讨各学段培养学生计算思维能力的模式与方法。各种计算思维教学活动层出不穷。我国于2017年正式加入国际计算思维挑战赛(International Challenge on Informatics and Computational Thinking,简称Bebras),参赛者基于已有知识运用计算思维完成任务。计算思维从比赛到逐渐融入学科课程体系,已成为信息技术课程的核心素养之一。

关于如何开展计算思维教育,加达尼迪斯(Gadanidis)等(2017)提出计算思维应用的三种方式: 基于屏幕的编程(如Scratch)、制作和控制数字有形物、问题解决的通用方法。按照这种思路,计算思维教育的实施在学校教育实践中可分三类: 编程教育、创客教育、问题解决的通用方法。1)编程教育。当

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

前中小学信息技术课程已普遍开展创意编程课程,如 Scratch、Python、App Inventor 等。计算思维教育通过课堂教学、社团活动、兴趣小组、学科整合等形式开展,学生可在互动艺术、实用工具、互动游戏、科学探索、未来设想等方面发挥想象力和创造力。2)创客教育。创客教育连接真实性学习、强调创新创意成果产出、注重分享交流。学习者通过事先设计好的主题,运用技术手段制作手工品或者数字有形物。例如,机械工程挑战要求学生在规定时间动手搭建机械传感电路、调试程序、完成机械的正常运转,活动有很高的技术挑战性,又充满娱乐观赏性,可以提高学生的逻辑思维能力,让学生在体验的过程中运用计算思维发现和总结规律。3)作为问题解决的通用方法。问题解决方法侧重于问题解决方案的系统化设计、执行、结果评价和方案的修改和完善,以及算法设计、数据表征、数据分析应用等一般的计算思维能力,该方法可作为人文学科计算思维培养的主要形式(刘敏娜等,2018)。

3. 人工智能赋能学习场景升级

“人工智能+教育”带来的学习革命,首先不可避免地重塑传统的学习场景和学习环境。过时的、非数字时代的学习方式已难以适应人工智能赋能的学习变革。苹果公司教育副总裁约翰·库奇等(2015)在《学习的升级》中,将人类的四种学习场景分别隐喻为营火、水源、洞穴、山顶。营火,指一对多的学习模式,如传统的线下授课、公开演讲、讲座以及线上的音频视频知识服务;水源,指多对多的学习模式,即不同背景、观点和经历的人们,以对等的方式彼此分享思想,形成多样化观点;洞穴,这种学习模式的作用不在于让学习者学习他人或者与他人协作,而在于学习者把新获得的信息与已知事物整合起来,认清自己内心的想法;山顶,是必不可少的终极学习场景,主张在实践中学习。这四种学习场景共存时最有效。显然,传统学习场景如何融合人工智能技术和建构“人工智能+学习场景”是当前学习环境建设的重要方向。美国 Alt School(个性化前沿教育)或许能为此提供借鉴。Alt School 设计师严格遵循“个性化教育优先”理念,努力使空间尽可能地发挥作用,以支持不同类型的学习经验,如独立活动、小组合作和群体教学。

在智能技术整合层面,云计算负责存储、统筹和计算,大数据技术负责数据采集、处理与分析,人工智能负责感知和认知,以提供智能化的学习服务。人工智能时代的到来给教育带来了更多可能。

4. 培养具有人工智能商数的未来教师

借鉴智商的概念,贝尔科教集团创始人兼董事长王作冰在 GET2018 教育科技大会上提出人工智能商数(AIQ)的概念,即人与人工智能打交道的能力。高人工智能商数意味着擅长利用智能机器,技能与智能机器互补。调查数据显示,人工智能时代教师的可替代率是 0.3%,但伴随着第四次工业革命的到来,教师作为传道授业解惑者将需要承担更多的责任。世界经济论坛预测,在第四次工业革命中,教师需要适应人工智能和机器技术才能成功转型,更好地面对未来的教学创新。人工智能商数教育的目的是通过动手练习,让孩子们习惯用信息化/数据化眼光看待现实世界。随着人工智能技术教育应用的不断深入,智能备课、评估和反馈成为可能,教师可以更精准快捷地把握学习者的学习特征,开展个性化指导和精准化辅导,实现人工智能支持下的智慧教育。这就要求教师在专业发展的不同阶段确立不同的能力目标以适应课程教学的新要求。因此,人工智能时代的教师不仅需要掌握学科专业知识和教学方法,还应具备整合人工智能能力的“数字素养”,以具备与人工智能设备打交道的能力,这就是人工智能商数的反映。

5. 全面推进“人工智能+教学”

“人工智能+教学”已成为当前教育教学改革的热点。作为一种通用技术,人工智能技术可以融入各种教学要素,支持教学各个流程,形成从基础教育到高等教育的人工智能教育基本规划与人才培养体系。基础教育重在人工智能的普及、认知与初步应用,有必要开发适合中小学生的人工智能课程并整合到信息技术教学中,学科教学应用人工智能实施精准教学将成为趋势。高等教育除了融入人工智能技术开展教学改革与创新外,更重要的是,结合当前的新工科建设,形成“人工智能+X”复合专业培养新模式。杨宗凯教授 2019 年 6 月 22 日在《中国教育报》上建议,通过科教融合、产教融合、校企合作的方式参与人工智能人才培养:在教学环境方面,打通教学的物理空间与网络空间,建立人机交互的新型智能化泛在型学习环境;在教学资源方面,建立

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

线上线下结合、虚实一体的数字化教育资源供给服务体系; 在教师发展方面,实施人机协同的“人工智能+人类智慧”的双师教育,培训智能时代的高水平教师队伍; 在教学方法上,普及启发式讲授、探究式研讨等新方法; 在教学评价方面,实施数据驱动的过程化、精准化教学评价。多途径形成的人工智能与教育的双向赋能态势,助推“人工智能+教育”的良性发展。

6. 重视人工智能教育应用的伦理问题

人工智能时代,个体学习与生活已经与智能机器融为一体。MOOC 等学习平台借助学习者特征、行为、质量等学习分析结果,为学习者提供精准服务,指导、组织、协助学生进行深度学习。智能音箱、智能陪伴机器人等实体智能化产品帮助用户完成简单任务。然而,智能技术普及与应用的同时,潜在危机也悄然而至。出于对潜在歧视和反乌托邦(dystopian)滥用的担忧,继旧金山之后,美国马萨诸塞州的萨默维尔市议会投票通过禁止在公共场所使用面部识别软件。数据安全、情感依赖、伦理道德等都是人工智能教育发展带来的不可回避的问题。科技发展是一把双刃剑,教育领域中人工智能技术的伦理问题尤为重要。人工智能技术如果使用不当,学习者尤其是青少年儿童极易受到威胁。我国 2019 年 5 月 25 日发布的《北京共识》指出,人工智能研发要设计合理,尽可能地惠及更多人,要提升技术,控制风险,做到以人为本、科技向善。

[注释]

①爱沙尼亚是全球首个小学生学习编写程序语言的国家。2012 年,爱沙尼亚正式推出“程序老虎(Proge Tiger)”计划,教导部分 1~12 年级的学生通过乐高机器人 Mindstorms 及其他学习教材,学习编写程序语言,或者是通过程序开发工具,让小朋友不用写语言,也能对机器人下指令。

②Aprender Conectados(学习连接)是阿根廷一项教育全面创新政策,旨在培养数字素养,以便在学习中融入未来数字素养和社会必需的技能和知识。为所有义务教育阶段学生(幼儿园、小学、初中)及培训教师实施数字化教育,编程和机器人技术,覆盖 1000 多万人。该计划旨在遵守“国家教育法”的指导方针,培养学生掌握信息和通信技术所产生的新语言所需的必要技能。

③2015 年,新加坡推出 Playmaker 项目,向全国幼儿园派发四个玩具,意在提高孩子们对科学、科技、教育和数学的兴趣。

④#mydigitalmaker 是一项公共-私营-学术联合计划,旨在将马来西亚青年从数字用户转变为数字经济中的生产者,涉及编码、应用程序开发、3D 打印、机器人、嵌入式编程和数据分析等技能,旨在加强下一代解决问题的能力和创造力。

本文部分内容来自 Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development 报告网址 https://zh.unesco.org/news/ren-gong-zhi-neng-gei-jiao-yu-dai-lai-ji-yu-he-tiao-zhan.

[参考文献]

[1] Gadanidis, G., Hughes, J. M., Minniti, L., & White, B. J. (2017). Computational thinking, grade 1 students and the binomial theorem [J]. Digital Experiences in Mathematics Education, 3(2): 77-96.

[2] Hilbert, M. (2016). Big data for development: A review of promises and challenges [J]. Development Policy Review, 34(1): 135-174.

[3] 鲁传颖,约翰·马勒里(2018). 体制复合体理论视角下的人工智能全球治理进程 [J]. 国际观察,(4):67-83.

[4] 李桂红(2012). 哈佛大学通识教育课程改革研究 [J]. 高教发展与评估,(2):81-85.

[5] 兰国帅,郭倩,吕彩杰,魏家财,于亚萌(2019). “智能+”时代智能技术构筑智能教育《地平线报告(2019 高等教育版)》要点与思考 [J]. 开放教育研究,25(3):22-35.

[6] 李欢冬,樊磊(2018). “可能”与“不可能”: 当前人工智能技术教育价值的再探讨——《高等学校人工智能创新行动计划》解读之一 [J]. 远程教育杂志,36(5):38-44.

[7] 刘敏娜,张倩苇(2018). 国外计算思维教育研究进展 [J]. 开放教育研究,24(1):41-53.

[8] 陆伟华(2014). 大数据时代的信息伦理研究 [J]. 现代情报,34(10):66-69.

[9] Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development.

[10] 吴朝晖(2018). 为未来而学习: 面向 21 世纪的通识教育 [J]. 中国高等教育,(Z3):29-31.

[11] Weng, W. (2015). Eight skills in future work [J]. Education, 135(4): 419-422.

[12] Woolf, B. P., Lane, H. C., Chaudhri, V. K., & Kolodner, J. L. (2013). AI grand challenges for education [J]. AI magazine, 34(4): 66-84.

[13] 吴永和,刘博文,马晓玲(2017). 构筑“人工智能+教育”的生态系统 [J]. 远程教育杂志,35(5):27-39.

[14] 王佑镁,杨晓兰,胡玮,王娟(2013). 从数字素养到数字能力: 概念流变、构成要素与整合模型 [J]. 远程教育杂志,31(3):24-29.

[15] 约翰·库奇,贾森·汤(2019). 学习的升级 [M]. 栗浩洋. 杭州: 浙江人民出版社.

(编辑: 魏志慧)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Tech for Social Good: New Road for the International Development of Artificial Intelligence plus Education

WANG Youmei, WAN Ping, ZHAO Wenzhu & LIU Chenchen

(*Digital Youth Research Center, Wenzhou University, Wenzhou* 325035, *China*)

Abstract: *UNESCO and ProFuturo jointly released the "Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development" work report during the* 2019 *Mobile Learning Week. The report introduces the opportunities and six challenges brought by the introduction of artificial intelligence technology to educational stakeholders. Among them, the opportunities brought by artificial intelligence to educational stakeholders include: artificial intelligence collaborative environment and intelligent counseling system, information management system to improve learning, promote the development of digital capabilities of students and teachers, and accelerate the renewal of educational programs and strategic planning; the six major challenges facing "Artificial Intelligence + Education" are: comprehensive public policy to support artificial intelligence for sustainable development, inclusiveness and fairness of artificial intelligence applications in education, how teachers prepare for artificial intelligence – driven education, and artificial intelligence Educational developers are more aware of the ethical issues in education, the development of high – quality and inclusive data systems, the research, data collection, use and dissemination of artificial intelligence applications in education. The report is rich in content and deeply influential and provides a solid reference and guiding significance for the current application and development of global artificial intelligence education. Based on the interpretation of the core part of the report, combined with the development status of artificial intelligence education in China, this paper proposes six new measures to promote "artificial intelligence + education": 1) build a new system of general education; 2) strengthen the cultivation of computational thinking; 3) upgrade new learning scenarios; 4) train future teachers with artificial intelligence quotient (AIQ); 5) promote "artificial intelligence + teaching;" and 6) attach importance to the application of ethical issues in artificial intelligence technology, in order to provide useful reference and reference for the development of artificial intelligence education in China.*

Key words: *artificial intelligence + education; computational thinking; digital literacy*

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

规划人工智能时代的教育：引领与跨越*

——解读国际人工智能与教育大会成果文件《北京共识》

□张慧　黄荣怀　李冀红　尹霞雨

摘要：在可持续发展需求和新一轮科技革命双重驱动教育变革的背景下，人工智能与教育相互赋能成为时代命题。在迈向人工智能时代的关键时期，联合国教科文组织2019年5月在中国北京举办了首届国际人工智能与教育大会，并形成成果文件《北京共识》。文件围绕政策制定、教育管理、教学与教师、学习与评价、价值观与能力培养、终身学习机会、平等与包容的使用人工智能、性别平等、伦理问题、研究与监测10个议题3大方面规划人工智能时代的教育。(1) 人工智能促进教育变革的核心价值：改善学习评价、助力个性化培养，赋能教学、辅助教师工作，改善教育管理、优化教育供给；(2) 人工智能助力可持续发展目标4（SDG4）的实现：确保人工智能在教育领域应用的公平性和包容性，为所有人提供终身学习的机会，促进人工智能领域性别平等，增强妇女权能；(3) 人工智能赋能教育的保障机制：制定有效促进人工智能教育发展的政策，加强人工智能相关人才培养，建设人工智能教育的研究与监测机制，重视人工智能促进教育发展的伦理问题。

关键词：《北京共识》；人工智能；教育发展；可持续发展；新一轮科技革命

中图分类号：G434　**文献标识码：**A　**文章编号：**1009-5195(2019)03-0003-09 doi10.3969/j.issn.1009-5195.2019.03.001

***基金项目：**教育部科技司委托项目“中国智能教育推进路径研究”（教技司〔2018〕477）。

作者简介：张慧，博士后，北京师范大学教育学部，智慧学习研究院；黄荣怀（通讯作者），博士，教授，博士生导师，北京师范大学教育学部，智慧学习研究院；李冀红，博士研究生，北京师范大学教育学部，智慧学习研究院；尹霞雨，北京师范大学智慧学习研究院（北京　100875）。

2019年5月联合国教科文组织在中国北京召开了首届人工智能与教育大会，会议主题为“规划人工智能时代的教育：引领与跨越”，100多个国家、10余个国际组织的500多位代表与会，并形成成果文件《Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education》，即《北京共识》。这是联合国教科文组织发布的第一份关于人工智能与教育的重要文件，主要围绕10个议题规划人工智能时代的教育，分别是(1) 政策制定、(2) 教育管理、(3) 教学与教师、(4) 学习与评价、(5) 价值观与能力培养、(6) 终身学习机会、(7) 平等与包容的使用、(8) 性别平等、(9) 伦理问题、(10) 研究与监测。

一、《北京共识》提出背景

1.可持续发展需求

2015年联合国通过了2030年可持续发展议程，制定了新的全球可持续发展17项目标。其中以教育是人类的基本权利为基本原则，提出“提供包容和公平的优质教育，让全民终身享有学习机会”的愿景，即可持续发展目标4 （SDG4）。

从内容范畴来看，可持续发展目标4包含了教育机会、教育过程以及教育结果公平三方面；从实现形式来看，包括正规教育（如学前教育、小学教育、中等教育、高等教育、职业教育）和非正规教育（如青年人的技能培训和老年群体教育等）（李学书等，2016）。然而，根据联合国教科文组织统计研究所（UNESCO Institute for Statistics，UIS）的数据，全球约有2.63亿少年儿童处于失学状态，即1/5的儿童难以获得受教育的机会和教育资源，失学比例在过去5年中几乎没有得到改善。失学率只是教育发展不理想的表现之一，教育中的性别差异、贫富差异均日渐凸显。在撒哈拉以南非洲地区，1/3的少

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

年儿童失学，女童失学情况比男童更为严重，女童失学率是男童的1.23倍；世界低收入国家的高中阶段失学率为59%，而高收入国家仅为6%。此外，教育质量也难以保证，1/6的少年儿童在阅读或数学方面达不到最低水平，其中大多数是在校学生（UNESCO，2017a）。面对如此高的失学率，时任联合国教科文组织总干事的伊琳娜·博科娃指出："这是一个失败，我们必须共同面对，因为教育是一项共同责任。只有通过共同努力，才能取得持续进步。"（UNESCO，2017b）寻找新的有效手段提升教育机会，改善教育过程，提高教育质量已成为人类的共同任务。

2.新一轮科技革命驱动

近年来，随着新一代科技革命的推进，人工智能作为智能技术的代表，对人类的工作、生活和学习都产生了重大的影响。利用人工智能破解教育变革难题，实现人工智能与教育相互赋能的问题引起了全球的广泛关注和讨论。人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门科学。自1956年第一次提出"人工智能"概念以来，至今经历了启始（1950-1982）、复苏（1983-2010）和壮大（2011-2018）三个发展阶段，未来人工智能的发展将出现大脑、意识和机器协同合作的新趋势（Aggarwal，2018）。2016年AlphaGo打败人类围棋选手，让人工智能走入大众的视线，也引起了学术界的关注，2016年也被视为人工智能元年。目前约有18个国家或经济体制定并开始实施人工智能战略，以此从政府层面来推动人工智能的发展与应用（Pedró et al.，2019）。智能时代正在悄然开启。教育是一个伴随人类生产劳动而产生的古老而又崭新的社会现象，在人类社会进程中，生产力的发展不断推动人类创造新的世界，产生与社会发展和人类需求相适应的教育，带来学习内容、学习方式和学习环境的变迁（黄荣怀等，2017）。在新一轮科技革命的推动下，以人工智能为代表的智能技术的发展与应用会不断深入，必然带来教育内容、教育方式、教育环境以及人才培养模式的变革。

3.人工智能应用的全球关注与讨论

教育作为人工智能重要的应用场景，充分利用人工智能可以帮助其消除学习机会和资源获取的障碍，实现管理进程自动化，优化教育效果，加速实现全球可持续发展教育目标。可持续发展和新一轮科技革命双重驱动教育生态系统变革已成为时代所需，并引发了全球的关注与讨论：

2017年6月，由联合国专门机构国际电信联盟（International Telecommunication Union，ITU）举办的"人工智能造福人类全球峰会"在瑞士日内瓦召开。来自全球的人工智能、可持续发展等领域专家和学者首次坐在一起，共同探讨如何有效利用人工智能的发展成果，为落实"可持续发展目标"提供创新思路和解决方案，以应对人类共同面临的严峻挑战。

2019年3月，联合国教科文组织举办的以"人工智能促进可持续发展"为主题的移动学习周在法国巴黎举行，主要探讨在教育领域中运用人工智能所带来的机会与挑战，强调人工智能的发展与应用要以人为本。

在可持续发展需求和新一轮科技革命双重驱动教育变革的背景下，联合国教科文组织2019年5月在北京召开了首届人工智能与教育大会，经多方会谈达成《北京共识》。在人类迈向智能时代的关键时期，尽管人工智能对教育的潜能已经被广泛讨论，但人工智能与教育的融合目前还处于初级阶段。《北京共识》从政策制定、教育管理、教学与教师、学习与评价、价值观与能力培养、终身学习机会、平等与包容的使用、性别平等、伦理问题、研究与监测10个方面规划人工智能时代的教育（见下图）。本文从人工智能对教育的核心价值、人工智能助力可持续发展目标4的实现，以及人工智

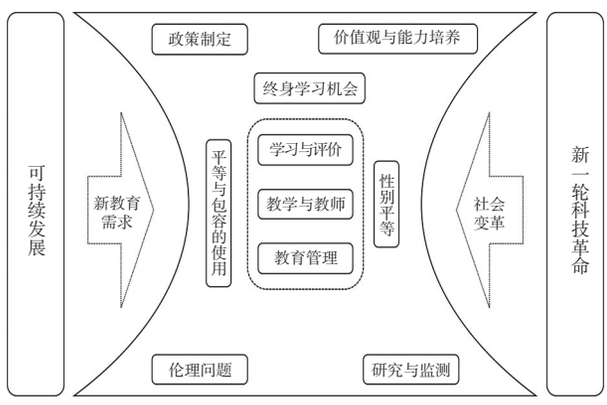


图　可持续发展与新一轮科技革命双重驱动的教育变革

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

能促进教育发展的保障机制三个方面对《北京共识》的10个主要议题进行综合性解读。

二、人工智能促进教育发展的核心价值

1.人工智能改善学习评价，助力个性化培养

我国教育规模居世界首位，2018年教育部发布了我国首份《中国义务教育质量监测报告》，学生的学业压力、睡眠不足、视力不良等问题较为突出。监测数据显示三成以上学生感到很有学习压力，相当比例的中小学生参加语文和数学课外辅导班。（教育部基础教育质量监测中心，2018）小学生（以四年级学生为例）参加语文和数学辅导班的比例分别为37.4%和43.8%，中学生（以初二学生为例）参加语文和数学辅导班的比例分别为17.1%和23.4%。2016年我国教育培训行业市场规模超过8000亿人民币，参加学生人数超过1.37亿（新华网，2018a）。按照《义务教育学校管理标准》（2017）规定，小学生应保证每天10小时睡眠时间，初中生应保证9小时。监测结果显示，69.1%的小学生睡眠时间不达标，83.4%的中学生不达标。我国青少年近视比例居世界第一，其中小学生的近视率也接近40%（新华网，2018b）。这些问题不仅影响到儿童的健康成长和每个家庭的幸福，更关乎我国的人力资源开发水平。究其原因主要还在于对新时代学习者特征的不了解，对教育背后科学规律认识的不清楚，对个性化学习理论理解的模糊，因此亟待用新的方法和技术来解决这些难题。

以人工智能为代表的智能技术为破解这些难题提供了全新的思路和解决方案。宏观层面，基于人口信息、经济发展数据、地理位置信息和基础教育质量等多层次多维度的大数据，可以综合评价资源配置合理性，提高资源配置的有效性，真正落实教育公平。基于学习和教学内容、环境和管理等过程和结果以及多重关系的大数据，可以揭示教育教学的规律和特点，创新教育理论与方法体系，为提升教育质量提供科学指导。基于学习过程和成长过程的大数据，可以科学精准地认识学生的个性特征、学习情况和发展水平，实时动态评估学习状态，实现个性化学习的规模化效应。

中观层面，人工智能可以使学习方式从统一步调、统一方式、统一评价的班级“集体学习”向个性化学习转变。人工智能可以改善学习评价，为每个学生精准“画像”，记录学习计划和成长轨迹，识别学生的学习偏好、学习障碍等。中国网络教育技术标准体系（Chinese E-Learning Technology Standards，CELTS）中的学习者模型规范CELTS-11分类标准，是教育应用层面支持教育资源共享、信息交换和系统互操作能力的统一技术标准，为不同年龄、背景、地区的学习者基于规范创造和建立个人学习者模型（教育部教育信息化技术标准化委员会，2002）。学习者模型主要包括学习者个体信息和学习者状态信息。根据信息的稳定性，学习者的个体信息可以分为持续性信息和动态信息（Picard，2003）。学习者的个体持续性信息是指相对稳定的、影响学习效果的个体特征，主要包括认知特点、学习风格、学习兴趣等；学习者的动态信息是指能随情境、时间而变化的，与学习活动有关的个体状态，主要包括领域知识水平、学习主题、情感状态等。人工智能还可以帮助教师梳理辅导学生的经验，包括资源遴选和路径选择等，进而为学生提供个性化学习服务。

微观层面，人工智能可以对学生的知识和能力结构进行表征，可以基于对学生学习障碍的自动诊断，进行预测性分析和诊断性分析，还可以根据学生的兴趣、能力和学习障碍等，向学生推荐学习任务、学习内容、学习资源和学习策略（余明华等，2017）。

2.人工智能赋能教学，辅助教师工作

人工智能使人类获取信息和知识的途径得到极大拓展，并有助于消除学习者获取学习机会和资源的障碍，这引发了教师工作将被人工智能替代的担忧。我们必须认识到，虽然人工智能可以为教师提供很多支持与帮助，但教师是不可替代的。雅斯贝尔斯（1991）指出：“教育是关于灵魂的教育，而非理性知识和认识的堆积。”教师的功能不仅在于向学生传授知识和技能，更重要的是能帮助学生建立积极的情绪情感及价值观。教学活动中学生是主体，教师是主导。教师的引导作用，尤其对学生情绪情感价值观的引导是技术和机器无法替代的。

随着人工智能提供的辅助越来越智能，人技协作的“双师模式”将是教师在人工智能时代的一种典型

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

工作方式，教师将与虚拟教学助理协同工作。虚拟教学助理可以帮助教师完成一些机械重复性的低技能任务，例如作业批改、教育资源寻找等，也可以帮助教师管理日常任务。教师可以将精力专注于高技能的任务，包括学习服务设计与开发、人技协作教育决策、个性化学习指导、综合性学习活动组织、社会网络连接指导、学习问题诊断与改进、发展性评估与改进、心理健康管理与疏导、社会性的培养、同伴互助专业成长、信仰和价值观的引导、体质健康监测与提升、生涯规划指导、人工智能教育服务伦理监管等（范国睿，2018；余胜泉等，2019）。

人技协作带来的教学环境和工作方式变化，对教师能力也提出了新要求。教师有效利用人工智能，赋能教学工作存在以下四个动态递进的水平：第一，教师学会基本的人工智能知识和原理，能判断哪些资源和工具使用了真正的人工智能；第二，教师学会利用人工智能来学习，既提升教师的学科知识与能力，也提升教师的教学知识与能力；第三，教师尝试利用人工智能开展教学，以发现人工智能对于教育教学的“实际”作用；第四，教师将人工智能用于学习和教学的经验传递给其他教师（黄荣怀等，2019）。因此，未来需要基于新的能力框架，加强教师职前与在职培训，帮助教师加深对人工智能、教师角色、教学环境、工作方式的认识。

3.人工智能改善教育管理，优化教育供给

数据收集与技术的使用实现了数据驱动决策的突破。深度的数据挖掘，可以为决策提供依据，使教育管理科学精准。正如2009年美国前教育部长邓肯（Duncan）所说：“数据为我们提供了改革路线图，它告诉我们在哪里，我们需要去哪里，什么是最危险的。”教育管理手段从以经验为导向转向以证据为基础，通过人工智能和数据技术，形成人技协同、多元参与的决策模式，提升教育决策的透明性、科学性、预见性。

智能技术和数据技术可以分析和动态模拟学校布局、教育财政、就业渠道、招生选拔等教育子系统及其关系的演变过程，为国家教育制度、学校管理制度及教学制度提供改革方案和决策依据（黄荣怀等，2019）。在这个过程中大数据教育平台的建立，以及现有教育管理信息系统的升级至关重要，同时也需要确保国家层、区域层、学校层、课程层、个体层数据的采集、存储、分析、应用、管理等各环节的规范性（杨现民等，2015）。

人工智能可以变革教育服务的形式，创新教育服务的供给模式，使教育服务体现智慧化、个性化、多元化、系统化的特征。利用人工智能可以在校际、区域、国家和全球等范围收集、分析教育数据，全面创新人才培养制度，同时促进和管理区域之间、城乡之间和校际之间的教育均衡，改善教育供给（黄荣怀等，2019）。

三、人工智能助力可持续发展目标4的实现

1.确保人工智能在教育领域应用的公平性和包容性

受教育是一项基本人权，人工智能可以使教育和学习系统更加公平和包容，使每个人不分性别、不分城乡、不分地域、不分贫富、不分民族地接受良好教育，特别是女童和妇女以及边缘化人群和社区、有特殊教育需要的人群、难民、流离失所者和入学机会有限的个体。但同时人工智能和自动化导致收益高度集中在少数国家和公司，又助推了不平等的日益加剧。人工智能技能和人工智能专业人员的性别差距也在日趋扩大。如不进行政策干预，人工智能在教育领域的部署将加深数字鸿沟并加剧性别不平等。

随着人工智能的发展，欠发达国家面临着新一轮技术、经济和社会分化的风险。数字革命应该是可持续发展的革命，不让一个人掉队，弥合分歧，加强包容。这首先需要确保在教育中公平和包容地使用人工智能，一方面解决社会经济地位、种族、性别、地理位置等不平等问题；另一方面还需要探索有效的人工智能解决方案，以突破弱势群体获得优质教育资源的障碍。

基础技术、基础设施的缺失是欠发达国家发展人工智能教育面临的主要障碍。非洲优先是联合国的一项工作原则，联合国教科文组织特别强调通过非洲优先战略缩小教育领域人工智能的差距。这需要加强北南（North-South）和北南南（North-South-South）合作，在政府、大学和其他机构之间分享技能知识、技术、算法和设施，以确保人工智能的发展为

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

更多国家所利用。否则，就很可能出现全球数字鸿沟，进一步拉大差距，对欠发达国家尤为如此。

教育可以通过培养相关人才来帮助应对这些挑战。此外，人们意识到撒哈拉以南非洲的决策者和教育工作者对人工智能及其对教育的影响缺乏认识，也没有能力对全部政策加以规划，从而利用人工智能的潜力改革教育系统和实践。因此提请非洲决策者关注人工智能，对于缩小人工智能鸿沟，确保人工智能为更多国家特别是非洲国家所用十分关键。

2.人工智能为所有人提供终身学习的机会

联合国教科文组织指出终身学习是实现可持续发展目标4的指导原则，它包括学前教育、基础教育、中等教育、高等教育、职业教育和成人的正式学习和非正式学习。建立终身学习体系，可以使所有人，包括不同性别、不同性格禀赋、不同兴趣特长、不同素质潜能的学生都能接受符合自己成长需要的教育，让学习成为每个人的生活习惯和生活方式，实现人人皆学、处处能学、时时可学。而基于人工智能的在线学习平台和基于数据挖掘的学习者分析是建构终身学习系统的关键技术，它们为成人学习者提供了持续扩展未来技能和知识的机会。

根据世界银行2017年数据，全球老年人口（65岁以上）高达6.5亿，老年人口还会持续上升[①]。斯坦福大学发布的《2030年的人工智能与生活》（Artificial Intelligence and Life in 2030）报告，强调了人工智能在医疗看护、智能辅助、陪伴方面的潜能，能为老年人提供更加智能的健康监测设备、视力辅助设备和出行设备等，改善他们的身体健康、社会生活、情感精神生活（Stone et al., 2016）。老年人对新技术的接受速度较慢，有必要针对他们的需求给予适当的政策关注，并实施资金充足的项目，为老年人提供技能和选择，使他们不受时间限制保持经济活跃，参与社会活动。让老年人学习人工智能，能打破数字生活的障碍，缩小他们与年轻一代之间的差距。

3.促进人工智能领域性别平等，增强妇女权能

联合国教科文组织最近发表的一份报告显示，女童和妇女懂得如何利用数字技术达到基本目的的可能性比男性低25%，懂得如何为计算机编程的可能性为男性的1/4，懂得如何申请技术专利的可能性为男性的1/13（UNESCO，2019）。与此同时，全球人工智能领域专业从业人员的性别差异显著，78%的专业人员是男性，女性仅占22%（World Economic Forum，2018a）。有关研究显示，部分人工智能应用程序、数据集和算法存在性别偏见（Wellner et al.，2019）。如果没有相关政策干预，人工智能在教育中的应用会加剧数字鸿沟和学习的不平等，从而导致边缘弱势群体（包括女性）被排除在人工智能驱动的教育之外。因此我们必须将性别公平作为机器学习的一条基本原则，且迫切需要消除人工智能技能方面的性别差距。性别敏感的教育在帮助重建性别平等的科学观、保证妇女和女童的平等权利等方面起着积极作用。

四、人工智能促进教育发展的保障机制

1.制定有效促进人工智能教育发展的政策

在人工智能教育政策制定方面，首先应采用跨部门和跨学科参与的方式，鼓励不同政府部门、不同利益相关者、不同学科协同合作，共同参与到政策制定过程中。人工智能具有技术属性和社会属性高度融合的特点（中国人民共和国教育部，2018），其发展涉及信息科学、生命科学、脑科学、数学、社会学、伦理学等多个学科；其应用也涉及交通、家庭服务、医疗健康、教育、公共安全、工作与就业、娱乐等多个领域（Stone et al.，2016）。实施人工智能战略过程中的资金来源也具有多元化特点，筹资方式包括国内资金（公有化和私有化）、国际资金和创新筹资机制。人工智能教育政策要与国家人工智能公共政策保持一致。

截至2018年底，全球约有18个国家或经济体制定并开始实施人工智能战略（Pedró et al.，2019），这些国家或地区多采用跨部门和跨学科的方式，制定人工智能发展的公共政策。在这些公共政策中，各国的战略重点与实施方式不尽相同，但教育都是其核心要素。目前关于人工智能教育政策的制定，主要有三种方式：一是制定独立的人工智能教育政策规划。例如，2018年欧盟颁布了《人工智能对学习、教学和教育的影响》（The Impact of Artificial Intelligence on Learning，Teaching and Education），

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

强调了人工智能对人类认知、教学机会等方面的影响。二是制定人工智能公共政策，将教育作为公共政策的一部分加以规划（Tuomi，2018），例如，2016年美国国家科学与技术委员会（National Science and Technology Council）颁布的《国家人工智能研究和发展战略计划》（The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan）以及2017年我国颁布的《新一代人工智能发展规划》。三是制定人工智能数据安全、伦理等相关主题的专门性政策规划，例如，2016年欧盟颁布的《通用数据安全条例》（The General Data Protection Regulation，GDPR）（European Union，2016）。目前人工智能与教育融合还处于初级阶段，多数国家采用第二种方式，即将人工智能教育作为公共政策的一部分加以规划。我国2017年颁布的《新一代人工智能发展规划》也是将智能教育作为国家人工智能战略的一部分，强调利用人工智能、大数据、物联网、云计算等智能技术，加快推动教学方式、教学环境、人才培养模式的变革（国务院，2017）。

未来人工智能教育政策的制定需要多方参与，增强中央与地方政府、教育部门与其他部门之间的合作与交流，鼓励政府、企业、学校、科研机构等利益相关者共同参与到人工智能教育政策等制定过程中。同时还需要推进教育学与信息科学、脑科学、生命科学等学科的交叉融合，通过多学科的合作为人工智能时代教育生态系统的重构奠定基础，为人工智能教育政策的制定提供参考依据。

另外，还应注重人工智能与大数据在政策制定过程中的辅助作用。人工智能与大数据技术的结合可提高决策制定的有效性。作为大数据的子集，教育大数据是整个教育活动过程中所产生的以及根据教育需要采集到的，一切用于教育发展并可创造巨大潜在价值的数据集合。研究指出，教育大数据的价值在于能从繁杂的教育数据中发现相关关系、诊断现存问题、预测发展趋势（杨现民等，2015），这将有助于增强教育决策的有效性和科学性。

2.加强人工智能相关人才培养

以人工智能为代表的新一代技术变革将推动工业、服务业和农业领域的价值链系统性转型，经济增长方式和劳动力市场也随之转型。人工智能的渗透使低技能任务实现自动化，导致一些工作被替代，也会产生大量新的职业和工作机会，就业市场对人类技能的需求也随之发生变化，我们必须对此高度重视。

首先，应加强人工智能专业人员的培养。通过人工智能专业、学院等的建设，培养能够设计、编码、开发人工智能系统的专业人员。缺乏人工智能专业人员和人才，是目前各国发展人工智能以及将其融入教育领域的主要障碍之一。培养人工智能专业人才，加强人才储备，是提高国际竞争力的关键。这需要在高等教育中引入与人工智能前沿技术相关的新课程，优化本科、硕士和博士阶段的培养方案。政府机构、大学和合作伙伴需要共同合作，解决人工智能人才的短期和长期需求，为在科学、技术、工程和数学方面打下扎实基础，加强跨学科研究和培训的能力建设。2018年我国教育部颁布了《高等学校人工智能创新行动计划》，将完善人工智能领域的人才培养体系作为三大重点任务之一，强调“要完善学科布局、加强专业和教材建设、加强人才培养力度、开展普及教育、支持创新创业，全方位综合性地提出指导高校人工智能领域人才培养的指导方针”。2019年我国有35所大学新增了人工智能专业，目前已有43所高校成立人工智能学院或研究院[②]。

其次，应将“人工智能能力”（AI Skills）纳入整体教育计划中。世界经济论坛报告显示，到2022年，将产生1亿多与人工智能或算法相关的新职位（World Economic Form，2018b），这将使人们对编程、人工智能应用与开发等技能，以及创造性思维、问题解决能力和协商技能的需求与日俱增。为应对未来社会人才需求的变化，更好地适应社会需求，需要将人工智能融入到基础教育、高等教育、职业教育和社会培训中，提高学生人工智能时代的数字化生存能力。

人工智能人才培养中，无论是人工智能专业人员的培养，还是将“人工智能能力”纳入整个教育体系中，都必须科学地定义“人工智能能力”的内涵与外延，制定清晰的理论框架，并注意与传统的信息和通信技术能力进行区分。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.建设人工智能教育的研究与监测机制

目前利用人工智能变革教育内容、方式和环境已经达成共识，但人工智能对教育领域带来的长期影响还难以精准监测。现阶段有关人工智能对学习活动和学习成果影响的研究与分析相对缺乏（Holmes et al.，2018a；2019）。

人工智能在教育中应用的研究可以追溯到20世纪70年代计算机辅助教学系统（Computer-Assisted Instruction，CAI）的相关研究，Carbonell（1970）提出了利用人工智能技术，建构信息网络为基础的计算机辅助教学系统（Information-Structure-Oriented Computer-Assisted Instruction，ISO-CAI）。该系统利用信息网络来回答学生提出的问题，并与学生进行对话。50年过去了，关于人工智能是否有效地促进了教师教学和学生学习的效果，尚缺少足够的、规模化证据（Holmes et al.，2018a；2019），至今人工智能到底在多大程度上影响教学与学习、其路径为何尚存争论，都有待进一步探索。

系统地研究与分析人工智能对教育活动带来的影响，仅仅依靠传统的教育学研究难以完成，必须加强教育学与信息科学、生命科学、脑科学、社会学、伦理学等领域的深度交叉融合，实现人工智能基础理论和关键技术的突破，为人工智能时代教育生态系统的重构奠定基础。联合国呼吁加强关于人工智能对教育产生影响的系统研究，鼓励开展国际比较与合作，共同探讨人工智能对全球教育的实质性作用。2018年，我国国家自然科学基金委员会在“信息科学部”下增设“F0701教育信息科学与技术”代码，并设立10个研究方向：教育信息科学基础理论与方法、在线与移动交互学习环境构建、虚拟与增强现实学习环境、教学知识可视化、教育认知工具、教育机器人、教育智能体、教育大数据分析与应用、学习分析与评测、自适应个性化辅助学习，大力支持人工智能、教育学、机器人学、学习科学与技术、教育神经科学、虚拟现实、增强现实等学科的交叉研究。通过教育学与信息科学、生命科学、脑科学的深度融合，为教育生态系统的重构奠定基础。

4.重视人工智能促进教育发展的伦理问题

2019年欧盟提出发展“可信赖人工智能”（Trustworthy AI）的倡议。可信赖人工智能包含两方面的内容：一是强调人工智能的发展与使用要以人为中心，保障人的基本权利，遵循基本的规则，以及尊重核心价值；二是强调促进技术的发展与可信度，保障技术的有序发展。发展人工智能的教育应用，要以共同的价值观和道德观为基础，为全人类的利益服务。

随着人工智能技术在教育领域的发展与应用，滥用个人数据的案例加剧了人们对人工智能在各个领域应用带来的伦理、隐私和安全问题的担忧。教育机构、学生尤其是儿童更容易受到这种问题的威胁。除欧洲之外的其他所有地区中，只有不到30%的国家制定了全面的数据保护法。数据安全、隐私保护等已成为未来人工智能教育发展不可回避的问题。

目前教育领域人工智能技术应用的伦理机制尚不清晰（Holmes et al.，2018b）。有效发挥人工智能的潜能，避免消极影响，实施教育视角下的可信赖人工智能，亟待制定人工智能应用于教育的伦理框架。伦理框架的制定需要注意三个核心问题：第一，以学习者为中心或以人为中心应用人工智能。人工智能技术和工具在教育中的开发和应用不应该局限于技术本身，而应以增强学习者的学习能力和可持续发展为目标。运用人工智能平台和工具促进教与学，必须从学生和教师的需要出发，解决他们在课堂上乃至范围更广的教育环境中面临的真正挑战，而不应由供应驱动的办法或对新技术的盲目追求所主导。第二，加强数据管理与人工智能技术治理。一方面机器学习中有意识和无意识的数据使用会对学生或教师个人数据的隐私与安全造成威胁，通过监管框架保障以透明和可审计的方式使用教育数据、教师和学习者的个人数据，以保护学生和教师的隐私和个人数据安全。另一方面，还应该对数据收集过程进行监测，以保证用于分析和预测学习者行为的数据集的质量。因为机器学习算法识别数据集的模式，也将导致偏差与歧义。第三，加强学习者与教师自治，尊重学习者和教师的自主性。应该使学习者和教师了解人工智能应用于教育领域的潜在风险，并使学习者和教师参与决策制定过程。

如何实施教育视角下的可信赖人工智能，确保

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

师生的主体性，实现安全、透明、可预测、可解释、可审查、可追溯、可负责的人工智能+教育，是我们亟待解决并持续关注的问题。

注释：

① 资料来源：https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.65UP.To.

② 资料来源：https://baijiahao.baidu.com/s?id=1632161237260282167&wfr=spider&for=pc.

参考文献：

[1][德]雅斯贝尔斯(1991).什么是教育[M].邹进.北京:生活·读书·新知三联书店:4.

[2]范国睿(2018).智能时代的教师角色[J].教育发展研究,38(10):69-74.

[3]国务院(2017).国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知 [EB/OL]. [2019-05-20].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.

[4]黄荣怀,刘德建,刘晓琳等(2017).互联网促进教育变革的基本格局[J].中国电化教育,(1):7-16.

[5]黄荣怀,张慧,尹霞雨(2019). 人工智能促教育2030议程实现[N]. 中国教育报,2019-05-18(003).

[6]教育部基础教育质量监测中心(2018).中国义务教育质量监测报告[EB/OL].[2019- 05- 20].http://www.moe.gov.cn/s78/A11/ddb_left/s8389/201807/P020180724685827455405.pdf.

[7]教育部教育信息化技术标准化委员会(2002).教育资源建设技术规范: 信息模型[EB/OL].[2019-05-20].http://www.sdei.edu.cn/wcms/Services/AttachDownLoad.jsp?id=250203.

[8]李学书,范国睿 (2016).未来全球教育公平:愿景、挑战和反思——基于《教育2030行动框架》的分析[J].比较教育研究,38(2):6-11.

[9]新华网 (2018a). “牛娃”太多，教学大纲不够用了:课外辅导班“圈”走了啥？ [EB/OL].[2019-05-20]. http://www.xinhuanet.com/2018-02/07/c_1122378462.htm.

[10]新华网 (2018b).中国青少年近视率居世界第一拿什么拯救孩子的明眸[EB/OL].[2019- 05- 20]. http://www.xinhuanet.com/yuqing/2018-08/21/c_129936611.htm.

[11]杨现民,王榴卉,唐斯斯(2015).教育大数据的应用模式与政策建议[J].电化教育研究,36(9):54-61,69.

[12]余明华,冯翔,祝智庭(2017).人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索[J].远程教育杂志,35(3):11-21.

[13]余胜泉,王琦(2019).“AI+教师”的协作路径发展分析[J].电化教育研究,40(4):14-22,29.

[14]中华人民共和国教育部(2017).教育部关于印发《义务教育学校管理标准》的通知[EB/OL].[2019-05-20]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/s3321/201712/t20171211_321026.html.

[15]中华人民共和国教育部(2018).教育部关于印发《高等学校人工智能教育创新行动计划》的通知 [EB/OL].[2019-05-20]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html.

[16]Aggarwal, A. (2018). Genesis of AI: The First Hype Cycle [EB/OL].[2019-05-20]. https://scryanalytics.ai/genesis-of-ai-the-first-hype-cycle/.

[17]Carbonell, J. R. (1970). AI in CAI: An Artificial- Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction[J]. IEEE Transactions on Man-Machine Systems, 11(4):190-202.

[18]European Union (2016). General Data Protection Regulation. [EB/OL].[2019- 05- 20].https://eur- lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679.

[19]Holmes, W., Anastopoulou, S., & Schaumburg, H. et al. (2018a) Technology-enhanced Personalised Learning[M]. Untangling the Evidence., Stuttgart, Robert Bosch Stftung: 65.

[20]Holmes, W., Bektik, D., & Whitelock, D. et al. (2018b). Ethics in AIED: Who Cares?[C]// 19th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED´18). London: Springer International Publishing: 551-553.

[21]Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning[M]. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign:164-169.

[22]National Science and Technology Council (2016). The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan[EB/OL].[2019-05-20].https://www.nitrd.gov/news/national_ai_rd_strategic_plan.aspx.

[23]Pedró, F., Subosa, M., & Rivas, A. et al. (2019). Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development[EB/OL]. [2019-05-20]. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994#.

[24]Picard, R. (2003). Affective Computing: Challenges[J]. International Journal of Human-Computer Studies, 59(1):55-64.

[25]Stone, P., Brooks, R., & Brynjolfsson, E. et al.(2016) Artificial Intelligence and Life in 2030. One Hundred Year Study on Artificial Intelligence[R]. Report of the 2015- 2016 Study Panel. Stanford University, Stanford, CA.

[26]Tuomi, I. (2018). The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education[R]//Cabrera, M., Vuorikari, R & Punie, Y. (Eds.). Policies for the Future. Luxembour: Publications Office of the European Unio.

[27]UNESCO(2017a). More Than One-Half of Children and

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Adolescents Are Not Learning Worldwide [EB/OL]. [2019-05-20]. http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/fs46-more-than-half-children-not-learning-en-2017.pdf.

[28]UNESCO(2017b). Global Education Monitoring Report Summary 2017/8: Accountability in Education: Meeting Our Commitments [EB/OL]. [2019-05-20]. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259593.

[29]UNESCO(2019). I'd Blush If I Could: Closing Gender Divides in Digital Skills Through Education [EB/OL]. [2019-05-20]. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367416.page=1.

[30]Wellner, G. & Rothman, T. (2019) Feminist AI: Can We Expect Our AI Systems to Become Feminist? [J]. Philosophy & Technology, 34(9): 1-15. https://doi.org/10.1007/s13347-019-00352-z.

[31]World Economic Furum(2018a). The Global Gender Gap Report 2018[EB/OL] . [2019-05-20]. https://www.weforum.org/reports/the-global-gender-gap-report-2018.

[32]World Economic Forum(2018b). The Future Jobs Report 2018 [EB/OL]. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf.

收稿日期　2019-05-20　　责任编辑　田党瑞　汪燕

Planning Education in the Artificial Intelligence Era: Lead the Leap

——An Interpretation of the Outcome Document of the International Conference on Artificial Intelligence and Education: *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education*

ZHANG Hui, HUANG Ronghuai, LI Jihong, YIN Xiayu

Abstract: In the context of the dual-driving for education reform by the sustainable development and the new round of science and technology revolution, the general consensus is that Artificial Intelligence (AI) empowers education, and education promotes AI development. At the crucial moment of moving towards an era of AI, UNESCO organized the International Conference on Artificial Intelligence and Education, and released the outcome document: *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education*. The outcome document aims to plan education in the AI era, including ten themes: Planning AI in Education Policies; AI for Education Management and Delivery; AI to Empower Teaching and Teachers; AI for Learning and Learning Assessment; Development of Values and Skills for Life and Work in the AI Era; Development of Values and Skills for Life and Work in the AI Era; Promoting Equitable and Inclusive Use of AI in Education; Gender-Fair AI and AI for Gender Equality; Ensuring Ethical, Transparent and Auditable Use of Education Data; Monitoring, Evaluation and Research. It can be analyzed with the following three perspectives: (1) the core value of AI empowering education; (2) AI accelerating the process of achieving Sustainable Development Goal 4 (SDG 4); (3) the guarantee mechanism of AI empowering education. In terms of the core value of AI empowering education, it includes using AI to improve educational assessment and facilitate personalized learning; to empower teaching and teachers; to boost educational management and education provision. With regards to AI accelerating the process of achieving SDG4, we need to ensure the equitable and inclusive use of AI in education; to provide lifelong learning opportunities for all; to promote gender equality and empower women in AI. With regards to the guarantee mechanism of AI empowering education, it involves planning AI in education policies; strengthening the response to the needs for AI skills development; developing research and monitoring mechanism; highlighting ethical issues related to AI integration in education.

Keywords: *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education*; Artificial Intelligence; Education Development; Sustainable Development; A New Round of Science and Technology Revolution

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

人工智能2.0与教育的发展

□ 潘云鹤

【摘 要】 人工智能正在从1.0走向2.0，主要有三个方面的具体原因：一是社会产生了新的需求，二是信息环境发生了巨大变化，三是人工智能的基础和目标发生了变化，当然总的原因是人类社会结构从物理空间—社会空间的二元结构转变为物理空间—社会空间—信息空间的三元结构。人工智能2.0包括五个方面的基础研究：大数据智能；群体智能；跨媒体智能；人机混合增强智能；自主智能系统。目前人工智能2.0技术已经初露锋芒，对教育将产生多方面的影响：大数据智能将使个性化教育获得极大支持；跨媒体学习将取得很大的进展；终身学习将得到智能化的支持；数字图书馆建设将转变为智能图书馆建设；队伍组织和人才培养将成为新一代人工智能战略实施过程中极为重要的两个关键因素。

【关键词】 人工智能2.0；大数据智能；群体智能；跨媒体智能；人机混合增强智能；自主智能系统；个性化教育；跨媒体学习；终身学习；智能图书馆；人才培养

【中图分类号】 G420 【文献标识码】 A 【文章编号】1009-458 x (2018)5-0005-5

DOI:10.13541/j.cnki.chinade.20180427.001

一、人工智能走向2.0

人工智能的概念是1956年在美国达特茅斯学院（Dartmouth College）确立的，是指让计算机像人那样思考、学习和认知，即用计算机来模拟人的智能。从20世纪70年代开始，人工智能形成了比较稳定的研究和应用领域，即机器定理证明、机器翻译、专家系统、博弈、模式识别、机器学习、机器人等。这些应用领域都是模拟人尤其是专业工作者的能力，比如逻辑推理能力、自然语言理解能力、问题求解和知识表达能力以及搜索能力等。

到2015年，中国工程院研究了多个领域的重大咨询项目，比如智能城市、智能医疗、智能制造以及各种科技知识中心，在研究过程中发现这些问题的解决最后都聚焦到人工智能技术的发展，如果人工智能得不到新的发展就没有办法解决这些问题。因此，中国工程院建议国家关注人工智能的一大变化，即人工智能不仅会取得面的大发展，而且会实现质的升级，从1.0走向2.0。原因包括以下三个方面：

1. 社会产生了新的需求

这些需求包括智能城市、智能医疗、智能交通建设，以及智能游戏、无人驾驶、智能制造和智能学习等。所有这些问题都需要人工智能去解决，但这些具体问题在前60年人工智能所涵盖的七大领域中大部分都没有包含其中。

2. 信息环境发生了巨大变化

60年前的信息环境是很多人围绕一台计算机进行工作，而现在一个人已经可以拥有很多台计算机，不但如此，人们还有互联网、移动计算、超级计算、可穿戴设备、云计算、网上数据、万维网、搜索引擎等新的技术和设备。信息环境发生了巨大的变化。在此基础上，应该产生新的人工智能。所以，新一代人工智能不仅仅是让一台计算机变得更聪明，更重要的是让周围的信息环境共同变得更聪明。

3. 人工智能的基础和目标发生了变化

人工智能的基础是数据驱动，而现在出现了各种各样不同的新的数据，如大数据、多媒体数据、传感器网数据、AR/VR数据等。而且很多人工智能专家认为，计算机在某些专门领域将变得很聪明，甚至在很多领域将可以超过人，阿尔法围棋（AlphaGo）就证明了这一点。但计算机的聪明和人的聪明并不一样，这是两类不同的聪明。虽然技术发展很快，但技术的智能和人的智能在功能上既有许多重合的方面，也有更多不重合的方面。因此，更好的方法是研究如何把人的智能和机器的智能结合在一起，从而产生更强大、更优秀的智能来为人类服务。

从这三个方面来看，人工智能必定迈向新一代，

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

即从1.0迈向人工智能2.0时代。

党和国家主要领导对中国发展人工智能2.0的建议十分重视，中国政府在2017年7月20日发布了一项规划——《新一代人工智能发展规划》。更深入地分析，人工智能之所以走向2.0，除上述三方面原因外还有一个总的原因：世界正在发生重大变化。之前人类社会是二元空间，即物理空间和社会空间。自然界早在人类出现以前就存在，称之为物理空间；人类出现以后，人们相互交往构成社会空间。人们将这两个空间称为P（Physics）空间和H（Human Society）空间。近年来，信息空间迅速壮大，二元空间变成三元空间，增加了一个C（Cyber）空间，即C、P、H三个空间。这个信息空间是怎么形成的呢?

50年以前，尽管当时也有很多信息源，比如书籍、会议、媒体，例如电视、广播、计算机等，但所有这些信息都来自于人类社会。人们把这些信息连在一起，于是有了互联网、移动通信和搜索引擎，但即使到了这一步，这些信息还是主要来自于人类社会。

现在人们发送了很多卫星上天；在城市里安装了很多摄像头，用来监控城市的安全，包括交通安全、人的安全、环境的安全等；还安装了很多传感器，用以监测空气质量和各地的生产情况。这些信息并非来源于人类，而是直接来源于物理世界，物联网的产生更使得这些信息增加得越来越快。于是，人类进入了一个新的时代——大数据时代。大数据时代的根本特征是信息快速膨胀，人类无法用原有手段和方法处理周围快速增长的信息。大数据时代的好处是有很多数据，坏处是人类已经没有办法认识这么多数据。比如摄像头传回来的数据人们最多能利用其中的5%，其他很多信息来不及得到处理，但实际上其中包含了大量知识。所以大数据必然要走向大知识，只有这样它才能促使人类的认识和控制能力发生巨大变化。

从二元空间到三元空间的变化不仅体现为上述具体事例，更重要的是，这一变化给人类带来了新的认知通道、新的计算和新的知识门类。在P和H二元空间时代，人类社会在了解物理空间的过程中产生了各种各样的信息和知识，称为自然科学。人类要去改造物理空间，把所有这些有关改造物理空间的知识叫作工程技术。除此以外，人们还要了解人类社会自身，也产生了很多知识，称其为社会科学。这三者是人类知识的总和。

现在信息空间发展壮大，人类在了解物理空间时除了亲自进行观测、做实验，亲身到物理空间去进行原有的各种各样的科学活动外，人们还可以通过信息空间，用传感器、物联网、多媒体信息以及人机交流等方式了解物理空间。通过这些方式，人类就可以看得比以前更多、更远、更透彻。比如人们可以同时看到多个十字路口的交通细节和整个城市的交通状况，这两类变化的信息同时呈现在面前，甚至可以同时去比较多个城市。人们可以在很多地方同时监测空气污染的变化，把这些密集而变化的数据与天气的变化、车流的变化、企业生产运行的变化结合在一起，同步分析推理，从中将发现很多新的规律。这些对物理空间的新的了解是过去人类所无法达到的。

类似的，人类还可以通过信息空间去改造物理空间，例如无人车、无人飞机、无人船等，今后还会有大量自主智能设备被研制出来。人类通过信息空间，还可以以新的方法来进一步了解人类自身，如更准确认识人的购物行为、娱乐行为、保健行为、经济行为、社交行为等。因此，估计下一次我国进行人口普查，大概只需要很少的人、很短的时间就够了。这不是空想，大数据智能技术完全可以做到。

我们将看到，在三元空间的世界里，不仅人工智能会发生巨大的变化，计算机技术会发生巨大的变化，实际上信息空间的出现为所有自然科学、工程技术、社会科学都提供了新的途径和方法，因为它提供了新的信息流动。进而还会出现很多新的学科门类，例如对各种复杂巨系统的研究。

比如研究整个城市是如何运行的。城市已经出现了很多年，中国最早的城市的证据最近被发现是五千余年以前的良渚古城，位于浙江杭州附近。尽管城市的存在已经有漫长的历史，但人们对一个城市的运行规律并不完全清楚。例如，过去都以为，对一个城市进行了规划，政府严格执行，这个城市就这么布局运行了，后来发现并非如此。城市的布局与运行是城市规划决策者作为一方，市民和企业家作为另外一方，互相作用和调节的结果。城市规划的基础是对城市这个复杂系统的发展预测，不仅是物理规划、经济发展规划，它和交通、医疗、教育系统等都会产生复杂的互动。环境生态以及健康医疗等领域也是如此。所有这些系统都是科学问题+工程问题+社会问题，形成了复杂的巨系统。过去的学科与数据分割限制了对此

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

进行研究，而在新的三元空间中则可以对此进行新的研究。中国《新一代人工智能发展规划》提出人工智能走向2.0就是在这样的形势下确立的。规划提出了五个方面的基础研究：①大数据智能。大数据基础上人工智能怎么变化。②群体智能。怎么用互联网把很多计算机、很多人组织在一起形成综合智能。③跨媒体智能。把听觉的、视觉的、嗅觉的、触觉的、图形的、图像的等不同的数据和知识综合在一起形成新智能。④人机混合增强智能。人机混合，通过更有效的人机交互技术与系统提供增强的智能。⑤自主智能系统。让各种机械装备具有感知、推理和自主（可控的）能力，更好地为人类完成各种各样的任务，比如汽车、飞机、轮船、数控机床、注塑机、挖土机等都能自动完成所规定的任务。

二、人工智能2.0技术已经初露锋芒

人工智能技术走向2.0已经表现出很多迹象，尽管刚刚开始，但是非常引人注目。

端倪1：大数据智能已经出现。典型例子就是阿尔法围棋（AlphaGo）在与人类下围棋的过程中采用的智能技术。在棋类以外，感知领域也已经有很多类似的计算机程序。

端倪2：群体智能已经引起科学家的关注。《科学》（*Science*）杂志在2016年1期发表了《群智之力量》一文，研究了群体智能的三种工作方式。群体智能目前已经得到应用。例如美国普林斯顿大学采用群体智能的方法认识视觉神经的功能。视觉神经束的结构通过显微镜已经揭示出来，但是无法定位这些神经各有什么功能。研究者在网站上动员了145个国家的16万多名专家及志愿者一起标记视觉神经的功能，形成人类到目前为止对视觉神经最清晰的认知。

端倪3：人机一体化技术已经引入了一些混合智能。这些技术已经开始应用，而且应用效果很好。例如外骨骼系统，机械系统随臂而动，而手臂的力量可以有十几倍的增强。著名的达·芬奇外科手术刀也是人和机械手的协动操作，很多医生反映它可以使外科手术更加精确。当然也有医生反映它还有一些不足，对这些缺点加以改进后使用效果会更好。

端倪4：跨媒体智能已经开始兴起，某些应用已经产生了发人深省的效果。比如在游戏领域，游戏“精灵宝可梦”（Pokemon Go）在实时的视频中加上动画，玩家可以在街头等自然环境中捕捉虚拟的宠物小精灵，是个非常创新的游戏。此外，现在跨媒体技术也已经用于把照片变成油画、变成国画等各种各样的艺术创作工具。

端倪5：无人系统迅速发展。人工智能原来聚焦在研发机器人上，但用机器模拟人远不如让机器拥有自己的智能来得更加有效。无人汽车展示的就是这样，应该让它跑得更智能，而不是去模拟人的双腿。应该让机器在工作中拥有更好的感知、更好的判断和更好的规划。

三、人工智能2.0对教育的影响

人工智能2.0对教育的影响将是广泛而深入的。

1. 大数据智能会使个性化教育获得极大的支持

学生在学习时留下了很多踪迹，比如做练习题、测验的情况，历年的学习成绩，听课时的表情，平时的兴趣爱好，以及家庭和朋友圈的环境，等等。所有这些数据加在一起，可显示出每一个学生学习的情况都是有其特殊性的。而现在的教学系统只能对全班学生进行同样进程与内容的教育，一个班进行进度划一的学习，学生一旦掉队就很难跟上。现在很多商业领域的技术，比如游戏、电商、搜索的平台提供者都在为他们的用户进行“画像”，即个性特征归纳提取。比如游戏就在研究该游戏中玩家的心理状态、游戏水平、习惯、爱好，由此对玩家提出建议，比如建议玩家买什么“武器”、找什么朋友、和谁竞争进行游戏等，这个技术称为“用户画像”。今后技术的发展一定可以做到为每个学生进行学习画像。当然，校长也可以为每位教师进行教学画像，可以知道他的才华最集中体现在哪个方面。通过画像，可以知道学生现在最大的困难和优势是什么，他应该向什么方向发展，这会使得学生的才华得以发展，不足及时改善，从而为学生制定个性化的教育方案，而且这个教育方案能够随着大数据的进一步充实而不断得到修正。

我们已经看到，现在很多商业人工智能技术可以转化为教育应用。但是，我们也要看到，这种用软件对行为数据进行分析与反馈，进而对用户进行引导的技术如果使用不当，也会有它的片面性。有些专家指出，如果用户喜欢哪一类新闻，就专门把这类新闻播

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

给用户看；用户喜欢哪一类消息，就把这类消息推送给用户，最后用户会越来越偏激。今后在使用大数据进行个性化教育时便要防止这样的倾向。人工智能出现有好处，但也会有不足，需要制定各种各样的规则，让它更好地为人类服务，就像汽车出现人类要制定交通规则一样。

2. 跨媒体智能会有效地提高学习效率与兴趣

跨媒体智能将会在学习方面取得很大的进展。人的思维与感知紧密联系在一起。人们在读书时读到“苹果”，脑子里就会出现苹果的形象、味道、咬下去的声音等，这是人类在形成“苹果”的文字概念时整合进去的形象信息。这也说明人们头脑中的概念是由文字、视觉信息、听觉信息、味觉信息、触觉信息等综合在一起，即跨媒体而形成的。心理学称之为心象。概念实际上是形象思维和逻辑思维协同的结果。

前60年的人工智能在处理多媒体信息时都是分开处理的，如模式识别能够分别处理视觉信息、听觉信息、触觉信息等。人工智能2.0就要深入开展对跨媒体智能的研究。原来使用的教材也主要是用文字来描述知识的。这样的教材当然存在不足，因此除文字以外，教师要进行讲解，要配插图，还要组织学生去参观，要做各种各样的实验等，这些实际上是在学生形成概念时给他们创造一个跨媒体的认知环境，使得他们形成更完整的概念。仅靠单一媒体进行教学往往是很低效的，因此，跨媒体教学将是提高教学效果的有力武器，对儿童的教学尤其如此。

现在各种各样的工具已经出现了。譬如说将课本从原来的语言字符变成超文本课本是有可能的。现在超文本技术已用于计算机网络搜索，将来可以应用到课本里。又如增强现实（AI）产品对幼儿的教学会有非常大的提高作用。例如一款教儿童编程的应用软件已经在销售了。教儿童编程是很困难的，这款应用软件就以形象的办法培养儿童形成编程的逻辑思想方法。通过增强现实技术，儿童可以通过自己摆积木的程序去完成一段动画的制作。在这样的学习过程中，儿童可以愉快地将形象思维与难度很高的逻辑思维联结起来而成功接受训练。

3. 终身学习将得到智能化的支持

终身学习的重要性日益被全社会所认可。终身学习不但内容重要，形式也很重要。终身学习不可能依靠学校教育的方式来实现。而且现在学生的学习方式也已经逐渐从单纯课堂听课转向听教师授课与从网上汲取知识同时进行，这种混合学习已经成为一种趋势。因此，自学的方式非常重要。终身学习主要是学习者带着问题的学习。学习者的问题包括工作的问题、形势变化的问题、健康的问题、理财的问题、兴趣爱好的问题等，这些都将导致学习行为，而对于这类学习来说原有的学校教材并不适用。

终身学习应该是一种自主驾驶式的学习，即根据自己的学习基础、需要解决的问题以及希望达到的目标，选择一条适合自己特点的学习路径。对于这种学习方式，应该如何向学习者提供支持？让学习者看大量的教材吗？这是不可能的。因此，人工智能2.0应为终身学习者提供适应主动驾驭的、知识密集的智能化教材服务。

4. 从建设数字图书馆变成建设智能图书馆

现在我们国家正在把传统大学图书馆建设成为数字图书馆，教育部迈出了重要一步。中国工程院正在把这样的数字图书馆和工程数据库等相融合变成知识库。图书馆中的一本书往往由几十个乃至几百个知识点组成，这些知识点按作者的设计联结在一起就是一本教材。这个系统对于在学校里上学的学生是合适的，但很可惜，对终身教育多数并不合适，篇幅太长了，很多知识点不是学习者急需的。所以，希望能够根据学习者原有的学习基础、要解决的问题和学习目标，对各种知识点进行各种新的编排，使它们适合每一位学习者的需求，从而使自主式学习者能够又快又好地进行学习。

因此，在原有数字图书馆和知识库的基础上，图书馆一定会走向智能图书馆。智能图书馆向读者出借的不是一本书，而是根据读者要解决的问题提供的知识点的链接系列，这个系列是实时按需编排给读者的。所以，人工智能可以在此基础上，帮助每个人制定学习规划，提供相应的学习内容，甚至介绍相应的专家教师。

上述只是一些例子。可以看出，人工智能在教育中的应用将是广泛而深入的。新一代人工智能在教育领域的应用是一项改造人类学习的宏大工程，迫切需要多个领域的科学家联合起来进行研究，包括人工智能、认知心理学、教育学、图书馆学，脑科学等，实际上这也是教育现代化的过程。

（下转第44页）

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(10):14-20.
何克抗,林君芬,张文兰. 2006. 教学系统设计[M]. 第二版. 北京:高等教育出版社.
何克抗,李文光. 2009. 教育技术学[M]. 北京:北京师范大学出版社.
琳达·哈拉西姆,肖俊洪. 2015. 协作学习理论与实践——在线教育质量的根本保证[J]. 中国远程教育(8):6.
李芒,徐晓东,朱京曦. 2007. 学与教的理论[M]. 北京:高等教育出版社.
琳达·哈拉西姆,肖俊洪. 2015. 协作学习理论与实践——在线教育质量的根本保证[J]. 中国远程教育(8):8、10.
特里·安德森,乔恩·德龙,肖俊洪. 2013. 三代远程教育教学法理论[J]. 中国远程教育(11):32-42.
王卫军,蒋双双,杨微微. 2016. 基于协作学习的在线课程设计探讨[J]. 电化教育研究(2):68.
肖广德,黄荣怀. 2014. 学习过程导向的网络课程教学交互设计研究——面向网络课程实施的视角[J]. 电化教育研究(9):85.
约翰逊(Johnson D.W),约翰逊(Johnson R.T). 2004. 合作学习[M]. 伍新春等译. 北京:北京师范大学出版社.
郑兰琴. 2015. 协作学习的交互分析方法[M]. 北京:人民邮电出版社.
Anderson, T. (2010). Towards a Theory of Online Learning. *Athabasca University Press*, 1-14.
Harasim L. (2000). Shift Happens: Online Education as a New Paradigm in Learning. *Internet & Higher Education*, *3*(1-2), 47.
Marc Bélanger. (2008). Online Collaborative Learning for Labor Education. *Labor Studies Journal*, *33* (4), 417.
Parker A, Parker S. (2013). Interaction: The Vital Conversation in Online Instruction. *Online Submission*, 10.
Rossi D. et al. (2012). Exploring a Cross-Institutional Research Collaboration and Innovation: Deploying Social Software and Web 2.0 Technologies to Investigate Online Learning Designs and Interactions in Two Australian Universities. *Dental & Medical Problems*, *5*(2), 2.
Rossi D. et al. (2012) Exploring a Cross-Institutional Research Collaboration and Innovation: Deploying Social Software and Web 2.0 Technologies to Investigate Online Learning Designs and Interactions in Two Australian Universities [J]. *Dental & Medical Problems*, *5*(2), 3.

收稿日期:2017-07-04
定稿日期:2017-11-14
作者简介:蒋双双,硕士研究生,西北师范大学教育技术学院(730070)。
王卫军,博士研究生,教授,西北师范大学教育学院副院长(730070)。

责任编辑　刘　莉　张志祯

(上接第8页)

5. 在新一代人工智能战略实施的过程中，队伍组织和人才培育是两个极为重要的关键因素

当然，人工智能的发展也需要教育系统的支持。《新一代人工智能发展规划》专门提出，要在全国形成一支政府、企业和学校结合起来的人工智能攻关力量。现在的问题是，全国人工智能方向的学生，主要是硕士生和博士生，太少了。为加大人工智能人才培养和学科建设力度，建议国家快速将10~20所人工智能学术水平高的大学作为人工智能研发人才培养中心。每校每年专拨人工智能博士生、硕士生培养名额，使得若干年以后，我国人工智能研发人才每年可增加1,000名以上，快速形成一支重要的研发力量。同时，这种研发人才既要有人工智能本专业的人才，也要有人工智能和理、工、农、医、经管、人文结合起来的交叉型人才。现在也特别缺少这类人才，比如既懂人工智能又懂心理学的，既懂人工智能又懂经济学的，既懂人工智能又懂机械的，等等。还要对大量企业的管理者、总工程师进行人工智能知识的再培养。因此，强化人工智能人才培养是《新一代人工智能发展规划》顺利完成的当务之急。

此外，建议在有关省市建立一批新一代人工智能研究中心，推动人工智能在各个领域的研发与应用示范。人工智能走向2.0是全世界的一件大事，中国还要主动开展国际合作，建立合作平台，与全球有合作意愿的科技人员携手，共同应对各种挑战，共同推动人类走向更加美好的明天。

中国的信息化进程是沿着三个阶段在推进：第一阶段是数字化，第二阶段是网络化，第三阶段是智能化。产业和应用已经开始大步踏上第三阶段，科研、教育、教材也需要及时布局，有效地加以推进。

收稿日期:2018-03-26
定稿日期:2018-04-13
作者简介:潘云鹤,浙江大学教授,博士生导师,中国工程院院士(100088)。

责任编辑　刘　莉　单　玲

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Artificial intelligence 2.0 and educational development

Yunhe Pan

Artificial intelligence (AI) is evolving from 1.0 to 2.0 for three key reasons: emerging social needs, rapidly changing information environments and changes made in AI foundations and targets. The overarching reason for the upgrading lies in the transformation of social structure from a dual factor one of physical and social spaces to a three factor one of physical, social and informational spaces. AI 2.0 covers foundational research in five aspects: big data intelligence, collective intelligence, cross media intelligence, man-machine hybrid enhanced intelligence, and autonomous and intelligent systems. Currently, AI 2.0 has begun to demonstrate its potentials and will bring great impact to education in many aspects, namely, (1) big data intelligence will provide strong support for personalized education; (2) cross media learning will develop greatly; (3) lifelong learning will be facilitated with intelligent support; (4) digital libraries will be more intelligently constructed; and (5) team organization and talents cultivation are the two key factors in next generation AI strategic implementation.

Keywords: artificial intelligence; big data intelligence; collective intelligence; cross media intelligence, man-machine hybrid enhanced intelligence; autonomous and intelligent systems; personalized education; cross media learning; lifelong learning; intelligent library; talents cultivation

Visionary leadership for digital transformation: in a time when learners take ownership of their learning

Ebba Ossiannilsson

The rethinking of leadership at all levels is required to reach the UNESCO's sustainable development goals for education in 2030 when learners will take the lead in orchestrating the process and manner of their own learning and in choosing their personal learning journeys. The style and focus of leadership must change in order to prepare learners for a dynamic world that is connected by digital technology. To prepare for this change, leaders at all levels can foster sustainable open education initiatives and activities through both top-down and bottom-up transparent approaches. They can pave the way for creating openness by inspiring and empowering people to be lifelong learners. Leaders and managers can enable the cultural change brought by digital transformation within their organizations. The cultivation of the culture of quality is critical, and it must be in everyone's interest; however, it must be empowered and encouraged by leaders. Hence, there is a need for people who have the knowledge, abilities, competences, and attitude to lead this process and to analyze and evaluate digital work environments.

Keywords: digitalization; digital transformation education; learning; leadership; open education; resilience; boundaryless

Interaction design in collaborative online courses: the case of the course *Principles of Educational Communications*

Shuangshuang Jiang and Weijun Wang

Interaction in online courses is key to the success of learning. This study analyzes the current inter-

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

国际领域“人工智能＋教育”的研究进展与前沿热点*
——兼论我国“人工智能+教育”的发展策略

李海峰　王　炜
（新疆师范大学　教育科学学院，新疆乌鲁木齐　830017）

[摘　要] “人工智能+教育”研究的系统性把握，对我国人工智能教育发展具有重要的参考价值。以文献、作者、关键词、研究机构以及被引文献等作为变量，对国际上30多年来“人工智能+教育”研究领域发表的学术论文，进行文献计量分析的结果表明：人工智能技术的发展正在推动“人工智能+教育”研究进入快速发展期，形成了以专门核心期刊为交流平台的学术互动场域；英国、西班牙以及台湾地区等国家/地区汇聚了该领域的主要研究者，俄罗斯、意大利和罗马尼亚等国家涌现出了代表性的学术共同体；“人工智能+教育”主要以教育学、心理学、计算机科学等学科为基础，研究主题涉及社会化学习系统、智慧学习模型、智能导师系统以及机器人学习系统等，大数据、智能导师系统、增强现实以及交互质量等，成为当前的主要研究热点。基于此，我国人工智能教育的发展，亟需制定跨界驱动的智能教育发展机制、组建优质学术研究共同体、形成“校、企、政”联动机制以及优化人才培养体系。

[关键词] 人工智能+教育；人工智能；信息化教育；可视化分析；智能教学；大数据
[中图分类号] G434　[文献标识码] A　[文章编号] 1672-0008(2019)02—0063—11
DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2019.02.008

阿尔法狗(AlphaGo)的超强自学能力及其卓越智能，再次在全球范围掀起了人工智能研究热潮，各国政府和部门纷纷出台多项战略规划或文件，来探索与推动人工智能发展。我国在《新一代人工智能发展规划》中指出，中国要创建人工智能的科技创新体系、关键共性技术体系和创新平台，加快培养与聚集人工智能的高端人才，构建智能化基础设施体系。

就教育领域而言，机器学习、深度学习、学习分析、人机协作等人工智能技术，已经逐渐融入到教育领域，“人工智能+教育”成为人工智能技术应用的主要形态之一。人工智能在教育应用进程中，亟需厘清“人工智能+教育”的发展动态、研究主题及其前沿热点，明确“人工智能+教育”的发展方向，为我国构建人工智能时代的新型教育生态系统提供经验。

一、数据来源与研究方法

(一)数据来源

我们以“Web of Science 核心合集”数据库为文献检索源，检索主题关键词为“artificial intelligence”和“education”，时间跨度为“所有年份”，检索时间为2018年4月23日，所得检索数据去除书评和编辑社论等文献后，共获得842篇学术论文。所得文献以“全记录与引用参考文献”的格式进行题录信息获取，保存为纯文本格式。

(二)研究方法

文献计量学是运用数学和统计学挖掘文献数据信息的研究方法，CiteSpace是当前主流的文献数据挖掘工具之一，主要用于文献的作者、研究机构、学科、研究主题以及知识基础分析。我们将运用CiteSpace工具的爆发性(Burstness)、时间轴视图(Timeline View)以及簇(Cluster)等分析功能，来获取“人工智能+教育”研究主题的热点、进展、类别以及知识基础。

二、“人工智能＋教育”的基本研究概况

(一)年代分布及背景分析

“人工智能+教育”的研究成果随着年代发展逐步上升，2010年后呈现快速发展趋势，其发展历程包括萌芽阶段、起始阶段和发展阶段，如图1所示。

* 基金项目：本文系全国教育科学“十三五”规划2018年度教育部重点课题“在线协作知识建构的深度汇谈机制研究”(项目编号：DCA180324)的阶段性成果。

http://dej.zjtvu.edu.cn

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

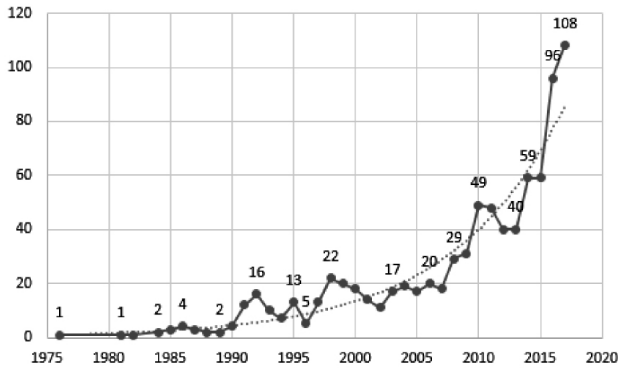


图1 文献的年代分布

1.萌芽阶段

“人工智能+教育”研究萌芽于20世纪40年代，艾伦·特灵(Alan Turing)在其发表的《计算机器与智能》一文中，对人工智能概念进行了初步讨论，大胆设想了机器能够思考的可能性及编程实践方法。“人工智能”一词出现于1956年，“人工智能+教育”研究可以追溯到1976年康纳蒂(Conati C.)等人发表在《自然》中的《教育中的人工智能》一文，文章围绕人工智能在人际交往与教学中的应用展开了理论上的讨论。然而，在1975年至1990年之间，“人工智能+教育”的研究成果及数量并没有明显进展与上升，根源在于从1956年至1990年期间，人工智能技术存在着难以克服的问题。

2.起始阶段

“人工智能+教育”研究在20世纪90年代后期开始显现，得益于人工智能技术的快速发展以及研究领域的深化和拓展。研究者开始更多地关注人工智能研究的子问题及其现实应用，诸如，图像识别和医疗诊断。“人工智能+教育”的研究成果也在1990年开始出现小幅度快速增长，围绕智能导师系统、认知交互计算机图形学、临床机器人、学生能力测试以及知识学习系统等开始深度探讨。“人工智能+教育”在1998年再次得到了小幅度的快速发展，主要获益于IBM公司开发的具有里程碑意义的计算机“深蓝”。国际象棋冠军加里·卡斯帕罗夫(Garry Kasparov)被“深蓝”打败后，再次激起了人工智能的研究热潮和“人工智能+教育”的发展。此时，人工智能教育研究主题开始发生转变，主要关注诊断与识别、智能导师信息处理、智能代理与教学应用、多层次建模教学系统等。

3.发展阶段

“人工智能+教育”的研究热潮真正开始于2010年前后的大数据技术和计算机强大计算能力的发展，高效数据处理能力以及算法的飞速发展，使得人工智能技术得到迅速发展。自适应学习、学习分析以及深度学习等人工智能技术的发展，进一步推动了“人工智能+教育”的快速发展，特别是阿尔法狗的自学能力以及骄人战绩，使得人工智能技术研究得到空前关注，推动了人工智能教育研究从2015年开始急速发展。

(二)核心期刊与学科分布

本研究检索到的文献分别来自625种期刊，学科范围包括农学、医学、工程、教育学、人工智能以及心理学等。其中，以“人工智能+教育”为研究主题且发文量在5篇以上的期刊有12种，如表1所示。

表1 “人工智能+教育”研究的主要来源期刊(N≥5)

	期刊名称	索引与影响因子	发文量	被引频次
1	《国际教育人工智能期刊》	EI	19	59
2	《计算机与教育》	SSCI(4.538)	11	316
3	《国际工程教育杂志》	SCI(0.575)	11	18
4	《农产品加工业高新技术》	SCI(0.205)	10	0
5	《电器和电子工程师学会教育学报》	SCI(1.600)	9	95
6	《人工智能杂志》	SCI(1.032)	7	21
7	《专家系统及应用》	SCI(3.768)	7	53
8	《计算机在工程教育中的应用》	SCI(1.153)	6	35
9	《教育技术与社会》	SSCI(2.034)	6	65
10	《医学中的人工智能》	SCI(2.879)	5	93
11	《计算机与人类行为》	SSCI(3.536)	5	24
12	《计算机辅助学习期刊》	SSCI(1.859)	5	30

《国际教育人工智能期刊》是探讨人工智能技术如何在教育教学中应用的重要期刊，其以19篇文章位居期刊发文量榜首（注：Web of Science核心合集仅收录该刊一定数量的特刊文章）。它的办刊宗旨在于发展基于计算机学习系统的设计原则，研究范围包括智能代理及其学习环境、人工智能教育系统架构、贝叶斯与统计方法、教育机器人以及教学系统的自然语言接口等。除了《农产品加工业高新技术》和《医学中的人工智能》两本期刊明显与教育学科存在差别外，其余期刊从计算机与教育的视角，详细讨论了人工智能技术在教育中的应用。就“人工智能+教育”研究主题的核心期刊分布而言，学科交叉性研究较为明显，研究成果涉及25个学科或者研究方向，主要包括：计算机科学、教育学、工程学、商业经济学、物理学、机器人学以及信息科学等。

(三)核心作者分布

核心作者是推动“人工智能+教育”发展与创新的重要动力，能够形成学科或者学术研究的引领，形成以学术领袖为核心的学术共同体。根据作者的成

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

果数量以及历史引证强度，我们依次对发文数量大于3的作者进行呈现，如表2所示。

表2 “人工智能+教育”研究的核心作者分布

序号	作者	机构(国家或地区)	篇数	H指数	比例(%)	被引频次
1	布尔纳·保罗	爱丁堡大学(英国)	5	2	0.6	1
2	陈德怀	台湾中央大学(中国)	4	16	0.5	89
3	德里·亚加费尔南多	马德里大学(西班牙)	4	1	0.5	3
4	杰什克·萨维纳	斯图加特大学(德国)	4	2	0.5	6
5	内勒·托德	葛底斯堡学院(美国)	4	0	0.5	1
6	普罗丹·奥古斯丁	尤里奥哈蒂加努大学(罗马尼亚)	4	0	0.5	1
7	萨马拉库·玛利亚	能源技术研究所（希腊）	4	3	0.5	3
8	斯塔纳斯库·伊万娜	特尔戈维什泰技术研究所(罗马尼亚)	4	1	0.5	1
9	斯特凡·安东尼奥	特尔戈维什泰技术研究所(罗马尼亚)	4	1	0.5	1
10	巴达拉克·米格尔	国立大学(阿根廷)	3	2	0.4	6
11	卡列尼尼·朱塞佩	哥伦比亚大学（加拿大）	3	6	0.4	57
12	袁晨晨	台湾屏东科技大学(中国)	3	28	0.4	41
13	弗拉森·克劳德	蒙特利尔大学（加拿大）	3	4	0.4	10
14	科丁格尔·肯尼思河	卡耐基梅隆大学（美国）	3	19	0.4	6
15	拉乔·苏珊	麦吉尔大学(加拿大)	3	9	0.4	22

从“人工智能+教育”的研究成果数量看，英国爱丁堡大学的布尔纳·保罗(Brna Paul)以5篇文章居首。从作者学术成就的H指数看，台湾屏东科技大学的袁晨晨、台湾中央大学的陈德怀以及美国卡耐基梅隆大学的科丁格尔·肯尼思(Koedinger Kenneth R.)等三位作者，具有较高的学术影响，他们在学术产出和学术影响力方面获得了更多的同行认可。从作者的国家或地区分布看，中国台湾地区的成果数量和作者H指数呈现出强劲优势。加拿大和罗马尼亚分别有三位核心作者，而且加拿大作者的H指数居于前列。

从作者学术成果的历史发展看，在1981年至2002年期间，斯洛文尼亚马里博尔大学的博扬·多尔萨克(Bojan Dolsak)和玛丽娜·诺瓦克(Marina Novak)以及美国密西西比州立大学的菲利普(Philip T.)是这一时期“人工智能+教育”领域的重要学术研究者。他们在人工智能、专家系统、智能教学系统以及监控和数据分析等方面的研究，影响持续二十余年。在“人工智能+教育”的研究发展过程中，具有最强引证爆发点的作者是台湾屏东科技大学的袁晨晨，她于2001年至2002年期间进行的智能机器人应用、智能手机学习系统以及学习绩效等研究成果，在国际上具有重要影响。斯洛伐克科学技术大学的里格·简（Ligus Jan）和利古索娃·珍娜(Ligusova Jana)于2012年至2013年期间，在信息控制系统、计算机教育中心和移动智能控制器等理论和实践方面，取得了较大进展。

(四)学术共同体分布

我们通过CiteSpace的共引作者图谱分析功能，解析出了“人工智能+教育”研究领域中的五个主要学习共同体及其成员，如图2所示。

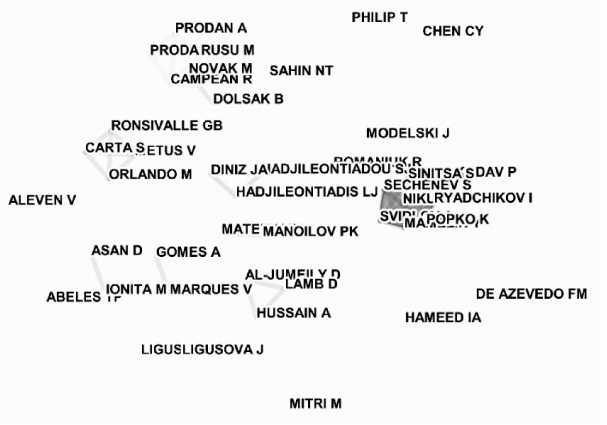


图2 学术共同体及其成员结构

第一个最具代表性的“人工智能+教育”学术共同体，由俄罗斯库班州立大学和莫斯科技术研究所的成员组成，主要包括：瑞德奇科奥·伊戈尔(Ryadchikov Igor)、西克尼·西蒙（Sechenev Semyon）、斯威德奥·亚历山大(Svidlov Alexander)、斯尼特萨·谢尔盖（Sinitsa Sergey）、奥克达·帕维尔(Volkodav Pavel)、马梅林·尤锐(Mamelin Yury)、波普奥·科瑞(Popko Kirill)，研究主题主要聚焦机器人及教育信息处理。

第二个主要的学术共同体由意大利维罗纳大学和威莫尔科学研究实验室的成员组成，包括：罗恩斯维尔·加特奥(Ronsivalle Gaetano Bruno)、加特·斯蒙娜(Carta Simona)、梅托斯·凡妮莎(Metus Vanessa)和奥兰多·玛丽莎(Orlando Marisa)等，他们专注于神经网络、在线游戏以及数字化教育智能等领域。

第三个主要的学术共同体由罗马尼亚尤里奥哈蒂加努大学、梅德法姆公司和科技大学的相关成员组成，以伤口图像人工智能理解与评价、数字化学习以及数字化工具等为主要研究内容，代表人物包括普罗丹·奥古斯丁(Prodan Augustin)、鲁苏·马德丽娜(Rusu Madalina)、坎宾·瑞摩斯 Campean Remus)和普罗丹·罗迪卡(Prodan Rodica)。

第四个学术共同体主要由来自葡萄牙里斯本大学、希腊海伦开放大学、希腊亚里士多德大学的迪亚

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

斯·索菲娅（Dias Sofia B.）、迪尼兹·若泽阿尔维斯（Diniz Jose Alves）、哈迪耶朗蒂亚杜·索菲娅（Hadjileontiadou Sofia J.）、哈吉伦蒂亚斯·列奥蒂奥斯（Hadjileontiadis Leontios J.）等研究者组成，以模糊认知映射、学习分析技术和混合学习环境等为主要研究方向。

此外，围绕马耳他大学和英国的利物浦约翰摩尔斯大学等，形成了以人工智能系统、智能导师系统以及头痛诱因的智能诊断分析为主要研究取向的研究共同体，成员主要包括法鲁吉亚·安东尼（Farrugia Anthony）、阿尔朱梅·达希亚（Al-Jumeily Dhiya）、阿尔朱梅·穆罕默德（Al-Jumaily Mohammed）、侯赛因·阿比尔（Hussain Abir）和兰姆·戴维（Lamb David）等。

（五）作者所属国家（地区）及研究机构分布

我们检索到的"人工智能+教育"文献分别来自75个国家（地区）200个研究机构。根据不同国家的成果数量、被引频次以及中心度统计，表3列举了该领域中最具有影响力的国家（地区）。

表3 作者所属国家（地区）分布

序号	国家（地区）	中心度	数量	被引频次
1	美国	0.25	178	1405
2	中国	0.03	72	128
3	英国	0	61	335
4	西班牙	0.27	56	104
5	加拿大	0.04	44	223
6	罗马尼亚	0.01	34	15
7	巴西	0	29	100
8	土耳其	0	27	92
9	德国	0	26	144
10	希腊	0.03	23	73

美国以178篇居各国之首，其数量在发文量排名前十的国家中占32.4%，成果被引频次超越了其它排名前十国家被引数量的总和。其"人工智能+教育"的研究成果来自不同领域的研究机构，诸如：马萨诸塞州总医院、斯洛伐克科学技术大学、麻省理工学院、哈佛大学和密西西比州立大学等。这些研究机构之间呈现出密切的科研合作特征，他们围绕"人工智能+教育"的研究主题，形成了相应的学术机构共同体。中国的学术成果数量以71篇排名第二，但被引量排名却仅为第五，这表明中国的成果虽然在数量上排名前列，但是并没有得到国际研究者的高度认可。在中国的科研机构中，以"人工智能+教育"为研究主题的科研机构在CiteSpace共被引图谱中并未寻见，更未见到具有影响力的学术研究机构共同体。从作者所属国家（地区）的发文数量以及被引频次看，除了美国以外的其他国家并未呈现出显著差异，英国、加拿大、德国、中国和巴西在被引频次上处于优势。就研究机构及其共同体而言，除了美国具有显著的科研机构合作外，也出现了以希腊海伦开放大学、加拿大蒙特利尔大学、葡萄牙里斯本大学和希腊亚里士多德大学等为代表的国际研究机构合作典范，他们以访学、学生交流、科研合作等方式建立了稳定的研究机构共同体关系。

三、"人工智能+教育"的研究主题分析

我们进一步利用CiteSpace对"人工智能+教育"研究主题进行关键词聚类分析，主题关键词聚类的轮廓值均大于0.3，表明主题的聚类结构清晰。数据分析表明，国际上近四十年的"人工智能+教育"研究可以划分为四大主要研究向度，包括：人工智能支持的社会化学习系统、智慧学习模型、智能导师系统以及机器人学习系统等，如图3所示。

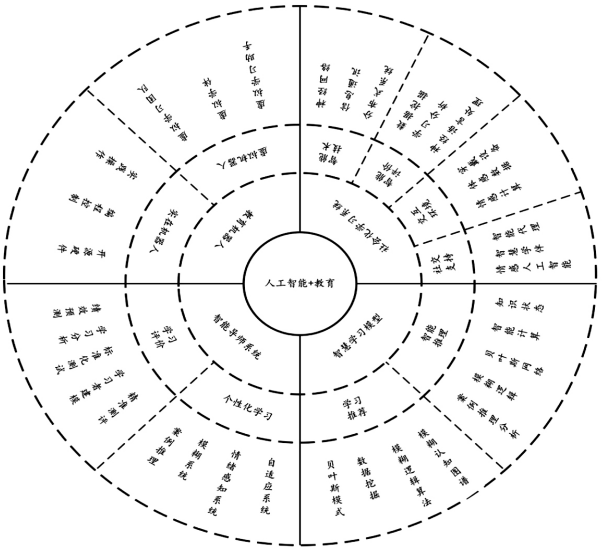


图3 国际"人工智能+教育"的研究主题结构

（一）人工智能支持的社会化学习系统

"人工智能+教育"为实现学习者的高效率社会化学习，提供了有效途径。人工智能支持的社会化学习系统研究，可以划分为四个子主题，包括：技术智能化、评价智能化、交互智能化以及社交智能化。

1.社会化学习系统的技术智能化

社会化学习系统的技术智能化主要通过神经网络技术、学习系统构建、智慧学习、信息通信等技术或者手段得以实现。在社会化学习系统智能化的研究中，研究者在协助辩论的人工智能支持、[1]面向目标学习的分布式环境、[2]服务导向的生态学习系统[3]

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

以及基于人机交互知识工程方法的数据挖掘和学习引导推荐[4]等方面，取得了重要进展。

2.社会化学习系统的评价智能化

社会化学习系统的评价智能化主要借助于大数据技术、学习分析技术、神经语言处理技术、知识与问题表征、学习过程监控等实现。代表性的研究成果包括：情景演说家、[5]自动化问题生成、[6]网络文本的半自动化语言本体构建、[7]多文档探究活动的解释质量评价方法、[8]学习者学习风格的评鉴[9]以及面向学习绩效的神经网络预测算法等。

3.社会化学习系统的交互智能化

社会化学习系统的交互环境，主要通过虚实融合呈现技术、交互性穿戴设备、体感数据采集技术等得以实现，诸如：智能数字化学习系统、[10]用户动机识别系统[11]以及各种穿戴设备和信息传输工具的开发与应用。澳大利亚新南威尔士大学的交互性虚拟现实技术在国际上处于领先地位，他们将人工智能和模糊逻辑技术，应用到虚拟现实的数据挖掘中，实现了对学习者体感数据、情感计算以及学习行为数据的多模态化采集、分析与学习服务支持。

4.社会化学习系统的社交智能化

社会化学习系统的社会性，是人工智能对人的社会性发展的有力支持，是学习者作为集体学习活动个体抑或作为团队活动成员的迫切需求和存在形态。虚拟社区空间及其智能虚拟代理等，为学习者提供了社会化互动虚拟场域，诸如，聊天机器人、智能伙伴以及各类智能虚拟生物。智能学习伙伴系统是人工智能技术支持的最为典型的社交智能化代表，超越了智能导师系统的学习指导角色限制，承担了学习导师和学习伙伴的双重角色。[12]人工智能支持的社会化学习技术，对于特殊学生的社会性培养具有重要作用，可以通过病症量化的方式实现对不同群体的针对性治疗。譬如，增强现实智能眼镜系统，对于自闭症儿童的社会沟通、思维定势以及自闭症相关行为具有显著的改进作用，[13] 应用增强现实和情感人工智能，能够帮助学习者学习关键的社会和情感技能。[14]

(二)人工智能支持的智慧学习模型

智慧学习模型是实现人工智能技术应用于教育领域的关键技术，由学习行为数据算法、数据分析模式、数据分析维度以及学习辅助功能等内容构成。智慧学习模型聚焦于数据挖掘、控制论、学生建模、案例推理、学习虚拟化、贝叶斯网络、多智能体系统、模糊逻辑、深度学习、学生分析、智能计算、智能辅导系统、知识状态和虚拟模型等研究内容。

人工智能推理过程可能由于问题概念的分类而受到限制，但是可以通过“通用情景模拟的多元代理框架”，实现不同问题类别的逻辑推理，将不同的推理过程分布到具有自主权的智能代理而实现智慧学习。[15]在学习服务推荐过程中，依据图论的前后智能序列化方法可以解决会话词语的运动变化问题，通过构建模型将词语的变化动机转换成可以利用智能导师系统处理的算法形式，这对于问题解决背景下的教育软件开发具有重要的参考价值。[16]学习者学习风格是学习服务推荐的重要参考因素，增强型贝叶斯模式的开发提高了人工智能技术对学习者学习风格探测数值的准确性，[17] 有助于帮助教师改进课程内容以及学生学习过程。如何对学习管理系统的用户数据进行挖掘是模糊逻辑算法面临的重要挑战，模糊认知图谱与交互质量模型，通过构建学习系统中的交互方式以实现数据挖掘，模型能够提供概念互联以及学习者交互质量的因果依赖表征。[18]

(三)人工智能支持的智能导师系统

智能导师系统是将人工智能、教育科学、认知科学、计算语言学、数学和其它领域中的计算模型结合起来的计算机化学习环境。智能导师系统缘于对原有教育软件未能迎合教育环境需求而产生，聚焦于个性化学习、辅助性学习以及学习精准测评等研究内容，诸如：学习者建模、计算机化、自动预测、辅助教学、学习对象排序、问题复杂性、学习分析、算法、认知增强、教育数据挖掘和自然语言处理等。智能学习评价技术以算法和评价标准为主要研究向度，包括人工智能模糊逻辑算法的学习分析系统、[19] 标准化测试项目方法、基于本体论和布鲁姆学习目标分类的计算机辅助项目库、数字化学习系统框架、[20]复杂问题解决测量和表征应用。[21]

智能导师系统实现了学习者个性化学习支持。个性化智能学习支持技术能够实现学习过程的动态学习服务供给，在基于能力学习的教学模型智能导师系统架构中，系统能够根据学生特征和活动动态定制个性化的教学过程，[22] 利用案例推理和模糊系统能够实现学习者学习风格和学习内容的个性化自适应学习。[23]在学习者个性化情感体验方面，情绪感知系统开发与改善的理论指导分类框架，[24] 能够提高学习者适应性的和积极的情感体验，网络智能导师提供的礼貌反馈和提示，能够激励和吸引学生学习。[25]在人类导师、智能导师系统以及其它导师系统的学习效果比较中，智能导师系统与人类导师对学生的学习影响，几乎具有同样的功效。[26]

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(四)人工智能支持的机器人学习系统

教育机器人可以分为物理形态机器人和虚拟形态机器人,前者以开源硬件、编程控制和实践操作等方式,通过协作互动、参与交流以及做中学的学习方式促进学习者学习;后者为促进学生学习的虚拟机器人,诸如:虚拟学习助手、虚拟学伴、虚拟学习团队以及虚拟导师等。人工智能支持的教育机器人研究,涉及到虚拟社区、虚拟原型、学习者建模系统、社会化基本理论、机器人、自适应采样、个人学习、自动预测状态、创新学习过程、辅助教学体系建设、自适应系统、伤口愈合模拟、乐高机器人、智能眼镜、增强现实和交互学习环境等。

其中,乐高(Lego NXT)机器人技术在人工智能教育机器人中具有重要影响,运用乐高头脑风暴,能够帮助学生创建具有反应的和缜密思考的教育机器人。[27]基于模糊系统开发的乐高教育机器人,实现了数学教学功能,能够帮助学习者完成学科知识复习、知识检测以及学习引导,[28] 对学习意向和学习成绩具有显著的积极作用。[29]乐高教育机器人以"做中学"理念为导向,为学习者提供知识创新、自主学习和实践探索的编程环境。教育机器人常以虚拟教育机器人的形式服务于学习者,通过动态接口代理技术与智能学习环境融合,在游戏化的学习环境中开展对学习者的学习帮助。[30]未来教育机器人的发展,可能在教室、虚拟学习环境中承担更多功能,帮助教师进行监督、管理和教学。[31]

四、"人工智能+教育"的前沿研究与知识基础分析

为了分析"人工智能+教育"的研究前沿与知识基础,我们利用 CiteSpace 对收集的文献进行突现关键词探测、聚类以及时间轴图谱的文献施引与被引关系呈现,如图 4 所示。

(一)前沿研究分析

通过对"人工智能+教育"研究的关键词时间轴图谱分析发现,高等教育、交互质量、大数据、智能导师系统以及增强现实等关键词的引用频率较为密集,表明研究者对上述研究领域进行了较为集中的探究,特别是大数据、智能导师系统以及增强现实等技术。

1.大数据

教学是一项复杂活动,需要教师考虑不同教学方法和学习技巧如何适应每一位学生,然而,学习管理系统并未把人工智能算法作为一种决策支持机制。教师利用 Hadoop 和 Mahout 技术构建的学生培训模型框架,能够根据学生的兴趣和知识状态调整课程内容或材料。[32]大数据技术在支持个性化运动技能学习中具有较大潜能,穿戴设备、大数据处理、3D 打印以及环境智能等技术的发展,为个性化运动技能学习提供了更加有效的支持,模拟神经运动交互以及提供适切的个性化神经运动支持,将是"人工智能+教育"研究的重要取向。[33]

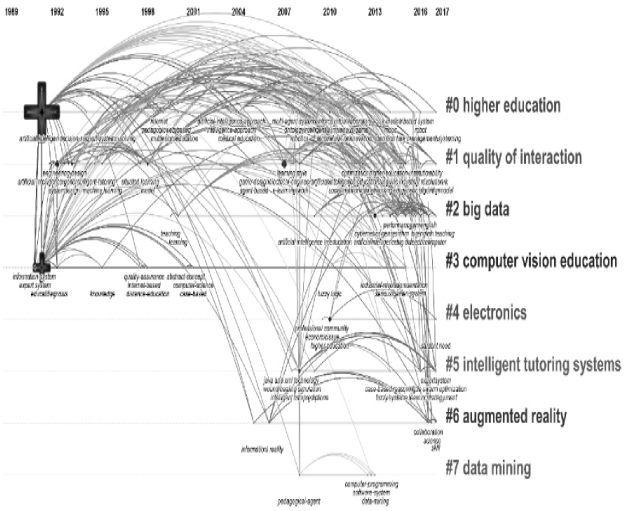


图 4 "人工智能+教育"研究的关键词时间轴图谱

此外,远程数字化教与学系统已难以适应智慧社会的个性化泛在教与学,后者构建的个性化泛在数字化教与学框架(UTiLearn),以物联网、大数据、超级计算、人工智能、云计算和深度学习等技术,提供了一个社会环境和生态系统,[34] 解决了数据分析与管理、学习者系统交互、系统认知、资源规划、灵活性以及可扩展性等方面的缺陷。

在协作学习环境中,云计算服务支持的知识评价与学习推荐,为评价学生的学习兴趣、知识水平和互动参与等提供了有效支持。云计算、大数据与人工智能技术的结合,为推测学习者的知识水平和兴趣提供了一种有效方式。[35]社会性计算技术的发展,使研究者能够利用大量学习资源,但是集成正确的协议和用户接口,将是大数据面临的重要挑战。[36]运用人工智能技术将这些资源结合起来,通过大数据分析技术以生成不同的统计数据和监控学习算法,能够设计出学生参与和评价的新机制。在具体的语言评价测验环境中,运用大数据、人工智能和数据挖掘等技术,能够从大量语言学习数据中,抽取出学习者的相关数据进行语言习得测评。[37]

2.智能导师系统

智能导师系统以模仿教学专家的方法或者经验

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

来辅助教师进行教学，是提供个性化学习指导的教与学系统，研究范畴涉及问题求解方案的自动生成、知识获取过程的表征、学习活动的诊断以及学习建议和反馈的提供等。“智能导师系统”的功能已经从知识教授型转向了能力素养提升型，知识与技能习得的智能导师框架，为智能导师系统兼具知识与能力的培养功能提供了一条路径。该框架由建构、定位、预测与强化等四个主要阶段构成，确保了理论知识和学科能力素养的习得。[38]在程序员新手的编程能力培养中，人工智能系统能够简化计算机编程的学习过程，根据学生的需求监听学生、推断目的并加快进程。[39]

个性化和适应性一直是智能导师系统需要不断优化和提升的艰巨任务，如何精准鉴别学习者的学习风格特征，是实现这一目标的途径之一。通过计算智能算法，可以明显提升学习风格鉴定的精准性，诸如：人工神经网络、遗传算法、蚁群系统和粒子群优化算法。[40]根据学生的需求进行学科内容的自动化编辑与推送，并提供相应反馈，是智能导师系统的关键功能之一，通过对课程内容进行 XML 编码，从而实现智能导师系统的知识表征。[41]从知识传授或者个性化学习推荐向情绪感知支持转向，成为了当今智能导师系统探究的另一热点，通过理论引导分类能够发展与完善情绪意识系统，[42] 促进学习者与系统之间进行积极的个性化交互。

3.增强现实

增强现实是将真实世界和虚拟世界的信息进行“无缝”集成的一项新技术，通过科学技术模拟仿真后，将虚拟信息叠加应用到真实世界，从而被人类感官所感知，但又超越现实的感官体验。增强现实智能眼镜是目前的一项新兴技术，常用于帮助自闭症者习得与培养社会交际能力，集成了虚拟现实、情感人工智能以及智能眼镜技术，是一种数字表现型辅助分析工具。[43]用户对增强现实智能眼镜的容忍度以及可用性，是帮助自闭症者进行社会沟通技能训练的关键因素，影响着用户使用增强现实智能软件的可用性、易用性以及情感体验。增强现实技术与脑电系统的融合，进一步提升了增强现实眼镜对自闭症者社会沟通技能治疗的可行性，不仅可以实现智能眼镜的个性化定制，而且也可以提供目标导向的个性化训练体验。[44]

4.交互质量

人人交互、人机交互以及与信息交互等，是人工智能教育质量的基本保证，交互质量的影响因素涉及到技术的可用性、易用性以及系统功能。智慧社会的发展，对远程数字化的教与学范式提出了新挑战，诸如：数据分析与管理、学习系统的交互性、系统认知、资源计划、灵活性以及可扩展性。个性、泛在数字化教与学框架，以智慧社会需要为导向，运用信息化技术手段实现了教与学的高效交互。[45]在特殊远程学习者群体的交互中，基于模糊逻辑算法，能够对学习者的认知和信息意识进行智力、心理和身体等方面的鉴别，以创造一个可获得的学习环境。[46]在交互质量的评价中，文档探究活动过程中形成的偶然关系和偶然链接是监测的难点，机器学习及学习分析技术等为多文档探究活动的交互质量评价，提供了切实可行的途径。[47]基于遗传算法的人工智能系统能够缩短交互过程，节省大量时间来提升教与学活动的交互质量。[48]

(二)知识基础分析

通过对“人工智能+教育”文献的共被引聚类分析和引用强度分析，涌现出了评价、智能导师以及数据分析等“人工智能+教育”的重要知识基础。

1.学习评价

学习评价一直是“人工智能+教育”研究的重要旨趣，形成性评价和自主学习的模型与反馈原则，受到了人工智能教育领域的借鉴。“反馈实践的模式与七原则” 是人工智能教育关于学习者评价和自主学习管理的重要知识基础，研究者把这些自主学习模型和反馈原则作为适应性学习、数据挖掘以及智能教育效果的评价依据。自主学习模型由内部处理和外部反馈两部分组成，不仅呈现了学习者监视和管理学习行为与学习绩效的方法，而且显示了内部反馈在这些过程中的关键作用。自主管理过程的触发，始于教师设定的学习任务，基于领域知识、策略知识和动机信念等基础，经过学生目标、手段与策略、内部学习结果等自主学习管理过程，实现外部可观察的学习结果，教师、同伴和管理者等根据学习结果，对学习者的认知、动机和行为进行反馈。

支持和培养学习者自主学习的 “七条原则”，包括：阐明绩效标准、促进自我评价、发布反馈信息、鼓励师生会话、鼓励积极动机和自尊、提供弥合差距的机会、应用反馈改进教学。[49]智能认知地图分析系统，为评价学生对特殊概念的理解提供了有效工具，通过分析学生所提概念的分布概率得以实现，而学生的话题理解评价，通过分析概念图的图形曲线变化进行。[50]

2.智能导师

智能导师系统是“人工智能+教育”研究领域中

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的重要分支，以知识表征、教学策略、学习诊断以及资源推荐等为主要研究内容。基于网页的智能导师系统是教学软件与互联网功能进行融合的经典成果，消解了仅具有交互和诊断能力的电子书学习方式，使得教育软件能够迎合正式教育环境的需求。国外学者开发的 ZOSMAT 系统，[51] 能够响应真实学习环境中每一位学生的需求，应用于个体学习和教师指导的真实教室环境。该系统能够跟踪每个学生学习过程的各个阶段，指导他们所需要做的事情，体现了以学生为中心的教育理念，其功能主要包括：解释关于话题的核心知识、告知何种类型的知识能够被应用以解决特定领域的问题、提供具有范例模型的问题解决案例、呈现学习绩效测试报告、为学生提供可供选择的下一个最有效活动。该系统包括管理、问题库、学生模型、内容结构、专家模型以及用户界面等部分。在教师辅导、计算机辅导以及无辅导等状态的讨论中，智能导师对学习者学习效果的影响与教师处于相当地位。[52]

3.数据信息挖掘与处理

数据信息挖掘与处理是“人工智能+教育”提升教与学效果和效率的重要基础，学习风格、学习行为、学习绩效以及个性化学习推荐等数据信息的处理，必须获得相关技术支持。深度问答技术，为“人工智能+教育”中的数据挖掘和个性化学习指导，提供了一种更加有效的途径，能够完成开放域问题的回答，其在游戏比赛和临床医学系统中表现出卓越的优势。基于深度问答技术的临床决策系统，能够担负大范围的假设和相关证据探索，也能发现自主性会话所丢失的信息。[53]深度问答技术在游戏和临床决策系统中的表现，吸引了更多的“人工智能+教育”研究者，来探讨实现人机会话、智能问答以及学伴功能等内容。在数据挖掘算法方面，进化算法、遗传算法、贝叶斯定理等，是“人工智能+教育”领域中的重要知识基础，为适应性学习、智能导师系统、学习行为数据挖掘等，提供了理论基础。

五、对我国“人工智能 + 教育”的发展策略思考

我们通过对国际“人工智能+教育”的相关文献分析，可以发现，国际人工智能教育研究呈现出多学科交叉、校企联合、团队组建以及主题聚焦等特征。在借鉴国际“人工智能+教育”研究的经验基础上，提出了我国“人工智能+教育”发展的四项策略，如图 5 所示。

（一）制定跨界驱动的智能教育发展机制

跨界驱动是指不同场域中的知识，跨越个体群体、组织机构、学科领域、时间空间以及媒体介质等边界，在交叉融合过程中产生新知识。知识跨界将是驱动“人工智能+教育”发展的重要基础和动力。[54]

图 5　我国“人工智能+教育”的发展策略

1.重构人工智能教育机构的功能关系

“人工智能+教育”的创新与发展得益于多学科知识的交融，涵盖计算机科学、量子科学、心理学、神经科学、认知科学、经济学、数学和社会学等相关基础学科，原来以学科划分学院或者教育机构的培养模式，将不能适应“人工智能+教育”的人才培养，需要转向以研究领域为导向的多学科人才或者机构融合的联盟性机构，形成人工智能教育研究的集群组织。各学科既具有自己独特的研究方向和组织结构的独立性，又是一个以某一研究领域为导向的联合性单位。

2.建立学生跨界知识研修的评价机制

“人工智能+教育”研究的知识基础多样性，决定了学习者必须进行学科知识的跨界研修，跨界学科研修评价机制，对于人工智能教育的发展至关重要。学校可以通过学分互认实现学习者按需学习的目标，也可通过主辅双修课程的学分管理方式，实现跨界知识学习，规定部分主修科目、跨界学习感兴趣的辅修课目。

3.构建人工智能技术跨界联合研发机制

通过以协议、合约或者合同等方式，与人工智能教育相关的技术公司进行跨界技术研发合作，将具有不同技术优势的企事业单位联合起来，共同围绕人工智能教育进行技术研发。跨界技术研发将进一步加速人工智能教育的发展，避免了技术的重复性研发以及低速研发等问题，充分发挥不同企事业单位在人工智能教育领域中的各自优势。

（二）组建优质学术研究共同体

“人工智能+教育”是一个具有明显学科交叉性的研究领域，应积极创建国际化交叉学科研究共同体，形成跨学科、跨区域、汇人才的特色学术研究共同体。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.搭建人工智能教育研究的学术交流平台

进一步开展以“人工智能+教育”为主题的国际会议,定期开展相关主题的研讨活动。建立不同研究机构或者研究者之间的学术交流抑或访学机制,为研究者进行学术访问,提供更多的机会和资金资助。

2.组建人工智能教育的国际化学术团队

以研究机构或者国际性学术组织为基础,将与人工智能教育相关的研究者,组建成人工智能教育的国际化学术团体,建立学术团队成员的遴选机制、人员交流制度、专家互聘机制以及物资支持机制。特别需要与美国、英国和俄罗斯等具有影响力的研究机构和学术团队,建立密切的合作关系。

3.打造具有特色研究主题的学术团队

在全国建立或筛查人工智能教育的特色研究团队,引导低水平、重复性的研究团队转型,在博士点申报、研究机构评估以及人才队伍建设等方面进行引导和评估。鼓励建立稳定的研究团队和特色研究方向,充分利用院校的人才引进政策加快研究团队组建,加强校企合作,以实现“人工智能+教育”团队的人才共享、技术共享和人才联合培养。

(三)形成“校、企、政”联动机制

1.确立政府主导的联动机制

发挥政府在人工智能教育发展中的主导地位,特别是政府在组织管理、资金支持、人才引进以及统筹协调等方面的作用。创新新一代人工智能教育研究重大科技项目的组织实施模式,进一步发挥市场运行机制的作用,以调动政府、学校和企业的力量,协同推进人工智能教育的发展。积极利用政府与社会资本的合作模式,引导社会资本、公司参与人工智能教育重大项目的研发、实施以及科技成果的转化应用。

2.建立校企合作共赢模式

加强校企联动与深度融合,是实现高校与企业在人工智能教育领域优势互补和协同发展的关键,有助于实现人才校企协同培养、科研校企协作、成果转化校企联动。[55]我国具有世界级的人工智能企业,诸如,百度、科大讯飞和阿里巴巴等,能够为人工智能教育研发提供技术、资金和人员支持。学校、政府和企业可以通过协议,来充分利用他们的人力资源、物力资源和技术手段。学校与企业签订相应的人才培养计划,为企业提供专业化的人才供给,通过联合培养人才以实现人工智能教育的快速发展。

3.制定师资队伍共建模式

坚持人工智能教育人才自主培养与人才引进相结合的策略,培育具有示范引领作用的高水平人工智能教育师资和团队,构建与百度、科大讯飞和阿里巴巴等公司联合培养师资的行动框架。推动公司与高校人工智能教育高端人才的双向互聘机制,弥补我国当前人工智能教育师资明显短缺的问题。鼓励企业派高端人才进驻校园进行教学研究,将人工智能教育的新技术、新思想和新方法融入到课堂教学中。此外,亟需探索人工智能教育的教师教育培养新模式,为人工智能教育工作者提供相应的知识与技能。[56]

(四)优化人才培养体系与制度

1.设计与开发人工智能教育的教材和资源

教材和学习资源是人工智能教育人才培养的基础,精选人工智能教育的相关基础理论和关键性技术是实现这一基础的保障。人工智能教育的教材和资源的设计与开发,需要将大数据智能理论、跨媒体感知计算理论、混合增强智能理论、群体智能理论、机器学习理论、类脑智能计算理论以及量子智能计算理论和相应技术,依据学习者的身心发展、智力水平和学段特征等相结合,构建从基础教育到高等教育的系统化教材和资源体系。教材和学习资源的开发,需要聚集课程专家、一线教师、人工智能专家以及相关领域的人员共同参与,确保教材和资源的科学性、适切性、艺术性以及系统性。

2.开设人工智能教育学科或专业

人工智能教育的专业人才培养,需要以学科或者专业为培养载体得以实现,专业化的发展路径为人工智能教育的人才培养,提供了优越的学习条件和师资队伍。人工智能教育的学科或者专业建设,既可以通过组建专业化的教师队伍得以实现,又可以通过融合不同专业的教师构建学科集群的方式联合组建,从而解决目前人工智能教育师资匮乏的问题。学科或专业创建需要加强与科研院所和企业等机构的合作,力争实现“人工智能+教育”的产、学、研一体化发展,形成“人工智能+教育”人才的复合培养新模式。[57]

3.积极开展人工智能科普与教学改革

加强人工智能教育的顶层设计,既要重视理论研究,更要推动教与学的变革,实现人工智能教育与学科的深度融合。[58]将人工智能的相关知识,适度融入到基础教育和高等教育的教材中,推动人工智能知识在大中小学生中的普及,激发他们对人工智能技术的兴趣和学习动力,遵循师资先行、兴趣导向和课程承载的基本行动路径。[59]在中小学阶段设置适切的人工智能课程,逐步推动编程教育生根与发展,鼓励企业和个人参与到寓教于乐的编程教学软件和人工智能教学游戏的开发和推广中。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[参考文献]

[1]Yu R G, Chee Y S. Using an Intelligent Agent to Improve Argumentation Skills over HyperNews: Advanced Research in Computers and Communications in Education[C].Amsterdam:I O S Press, 1999: 87-94.

[2]Maurer H, Scherbakov N. Goal-Oriented Learning on the Web: Practical Approach: Advanced Research in Computers and Communications in Education[C].Amsterdam:I O S Press, 1999: 736-743.

[3]Nye B D. The End of the World as We Know It: Transitioning AIED into a Service-Oriented Ecosystem [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2016(2): 756-770.

[4]Santos O C, Boticario J G. User-centred Design and Educational Data Mining Support during the Recommendations Elicitation Process in Social Online Learning Environments[J]. Expert Systems, 2015(2): 293-311.

[5]Akser M, Bridges B, et al. SceneMaker: Creative Technology for Digital StoryTelling: Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation [C].Cham: Springer International Publishing Ag, 2017: 29-38.

[6]Liu M, Rus V, Liu L. Automatic Chinese Factual Question Generation[J]. IEEE Transactions on Learning Technologies, 2017(2): 194-204.

[7]Nguyen B A, Yang D L. A Semi-Automatic Approach to Construct Vietnamese Ontology from Online Text [J]. International Review of Research in Open and Distance Learning, 2012(5): 148-172.

[8][47]Wiley J, Hastings P, et al. Different Approaches to Assessing the Quality of Explanations Following a Multiple-Document Inquiry Activity in Science [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2017(4): 758-790.

[9][40]Bernard J, Chang T W, et al. Learning Style Identifier: Improving the Precision of Learning Style Identification through Computational Intelligence Algorithms[J]. Expert Systems with Applications, 2017(1): 94-108.

[10]Kose U, Arslan A. Intelligent E-Learning System for Improving Students' Academic Achievements in Computer Programming Courses[J]. International Journal of Engineering Education, 2016(1): 185-198.

[11]Zatarain-Cabada R, Barron-Estrada M L, et al. Affective Tutoring System for Android Mobiles: Intelligent Computing Methodologies[C]. Berlin:Springer-Verlag Berlin, 2014: 1-10.

[12]Chou C Y, Chan T W, Lin C J. Redefining the Learning Companion: The Past, Present, and Future of Educational Agents[J]. Computers & Education, 2003(3): 255-269.

[13][44]Liu R P, Salisbury J P, et al. Feasibility of an Autism-Focused Augmented Reality Smartglasses System for Social Communication and Behavioral Coaching[J]. Frontiers in Pediatrics, 2017(6): 1-6.

[14][43]Keshav N U, Salisbury J P, et al. Social Communication Coaching Smartglasses: Well Tolerated in a Diverse Sample of Children and Adults with autism [J]. Jmir Mhealth and Uhealth, 2017(9): 140.

[15]Rojas E M, Mukherjee A. Multi-agent Framework for General-purpose Situational Simulations in the Construction Management Domain[J]. Journal of Computing in Civil Engineering, 2006(3): 165-176.

[16]Nabiyev V V, Cakiroglu U, et al. Application of Graph Theory in an Intelligent Tutoring System for Solving Mathematical Word Problems[J]. Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education, 2016(4): 687-701.

[17]Garcia P, Schiaffino S, Amandi A. An Enhanced Bayesian Model to Detect Students' Learning Styles in Web-based Courses[J]. Journal of Computer Assisted Learning, 2008(4): 305-315.

[18]Dias S B, Hadjileontiadou S J, et al. Fuzzy Cognitive Mapping of LMS Users' Quality of Interaction within Higher Education Blended-learning Environment [J]. Expert Systems with Applications, 2015(21): 7399-7423.

[19]Cavus N. The Evaluation of Learning Management Systems Using an Artificial Intelligence Fuzzy Logic Algorithm[J]. Advances in Engineering Software, 2010(2): 248-254.

[20]Ying M H, Yang H L. Computer-aided Generation of Item Banks based on Ontology and Bloom's Taxonomy: Advances in Web based Learning-Icwl 2008, Proceedings[C].Berlin:Springer-Verlag Berlin, 2008: 157-166.

[21]Koedinger K R, Aleven V. An Interview Reflection on "Intelligent Tutoring Goes to School in the Big City"[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2016(1): 13-24.

[22]Badaracco M, Martinez L. An Intelligent Tutoring System Architecture for Competency-based Learning: Knowledge-based and Intelligent Information and Engineering Systems[C].New York:Springer, 2011: 124-133.

[23]Pratas E, Gomes A, Marques V. The Adapt LMS: Interactive E-Learning with Fuzzy Logic and Cbr[C].Valenica:Iated-Int Assoc Technology Education & Development, 2014: 293-302.

[24][42]Harley J M, Lajoie S P, et al. Developing Emotion-Aware, Advanced Learning Technologies: A Taxonomy of Approaches and Features [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2017(2): 268-297.

[25]McLaren B M, DeLeeuw K E, Mayer R E. Polite Web-based Intelligent Tutors: Can They Improve Learning in Classrooms?[J]. Computers & Education, 2011(3): 574-584.

[26][52]VanLehn K. The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems[J]. Educational Psychologist, 2011(4): 197-221.

[27]Cuellar M P, Pegalajar M C. Design and Implementation of Intelligent Systems with LEGO Mindstorms for Undergraduate Computer Engineers[J]. Computer Applications in Engineering Education, 2014(1): 153-166.

[28]Ponce P, Molina A, et al.Teaching Math in Elementary Schools by LabVIEW and Lego Robots: Advances in Automation and Robotics Research in Latin America[C].Cham:Springer International Publishing Ag, 2017: 255-270.

[29]Chen C Y. An Innovative Knowledge Management Learning Cycle by Lego Nxt for Science Education [J]. International Journal of Innovative Computing Information and Control, 2012(1): 791-798.

[30]Johnson W L, Lester J C. Face-to-Face Interaction with Pedagogical Agents, Twenty Years Later[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2016(1): 25-36.

[31]Timms M J. Letting Artificial Intelligence in Education out of the Box: Educational Cobots and Smart Classrooms [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2016(2): 701-712.

[32]Vasic D, Pinjuh A, et al.Predicting Student's Learning Outcome from Learning Management System Logs: 2015 23rd International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks[C].New York:IEEE, 2015: 210-214.

[33]Santos O C. Training the Body: The Potential of AIED to Support Personalized Motor Skills Learning[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2016(2): 730-755.

[34][45]Mehmood R, Alam F, et al. UTiLearn: A Personalised Ubiquitous Teaching and Learning System for Smart Societies[J]. IEEE Ac-

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

cess, 2017(5): 2615-2635.
[35]Stantchev V, Prieto-Gonzalez L, Tamm G. Cloud Computing Service for Knowledge Assessment and Studies Recommendation in Crowdsourcing and Collaborative Learning Environments based on Social Network Analysis[J]. Computers in Human Behavior, 2015(10): 762-770.
[36]Mihailescu M I, Nita S L, Pau V C. New Big Data Model Based on Social Learning Environment Using Artificial Intelligence: E-learning Vision 2020 [C]. Bucharest: Carol I National Defence University Publishing House, 2016: 428-435.
[37]Magal-Royo T, Laborda J G. An Approximation to the Effect on Learning a Foreign Language due to through Big Data Collection from Online Language Exams[J]. Red-Revista De Educacion a Distancia, 2017(5): 51-67.
[38]Vernet D, Nicolas R, et al. Work in Progress-Intelligent Tutoring System Framework for the Acquisition of Knowledge and Competences: 2010 IEEE Frontiers in Education Conference [C].New York: IEEE, 2010: 1-2.
[39]Al-Jumeily D, Hussain A, et al. The Development of an Intelligent Tutorial System for System Development: 2014 International Conference on Web and Open Access to Learning [C].New York: IEEE, 2014: 1-6.
[41]Zrigui S, Moussa A A. Automatic Insertion of Subject Content in Domain Knowledge of an Intelligent Tutoring System: 2017 Intelligent Systems and Computer Vision[C].New York: IEEE, 2017: 66-78.
[46]Samigulina G, Shayakhmetova A, Nuysuppov A. Innovative Intelligent Technology of Distance Learning for Visually Impaired People[J]. Open Engineering, 2017(1): 444-452.
[48]Badillo-Milian A, Chagolla-Gaona H, et al. Genetic Algorithms to Increase Quality in Higher Education by Improving Administrative Processes[C].Valenica: Iated-Int Assoc Technology Education & Development, 2016: 3828-3835.
[49]Nicol D J, Macfarlane-Dick D. Formative Assessment and Self-regulated Learning: A Model and Seven Principles of Good Feedback Practice[J]. Studies in Higher Education, 2006(2): 199-218.
[50]Jain G P, Gurupur V P, et al. Artificial Intelligence-Based Student Learning Evaluation: A Concept Map-Based Approach for Analyzing a Student's Understanding of a Topic[J]. IEEE Transactions on Learning Technologies, 2014(3): 267-279.
[51]Keles A, Ocak R, et al. ZOSMAT: Web-based Intelligent Tutoring System for Teaching-learning Process[J]. Expert Systems with Applications, 2009(2): 1229-1239.
[53]Ferrucci D, Levas A, et al. Watson: Beyond Jeopardy![J]. Artificial Intelligence, 2013(1): 93-105.
[54]刘哲雨,尚俊杰,郝晓鑫.跨界知识驱动创新教育:变革机制与实施路径[J].远程教育杂志,2018(3):3-12.
[55]关汉男,万昆,吴旻瑜.校企深度融合:中国高校发展人工智能的"关键一招"——《高等学校人工智能创新行动计划》解读之二[J].远程教育杂志,2018(5):45-51.
[56]李欢冬,樊磊."可能"与"不可能":当前人工智能技术教育价值的再探讨——《高等学校人工智能创新行动计划》解读之一[J].远程教育杂志,2018(5):38-44.
[57]吴永和,刘博文,马晓玲.构筑"人工智能+教育"的生态系统[J].远程教育杂志,2017(5):27-39.
[58]王婷婷,任友群.人工智能时代的人才战略——《高等学校人工智能创新行动计划》解读之三[J].远程教育杂志,2018(5):52-59.
[59]闫志明,唐夏夏,秦旋,张飞,段元美.教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,2017(1):26-35.

[作者简介]
李海峰,新疆师范大学教育科学学院讲师,博士,硕士生导师,研究方向:计算机支持的协作学习、教育技术基本理论与实践;王炜,新疆师范大学教育科学学院教授,博士,博士生导师,研究方向:远程教育、计算机支持的协作学习。

http://dej.zjtvu.edu.cn

Research Progress and Frontiers of International "AI + Education": Along with Discuss of Development Strategy of "AI + Education" in China

Li Haifeng & Wang Wei
(School of Educational Science, Xinjiang Normal University, Wulumuqi Xinjiang 830017)

【Abstract】 The systematic grasp of the research on "AI + Education" has important reference value for the development of AI education in China. The literature, the author, the key words, the research institutions and the cited references are used as variables to carry out reference analysis on the academic papers published worldwide in the field of artificial intelligence in education over the past thirty years. The analysis shows that the development of artificial intelligence is pushing "AI + Education" into a rapid development period, forming an academic exchange space based on special core journals as an exchange platform. Countries and regions, such as Britain, Taiwan, China, and Spain, have gathered the main researchers in the field, and have sprung up representative academic communities in Russia, Italy and Romania. "AI + Education" is based on pedagogy, psychology, computer science and other subjects. The research topics are mainly about social learning system, intelligent learning model, intelligent tutoring system and robot learning system. Big data, intelligent tutoring system, augmented reality and interaction quality have become the main research hotspots. In the field of "AI + Education" in China, it is urgent to build a cross-border-driven development mechanism of intelligent education, establish a high-quality academic research community, form a school-enterprise-government linkage mechanism and optimize the personnel training system.

【Keywords】 AI+ Education; Artificial Intelligence; Informationized Education; Visualized Analysis; Intelligent Teaching; Big Data

收稿日期:2018 年 9 月 24 日
责任编辑:吕东东

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2020)03—0017—08

人工智能如何推动教育革命

钟绍春

(教育部数字化学习支撑技术工程研究中心，吉林 长春 130117)

摘要：人工智能、大数据、AR/VR、“互联网+”等技术在教育中迅速普及，催生了智慧教育、“互联网+”教育、未来教育等，但信息化还没有真正给教育带来大规模常态化的革命。从人的培养过程动态多变性入手，分析了其他行业只要买到好产品就能够直接带来进步，而教育即使配备最好产品也不一定就能够实现革命的深层次原因。以信息化的视角，对教育问题做了合适的层级划分，对不同层级教育问题分别提出了相应的信息化途径与工作范式。在此基础上，从价值定位和取向、智能技术支持问题解决新模式、智能支撑环境、实施组织和保障体系等层面，对智慧教育内涵做了深入分析。从教育信息化由产品应用转段升级为教育创新，基于人才培养量化标准全面捕捉学校办学问题，全面运用智能技术有效支持教育活动实施，在智能生态育人环境中常态化开展智慧教育活动等方面，系统分析了智慧教育学校应具备的核心特征。

关键词：人工智能；智慧教育；教育革命；人网融合

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

人工智能、大数据、AR/VR、“互联网+”等技术，在教育上的应用如雨后春笋般扑面而来，智慧教育的热浪正在铺天盖地席卷各地。但是，到目前为止，信息化还没有真正给教育带来大规模、常态化的革命性(结构性)改变[1]。尤其是在课堂教学和学生学习方面，尽管很多应用都冠以人工智能、大数据和“互联网+”等名头，但大多数仍然是以产品为中心的应用，所起到的作用还不够显著，还没有真正体现出人工智能等技术应有的价值和作用。甚至有的还没有搞清楚到底什么是智慧教育，就盲目地搞上了智慧教育。

大多数领域，只要买到好产品或系统，就能够直接带来行业进步，甚至是革命。为什么在教育中，即使配备了最好信息化设备和系统，也不一定就能够实现教育的真正革命呢？我们究竟该如何做，才能真正将以人工智能为代表的信息技术在教育中最大限度地发挥其应有的价值和作用呢？

下面，从教育领域信息化的特殊性和可行途径，智慧教育内涵和智慧教育学校核心特征等方面深入讨论人工智能、大数据、“互联网+”及AR/VR等技术如何有效支持教育的变革与创新，实现教育深层次革命等问题，为进一步抓好教育信息化工作提供参考。

一、教育信息化特殊性与可行途径剖析

(一)教育信息化特殊性认识

任何领域的信息化，其目的只有一个，就是解决领域工作中所存在的问题，特别是在常规条件下不好解决甚至是无法解决的问题。各个领域中所存在问题是多方面的，也是多种多样的，有质量方面的，也有效率方面的。其中，效率方面的问题，基本上无需改变工作流程，主要是通过提供便利工作平台就可以解决。而质量方面的问题则不然，一般情况下是需要改变工作流程再用技术，才有可能解决问题，进而实现质量提升。如果有了新的手段和条件，找不到解决问题的新思路和新方法，也照样解决不了所存在的问题。因此，只有在技术支持下找到了解决问题的新思路和新方法之后，再按照新思路和新方法的实际需要应用技术，技术才有可能真正发挥其应有的价值和作用。

大多数领域的工作流程单一，且基本上是通用的。即便工作流程存在缺欠，创新后的工作流程仍然是单一通用的。因此，只要按照所创新流程的实际需要研制出新产品或支撑系统，就可以通过新产品或支撑系统将所创新的工作流程全面推广应用了。正是这个原因，在其他领域中的信息化工作，基本上是采取以产品购买或系统建设为中心，在购买或建设基础上搞应用的工作范式。

但是，在课堂教学中的信息化就不是这么简单了。教育是培养人的，培养人的过程是一个动态多变的过程。比如，同一个老师，在同一个问题上，面对不同学生所遇到的问题有可能都不一样，且是动态出现的，不可预期的。因此，就课堂教学而言，一方面是无法预知教学和学习的困难是什么样

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的，无法将各种可能的创新事先准备好；另一方面是即使事先知道了可能存在的困难，也不可能通过一个产品或系统将所有可能的教学思路和方法全部传播出去，这也正是教育信息化最困难之所在。

不仅是培养人的过程动态多变，培养人所遇到的问题更是多种多样的。这种多样性来自于学科、专业及课程的差异，更来自于人的差异。如果在动态多变的育人过程中，遇到具体问题就单独研究信息化推进的话，那么信息化工作将很难做好。因此，不能仅从技术支持的角度开展信息化工作。更需要从教育问题分类入手，尽可能将教育问题归类，在分类基础上研究信息化途径。

尽管育人过程是动态多变的复杂过程，可能遇到的问题也千变万化的。但是，育人过程中所存在的问题还是可以归类的。因此，应当首先找出教育中所存在的共性、本质性问题，在此基础上，再进一步研究智能技术支持下破解不同类别问题的途径和方法。当前，育人过程中最有代表性的共性、本质性问题，诸如学生厌学、课堂教学很难个性化、优秀教师无法服务所有学生、疑难知识理解困难、在主要学科教学中缺乏学生系统和探究思维能力培养必要的安排和部署、教学和学习评价缺乏科学的路径和量化的标准、课堂教学无法实现优质均衡等。

以厌学问题为例，导致学生厌学问题的原因是多方面的。首要的原因是绝大多数教师在课堂教学中直接讲授知识，在讲授基础上做练习、做实验等等。学生被动学习知识，不清楚为什么要学，缺乏足够的学习动因，久而久之，就讨厌学习了。其次的原因是，教师给学生所安排的学习路径不适合，或者是路径适合了，教师的讲解和指导不好，或者所提供的学习支撑环境和材料不合适等，导致学生很难完成学习任务，或者根本就不能够完成学习任务，进而也就没有进一步学习的兴趣了。

比如，初中数学中的因式分解，很多学生学习这一知识的时候都很困惑。为什么要学习因式分解，有什么用途，一无所知。反正教材上安排了这一学习内容，教师也讲解了，就跟着老师学习了。这种情况下，又有多少学生是真正发自内心愿意学习呢？事实上，因式分解主要是为解方程奠定基础的。将多项式分解为多个变量与常量之和或差的乘积形式，就可以很简单的判断出方程的解来。因此，最好的办法是，先从解方程谈起，再研究什么情况下，方程的解容易判断出来，在此基础上，引出为什么要学习因式分解，以及如何分解等。在此基础上，根据教师讲解和学生学习的实际需要应用技术支持教学活动。

由此可见，教育信息化工作，一定要系统研究教育问题，做好分类分层工作，按照不同层级分别研究信息化途径。教育信息化工作，不可能只搞一套设备或系统，就能够自动化完成所有教育活动，特别是课堂教学活动更是如此。如果简单地将在其他领域中搞信息化的工作范式，直接迁移到教育领域当中来，就不适合了[2]。

(二)教育信息化可行途径剖析

教育信息化绝不是以设施设备、网络环境和应用系统等的建设为目的，任何新技术引入到教育中来，其目的显而易见是为了解决教育中所存在的问题[3]。因此，应从教育到底存在什么样的问题，哪些问题是通过信息化可以解决的，所有教育问题是否都是一种解决模式等方面入手，研究教育信息化切实可行的途径。

由于教育领域的特殊性，导致很多教育问题不像其他领域一样通过购买信息化产品就能够很好地解决，就能够实现行业进步，甚至是革命。特别是课堂教学深层次问题的解决，情况更是如此。

当前，教育中的问题是多方面的，具体问题更是层出不穷的。这些问题，没有新的手段和条件引入的话，是很难找到可行的解决办法。而人工智能、大数据、AR/VR、“互联网+”等技术的快速发展和普及，为这些问题的解决带来了机遇和可能。

从信息化可能的途径视角看，教育问题可划分为三个层级。第一个层级教育思路与方法没有问题，主要是缺少有效的手段和条件；第二个层级是教育方法自身存在缺欠，出现这种缺欠的主要原因可能是由于手段和条件限制导致的；第三个层级是现有可知情况下，没有解决的可能性。这三个层级教育问题可能的信息化途径差异非常大，不可能通过一种信息化模式就能够全部解决。因此，应分别研究如何通过信息化解决三个层级问题相应的有效途径和方法。

1.通过智能技术构建有效便捷工作平台，解决第一层级教育问题

第一个层级教育问题的特点是教育方法自身没有缺欠，所存在的问题是在常规条件下，由于缺少有效的工作平台或支撑条件，导致工作开展效率低，不容易完成。这种情况下，只要梳理清楚教育的工作流程，按照工作流程的实际需要提供适合的产品或支撑系统，且做到便捷、友好和高性能，教师、学生、管理者和家长等在教学及学习中能够全面使用，就可以很好地解决第一层级的教育问题了。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

针对这个层级的教育问题，一般情况下，只要获得相应的产品，并对教师做设备操作方面的培训，就完成信息化工作了。这种类型的信息化，能够直接给教育带来的是效率方面的提高，在效率提高的基础上，通过节省时间做更多的事情进而提高质量。这是教育工作效率的革命，但不会是教育根本性的革命。因为第一层级问题主要是实施教育的手段和环境方面存在不足，信息化的作用主要是提高效率。比如考试阅卷和成绩分析，正常情况下，教师在卷面上逐个批改，手工统计成绩。通过信息化，提供便利的工作平台和支撑条件，实现快速网络阅卷和成绩统计分析，则可减轻教师工作负担，大大提高工作效率。这种情况下，工作效率方面的确发生了革命，除此之外，不可能再有其他方面的革命了。

教育信息化1.0时代，主要是解决了第一层级的教育问题。尽管教育部已经发布了教育信息化2.0行动计划[4]，但是，目前大多数学校的信息化仍然处在第一层级上。不仅如此，即便是这一层级的信息化，还有很多学校尚未做好。主要的问题是，大多数学校和教育局在建设信息化环境时，更多的是从企业能够供给什么入手做方案，即便是对教育的需求做了一定的分析，但不够系统完整。因此，普遍存在教育工作流程中需要提供信息化支撑的点梳理不系统、不精准，所提供的支撑环境不适切等问题。但这些问题，只要思路正确、方法得当，还是很容易解决的。

2.在智能技术支持下创新教育方法，解决第二层级教育问题

第二个层级教育问题是教育思路和方法自身存在缺欠，导致教育效果不好。这种情况下，直接应用信息技术，即以产品应用为中心的应用，无论如何也不可能很好解决教育中所存在的问题。即使是使用了最好的设备和系统，也只能是形式上的应用，不可能从根本上解决教育问题，这种情况下的应用更多的是在做秀。

第二层级的教育问题，需要从教育思路和方法层面寻找突破口。教育思路和方法方面出现缺欠的主要原因是由于手段和条件限制导致的，如果没有新的教育手段和条件出现，这些问题不可能找到解决途径和办法。

比如说，学习带电金属棒在磁场中的运动规律。在常规条件下，教师一般会通过实际器材做演示实验，演示出带电金属棒在磁场中随着滑动变阻器调整所发生的运动变化情况。演示实验的目的是让学生观察到这种变化规律，而不是实验操作。要做这一实验，教师需要准备出实验所需的所有器材，并进行连接。为了做实验，教师需要做很多的准备工作。借助人工智能和虚拟仿真技术，可以模拟仿真出所有实验器材，实验操作以及相应的实验现象等，帮助教师减轻负担，提高效率，这是应用技术解决第一层级问题。但是，金属棒为什么随着滑动变阻器的调节而改变运动速度，从原理上还是没有直观呈现出来。如果在此基础上，模拟出电流随着滑动变阻器的调整所发生的大小改变，以及带电金属棒受力大小的改变等，就会对原理的理解起到有效支撑作用，这就是解决第二层级问题了。

对于第二层级的教育问题，信息化的途径又分为两种情况。一种情况是，教育思路和方法的改进模式单一且通用，按照改进的思路和方法研发出好的产品或系统，就可以很容易通过推广产品或系统的方式，将改进的思路和方法直接推广出去。另一种情况是，教育思路和方法是动态多变的，不是固定的，课堂教学就属于这一情况。

但是，无论是模式单一还是动态多变，有一点是一样的，就是一定要在教育思路和方法创新基础上再应用技术。由此可见，信息技术能否发挥有效的作用，首要的条件是教育自身的思路和方法要好，其次是所选择的支撑技术恰当有效。必须注意的一点是，教育思路和方法再好，如果没有适切的技术支撑，教育的改变也是无法实现的。

因此，要想真正通过信息技术解决教育问题，就必须系统梳理出教育的瓶颈性问题，分类分层研究清楚在智能技术支持下解决问题可能的教育路径，按照路径的实际需要建设支撑系统和运行环境。应根据所梳理教育问题的特点和智能技术可能的支持方式研究操作途径。当前，最急需创新的是课堂教学和学生学习。而对于教学和学习的支持技术，最有效的是VR/AR、“互联网+”、AI和大数据等。在具体操作层面上，应着重从VR/AR支持理解和探究知识，AI和大数据支持精准学习与教育调控，“互联网+”供给优质教育服务等方面系统探究切实可行的信息化途径。

由此可见，要想真正解决第二层级教育问题，就必须将教育信息化工作由建设和应用，上位到在信息化条件下的教育创新发展层面上来，将数字校园(智慧校园)、云平台等的建设转段升级为智慧教育学校(区)创建。也就是说，将独立开展教育信息化工作，转变为按照信息化条件下教育创新发展的实际需要开展教育信息化工作。

教育信息化2.0行动计划的核心是构建能够解决教育瓶颈性问题的人才培养新模式、教育服务供

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

给新模式和教育治理新模式，其中核心目的就是解决第二层级的教育问题。但是，当前大多数学校主体上仍处在教育信息化1.0时代，主要通过信息化解决教育的第一层级问题。尽管有很多学校都朝着教育信息化2.0时代迈进，但绝大多数学校仍然首先以信息化环境建设为中心，在建设基础上搞应用。还不是真正以教育体系创新为目的开展教育信息化工作，或者说目的对了，但是没真正走上通过智能技术解决第二层级教育问题的创新轨道上来。

3.创造智能教育技术，探索第三层级教育问题可能解决途径

第三层级的教育问题是当前现有的技术水平和教育问题解决能力没有可能解决的问题，这类问题，只能是等待某种新技术的出现来突破问题的解决。但是，这种技术不是学校或一般公司能够突破的，不是一般人能够做到的，主要是靠精英人才去创造。因此，这类问题也不是一般学校重点关注的问题。比如，是否有可能做出一种智能系统，通过脑电图、学生学习活动视频和学习结果数据等综合分析学生学习情况，并动态选择适合学生实际情况的教学安排，使学生能够在一定时间内处于兴奋、有效的学习状态中。从目前情况来看，这种想法还不能够实现，也不清楚是否一定能够实现，有待于精英们的进一步创造和探索，这就属于第三层级的问题。

二、智慧教育内涵解析

智慧教育，显而易见是教育的一种类别，它是对原有教育的改进、补充和完善。智慧教育一定是针对原有教育所存在的问题，一定是为解决所存在问题而提出的，也一定是有其提出的特定条件和时代背景的。一般情况下，随着社会的发展和进步，原有教育体系中所存在的问题具备了解决的条件，有了解决的可能性，才可能真正进行改进、补充和完善。那么，智慧教育是在什么背景下提出来的，它与原有教育体系有什么本质区别，它与人工智能、大数据、“互联网+”和AR/VR等技术究竟有什么关系，它到底是种什么样的教育呢？

(一)智慧教育与智能技术的关系

教育，广义上讲是指能够影响和改变人的身心发展的一切有目的的社会实践活动。狭义上讲，是指以学校这种组织形态，有目的开展的系统、持续影响和改变人身心发展的社会实践活动，即学校教育。

学校教育，是一种相对完整的教育体系。但不论什么样的学校教育体系，一定是在充分考虑教育对象、教育目的、教育目标与内容、教育手段与环境、教育周期、教育实施者(教师)、教育组织与管理、教育成本等诸多因素基础上建立起来的。教育体系的构建，受到与教育相关多种因素的影响和制约。

决定教育体系优劣的第一个因素是教育对象和目的，即到底将哪一类群体的人，培养成为能够具备什么素养和能力的人。这一因素并不是一成不变的，它直接受到社会体制、行业结构和社会发展需要等诸多方面的影响，也必将是自然而然地随着这些方面的变化而改变。第二个因素就是教育目标与内容，在人类社会发展的不同阶段，随着科技、文化和社会体制等的不断进化，所确定的教育目标和内容也是随着社会的不断进化而动态变化的。但总的来说，在一定时期内，还是相对稳定的。第三个因素是教育手段和环境，这是至关重要的影响因素。这个因素，决定着教育方式与过程、教育实施的可能性和可操作性等，直接影响着教育的质量和效率。教育的方式与方法，教育过程的安排，甚至教育的组织形态都受制于教育手段和环境的限制。

学校教育的组织形态和结构，在没有新的手段和环境因素出现的情况下，是很难发生较大改变的。过去的千百年来，在信息技术等现代技术没有成熟之前，由于影响教育的手段和环境等因素没有发生重大改变，因此，在常规条件下所形成的教育结构和组织形态，以及教育方式和方法等是相对固定的。也正是长时间没有手段和环境方面的重大变化，人们已经习以为常了，也不再去想常规条件下不可能做的事情了，解决不了的问题，甚至已经不认为是问题了。诸如前面所述的学生厌学、课堂教学很难个性化、优秀教师无法服务所有学生、疑难知识理解困难、在主要学科教学中缺乏学生系统和创新思维能力培养必要的安排和部署、教学和学习评价缺乏科学的路径和量化的标准、课堂教学无法实现优质均衡等教育共性、本质问题，这些均是在常规条件下是很难破解的。

当今社会，信息技术飞速发展，特别是人工智能、大数据、“互联网+”和AR/VR等技术，给各行各业都带来了巨大冲击和改变，带来了千载难逢的创新发展机遇。很显然，教育也不例外。正是这种新技术和新手段的出现，教育才有可能发生革命性的改变。也正是应这些智能技术发展的时代呼唤，智慧教育应运而生。

人工智能、大数据、“互联网+”及AR/VR等技术对教育所存在问题的解决，只是从手段和环境层面带来了可能。但是，在没有深刻反思原有教育体系的问题，不去深入研究在新手段、新环境支持

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

下问题解决的新思路和新方法的情况下，简单运用这些新手段和环境，原来没有很好解决的问题，照样还是解决不了，当然也是不可能真正发挥出新手段和新环境应有的价值与作用。很显然，更不可能构建出系统解决教育问题的教育新体系。不仅如此，由手段和环境的改变，人的培养目标也可能随之发生改变。因此，智慧教育体系的构建，绝不是仅仅停留在手段和环境的层面上[5]。

(二)智慧教育内涵界定

智慧教育的提出，是因人工智能、大数据、“互联网+”及AR/VR等技术的快速发展与普及应运而生的。但有一点是必须清醒认识到，就是如果教育本身没有问题的话，就没有任何理由在教育中引入智能技术。因此，智慧教育，一方面一定是与教育本身存在的问题密切相关，另一方面，一定是与能够为教育所存在问题破解提供有效支撑的智能技术相关。

基于以上分析，智慧教育应是指在人工智能、大数据、“互联网+”和虚拟仿真等信息技术的支持下所构建的，着重解决原有教育体系中由于没有更好的手段和环境，所导致的教育共性、本质问题的教育新体系。这种新的教育体系，在价值定位和取向层面，至少应着重关注品行修养、学业能力、强建体魄、阳光心态和沟通合作等方面的素养和能力。在解决教育问题新模式层面，应重点从VR/AR支持理解和探究知识，AI和大数据支持精准学习和教育调控，“互联网+”供给优质教育服务等方面建构。在智能支撑环境层面，应从云平台、智慧校园、智能教室、感知环境和智慧学习等方面建设必要的条件和环境。在实施组织和保障体系层面，应从机制体制、政策保障、规划方案、行动安排和督导措施等方面建立。

通过教育瓶颈性问题的解决，真正让教育发生革命性的改变。教育的革命，首先体现在立德树人方面，要培养德智体美劳全面发展的人，让学生有良好的品行修养、宽厚的学业能力、强建的体魄、阳光的心态、较强的沟通合作能力，特别是会发现、会思考、会创造等能力，即培养智慧的人。第二体现在教育方法创新方面，第三体现在手段和环境方面，第四体现在教育服务供给方式方面，即教育发生结构性改变。

智慧教育所带来的这种革命，从学生视角看，应当让学生能够主动、按需要和适合方式、找到适合环境和伙伴、得到最好教师帮助学习。从教师的视角看，应当让教师能够对教学全过程进行实时监测与分析，动态调控教学方式与方法等。

三、智慧教育学校核心特征剖析

2019年5月，习近平主席在致国际人工智能与教育大会贺信中强调指出，“积极推动人工智能和教育深度融合，促进教育变革创新，充分发挥人工智能优势，加快发展伴随每个人一生的教育、平等面向每个人的教育、适合每个人的教育、更加开放灵活的教育”。习近平主席明确指出了在智能时代教育创新发展的方向，明确了人工智能等技术在教育中应用的目的和用途。

当前，教育主体实施单位是各级各类学校。因此，智慧教育的实施，应主要是通过学校的智慧教育体系构建来完成的，也就是要创建智慧教育学校。智慧教育学校的创建，就是要通过人工智能等技术，实现习近平主席所提出的“伴随每个人一生的教育、平等面向每个人的教育、适合每个人的教育、更加开放灵活的教育”。那么，学校教育具备了什么样的特征，就可以称之为智慧教育学校了呢?

一所学校，要想成为真正的智慧教育学校，它必须是在学校教育的一定范围内实施智慧教育。智慧教育不是只有个别人能够实施就可以了。当然，学校所有人都能够实施智慧教育是最好的了，但这是非常困难的。因此，至少应有足够多的教师能够实施这种新的教育体系，学校才可以称之为智慧教育学校。也就是说，必须有相当比例的教师，在足够多的教育教学活动中按照智慧教育体系常态化开展教育活动。智慧教育学校应至少具备以下基本特征。

(一)教育信息化由产品应用转段升级为教育创新

学校全体教师应达成共识，将融合创新发展作为学校发展的核心目标。建立了智慧教育学校创建工作领导小组和相应的组织管理体系，按照切实可行的智慧教育学校创建方案开展工作。能够正确认识以人工智能为代表的信息技术的价值和作用，将教育信息化的定位从产品应用转段升级为教育创新，即教育信息化的工作重心由解决第一层级教育问题转段升级为着重解决第二层级的教育问题上来。

能够以人工智能、大数据、物联网等新兴技术为基础，依托各类智能设备及网络，积极开展智慧教育探索与实践，切实推动教育理念与模式、教学内容和方法等的变革创新，提升学校办学质量和教育水平，切实加强创新人才的培养，探索出引领教育变革与教学创新发展的新途径、新模式。真正做到将支撑学校各项工作创新发展作为信息化工作的主要目的和方向。

在开展信息化的工作过程中，能够充分利用信息化引领构建以学习者为中心的全新教育生态，

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

培养符合新时代和信息社会发展需要的、具有较高素养的创新型、智慧型人才，促进人的全面发展，真正做到育人为本。充分发挥技术优势，变革和创新传统教育模式，实现创新应用常态化，推动教育创新发展，提升教育质量和水平，真正做到融合创新。

(二)基于人才培养量化标准全面捕捉学校办学问题

应以立德树人为目的，从品行修养、学业能力、强建体魄、阳光心态、沟通合作能力等方面，量化人才培养目标，给出科学、系统、有效的量化标准。在此基础上，能够全面、系统、准确捕捉到学生学习、教师教学、行政人员管理等各项教育工作中所存在的问题。量化标准是各项工作优劣结果评价的依据，只有依据科学、系统、有效的量化标准所采集的学校办学中所产生的大数据，才真正是更精准、有效的。

应针对德智体美劳各个方面建立相应的素养图谱，进而建立起人才培养量化的标准。其中，最难量化的是德行方面的素质。现有的量化标准，大多数不是主观因素较多，就是定量标准太不科学。比如，有的学校所制定的德行评价标准中，一种主要的考核内容是参加学校所组织活动的情况。如果学生德行方面的素质靠参加规定活动情况来测量的话，几乎所有学生都会按照学校要求做的，不可能在这种情况下故意不好好表现，这种做法，很难检测出学生的真实情况。事实上，最有可能反映出学生真实德行情况的是日常行为。但是，通过人工采集学生日常行为是不太可行的。如果能够通过智能技术手段动态采集到学生日常行为情况，并能够基于所采集到的日常行为表现来考核学生的素养，则应当是更可行的办法。

除此之外，另一个尤为重要的是学业水平方面的量化标准如何建立的问题。学业水平方面量化标准的建立，最可行的途径是建立学科知识图谱和以知识图谱为基础的能力图谱。从可操作性的层面上看，知识图谱可以通过两种类别的图表达出来，一种是知识分类图，另一种是知识序关系图。能力图谱，则应是在知识图谱的体系框架下，针对每一个基本知识片段来组织。构建能力图谱最为关键的是要将能够体现出学生学业水平的分层分类内核问题(任务)，与对应的解决方法和策略等建立有序的联系，形成完整的体系。通过能力图谱，不仅可以衡量出问题(任务)解决(完成)的程度和水平，还能够衡量出解决(完成)这些问题(任务)的方法体系构建的水平。

(三)全面运用智能技术有效支持教育活动实施

在理清了学校教育中所存在的实际问题之后，接下来的事情就是能够找到解决这些问题切实可行的途径和办法。如果在常规条件下能够很好解决的问题，不是本文要深入讨论的问题。本文关注的问题是在常规条件下很难或几乎不可能解决的问题，这些问题的解决一定是需要新的手段和条件引进来[6]，这一点也是能够真正构建和实施智慧教育体系的关键。因此，智慧教育学校最核心的特征，就是能够全面运用智能技术，解决在常规条件下很难或几乎不可能解决的问题，有效支持教育活动的实施。

前面，已经分析了从信息化的视角看，教育问题解决可能的途径和方法。目前，现有条件可能解决的主要是第一层级和第二层级教育问题。

对于第一层级的教育问题，主要是应能够从教育需求侧将问题理清楚，根据每一个问题的实际需要，通过智能技术建立有针对性的便利、有效工作支持平台，使得各项工作顺利开展，提高效率，进而提高质量。第一层级问题，典型的应用诸如，管理方面的学籍、人事、资产、财务等，教学方面的阅卷、成绩统计与分析、多媒体课件等。对于第二层级的教育问题，直接应用智能技术，是不可能解决教育问题的。因此，应首先探索智能技术支持下教育问题解决的新途径和新方法，在此基础上，再应用技术支持新途径和新方法的有效实施。

要探索出教育问题解决的新途径和新方法，就必须创新。而创新是多方面的，比如，以教学为例，创新至少应从人才培养目标、教学方式与结构、教学方法等层面开展。借助智能技术，在教学方式与结构、教学方法等方面，探索出真正能够让学生主动、按需要和适合方式、找到适合环境和伙伴、得到最好教师帮助、实时知道学生情况并能够准确找到学习方向的基础上，完成学习活动等的新途径和新方法。与此同时，尽可能将创新和系统思维能力培养合理部署安排，提升学生综合素养。其中，创新和系统思维能力培养的关键，一是要尽可能将知识学习转化为问题或任务，讲出故事来，激发学生学习动因；二是在可能的情况下给学生更多探究的机会，让学生在探究中成长。

不同的学习内容，可能的学习路径不尽相同。而不同的学生，针对同一学习内容，适合的学习路经也不相同。因此，一方面，应以知识和能力图谱为线索，梳理总结出每个知识片段可能的学习路径集；另一方面，应针对同一学习内容，根据不同类型学生的实际情况，分别归纳出适合的学习路径。这其中，又包括了两个层面的因素，一个层面是教学方式与结构，另一个层面是教学方法。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

教学和学习路径，基本类别可以分为三种，一是讲练结合，二是学导练结合，三是思导练结合，其他的则是它们的各种各样的组合。实施教学，又分为课前、课中和课后。在常规条件下，制约教学和学习路径创新的关键因素是教师和教学条件。教师和学生在课堂的教学活动有其特定的组织形态和开展方式。在课堂上，正常情况下，学生只能统一接受教师的讲解和指导，在教师统一组织下开展讨论等，所有学生是不可能同时得到教师个别化讲解和指导的。回家后，要得到教师个别化的讲解和指导就更不可能了。没有好的教师，没有有效的教学手段和环境，创新几乎是不可能的。此外，更重要的一点是无论什么样的教师，都不可能随时随地服务于每一个学生，最好的教师就更不可能了。

近几年，火爆的翻转课堂，就是在教学方式与结构方面所开展的一种教学创新。但是，很多翻转课堂的实践和探索，没有在系统分类教学和学习路径基础上，根据学生不同学习路径的实际需要安排合适的翻转方式，更多的是经验性的实践活动，缺乏理性思考，对翻转的各种可能路径没有做系统的分析和科学的实证，缺乏明晰、系统、科学的方向和方法。大多数翻转，脱离学生实际情况，更多的只注重了翻转的形式，忽视了教学的规律和本质。

针对上述情况，首先，应着重从AR/VR赋能高品质学习，“互联网+”赋能供给优质教育，AI和大数据赋能精准学习等方面，探索教学和学习模式创新。其中，AR/VR赋能高品质学习，应重点探索工具资源和系统赋能，有效支持深度理解知识并形成应用能力、培养学生系统思维能力和归纳能力等。“互联网+”赋能供给优质教育，应依据知识图谱和能力图谱，基于大数据，在比对、筛选和优化教学和学习路径基础上，通过持续迭代和优化，汇聚优秀教师教学智慧，建立学习路网资源，将最好教师教学智慧实时供给每一个需要的学生[7]。人工智能和大数据赋能精准学习和教育调控，应基于学习大数据构建学习者画像和个性化知识与能力图谱，在此基础上，规划学习路径并创建个性化学习路径，引导学生按照学习路径在学习路网中获得精准优质资源，实现高品质个性化学习。

其次，应充分利用智能技术构建智慧课，构建“人网融合”教育新体系。真正做到动态、全面、精准采集到每一个学生的学习结果和方式数据，建立学习全过程数据档案。在此基础上，实时分析学生个体和群体学习情况，建立个性画像，构建反映学生学习情况的知识与能力图谱；根据学生学习情况，分析群体学生共性学习规律，筛选和优化教学与学习路径，精准调控教学活动安排；根据画像，引导个性化学习，精准提供路网资源，安排有针对性的迭代训练；全面、系统分析学生、班级、教师、教研组、年级等总体教学情况，以及信息化教学应用情况；根据学习数据，建立、完善、优化套件和学习路网资源，提供深层次理解、体验和探究知识的工具、套件和学习路网资源，将最好教师的教学智慧和学生的学习经验供给课堂中，真正做到快速、全面、高质量提升教学水平。实现由表及里，由点到面、体，由面对面信息化到“互联网+”，由一般到应用智能化，由专用资源向教育大资源等的转变。

(四)在智能生态育人环境中常态化开展智慧教育活动

1.建成智能生态育人环境

学校应着重围绕课堂教学难以个性化、优质教师无法覆盖所有学生、缺乏知识深度理解和探究的必要手段、教学和学习监测调控困难、教师教学水平监测和调控困难、管理及办学整体实时调控困难等问题，创建能够解决所存在瓶颈性问题的教育新体系。在此基础上，建立起备课、教学、学习、研修和管理一体化工作智能平台，建立教育教学活动情况大数据采集和分析平台，形成智能生态育人环境，并能够持续迭代优化，为各项教育活动提供有效支撑。

在资源和学科教学工具方面，应建立套件和路网学习资源、工具和虚拟仿真系统等，主要学科深度理解和体验知识、感悟和探究知识所需支撑工具覆盖率应基本具备。能够在PPT、Word或其他教学工具中，有机集成学科工具、仿真实验室、多媒体素材等资源，简捷快速准备出课件、教学设计、资源包等校本特色套件和学习路网资源。在所建设的多媒体教室、智慧教室、学科教室和创客教室等，能够按照教学的实际需要，便捷快速的调用资源与工具。

2.形成“人网融合”智慧教育新样态

学校构建起在智慧学习路网资源和智能导引等系统支撑下的“人网融合”学校教育新样态。大多数教师在多媒体教室中，能够常态化利用学科工具、仿真实验室等资源提升课堂教学质量。相当比例教师能够在智慧教室或学科教室中，定期组织学生利用可交互终端、学科工具和仿真实验室等开展高品质个性化学习；能够准备出本学科主要课程类型的、符合所教学生特点的套件资源和高品质个性化学习所需要的路网资源；培养出了覆盖主要学科的智慧教育应用示范团队。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能够利用学生个性化学习情况大数据以及教师教学情况大数据等，动态分析教师教学和学生学习质量情况，能够动态评价教师、教研组、年级组等教学水平，在此基础上，合理引进和调配教师，精准安排教研和培训活动。利用运行状况大数据，能够动态监测教职工及学生在校实时状况、重点工作完成情况、学校安全状况、学校办学水平，实现学校精准化管理，实现行政管理工作规范化和标准化，并通过信息化手段建立科学的决策流程等。

参考文献:

[1] 钟绍春.构建信息时代教育新模式[J].电化教育研究,2019,40(4):23–29.

[2] 钟绍春,唐烨伟.人工智能时代教育创新发展的方向与路径研究[J].电化教育研究,2018,39(10):15–20.

[3] 何克抗.如何实现信息技术与学科教学的“深度融合”[J].教育研究,2017,(10):88–92.

[4] 教技[2018]6号文件,教育部关于印发《教育信息化2.0行动计划》的通知[Z].

[5] 邱相彬,李艺等.信息技术作用下的课程文化变革思维[J].教育研究,2017,(9):92–98.

[6] 钟绍春,唐烨伟等.智慧教育的关键问题思考及建议[J].中国电化教育,2018,(1):106–111.

[7] 钟绍春.人工智能支持智慧学习的方向与途径[J].中国电化教育,2019,(7):8–13.

作者简介：

钟绍春：教授，博士生导师，研究方向为智慧教育、人工智能(sczhong@sina.com)。

How Artificial Intelligence Supports Educational Revolution

Zhong Shaochun

(Digital Learning Support Technology Engineering Research Center of Ministry of Education, Changchun 130117, Jilin)

Abstract: Artificial intelligence, big data, AR/VR, “Internet +” and other technologies are rapidly popularized in education, giving birth to wisdom education, “Internet +” education, future education, but informatization has not really brought large-scale normalization revolution to education. Starting from the dynamic variability of human training process, this paper analyzes the deep-seated reasons why other industries can directly bring progress as long as they buy good products, while education, even with the best products, can not necessarily achieve revolution. From the perspective of information technology, this paper makes a proper hierarchical division of education issues, and puts forward corresponding information approaches and work paradigms for different levels of education issues. On this basis, the connotation of intelligent education is analyzed from the aspects of value orientation, new model of intelligent technology support, intelligent support environment, implementation organization and security system. From the transformation of educational informatization from product application to educational innovation, based on the quantitative standard of talent training, this paper comprehensively captures the school running problems, comprehensively uses intelligent technology to effectively support the implementation of educational activities, and systematically analyzes the core characteristics of intelligent education schools in the aspects of normalization of intelligent education activities in the intelligent ecological education environment.

Keywords: Artificial Intelligence; Wisdom Education; Educational Revolution; Human Network Integration

收稿日期：2019年11月30日

责任编辑：邢西深

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2019)07—0001—07

人工智能背景下职业教育变革及模式建构*

董文娟[1]，黄 尧[2]

(1.天津大学 教育学院，天津 300350；2.北京师范大学 国家职业教育研究院，北京 100875)

摘要：顺应人工智能时代的浪潮，基于新兴技术的职业教育变革及新模式建构势在必行。该文从职业教育智慧化、经济发展、政策保障、信息化生态重构四个方面，剖析了人工智能时代职业教育变革的现实诉求，并进一步分析了当前职业教育外部环境及其自身发展的困境。人工智能背景下职业教育的变革体现出融合、创新、跨界、终身化的新特征。基于此，从课程、教学、学习、环境、教师发展、评价、教育管理及组织等方面，探究职业教育的变革路径及模式建构。最后探讨了职业教育模式变革还面临回归教育本质、规避技术弊端等挑战，并提出“适应—引领人工智能”的发展目标。

关键词：人工智能；职业教育变革；模式建构；智慧化

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

“人工智能的迅速发展将深刻改变人类社会生活、改变世界。特别是在移动互联网、超级计算等新理论、新技术及经济社会发展强烈需求的共同驱动下，人工智能发展呈现出深度学习、跨界融合、人机协同、群智开放、自主操控等新特征。”[1]人工智能作为新一轮产业变革的核心驱动力，为我国供给侧结构性改革下的“新常态”经济发展注入新动能，使人们的思维模式和生活方式发生了深刻变革。近年来，国家高度重视与社会经济发展联系最为密切的职业教育，积极推进职业教育信息化，运用人工智能改革教学方法和人才培养模式，构建新型智能职教体系，提升信息技术引领职业教育创新发展的能力。

一、人工智能背景下职业教育变革的现实诉求

人工智能对传统教育理念产生了革命性冲击，职业教育结构不断调整，劳动力素质与市场需求的矛盾、学习方式与自我价值实现的矛盾等促使职业教育向智慧化、智能化发展。目前，我国处于教育信息化2.0、工业4.0的新时期，全球范围内新一轮的科技革命和产业变革正在加速进行。“一带一路”“中国制造2025”人工智能等重大国家战略的提出，及以新技术、新产业为特征的新兴经济模式要求教育领域，尤其是职业教育培养行业、产业急需的技术技能型、智慧型人才，具备更高的创新创业能力和跨界整合能力，促进智慧化发展，助力经济转型升级。

(一)职业教育智慧化诉求：职业教育信息化发展的必然选择

“智慧教育是以物联网，大数据等信息技术为依托，创造智慧教学环境，转换教育方法，内容与手段，注重教育网络化，个性化和智能化的一种教育新模式。”[2]智慧教育作为“一种由学校、区域或国家提供的高学习体验、高内容适配性和高教学效率的教育行为(系统)”，被视为教育信息化发展的高端形态[3]。因此，职业教育的智慧化并非简单的数字化，强调信息技术推动职业教育教学模式和方法的变革，改变思维模式，创建价值等方面共享的学习共同体，培养创新型、智慧型人才。

职业教育智慧化是职业教育信息化发展的必然选择。目前，我国的职业教育信息化水平正在稳步提高，投入持续增加，各种智能信息技术应用于教育教学、实习实训、测量评价等领域，并逐步成熟，正在努力打造一个信息化、智慧化的现代职业教育生态系统。新时期我国很多地区及职业院校积极提升现有信息化系统的智慧化水平，积极创建智慧校园、智慧社区等，逐步实现了组织管理的智慧化、资源环境的智慧化和服务评价的智慧化。

* 本文系教育部现代职业教育重大研究课题“体现终身教育理念的现代职业教育体系构建研究”(项目编号：2013005)研究成果。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(二)经济发展诉求：人工智能时代的新兴经济需要高技能智慧型人才

人工智能时代职业教育运用移动互联网、大数据等新兴技术，与经济及其他部门跨界融合，不断创造新产品、新业务，推动职业教育模式创新，形成了以互联网为基础设施、人工智能为实现手段的经济发展新常态。人工智能时代是以现代科学技术为支撑的新时代，各行各业的运作发展和对知识技术的掌握要求达到了更高层面，相应的教育需求也有所提升，市场环境渴求勇于创新、个性化的高技能智慧型人才。职业教育要应对行业上升发展的劳动力需求问题，基于人工智能应用，提高技能培养层级，以适应新的社会劳务需求。现代企业生产依托互联网科技，与智能化设备直接联接，通过数据分析和应用，促进科技成果转化为生产力。劳动密集型企业已不适应现代行业、产业发展，需升级为网络智能型，与此同时，职业院校的课程模式、专业设置、实习实训、师资结构等也做出相应的调整和革新，既促进了职业教育的智慧化、智能化，又推动了产业升级和工业变革。

(三)政策保障：国家从宏观层面保障人工智能时代的职业教育发展

2016年是我国人工智能元年，2017年我国颁布了《新一代人工智能发展规划》，提出了“将发展人工智能放在国家战略层面进行系统谋划和布局”，这预示着我国人工智能时代的全面到来，为我国职业教育的发展提供了良好的宏观政策环境。人工智能给职业教育带来了符合时代精神的新内容，积极融合信息技术，整合职业教育资源，提升公共服务水平，影响和改变了原有的教育生态。紧密依托信息共享平台，突破时空限制，让学习者自我选择，更加人性化和智能化。我国很多职业院校已经开启了智慧校园的行动计划，一些大中城市也在积极制定实施智慧城市的发展规划，在良好的政策保障中提升智慧化水平。

(四)信息化生态重构诉求：人工智能时代的职业教育变革是对职业教育信息化生态系统的重构

“依据《2006-2020年国家信息化发展战略》，我国正在有序推进数字教育向智慧教育的跃迁升级和创新发展。”[4]在新兴智能信息技术的催促下，技术变革带来了职业教育系统的颠覆性创新改革，打破现有的条条框框，改革传统教育模式，再造教育业务新流程。在职业教育领域创新应用物联网、大数据、人工智能等先进技术，提升各科各门教育教学业务，打造各级各类智能实训部门、培训机构，覆盖贯通中高职院校，整合系统内外现有资源，推进智慧教育生态有序发展，为各类用户提供最适合、最智能的职业教育资源和服务，完成对职业教育信息化生态系统的重构。

二、当前职业教育发展的现实困境

人工智能对各行各业的影响具有革命性和颠覆性，可能带来新的发展机遇，也可能带来不确定性的挑战，比如可能会改变就业结构、影响政府管理、威胁经济安全等，还可能会冲击法律与社会伦理，影响社会稳定乃至全球治理。当前，人工智能与“大众创业、万众创新”浪潮席卷而来，职业院校既是人工智能应用的战场，又是培养技术创新型人才的“梦工厂”[5]。人工智能时代的职业教育信息化发展迅速，影响是广而深的，对职业教育外部环境及其本身都造成了极大的冲击。

(一)职业教育外部环境发展困境

“据联合国教科文组织预测，到2020年，人工智能将替代20亿个工作岗位”[6]，那些技术含量低、重复性强的技能将被智能机器、数码设备所替代，工业机器人也将大面积应用。智能设备替代行业劳动力，能够降低劳动成本，且具有高效、易操作等竞争优势。传统职业教育培养模式很难适应未来行业、产业的发展需求，人工智能冲击职业教育就业岗位，撼动其所依附的岗位基础，对职业教育的生存与定位产生了威胁。因此，根据智能时代职业教育的岗位特征与需求，提升职业人才的知识结构和专业技能，是新形势下职业教育的发展方向。

(二)职业教育自身发展困境

近年来，人工智能在职业教育领域内的应用和提高是目前职业教育的发展趋势。我国重视职业教育信息化、智能化发展，各级各类职业院校在信息化基础设施建设、校园信息化管理等方面都有了显著提升，但信息技术与职业教育的深度融合仍不够紧密，表现出信息化管理效率低、科学决策水平低等现象。人工智能背景下职业教育自身发展的困境表现在：

1.课程与教学困境

职业院校新课程改革提倡构建智慧课堂，制定个性化学习计划，注重课堂实施效果。但目前的实际课程教学仍是以教师为中心，强调知识的灌输，重视统一性和计划性，与教育改革提倡的个性化教学相去甚远。教学方法、教学理念更新慢，很难激发学生的内在学习动力，创新性思维弱，使得个性化教育的无法实现。近年来，中央、省、市、县四级教育平台逐步建立起来，课程与教学的层级设计逐步完善，但在实施的过程中，各级平台之间存在沟通不畅等问题，各级资源内容不系统，不衔接，

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

导致无序叠加和资源的重复浪费，“精品课程”等项目丰富了课程资源，但质量不高。在线课程与教学以传统的科目、章节为单元，构建系统性的在线教育内容，为用户提供专业化的知识选择，但由于受时间条件等限制，大多数受教育者习惯于碎片化学习，连贯性和整体性差，缺乏对课程与教学体系的系统性学习。

2.认知困境

随着人工智能时代的到来，许多职业院校将“未来教室”“智慧课堂”定位为未来发展方向，进行了多种尝试和改革，如MOOC混合教学、翻转课堂、多屏教学等，但“管理者和施教者对智慧教育的理解多停留在‘智慧课堂=多媒体+传统教学的层面’，教学观念和思维依然固化，并没有因为新技术的参与而得到实质改变”[7]，缺乏对多媒体网络架构和智能学习平台的深层认识，更缺乏对管理评价和互动交流等模块的理解与掌握，虽投入大量人力财力采购了数量巨大、设备精良的多媒体设备和智能服务设备，但没有充分有效使用，大大限制了智慧教育的发展潜力。

3.用户困境

传统教学以群体教育为基本单元，教师和学习者作为学习共同体，在管理、学习的互动过程中形成强大的群体约束力，促进双方共同进步。在信息化教育时代，学习者自由掌握学习时间和进度，遇到问题可能无法及时解决并获得反馈，无法进行面对面交流，因此，基于人工智能网络化学习平台，学习者需要高自控力、高学习能力才能适应这种全新的学习方式。

4.评价困境

传统的评价方式多依靠经验和观察，智慧型评价则是基于学习过程的一种发展性评价，以采集到的学习数据为客观基础。在人工智能、数字信息化环境下教育效果的评价实际要受到很多因素的影响和局限，在信息技术与职业教育融合的过程之中，许多智能技术应用于教育教学实践，难以进行定性定量的智慧评价，如互动交流及深层次的学习评价等。

三、人工智能背景下职业教育变革的新特征

人工智能带来了思维模式的创新，改变了人们认识问题、思考和解决问题的方式，越来越多地依赖人与智能网络的协同创新。人工智能背景下的职业教育变革围绕经济社会发展大局，“主动服务国家重大发展战略，加大虚拟现实、云计算等新技术应用，体现校企合作、知行合一等职教特色，以应用促融合、以融合促创新、以创新促发展。”[8]人工智能背景下职业教育的变革必将加速推进职业教育的现代化、智能化进程，表现出了融合、创新、跨界和终身化的新特征。

(一)融合

人工智能技术科学应用于当前职业教育，在最短的时间内整合、重组大量的知识信息，形成科学的技术技能知识体系，为职业教育资源、企业资源、产业资源、社会资源等一切有可能联结的资源融合提供了可能。为促进职业教育的智慧化发展，在现有的合作模式、集团模式、产教融合模式等实体协作发展的基础上，建立智能互动的智慧教育供给平台、常态化智慧课堂和大数据化智慧教育生态系统，为我国新兴经济发展提供高技能、智慧型人才支撑。

(二)创新

信息化时代下“变”为创新立足之要点。创新时代最需要提升的就是创造智慧。“由知识的理解记忆，转向知识的迁移、应用并最终指向创造发明”[9]，以提高学习者的学习能力和应用能力，提升其创新思维和智慧思维，不断开拓人类社会发展的高度和宽度。智能化、信息化的时代是创新不断的时代，是原有知识不断被更新、技术不断被升级的时代。人工智能促使社会化协同大规模发展，促进职业教育体系核心要素的重组与重构，创新生产关系，呈现出新的协作架构，开创了新的教育供给方式，增加了教育的选择性，推动了教育的民主化。学习者能够按照自己的价值观、兴趣与爱好等选择适合自己个性发展的学习方式和学习内容，促进学习者个性化、多样化发展，最终实现教育公平。

(三)跨界

智能科学与职业教育连接起来，搭建起两者沟通的桥梁，跨越了人工智能虚拟教育和线下实体教育的界限，实现了两者之间的融合。教育供给由竞争资源转变为协同合作，直线型的中心组织管理转向去中心化、泛化管理。通过大数据智能技术平台、远程教育平台等对职业教育资源进行整合共享，跨越教育边界，与市场、行业、企业以及职业教育培训机构对接，提供更加便捷的智慧化服务。

(四)终身化

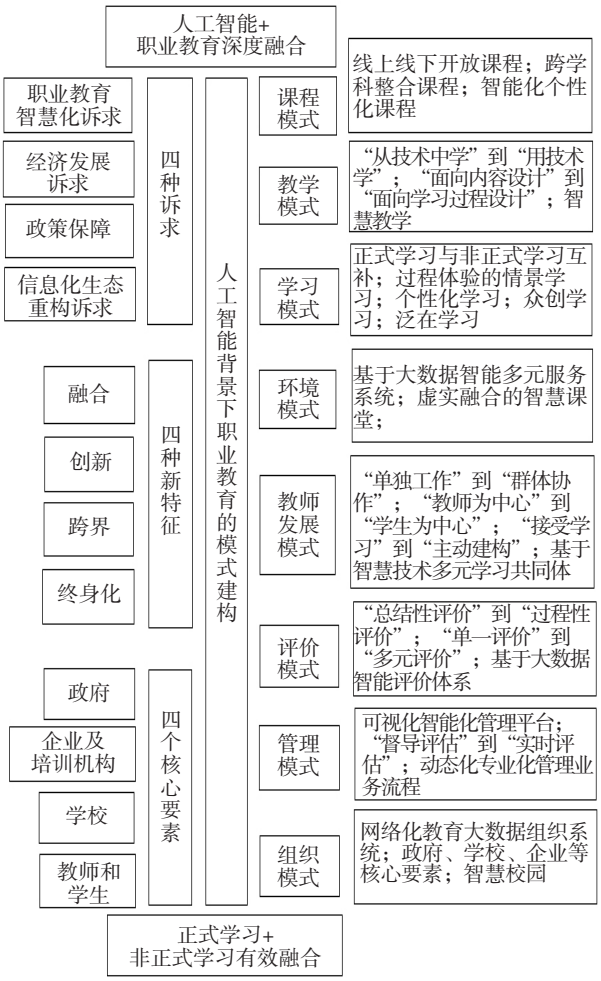
人工智能时代职业教育的变革坚持“以人为本”的教育理念，满足学习者在任意时间、任意地点、以任意方式、任意步调终身学习的需求[10]。打破了地域和时间的限制，体现了教育的泛在化、个性化和终身化，与终身教育理念的发展目标不谋而合。人工智能时代社会经济发展加快，人们追求高层次自我价值的实现，充分体现出终身学习的必要性和紧迫性。目前，我国正在积极创建泛在学习环

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

境，致力于构建终身化学习型社会，努力创造有利条件向全民提供终身教育与学习的机会。

四、人工智能背景下职业教育发展的模式建构

人工智能背景下职业教育的变革预示着全新思维意识形态、社会发展形态的变革，重塑职业教育可持续发展的新思维，重构信息时代职业教育的价值链和生态系统。智能化技术科学将现代职业教育内部各要素，以及内部要素与外部环境之间，通过虚拟技术和智能化手段互联贯通，突破传统教育价值的链状模式，使职业教育由传统模式走向“人工智能+职业教育”模式的建构。人工智能对职业教育课程、教学、评价、管理、教师发展等方面产生系统性影响，为职业教育提高教育质量和提升服务水平提供了技术支持和现实路径，解决不能兼顾职业教育规模和质量的矛盾问题。下面将从课程、教学、学习、环境、教师发展、评价、教育管理及组织等方面来探究职业教育的变革路径及模式建构(如下图所示)。



人工智能背景下职业教育的模式建构图

(一)人工智能背景下职业教育的课程模式

人工智能时代的信息知识、科学技术正在以前所未有的速度增长、更新和迭代，呈现出了碎片化、多元化、创新性、社会性的特征。人工智能背景下职业教育的课程模式是为学习者提供按需可随时选择的知识储备智能模式，解决了传统职业院校课程教学的滞后性，呈现的是现代职业教育的前沿信息和内容。课程革命愈演愈烈，灵活多样的微课、慕课等形式层出不穷，在线课程将成为常态，信息传播媒介、知识获取方式等都发生了巨大改变，课程内容和结构的表现形态、呈现方式、实施及评价等也都进行了相应变革。智能化信息科学技术为课程的设计、架构、实施提供了快捷和便利，为学习者的个性化、终身化选择提供了多种渠道。人工智能背景下职业教育的课程模式的建构表现为：首先，线上线下融合的大规模开放课程融入现代职业教育，课程的表现形态和实施途径呈现出智能化、数字化、立体化的特征，成为学校常态课程的有机组成部分，为学习者提供了更多的可选择机会，使实施个性化课程成为可能。现代职业教育的课程内容强调学术性与生活性相互融合与转化，融入社会资源，立足于我国社会经济的新常态和学习者的全面发展，实现社会化协同发展，共赢共创；其次，课程实施的空间得以拓展，跨越了社会组织边界、职业院校边界，将从班级、年级、全校扩展到网络社区以及更大的空间。课程的整体结构从分散走向整合，以技术为媒介，形成跨学科、多学科整合的课程；最后，课程内容的组织、课程的实施逐步模块化、碎片化、移动化与泛在化，社会化分工更加精细，教师也将承担教学设计、技术开发、在线辅导等不同的角色。

(二)人工智能背景下职业教育的教学模式

人工智能时代将信息技术有效地融合于职业教育各学科的教学过程，从知识的传递转变为认知的建构，从注重讲授和内容，转变成重视学习过程[11]，构建“以教师为主导，以学生为主体”的以数字化、智能化为特征的智慧教学模式，重视学生的主体地位，引导学生“自主、探究、合作”。人工智能背景下职业教育的教学模式的建构表现为：首先，人们的学习方法、认知方式和思维模式已经发生了巨大的转变。信息化教学使得信息技术已成为学习者认知的必要工具，认知方式也由“从技术中学”转型为“用技术学”。其次，信息化教学的重点从“面向内容设计”转变到“面向学习过程设计”，更加重视学习者发现问题、分析和解决问题能力的培养，关注学习者的学习过程，以及其获得学习活

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

动的体验。同时，信息化教学要将课堂内的学习知识和课堂外的实践活动联结互动，按照学习者的个性化需求和认知方式自主选择学习内容。第三，智慧教学将成为课堂教学的新重点。日常教学工作形态不再是点线面的连接，而是呈现为智能化、立体化的教学空间，智慧课堂将会促进学习者的深度学习、交互学习和融合学习，智能备课、批阅以及个性化指导等也将成为教育者新的教学工作形式。从机械评价学习结果转变成适应性评价学习结果。第四，在线教学、整合技术的学科教学法将成为新的教学形态，促进教育均衡发展，实现跨学校、跨区域的流转。移动学习、远程协作等信息化教学模式，能够实现教师的“教”与学生的“学”的全面实时互动，最大限度地调动学习者的主观能动性，提升教学质量与人才培养质量。

(三)人工智能背景下职业教育的学习模式

智能系统和互联网络为学习者提供了丰富多元的学习资源和环境，推进了教育教学活动与学习环境的融合发展，人工智能背景下职业教育的学习模式也逐步建立起来，具体表现为：首先，智能时代的互联网络全面覆盖每一个人、每一个角落，活动空间由课堂内拓展到课堂外，学习与非正式学习正在互相补充、互相与融合，导致学习者的学习行为变化、学习方式的革新。其次，基于互联网出现了一批创新的学习方式，借助情景感知技术及智慧信息技术，进行真实过程体验的情境学习，促进学习者知识迁移运用的情境化和社会化。第三，借助互联网云技术和各种应用工具，学习者可根据自身学习需求，选择最优学习方式，也可利用数据分析技术，追踪记录学习路径和学习交互过程，随时随地获取个性化教学服务和量身定制的学习资源，拓宽了智慧教育视野。第四，各职业院校开始拓展校园智慧学习的时间和空间，以实现虚拟和现实相互结合的智慧校园育人环境。推进网络学习空间建设，加强教与学全过程的数据采集和分析，“引导各地各职业院校开发基于工作过程的虚拟仿真实训资源和个性化自主学习系统”[12]，强化优质资源在学习环境中的实际应用。

(四)人工智能背景下职业教育的环境模式

智慧教育环境是以大数据、多媒体、云计算等智能信息技术为基础而构建的虚实融合、智能适应的均衡化生态系统。信息技术与职业教育的深度融合，为师生的全面发展提供了智慧化的成长环境，如智慧云平台、智慧校园。人工智能背景下职业教育的环境模式的建构表现为：首先，智慧教育环境将信息技术与职业教育服务结合、面对面教学和在线学习结合，形成数字化的、虚实结合的职业教育智能服务新模式。其次，智慧教育环境将促进各种智能化、数字化信息技术融入职业院校的各个业务范围和业务领域，与系统内的其他业务横向互联、纵向贯通，且信息能够适时生成和采集，全过程实现数字化与互联化。第三，智慧教育环境能够感知学习者所处的学习情境，理解学习者的行为与意图，满足学习者的个性化需求，提供多元化的适应服务和智能感知的信息服务。互联网应用基于智能数据分析，实现智能调节与自动监控，为学习者提供定制式的学习服务和个性化的学习环境。未来教室必将变成“虚拟+现实”的智慧课堂，在网络空间中参与线上课程、线下活动，实现线上线下互动交流。同时，智慧校园的创建和管理，能够对每个班级、学区进行动态管理，构建出一个以问题、任务为线索，学生实现自主学习的知识体系和促进师生互动、生生互动的智慧管理平台。到2020年，“90%以上的职业院校建成不低于《职业院校数字校园建设规范》要求的数字校园，各地普遍建立推进职业教育信息化持续健康发展的政策机制”[13]，以学习者为中心的自主、泛在学习普遍开展，精准的智能服务能够满足职业教育的终身化定制。

(五)人工智能背景下职业教育的教师发展模式

人工智能背景下职业教育的变革对教师的专业发展、素质能力提出了新要求，改变了教师的能力结构和工作状态。教育信息化大背景下，互联网技术、多媒体手段的产生、智能化设备的使用极大提高了教师的专业发展和能力素养，以适应新课程改革与教育信息化的要求。人工智能背景下职业教育的教师发展模式的建构表现为：首先，新时代教师专业发展的内在要求和外在环境都要求教师能够认识、了解和应用互联网新技术工具，促使教师专业发展能力和素养的提升和丰富。其次，教师的专业发展要面向实际、情境化、网络化的教学问题，教师需要在多变的教育情境中综合运用核心教学技能，将信息技术知识、学科内容知识、教学法知识很好地融合并迁移运用。新时代的教师要学会掌握使用智能化设备和数字化网络资源，积极加强与其他专家、教师的合作，或远程工作，形成基于智慧教育技术的多元化的学习共同体。教师的工作状态由个体的单独工作转变为群体的共同协作，大大提升了教师的工作效率。第三，信息化背景下教师的教学理念要发生转变，由促进学生“接受学习”转变为“主动建构”，由“被动适应”转变为“主动参与”，越来越强调以学生为中心的过程体验，从了解信息技术转变为掌握智慧教育技术，保持学科

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

知识，教学方法，核心技术的动态平衡，促进学生智慧学习的发生。第四，信息化教师要学会使用智能化教育技术，积极开发数字化学习资源，创设丰富多元的教学活动，鼓励学生掌握智能信息工具，学会探究和解决问题，发展提升学生的创新思维能力和信息化学习能力。教师的信息化教学能力和素养全面提升，信息技术应用能力实现常态化。

(六)人工智能背景下职业教育的评价模式

现代教育价值趋于多元，以互联网为基础的智能化信息技术使教育评价在评价依据、评价内容、评价主体等多个方面实现了全面转变。人工智能背景下职业教育的评价模式的建构表现为：首先，互联网信息技术应用于学习过程使得伴随式评价成为可能，更加关注学习者的个体差异和特点。强调过程评价和多元共同评价，更加客观全面，重视评价过程的诊断与改进功能，以促进学习者的个性化发展。其次，互联网、大数据、智能云技术的出现使得评价的技术和手段多样化、智能化，节省人力物力财力，提高了评价的科学性、针对性。第三，以大数据为基础的适应性评价因人而异，可获得及时反馈，可真实地测评学习者的认知结构、能力倾向和个性特征等，从知识领域扩展到技能领域、情感、态度与价值观，构建以学习者核心素养为导向的教育测量与评价体系，促进学习者发展。

(七)人工智能背景下职业教育的管理模式

智能化信息技术、云计算技术、大数据技术等能够促进大规模社会化协同，拓展教育资源与服务的共享性，提高教育管理、决策与评价的智慧性，因此，基于互联网的教育管理必将逐步走向“智慧管理”模式。人工智能背景下职业教育的管理模式的建构表现为：首先，互联网将家庭、学校、社区等紧密、方便地联系在一起，拓宽了家长和社会机构参与学校管理的渠道，各利益相关者可共同参与现代职业院校的学校管理，协作育人。其次，新时代的职业院校管理模式通过可视化界面进行智能化管理，业务数据几乎全部数字化，能有效降低信息管理系统的技术门槛，使管理工作更加轻松、高效。通过深度的数据挖掘与分析，能够实现个性化、精准资源信息的智能推荐和服务，为管理人员和决策者提供及时、全面、精准的数据支持，以提高决策的科学性。第三，通过互联网信息技术可以实现全方位、随时的远程监督与指导，从督导评估转变为实时评估，可以实现大规模的实时沟通与协作，促进社会化分工，促进职业院校内部重构管理业务流程，使管理智能化、网络化、专业化。

(八)人工智能背景下职业教育的组织模式

人工智能时代信息科学技术的蓬勃发展冲击着学校内部的组织结构向智能化、网络化的方向发展，各职业院校需要合理调整内部组织结构和资源分配，通过互联网加快信息流动等方式，提高各职业院校组织管理的效率和活力。人工智能背景下职业教育的组织模式的建构表现为：首先，当今时代人工智能的产生不可能替代学校教育，但可以改变学校教育的基本业务流程。人工智能推动了学校组织结构向网络化方向发展，教学与课程是提供信息数据的重要平台，学校组织则构成了教育大数据生态系统。其次，“互联网+职业教育”的跨界融合将打破学校的围墙的阻隔，互联网将学校组织与企业、科研院所等社会机构紧密联系起来，提供优质教育资源供给，共同承担知识的传授、传播、转化等功能，促进学校组织体系核心要素的重构。第三，建设“智慧校园”，实现线上线下融合的智慧校园育人环境，实施一体化校园网络认证，推动智能化教育资源共建共享，实现职业教育信息化建设的均衡发展。

五、人工智能背景下职业教育的模式变革面临的挑战及发展目标

人工智能将推进大数据、云技术等智能信息技术深层次融入职业教育课程与教学、组织与管理、评价与反馈等领域，形成社会化多元供给，为学习者提供多样化的参与方式、自主选择的学习形式和及时获得反馈的评价途径，有利于实现职业教育的共建、共享、共治。但其全面实现，还面临着诸多挑战。

(一)挑战

首先，职业教育的新模式建构需要充足的资金支持。各职业院校积极建构智慧校园，努力实现智慧化产学研环境，打造一体化智慧城市网络等核心技术的开发，都需要资金的根本保障。政府要给予资金政策保障并加强监管，资金管理部门要合理规划，合理利用，专款专用，落到实处。其次，职业教育的新模式建构的成果表现离不开学习者对技术的理解、掌握和应用。在实际实施过程中，教育工作者既要利用信息技术优势变革职业教育，也要避免技术中心主义倾向，“避免一味追赶技术新潮而不顾学生身心健康等，技术本身是一个祸福相依的辩证法。”[14]第三，“目前的教育实践中，仍未能充分实现人机合理分工和双边优势互补。人工智能终端系统擅长逻辑性、单调重复的工作，而人类则更适合情感性、创造性和社会性的工作。”[15]现阶段，信息化技术水平还有待提高，智能机器不能完

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

全胜任知识传播、数据处理等工作，有待于进一步开发和完善，绝对依赖互联网络和设备，还存在一定的风险。

(二)发展目标

人工智能时代职业教育变革重新架构了职业教育发展模式，完成了对资源的重新整合配置，改变了人的思维方式、学习方式和生活方式。人工智能时代下没有职业教育模式的改革，就不可能建构真正的现代化职业教育。人工智能背景下职业教育的发展目标可以概括为个三方面：

1.“智慧脑”与“智能脑”融通

随着第四次产业革命的到来，信息技术爆发式发展，造就了以电脑、互联网为基础的智能脑。职业教育智慧化发展的一个目标就是如何让学习者发挥人脑“智慧脑”与机器设备“智能脑”的“双脑”共同协作[16]。人工智能时代职业教育与信息技术的深度融合，就是要通过“智慧脑”和“智能脑”的协同作用，发挥互补优势，进行融通式学习，而不是简单地人脑与电脑的技术对接。

2.“现实世界”与“虚拟世界”结合

在人工智能时代，网络虚拟技术的发展使人类拥有了真实与虚拟两个世界，虚拟信息技术的兴起在一定程度上会影响职业教育的实体教育，实体教育的发展也需要虚拟技术的支撑。但在具体的学习实践中，还会存在利用这两个世界时顾此失彼、难以平衡的问题。目前，虚拟化教育技术在职业教育领域不断应用与推广，职业教育的发展模式不断优化，使得职业院校线上线下的边界逐渐消融，“现实世界”与“虚拟世界”更好地结合。人工智能时代职业教育的本质没有发生根本改变，学习者要学会利用这两个世界虚实融合、高度互动，充分发挥出自身的优势，更好地学习与生活。

3.职业教育“适应人工智能”发展为“引领人工智能”

人工智能为职业教育带来了强大的技术支持，为职业教育带来了便利。初始阶段的职业教育基本知识和技能被数字化和智能化，通过人工智能相关课程，云教育模式，个性化学习计划等，适应并应用人工智能，以提高职业教育的效率和质量。职业教育重在技术创新，对于行业技术发展具有一定的引领性作用。未来人工智能将成为职业院校快速发展和转型的技术支撑。“如某些职业院校基于自身优势专业与相关行业的智能自动化企业合作，实现以职业教育发展引领人工智能。”[17]目前，人工智能处于适应性大发展阶段，随着信息化技术的提高和智能化设备的普及，人工智能时代必将由专用人工智能时代步入通用人工智能时代。在通用人工智能时代，人工智能与职业教育深度融合高效协作，职业教育完全适应且完美应用于人工智能，进一步引领人工智能发展，由“人工智能+职业教育”发展为“职业教育+人工智能”的时代。

六、结语

人工智能背景下职业教育的智慧化发展是职业教育信息化发展的高端形态，本文构建的人工智能背景下职业教育的模式既能够解决传统职业教育发展的困境，也带来了新的机遇和挑战；人工智能背景下职业教育的模式变革不是一蹴而就的，而是不断探索完善的过程，既要积极思考发挥技术优势，又要规避技术弊端。人工智能时代的职业教育应回归教育本身，辅之以合适的技术手段，使职业教育与智能技术真正相辅相成，职业教育的智慧化发展才能彰显其“智慧”。

参考文献：

[1] 国发[2017]35号,国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[Z].
[2][14] 郑娟,王玉明.“互联网+教育”理念下智慧教育模式[J].华北理工大学学报(社会科学版),2016,(7):76-79.
[3][10] 尹霞雨,吕芳卓等.人工智能2.0与教育信息化2.0背景下的职业教育——来自第三届中美智慧教育大会的观点[J].中国远程教育,2018,(11):1-5.
[4] 刘邦奇.区域智慧教育生态系统构建与运行模式研究[J].中国教育信息化,2017,(2):59-63.
[5] 杜占元.发展教育信息化 推动教育现代化2030[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_176/201703/t20170327_300988.html,2017-03-25.
[6] 沈言锦.人工智能背景下的职业教育发展困境及对策研究[J].学理论,2018,(9):217-218.
[7][15] 郭兆红.智慧教育时代信息技术与教育深度融合:动因、困境及出路[J].当代教育理论与实践,2017,(8):76-80.
[8]《技术与教育》编辑部.国务院和教育部等有关部门职业教育重要文件摘编(2017年下半年)[J].技术与教育,2017,(12):44-63.
[9] 陈琳.智慧教育创新实践的价值研究[J].中国电化教育,2015,(4):15-20.
[11] 余胜泉,王阿习.“互联网+教育”的变革路径[J].中国电化教育,2016,(10):1-9.
[12][13] 教职成[2017]4号,教育部发布《关于进一步推进职业教育信息化发展的指导意见》[Z].
[16] 陈琳,杨英,孙梦梦.智慧教育的三个核心问题探讨[J].现代教育技术,2017,(7):47-53.
[17] 何秀霞.基于人工智能发展的职业教育应然转变[J].教育理论与实践,2018,(6):26-28.

(下转第45页)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Research on Instruction Interpretation Based on Instruction Process Data Drive

He Wentao, Huang Lixin, Wang Lianghui

(Department of Educational Technology, School of Teacher Education, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang 321004)

Abstract: It is impossible to fully understand the instruction in terms of intuitive experience, macroscopic assessment data, interactive text or instruction video. The instruction interpretation needs the specialized instruction understanding tool to assist. The mechanism diagram of instruction procedure is an important medium of instruction comprehension. Through the mechanism diagram of instruction procedure, we can clearly know what the general process and the problems of instruction. Based on this characteristic data of the instruction process, the specific reasons for this behavior can be revealed according to the transcriptional text of specific instruction behaviors. Therefore, we advocate the use of characteristic data of the instruction process for instruction interpretation. Through the case study, the Instruction Interpretation framework Based on Instruction Process Data Drive can be used to assist instructional reflection and is helpful to find appropriate instruction intervention to promote or overcome the recurrence of specific instruction behaviors. In addition, both bystanders and teachers can use the interpretation framework for instruction interpretation. Bystanders explain the instruction is to better understand others' instruction, while the teacher is to reflect and improve teaching on the base of understanding his own instruction. Reflecting and improving instruction is the private activity of teachers. The reason and significance of the instruction process can only be explained by the actor himself. The instruction interpretation of bystanders can only be a reference to teachers' reflection and improvement. The teacher's instruction can't be changed according to the intention of the bystander, otherwise the instruction is not the teacher's instruction, but the bystander's instruction.

Keywords: The Mechanical Chart of Instruction Procedure; Instruction Interpretation; Date Drive; Cooperative Learning

收稿日期：2019年4月12日

责任编辑：赵云建

(上接第7页)

作者简介：

董文娟：在读博士，研究方向为职业教育管理与职业教育技术(dwj870218@126.com)。

黄尧：教授，博士生导师，院长，国务院参事，研究方向为职业教育宏观管理与发展战略研究。

Vocational Education Reform and Model Construction under the Background of Artificial Intelligence

Dong Wenjuan[1], Huang Yao[2]

(1.College Education, Tianjin University, Tianjin 300350; 2.National Institute of Vocational Education, Beijing Normal University, Beijing 100875)

Abstract: In accordance with the tide of artificial intelligence era, it is imperative to reform vocational education based on emerging technologies and construct new models. This paper analyzes the realistic demands of the vocational education reform in the era of artificial intelligence from four aspects of the smartness of vocational education, economic development, policy guarantee and the ecological reconstruction of informatization, and further analyzes the current predicament of the external environment of vocational education and its own development. Under the background of artificial intelligence, the reform of vocational education embodies the new characteristics of integration, innovation, crossover and lifelong development. Based on this, this paper explores the reform path and model construction of vocational education from the aspects of curriculum, teaching, learning, environment, teacher development, evaluation, education management and organization. In the era of artificial intelligence, vocational education is also faced with the challenges of returning to the essence of education, avoiding technical disadvantages and the development goal of "adaptation - leading artificial intelligence".

Keywords: Artificial Intelligence; Reform of Vocational Education; Model Construction; Smartness

收稿日期：2019年1月25日

责任编辑：宋灵青

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能2.0与教育信息化2.0背景下的职业教育

——来自第三届中美智慧教育大会的观点

□ 尹霞雨 吕芳卓 刘梦蓉 Ooi Pey Shin

【摘 要】

2018年3月18日至20日，第三届中美智慧教育大会在北京召开，大会由北京师范大学、美国北得克萨斯大学、互联网教育智能技术及应用国家工程实验室联合主办，北京师范大学智慧学习研究院、中国教育与社会发展研究院、美国教育传播与技术协会共同承办。大会发布了首份针对中国职业教育的地平线报告——《2018中国职业教育技术展望：地平线项目报告》。中美两国教育信息化领域的众多专家和学者针对两国及世界其他国家在职业教育领域的信息化变革展开了深入的交流与互动。本次大会聚焦于人工智能2.0和教育信息化2.0，探讨了如何充分发挥智慧教育在职业教育变革中的关键作用，以助力职业教育及其信息化的发展。

【关键词】 教育信息化；人工智能；智慧教育；职业教育；地平线报告；互联网+教育；智慧学习；新媒体联盟

【中图分类号】 G521 【文献标识码】 B 【文章编号】1009-458x(2019)1-0018-05

DOI:10.13541/j.cnki.chinade.20181115.004

一、引言

当前，以人工智能为典型代表的现代信息技术正在深刻变革着人类的生产、生活和学习方式，在教育领域谈人工智能，就是谈教育信息化（黄荣怀, 2016）。而智慧教育作为“一种由学校、区域或国家提供的高学习体验、高内容适配性和高教学效率的教育行为（系统）”，被视为教育信息化发展的高端形态（黄荣怀, 2014）。2018年3月18日至20日，由北京师范大学、美国北得克萨斯大学和互联网教育智能技术及应用国家工程实验室联合主办，北京师范大学智慧学习研究院、中国教育与社会发展研究院、美国教育传播与技术协会共同承办的第三届中美智慧教育大会在北京举行，大会主题为“职业教育与产业发展”。来自中美两国的80位特邀嘉宾，以及820余位专家、学者、职业教育院校校长、教育行政管理部门和信息化工作管理者、教育企业及新闻媒体代表与会，共同探讨和展望智能教育技术，为未来职业教育发声。另有万余人次参与大会在线视频直播与APP图文直播。首份针对中国职业教育的地平线报告——《2018中国职业教育技术展望：地平线项目报告》（以下简称“中国职教版《地平线报告》”）亦于会议期间正式发布。

为顺应智能环境下的教育发展，充分发挥智慧教育对教育模式变革及生态重构的推动作用，全方位探索中国职业院校信息化发展道路的创新战略与可行路径，与会专家聚焦人工智能2.0和教育信息化2.0，从多方位、多层次、多角度对我国职业教育及其信息化发展进行了深入剖析和探讨。

二、教育模式机制的变革是推动职业教育实现智慧学习的新方向

“挑战”和“碰撞”是未来智慧教育的关键词，智慧教育不仅是教育方式的信息化，更是教育方式在信息网络空间的重塑和再造（单志广, 2018）。新一代学习者作为“数字土著”，在学习方式、路径、偏好等方面的共性和个性均对传统的教育模式提出了挑战。新型的教学模式需要体现“以人为本”的教育理念，充分尊重学习者的多样性和个体差异性，满足学习者在任意时间（Anytime）、任意地点（Anywhere）以任意方式（Anyway）、任意步调（Any pace）进行学习的需求（黄荣怀, 2014）。顺应智能时代的浪潮，基于新兴技术的教育模式变革势在必行。

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

中国职业教育的信息化发展趋势反映了从强调技术及资源的应用，到教学与方法的改进，再到运作模式的变革与创新这一脉络（高媛, 等, 2018），而模式的变革和创新不是一蹴而就的。融合正式与非正式学习的新型教育模式需要包括各级政府、院校、企业、教师和学生在内的众多群体的共同努力，尤其在职业教育领域。在此过程中，不仅要关注技术发展，更要关注人脑智能的发挥和人文素质的功能叠加（单志广, 2018），从真正意义上实现技术与教育的深度融合，从而顺应智能化浪潮，切实推进教育模式的创新，用智慧学习为职业教育保驾护航。

三、复合型人才培养新模式是深化职业教育双创体制的优化路径

创新强国目标的实现离不开对新经济形态下创新职业教育人才培养模式的探索，这也是深化职业院校“双创”理念、完善技能导向的开放式、市场型、国际化的职业教育体系的关键所在。在探索复合型人才培养新模式、深化职业教育双创体制的过程中，需从以下三个层面着手。

在宏观层面上，需要不断鼓励深化产教融合与校企合作，促进教育链、人才链、产业链与创新链有机衔接，解决人才培养供给侧和产业需求侧在结构、质量、水平上的不完全适应的问题。通过不断完善职业教育和培训体系，激励企业发挥办学主体作用，强化职业教育的行业性和地方性特征，并以提高人才培养质量为根本，改革育人机制（王扬南, 2018）。在中观层面上，需要构建市场化运作的智慧教育共享服务中心，提供包括学生实践育人平台、学生企业孵化平台、教师科学研究平台、学校社会服务平台、学校产教融合平台等在内的联动系统，使所有课程成为面向职场的实践教学，所有场景都是融合产业的育人过程，所有数据体现人才质量的复合评价（周前进, 2018）。在微观层面上，充分发挥互联网等信息技术的优势，对教学内容、教学模式、教学途径和教学评价方式进行系统地审视和革新（王钧铭, 2018），从而全面培养学生的思维能力、专业能力、社会能力和双创能力（马晓明, 2018）。一个典型的创新人才模式是国家开放大学开创的“六网融通”人才培养模式，即基于互联网，集网络学习空间、网络学习课程、网络教学团队，网络学习测评、网络支持服务、网络教学管理等六要素为一体，相互关联、相互支撑、协同推进的系统工程（杨志坚, 2018）。

与其他教育阶段相比，职业教育应更加强调知识、技能、创新并重的复合型人才的培养，力求与制造业技术的发展保持同步。中国职教版《地平线报告》也指出，智能制造时代的学生正在由消费者转变为创造者，而这一转换依赖于人才培养模式的变革。具体而言，随着“大众创业、万众创新”理念的提出，学生作为创造者的角色日益受到重视，与此同时，职业院校需要将创新创业的社会使命融入教育教学（黄荣怀, 等, 2018）。但是目前，职业教育人才培养依然面临政策缺少实施细则、监管乏力、企业缺少内在动力、人才培养公益性与企业参与私利性之间存在矛盾等问题（王钧铭, 2018），这既需要宏观政策的引导，也需要企业和学校积极发挥自身能动作用，大力推广优秀案例，加快探索校企合作协同育人的有效模式，建立质量卓越、结构科学、活力丰盈的开放式、市场型、国际化的创新创业教育体系。

四、科研资金支持是深化产教融合与促进科研成果产业化的强动力

《国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见》指出，“深化职业教育、高等教育等改革，发挥企业重要主体作用，促进人才培养供给侧和产业需求侧结构要素全方位融合，培养大批高素质创新人才和技术技能人才，加快建设实体经济、科技创新、现代金融、人力资源协同发展的产业体系”。产教融合作为教育部门和产业部门在社会范围内充分依托各自优势相互配合的一种经济教育活动方式，需要充分落实主体责任，从而实现产业、教育内部及二者之间各要素的优化组合和高度融合，实现协同育人、合作共赢（杨善江, 2014）。具体而言，深化产教融合离不开政府、院校、企业、科研单位等利益相关者的通力合作。其中，教育科研是潜在的生产力，任何一项高质量、高水平的教育科研成果都具有潜在的理论价值和应用价值，而职业教育科研作为我国教育科研工作的重要组成部分，在促进职业学校教师专业成长、推进职业学校改革发展和提升国家或地区的职业教育水平方面发挥着关键作用（李三福, 2010）。但是目前职业教育领

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

域的学术研究仍然相对薄弱（高媛,等, 2018），针对这一现状，基金支持是实现其深入发展的有力保障。

参考美国国家科学基金在教育与人力资源领域的主要资助方向（学习环境研究、劳动力发展与扩大参与），未来教育领域发展中的战略构想应充分关注人与技术交互的前沿发展，包括：理解并搭建人机交流的桥梁、通过新技术增强人类表现、关注技术对社会的利弊、通过技术促进全民终身学习（Baylor, 2018）。

在我国，科学基金的支持方式主要包括重大研究计划、联合资助、项目群、重大项目、跨界协同等。国家科学基金委通过对人工智能、数据科学和科教融合等项目的大力支持（郑永和, 2018），积极助推人工智能战略部署，密切关注人与技术的交互关系，充分发挥技术在教育变革中的核心作用，有力地推动了教育信息化的发展，推进了教育研究组织方式的变革。

五、以人工智能为代表的新兴技术的纵深发展是信息技术与职业教育创新融合的新载体

近几年，人工智能获得突破性进展，备受社会关注。以人工智能为代表的新兴技术的不断成熟为教育的创新变革提供了更多的可能性。但是目前，新兴技术在职业教育领域的应用仍处于较为滞后的状态（高媛, 等, 2018）。对职业教育而言，其可持续发展需要通过创新的方式实现与新兴技术，特别是以人工智能为典型代表的新兴技术的深度融合，从而全方位提升职业教育信息化水平。

由于人工智能技术在信息化教育变革与发展中的核心地位，越来越多的专家学者开始致力于人工智能技术领域的研究。在脑科学研究领域，人类智能和认知过程的神经心理学探索将有效促进人工智能与教育的结合，能显著帮助有认知障碍的学生（Parsons, 2018）。未来应开发差异化的虚拟教室，根据学生的不同需求提供类型更丰富的教室和强度不同的课程，通过适应性环境开发实现形式多元的教育和培训。中科院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室聚焦人工智能教育，通过以多学科融合教育从而形成智慧教育模式的探索路径为基础，提出了“平行智能教育体系”的概念（王飞跃, 等, 2018）。该体系主要包括管理控制、实践评价和学习训练三大平行系统；涵盖包括教育活动认知模型、人工智能教育环境以及平行执行在内的众多关键技术。系统首先用于践行计算实验，基于大数据进行预测、分析，并产生多种教育方案；此外，还与实际教育系统并行发展、互为补充，确保充分实现不同教育目标。

人工智能驱动未来教育的理念深入人心，但热点背后的冷思考尤为重要：如贴着智能标签的舞蹈机器人，大多数并不具备智能；第一个击败人类职业围棋选手的Alpha Go并不是机器人，而只是一段具有学习能力的“机器博弈”程序（刘宏, 2018）。我们应该充分认识到，人工智能的本质是生产力的变革，更多复杂的工作被人工智能系统取代，必然对职业教育造成冲击；然而，人工智能代替的是工作任务而非工作，技术的发展会导致某些环节对人的需求的减少，同时创造出新类型的工作。人工智能与职业教育的创新融合需要从教育理念的转变着手，对此，职业教育应当：回归本质教育，培养产业变革所需技术人才，提升现有劳动者素质；调整专业设置、引领产业发展；基于信息化变革教育教学方法；以大数据为支撑进行精细化管理；利用“AI+”建设师资；开展社会培训与终身教育；完善职教体系，培养高层次人才（董刚, 2018）。

六、学校教育与岗位学习相结合是完善职业教育场景应用的首要选择

中国职教版《地平线报告》中提及的“将学校教育与岗位学习相结合”（黄荣怀, 等, 2018），印证了我国政府对职业教育发展做出的重要论断，即“完善职业教育和培训体系，深化产教融合、校企合作”。职业院校作为培养技能型人才的重要场所，需要深化产教融合与校企合作理念，依托信息技术的快速发展，充分发挥学校与企业的双主体育人作用，谋求协同发展。

1. 建设智慧校园，完善学校教育场景应用

智慧校园是数字校园发展的新阶段，是以培养智慧型、创新型人才为目标，以信息技术为核心动力的教育生态环境（李有增, 等, 2018）。智慧校园的建设及实践探索主要聚焦校园数据治理、产教融合战略和教学改革实践等方面。

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

智慧有智能，而智能以大数据为基础，智慧校园建设需要教育大数据的支持。教育大数据具有过程长、类型多、跨业务、颗粒细的基本特点，基于教育大数据的智慧校园遵循适用性、可靠性、稳定性、积极性、多元化、过程性、有效性和个性化的原则，可以满足智慧课堂深入精准教学、智慧校园跨业务精准管理、学校科学管理决策、学生生涯成长过程记录、学校数据统一优化和学校精准学情分析等场景的需要（方海光, 2018）。

职业院校要想深入开发智慧校园，不可缺少对教学改革的探索和实践。目前，国内涌现许多教学改革的成功案例，为其他院校观摩、分析和借鉴提供了参考依据。例如，浙江经济职业技术学院“小切口、大力度，构建工学融合的线上线下模式”的智慧校园战略与教学改革实践，遵循“资源聚焦建与用，政策突出探与闯，技术跟进升与维，素养统筹内与外”的创新原则（黄春麟, 2018）。为构建实施职业教育智慧学习环境，北京财贸职业学院从“总体架构模型构建、智慧学习工具研发、智慧学习环境实施和绩效评价体系设计”四个方面进行了相关改革，严格遵循职业教育特点，将技能训练与智慧学习高效、有机地融合（孙万军, 2018）。

在智慧校园建设的过程中，除了需要院校的努力建设之外，学校的长远发展离不开企业的深度参与。“互联网+”是教育再定义的技术支撑，教育服务企业可为智慧云教学提供智能化的教学工具、教学内容和教学管理（靳新, 2018）。因此，校企双方的深入合作是职业院校智慧校园建设的首要选择。

2. 建设智慧学习工场，完善岗位学习场景应用

“产教融合”战略意味着：在合作主体上，企业、产业在人才培养中不应再处于配合和支持的地位，而应该和院校是平等关系；在合作层次方面，无论是一个产业还是一个具体的企业，与教育的合作将不再局限于培养技能人才，而是由此延伸到产业的整个价值链（王丹中, 2014）。当前，我国院校信息化建设普遍存在产教融合建设没有下沉到专业教学的问题，即重建设、轻部署，重先进技术、轻基本业务的问题，而应运而生的智慧学习工场，以“完全体、重部署、定制度”为原则，为深化职业院校信息化建设提供了新的有效路径（段小飞, 2018）。智慧学习工场作为新技术革命和引领教育的新载体，是集成化、核心化、协同化、高维度、高感知的智能化灵巧学习平台，是一个多元主体开放众筹的供应链，也是知识信息全部与社会对接的引力中心，并将在未来成为能够自我更新演化的创新生态系统（陈锋, 2018）。

作为技术革新和教育供给侧改革的交汇选择，智慧学习工场建设需要实现人才链、知识链、技术链与产业链的对接（戴青云, 2018）。学校和企业成为产教融合下智慧学习工场建设的核心主体，二者缺一不可。一方面，职业院校教育形态变革应考虑社会需求，充分迎合技能依赖型企业和知识依赖型企业的不同需求，合理平衡不同专业间技能学习的差异化诉求；从教育资源、校区功能、学科专业、教学资源、师资队伍、体制机制等多个方面进行整合革新，不断探索培养目标、培养内容、教育学制、培养过程方面的创新举措，最终将所有资源整合到综合教育群中进行智慧学习工场的探索和实践（和震, 2018）。另一方面，在智慧教育的布局中，互联网教育相关企业应更加关注个性化、规模化、混合式智慧教学工具的革新、应用与推广，积极致力于通过技术提高教育效率，从而最大化教育成果（张波, 2018）。

随着产教融合的进一步深化，职业院校将逐渐由对接企业变为拥抱行业。基于新一代信息技术的智慧学习工场的建设与实践，将助力国内教育院校，尤其是职业院校，在教、学、管等方面开展创新变革。产教融合发展从项目到平台，又向智慧学习工场再深化，最终将成为一个创新的生态系统，智慧学习共享生态的未来成果值得期待。

现代职业教育的发展依托工业化进程，依赖信息化的发展。以人工智能为代表的新兴技术的飞速发展标志着以技术为核心竞争力的教育智能时代的来临，职业教育由标准化供给向个性化服务发展的需求日渐凸显。如何使数字化教育更加智能化、个性化、多元化、生态化，是未来职业教育在新一轮教育变革中的努力方向。

未来我国职业教育领域的教育信息化发展应重点关注模式变革、人才培养、资金支持、技术突破和场景应用五大方面，并积极开展校际、省际、国际交流与合作。在学术研究领域，如何从简单的技术及资源应用拓展至相关运作模式的改革与创新，如何从现有的教学方法和学术研究中衍生出更具有实操性的方法论，如何从成熟技术的运用中提炼出适用于新兴技术

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

快速应用的具体指南，以及如何从注重技术创新的观念向重视技术应用的理念转变等，都是值得进一步思考的问题。

[**参考文献**]

陈锋. 2018. 第三届中美智慧教育大会：智慧学习工场解读[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

戴青云. 2018. 第三届中美智慧教育大会：智慧学习工场的实践探索之学校综合实验[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

董刚. 2018. 第三届中美智慧教育大会：人工智能和职业教育[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

段小飞. 2018. 第三届中美智慧教育大会：智慧学习工场建设与学习实践[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

方海光. 2018. 第三届中美智慧教育大会：基于教育大数据的智慧校园建设及实践探索[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

高媛，陈潇. 2018.《2018中国职业教育技术展望：地平线项目报告》解读与启示[J]. 电化教育研究(4)：101-108.

和震. 2018. 第三届中美智慧教育大会：职业教育产教融合——分类与制度创新[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

黄春麟. 2018. 第三届中美智慧教育大会：永不下课的课堂——混合式(O2O)教学改革实践[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

黄荣怀. 2014. 智慧教育的三重境界：从环境、模式到体制[J]. 现代远程教育研究(6)：3-11.

黄荣怀. 2016. 人工智能时代要加强智慧教育[N]. 社会科学报，08-18(4).

黄荣怀，高媛，刘德建，等. 2018. 中国职业教育技术展望：地平线项目报告[R]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

靳新. 2018. 第三届中美智慧教育大会：人工智能时代的云教学规模化应用实践[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

李三福. 2010. 教育科研成果推广的价值取向[J]. 湖北师范大学教育科学学报，9(2)：42-45.

李有增，周全，钊剑. 2018. 关于高校智慧校园建设的若干思考[J]. 中国电化教育(1)：112-117.

刘宏. 2018. 第三届中美智慧教育大会：机器人时代的人工智能教育[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

马晓明. 2018. 第三届中美智慧教育大会：系统改革，整体设计——全面推进创新创业教育[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

单志广. 2018. 第三届中美智慧教育大会：提升教育智慧，推动智慧教育[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

孙万军. 2018. 第三届中美智慧教育大会：职业教育智慧学习环境构建与实施[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

王丹中. 2014. 基点·形态·本质：产教融合的内涵分析[J]. 职教论坛(35)：79-82.

王飞跃，张俊. 2018. 第三届中美智慧教育大会：平行教育——从iSTREAM和iCDIOS到智慧教育[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

王钧铭. 2018. 第三届中美智慧教育大会：高职院校校企合作模式的研究与实践[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

王扬南. 2018. 第三届中美智慧教育大会：深化职业教育产教融合[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

杨善江. 2014. 产教融合：产业深度转型下现代职业教育发展的必由之路[J]. 教育与职业(33)：8-10.

杨志坚. 2018. 第三届中美智慧教育大会：未来在召唤[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

张波. 2018. 第三届中美智慧教育大会：跑步进入智慧教学时代[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

郑永和. 2018. 第三届中美智慧教育大会：科学基金促进人工智能、数据科学、科教融合发展的新作为[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

周前进. 2018. 第三届中美智慧教育大会：产教融合与协同育人[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

Baylor, A. L. (2018). 美国国家科学基金会对网络学习和未来劳动力的资金支持[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

Parsons, T. D. (2018). 计算神经心理学与模拟：增强评估与培训新工具[C]. 北京：北京师范大学智慧学习研究院.

收稿日期：2018-06-01

定稿日期：2018-07-11

作者简介：尹霞雨，硕士；吕芳卓，硕士；刘梦蓉，硕士；Ooi Pey Shin，本文通讯作者，博士。北京师范大学智慧学习研究院(100875)。

责任编辑　郝　丹

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2020)08—0093—07

我国中小学人工智能教育课程体系现状及建议
——来自日本中小学人工智能教育课程体系的启示

于 勇，徐 鹏，刘未央

(东北师范大学 传媒科学学院(新闻学院)，吉林 长春 130117)

摘要：人工智能正在引领第四次工业革命，我国中小学该如何开展人工智能教育是目前需要面对的迫切问题。该文通过分析日本中小学人工智能教育课程体系的改革过程和课程现状发现，日本通过多职能部门协同和高科技企业参与人工智能教育体系的顶层设计，将人工智能教育课程与现有课程进行深度融合，建立了符合学习者认知特点的中小学人工智能教育课程体系。通过对日本中小学人工智能教育课程体系的现状分析，未来我国应该加强多职能部门协同和高科技企业参与人工智能教育课程体系的顶层设计，将人工智能教育课程与中小学现有课程进行有效融合，以及建立符合学习者认知特点的人工智能教育分层课程实施步骤。

关键词：人工智能；编程教育；课程改革；日本中小学

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

以数据和人工智能为中心进行的第四次工业革命时代已经到来，让年轻人在这个时代中生存并发挥主导作用，是国家战略和产业发展的需要，世界各国都将人工智能教育列入国家人才培养战略中。日本作为科技强国，针对人工智能时代的教育与新教学大纲的修订，展开了一系列的讨论，根据社会科技进步与产业竞争力的需要，于2017—2018年间，日本文部科学省、经济产业省讨论会议，以及日本内阁会议、中央教育审议会、产业竞争力会议①从多维度进行专题研讨，通过分析论证，决定将人工智能教育课程加入日本中小学新教学大纲，渗入中小学课堂。而我国几乎在同时也启动了新一代的人工智能发展规划，将中小学人工智能课程体系的制定和实施提上日程，推动人工智能教育的全民普及。

一、我国中小学人工智能教育课程现状与问题

(一)我国中小学人工智能教育课程相关政策

2017年7月，国务院印发的《新一代人工智能发展规划》提出实施全民智能教育项目，在中小学阶段设置人工智能相关课程，逐步推广编程教育[1]。2018年，教育部教育装备研究与发展中心联合五地教科院所，共同发起“中小学人工智能教育项目”，形成以人工智能应用软件、编程平台和智能机器人搭建三大模块为主的中小学人工智能教育装备体系[2]。同年4月，教育部印发的《高等学校人工智能创新行动计划》提出将在中小学阶段开展人工智能普及教育,构建人工智能多层次教育体系[3]。这两份文件促进了人工智能教育在中小学教育领域中的开展，使得2018年成为我国中小学人工智能教育启动的元年。2019年1月19日，教育部在北京召开《中小学人工智能教育》项目发布会，确定北京、广州、深圳、武汉和西安这五个城市作为第一批人工智能教育试点落地城市，3年级到8年级的学生已在2019年全面开展试点[4]。同年3月，教育部办公厅印发的《2019年教育信息化和网络安全工作要点》，将进一步推动中小学阶段设置人工智能相关课程，同时将编写印发《中国智能教

① 藤川大祐.AI時代の教育に関する論点[EB/OL].https://ace-npo.org/fujikawa-lab/file/pdf/other/2019/01_fujikawa.pdf,2020-02-11.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

育发展方案》，以推动人工智能技术在教育教学中的深入应用[5]。

(二)我国中小学人工智能教育课程标准

现阶段我国中小学实行的《基础教育信息技术课程标准(2012版)》和《普通高中信息技术课程标准(2017年版)》在原课程标准的基础上也进行了大幅修改，人工智能相关内容在选修和必修模块中也都有所涉及。如在小学学段加入了算法与程序入门和机器人入门的拓展模块，让小学生体验程序设计过程、了解机器人的基本结构和应用等。在初中学段加入了算法与程序设计和机器人设计与制作的拓展模块，让初中生能够设计算法编程解决简单问题、了解机器人的结构功能部件、完成机器人设计、程序编写等任务。在高中学段加入了必修模块“人工智能初步”和选修模块“算法初步”，在学习方式上强调了对大数据、人工智能、“互联网+”等信息技术的利用，让高中生能够了解人工智能的发展历程、概念和典型算法，亲历设计与实现简单智能系统的过程，理解问题求解的思想、方法和过程，掌握算法设计的方法，编写程序实现算法[6]等等。

(三)我国中小学人工智能教育课程实施现状

据《2017年中国互联网学习白皮书之中国人工智能教育发展报告(基础教育)》中对全国中小学进行的问卷抽样调查发现，我国有93.49%的初中学校开设了人工智能教育相关课程，如编程课、机器人课等[7]。其中很多学校开设的人工智能课程主要是让学生们学习人工智能基础知识，体验人脸识别、语音识别等人工智能技术的应用。同年9月，教育部研制印发的《中小学综合实践活动课程指导纲要》，为3到9年级的人工智能学习系统设计了“智能大脑——走进单片机的世界”“趣味编程入门”“走进程序世界”等25个主题活动。

据不完全统计，截至2018年，我国各地区就已推出了十几种与中小学人工智能相关的课程、教程或教材[8]。浙江省从2017年开始将信息技术学科作为中小学阶段的选考科目。福建省从2018年开始要求各学校在义务教育阶段开展人工智能教育试点，如在小学低年级和高年级开展不同层次的人工智能知识科普教育，在初中开展编程教育[9]。南京市在多个中小学设立了人工智能选修课，从技术培训、专题论坛和竞赛三个方面推动人工智能教育的发展[10]。2019年12月19日，广州市教育研究院组织编写的《人工智能》教材(3—8年级)通过广东省教育厅关于地方课程教材的初审，是全国最先推出的面向中小学生的《人工智能》教材之一。我国中小学STEAM课程、创客课程中也含有人工智能相关内容[11]，如中国人民大学附属中学构建的金字塔形的中小学“STEAM+人工智能教育”课程体系[12]；温州中学创客空间实验室开发的“Arduino创意机器人”“树莓派和Python编程”创客教育校本课程等[13]。

这些课程的开发，并不是在统一的课程设计基础上进行的，而是各地区各学校以自己的教学资源和教学环境特点进行创设的课程。这些课程的对象、开发思路和内容都有所不同。按授课对象分，既有面向中小学全学段，也有专门针对初中或高中某一阶段；按课程开发思路分，既有注重和信息与科学技术课程标准的衔接，也有围绕技术路线突出的实践活动；按课程内容分，既有以大数据为核心内容的教材，也有侧重编程，或重点突出某一项或某几项人工智能技术的体验实践[14]。

(四)我国中小学人工智能教育课程存在的问题

1.据关于中学人工智能课程设置调查数据的统计，18%的学生表示其所在学校开设了人工智能相关课程，25%的学生表示学校举办过人工智能教育相关讲座，40%的学生则反馈其所在学校从未开设过人工智能教育相关课程[15]。2019年教育部办公厅印发的《普通高中国家课程教学用书目录(根据2017年版课程标准修订)》中全国列出了5套《人工智能初步》教材，但是2020年才能选用，且是以公司开发的课程教材为主，还没有适合教师上课的教材[16]。

目前大多数学校还没有系统地进行人工智能教育，只有少数先进地区开设了相关课程，但课时少、内容少，尚未形成课程体系。各地区教育研究组织自行创设的教材五花八门，没有国家统一的人才培养引领方向，也未形成与国家未来发展战略相一致的全国统一教材大纲。

2.人工智能其实是一门由计算机、心理学、哲学等多学科交叉融合的新兴学科，涵盖的知识面极广。我国各地区组织大部分是将人工智能相关课程加入信息技术教育，或是单独开设一门“人工智能”课，编写一本单独的《人工智能》教材。但是，仅仅学习一门“人工智能”课，或者信息技术课，是不能完全深入了解、学习和在生活中熟悉运用人工智能技术的。

3.人工智能学习的知识基础不是一蹴而就的，需要日积月累的培养。学生从小学到初中、高中，其心智、知识基础与学习能力都在变化。我国现有地区组织开设的人工智能课程，无论是面向中小学全学段的，还是专门针对小学、初中或高中某一阶

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

段的，都未将中小学的人工智能课程与大学的学习进行衔接，都未必能符合学生的年龄和认知能力，满足学生未来进行更深层次人工智能学习的知识基础需求。

我国如何形成统一的人工智能教育课程体系？如何将我国中小学人工智能教育与现有的课程、与学生的学习生活相融合？以及如何让人工智能教育课程更好地被中小学每个阶段的学生所接受，且能够对学生大学的学习有更好的帮助？都将是未来我们亟待破解的问题。

二、日本中小学人工智能教育课程体系现状

日本的中小学人工智能教育体系，以编程教育为核心，根据学生的年龄和认知能力分为不同阶段，相互关联，环环相扣，逐步提升学生人工智能的认知能力与技术能力。小学的人工智能教育以编程教育为核心，帮助小学生了解计算机，了解编程；中学以信息教育为核心，帮助初中生深入理解信息技术在社会生活中的作用与影响，通过编程制作简单的程序；让高中生使用信息技术解决生活中遇到的实际问题。涉及多年级、多学科、多课程，以及多种教育方式，形成了完整的日本中小学人工智能教育体系。

(一)日本小学编程教育课程体系设计

2019年3月26日，日本文部科学省公布了新版教科书的评估结果，要求日本所有小学自2020年起使用新版教科书，编程正式成为日本小学的必修内容。

1.日本小学编程教育的教学目标

在公布的小学教学大纲解说篇中提到，小学编程教育的目的有三点：

一是培养小学生的信息知识与技能。增加小学生接触并使用计算机的机会，同时让小学生利用计算机进行特定的活动。这些知识与技能，是学生在未来生活中能够更有效地使用计算机的基础。

二是思考力、判断力、表现力的培养。逻辑性的思考是小学生需要培养的重要能力。在新教学大纲中，使用信息的能力被定义为学习的基础能力之一，即在学习活动中根据需要，适当地使用计算机获得信息，并对其进行整理、比较、发送、传达、保存和共享的能力。除了信息技术等基本操作技能、编程思维外，亦可培养学生的信息道德与信息安全等意识。

三是利用编程使各学科的学习更加完善。让小学生在接触编程的同时，享受计算机的乐趣和完成目标的成就感，在学习的过程中进行编程体验，促进他们了解编程的优点，更好地利用计算机。

2.日本小学编程教育的课程设置

参考日本文部科学省2020年2月公布的《小学生程序设计教育指南(第三版)》[17]中的数据，日本小学阶段编程学习的课程实施可以分为四类，涉及的学科与实行示例，我们总结并绘制如表1所示。

表1 日本小学阶段的编程学习活动分类

分类	课程	实施
专业学科课程	算术	利用编程实现算术学科中图和图表的制作，了解和掌握编程思维和数学思维的共性
	理科	体验在各种各样的电器产品中运用的编程技术，学习编程并加以运用
	综合学习	思考编程与社会生活的关系，了解编程在生活中的优点
非专业学科课程	音乐	利用编程、ICT等工具，赋予声音长度、高度、强弱、速度等条件，进行音乐创作
	图画工作	利用编程推动产品的运转，产生新的设计构思
	社会	利用编程制作地理程序和地图册，学习理解地理名称、位置及特征
	家庭	利用编程改变自动电饭煲的程序，学习生活中编程在家电产品中的运用
独立课程	学习活动	利用编程制作简单的程序，感受编程的乐趣与成就感
		在各学科实施有关编程的学习活动前，开展编程语言与技术基础的学习
	课题	设定与各学科学习内容相关的具体编程课题
俱乐部课程	俱乐部活动	在现有的俱乐部活动中加入编程活动，实施编程教育；设立计算机俱乐部、编程俱乐部等，根据儿童的认知发展阶段和编程经验，选择编程语言并设计教材

新教学大纲中明确加入小学编程教育的学科课程有算术、理科和综合学习。而其它没有明确说明的非专业学科，在课程内容的学习过程中，也加入了编程体验与编程学习。独立课程是在日本教学大纲规定的学科课程外，不加重学生负担的前提下，为了培养学生的编程思维而进行的编程相关学习活动[18]。在加入了趣味编程教学的各学科课程开课之前，对学生开展相关编程基础的教学，或者设定与各学科相关联的编程课题，在新教学大纲规定的课程之外对学生进行额外的编程教育补充学习。

为了在教学大纲中举例说明的学科中进行编程教育，提前让学生们在其它学科课上体验编程，让他们熟悉编程语言和计算机操作等是非常有必要的。但是，小学阶段的编程教育，并不是以学生记住编程语言、学习编程技能为主要目标。

(二)日本中学信息教育课程体系设计

在2017至2018年公布的初高中教学大纲中，对学生的信息教育确立了更高的培养目标和更精确的培养方向。以小学培养的信息技术能力为基础，培养中学生从社会生活中发现与编程相关的问题并设定课题的能力，利用图表呈现处理问题的流程，并通过试行将解决方法具体化的能力等。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.日本中学信息教育的教学目标

日本中学的信息教育主要培养学生信息知识与技能，对信息的思考力、判断力、表现力以及学习的能力、人性等三个方面，其具体分类如表2所示。

表2 基于IE-School的实践研究，信息利用能力要素的示例(2018年版)[19]

主要能力	能力分类	具体细节
A.知识和技能	1.信息知识和信息技术运用	信息技术相关技能；信息知识和信息技术的特性；符号组合的方法
	2.利用信息探究和解决问题的方法	信息收集、整理、分析、表现、发送的知识和技能；信息利用的计划、评价和改善的理论，信息利用的方法
	3.信息道德、信息安全	信息技术的作用、影响；信息道德、信息安全的知识
B.思考力、判断力、表现力等	1.探究和解决问题中的信息利用能力(包含编程的思考、信息道德、信息安全)	从关联的视点捕捉信息及恰当且有效地利用信息技术，发现问题、解决问题的能力，形成自己的想法的能力：收集必要的信息，整理、分析、表现的能力；创造新的意义和价值的能力；根据接收者的情况发送信息的能力；评价、改善自己的信息利用能力的能力
C.学习的能力、人性等	1.利用信息技术探究和解决问题的态度	多角度探讨对信息的态度，对利用信息技术的态度；试行错误，面向计划和改善的态度
	2.信息道德、信息安全	负责妥善处理信息的态度；参与信息社会的态度

2.日本中学信息教育的课程设置

在日本新教学大纲中，理数和信息课程的修订已经明确。信息的积累与计算能力的提高已成为人工智能技术应用的前提。从狭义的角度来说，人工智能指的是“机器学习”。机器学习涉及概率论、统计学、凸分析、算法复杂度理论等多门学科。与之相关联的数学基础需要花费学生大量的课程和时间。

对于理数学科，高中教学大纲中提出，从学生学习理数的用处和对理数感兴趣的观点出发，通过进行有预见性的观察和实验等科学探究活动来充实理数教学并提高学习质量；通过收集、分析数据来解决课题，充实理数中的统计学教学；以培养能够进行知识创造的学术研究型人才为目标，开设“理数探究”和“理数探究基础”等学科。对于信息学科，通过重组课程、新开设必修课程“信息Ⅰ”，加入人工智能、物联网和数据库等技术的基础知识；同时在教材中充实数据科学相关内容，并利用计算机开展学习活动①。

除信息相关学科外，日本在中学其他课程的学习过程中也贯穿了信息教育。以日本北海道教育大学附属釧路中学校为例，如表3所示，详细记录了2018年该校信息教育的全学科计划示例。

表3 2018年日本北海道教育大学附属釧路中学校信息教育全体计划[20]

信息教育中各学科的教学重点			
国语科	通过各种各样的视角，加深对谈话和文章中包含的信息与信息之间关系的理解，同时加深对信息的整理方法和表示方法、信息可靠性的确认方法的理解，灵活运用这些方法	社会科	以资料读取信息为基础，在社会关系中探究课题并解决问题，对社会现象的特征和意义进行比较、关联、多方面以及多角度的思考
数学科	利用数学知识对信息进行逻辑性思考，发现数量和图形的性质，综合、发展地思考，利用数学性的编程技术使数学数字与图形能够简洁、清晰、准确地表现出来	理科	从自然现象中发现问题，有目的地进行观察和实验，在解决课题的过程中，通过记录和整理数据进行分析，掌握科学的思考力和表现力
音乐科	利用计算机和教育器械，从听觉、视觉和感觉上捕捉声音和音乐，培养音乐专业的资质与能力；通过网络整理、分析和利用世界上各种各样的音乐信息	美术科	培养综合推敲心情信息、准确传达美丽效果和表现构思的能力；利用计算机、照相机等信息技术设备来表现和鉴赏艺术
保健体育科	利用信息技术，通过合理的运动实践，体会运动的乐趣和喜悦，理解运动相关特性和魅力，理解运动的一般原则和科学知识，解决课题，使得运动实践更丰富	英语科	利用信息技术，准确地理解用外语听、读到的知识、信息和想法等；根据进行英语交流的目的、场合和状况等，边整理信息边形成思考，并利用信息技术将其展现出来
技术·家庭科	从生活和社会中发现与信息技术相关的问题，设定课题并解决，为构建更好的生活和可持续发展的社会，切实、诚实地研究和创造信息技术		

(三)日本中小学人工智能教育课程体系特征

通过对日本小学编程教育和中学信息教育的教学目标和课程设置的梳理，我们可以总结出日本的中小学人工智能教育课程体系特点如下：

1.人工智能教育课程体系分多学科、多课程实施。核心的编程教育与信息教育分别设置进中小学特定的专业科目，加入非专业学科的课程，设立人工智能教育独立课程和俱乐部活动等，改变成与人工智能教育相关的学习模式，使信息技术和人工智能技术融入教材和课堂的教学。

2.教育课程体系整体目标清晰，分阶段层层递进。学生的人工智能相关能力随着年龄与学历的增长而不断提高，认知与能力更加专业。从小学到高中，在学生的信息知识与技能培养方面，从小学对生活和社会中信息技术的基础性理解，到初中对信息的表现、记录、计算和通信等的科学原理的理解和信息的数字化，处理的自动化、系统化，信息安

① 山下研一.新学习指导要领に见るAI人材育成方针と课题 日本とアメリカの统计教育の比较[EB/OL].https://s-gb.net/contents/6_yamashita_2018.pdf,2020-02-11.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

全等相关基础技术的结构性理解，到高中对信息通信网络的构成和利用基本的信息结构制作程序，测量、控制系统的结构等能力的学习，逐步深入，成为大学学习人工智能相关专业的基石。

3.注重信息道德与安全教育。分阶段培养学生从小的信息素养、信息伦理与信息安全意识。如信息的可靠性、信息的公开、信息的保护以及发送信息时个人的责任、注意隐私权和著作权等。

4.课程体系随时代的变化更完善。为了弥补日本信息技术人才与人工智能技术人才的不足，提高人工智能产业与世界的竞争力，为了使新一代年轻人把握更好的就业机会，拥有随着科学技术发展的更好的人生，并在未来的智能时代社会建设中发挥主导作用，日本建立并逐步完善其中小学的人工智能教育体系。

三、启示与建议

通过对我国人工智能教育在国家层面的中小学课程体系设计、中小学层面的课程设置和实施三个方面现状和问题的梳理，再结合对日本人工智能教育课程体系和实施的梳理，对于我国未来在中小学人工智能课程教育有如下启示：

(一)多职能部门协同和高科技企业参与人工智能教育课程体系的顶层设计

日本新教学大纲中关于人工智能教育的修订，不仅仅是文部科学省所管辖范畴之内的工作，而是日本面向未来的国家战略体系的重要组成部分，产业竞争力和人才培养等都是这个战略体系的组成部分。日本人工智能教育课程体系经历四年由文部科学省、经济产业省、日本中央教育审议会、产业竞争力会议等的研讨，在这四年间，日本政府的相关部门皆以专门议题提出研讨，在本部门工作所涉及领域和影响发展的范围内根据人工智能人才培养的关键问题进行研究，在各部门会议与产业会议上，各行各业的成员发言讨论，最终形成论点汇集在中央教育审议会的教育课程部会。

关于未来我国的人工智能教育体系设计，在制定教学大纲和课程标准时，应该在国务院、教育部等多政府职能部门的领导下，结合全国教育工作会议、党大会议、人大会议等中讨论的人工智能教育相关内容，再参考各高校教育专家组织、社会各行各业的企业会议等提出的人工智能人才培养相关内容，进行教学大纲和课程标准的制定与修改。其中，我国高新科技企业的参与尤为重要。科技企业参与教学大纲研讨的制定与修改，能让企业的未来人才需求带动高等、中小学的教育，明确未来的就业方向，让学生知道现在该学什么，怎么学，以后怎么用。

我国应该根据政府部门发布的国家政策和未来人才培养发展战略目标，多职能部门协调配合，并利用高科技企业拥有的先进知识和经验，实现中小学人工智能教育课程体系的顶层设计，推进人工智能教育的方针实施和计划制定，并根据政策与时代行业产业的变化、就业形式和趋势的变化及时调整，让中小学人工智能人才培养紧跟时代发展的步伐，具有对未来的高度前瞻性。

(二)人工智能教育课程与现有课程的深度融合

在日本，中小学的人工智能教育，从小学的编程教育到中学的信息教育，都将人工智能教育课程与现有课程进行深度融合。将与人工智能技术相关的数理和信息科学基础知识加入数学、理科和信息技术学科教学中，将人工智能技术的学习和实践加入音乐、美术等非专业的学科课程中。日本将中小学人工智能教育课程体系融入到现有的所有学科教学中，让学生们在完成现有课程目标的同时，能够从不同的学科不同的角度，学习到人工智能各方面的基础知识。

根据日本中小学人工智能教育体系的课程设置，我国在未来的中小学人工智能教育课程体系的设计上，就不能只开设一门单独的叫做“人工智能”的学科或课程。人工智能本身具有深度融合、高度交叉、极度复杂的特点，同时又具有技术属性和社会属性的特点，这就决定了人工智能教育必须依靠跨学科的交叉整合[21]。我国应该将中小学人工智能教育体系与现有的整个教育课程体系进行融合，以现有课程为主体，将人工智能教育拆分成多课程，全方位融入现有的学科中。

我国当前的中小学人工智能教育主要在信息技术课程、STEM课程、创客课程中开展[22]。但是在未来，我国还应该把人工智能技术所需要的数学逻辑思维和计算能力、编程技术等计算机技能、控制论和自动化、生物学和仿生学、哲学、心理学、信息伦理和信息素养等知识，作为人工智能教育课程体系中的课程，加入现有的数学、计算机、物理、生物、心理、思想品德等主学科中。另外，还应该将人工智能技术的实践加入音乐、美术等辅助学科。目前，我国的中小学教学课堂上已开始运用人工智能教学产品，利用人工智能技术帮助教学的同时，也应该对学生进行应用的技术支撑教育。在完成该学科课程目标的前提下，利用学科课程进行人工智能技术实践，让学生能够将主课中所学的人工智能相关知识与能力运用在其他课堂上，在学与用

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的同时掌握并熟练运用知识与技能。

(三)建立符合学习者认知特点的人工智能教育分层课程实施步骤

日本中小学人工智能教育体系，根据学生的年龄、学习能力和信息技术能力，分为小学、初中、高中不同阶段。为了达到社会和高等学校对人工智能人才培养的基本能力要求，随着年级的提高，小学到高中，学生的数学、理科和信息技术的学习会越来越深入，越来越专业，数理和信息技术能力也会越高。而在其他非专业的学科中，学生运用信息技术发现、解决课程问题的能力会逐年增强，运用人工智能相关技术的能力也会逐年提高。

未来我国在中小学人工智能教育课程体系的实施方面，也应该对学生学习的人工智能相关知识、技术能力等，根据年龄与认知分为不同的阶段。通过中小学的人工智能教育，即将进入高校的学生将具备一定的信息技术基础，提高他们对计算机、自动控制等相关学科的兴趣，为他们今后在高校进一步研究人工智能技术，或在工作中应用人工智能技术，打下坚实的基础。

除学校开设的学科课程外，我国中小学校还应该开设课外活动课，让学生开展人工智能相关课题研究，进行课外实践。例如利用课外活动时间开设编程兴趣课、人工智能相关应用兴趣课，或学校组织的编程相关社团、人工智能社团等，让不同年龄的中小学生开展合作互助，在集体活动中学习实践，让中小学生能够在实际的操作应用中熟悉课堂上的内容，享受人工智能学习的乐趣。

同时，我国应该加强校企合作，让企业支援教师进行高质量的授课，支援并具体化学校实施的人工智能教育内容。我国企业应积极参与为社会贡献的教育计划，如组织学生前往人工智能相关企业参观学习，将人工智能产品加入教育投资，让企业的专业技术人员作为辅助教师参与到对学生的技术教学课堂中，等等。只有将融入中小学现有学科教学中的人工智能教育提炼出来，将每一个按年龄或年级分的阶段加在一起，所有阶段的课程和实践连贯结合，才能形成一个完整的中小学人工智能教育课程体系。

参考文献：

[1] 国发[2017]35号,新一代人工智能发展规划[Z].
[2] 装备中心.中小学人工智能教育项目成果会顺利举行[EB/OL].http://www.ceiea.com/html/201901/20190124095217683 5.shtml,2019-01-24.
[3] 中华人民共和国教育部.教育部关于印发《高等学校人工智能教育创新行动计划》的通知[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html,2019-05-20.
[4] 广州市教育研究院.广州创建全国智慧教育示范区的优秀成果——《人工智能》教材[J].教育导刊,2020,(4):2.
[5][16] 杨晋,傅胤荣等.2019中小学机器人教育调研报告[R].北京:中国电子学会普及工作委员会,2019.
[6] 张丹,崔光佐.中小学阶段的人工智能教育研究[J].现代教育技术,2020,30(1):39-44.
[7] 张建彬.初中人工智能课程建设初探[J].中小学信息技术教育,2019,(12):62-64.
[8][15] 谢昱,陈映晓.我国中学人工智能教育状况的调查研究[J].未来与发展,2019,43(12):74+106-108.
[9] 福建省教育厅(教育工委)新闻中心.人工智能教育 培养未来创新者[EB/OL].http://jyt.fujian.gov.cn/jyyw/ttxw/201905/t20190523_4881893.htm,2019-05-23.
[10] 南京市人民政府.南京多措并举推进中小学人工智能教育[EB/OL].http://www.nanjing.gov.cn/bmdt/201807/t20180723_872271.html,2018-07-25.
[11] 张丹,崔光佐.中小学阶段的人工智能教育研究[J].现代教育技术,2020,30(1):39-44.
[12] 周建华,李作林等.中小学校如何开展人工智能教育——以人大附中人工智能课程建设为例[J].人民教育,2018,(22):72-75.
[13] 谢作如.创客教育的DNA[J].人民教育,2016,(10):28-31.
[14] 王振强.中小学人工智能教育现状问题与思考[J].中国现代教育装备,2019,(22):1-5.
[17][18] 文部科学省.小学校プログラミング教育の手引(第三版)[EB/OL].https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf,2020-02-18.
[19][20] 文部科学省.情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン[EB/OL].https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/09/18/1416859_01.pdf,2019-09-18.
[21] 刘永,胡钦晓.论人工智能教育的未来发展:基于学科建设的视角[J].中国电化教育,2020,(2):37-42.
[22] 谢忠新,曹杨璐等.中小学人工智能课程内容设计探究[J].中国电化教育,2019,(4):17-22.

作者简介：

于勇：教授，博士生导师，研究方向为数字媒体技术(yuy848@nenu.edu.cn)。

徐鹏：副教授，博士，研究方向为数字媒体技术(xp@nenu.edu.cn)。

刘未央：在读硕士，研究方向为数字媒体技术(liuwy447@nenu.edu.cn)。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Current Situation and Enlightenment of the Curriculum System of Artificial Intelligence Education in Primary and Secondary Schools in Japan

Yu Yong, Xu Peng, Liu Weiyang

(School of Media Scicence (School of Journalism), Northeast Normal University School, Changchun 130117, Jilin)

Abstract: Artificial intelligence is leading the fourth industrial revolution, and how to carry out artificial intelligence education in primary and secondary schools is an urgent problem. Based on the analysis of the reform process and the current situation of the curriculum system of artificial intelligence education in primary and secondary schools in Japan, it is found that through the cooperation of multi-functional departments and the participation of high-tech enterprises in the top-level design of the artificial intelligence education system. And the artificial intelligence education curriculum is deeply integrated with the existing curriculum, which conforms to the cognitive characteristics of learners. In the future, China should strengthen the cooperation of multi-functional departments and the participation of high-tech enterprises in the top-level design of the artificial intelligence education curriculum system, effectively integrate the artificial intelligence education curriculum with the existing curriculum, and establish the implementation steps of the layered artificial intelligence education curriculum in line with the cognitive characteristics of learners.

Keywords: artificial intelligence; programming education; curriculum reform; primary and secondary schools in Japan

收稿日期：2020年4月2日
责任编辑：李雅瑄

(上接第92页)

Transformation of Online Teaching Mode in Vocational Education: Problems, Experiences and Pathways

Li Peng, Shi Weiping

(Institute of Vocational Education and Adult Education, East China Normal University, Shanghai 200062)

Abstract: In order to comprehensively grasp the practical problems of online teaching of vocational education in China, take targeted measures to realize the mode transition of online teaching of vocational education, this paper analyzes the practical problems of online teaching of vocational education in China and the advanced experience of online teaching of vocational education in the Netherlands by using literature method, investigation method, interview method and comparative research method. It is found that the practical problems of online teaching in vocational education in China are the lack of information ability of teaching subjects, the applicability of online teaching schemes, the inadequate preparation of online teaching contents, the difficulty of managing distance teaching objects, and the uneven quality of online teaching platforms. The Dutch online teaching in vocational education changes the traditional teaching mode which is mainly selective and informed, and implements new ideas and new models such as “mixed learning” situation and “self-oriented” learning situation, and has achieved remarkable results. Therefore, learning from Dutch experience, online teaching of vocational education in China needs to innovate the online teaching design mode, strengthen the guidance of online teaching norms, enhance learners’ self-oriented ability, enhance the information literacy of all kinds of subjects, and optimize the online teaching conditions of vocational education.

Keywords: vocational education; online teaching; competency based learning; mixed learning; self-directed learning

收稿日期：2020年3月30日
责任编辑：赵云建

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI:10.13811/j.cnki.eer.2018.07.002

多元智能视域中的人工智能技术发展及教育应用

陈 维 维

（南京晓庄学院 人工智能学院，江苏 南京 211171）

[摘 要] 人工智能技术的发展需求、国家人工智能发展战略规划都对智能技术的教育应用提出了迫切需求，从多元智能的视角厘清智能技术的发展程度及其教育运用显得尤为必要。文章在阐述人工智能概念与分类的基础上，分析了人工智能的计算机视觉、自然语言理解与交流、认知与推理、机器人学、博弈与伦理、机器学习等六大主要领域的技术特征，以多元智能为参照，建立了人工智能与多元智能的结构对应关系，从多元智能空间结构的技术实现程度、时序结构的技术框架达成程度分析了人工智能的研究现状和未来发展的趋势，探讨了人工智能技术应用于教育的发展方向和建议。

[关键词] 人工智能；多元智能；教育应用；技术发展

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 陈维维（1971—），女，江苏如皋人。教授，博士，主要从事学习力、移动学习、人工智能教育研究。E-mail：cwwnj@njxzc.edu.cn。

距 1956 年达特茅斯会议提出“人工智能（Artificial Intelligence，缩写 AI）”一词已有 60 多年，虽然其间人工智能技术的发展经历了两次低谷，但自 1997 年 IBM 的深蓝（Deep Blue）在国际象棋的对弈中战胜了世界冠军卡斯帕罗夫后，IBM 的超级电脑 Waston、卡内基梅隆大学的无人车 Boss、苹果公司的智能语音 Siri、波士顿动力公司的机器人、Google 的无人驾驶、Deep Mind 团队的 AlphaGo 等技术一直在更新着人们对于人工智能的认识和体验，特别是人机大战中 AlphaGo 完胜柯洁，再加上具有自我学习能力的 AlphaGoZero 又战胜了 AlphaGo，这使得人们意识到：人工智能的第三次发展浪潮来势如此迅猛。

当今，全球发达国家都从国家机构、战略部署、资本投入、政策导向、技术研发、人才培养、构建产业链和生态圈等方面集中发力，力求在未来全球竞争中占得先机。我国 2016 年以来，已将人工智能领域建设提升至关乎国家竞争力、国家安全的重大战略，相继发布了《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》《新一代人工智能发展规划》，以及“四大”国家新一代人工智能开放创新平台：百度的自动驾驶、阿里云的城市大脑、腾讯的医疗影像、科大讯飞的智能语音，力图在新一轮的国际科技竞争中占据制高点，掌握主导权。

人工智能生态产业链的不断完备和升级必然带来对人工智能人才的迫切需求，《新一代人工智能发展规划》[1]指出：利用智能技术加快推动人才培养模式改革、教学方法改革，构建新型教育体系……实施全民智能教育项目，在中小学阶段设置人工智能相关课程，逐步推广编程教育，鼓励社会力量参与寓教于乐的编程教学软件、游戏的开发和推广。

然而，人工智能技术涉及认知科学、心理学、计算机科学等多个学科，其应用领域广泛，影响力深远，这使得教育工作者在规划和思考其教育应用时，往往难以把握其技术核心内涵，难以权衡其应用于教育的可能性、适切性、全面性。本文拟从人工智能技术的发展

基金项目：2018 年南京市高等教育人才培养创新实验基地“机器人创客教育基地”项目（项目编号：宁教高师[2018]2 号）；2017 年江苏省高等教育教改研究立项重点课题“历史视域下的江苏教育技术发展与教学促进研究”（项目编号：2017JSJG425）

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

现状与特征分析出发,以人类多元智能的视角分析当前人工智能的技术优势与未来发展方向,探讨人工智能技术的教育应用。

一、人工智能的发展现状与呈现特征

人工智能从最初的研究范畴、模拟人类智能的设想,发展到构建具有一定智能的人工系统、硬件和软件,再到当前的关键技术突破、业态聚集,人工智能已然处于时代和科技发展的“风口”,其重要性不言而喻,但对其进行理性分析也不可或缺。

(一)人工智能的概念界定

说到人工智能的含义,有一点是非常明确的,它不是人类或其他动物所表现出来的自然智能[2],而是一个与其相比较的概念。达特茅斯会议上,科学家们讨论创造出人工大脑的可能性,首次提出了人工智能这一概念,将其界定为[3]:使一部机器的反应方式像一个人在行动时所依据的智能。这个定义只是提出了人工智能研究的最终目标和判断人工智能的标准,对于人工智能的具体研究内容并没有给出说明。

到目前为止,人工智能的概念并没有一个公认的说法,不同研究者会基于不同认识、实践和研究基础给出不同的定义,即使同为 MIT 人工智能实验室不同时期掌门人的教授们也不例外。如人工智能一词的创造者、图灵奖获得者 John McCarthy 教授认为[4]:人工智能是制造智能机器,特别是智能计算机程序的科学和工程,它与使用计算机来理解人类智能的相似任务有关,但并不局限于生物学上可观察到的方法。人工智能的奠基者之一、图灵奖得主 Marvin Lee Minsky[5]认为,人工智能就是研究“让机器来完成那些如果由人来做则需要智能的事情”的科学,曾说过“在某些地方,一些计算机将会比大多数人更聪明”。Patrick Winston 教授则对机器需要完成的任务描述得更具体些:人工智能是对计算的研究,以使它们能够感知、推理和行动[6]。

从上述定义可以看出,(1)人工智能需要制造智能机器或开发智能计算机程序;(2)这些机器或程序能做类似于人的智能工作或完成类似于人类智能的任务,如感知、推理和行动;(3)这些工作或任务并不止于人类的生物学上可以观察到的任务,有可能会超越。

(二)人工智能的分类

人工智能通常被分成三类:(1)专用人工智能,以一个或多个专门领域和功能的研究为主,目前正处于高速发展阶段,已取得较为丰富的成果,如计算机视觉、语音识别等,目前 的人工智能大多属于这一类;(2)通用人工智能,机器与人类一样拥有进行所有工作的可能,关键在于自动地认知和拓展,目前的研究还远未达到这一目标;(3)超级人工智能,即具有自我意识,包括独立自主的价值观、世界观等,超过通常人类智能的人工智能,目前还只是存在于科幻小说和电影当中。

人工智能还有多种分类方法,如从机器有无生命体出发,将人工智能分成弱人工智能和强人工智能[7]。前者指的是没有生命体的机器智能,通常专注于某个狭窄的任务领域;后者则为有生命体的机器,拥有意识和思想,目前还没有实现,处于假设当中。也有从具体的智能任务出发,将人工智能分为感知智能、认知智能和创造性智能。感知智能,即对感知或直觉行为的模拟和拓展,如视觉、听觉、触觉等;认知智能是对人类深思熟虑行为的模拟和拓展,包括记忆、推理、规划、决策与知识学习等高级智能行为;创造性智能,如顿悟、灵感等,显然这方面的研究还未开展。

(三)研究领域及其技术特征

作为一个学科,人工智能是自然科学、社会科学、技术科学三向交叉的综合学科,涉及多个学科,其研究领域也非常广泛。UCLA 计算机科学教授朱纯松将其归纳为计算机视觉、自然语言理解与交流、认知与推理、机器人学、博弈与伦理、机器学习六大主要领域[8]。

1. 计算机视觉(Computer Vision)

作为一个让机器人拥有智能行为的垫脚石[9],计算机视觉旨在模拟人类的视觉系统,去从数字图像或视频中获得对视觉材料的高水平理解,包含了模式识别、图像处理、图像分析、机器视觉等。计算机视觉系统可以作为感知器之一,为后续的决策提供信息。

2. 自然语言理解与交流(Natural Language Understanding and Communication)

自然语言理解与交流可以简称为自然语言处理,是人工智能的关键组成部分,是使机器能够阅读和理解人类语言,特别是可以使用自然语言用户界面和直接从人类编写的资源中获取知识,并与人进行对话、交流。自然语言处理的一些直接应用包括信息检索、文本挖掘、问题回答[10]和机器翻译[11],在 web 搜索、社交网络、生物数据分析和人机交互等领域有广泛应用。

3. 认知与推理(Cognition and Reasoning)

认知与推理是人工智能的核心,主要的研究方向有知识表示、推理和问题解决、规划等。知识表示的目标是让机器存储相应的知识,并且能够按照某种规则推理演绎得到新的知识。早期的推理是直接模仿人类的逻辑推理方式,面对不确定或不完整信息时,需要运用概率进行推理,而面对天文数量级的数据时,最有效的算法成为推理研究的关键。规划意味着智能代

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

理必须能够制定目标和实现这些目标，并在结果不确定的状态下进行推理，改变计划并达成目标。知识库中能否包含各种物理和社会常识，特别是在我们这个世界和社会最基本的、能举一反三的知识，成为制约认知和推理的瓶颈和关键。

4. 机器人学(Robotics)

机器人学是一项涵盖了机器人的设计、构造、操作和应用的跨领域科技，就如同计算机系统的控制、感觉反馈和信息处理[12]。机器人需要执行特定的任务，如搬运物体和导航等，这就需要在空间上认识它周围的环境，学习并建构其环境地图，弄清如何从一点运动到另一点，并执行这一运动[3]。目前这一领域发展非常迅速，已开发出用于家庭、工业、军事，甚至教育的各种类型机器人。

5. 博弈与伦理(Game and Ethics)

博弈涉及的是智能机器与人类的较量，Google DeepMind 的 AlphaGo 近两年分别战胜了围棋高手李世石、柯洁，引起人们对于人工智能与人类博弈的高度关注。其实，早在 1997 年 IBM 公司研制的 Deep Blue 系统首次在正式比赛中战胜国际象棋世界冠军 Garry Kasparov，就已经树立了第一个人工智能在博弈领域战胜人类的里程碑，并引发了对伦理问题的热议。此外，人工智能在另一棋牌项目——德州扑克中与人类的较量中，Tartanian、Clau-do 于 2014、2015 年都战胜过该领域的顶级专家。博弈的较量刺激了算法博弈论的发展，AlphaGo 就是集成了深度学习、强化学习、蒙特卡洛树搜索才取得了成功。

6. 机器学习(Machine Learning)

机器学习自诞生以来就是人工智能研究的核心概念之一，是使计算机具有智能的根本途径，指的是对通过经验自动改进的计算机算法的研究[13]，即它通过计算机模拟或实现人类的学习行为，以获取新的知识或技能，重新组织已有的知识结构，使之不断地改善自身的性能。机器学习的应用遍及人工智能的各个领域，如数据挖掘、计算机视觉、自然语言处理、生物特征识别、搜索引擎、语音和手写识别、机器人运用等。

以上的六个人工智能研究领域当中，前五项是“问题领域”，即人工智能努力去解决的具体问题；第六项机器学习是“方法领域”，即解决上述问题所需用到的核心方法。

二、人工智能发展中的多元智能观察

人工智能既然是模拟和拓展人类智能，去完成那些需要一定人类智能才能完成的任务，那么人类到底有哪些智能，而人工智能已有的技术是否或在多大程度上实现了这些智能，这是其进行教育应用的前提。

霍华德·加德纳教授“通过大量心理学的实验数据和实例的观察分析”，提出了多元智能理论，突破了原先唯智商的单一智能、用测验评价学业的传统观点，更准确地反映了人类思考和学习的不同方式[14]，被认为是可以引领教育技术研究与实践发展的新理念[15]，这给我们进行智能研究与教育实践提供了一个更为合理有效的视角。

(一) 多元智能的含义与结构

加德纳将智能被定义为“一种生理心理的潜能，它可以处理在一定文化背景下被激活的信息，去解决问题或者创造一种在特定文化中有价值的产品”[16]。由加德纳对智能的定义可以看出，人类的智能具有如下特征：(1)智能是人的潜在能力，具有生物学、心理学的特性；(2) 智能的作用是能解决问题，或创造产品；(3)智能作用是否能发挥取决于特定文化的价值，文化中的机会，以及由个人和家庭、学校的教师和其他人所作出的决定；(4) 智能作用的发挥涉及信息处理的心理过程。

加德纳将人的智能分成七种类型：语言智能、音乐智能、逻辑—数学智能、空间智能、身体运动智能、人际智能和自我认知智能，详细描述了七种智能的终极状态，以及该类型智能的核心要素。加上 1995 年加德纳提出的第八种智能——自然探索者智能，我们用表 1 进行归纳和梳理。

表 1　　加德纳的多元智能类型[17]

智　能	终极状态	核心要素
逻辑—数学智能	科学家、数学家	辨别、逻辑或数学模式的敏感性和能力； 处理长串推理的能力
语言智能	诗人、记者	对词语的声音、节奏和意义的敏感； 对语言的不同功能的敏感性
音乐智能	作曲家、小提琴家	创造和欣赏节奏、音调和音色的能力； 欣赏音乐表现力的形式
空间智能	航海家、雕刻家、工程师、画家	能够准确地感知视觉空间世界并在最初的感知上进行转换
身体运动智能	舞蹈家、运动员、外科医生、手工艺大师	有能力控制身体的动作和熟练地处理物体

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

续表 1

身体运动智能	舞蹈家、运动、外科医生、手工艺大师	有能力控制身体的动作和熟练地处理物体
人际关系智能	政治家、心理医生、教师、销售商	理解他人的情绪、性情、动机和欲望,并作出适当的反应
自我认知智能	有详细、精准、自我认识的人	获得自己的感觉,并能辨别它们,并利用它们来引导行为了解自己的长处、短处、欲望和智慧
自然探索者智能	博物学家、猎人、渔夫、农夫、园丁	辨别环境(不仅是自然环境,还包括人造环境)的特征并加以分类和利用的能力

(二)人工智能与多元智能的空间结构对应关系

从空间结构上来分析,以八种多元智能为参照,人工智能的六个主要核心技术领域在一定程度能模拟和实现一些人类的多元智能,其对应关系大致如图 1 所示(线条的粗和细表示对应关系程度的高和低)。

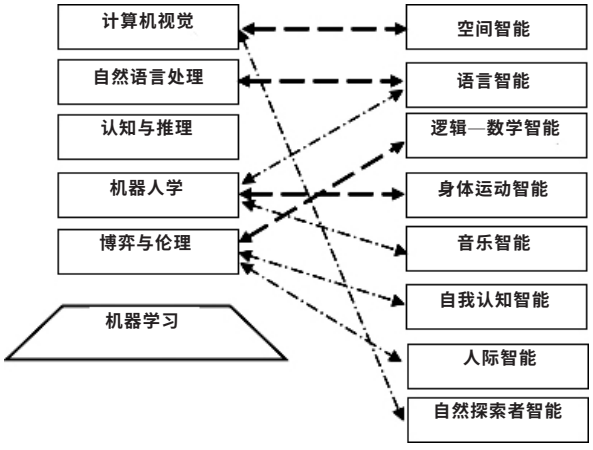


图 1 AI 技术研究领域与多元智能的相对关系

计算机视觉研究的是从视觉维度去“感知”外部环境,包含了对目标的识别、跟踪和测量,以及对采集的图片或视频进行处理以获得场景的三维信息等,为后续的决策提供依据。计算机视觉可以类比人类多元智能中的空间智能,但与空间智能相比,计算机视觉在视觉观察方面取得了不错的进展,但在视觉敏感度、图像理解等方面还需要技术突破,也就是说人工智能实现了一定程度的“感”,但“知”还远远谈不上。

自然语言处理研究的是实现计算机与人之间用自然语言进行有效沟通,包含了对自然语言的识别、文本意义的理解、以自然语言来表达给定的意图和思想等,即自然语言的理解和生成。当前的自然语言处理研究中,语言识别与语音合成技术自上世纪 80 年代以来取得重大进展,如科大讯飞公司的讯飞语点专注于中文的语音技术,识别率高达 95%。与人类的语言智能相比,自然语言处理在语言文本的所处语境约束、文本与其对应的生活知识和专门知识的关联方面还缺乏研究,这成为高质量自然语言理解的主要难题。

认知与推理主要是对人类认知过程的模拟,而人类的认知又是极其复杂的,迄今还未能揭示其全貌。所以人工智能在这方面的研究只能是对认知的某些方面进行模拟,如认知建模、知识表示、判断推理、问题求解等。认知与推理将思维作为研究核心,理论上说它与所有的多元智能都有关联,因为每种多元智能都需要有对自身的认知、判断、决策、行动和发展,而这些都需要用到认知和推理,但从目前认知和推理技术的发展来看,主要还聚焦于逻辑判断、数学运算等方面,对于其他人类智能的影响力还远远不够。

机器人学是近年来发展快速的人工智能之一,主要研究开发机器以代替人类从事某些工作,如灾害救援、工业制造等,其中有一个重要的分支是研究类人机器人,即模仿人的行走、搬运、讲话、认知等一些人类能做的基本行为,甚至还有用机器作曲模拟人类音乐智能的研究。

计算机博弈是人工智能领域极具挑战性的研究方向,模仿人类棋手的思维过程,以棋类、牌类等为研究载体,构建一种更接近人类智能的博弈信息处理系统,并可以拓展到其他相关领域,解决实际与博弈相关的复杂问题[18]。在国际象棋和围棋的人机博弈中,计算机智能已战胜并超过了专业选手的专业能力,甚至有 AlphaGo Zero 可以抛开对人类棋谱的学习,而进入从零开始的自我学习新阶段。但在军棋、麻将、桥牌、扑克等非完备信息博弈,以及具有模糊性和随机性的不确定性博弈方面,还有待进一步的研究[19]。

人机博弈加剧了人类原本就已存在的技术恐慌。由于当前的人工智能技术缺乏伦理的原则和规制,只是根据人类设置的程序执行人类的命令,一方面担心技术如果被不法分子利用,后果堪忧;另一方面,人工智能技术已经引起的和可能带来的一些人权伦理、责任伦理、道德伦理、代际伦理、环境伦理等问题,也需要正视并得到合理的解决[20]。

机器学习是模拟人类的学习行为,以获取新知,不断改善自身的性能,是人工智能研究的基础和活跃领域。机器学习的能力强弱关键在于算法,如上世纪 80 年代末期出现的浅层学习(Shallow Learning)运用的是基于人工神经网络的反向传播(Back

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Propagation，简称 BP）算法[21]，而深度学习由 Geoffrey Hinton 于 2006 年提出[22]，是基于深度卷积神经网络（Deep CNN）的计算模型，成为物体识别的主流方法，也是目前在某些垂直细分领域唯一能达到人类水平的计算模型。2015 年，Google 的 FaceNet 对人脸的识别率达到了 99.53%[23]，超过了人类的传统视觉识别方法约为 97.53%的最好结果。

三、多元智能视域中的人工智能发展展望

从一定意义上来说，人工智能主要研究用人工的方法和技术模仿、延伸和扩展人的智能，实现机器智能[24]，因此，我们可以以人类的多元智能为参照，从多元智能空间结构的技术实现程度、时序结构的技术框架达成度来分析人工智能的研究现状和未来发展的趋势。

（一）空间结构：多元智能的人工智能技术实现

根据上述分析，以八种多元智能为参照，我们可以大致用蜘蛛图呈现人工智能在这八种智能方向上不同的模拟或实现程度，如图 2 所示。从总体上来看，人工智能目前主要聚焦于对个体自身的感知、认知、语言、运动等智能的模拟，对于自我认知、人际、人与自然关系方面的模拟较少。相比较而言，人工智能技术在逻辑与数学智能、语言智能、身体运动智能、音乐智能方面模拟和实现的程度较高，在空间智能方面有一定的发展，而在自我认知智能、人际智能、自然探索者智能方面的发展程度较低，甚至有的基本还没有展开。

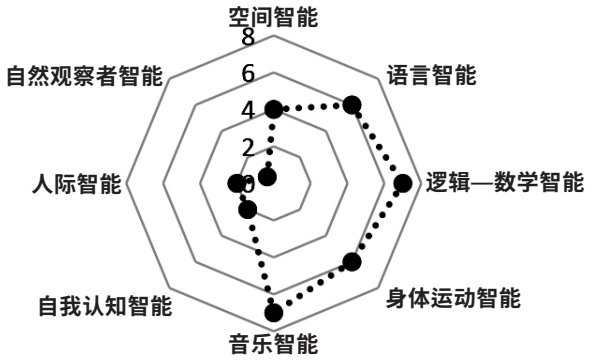


图 2　AI 技术在多元智能各个维度的发展程度示意图

虽然前面只是从八种多元智能的角度去分析人工智能技术的发展，但这八种智能并不是人类智能的全部，因为人类智能是多元智能的综合体，每种多元智能都有不同的表现方式，相互影响，且具有发展性、文化性、情境性等特点。

（二）时序结构：人工智能技术框架

从空间上来说，人工智能用机器模拟和拓展人类以实现语言、逻辑—数学、空间、身体运动、音乐等人类智能；从时序结构上来说，其本质是对人的意识与思维的信息过程的模拟[25]。因此，我们可以运用认知信息加工的理论方法来分析人工智能发展的技术框架。

人工智能的先驱纽维尔（Newell）和西蒙（Simon）于 1972 年提出了信息加工的一般原理[26]，他们认为包括人和计算机在内，信息加工系统都是由感受器、处理器、记忆和效应器组成的。按照信息加工思维方法，目前的人工智能技术都可以归纳到信息加工的框架下，如机器视觉、语音识别是属于感受器的功能，自然语言理解、认知与推理、博弈、机器学习等属于处理器的功能，我们有时也可称其为认知智能，而人工智能的这些感知与认知能力是通过学习，而不是编程获得，这也是它与以前的计算机系统之间的重要差别。自然语言交流、机器人学更多的是作为效应器的功能而存在，也可称其为行动智能。人工智能系统的存储器可以发挥记忆部分的功能，只是其记忆的数据能力远超过人类记忆容量所能达到的范围。

这些人工智能能力的获得和提升离不开两大基础支撑：大数据和计算能力，特别是依赖于体量巨大、类型众多、非结构化或半结构化的大数据，超级计算硬件引擎 GPU/TPU 集群系统（AI 芯片）的获得。

人工智能有了发展程度不同的感知智能、认知智能、行动智能，但与人类的智能相比还缺少了创造性智能，如顿悟、灵感等；缺少了意识和情感能力，如完成任务感到愉悦、幸福和成功，以及奖赏机制等；缺少了对各种物理和社会常识的认知、理解和灵活运用，如遇到新情况能举一反三、推而广之；缺少了对他人想法的感受和推理，如为人类提供帮助的意识和能力、与人类的配合、与人类共生共存的社会道德和伦理规范等。

四、人工智能应用于教育的思考与发展方向

通过对人工智能与人类多元智能的比较和分析，我们在规划和设计人工智能的技术发展与应用时，有了更为清晰的认识和深入的思考。

（一）理解人工智能教育应用的必然性

随着人工智能技术的不断发展，“人工智能+各个领域”已经成为经济和人们生活的常见业态，必须让学习者接触人工智能，了解一些人工智能技术及其应用，才能使他们更好地应对将来学习、工作和生活环境的变化，思考和解决人工智能与人类智能之间的关系与伦理问题。美国新媒体联盟地平线项目的研究成果也佐证了这一需要。

新媒体联盟针对未来五年的高等教育和基础教育面临的形势、教学变革的重要趋势和挑战、关键技

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

术等，召集专家研究团队进行协作研究和专题讨论，并发布地平线报告预测未来五年内全球范围的新兴技术对教育将会产生的影响。地平线报告已经成为国际社会了解未来教育技术发展与应用、进行技术规划和决策制定、推进课堂教学改革的重要参考。

表 2 梳理了 2017 年基础教育版和高等教育版的地平线报告中预测的远期、中期、近期能够进入教育主流应用的技术，挑选标准在于是否有益于基础教育、高等教育的教学、学习和创造性探究。

表 2 地平线报告(2017)中进入主流应用的教育技术进展[27]

	近期:<=1 年	中期:2~3 年	远期:4~5 年
2017 基础教育版	创客空间、机器人	分析技术、虚拟现实	人工智能、物联网
2017 高等教育版	自适应学习技术、移动学习	物联网、下一代学习管理系统	人工智能、自然用户界面

从表 2 中可以看出，无论是基础教育还是高等教育，人工智能已经被列为未来要进入主流应用的教育技术，随着人工智能技术的飞速发展和普及，其教育应用的步伐会更快。而表中其他关键技术也都或多或少融入了人工智能技术，为人工智能技术全面应用于教育领域奠定了基础。

(二)培养核心能力以凸显人类智能的价值

从多元智能的角度来看，人工智能技术在那些无须天赋训练即可掌握的技能、大量无须思考的重复性劳动、与外界关联性很小的工作等方面实现的程度较高，而在自我认知智能、人际智能、自然探索者智能等方面实现程度低、开发的难度大，所以在培养学习者时，可以更多聚力于那些不易被淘汰的核心能力，如对新事物的好奇心、创新和创造能力、人际(机)交往能力、学习能力、审美能力、同情心、对他人真情的扶助和关切等。

好奇心可以让学习者对新鲜事物拥有深厚的兴趣，产生探索的欲求，从而在探索过程中获得知识和能力，以激励更加主动深入的探索，这是未来人才应具备的核心竞争力之一；创新和创造是社会得以发展进步的动力，因此，应注重培养学习者的创新与创造能力，让他们能以创新的态度、观点、方法来解决问题，以适应未来人机共存的世界；人际交往和人机交互的能力是人类社会性的体现，也是作为培养人才不可或缺的重要方面，教育的使命应为学习者提供协作的平台，帮助学习者获得协作学习与发展的情感和行动力；学习能力应是人工智能时代人类所应具备的终身能力，学会学习、学会批判、学会解决问题也是贯穿于学习过程的宗旨性目标，运用基于问题的、项目的、挑战的、探究的学习方法，发展学习者原创思想、信息素养、高阶思维能力，从而让学习者在未来面对挑战时充满信心。

当然，逻辑—数学智能、语言智能、身体运动智能等方面对于学习者的成长具有基础性作用，也需要培养，只是在学习目标设定时需要更多关注规则和方法及其运用、思维能力的培养，不能过多地停留在对事实和信息的记忆，而后者是机器所擅长的。例如美国卡内基·梅隆大学计算机科学系主任周以真教授提出在阅读、写作、算术之外的另一项需要熟练掌握的基本技能——计算思维[28]，即在理解和解决问题的过程中，运用技术来形成解决方案，实施并验证方案是否正确有效的能力。培养学习者的计算思维，不仅有助于逻辑—数学智能的获得，对于让学习者理解人机关系、人工智能时代的人类行为也是大有裨益的。

(三)人工智能技术助力教育教学改革

运用人工智能技术促进教学和学习改革，目前已有很多的理论研究和实践探索，虽然还没有能够从顶层设计上去重构教育教学，但从目前的技术研发与应用实践来看，在人工智能技术的助练、助评、助学、助教等方面已看到了一些可喜的变化，如百度基于知识图谱的集“看听说想”于一体的教育大脑，科大讯飞的智慧系列产品——微课工具、纸笔课堂、作业平台、组卷工具、智学 2.0、译呗等。

但目前“人工智能+教育产业”的做法主要遵循着将教育的主要环节拆开，在练习、评价、学习过程、教学过程、管理过程等环节进行技术的支持与应用。例如，利用自适应题库系统，让学生进行大量的作题练习，分析做题数据，就可针对每道题、每个学生、班级、学校的作题情况给出评估报告，然后再结合测试数据和评估报告为每位学生订制学习方案，这种数据分析对于客观题型来说特别准确、有效且便捷；对于主观题，如作文批改、口语演讲，以及教学、学习的行为过程分析来说，还需要用到人工智能的图像或语音识别技术，前提是机器智能所解决的问题领域是受限的，以作文批改为例，题目明确、已有作文样本，可以通过机器学习这些样本，掌握基本的规范和评价规则，它就具备了对其他作业进行评阅的能力。在助学、助教方面则需要运用分级阅读系统、自适应课程系统等教与学的平台，深度分析学习者的学习模式、线上线下教学的原始与反馈数据，但这一层次的分析数据复杂，量化难度较大。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

此外，人工智能助教也是这一领域的亮点。Jill Watson 是 IBM 和美国乔治亚理工大学一起开发的人工智能助教，它模拟 Goel 教授的助教在网上进行了五个月的答疑，不仅回答问题及时，而且正确率达到 97%，它可以在不需要任何人工帮助的条件下与学生直接沟通，被认为是教育智能化的一个标志性事件。Jill Watson 对于 Goel 教授来说是助教，而对于学生来说，它则是学习导师，其实从更广泛的意义上来说，他也可以扮演导师、同伴、竞争者，甚至学生的角色，以发挥学习伙伴的作用。Pearson 的报告《智能释放：教育人工智能的争论》，[29] 在分析未来几年人工智能将如何积极转变教育时也提出：未来人工智能学习伙伴能够为未来的教学和学习提供巨大潜力。

人工智能技术的飞速发展，使得人们对“机器人会不会有朝一日取代人类”这一“奇点问题”产生了日渐深重的焦虑，以多元智能理论作为分析依据，给我们更深入地理解人工智能技术发展和教育应用带来了别样的视角，也促进了我们对人类智能的省察与思考。但无论人工智能技术如何发展，将教育人工智能技术的发展定位为对学习者有益的终身学习伙伴，这是教育领域人工智能技术应用的未来发展方向，也是学习者应用技术促进学习的应然。

[参考文献]

[1] 中国政府网. 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知（国发 [2017]35 号）[DB/OL].[2017-07-21].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.

[2] Artificial Intelligence [EB/OL]. [2018-01-01].https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial intelligence.

[3] RUSSELL STUART J, NORVIG P. Artificial Intelligence: a modern approach [M].2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 2003: 908-915.

[4] MCCARTHY J. What is artificial intelligence? [DB/OL] .[2007-11-12]. http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/node1.html.

[5] MINSKY M. Steps toward artificial Intelligence[J]. Proceedings of the IRE,1961,49(1):8-30.

[6] WINSION P H. Artificial Intelligence [M]. 3rd ed. Massachusetts:Addison-Wesley Publishing Company, 1992:14.

[7] Types of artificial intelligence [DB/OL]. [2018-01-01]. https://en.wikipedia.org/wiki/Outline_of_artificial_intelligence.

[8] 朱纯松. 浅谈人工智能：现状、任务、构架与统一 [DB/OL]. [2017-11-07]. http://www.stat.ucla.edu/~sczhu/research_ blog.html#VisionHistory.

[9] RICHARD S. Computer Vision: Algorithms and Applications [M]. New York:springer,2010:10-16.

[10] MITTAL S, MITTAL A. Versatile question answering systems: seeing in synthesis [J]. International journal of intelligent information & database systems, 2011, 5(2):119-142.

[11] LUGER G, STUBBLEFIELD W. Artificial Intelligence: structures and strategies for complex problem solving [M].5th ed. Boston, MA,USA:Pearson Education,2005.

[12] Robotics [EB/OL].[2018-01-01]. https://en.oxforddictionaries.com/definition/robotics.

[13] MITCHELL T M. Machine learning (mcgraw-hill international editions)[M].New York: The McGraw-Hill Companies,1997.

[14] NIKOLOVA K, TANEVA-SHOPOVA S. Multiple intelligences theory and educational practice [Z]. Annual Assesn Zlatarov University, 2007,26(2):105-109.

[15] 钟志贤. 多元智能理论与教育技术[J]. 电化教育研究, 2004(3):7-11.

[16] GARDNER H. Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century [M]. New York: Basic Books,1997:33-34.

[17] GARDNER H, HATCH T. Multiple intelligences go to school: Educational implications of the theory of multiple intelligences[J]. Educational researcher, 1989,18(8):4.

[18] 徐心和. 计算机博弈——对于人类思维的挑战[J]. 中国科技博览, 2009(34):194-195.

[19] 王亚杰, 邱虹坤, 吴燕燕,等. 计算机博弈的研究与发展[J]. 智能系统学报, 2016, 11(6):788-798.

[20] 李俊平. 人工智能技术的伦理问题及其对策研究[D]. 武汉:武汉理工大学, 2013:14.

[21] RUMELHART D E, HINTON G E, WILLIAMS R J. Learning representations by back-propagating errors[J]. Nature,1986, 323:533-536.

[22] HINTON G E, SALAKHUTDINOV R. Reducing the dimensionality of data with neural networks [J]. Science,2006, 313(5786):504-507.

[23] SCHROFF F,KALENICHENKO D,PHILBIN J. FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering [C]. Washington, DC,USA:2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2015:815-823.

[24] 史忠植. 人工智能[M] . 北京:机械工业出版社, 2016:3.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[25] 苑勇. 从人机大战看人工智能的考查点[J]. 中学政治教学参考, 2016(10):62-62.

[26] NEWELL A, SIMON H A. Human problem solving [M]. New Jersey:Prentice Hall, 1972:xvii-xix.

[27] Horizon Report 2016&2017 for K-12 Edition & Higher Ed Edition [DB/OL]. [2018-01-30]. https://www.nmc.org/nmc-horizon/.

[28] WING J M. Computational thinking (PDF)[J].Communications of the ACM,2016, 49(3):33.

[29] LUCKIN R,HOMES W,GRIFFITHS M,et al. Intelligence unleashed: an argument for aI in education[M].London:Pearson, 2016:38.

The Development and Educational Application of Artificial Intelligence Technologies from the Perspective of Multi-Intelligence

CHEN Weiwei

(School of Artificial Intelligence, Nanjing Xiaozhuang University, Nanjing Jiangsu 211171)

[Abstract] The development of artificial intelligence (AI) and the national strategic plan for the development of artificial intelligence have all put forward an urgent demand for educational application of intelligent technology. From the perspective of multiple intelligences, it is necessary to clarify the development of intelligent technology and its educational application. Based on the concept and classification of AI, this paper analyzes 6 main technical characteristics of AI: computer vision, natural language understanding and communication, cognition and reasoning, robotics, game and ethics, machine learning. With the reference of multi-intelligence, this paper establishes corresponding relations between multi-intelligence and artificial intelligence. From the degree of technical implementation of multi-intelligence special structure and the degree of technical framework realization of temporal structures, this paper analyzes the research status and future development trend of AI, and discusses the orientation and suggestions of AI technology when applied in education.

[Keywords] Artificial Intelligence; Multi-intelligence; Educational Application; Development of Technologies

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

意义生活的完整性：人工智能时代劳动教育何以必要与何以可为

徐海娇
（东北师范大学，吉林 长春 130114）

摘　要：劳动教育不是生活以外的形式训练，人正是在劳动中实现生活的意义。人工智能时代在促进个体生活现代化的同时，也带来了私人生活公共化、个体意义碎片化和人际关系陌生化的危机和挑战。如何超越技术理性中物的尺度，实现生活活动合规律性与合目的性的统一，就成为人工智能时代劳动教育发展的必然要求。为此，劳动教育应通过彰显技术理性中人的双重尺度、深化对生活意义的体验和拓展职业交往中的人文内涵以及突出个体的内在情感和思维，使个体更好地应对人工智能时代的冲击，真正实现完整的意义生活，从而更好地促进人的自由全面发展，创造美好幸福的生活。

关键词：劳动教育；人工智能时代；意义生活；完整性
中图分类号：G641　文献标识码：A　文章编号：1672-4038（2019）11-0088-08

自 1956 年达特茅斯夏季研讨会首次提出人工智能概念后，经过 60 多年的不懈探索，特别是在移动互联网、大数据、超级计算、传感网、脑科学等新理论、新技术的引领下，加之经济社会发展强烈需求的双重驱动，人工智能呈现爆发式增长。阿尔法狗战胜人类顶尖围棋高手，写稿机器人和智能翻译机竞相上岗，“未来诊室”中人工智能精准诊断，智能家居走进千家万户……近年来，人工智能技术频频亮相，推动经济社会各领域从数字化、网络化向智能化加速跃升，深刻地改变着人类的思维方式、行为习惯以及生活方式，人类社会正在加速进入一个人与人工智能共同生活和协同工作的时代，即人工智能时代。2017 年，我国正式提出《新一代人工智能发展规划》，将发展人工智能上升到国家战略高度，助力抢占人工智能研发与应用战略高地。人工智能在为这个时代发展注入新动能的同时，由此引发的技术理性过度膨胀和异化也对人们完整的意义生活提出了严峻挑战。工具理性和价值理性的割裂与失衡不能通过将个体发展同技术文明发展对立起来加以解决，相反，只有深化智能生活作为人与自然的统一，在寻求建构人的完整意义、复归人类的本质中才能实现。劳动作为意义生活和人类本质复归的重要实现形式，如何看待进而解决好合规律性和合目的性的有机统一问题，是新时

来稿日期：2019-09-23
基金项目：教育部人文社会科学研究青年基金资助项目（19YJC880107）
作者简介：徐海娇，女，东北师范大学政法学院讲师，东北师范大学政治学博士后流动站科研人员，主要从事教育基本理论、思想政治教育原理研究。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

代践行劳动教育的基础性前提和基本切入点。

一、人工智能时代对意义生活完整性的冲击

人与动物不同，动物的生存是一种无意识的本能的生命活动，它无法将其自身及其生命活动视为意识对象，因而无法建构丰富的意义世界；而人的生活是一种有意识的自觉活动，世界是作为他的意识对象而存在的，因而能够感受和创生丰富的意义世界。由此，包含生活环境和生活方式在内的人的生活不是一种事实经验的自然积累，而是一种拥有完整意义的存在，是人作为类本质得以自我实现的活动。随着人工智能技术广泛渗透到生产和生活的各个领域，在给人们带来诸多便利的同时，也深化了人们平面化的交往方式和消费主义的生活方式，这种交往方式和生活方式对人们生活意义的完整性产生了颠覆性影响乃至重塑。

1. 私人生活的公共化

人工智能区别于一般信息网络技术，它不仅极大地突破了技术应用的时空局限，而且表现出技术属性和社会属性高度融合的特征。这种高度融合体现在现实中就是人工智能技术往往对个体生活“无孔不入”地渗入，从而带来私人生活公共化的风险。

人工智能时代，数据流通和共享成为推动人工智能时代产业升级的必然选择，然而，数据共享和私人生活之间却存在着先天矛盾和利益冲突。这是因为，人工智能与移动互联网、大数据的加速融合在促进产业创新发展的同时，使个体无时无刻不暴露在全景式的监控下，侵占和挤压个体的私人生活。以个体消费为例，随着编码逻辑的活动越来越标准化和碎片化，自动算法系统作为新的认知层面，建构了个人的电子档案，能够实时地解读和编辑个人行为、筛查个人的心情、追踪个人的喜好，甚至能够抓取个人对信息的感知趋向，进行针对性地信息推送。[1] 在这样一个全景式的智能化社会中，私人生活中人们消费需求的满足已不再是问题，“什么是自己真正想要的”才是问题。任何现实需求的产生与满足都可能成为生产决策智能化的一个环节。私人生活在越来越依赖社会化生产的同时，也将自己变为公共生活的组成部分。

公共化固然是社会发展的需要，但被迫的公共化也会为个体与社会的关系带来紧张和焦虑，正如阿尔贝特·施韦泽指出的，“心灵也有其外衣，我们不应脱掉它”[2]。一个完整的生活必然是个体与社会之间存在必要的张力，人工智能不断加剧社会生活的不透明性和个人生活的透明性之间的反差，必然引发个体的焦灼不安和意义的失落。同时，当人工智能的技术供给与市场需求紧密结合时，为谋求生活资料的活动尤其是家务劳动也必然逐渐淡出私人生活领域，甚至可能被公共服务业取代，这些活动表征的生活意义又该从何处弥补？这些都需要我们面对人工智能时代带来的公共化挑战，重新构筑个体的意义生活。

2. 个体意义的碎片化

近年来，人工智能迎来质的飞跃，从学界、业界小圈子“飞入寻常百姓家”，真切地改变着人们的日常生活和行为习惯，其中最为深刻的改变集中在思维方式上。人工智能突出的特征就在于以信息参与决策实现深入的人机协同，知识信息不再单纯是个体寻求生活意义的分析对象，信息负载意义，知识负载判断，个体的意义分散于零散的信息中。

早在后喻文化的提出中，米德就指明了随着知识信息的激增和学习方式的更新，信息时代的知识传递将是一个年轻一代将知识文化传递给他们在世前辈的过程。[3] 这种后喻文化现象告诉我们，知识信息的意义发生史同人的自然史并不是亦步亦趋的。但这种后喻文化还是着眼于知识传递的代际特征，针对的是人与人之间的关系。而人工智能尤其是混合增强智能则提出智能理论应突破人机协同中的瓶颈，通过对直觉推理、因果模型等研究与应用，实现机器的学习与思考接近甚至超越人类的智能水平。这样不仅在人与人之间，甚至在人机之间，针对某一具体情境，个体对事物意义的决断也可能不再处于价值链的高端。这就必然强化个体意义对信息的高度依赖，人类与生俱来的内在

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

价值和尊严在人工智能的冲击下岌岌可危，从而颠覆了完整的意义生活。

正如康德在阐释知性时提出，如果说分析能力还是对已有经验的重组与改造，判断力则是人能动性的集中体现，一个满脑医学理论的医生不一定在病情的判断上表现卓越，判断力不能通过训练习得，只能在实践和应用中养成。[4] 人工智能时代，个性化的“算法+推荐”模式破坏了信息呈现的全面性和多样性，人的思维被算法规制，这不仅剥夺个体全面获取信息的权利，而且侵蚀个体的判断力，进而操控和控制个体的价值偏向和行为偏向。人工智能时代对人判断能力的挑战最为深刻地触及了人寻求意义的能动品格。如果说网络时代带来的是人在庞杂信息面前的无从选择，那么人工智能时代则以人这种能动判断的失落向个体意义提出碎片化的挑战。

3. 人际关系的陌生化

人作为社会性存在，总是处于一定的社会关系之中，正如马克思强调的，“人的本质不是单个人所固有的抽象物，在其现实性上，它是一切社会关系的总和”[5]。人工智能在深化人与人之间平面化的交往方式同时，更加强调人机关系对人际关系、虚拟场景和现实生活的介入。这种介入重塑了传统熟人社会中以血缘和地缘为纽带建构起来的人际关系，为人际关系带来陌生化的新挑战。

在对熟人社会的认识上，费孝通先生较早提出差序格局的概念。在他看来，以农业为基础的传统中国社会构成一个关系由近及远展现影响的人际世界。然而，人工智能的发展促使社会关系走向智能化和虚拟化，打破了传统交往的时空局限，却使个体过度沉湎于虚拟空间，久而久之，个体的社会交往能力与群体意识逐渐下降。

此外，人工智能对交往方式的改变不限于此，它超越了信息网络技术单纯作为沟通手段的中立性，使得人机关系、虚拟与现实的关系真正成为人际交往中的重要组成部分。智能时代的这种介入往往模糊了熟人社会交往中的人际准则，正如日本已有研究指出，人际交往中的宜人性和亲社会性在人机协同的环境中逐渐被淡漠了，人们不再是通过交往的体验形成对人际关系的认识，而是通过交往目的的实现与否判断人际关系。[6] 传统人与人之间温情脉脉的人际关系代之以越来越明显的功用性交往目的，这种交往的功用性正是人际关系陌生化的重要根源，进而引发人工智能时代个体归属感的匮乏、安全感的降低和自我认同的焦虑，大大地降低了个体的幸福感。

二、人工智能时代劳动教育何以必要

人工智能在强调高度的人机协同和信息技术的决策能力时，也向人寻求意义、掌握意义的理性能力发起挑战，这种挑战对生活意义的完整性造成强烈的冲击。相比较网络时代让人面对一个信息溢出的世界，智能时代更进一步提出人不仅面临信息无法抉择，甚至也难以抉择自身，人成了一个人机协同判断过程的逻辑环节。为此，如何超越技术理性中物的尺度，趋向人的内在尺度以实现人完整的意义生活，就成为智能时代劳动教育的价值规定。

1. 培养全面发展的人的根本途径

我国劳动教育的实践是建立在马克思教劳结合思想基础上的，在马克思看来，教育与生产劳动相结合是培养全面发展的人的根本途径。然而，在对教劳结合思想的理解上，过去我们往往受制于经验化的认识，将劳动单纯看作现实活动的经验表象，以至于在这一过程中产生出对劳动教育的认识疑惑，即劳动教育究竟是生活技能的形式训练还是专门的教育内容。其实，当我们超越形式化地将劳动教育看作教劳结合思想的现实演绎，便不难理解教劳结合思想的提出乃至劳动教育都是透过实践改造人自身的思考结果，而非片面的经验手段或抽象的形式前提。为此，马克思对劳动与生活的关系进行了生动地描绘，“忧心忡忡的穷人甚至对最美丽的景色都没什么感觉；贩卖矿物的商人只看到矿物的商业价值，而看不到矿物的美和特性；他没有矿物学的感觉”[7]。世界对每个人来说都是自在而同一的，我们是在不同的生产劳

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

动中，在这些劳动表征的思维模式中形成对生活的不同体验。在此基础上，马克思提出了生产劳动中人的双重尺度，“动物只是按照它所属的那个种的尺度和需要来建造，而人却懂得按照任何一个种的尺度来进行生产，并且懂得处处都把固有的尺度运用于对象；因此，人也按照美的规律来构造”[8]。劳动作为一种改造现实的活动，它不仅要把理想转变为现实，也是对价值之善和人内在之美的实现，因而，培养全面发展的人并且赋予其实现有意义和有尊严的生活能力是实施劳动教育的价值诉求。

2. 合规律性与合目的性的有机统一

马克思将人的劳动同一般动物的生存活动区别开来，动物纯粹生物意义上的生存活动作为一种自在的过程，只是按照其所属的种的尺度进行生产的，人的劳动作为有目的的改造性活动，可以按照任何一个种的尺度来生产，正是在这一过程中，产生了价值级序与价值选择。在此基础上，马克思阐明了劳动中这种价值级序与选择区别于机器表征的计算理性在于，它不仅是一种合规律的建造，而且是一种合目的的建造，作为合规律与合目的的统一表现就是人懂得处处把自己内在的尺度运用到对象上去。正如马克思指出的，“蜜蜂建筑蜂房的本领使人间的许多建筑师感到惭愧。但是，最蹩脚的建筑师从一开始就比最灵巧的蜜蜂高明的地方，是他在用蜂蜡建筑蜂房以前，已经在自己的头脑中把它建成了”[9]，劳动过程中合规律性已经内在于目的性之中。

传统在对劳动教育的认识中，我们往往仅将劳动看作经验活动的表象，将劳动中的价值实现看作对劳动成果的实际评价，从而将劳动过程在事实与价值的领域割裂开来。但是马克思有关两种尺度的论述则说明了劳动不是实现生活目的的外在手段，劳动本身就是真善美相统一的实现过程。只有这种过程才是马克思心目中属人的劳动。在此基础上，人工智能的背景下为达到某一现实目的的合规律性活动总是试图使人成为某种人，即使在高度人机协同的场景也是如此，并不能真正将人从物的尺度中区别开来。劳动教育要实现的就是对这种片面技术理性的反省，在合规律的生存性活动中找到与生活目的的统一性，真正使人作为人而成为人，这就是智能时代劳动教育通过劳动唤醒个体对完整生活意义的追求。

3. 创造美好幸福生活的必由之路

劳动是一切美好幸福生活的基础和源泉，离开辛勤劳动、诚实劳动和创造性劳动，所谓的美好幸福生活不过是镜中花和水中月。这是因为，一切美好幸福生活在本质上与人的需要以及需要的满足密不可分。人的第一个前提性需要是物质需要。马克思、恩格斯认为，“人们为了能够‘创造历史’，必须能够生活。但是为了生活，首先就需要吃喝住穿以及其他一些东西。因此，第一个历史活动就是生产满足这些需要的资料，即物质生活本身，而且这是人们从几千年前直到今天单是为了维持生活就必须每日每时从事的历史活动，是一切历史的基本条件”[10]。人为了不断满足自身生存和发展的需求，不得不“以学习求生存”，学习那些自然界和遗传没有赋予的生存劳动技能，在认识自然和保护自然的同时，利用自然和改造自然。[11]

劳动不仅仅能创造出大量的物质财富，满足个体的物质需求，还能创造出绚烂的艺术与文化，满足个体的精神需求。动物与人不同，动物无法感知美和幸福的存在，而人却能够体悟和创造美和幸福，进而充盈丰富的精神世界。此外，劳动不仅是满足个体的生活需求和社会发展的生产手段，而且是凸显自身价值的基本途径，人通过劳动使其本质力量得到确证和肯定，这种确证和肯定在主体层面会带来一种深层的愉悦与体验，从而使个体精神世界更加丰富和深刻。由此可见，美好幸福生活所必需的一切东西，无论物质的、精神文化的，皆为劳动付出和创造之结果，这也为劳动教育创造幸福美好的生活提供了基本依据。学生在参与农业生产、工业体验、商业和服务业实践以及家务劳动、志愿服务的过程中，不再是生活以外的形式训练，而是让学生在这一过程中切实体会美好幸福生活基于需求的满足，劳动则为满足需求提供了现实路径，即使在人机高度协同的时代，幸福也是奋斗出来的。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

三、人工智能时代劳动教育何以可为

人工智能时代将人引入人机协同的世界同时，也向人寻求生活意义、实现意义的理性能力发起挑战。劳动教育怎样超越将劳动单纯视为技能训练的认识局限，使人自觉认识到劳动是彰显生活意义的个体实现过程，这是人工智能时代劳动教育促进个体自由全面发展的可为空间。

1. 彰显技术理性中人的双重尺度

人工智能时代在推进人机协同的智慧水平同时，也无形中将生活意义的尺度统一于合规律性，凸显了技术理性在生活意义中的地位和作用。为此，劳动教育应发掘技术理性中人的双重尺度，在寻求生活意义的过程中帮助个体重塑主体价值。

人工智能以数据的深度发掘和决策机制试图将人从繁重的体力劳动，乃至常规性的脑力劳动中解放出来，在这一过程中，也向人寻求意义的理性能力提出深刻质疑，如果人生在世的意义都只是合规律的决策实现，那么当机器接近甚至取代人的判断力，生活还有什么意义呢？这种质疑一方面架空了人的主体性，导致个体被迫公共化、被迫服从计算理性，从而引发个体主体性丧失的焦虑；另一方面，技术理性不断泛化和僭越，在人的价值级序中被极大提升乃至成为价值的顶端。与此同时，我们还应清醒地看到，个体的发展不能脱离时代发展孤立地进行。智能时代在张扬技术理性的同时也揭示了不仅是自然界的一般运动，甚至人创造环境的生产劳动仅仅作为问题解决技术，实质都是在物的尺度下进行生产和建造。

为此，劳动教育如果只是让学生训练某些遗忘的生活技能，那还不能使人摆脱片面技术理性的窠臼。智能时代的劳动教育更应该让个体在家务劳动、校园劳动、校外劳动以及志愿服务中自觉认识到单纯的问题解决还是人某一种理性能力。人在生活实践中如何处理与他人、人与社会的关系，这些关系反过来如何界定世界乃至人自身，才是人主体能动性的真正体现，正是这种主体性的实现蕴含着目的性和规律性的统一。《新一代人工智能发展规划》特别提出，人工智能的全面发展不仅要强调技术服务的智能，更应将人工智能运用至拓展产业链条、升级产业结构的过程中。[12] 这不仅是社会发展的要求，也是个体发展的需要。劳动教育一方面应充分发掘技术变革生活方式的价值和意义，尤其要关注人工智能的现实应用对法律与社会伦理的冲击，通过探索劳动与智能生活之间的关系，构筑更加符合社会发展、更具弹性的社会关系准则；另一方面，劳动教育应主动融入智能生活，通过深度学习、跨媒体协同处理等技术活动提升人改造环境的创造能力，拓展问题解决以外理性能力的意义向度，从而超越物的尺度，凸显智能生活中人的尺度，塑造人作为生活意义建构主体的地位和价值。

2. 深化对可能生活的意义体验

人工智能通过大数据的分析和因果模型极大地发挥机器参与生活和问题解决的能力。但是，单一的问题解决情境是一种确定性的生活，它把一切意义都扁平化为以满足需要为最终目的的单向生活。劳动教育应向个体揭示可能生活的深度和广度，丰富个体对生活的意义体验，从而实现个体人格和精神的健全发展。

物的生存是一种走向确定性的过程，它的本质和它的存在是自在同一的，而人的本质不是固有的现存物，乃是人生在世的意义。人的本质需通过存在过程建构，“存在先于本质”，因此是一种“可能的生活”。正是这种可能的生活规定了人的意义体验不是直接地满足需要，而是沉浸在这种满足承载的特定历史文化中。正如马克思提出的，“对于没有音乐感的耳朵来说，最美的音乐也毫无意义”[13]。这种对生活意义的感知不能靠满足需要来积累，只能通过劳动在历史过程中获得。

毛泽东同志在阐释实践时曾强调，感觉到的东西，我们不能立刻理解它；只有理解了的东西，才能更深刻地感觉它。[14] 随着人工智能介入现实生活的程度不断加深，传统私人生活中的家庭劳动变成了社会公共服务，如何深化这种意义体验，是智能时代劳动教育的重要内容。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为此，劳动教育应加强学生生活实践、劳动技能和职业体验教育，在劳动体验中不断发掘智能生活的鲜活素材的同时，要努力引导学生走向生活，全方位地展现日常生活资料的生产过程。此外，劳动教育还应发掘日常劳动产品背后的文化背景和历史内涵，引导学生热爱生活。在此基础上，结合人工智能时代的背景，劳动教育最终应让学生自觉认识到技术的发展并不意味着弱化生活技能，相反有创造力的劳动是比单纯的机械劳动更为艰苦的活动，个体只有更为主动地探索生活的意义、发掘这种意义可能的空间才能应对技术将生活单向化的挑战。

3. 拓展交往世界的人文内涵

人工智能时代超越网络时代的重要表现就是技术不再是一种服务生活的中立性手段，机器与通过它表征的虚拟现实都成为人的世界的组成部分。这在极大拓展了人们生活空间的同时，也模糊了人际关系和人机关系之间的边界，乃至造成交往世界的功利主义和经济主义，为此劳动教育应重申交往的人文性并拓展其内涵。

智能时代使得共创分享成为社会生态的基本特征，这种共创分享不仅体现在知识和数据的跨时空流动中，更体现在人机之间、虚拟与现实之间的对话中。这意味着不仅知识技术手段成为社会流动的要素，甚至人的生存技能以及劳动中人与人的关系都成为智能化的一个环节。这在促进社会经济高效发展的同时，也从根本上瓦解了传统熟人社会的交往空间，在人际关系上引发了交往中的功利主义和经济主义等一系列问题。但同时，我们应当看到，智能生活生产出平面化交往的同时，也凸显出个人的社会性能力在交往中的价值。正如杰里米·里夫金强调的，由于社会分工的精细化，我们的自我意识越来越强，与之伴随的是我们愈加认识到生命的脆弱性和不可重复性，这种唯一的生命存在感更能让我们能够体会到别人独一无二的人生旅程。[15]

在此基础上，劳动教育应实现个体能力的社会化，积极应对智能时代对交往世界陌生化的挑战。这种社会化的核心就是教育不仅要教会个体学会生活的基本技能，更要关注能力在社会中的可迁移性。为此，联合国教科文组织在《反思教育：向“全球共同利益”的理念转变?》报告中明确提出，仅凭教育不能解决所有的发展问题，为此应该着眼于全局的人文主义方法，努力实现新的发展模式。在这种模式下，经济增长必须遵从环境管理的指导，必须服从人们对于和平、包容与社会正义的关注。[16] 而这种全局的人文发展模式，其实现核心就是学会学习，通过能力的迁移化实现交往的普遍性和人与人的共同理解。这就要求劳动教育必须将生活技能中的核心素养作为培养的重心，通过劳动提升个体的职业意识和协作意识，以劳动为契机深化对不同时空人群的文化理解。尤其在社会伦理的构建上，劳动教育不应将职业交往中的公正诚信、敬业爱业等精神仅看作个体私德来培养，更应当看作个体社会性品质的核心，以职业交往带动一般人际交往，丰富人们交往世界的人文内涵。只有这样，我们才能超越将智能时代与平面化交往简单地等同起来，积极应对人工智能对交往世界的异化挑战。

4. 突出个体的内在情感和思维

日新月异的技术变革不断重塑我们的生活世界和价值世界，机械技术革命替代了手工劳动，重新定义了人力和物力资源；电子信息技术革命不仅替代了体力劳动，甚至替代了部分脑力劳动；业已到来的人工智能技术革命实现了实体物理世界与虚拟网络世界的融合，将人们从体力劳动乃至常规性的脑力劳动中解放出来，从而增加了个体从事思考、审美等闲暇时间，更加专注于创新能力、思考能力、审美能力的提升，必然引发价值的再次转移。[17] 这次会重点突出难以被机器学习和掌握的人类内在情感和思维——思考力、创造力和问题解决能力，从而坚守和体认个体日渐失落的内在价值、尊严和精神。

劳动教育的载体作为一种操作性的实践活动不同于理论沉思，是建立在劳动主体对劳动对象的否定性占有的基础之上的，包括对劳动对象的操作、运用和再创造，劳动中潜藏着劳动主体独特的心智模式和特有的思维方式，这有利于劳动主体形成新的认知习惯，即实践的

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

推理。与科学不同，它不是一种“在手”的活动，而是一种“上手”的活动，这种“上手”的活动对世界的存在做出了客观的、人们可以感知的改变。恰如苏霍姆林斯基所言，劳动不只是铲子和犁，而且是一种思维。[18] 在个体亲历的劳动教育实践中，需要个体通过劳动实践的推理“联结”结构与功能的鸿沟，而在这一过程中，个体就必须经过整体性思维、分析性思维与非理性思维的综合，必须实现实体性思维向关系性思维的转换。由此看来，从过程论来认识劳动教育的本质，人工智能时代将使劳动教育在学习内容、学习方式方面实现新的突破，获得新的空间，达到新的高度，它不再仅仅着眼于动手操作技能的培养和训练，而是更加注重创造性思维、复杂性思维、问题解决能力和系统方法论的培养，从而真正实现手脑并用，[19] 转变长期以来唯分数、唯书本、唯训练、唯考试，追求“纸面成长”的不良取向。

参考文献：

[1] 成素梅. 智能化社会的十大哲学挑战 [J]. 探索与争鸣，2017，(10)：41—48.

[2] 阿尔贝特·施韦泽. 敬畏生命：五十年来的基本论述 [M]. 陈泽环，译. 上海：上海人民出版社，2017. 48.

[3] 玛格丽特·米德. 文化和承诺 [M]. 周晓红，周怡，译. 石家庄：河北人民出版社，1987. 76.

[4] 康德. 纯粹理性批判 [M]. 李秋零，译. 北京：中国人民大学出版社，2004. 126.

[5] [8] [10] 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局. 马克思恩格斯选集（第 1 卷）[M]. 北京：人民出版社，2012. 135. 57. 158.

[6] 松尾丰，盐野诚. 大智能时代：智能科技如何改变人类的经济、社会与生活 [M]. 陆贝旎，译. 北京：机械工业出版社，2016. 101.

[7] [13] 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局. 马克思恩格斯全集（第 42 卷）[M]. 北京：人民出版社，1979. 126. 125.

[9] 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局.马克思恩格斯全集（第 44 卷）[M]. 北京：人民出版社，2001. 208.

[11] 联合国教科文组织国际教育发展委员会.学会生存——教育世界的今天与明天 [M]. 华东师范大学比较教育研究所，译. 北京：教育科学出版社，1996. 196.

[12] 中国政府网. 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知 [EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm, 2017-07-08.

[14] 毛泽东. 毛泽东选集 [M]. 北京：中共中央党校出版社，2002. 71.

[15] 杰里米·里夫金. 第三次工业革命 [M]. 张体伟，孙豫宁，译. 台北：经济新潮社，2013. 353.

[16] 联合国教科文组织. 反思教育：向“全球共同利益”的理念转变？[M]. 联合国教科文组织总部中文科，译. 北京：教育科学出版社，2017. 38.

[17] 清华大学中国科技政策研究中心. 中国人工智能发展报告 2018 [EB/OL]. http://www.clii.com.cn/lhrh/hyxx/201807/P020180724021759.pdf，2018-07-24.

[18] 苏霍姆林斯基. 怎样培养真正的人 [M]. 蔡汀，译. 北京：教育科学出版社，1992. 146.

[19] 徐海娇. 重构劳动教育的价值空间 [J]. 中国教育学刊，2019，(6)：51—56.

（责任编辑　吴潇剑）

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Integrity of Meaningful Life: the Necessity and Possibility of Labor Education in the Era of Artificial Intelligence

Xu Haijiao

Abstract: Labor education is not a formal training out of life, but in labor that people realize the meaning of life. In the era of artificial intelligence, it not only promotes the modernization of individual life, but also brings the crisis and challenges of the publicity of private life, the fragmentation of individual meaning and the strangeness of interpersonal relationship. How to transcend the scale of objects in technological rationality and realize the unity of life activities with regularity and purpose have become the inevitable requirement of the development of labor education in the era of artificial intelligence. Therefore labor education should enable human to cope with the challenges of the era of artificial intelligence actively through manifesting dual scales of human in technical rationality, deepening experience of the meaning of life, expanding humanistic connotation in professional communication and highlighting the inner feelings and thinking of individuals. Only in this way can labor education help human realize a complete meaningful life, better promote free and all-round development of people and create a better and happy life.

Key words: Labor education; The era of artificial intelligence; Meaningful life; Integrity

（上接第 78 页）

The Impact of Commitment and Perceived Behavior Control to the Faculty Members' Engagement in the Internationalization of Teaching and Learning in Universities

Xue Shan

Abstract: The engagement of the faculty members is important for the internationalization of universities. It is of great significance to explore the factors that affect the participation of faculty members in the implementation of the internationalization strategy of university teaching. The research explores the impact of normative commitment, instrumental commitment and perceived behavior control on its activity participation behavior through a questionnaire survey of 960 university teachers on faculty members´ engagement in the two important activities "creating international exchange opportunities for students" and "developing professional English-taught courses" as analysis objects. It is found that perceived behavioral control is the most important direct influence variable for both types of activities. For activities with low energy consumption, normative commitment has a significant impact while instrumental commitment is not. For activities with a high level of energy consumption, instrumental commitment has a significant direct impact, while normative commitment has no significant direct impact but influences the participating behaviors through the interaction with perceived behavioral control.

Key words: Internationalization of universities; Normative commitment; Instrumental commitment; Perceived behavior control; Interaction effect

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

国际比较视野下的人工智能教育应用政策*

段世飞[1] 龚国钦[2]

（1. 清华大学 教育研究院，北京 100084；
2. 北京师范大学 国际与比较教育研究院，北京 100875）

摘要：文章基于国际比较的视野，首先选取美国、英国、法国、日本、新加坡五个发达国家的国家级人工智能战略，对其中的人工智能教育应用政策进行了介绍和分析；接着，文章重点梳理了中国的人工智能教育应用政策；随后，文章从政府层面和教育层面对各国的人工智能教育应用政策进行了比较分析；最后，文章揭示了中国人工智能教育应用政策存在的不足，并提出了具体的发展路径。对国内外人工智能教育应用政策进行对比，有助于发现国外人工智能教育政策的优秀经验并加以借鉴，从而为完善中国的人工智能教育政策提供参考。

关键词：人工智能；教育应用；教育政策；国际比较研究

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009—8097（2019）03—0011—07 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2019.03.002

1950 年，英国数学家艾伦·图灵发表的论文《计算机器与智能》（*Computing Machinery and Intelligence*）被视为现代人工智能的发端[1]。经过几十年的发展，人工智能的相关理论和技术日渐成熟。鉴于人工智能在社会各个领域的应用潜力及其在应对社会各种挑战方面的广阔前景，美国于 2016 年率先行动，出台了人工智能国家战略；英国、法国、日本、新加坡和中国等国也紧随其后，纷纷出台了本国的人工智能发展战略。各国普遍认为，人工智能是未来教育变革的重要动力，将对人才培养、学科设置、课程教学等产生重要影响，故人工智能教育应用政策成为了各国人工智能战略规划的重要组成部分。鉴于此，本研究拟对国内外的人工智能教育应用政策进行梳理和比较，以期对人工智能时代我国的教育改革提供参考。

一 国外的人工智能教育应用政策

2018 年，斯坦福大学发布的《2018 AI 指数年度报告》（*2018 AI Index Annual Report*）指出，部分发达国家如美国在人工智能领域显示出先发优势[2]。本研究参考此报告，拟选取美国、英国、法国、日本、新加坡五个发达国家发布的国家级人工智能战略，对其中的人工智能教育应用政策进行介绍和分析。

1 美国的人工智能教育应用政策

2016 年 10 月，奥巴马政府出台《为人工智能的未来做好准备》（*Preparing for the Future of Artificial Intelligence*）和《国家人工智能研究和发展战略计划》（*The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan*）；同年 12 月，又出台了《人工智能、自动化与经济》（*Artificial Intelligence, Automation, and the Economy*）——这三份报告标志着美国国家人工智能战略的正式开启。总结这三份报告中美国的人工智能教育应用政策，主要包括：①在美国研究型大学进行人工智能前沿理论的研究和尖端技术的研发。在这一过程中，美国研究型大学应将神经网络、计算科学等前沿学科和跨学科人才培养作为人工智能发展的基石。②明确联邦政府在资助人工智能基础研究、促进人工智能在多领域综合运用、保证产业升级后合格劳动力数量和来源多样化、促进社会发展公平等方面所承担的重要参与者角色[3]。

2 英国的人工智能教育应用政策

2017 年 10 月，英国政府发布《在英国发展人工智能产业》（*Growing the Artificial Intelligence Industry in the UK*），初步规划了政府资助学术界开展研究项目、吸引国际人才进行跨国合作、制定初等学校改革政策、改革高等学校人才培养模式以及完善学科发展布局等方面的工作。总结此报告中英国的人工智能教育应用政策，主要包括：①人才培养方面，采取多种措施培养或引进更多人工智能领域的人才，如设立人工智能领域的行业资助型硕士项目（Industry-funded Masters Programme in AI）；在英国著名大学中新增 200 多个博士学位名额，吸引来自世界各地、具有各种学科背景的博士候选人；为英国留学生提供国际人工智能奖学金计划（AI Fellowship Programme）。②课程设置方面，承认在线人工智能课程学分，开发符合雇主需求的人工智能转修课程（Conversion Courses in AI）[4]。③继续教育方面，促进人工智能领域工作人员的多样性，如吸引更多的女性和少数族裔加入。

3 法国的人工智能教育应用政策

2017 年 1 月，法国政府发布《法国人工智能综合报告》（*Rapport de Synthèse France Intelligence Artificielle*）[5]，标志着法国人工智能国家战略的开端。总结此报告中法国的人工智能教育应用政策，主要包括：①在学科建设方面，重视国家级人工智能培训课程开发，强调跨学科平台建设，促进以公私合作为特色的教学方法创新；②在人才培养方面，重点加强计算科学、认知科学、自然语言识别等学科人才的培养；③在新型劳动力培训方面，伴随着经济转型产生的劳动力需求变化，政府出台相应政策，支持在线教育，为平台的学习行为分析、个性化课程开发、公民继续学习构建技能评级框架，鼓励终身学习并提供深造机会。

4 日本的人工智能教育应用政策

2016 年 6 月，日本政府发布《日本振新战略 2016——面向第 4 次产业革命》[6]。总结此报告中日本的人工智能教育应用政策，主要包括：①在基础教育阶段，将编程教育、科普教育等与人工智能相关的基础课程纳入中小学必修课范围，要求每个学生养成理解、运用信息技术和数据的素养。②在高等教育阶段，进行大学和国立科研机构改革，扩大工业界和学术界的联合研究活动；同时，把人才培养和人才引进作为战略的重要部分[7]。

2017 年 3 月，日本发布《人工智能技术战略（草案）（人工智能技术战略会议总结）》[8]。此报告对日本的人工智能教育应用政策进行了更加详细的探讨：在工业化的第一阶段，人才应具备运用计算机通用知识和编程来解决问题的能力；在工业化的第二阶段和第三阶段，随着人工智能技术的广泛应用，人才应具备使用人工智能技术为企业界创造价值的能力。

5 新加坡的人工智能教育应用政策

2018 年 3 月，新加坡总理办公室发布“ 人工智能新加坡 ”项目。作为人工智能领域的国家级项目，它标志着新加坡政府国家人工智能战略的开启[9]。总结该项目所反映的新加坡人工智能教育应用政策，主要包括：①人才培养方面，设立国家研究基金会奖学金（NRF Fellowship）和支持人工智能领域科学活动的调查员计划，使新加坡本地人才通过参与培训获得人工智能时代所应具备的能力。②环境设置方面，通过创客空间鼓励社区的人工智能行动者和思想家（Community of Doers and Thinkers in AI）共享资源和设施，以最大限度地实现社区的互动和协作。此外，新加坡还通过加强重要研究机构与人工智能创业公司的合作，创新人工智能技术，更新人工智能领域知识，从而为新加坡人工智能工作的开展提供支持。

二 中国的人工智能教育应用政策

2010 年，教育部在《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020 年）》中指出：应将教育信息化纳入国家信息化整体战略，高度重视信息技术对教育的革命性影响[10]。2016 年，教育部发布《教育信息化“十三五”规划》，要求“依托信息技术营造信息化教学环境，促进教学理念、教学模式和教学内容改革，推进信息技术在日常教学中的深入、广泛应用，适应信息时代对培养高素质人才的需求”[11]。这两个文件的发布，为中国人工智能教育应用政策的推出奠定了基础。

2017 年 1 月，国务院颁布《国家教育事业发展“十三五”规划》，提出“支持各级各类学校建设智慧校园，综合利用互联网、大数据、人工智能和虚拟现实技术探索未来教育教学新模式。鼓励高等学校基于互联网开展学历与非学历继续教育。”[12]同年 7 月，国务院出台《新一代人工智能发展规划》，强调高校和科研机构开展人工智能前沿性基础理论研究、跨学科探索性研究，引进和培育人工智能领域的顶尖人才团队，进行人工智能学科建设[13]。

2018 年 4 月，教育部印发《高等学校人工智能创新行动计划》[14]，标志中国人工智能教育应用政策的进一步深化。这份文件细化了高校在人工智能领域的创新行动，强调高校在科技创新体系中的智力支持角色，并发挥科学研究、人才培养、科技成果转化与示范应用方面的积极作用。与此同时，政府和高校就人工智能人才培养也展开了具体合作，如教育部与北京大学于 2018 年 4 月合作，启动了中国高校人工智能人才国际培养计划[15]。

2018 年 4 月，教育部发布《教育信息化 2.0 行动计划》，提出“推动人工智能在教学、管理等方面的全流程应用，利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革，探索泛在、灵活、智能的教育教学新环境建设与应用模式。”[16]这份文件对中国的教育信息化建设尤其是人工智能的教育应用进行了重大战略安排，为人工智能时代的人才培养指明了发展方向。

2019 年 3 月，教育部印发《2019 年教育信息化和网络安全工作要点》，提出“编制《中国智能教育发展方案》，举办国际人工智能与教育大会”[17]。

回顾中国的人工智能教育应用政策，可以发现，从“教育信息技术”到“教育人工智能”，中国针对教育领域提出的人工智能应用政策日益清晰、具体，其主要内容包括：①政策要求教育尤其是高等教育需为国家发展人工智能提供智力支持和人才保障，并充分发挥高校在人工智能理论研究和人才培养等方面的积极作用；②政策为高校如何培养人工智能人才指明了方向，即高校应在学科建设、教学理念、教学环境和教学内容等方面做出相应变革。

三 国内外人工智能教育应用政策的比较分析

由于具体国情和人工智能产业发展阶段存在差异，导致国内外人工智能教育应用政策在政府层面和教育层面也各有不同，如表 1 所示。

①政府层面，各国通过设立人工智能相关机构、开展人工智能相关项目，来加强对人工智能教育应用政策的顶层设计。如中国教育部成立了人工智能科技创新战略专家委员会，指导和协调《高等学校人工智能创新行动计划》的实施。美国国家科学技术委员会将人工智能上升到国家战略层面，为美国的人工智能发展制定了宏伟蓝图；该委员会下属的机器学习与人工智能分委员会，专门负责协调人工智能的研发工作。英国政府与企业合作，成立了人工智能委员会，

主要协调和发展英国的人工智能产业；同时，构建了人工智能框架。法国政府成立了“法国人工智能中心”，加强企业界和学术界在人工智能领域的合作，为个人和机构的人工智能科研项目提供资金支持。日本政府成立了人工智能技术战略委员会，负责管理文部科学省、总务省、经济产业省等三个国家部委下属的五个国家研究中心，为完善人工智能教育基础设施、促进高技能人才培养、维护公共教育数据和加快教育科技公司孵化提供平台支持[18]。新加坡则主要实施“人工智能新加坡”项目，资助世界各地的人工智能研究人员开展课题研究。总的来说，各国政府在人工智能教育应用政策中发挥了主导作用，并通过成立人工智能委员会等相关机构，来加强人工智能教育应用的顶层规划。

表 1　两个层面的国内外人工智能教育应用政策比较

国家	政府层面	教育层面
中国	成立人工智能科技创新战略专家委员会，指导和协调计划的实施	加快培养、引用人工智能高端人才，完善人工智能的学科布局
美国	成立机器学习与人工智能分委员会，提供人工智能政策咨询，监督人工智能研发	“K-12”学生学习计算机科学，通过 STEM 教育项目开展人工智能教育
英国	成立人工智能委员会，协调和发展人工智能产业；构建人工智能框架，指导人工智能决策	将人工智能与 STEM 教育相结合，通过伦理培训帮助学生合理运用人工智能技术
法国	创建法国人工智能中心，支持人工智能科研项目和企业项目	加强人工智能领域的专业训练；制定人工智能培养方案，开设人工智能课程
日本	成立人工智能技术战略委员会，负责五个国家研究中心	鼓励大学与企业开展人工智能合作
新加坡	实施“人工智能新加坡”项目，资助人工智能研究人员开展课题研究	人工智能研究生培养实行双导师制，开展人工智能学徒项目

②教育层面，基于政府层面的宏观协调和整体布局，各国从教育层面对人工智能教育应用政策进行了细化。如中国将培养和引进高端人才作为人工智能发展的重点，加强人工智能人才储备；同时，改革教育体系尤其是高等教育体系，完善人工智能的学科布局。美国在初等和中等教育阶段（K-12）要求学生学习计算机科学，并通过联邦的 STEM 教育项目开展人工智能教育，要求学生具备人工智能时代要求的公民数据素养（Data-literate Citizenry）和计算思维技能（Computational Thinking Skills）。英国同样重视通过将人工智能与 STEM 教育相结合，帮助学生分析、解释大数据，让学生能融合多学科知识解决人工智能领域的实际问题；同时，通过伦理培训（Ethical Training）让学生以“善”的方式运用人工智能技术，避免造成不可预测的后果。法国注重加强对学生在人工智能领域的专业训练；同时，通过制定新的人工智能培养方案、开设相关的人工智能课程，为适应人工智能的快速发展而进行学科和学位改革。日本通过大学与企业的人工智能合作，培养具备计算机专业背景和掌握编程技术的高水平人才。新加坡则针对人工智能研究生的培养实行双导师制，同时开展人工智能学徒项目（AI Apprentice Programme, AIAP），以提升学生的人工智能技术应用能力。综上所述，国内外人工智能教育应用政策在教育层面的细化上虽有不同，但其范围都覆盖了基础教育、高等教育和职业教育等领域，一方面体现了人工智能对各国教育的全方位影响，另一方面也反映了各国教育对人工智能的积极回应。

四 国外人工智能教育应用政策对中国的启示

1 中国人工智能教育应用政策的不足

在人工智能专业教师缺乏、人工智能课程体系尚不完善的背景下，中国的人工智能教育应用政策虽然提出了在中小学阶段设置人工智能课程、完善人工智能教育体系等举措，但如何建设人工智能相关的课程体系、如何建设人工智能教师队伍等问题没有得到解决，在一定程度上阻碍了中国人工智能人才的培养，以及人工智能与教育的深度融合。

中国的人工智能教育现已初步形成了不同的层次与类别，既有服务于学生个性发展、助力个性化学习的适应性教育，如追踪学生认知情感状态的智能导学系统；又有针对常规业务的替代式教育，如代替教师阅卷评分的智能评阅系统；还有面向特殊人群的补偿性教育，如为自闭症患者服务、培养自闭症语言能力的情感智能机器人[19]。但是，目前中国的人工智能教育应用政策更多地集中在高等教育阶段，而针对特殊教育、学前教育等层次的人工智能教育应用政策还相对比较缺乏。

随着人工智能技术的快速发展，人工智能的教育应用既可能拓宽中国教育的变革空间，也可能让中国教育陷入困境。目前，中国的人工智能教育应用政策更多地集中于人工智能如何应用于教育，而对人工智能融入教育过程中可能存在的风险警示不够。在此背景下，中小学和高等院校如果一味地追求人工智能与教育的简单相加，就可能会导致教育对信息技术的盲目崇拜。事实上，人工智能只是教育变革的手段，而不应成为教育的目的。以学生为中心、尊重学生的人性与尊严、促进学生的心智成熟和人格健全、培养学生的批判性思维和逻辑思维等，才是人工智能时代教育的重点，才符合教育回归本真的必然要求。

2 中国人工智能教育应用政策的发展路径

①人工智能教育应用政策需明晰课程设置、教学模式、学科学位建设等方面的具体内容。法国的人工智能教育应用政策相对具体和明确，包括开设覆盖数学、计算机科学和社会科学等学科的人工智能跨学科课程，设置“法律—人工智能联合学位”等。中国可以借鉴法国的经验，出台具体的人工智能教育政策，从而为中小学和高等院校培养人工智能人才提供政策依据和具体指导。

②人工智能教育应用政策需尽可能多地涉及教育的各个层面。在初等和中等教育阶段，美国、英国都通过 STEM 项目开展人工智能教育，培养学生在人工智能时代所应具备的各项素养；在高等教育阶段，新加坡通过实施人工智能学徒项目，培养人工智能领域的研究生。鉴于此，中国的人工智能教育应用政策需立足于教育本质，思考如何将人工智能与教育的各个层面进行有机结合。需要强调的是，中国在出台人工智能教育政策时，宜兼顾学前教育和特殊教育等教育层面对人工智能的回应与变革。

③人工智能教育应用政策需加强对人工智能融入教育时的风险警示，始终坚持“以人为本”的教育改革理念，不在人工智能的浪潮中迷失教育本真。英国将伦理教育作为本国人工智能教育应用政策的重要组成部分，要求所有学习计算机科学和数据科学的学生学习有关伦理的课程，以通过伦理教育让学生规避人工智能发展可能带来的风险。中国可以借鉴英国的经验，在践行人工智能教育应用政策时，一方面继续坚持“以人为本”、“可持续发展”的教育改革观，另一方面对人工智能教育变革可能存在的风险加以警示和规避，真正让人工智能时代的教育应用政策服务于人、造福于人。

五 结语

人工智能现已成为当前信息革命的集大成者，而人工智能的算法实现需要人，其目的也是为人类谋求福利。即便是各国人工智能的竞争，本质上也还是人与人的竞争。因此，致力于人才培养的学校教育在未来只会变得越来越重要，这就需要我们着眼于未来，深入思考学校教育的使命是什么、工作重点是什么。可以预见的是，人工智能教育不应是对人工智能技术亦步亦趋的应用，也不是技术与教育的简单叠加，而应该超越人工智能的工具化，回归教育的本真——也就是说，教育应回归人与人的本质关系和专业教育孵化的社会职能，不盲目崇拜信息技术，而将人的幸福作为教育的追求目标。人工智能背景下美国、英国等国家的人工智能教育应用政策，从基础教育阶段的 STEM 教育就开始布局，目的就是培养学生的实践创新能力，最终使学生成长为非工具化的多元复合人才——这一点尤应引起中国的注意：教育不应沦为数据和机械的奴隶，我们也不应陷入对技术和机器高速发展的恐慌之中，而应以更加主动的姿态、更加长远的眼光守住教育本真。机器虽然解放了人类的双手，但却不应掌控人类的思维与生活。教育改革应将重心放在教育本身，将教育之外的交给技术，这才是未来人工智能教育应用政策所要实现的理想目标。

参考文献

[1]Dame Wendy Hall. Growing the artificial intelligence industry in the UK[OL].
<https://www.gov.uk/government/publications/growing-the-artificial-intelligence-industry-in- the-uk>
[2]Stanford University. 2018 AI index annual report[OL].
<http://cdn.aiindex.org/2018/AI%20Index%202018%20Annual%20Report.pdf>
[3]National Science and Technology Council. The national artificial intelligence research and development strategic plan[OL]. <https://www.nitrd.gov/PUBS/national_ai_rd_strategic_plan.pdf>
[4]Department for Digital, Culture, Media & Sport, Department for Business, Energy & Industrial Strategy. Growing the artificial intelligence industry in the UK[OL].
<https://www.gov.uk/government/publications/growing-the-artificial-intelligence-industry-in-the-uk>
[5]Gouvernement Français. Rapport de synthèse France intelligence artificielle[OL].
<https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/2017/Rapport_synthese_France_IA_.pdf>
[6][7][18]内閣官房内閣広報室.日本再興戦略 2016—第 4 次産業革命に向けて—[OL].
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016_zentaihombun.pdf>
[8]新エネルギー技術研究開発機構.人工知能技術戦略(案)(人工知能技術戦略会議 とりまとめ)[OL].
<http://www.nedo.go.jp/content/100862418.pdf>
[9]National Research Foundation. AI Singapore[OL].
<https://www.nrf.gov.sg/programmes/artificial-intelligence-r-d-programme>
[10]教育部.国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020 年)[OL].
<http://www.moe.edu.cn/srcsite/A01/s7048/201007/t20100729_171904.html>
[11]教育部.教育信息化“十三五”规划[OL].
<http://www.moe.edu.cn/srcsite/A16/s3342/201606/t20160622_269367.html>

[12]国务院.国家教育事业发展“十三五”规划[OL].
<http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-01/19/content_5161341.htm>
[13]国务院.新一代人工智能发展规划[OL].
<http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm>
[14]教育部.高等学校人工智能创新行动计划[OL].
<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html>
[15]北京大学.中国高校人工智能人才国际培养计划在北大启动[OL].
<http://pkunews.pku.edu.cn/xwzh/2018-04/04/content_301782.htm>
[16]教育部.教育信息化 2.0 行动计划[OL].
<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html>
[17]教育部.2019 年教育信息化和网络安全工作要点[OL].
<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201903/t20190312_373147.html>
[19]杨现民,张昊,郭利明,等.教育人工智能的发展难题与突破路径[J].现代远程教育研究,2018,(3):30-38.

Application Policies of Artificial Intelligence Education from the Perspective of International Comparison

DUAN Shi-fei[1]　　GONG Guo-qin[2]

(1. Institute of Education, Tsinghua University, Beijing, China 100084;
2. Institute of International and Comparative Education, Beijing Normal University, Beijing, China 100875)

Abstract: Based on the perspective of international comparison, this paper firstly selected the national artificial intelligence strategies in five developed countries of the United States, Britain, France, Japan, and Singapore, introduced and analyzed the application policies of artificial intelligence education in the five countries. Then, the application policies of artificial intelligence education in our country were sorted out. Meanwhile, the application policies of artificial intelligence education in various countries were compared and analyzed from the levels of government and education. Finally, the shortcomings of the application policies of artificial intelligence education in our country were revealed and some specific development paths were proposed. The comparison of domestic and foreign artificial intelligence education application policies could help to discover and learn excellent experience from foreign artificial intelligence education policies, providing reference for improving artificial intelligence education policy in our country.

Keywords: artificial intelligence; educational application; educational policies; international comparative research

---

*基金项目：本文为北京市教育科学“十三五”规划 2017 年度优先关注课题“当代大学发展形态及大学观的国际比较研究”（项目编号：BEBA17032）的阶段性研究成果。
作者简介：段世飞，在读博士，研究方向为高等教育比较，邮箱为 dsf18@mails.tsinghua.edu.cn。
收稿日期：2018 年 9 月 16 日

编辑：小米

文章编号:1006—9860(2020)10—0032—08

中小学人工智能教育：学什么，怎么教
——来自“美国K-12人工智能教育行动”的启示

方圆媛[1,2]，黄旭光[2]

(1.北京师范大学 教育学部 教育技术学院，北京 100875；2.中央电化教育馆 基础教育教学资源部，北京 100031)

摘要：2018年5月，美国人工智能促进协会联合美国计算机科学教师协会和卡耐基梅隆大学计算机科学学院启动了美国K-12人工智能教育行动(AI4K12)，制定了K-12人工智能教学指南，开发了教学资源目录。K-12人工智能教学指南构建了包含5个知识主题的内容框架，设计了各主题的学习内容，按学段制定了分级学习目标，并提供了教学活动建议。教学资源目录汇集了已有的各种高质量人工智能科普资源，并依据教学功能进行了梳理、分类和标注。作为美国基础教育领域开展人工智能教育的第一个专业行动，AI4K12为我国中小学人工智能教育的开展提供了诸多启示，包括：进一步完善中小学信息技术课程标准中有关人工智能部分的标准，在现有基础上扩展修习学段，丰富课程内容，深化课程层次；依据AI教学目标和AI知识内容特点，选择并设计教学活动和策略，进一步加强AI教学策略的研究，通过利用现有AI科普资源和开发专门教学用资源的方式建设AI教育资源。

关键词：美国K-12；人工智能；行动

中图分类号：G434 **文献标识码**：A

一、问题的提出

(一)中小学阶段开设人工智能教育的国家政策要求

自上世纪50年代中期人工智能(Artificial Intelligence，以下简称AI)概念正式提出以来，经过60多年的发展和积淀，伴随着互联网、大数据、云计算和新型传感等技术的发展，人工智能正引发可产生链式反应的科学突破，催生一批颠覆性技术[1]，对人类社会生产与生活的各个方面产生着深刻的影响。

2017年7月，中共中央、国务院印发《新一代人工智能发展规划》(以下简称“规划”)。作为抢抓人工智能发展重大战略机遇，构筑我国人工智能发展先发优势的重要战略部署，规划提出了到2030年我国新一代人工智能发展的指导思想、战略目标、重点任务和保障措施。在保障措施有关要求中，规划指出“支持开展形式多样的人工智能科普活动”“实施全民智能教育项目，在中小学阶段设置人工智能相关课程”[2]。2018年4月，教育部印发《教育信息化2.0行动计划》，在“信息素养全面提升行动”中要求“加强学生信息素养培育……完善课程方案和课程标准，充实适应信息时代、智能时代发展需要的人工智能和编程课程内容”[3]。

其实在以上两个文件颁布之前，教育部于2003年4月颁布的《普通高中技术课程标准(实验)》中已首次在信息技术课程中设立“人工智能初步”选修模块[4]。在规划发布后，2018年1月出版的《普通高中信息技术课程标准(2017年版)》中，则更进一步地将人工智能的内容更充分地融入到信息技术课程中。最新的高中信息技术标准设计了“人工智能初步”(包含人工智能基础、简单智能系统开发、AI技术的发展与应用三部分内容)[5]作为高中课程方案选择性必修模块，明确制定了课程内容和学业标准，并对教学策略提出建议。

(二)中小学校开展人工智能教育的实践探索

与形势发展和政策要求相呼应，国内一些城市已有一批教师和专业人员开始了在中小学引入人工智能教育教学的实践探索。根据推动力量的不同，这些实践探索大致可以分为两类，一类是中小学内部，由学校和教师发展起来的实践。这一类实践又可细分为两种。一种是在STEM或创客课程中引入人工智能的内容。比如：北京第二外国语学院附属中学将人工智能的元素和技术引入学校传统的机器人课程以及机器人社团活动中，在机器人设计、编程开发等过程中渗透人工智能知识的学习与动手实践[6]；此外，北京景山学校和温州中学也有教师在教学中尝试寻找编程、机器人等人工智能技术在科学课程与综合课程中的定位，试图挖掘人工智能技术带给综合课程更大的创造空间[7]。另一种是开设

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

专门的人工智能课程。中国人民大学附属中学开发了人工智能校本课程体系，从面向全体的常规课普及教育，到部分选修的跨学科实践应用，再到少数的前沿探究，形成人工智能纵向金字塔分层课程体系[8]。此外，人大附中还开设了全国中等教育领域首个人工智能实验班，为实验班研发了“人工智能与关于心智的生物学”等研修课程[9]。北京市海淀区翠微小学、北京市十一学校[10]、华南师范大学附属中学等也开设了人工智能内容的相关课程。

另一类是中小学外部力量如高校、事业单位、科研院所等推动发展的实践。比如：北京师范大学课程与教学研究院与有关单位合作，通过组建项目团队，研发测评系统及AI教学技术平台，并在全国几十所中小学校开展教学实践探索[11]。中央电化教育馆组织力量研发了中学(包括初中和高中)人工智能课程与配套数字资源，并在全国17个省(市、自治区)组织了22所实验校开展课程教学的实验。

(三)中小学开展人工智能教育的讨论和疑问

我国尚未出台人工智能课程的国家标准，现有的信息技术国家课程标准仅涉及了人工智能的部分内容。同时，各地师资水平、软硬件环境条件差别较大，随着实践的开展，围绕中小学开展人工智能教育的讨论和疑问也越来越多，主要包括以下几个方面：第一，在教育目标上，小学、初中和高中学段人工智能教育目标的应然状态是什么，是否要在小学阶段引入人工智能的内容或开设专门的课程？有人指出，从全国范围看，“中小学对人工智能课程价值的认识有待提高”[12]。第二，在学习内容上，人工智能不仅有着非常专业的理论知识，还涉及数学、生物、控制论、信息学等多个学科领域，并划分为计算机视觉、自然语言处理、数据挖掘等子领域。如何从复杂的知识体系中抽取适合学生学习的内容，并依据课程目标设计不同层次的学习内容？有研究者指出，目前存在“把人工智能课程窄化为编程语言课程”的现象[13]；还有人指出，中小学的人工智能教育多为编程教育和机器人教育，编程教育“多停留在指导学生利用程序设计语言完成具体的编程题目。机器人教育，多停留在简单的实体安装层次”，“教材大多属于产品说明书或用户指南类，缺少对学生思维能力培养的科学引导”[14]。第三，在课程设置的方式上，大部分人都提到了开设专门的人工智能课程，也有人通过分析国家课程标准后提出，小学阶段的人工智能技术教学内容可以安排在小学科学课程中，初中阶段的人工智能课程可以在综合实践活动(占初中课时总数的16%—20%)课程中做出适当安排，高中阶段可安排在信息技术和通用技术课程中[15]。第四，在有关资源上，很多人都提到了缺乏专业师资和软硬件资源。在师资方面，有人指出，“我国中小学人工智能相关内容的教学工作以信息技术教师承担为主……很多老师的知识理论储备和计算机操作技能距离专业水平还有一定的差距，专业的人工智能教师比较匮乏”[16]；也有人认为，“缺乏具有知识结构和专业素养的教师来执教……没有接受过专业的培训，难以掌握课程重难点、教学目标不明确，教学经验缺乏”[17]。在教学资源方面，有人提出，“除部分发达地区之外，多数地区还没有与教学相适配的实验室”[18]；有人认为“很多中小学教师拿到教材后，由于没有好的经验和做法作为参照，课堂实施存在困难”[19]；还有人指出，“人工智能课程不宜采用传统的‘讲授’式教学，更适合应用情境化、基于问题、基于案例的教学模式……有较好价值的中学人工智能教育案例研究的成果很有限”[20]。

尽管我国各地教育水平不一，在中小学阶段开设人工智能相关课程困难重重，但部分地区已经开始了中小学人工智能教育教学的探索。由于各地、各学校相关的软硬件条件存在差异，课程实施的类型不同，造成质量参差不齐，在课程目标和内容的制定，课程实施策略的使用和课程资源的选择和使用等方面还处于摸索阶段，亟需有价值的借鉴和参考。

二、美国K-12人工智能教育行动解读

(一)背景、任务与进展

在美国国家科学基金会的资助下，2018年5月，美国人工智能促进协会(The Association for the Advancement of Artificial Intelligence，AAAI①)联合美国计算机科学教师协会(Computer Science Teachers Association，CSTA②)和卡耐基梅隆大学计算机科

① AAAI是美国人工智能研究和实践领域顶尖的专业组织，它成立于1979年，前身是美国人工智能协会(American Association for Artificial Intelligence)。作为一个非营利组织，AAAI致力于推动人工智能的研究和负责任的应用，并增强公众对这个领域的认识。

② CSTA是美国计算机科学教师的专业组织，致力于计算机教师的培训和实践经验分享。该组织制定了美国基础教育计算机科学课程的国家标准。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学学院组成了联合工作组，启动了美国K-12人工智能教育行动(AI for K-12 Initiative，以下简称AI4K12)[21]。该行动有三项任务。第一是为在K-12阶段开展人工智能内容的教学制定国家指南。第二是为K-12教师开发一套精心策划的人工智能资源目录。第三是推动形成K-12 AI资源的开发社区。卡耐基梅隆大学教授，美国人工智能领域著名研究者大卫·图雷斯基(David Touretzky)任工作组组长。2019年7月，AAAI在费城发布了K-12人工智能教学指南(K-12 Guidelines for Artificial Intelligence，以下简称指南)，设计了基础教育从小学到高中开展人工智能教学的目标与内容。同时发布了AI教学资源目录(AI Resource Directory)，目录中提供了包括知识点讲解视频、示范软件和教学活动等类型的资源，以为教师开展教学提供支持。由于这是第一次系统地研究如何在中小学引入AI教学，工作组主要在原有的K-12国家计算机科学课程标准的基础上开展“指南”研制工作，并进行了细致充分的论证。

(二)指南内容概览

在美国，各州K-12阶段开设人工智能课程的情况不尽相同。有的州将人工智能作为计算机科学课程的一个部分，有的州开设了单独的人工智能课程作为选修课。作为对美国中小学开展人工智能内容教学的专业指导，“指南”在阐述中小学阶段学习人工智能意义的基础上，设计规划了中小学生需要掌握的人工智能知识以及各学段不同层次的学习目标。

1.中小学阶段学习人工智能的意义

AAAI认为，人工智能在当今人类社会已经扮演了非常卓越而显著的角色。对于孩子们而言，他们生活的世界里随处可见人工智能的产品，尽管他们或许没有直接使用过，但是目睹了父母或家人使用，有一定的直观经验。不难想象，随着技术的进一步发展，人工智能在未来世界将会获得更进一步的发展，而作为未来世界的主人，现在的下一代有必要对人工智能知识获得基本的认识以更好地适应未来的生活。这种必要性体现在两个方面：其一，人工智能基础知识的学习有助于提升孩子们的信息素养。作为未来的公民，当他们面临人工智能技术应用的公共决策和伦理问题时，提升的信息素养有助于他们做出理性的决策。同时，由于人工智能正在取代简单重复的底层工作，让孩子们较早地意识到这一点有助于他们更好地适应未来的就业环境。其二，通过人工智能课程的学习，培养孩子对人工智能领域、对STEM的兴趣，同时在知识和技能层面奠定一定的基础，为他们未来走上专业的职业道路做好铺垫。

2.学习内容与目标

这部分内容主要围绕学生应该知道什么和做什么展开。美国最新版K-12计算机科学课程国家标准11—12年级的课程要求中已经包含了人工智能的有关内容，分别是“能描述人工智能如何驱动各种软件和物理系统，如：数字广告投放、自动驾驶汽车和信用卡欺诈检测(3B-AP-08)”和“能使用一种人工智能的算法与人类对手一起玩游戏或解决问题。这里的游戏不需要太复杂，简单的猜谜游戏、井字棋或简单的机器人指令足矣(3B-AP-09)”[22]。在这次的“指南”中对人工智能学习内容做了更系统的规划，并根据学段设计了不同层次的课程目标。

总体来说，“指南”将K-12阶段所需学习的人工智能知识分成了5个主题(Five Big Ideas in AI)，他们分别是：感知、表示和推理、机器学习、人机交互、社会影响[23]。研制小组认为，这5个主题从性质上足以覆盖人工智能的各领域，但从数量上又是教师可以控制的。尽管5个主题的提法未必完全符合AI实践者审视AI的方式，但对于满足K-12学生的需求是合适的。因此，课程内容和目标以这5个主题为基本框架，并在此基础上设计了各主题中的主要概念和分级学习目标。

(1)感知(Perception)

计算机使用传感器来感知世界。感知是从传感器信号中提取意义的过程。AI领域迄今为止最重要的成就之一就是使计算机能够足够好地去“看”和“听”，以投入实际应用。该主题下的具体应用包括：人脸识别、语音识别、场景理解等。

a.主要概念。这一主题的主要概念包括：人类的感觉和机器传感器；从感觉到知觉；感知的类型：视觉、语音识别等；感知如何工作：算法；计算机感知的局限；智能与非智能机器。

b.分级学习目标如表1所示。

表1 “感知”主题下K-12分级学习目标

学段	课程目标
幼儿园—2年级	识别计算机、机器人和智能应用中的传感器；能与Alexa或Siri这样的智能代理进行交互
3—5年级	描述传感器输入如何转变为模拟或数字信号；证明计算机感知的局限；使用机器感知构建应用程序
6—8年级	解释传感器的局限如何影响了计算机的感知；解释智能感知系统可能利用多种算法和多种传感器；使用多种传感器和感知类型来构建应用程序
9—12年级	描述不同形式计算机感知中蕴含的领域知识；演示语音识别在处理同音词和其他类型的歧义方面的困难

(2)表示与推理(Representation and Reasoning)

智能代理(Intelligent Agent)(能够)通过特定的逻辑和模型表示现实世界，并用他们进行推理。表示

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

是自然智能和人工智能的基本问题之一。计算机使用数据结构来构建表示，这些表示辅助推理算法。该主题下的具体应用包括：自动驾驶汽车的路线规划、网络搜索、智能下棋的最佳路线推理等。

a.主要概念。这一主题的主要概念包括：表示的类型；推理算法的类型；支持推理的表示；算法操纵表示；算法系统及其功能；一般推理算法的局限。

b.分级学习目标如表2所示。

表2 “表示与推理”主题下K-12分级学习目标

学段	课程目标
幼儿园—2年级	构建物体的模型并将模型与实体进行比较；使用决策树进行决策
3—5年级	使用结构树设计一个(动物)分类系统的表示；描述AI的表示如何支持推理来回答问题
6—8年级	设计一个图来表示自己居住的社区和家的位置，并应用推理来判定图中到达关键位置的最短距离；使用结构树设计一个(动物)分类系统的表示
9—12年级	为井字棋绘制搜索树；描述不同类型搜索算法的差异

(3)机器学习(Machine Learning)

计算机通过数据学习，机器学习是一种在数据中找到规律的统计推断。近年来，由于一些学习算法创造了新的表示，AI的许多领域都取得了显著进步。这种方法的成功需要大量的数据。这些“训练数据”通常必须由人们提供，但有时也可以由机器自身获取。该主题下的具体应用包括：训练手机识别人脸；训练语音识别系统；训练机器翻译系统；图片搜索等。

a.主要概念。这一主题的主要概念包括：机器学习；机器学习的方法；学习算法的类型；神经网络基本原理；神经网络架构的类型；训练数据对学习的影响；机器学习的局限。

b.分级学习目标如表3所示。

表3 “机器学习”主题下K-12分级学习目标

学段	课程目标
幼儿园—2年级	通过纸笔活动来学习数据类型；使用识别图形的分类器；使用谷歌自动绘图或Cognimates的训练涂鸦探究训练集如何识别图像，并讨论程序如何知道它们在画什么
3—5年级	描述并比较机器学习的三种方法：监督学习、无监督学习和强化学习；通过训练模型来更改一个交互式的机器学习项目；描述算法和机器学习会表示出偏见
6—8年级	识别出数据训练集中的偏见，并通过扩展该训练集来纠正该偏见；会用手部模拟来训练简单的神经网络
9—12年级	使用TensorFlow Playground训练一个神经网络(1—3层)；追踪并实验一个简单的机器学习算法

(4)人机交互(Natural Interaction)

智能代理需要多种知识才能与人类自然交互。为了与人类自然地交互，智能代理必须能够用人类语言交谈，识别面部表情和情感，并利用文化和社会习俗的知识来推断所观察到的人类行为的意图。具体应用包括：智能代理(如Alexa、Siri)，聊天机器人，提供适应性教育的智能导师系统，动作和面部表情识别等。

a.主要概念。这一主题的主要概念包括：自然语言理解；情感计算；常识推理；意识与心灵哲学；自然交互应用；人机交互；AI在自然交互方面的局限。

b.分级学习目标如表4所示。

表4 “人机交互”主题下K-12分级学习目标

学段	课程目标
幼儿园—2年级	识别出故事中暗含积极或消极态度的词；将人脸表情恰当地识别和标注为一定的情感，如高兴、悲伤、愤怒等，并能解释原因；使用可以通过面部表情来识别情感的软件做实验
3—5年级	识别出人类在交流的时候如何通过多种信号(如语气、面部表情、姿势等)来获得理解；能描述出AI在完成哪些任务时优于人类，完成哪些任务时又不如人类
6—8年级	能建构一个简单的聊天机器人；能解释并举例说明为什么语言会产生歧义；分析智能的本质，并知道判定代理是否智能的方法
9—12年级	演示句子分析器如何处理歧义；探索Google知识图；识别并讨论人工智能和意识的问题

(5)社会影响(Societal Impact)

AI的应用对社会既有正面影响也有负面影响。由于人工智能技术正在改变我们工作、出行、沟通和相互照顾的方式，我们必须注意其所能带来的危害。例如，若用于训练人工智能系统的数据存在偏见，可能会导致部分人受到的服务质量低于其他人。因此有必要讨论AI对我们社会的影响，并根据相关系统在道德层面的设计以及应用来制定标准。

a.主要概念。这一主题的主要概念包括：AI系统正在改变商务、政务、医疗和教育；从经济层面讲，AI使得新的服务变得可能，使得商务更有效率；在开发AI系统时，人类不仅要做出技术层面的决策，也要做出道德层面的决策；AI技术通过多种不同的方式影响社区和人们；人工智能和系统需要道德标准来为人们做出决策；AI和机器人会改变人们工作的方式，创造一些工作，淘汰一些工作。

b.分级学习目标如表5所示。

表5 “社会影响”主题下K-12分级学习目标

学段	课程目标
幼儿园—2年级	能识别出日常生活中遇到的AI应用；讨论常规AI技术的应用是好事还是坏事
3—5年级	探讨偏见如何影响行为，进而影响决策；描述如何设计AI系统使其有更好的包容性
6—8年级	解释AI决策中潜在的资源导致的偏见；理解人工智能系统设计中的权衡，以及决策如何在系统功能中产生意外的结果
9—12年级	批判性地探索AI系统的积极和消极影响；设计一个AI系统来解决社会问题(或者解释如何通过AI来解决社会问题)

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.教学活动建议

如何针对以上学习内容和学习目标开展教学，“指南”推荐了四种类型的学习活动：第一种是实验类活动，教师可以组织学生使用各种类型的AI软硬件资源，通过实验，一方面体验AI的功能，对AI形成直观认识；另一方面在实验中探索AI的基本原理。第二类活动是手工模拟AI算法的活动(或不插电活动)，学生无需使用任何计算机设备，用纸和笔，通过绘图、计算来模拟AI的基本算法，理解AI解决问题的逻辑思路和技术路线。第三类活动是设计类活动，教师为学生提供支架，引导和鼓励他们使用AI开源软件或服务来开发自己的AI应用，在设计和应用中学习。第四类是案例分析类活动，教师提供与AI相关的多个社会问题的案例，引导学生从多个角度来探索其中的伦理道德问题并寻求改进的途径。

(三)K-12人工智能教学资源目录简介

为了对AI教学提供支持，AI4K12开发了一套资源目录，并在网站(https://github.com/touretzkyds/ai4k12/wiki/Resource-Directory)上公布了这套目录。目录汇集了各类AI科普资源，根据不同类型资源的教育特点进行了系统的梳理和分类，并作了统一标注。从媒体类型上，AI4K12划分了专业著作和报告、竞赛、课程材料、演示软件(Demos)、教师职业发展在线课程、K-12学生在线课程、软件包和视频七类资源。在此基础上，依据中小学AI学习特点，AI4K12进一步按照资源的教学功能进行了分类，具体如表6所示[24]。可以看到，这里的资源不仅包括软硬件资源，还包括教学活动。对资源教学功能的分析提示了何时以及如何使用这些资源，进而为教师教学策略的设计提供了支持。

表6 AI4K12资源目录中的资源分类与说明

序号	类型	教学功能	实例①
1	黑盒演示软件(Black Box Demos)	让学生获得有关AI应用的亲身体验，以获得“AI可以做什么”的直观认识，但并不揭示应用底层的原理	Doodle(谷歌)；可教的机器(Teachable Machine，谷歌)；MachineLearningForKids网站
2	玻璃盒演示软件(Glass Box Demos)	揭示了AI算法的原理并允许用户调整其参数以观察效果，软件算法的表征是可视的和可解释的，适用于低维度的问题	TensorFlow Playground(谷歌)
3	AI编程框架(AI Programming Frameworks)	这类资源对现有编程语言进行了AI扩展，即增加了AI功能的编程模块，允许学生开发他们自己的应用	Cognimates；eCraft2Learn；Calypso
4	“不插电”活动②(Unplugged Activities，在计算机课程中指不需要打开计算机，使用纸和笔就可以开展的学习活动)	手工模拟机器学习或算法推理来探索AI知识	“猜猜动物”：学生通过学习如何提出合适的问题来增加新的动物，进而学习决策树的原理；“绘制搜索树”：学生通过手工绘制搜索树来尝试选择游戏策略，或解决图形搜索问题
5	视频(Video)	解释算法原理或者复杂的原理类知识	纪录片“在AI时代(In the Age of AI)”；视频“Snapchat过滤器的工作(Snapchat Filter’s Work)”；视频“人工智能的兴起(The Rise of AI)”
6	硬件(Hardware)	嵌入人工智能技术的智能设备，如各种智能机器人	Cozmo(Anki开发)；DeepRacer(亚马逊开发)；JetsonNano(NVIDIA开发)；“AI和你”
7	正式的课程(Formal Curricula)	AI在线课程或开放学习平台	“AI+我”微课程(ReadyAI公司开发)；AI4All的开放学习平台

三、美国AI4K12行动成果特色小结

美国AI4K12行动是富有成效的。从短期看，它制定了K-12人工智能教学指南，开发了教学资源目录，对学习内容和学习目标给出了科学、专业的设计，对教学活动策略提出了具体可行的建议，对教学资源进行了系统的汇聚、梳理和分类。从长远看，行动联通了AI研究、实践和教学三个行业，促进了美国国内K-12人工智能教育专业团体的形成，为未来的发展奠定了基础。

(一)“指南”学习内容覆盖AI原理的基本方面，关注对AI技术的反思，学习目标按学段分级

在中小学开展AI教育，核心的问题就是学生学什么，达到什么水平？美国K-12 AI教学指南以5个知识主题(感知、表示和推理、机器学习、人机交互、社会影响)作为框架，并在其基础上设计了从幼儿园到高中三年级的分学段目标。一方面，5个知识主题不仅涵盖了AI研究与应用的基本领域，同时还包括了AI的社会影响。这体现了不仅要求学生体验和学习AI的基本知识和技能，也要求他们能客

① 由于篇幅所限，本部分仅列举了部分资源，想要获得更详尽的资源列表可查阅资源目录全文或访问其网站https://github.com/touretzkyds/ai4k12/wiki/Resource-Directory。

②“不插电”活动作为一类特殊的资源也纳入资源目录，一方面强调了这类活动在AI学习中的重要性，是其他活动所不可替代的；另一方面为教师设计组织这类活动提供了参考和启发。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

观、全面、深刻地对这项技术进行审视和反思的目的。另一方面，所有学段均涉及5个知识主题，各学段目标的差异只在目标的层次上，而不在知识主题上，整体的学习是螺旋上升的过程。比如，“表示与推理”是一个逻辑性很强的主题，幼儿园—2年级学段的孩子和高中生都可以学习。只不过前者只需要达到较低的学习层次比如获得对有关原理体验和感性认识，如“使用决策树进行决策”；而后者则需要达到较高的学习层次如掌握底层的算法和原理，例如“描述不同类型搜索算法的差异”。

(二)“指南”教学策略与活动建议具体清晰，可操作性强，遵循学习规律

如何引导学生学习AI知识？AI4K12给出了具体清晰的建议，不仅提出了支持策略，还推荐了“实验”“手工模拟”“设计开发”“案例分析”四种类型的教学活动。这四类活动分别对应AI学习的几种学习目标：体验AI功能与理解AI基本原理，理解AI算法的原理，设计简单的AI应用与辩证地认识AI对社会的各方面影响。这些目标在5个知识主题中都有体现。教师可以根据5个主题下分级目标的类型，选择对应类型的活动进行设计和开展。值得注意的是，四类活动也分别对应AI学习从感性到理性，从理解到应用的各个阶段，遵循基本的学习规律。具体来说，除第四类活动是综合性活动，需要建立在对AI及其应用充分把握的基础上之外，第一类到第三类活动分别对应学生学习AI从感性认识(认识AI的功能)到理性认识(理解AI的基本原理)，从知识理解(理解AI基本算法)到知识应用(使用AI算法模块开发应用)的学习阶段，学生的认识水平在逐步上升。

(三)K-12 AI教学资源目录充分挖掘现有AI资源，分析梳理其教育价值

国内很多人担心，在中小学开展AI教育缺乏专业的师资。这个问题在美国也存在。且不说人工智能科班出身的专业人员是否会到中小学任教，抑或在师范院校增设人工智能的专业是否可行，还是在信息技术专业教师的培养中增加人工智能的课程是否更合理，通过这些方式提升师资专业能力需要一定的周期和较多的资金投入。AI4K12系统地梳理与充分地挖掘现有高质量AI科普资源的教育价值，快速而高效地为教师和学生提供了全面而丰富的学习资源与活动支持资源，不仅制作了教学资源目录，给出实例与资源链接，同时标注适用主题、年段、应用功能等，既可以用于教师自学，也可以用于教师组织学生开展学习活动。目录中的资源或是高校AI科研院所(代表研究者)开发，或是谷歌等知名高新技术企业(代表实践者)开发，资源的设计与制作都是专业而规范的。不仅有助于教师快速成长，学生也能获得专业、规范的指导，在一定程度上确保了教学的质量。

需要指出的是，目录中的资源大多是以AI科普为目的而开发的，其面向的对象广泛，并不专门为K-12的AI教育，在系统性和针对性上比较欠缺。可以说，现有资源还远远不能满足中小学AI教育的需要。AI4K12也指出了几种目前缺少的资源，并呼吁领域内的专业人士更多地关注并开发。

四、思考与启示

AI4K12是在美国基础教育领域开展人工智能教学的第一个专业行动。它研制了教学指南，开发了资源目录，促成了K-12人工智能教育专业社区的形成。虽然中美两国的教育体制和文化存在差异，但AI4K12行动中有关教学内容和分级学习目标的设计，有关教学资源的梳理和资源目录的开发，有关教学活动和策略的建议对我国中小学开展人工智能教育有着很好的启示与借鉴。

其一是进一步完善中小学信息技术课程标准中有关人工智能部分的标准，在现有基础上扩展修习学段，丰富课程内容，深化课程层次。目前，我国信息技术课程的国家标准中主要是在高中阶段对人工智能知识的学习提出了要求，内容主要涉及人工智能的基本特征、核心算法、特定领域人工智能应用系统的开发以及对人工智能及其应用的反思几个方面。与美国的标准相比，内容和目标的系统性还有待进一步提升。今天的孩子成长在一个由人工智能技术驱动的世界里，绝大部分孩子已经接触了各种形式的AI技术和产品，从低年段就可以开始对孩子进行AI教育，重要的是思考如何帮助他们理解AI技术是如何工作的[25]。

从课程目标看，中小学阶段组织学生学习人工智能，不是学习使用AI产品，也不是学习AI编程技术，重要的是学习AI认识世界、理解世界和解决问题的方式和方法，帮助学生形成一定的技术思维，同时又能辩证地审视AI技术，为未来在智能环境里工作和生活，或者为走上AI研究与实践的专业道路打下基础。可以借鉴AI4K12的内容框架，在系统考量AI研究与应用基本原理的基础上形成一个系统的主题框架，并在该框架下根据不同年龄学生认知能力与特点设计具体的学习目标。可为中低年段设置更多体验类的目标，引导他们体验AI的功能，感受其解决问题的思路和方法；针对高学段学生，更多设置理解AI功能底层的原理和算法，以及系统开

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

发的目标。在课程内容上，可根据课程目标的要求，特别是不同年龄段目标的设定，选择相应的知识内容。

其二是进一步加强AI教学策略的研究和实践。作为计算机学科的一个分支，AI知识专业、复杂而深奥，不仅需要跨学科的知识，也需要较强的抽象逻辑思维。针对抽象逻辑思维并不发达，甚至还处于前运算和具体运算阶段的学生，如何引导他们学习AI知识？国内有学者提出“应用情境化、基于问题、基于案例的教学模式”[26]，也有人提出“基于项目学习的方式”[27]“应用任务驱动式、基于问题或融入游戏化机制的探究式教学”[28]。那么，AI教学策略可以有哪些？如何针对不同的教学目标设计相应的活动？

现有高中阶段信息技术课标有关人工智能部分的“教学提示”中比较笼统地给出了“案例分析”“项目学习”“小组合作”等教学策略和教学组织形式的建议，操作性有待进一步完善。同时现有研究较少，可供参考的理论或实践成果并不完善。可以借鉴AI4K12有关教学活动的建议，将教学活动和策略的选择充分建立在AI教学目标和AI知识内容特点的基础上。例如：感知AI特点，及其技术和产品功能的目标，适合开展实验类活动，通过实验操作AI软硬件资源，形成有关AI技术的直观认识；探究AI产品原理和算法原理的目标，更适合开展实验和模拟算法的活动，模拟算法的活动可以不依赖软硬件资源，通过简单的纸和笔就能探索AI解决问题的逻辑；应用AI原理和算法解决问题的目标，更适合开展设计类活动，在该活动中教师需要提供丰富的学习支架引导学生一步步达成问题的解决；辩证看待AI技术的影响的目标，适合开展案例分析的活动，通过实际例子引导学生多角度探索其中的伦理道德问题。依托以上由目标、知识内容与活动类型组成的设计框架，进一步设计和开发不同类型的活动流程与策略，并通过教育教学研究和实践进行检验和完善。

其三是进一步加强AI教学资源的挖掘和建设。在当前专业师资比较缺乏、地区差异较大的情况下，AI教学资源的建设显得尤其重要。各地可根据实际情况开展AI教育资源的建设。AI资源建设有两种方式。第一种是在基础较弱、师资缺乏的地方，可充分利用现有高质量的AI科普资源、开源软硬件等，先行开展一些以AI核心技术(如机器学习、自然语言处理等)作为教学对象的学习活动，在教学中不断检验和完善这些资源，并将其作为下一步课程开发的基础。第二种是在资源充足、软硬件条件成熟的地方，可组织有关力量开发专门针对中小学AI教育的教学资源，除了常规的教师用多媒体教学资源，还需要特别重视实验资源的开发，为学生提供富媒体资源的探究环境。各地、各校可根据具体情况在中学阶段开设AI选修课，或在科学课、综合实践课中安排AI的学习专题，使用并优化这些资源。

人工智能本身就是一个跨专业的综合领域，人工智能的教学自然也涉及多个学科。为了确保AI教学资源的科学性和规范性，需要加强人工智能领域内跨行业的合作。AI4K12行动充分体现了美国AI领域从高校研究者、知名企业实践者到教师的合作。不同行业的不同视角确保了AI中小学教育的专业性、规范性和适切性。此外，AI引入基础教育还处于初步发展阶段，特别需要高校、科研院所研究者、企业实践者和一线教师的共同努力，将AI理论知识、研究动态、实践应用与前沿发展以科学、专业、规范的方式进行组合，确保教学的质量。此外，研究者和实践者也可以作为外部的人力资源，为学生提供与AI科学家进行对话和学习的机会，提升学习兴趣，开阔视野。

参考文献：

[1] 吴飞,阳春华等.人工智能的回顾与展望[J].中国科学基金,2018,(3):243-250.
[2] 国务院.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知(国发[2017]35号)[EB/OL].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm,2019-12-09.
[3] 中华人民共和国教育部.教育部关于印发《教育信息化2.0行动计划》的通知[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html,2019-12-09.
[4] 教育部.教育部关于印发《普通高中课程方案(实验)》和语文等十五个学科课程标准(实验)的通知[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/200303/t20030331_167349.html,2019-12-09.
[5] 教育部.教育部关于印发《普通高中课程方案和语文等学科课程标准(2017年版)》的通知[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/201801/t20180115_324647.html,2019-12-09.
[6] 李建,孟延豹.充分利用多种教学APP,开展人工智能课程——教学、社团、比赛相结合[J].中国信息技术教育,2018,(8):69-70.
[7][16][18][28] 陈凯泉,何瑶等.人工智能视域下的信息素养内涵转型及AI教育目标定位——兼论基础教育阶段AI课程与教学实施路径[J].远程教育杂志,2018,(1):61-71.
[8] 武迪,张思等.横向跨学科纵向分层次人工智能课程的设计与实施[J].中小学信息技术教育,2019,(6):21-23.
[9][19] 袁中果,梁霄等.中小学人工智能课程实施关键问题分析——以人大附中人工智能课程实践为例[J].中小学数字化教学,2019,(7):19-22.
[10] 马涛,赵峰等.海淀区中小学人工智能教育发展之路[J].中国电化教育,2019,(5):128-132.
[11][13] 王本陆,千京龙等.简论中小学人工智能课程的建构[J].教育研究与实验,2018,(4):37-43.
[12] 刘尚琴.国内中小学人工智能课程现状、问题及推进策略分析[J].

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

中小学电教,2015,(5):37-40.
[14] 谢忠新,曹杨璐等.中小学人工智能课程内容设计探究[J].中国电化教育,2019,(4):17-22.
[15] 艾伦.中小学人工智能课程定位分析[J].中国现代教育装备,2017,(10):1-5.
[17][27] 韩克.高中信息技术课程中的人工智能教学[J].中国校外教育(中旬刊),2019,(10):165-168.
[20] 张学军,董晓辉.高中人工智能课程项目案例资源设计与开发[J].电化教育研究,2019,(8):87-95.
[21] AAAI.AAAI Launches "AI for K-12" Initiative in collaboration with the Computer Science Teachers Association (CSTA) and AI4All [EB/OL].https://aaai.org/Pressroom/Releases/release-18-0515.pdf,2020-01-05.
[22]CSTA.K-12 Computer Science Stantards, Revised 2017 [EB/OL].https://www.csteachers.org/page/standards,2020-01-05.
[23] David S.Touretzky,Christina Gardner-McCune,et al.K-12 Guidelines for Artificial Intelligence:What Students Should Know [EB/OL].https://ae-uploads.uoregon.edu/ISTE/ISTE2019/PROGRAM_SESSION_MODEL/HANDOUTS/112142285/ISTE2019Presentation_final.pdf,2020-07-15.
[24][25] David S.Touretzky,Christina Gardner-McCune,et al.Envisioning AI for K-12:What Should Every Child Know about AI? [EB/OL].https://aaai.org/ojs/index.php/AAAI/article/view/5053,2020-07-15.
[26] 马超,张义兵等.高中《人工智能初步》教学的三种常用模式[J].现代教育技术,2008,(8):51-53.

作者简介:

方圆媛:副研究员,在读博士,研究方向为教学设计与绩效基数、基础教育信息化(fangyy@moe.edu.cn)。

黄旭光:副研究员,研究方向为基础教育信息化、基础教育数字资源的设计与开发(huangxg@moe.edu.cn)。

K-12 Artificial Intelligence Education: What to Learn and How to Teach

—The Enlightenment from "AI for K-12" Initiative in the U.S.

Fang Yuanyuan[1,2], Huang Xuguang[2]

(1.College of Educational Technology Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875; 2.Department of Elementary Education Resource, National Center for Educational Technology, Beijing 100031)

Abstract: In May of 2018, The Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), the Computer Science Teachers Association (CSTA) and the school of computer science of Carnegie Mellon University formed a joint working group to launch "AI for K-12" Initiative. This initiative developed guidelines and resources directory for teaching K-12 students about artificial intelligence. The K-12 Guidelines constructs a K-12 AI knowledge system framework which consists of 5 big ideas which cover AI basic research and application fields. Based on the 5 big ideas, the guidelines design the learning content and learning object for different levels, and come up with suggestions for learning activity. The resources directory compiles varies kinds of high quality resources for popularization of AI, and sorts, classifies and marks these resources according to their instructional function. As the first professional initiative to promote K-12 AI teaching in the field of elementary education in the U.S., AI4K12 provides valuable enlightenments for the development of AI education in primary and secondary schools in China, which include improving AI education standard in National Standard for information Technology courses, making course requirements covering more grades and students, aligning course contents and levels to basic AI research direction; selecting and designing instructional activities and strategies according to AI instructional objectives and characteristics of AI knowledge and contents, further enhancing research on instructional strategies; and constructing resources of AI education by taking advantage of existing AI science popularization resources and specific developing AI instructional resources.

Keywords: the U.S. K-12; Artificial Intelligence (AI); initiative

收稿日期:2020年5月24日
责任编辑:李雅瑄

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能在教育应用中的伦理风险与理性抉择 *

冯 锐 孙佳晶 孙发勤

（扬州大学 新闻与传媒学院，江苏扬州 225009）

[摘 要] 教育是人类社会文明发展的重要领域，人工智能在教育领域的应用，对教育产生了革命性的影响；同时，也给教育伦理带来了一系列风险和挑战。人工智能在教育应用中导致的伦理困境和可能面临的伦理风险，主要表现在人工智能与教育主体的权利嬗变、算法推荐与学生个性的发展异化、人工情感与人机互动的情感危机、智能感知与教育数据的价值困境这四个方面。为了防范和消除这些伦理风险，“以人为本”“以德为先”“以法为界”是人工智能在教育应用中的理性选择，教育责任则是“可信赖的人工智能应该做什么”伦理准则的实践指向。

[关键词] 人工智能；智能教育；教育伦理；教育大数据；人机伦理；技术异化

[中图分类号] G420 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2020)03-0047-08

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2020.03.005

新一代人工智能技术的飞速发展，正在引领新一轮科技革命和产业变革，引发和重构新的行业结构和行业形态。教育是促进人类文明发展的重要领域，而人工智能技术在教育中的应用，正在推动互联网教育进入智能教育发展的高级阶段[1]。利用人工智能技术提高教育服务水平，促进教育的创新发展，让人类教育变得更加智慧，这是人们对人工智能带给教育变化的期待和愿望。人工智能作为一种沉寂了几十年，然后近几年才厚积薄发的一种尖端技术，它引领和促进教育创新发展的潜力毋容置疑。但是，人工智能在教育领域的创新性应用，也冲击和改变了整个教育系统生态和教育秩序，尤其是教育文化、教育中的人伦关系、教育结构和教育价值等诸多方面。由此，也产生了一系列伦理问题，如，削弱教师地位，侵犯学生自由，加大教育不平等，对教育正向价值的压制，对教育育人价值的僭越，教育对人工智能的依附等等。

华东师范大学唐汉卫教授认为，人工智能的深入运用将在本体意义上动摇我们原有的对教育的理解、批判和追求，从而产生前所未有的困惑和焦虑[2]。人工智能在教育应用上的伦理问题，已经开始日益显现，例如，2019 年发生的“监测头环”事件、智能音箱劝主人“自杀”事件，2020 年 1 月“钉钉被小学生逼疯”事件等，这些看似偶尔发生的事件其实并非偶然，它警示人们要开始注意和防范人工智能在教育应用中可能带来已知和未知的一些风险。所以，只有对人工智能在教育应用中所引发的社会和伦理问题进行研究，从而在一定的教育伦理建制内对其进行有效规范，才能发挥其对教育积极的一面，避免消极的一面；才能有效实现人工智能推进教育智能化发展的美好愿景。

一、人工智能给教育带来的“技术陷阱”

在教育领域，从来不缺乏利用新技术进行变革的热情与野心。长期以来，教育的规模化和程序化模式饱受诟病，人们一直在积极期盼和探寻着通过技术的驱动，能给这种工业化教育体系带来变革和创新。因此，人工智能从其诞生起就被赋予了更多教育技术的内涵和社会期待。从技术进化论看人工智能的创新发展，人工智能从 20 世纪 50 年代艾伦·麦席森·图灵（Alan Mathison Turing）完成的图灵测试（The Turing Test）开始，已经走过了 60 多年的发展历程。在这 60 多年的创新发展之中，人们一直在追求着一个最具雄心又很冒险的终极目标，即

* 基金项目：本文系江苏省高等教育教改研究立项课题“江苏高校专业课程 SPOC 教学改革研究与实践”（项目编号：2017JSJG447）的系列成果之一。

http://dej.zjtvu.edu.cn

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

创造一个能够学习和应用智能来完成各种各样任务的智能机器人[3];从早期的教学机器、智能教学系统,到如今的自适应学习系统、智能教育机器人等等,人工智能从面对确定的环境进行有效的经验逻辑推理,发展到拥有在不确定性环境中做出准确判断、决策和行动的能力。“人工智能从简单地模拟人类的逻辑思维开始走向学习、思考;并从简单的机械行为,走向人机、机器与环境等的双向甚至是多向度的互动;从应对单一的确定性环境,走向了复杂的不确定性环境的发展路径”[4]。

自 20 世纪 90 年代以来,随着计算机、互联网、物联网、云计算、大数据、自然语言处理等技术突飞猛进的发展,信息技术已经从 2G 发展到 5G,从有线连接发展到无线连接,从二维空间发展到三维空间。互联网的快捷性、便利性、清晰度和诉诸不同感官的信息形态不断发生的革命,加上数字化、云计算、可穿戴计算、人工智能的整体性突破,正在推动着学校教育向泛在教育、集体化学习向个体化学习、纸笔学习向屏幕学习的转变。工业革命以来标准化教育的弊端,有可能被彻底扭转,人们梦寐以求的从“以教定学”向“以学定教”的转变,真正成为了可能[5]。然而,人们在利用人工智能促进和推动教育创新发展的同时,人工智能的教育应用却可能引发教育主体权利嬗变、学生个性异化、情感危机、教育价值丧失等“技术陷阱”。

(一)人工智能与教育主体的权利嬗变

教育主体是相对于客体而言的,它是教育过程中的教育实践的组织者和实施者[6]。对于教育主客体关系的认识,现代教育观念抛弃了以往教育者和受教育者相互对立的主客二元关系,认为教育者和受教育者是一种主体间的交往实践关系,二者之间广泛存在着相互联系与交互影响。作为主体的个人不再排斥其他主体,不再把他人看作征服、占有的客体,人类的生存已经步入共生性的存在。以课程、教材为载体的教育内容,构成他们共同作用的客体[7]。他们“借助于人类共同的文化、语言和劳动工具”,在主体间展开交往实践活动。

什么是人工智能?这是一个看似简单却又难以给出明确界定的概念。人们对它最朴素的理解就是人造的智能,它是社会发展和技术创新的人造产物。人们对人工智能的期待不在于让它充当“工具”,而是要最终成为能够理解人,拥有与人类类似的情感和思维方式,并且能够成为帮助人的“顾问”[8]。“人类助手”是人类赋予人工智能最大的社会价值和期待。一场 AlphaGo 和世界围棋专家展开的人机大战,让人们惊喜地发现,人工智能已经拥有可能超越人类的智能,成为取代人工或者延伸人类能力的“智能帮手”;但也惊恐地意识到,人工智能的认知和智能水平将可能超过人类而威胁到人存在社会的主体性。社会学家就非常担心人工智能的大规模应用会导致失业,引发社会结构的变化。其实,社会学家对失业担忧的实质是对人的社会主体性的担忧,人工智能在教育中的应用,同样也存在着这种担忧。

从人工智能在教育应用的发展历程来看,其在不同的应用阶段,承担的教育角色和发挥的教育功能不尽相同。历史上有很多比较著名的智能教学系统,如,SOPHIE、MYCIN、GUIDON 等,这些系统在培训和教学过程中扮演了辅导者、教练、评价者等多种角色,完成了基于领域知识和已有经验进行教学决策和指导的教学任务;最新集成了新一代智能技术开发的 LearnSmart、Knewton 平台、松鼠 AI 自适应学习系统、AI 助教 Jill Watson 以及科大讯飞的阿尔法蛋机器人、美国麻省理工大学的 Tega 机器人、Anki 的玩具 Cozmo 机器人、机器人教练阿尔法 2 号等,都能够完成智能辅导、智能答疑、智能出题、智能评价、智能学伴等教学任务,扮演着教师、学生、同伴、领域专家等教育角色。可以说,人工智能在教育“行动中”的“智能”表现并不一定逊色于人类个体,甚至超过了人的“智能”。原本在教育中由教育者和受教育者组织和实施的一些教育教学活动,如今却渐渐被人工智能和智能机器人所替代和完成。那么,这对教育会意味着什么?

近年来,人工智能在教育中的应用,实际上已经引起了人们对教育主体的担忧和思考。主要担忧人工智能的应用是否会真的取代教师:当教师遇上人工智能,究竟会发生什么?人工智能技术出现后,教师真的会被取代吗?人工智能时代,还需要教师吗?这些疑问从一个侧面,反映了人们对于教师主体性的担忧。人类的教育本质明确地告诉人们,教师肯定不会被取代,教师职业也肯定不会消亡。但是,人工智能发展的历史告诉我们,人工智能的教育应用必然会消解和重构教师的主体地位。其实,人工智能也冲击和影响了学生的主体地位,现在开发的很多学伴机器人和智能搜索引擎,已经成为学生自主探究

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学习和合作学习的得力助手和学伴，有些还具有情感陪护、数字娱乐等功能。基于人工智能的教学软件能够根据个人需求定制学习，将学习者相互联系在一起，提供获取数字材料的机会，支持分散学习，并以有意义的方式让学生参与进来[9]。

除了对教师和学生主体地位的担忧之外，还有一个令人疑惑的问题——在教育实践中，人工智能能否成为教育主体？如果能成为教育主体，那么人工智能就可以跟其他主体一样，在教育活动中有意识地认识和作用于客体，并在教育实践中表现出它的主体性。果真如此的话，我们就需要更进一步思考：人工智能在教育应用中的主体间关系是一种对称的伦理关系？还是非对称的伦理关系？其他教育主体在人工智能的作用下，其主体性是被加强还是被削弱？这直接关系到各个主体的教育责任和教育权力。如果人工智能不能被视为教育主体，那么，它在教育实践之中如何被理性地用来为教育赋能，而非赋权。这些都需要对“人工智能+教育”的本真和意义，进行思考和追溯。

（二）算法推荐与学生个性的发展异化

个性化教育是当今世界教育改革发展的重要思潮之一，也是现代教育思想的一种新境界。“教育在今天只有赢得了个性和个性发展，才能赢得社会发展的未来”[10]。在漫长的教育改革与创新实践过程中，人们把探寻和实现学生个性化发展的更多期待赋予了技术的应用；同样，也对人工智能给予极大的热情和期待。实现学生的个体化学习是人工智能在教育实践中一个重要的应用方向，智能虚拟助手、智能导师系统、自适应性学习系统，这些都是根据学习者的个人特点（语言、学习风格、偏好等）所开发的个性化学习系统[11]。自 21 世纪新一轮人工智能大爆发以来，人工智能因互联网强大的计算能力和数据智能算法推荐，在个性化学习方面获得了巨大的进步。

“利用大数据分析和算法推荐，能够基于学生的学习能力或技能水平动态调整课程难度或种类，能适应每个学习者的速度和进度并实时调整内容；或在恰当的时机提供定制化的练习，实现大规模的个性化学习”[12]。但是，利用人工智能实现个性化教学，并不一定能促进学生的个性化发展。甚至有人悲观地预测，人工智能通过自身的深度学习以及大数据的挖掘和算法，在为人类精准推荐信息的同时，人有可能被奴役而成为“单向度”（One-Dimensionality）的人，人的自迷和自我困厄现象将难以避免[13]。算法推荐就是利用学生的一些行为数据，通过一些数学算法，推测出学生的学习需求和学习偏好；然后，定向给学生推送学习内容、认知工具、教学活动和学习同伴。人工智能与教育大数据分析技术的结合，使人类知识被全景拆解成可计算的数字符号，学生的学习行为、过程都能够被有效地跟踪与分析，能够根据每一个学生的学习需求和行为特征量身定制学习计划，精准推送相关学习资源。

但是，这种个性化的算法推荐极易造成“信息茧房”效应。一方面，基于算法的个性化推送，呈现给学生的内容都是学生自己感兴趣的，或者是适合于自己学习偏好的学习内容。即都是被技术判断、过滤和筛选“无关的”“多余的”“杂质的”信息之后的“纯净”内容。长此以往，学生的学习兴趣和注意力就会被锁定在既定的范围内，学生获得的知识域会被狭窄化，学习内容呈现的全面性和多样性也会被破坏，部分信息被智能遮蔽和过滤，学生的思维被算法所规制；还会造成学生认知的偏差和思维的故步自封，学生在学习之中往往会变得过度自信或者盲目自信。另一方面，算法主导的智能推荐提升了教学内容的精准传播，但无形中也使学生丧失获取信息的自主权，失去了全面获取相关学习内容的学习机会和权力，而且学生过度依赖算法推荐来获取信息，容易使其行为和思维产生惰性，这样久而久之，学生自己的主体性将被技术消解。

当前，机器学习和算法推荐在教育应用中是一个不能回避的实践问题，这种看似公平合理的人工智能应用，却存在着技术导致的偏向和歧视，而且这种歧视和偏见还非常的隐蔽，完全被个性化教学的假象所遮蔽与迷惑。现代教育追求的是以学生个性为基础的全面发展，绝不是“单向度”或片面化的发展。“当技术成为一种新的极权时，人一方面顺服技术所规定的工作流程，另一方面成为工具的附属物。人的外在附属物对人的奴役，在以某种看似合理化的形式支配着人的存在。人的异化在此是不言自明的事实”[14]。我们不禁要问，在教育中应用个性化算法推荐是教育的初衷吗？利用它要实现个性化教学，还是个性化发展？毋庸置疑，算法推荐的教育教学应用带来了很多伦理问题，它引起的“危害”是显而易见的，将会给教育带来潜在风险。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(三)人工情感与人机互动的情感危机

教育是人类社会的一种情感实践活动。“教育没有了情爱，就相当于没有了价值倾向和生命关怀意识,也就只剩下可以独立存在的教、训、诲、化这类中性的行为”[15]。无论是教育者,还是受教育者,情感较之于理性，更能使其感受到自我的存在而主动地参与有意义的活动。人工智能为教育者和受教育者搭建了一个虚拟化、数字化的教育拟真生态环境,大量基于虚拟、远程、物联、开放、智能、聚合、协作的技术应用在教育之中，虚拟现实教学场景成了未来师生互动体验的常态化教育场景；远程人人互动和人机互动成为教育的常态交往关系；智能机器和模拟软件是学生模拟体验的常用平台；同步或异步教学让师生能随时随地开展教学活动。当津津乐道地预测着人工智能给教育环境、教育内容、教育方式方法等方面带来变化的同时，我们也要看到其对教育者和受教育者情感方面的影响。

2020年1月的“钉钉被小学生逼疯”事件,网络上相关民意沸沸扬扬，这个事件其实是人工智能在教育中应用所引发的社会伦理问题的预警，提醒人们不要单纯地关注技术给教育带来的知性变化,更要关注给教育者和受教育者带来的情感变化。一方面，教师和学生以及其他教育主体之间的关系是能够精准地建立起来的，每一个交往的教育主体都具有平等的地位，任何一个现实主体都可以根据自己的意愿塑造符号形象和身份，在网络环境中进行自由的对话与交流;但另一方面,教育主体的身份置身在虚拟与现实的二重性之中，教师和学生的具身走在“在场”与“不在场”的教学实践之中。而且在虚拟教学中，教学主体之间以及教学主体与客体之间的交互作用，仍需要借助数字化中介系统来展开和实现。因而,它是一种“主体—中介—客体”或“人—机—人”的交互模式”[16]。这对于坐在互联网终端的教师和学生而言,容易造成认知参与、情感遮蔽这种“伪参与”现象。

情感遮蔽就是教师和学生的情绪、感受被技术屏蔽,喜怒哀乐相互之间觉察不到,一是自己觉察不到自己的情感,二是觉察不到其他人的情感。教师和学生之间最为珍贵的感情交流被虚拟世界所隔离,传播和流动的只有技术眼中的“数字符号”和一些程式化的活动设置，忽视和缺失了人文关怀的情感教育力量。

微软(亚洲)互联网工程院“小冰项目”开发总监周力曾经在接受《商学院》杂志采访时表示:“好的人工智能不仅是什么都知道，而且能跟每个用户建立起感情连接”[17]。“高智能、低情商”的人工智能是永远不可能和人和谐共处、协同工作的,也难以和人逐步建立起信任和依赖关系。喜怒哀乐的情绪变化和语言情感表达对人来说很普通，对人工智能来说却意义重大。在人工智能领域内,新一代人工智能系统的首要任务就是需要具备“感性”的情感连接能力,这样才能以更类似真实人类的方式，满足人们普遍的心理和情感需求，从而逐步建立相互信任和依赖感。有人乐观地认为,人工智能可以捕捉到学习者不同时间、不同地点的各种数据,包括面部表情、动作、情绪等。感知人类的情绪，甚至像人类一样拥有情感,这是所有人工智能的终极目标。其实,在21世纪新一轮人工智能的大爆发之中,人工智能与“互联网大脑”的结合已经赋予人工智能机器识别或表达人类情感的基本能力。

目前，对于人工智能情感识别和情感表达的应用研究，在教育教学领域中取得了一些进步。De Vicente等人研制的数字导师系统,将情感引入了教育对话领域，通过研究与学生交流得更自然有效的方式,以便提供更好的教育交互。德国人工智能研究中心在所开发的“虚拟剧场”“虚拟市场”“对话Agent”三个项目中,引入情感模型和个性特征来帮助开发儿童的想象力及创造力[18]。微软(亚洲)互联网工程院研发的第三代人工智能机器人助理“小冰”和“小娜”,在模拟人类情感方面迈出了一大步,这对助理机器人姊妹花拥有一些类似人的感性特征,能够逐步与助理对象建立感情依赖和信任。

但是,人类在赋予人工智能“情感”的过程中,同样面临着许多问题。2012年,上映了一部电影《机器人和弗朗克》,在这部电影中,弗朗克是一个已经退休在家孤独生活的珠宝窃贼，他的儿子为弗朗克找了一个机器人来护理他的日常生活。机器人在日益努力中赢得弗朗克的信任，和弗朗克也慢慢地建立了友谊。机器人的中心职责是保持弗朗克的身心健康和活跃,于是,它为了让弗朗克的生活富有激情,在它的参与和合作下弗朗克开始重操旧业，重拾自己当年的激情。在随后的剧情发展中,弗兰克与机器人的关系使他与儿子的关系变得复杂，甚至超过了他与儿子的关系。而且，机器人慢慢有了自己的思

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

维,并且开始为了弗朗克学会了说谎。两者的共同生活构成了弗朗克与机器人的记忆，也有了属于彼此间的亲密感[19]。尽管这是一个虚构的荒诞故事,但它警示人类不得不思考“赋予了情感的机器人与人相处”这一系列伦理问题。

对于教育而言，这个电影中展现的人—机伦理问题启示我们,必须直面并思考许多重要问题。有些是技术哲学层面的,有些是教育社会学层面的,我们在这里只思考教育社会学层面遇到的一些问题,主要有:富有情感的教育机器人应该如何行动,才符合教育的价值观？它跟其他教育主体(教育者、受教育者)相处到何种程度,才符合教育规范？赋予情感的人工智能在教育应用之中,是否会引起“情感泛滥”？赋予情感的人工智能会不会因为难以自控或受人控制,导致不合理的教学行为或情感表达？这些问题,需要人们从权利以及伦理道德层面去思考。

(四)智能感知与教育数据的价值困境

人工智能的发展趋势是与世界的生命系统、万物系统结合为一体,实现万物互联、人人皆知。智能感知是人工智能最主要的发展方向之一，物联网技术、工业 4.0 技术、区块链技术等,为人工智能的智能感知提供了良好的技术支持。在教育领域中,随着智慧校园的建设以及各种智慧平台的开通,电脑、手机、iPAD、可穿戴设备,以及人脸识别、指纹识别、一卡通、监控摄像机等设备已经被广泛使用,AI 人脸识别考试、一卡通智能管理、智慧校园监控、云端课堂智慧教学、VR 在线互动虚拟仿真教学等系统平台,已经构成了教育领域的智能感知体系。日常大量的教育数据通过手机、iPAD、电脑、可穿戴设备等,上传到云端进行处理和分析,实现了自动识别、定位、跟踪、控制、监管和信息的交换。

人工智能是以数据驱动和认知计算为核心的信息处理、分析、判断和决策系统,通过从教育大数据中发现知识,进而根据知识进行描述性分析、预测性分析、优化分析和可视化展示，并做出智能化教育决策。所以,教育大数据使人工智能在教育创新、教学变革、决策领域的应用中,有了分析和判断的“养分”,它如同生态系统里的能量一样,在不同的教育信息管理系统、不同的教育设施、不同的教育设备之间无缝地传递和交换，通过数据挖掘等方式充分发挥其应用价值[20]。

教育大数据一部分来源于教育实践活动中学生、教师、管理者和家长等,一部分来源于智慧校园体系中诸多的多媒体设备、传感器等。有专家将教育大数据分为教学资源、教育教学管理、教与学行为、教育教学评估四大类;从数据结构化程度来看,其包括结构化数据、半结构化数据和非结构化数据;从数据产生环节来看,有过程性数据和结果性数据[21]。数据本身没有好坏之分,都是教师、学生、管理者和家长在智慧教育系统中的各种活动和行为所产生的。这些数据一经产生,就脱离了自己的母体,被互联网公司或学校单位控制,它们在实际运用之中存在着很多问题,有些问题是技术异化引起的,有些是人为原因造成的。目前,人们普遍关心的是数据安全与隐私保护问题,数据泄露会暴露个人身份、隐私、归属以及名誉,挑战了人的主权和尊严,这个问题已经从法律、伦理、政治、社会、技术层面受到研究者的重视。特别是随着区块链技术在各教育场景中的创新性应用,数据安全和隐私保护逐渐得到有效解决。其实,在对教育大数据的创新应用中,当前最大的问题是数据权利、数据平等、避免错误决策。

目前,教育系统的信息化建设日益完善,各种智能设备应有尽有,教师和学生的一切行为基本上都暴露在“第三只眼”的监视之下,每天的数字生活痕迹都会被永久地保存起来。例如,当下教育实践中正在普及使用的 AI 人脸识别系统，开发者的共识和期望是利用人脸识别技术实现无感进出控制的门禁、注册登记、考勤等功能。那么,问题在于:这些设备采集的数据应该归属于谁？这些数据是否该属于我们个人？他人,包括那些记录、存储数据的公司是否有权存储和使用这些数据[22]？因为,即使敏感性低的数据,当把它们相关联起来时,往往也能够产生一组具有高度重要意义的数据链,甚至比原始数据集更为重要,这称之为“身份重新标识”。这种重新标识可能会被人利用进行恶意的“推论攻击”(Inference Attack)，即为了不正当地获得某人的材料，通过分析数据而实行的一种数据挖掘技术,类似我国所说的“人肉搜索”[23]。特别是涉及教师和学生的个人数据,这些数据有可能长期持久地存储在某个服务器上，如果不明确所有权对其加以控制,将意味着数十年来个人数据被再次激活,使用或滥用的可能性持续存在。

另外，这些教育大数据有可能用于对学生行为

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的预测分析,这样很容易造成“将行为模式错当实际”的结果。因为,模式是根据过去行为而确定的,不能完全决定未来的实际行为[24]。应用这种行为模式进行推测的方式,在商业领域有一定用武之地。但在教育领域应用就会容易给学生贴上某些标签,造成刻板印象,这对于成长中的学生而言,属于一种“预测性干扰”,具有道德伦理方面的漏洞。

2019 年 BrainCo 公司生产的“赋思头环”,在浙江金华小学课堂上的应用就引发了广泛争议,大家都在质疑学生佩戴“赋思头环”来监控专注力,是否会让其产生逆反心理?这确实是一个值得反思的问题。如果在特定场景中把它视为一个戴在头上的“监控器”;那么,学生产生人为干预后的情绪反应是必然的。这里还有一个值得深思的问题,“赋思头环”本身是一个专注于数据的量化仪器,主要通过分析采集到学生的脑电波来表征和计算专注力的大小;那么,带着一定目的和动机采集的脑电信号,是否能真实客观地表征学生的专注力?以及是否在清洗和逻辑验证时,保证了数据的真实性和多样性?如果把采集到的数据视为学生专注力的一种体现,利用这些数据给学生构建的“数字画像”客观真实吗?是否是被技术修饰合成的轮廓?

教育大数据为人类教育带来了一场从数据到知识到行动的教育变革与创新,它是教育领域中最为珍贵的资源。其自身是没有价值或对错的,它的价值都是人们在教育实践中根据自己的期待和目的所赋予的。因此,教育大数据在驱动教育教学变革与创新应用的同时,我们必须注意其在应用过程中引发的技术异化、数据权利、数据平等和信息隐私等一系列伦理问题;而且,这些问题有可能会导致教育不公、人格异变等不良后果。

二、人工智能在教育应用中的理性抉择

教育不同于其他领域,人工智能的应用导致的可能不仅是技术层面的伦理风险问题,更为严重的是,它可能会摧毁人类原有的教育价值和伦理体系,引发一系列潜在的、未知的伦理风险,这将对教育带来不可估量的伤害。如何突破人工智能在教育应用中所形成的伦理困境,这确实是一个需要慎重选择和认真对待的复杂问题。一些研究者试图从技术的角度来破解这种伦理困境,但是,教育中人伦关系错位、意识与责任迷失、人机信任危机、人性全面发展异化等这些伦理风险,是难以通过技术的创新和进步来消除的。我们必须要建立具有明确道德观、价值观指引的伦理框架,必须要有相关的法规来规制。

2019 年 4 月,欧盟委员会发布了《人工智能伦理准则》,该准则以“可信赖人工智能”为愿景,从“人的能动性和监督”“技术鲁棒性和安全性”“隐私和数据管理”“透明性”“多样性、非歧视和公平性”“社会和环境福祉”“问责”这七个方面,来构建确保人工智能足够安全可靠的伦理准则框架[25]。其中,一个最为明确的指示和引导,就是可信赖的人工智能应该是尊重基本人权、规章制度、核心原则及价值观。这可以说是确保技术在应用上安全可靠,避免因技术不足而造成无意伤害的根本。该伦理准则对人工智能在教育中的可信赖应用,提供了良好的伦理启示,也为构建伦理框架提供了明确的进路。对于人工智能的教育应用伦理,“以人为本”是底线伦理,“以德为先”是道义伦理,“以法为界”是规约伦理,这是防范和消除伦理风险的理性选择。

(一)以人为本的价值导向

教育是人的教育,促进人的全面发展是人类一切教育的出发点和归宿。人工智能是推进教育均衡发展、促进教育公平、提高教育质量的重要手段,是实现教育现代化不可或缺的动力和支撑。在未来的教育发展之中,人工智能与教育的融合将更加深入和广泛,人工智能在教育领域的应用将逐渐走入常态化。那么,该如何减少和规避人工智能在教育应用中的伦理风险?事实上,在教育技术的发展历程中,长期受到科学主义思想观念的深度影响,教育技术的发展存在工具理性与价值理性关系的断裂问题,表现为技术思维的僭越、人性发展的圈囿和情感沟通的缺失等[26]。人工智能在教育领域中的应用同样也深陷技术陷阱之中,从表面上看是人工智能对教育教学的赋能,而本质上却是人工智能的教育应用一味追求个性化、智能化、信息化,对工具理性的趋之若鹜和盲目崇拜,使原本“以人的全面发展为目的”的价值理性失去意义,工具理性裹挟着学生走向了人伦关系的断裂和人性的扭曲。正如叶澜教授所言:“教天地人事,育生命自觉”,教育伦理是关涉人之发展的伦理,以人的发展为中心,关注人之发展的未来性、生命性和社会性,这是构建教育伦理的价值观念和基本原则[27]。人工智能的任何教育应用,都不

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能改变这一真谛,无论人工智能多么强大,都必须服务于人的教育与人的发展这一根本宗旨。教育绝不能迷失在技术的浪潮之中,“以人为本,从学生的全面发展出发”来推进人工智能的应用,才是人工智能引领和促进教育创新的必然追求。

(二)以德为先的道义担当

在教育的实践领域中,人们对人工智能变革和创新教育的社会期待越来越大,这势必使人工智能在教育中的应用与发展,不断面临着实然与应然、理性与情感、知识与德性的伦理困境。当人们从价值引领、制度约束方面来探寻破解伦理困境,防范伦理风险之道时,一个重要的、核心的、本质的实践指向是教育中“可能的、是否允许的”道德伦理,即为教育者和受教育者提供行为规范,以指导教育实践。背离伦理道德的教育实践,其危害性不言而喻。人工智能是一种“智能”技术,尽管人们普遍认为弱人工智能不具备道德行为者的主体性;但是,强人工智能肯定具有了一定的主体意识、情感表达与自主性,这也是人们普遍的共识。

人工智能的发展会越来越强大,在人机共存的教育场景之中,它也和人类个体一样拥有了平等的主体地位和责任。王淑芹教授指出,人工智能技术的“是”与“应该”、“道义”与“功利”、“自由”与“责任”之间的关系,是发挥好伦理学价值规范与引领作用的理论基础[28]。无论如何,道德在人工智能的教育应用中是不应忽视的,这是人工智能在教育应用中“归于善”本质的伦理化反映,也是以德性内化信念、以道义驱动行为的责任伦理价值的彰显。我们必须逐步建立具体的、较为全面的人工智能在教育应用中的伦理规范,确立判断行为是非善恶的道德标准,这才是将人工智能引向教育“育人”发展的意义之所在。

(三)以法为界的伦理规约

人工智能在教育应用中存在的伦理风险绝对是不可忽视的,因为它造成伤害的对象一般是我们的受教育者,而且这种伤害有可能是潜在的、长久的、难以逆转的。人类要保持对人工智能在教育实践中的有效控制,防范技术异化和价值扭曲所导致的风险,就必须要建立新的伦理制度。我们知道,人工智能在教育应用中的伦理风险,主要在于设计开发和实践应用两个环节。当开发人员在开发一个基于人工智能的教育系统时,需要遵循教育价值主导下的技术规范和科学标准,必须遵守社会伦理的基本原则。只有在人工智能相关技术的应用和发展上加以技术伦理和社会伦理的制约和限制,形成一定的伦理制度,才能使人工智能在开发和设计环节上,真正将伦理风险减少到最低程度。

在实践应用环节,未来的教育肯定是一种人机共存的新型教育关系和教育场景。人机共存的本质是协调而非欺骗,它建立在人机认知信任和情感信任的基础之上,是一个富有挑战性的过程。这一挑战不仅仅是技术伦理层面的挑战,更为关键的是社会伦理层面的挑战。教育实践中的人机共存,需要教育制度、政策和法规,这是人工智能深度、有序、科学参与人类教育教学活动的前提和保障。伦理制度是破解和消除伦理风险的最有效举措,它是以“强制性”的形式面向人类教育实践中人机关系和社会行为的一种制度性约束和规范。

人们常言,法规不前置,现实必尴尬。因此,我们认为,人工智能在教育中的应用,必须针对教育主体建立起一系列规章公约和守则,把尽可能多的教育伦理以制度化的形式严格建立起来。伦理制度是道德规范与法律规范相衔接的一种制度,它在建立和维护人工智能在教育应用中的秩序上,发挥着非常重要的作用。

三、人工智能未来的教育责任

自 20 世纪 90 年代以来,随着传感器、移动互联网、物联网、云计算、大数据分析、虚拟现实等技术突飞猛进的发展,人工智能拥有了在不确定性环境中做出准确判断、决策和行动的能力。目前,人工智能处理和应对复杂问题的认知行为和智能水平在一定程度上与人脑相近,甚至会超越人类的智能水平,它已经在社会各个领域的应用中显示出了巨大威力和社会价值,也一再点燃和激活了人们对人工智能在教育应用中的热情和期待。正如李政涛教授所言:“技术拥有改变世界、改变人类和改变教育的伟力,它已经成为具有强大自主性的存在”[29]。

面对人工智能有可能给人类教育带来的种种风险和危害,人们呼唤和期待通过重建教育伦理体系,重构教育伦理秩序来消除技术陷阱,化解伦理风险,除了价值前提和规范前提之外,责任前提则是“应该做什么”的伦理道德准则指向,这是对人工智能在教育应用中的应然要求,凸显其变革教育的使命感和

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

责任感。总之,任何一种技术,无论其如何应用,只有明确承担起自己的责任,这一责任才会成为其持续发展的驱动力和规制力。

[参考文献]

[1]任友群,冯仰存,郑旭东.融合创新,智能引领,迎接教育信息化新时代[J].中国电化教育,2018(1):7-14+34.

[2]唐汉卫.人工智能时代教育将如何存在[J].教育研究,2018(11):18-24.

[3][19]Burton E,Goldsmith J,Koenig S,et al. Ethical Considerations in Artificial Intelligence Courses[J]. AI Magazine,2017(2):22-34.

[4]孙振杰.关于人工智能发展的几点哲学思考[J].齐鲁学刊,2017(1):77-81.

[5]袁振国.科学问题与教育学知识增长[J].教育研究,2019(4):4-14.

[6]李富旺.教育法理要点[M].天津:天津教育出版社,2004:305-306.

[7]冯建军.主体教育理论:从主体性到主体间性[J].华中师范大学学报(人文社会科学版),2006(1):120-126.

[8][17]石丹.发现"机器之心"[J].商学院,2015(11):60-63.

[9]Woolf B P,Lane H C,Chaudhri V K,et al. AI Grand Challenges for Education[J]. AI Magazine,2013(4).

[10]戴汝潜,宛士奇.个性发展与教育改革实验[J].教育研究,1989(7):22-26.

[11]杨现民,张昊,郭利明,林秀清,李新.教育人工智能的发展难题与突破路径[J].现代远程教育研究,2018(3):32-40.

[12]金慧,胡盈滢,宋蕾.技术促进教育创新——新媒体联盟《地平线报告》(2017 高等教育版)解读[J].远程教育杂志,2017(2):3-8.

[13]吴海江,武亚运.人工智能与人的发展——基于马克思人学理论的考察[J].学术界,2019(3):76-82+231.

[14]周国文.人之解蔽:超越工具化的技术宰制之可能[J].社会科学辑刊,2007(6):44-49.

[15]刘庆昌.教育是一种情感实践[J].河南师范大学学报(哲学社会科学版),2017(4):149-157.

[16]罗儒国,吴青.论教学活动的虚实二重性[J].山西大学学报(哲学社会科学版),2018(1):136-143.

[18]王国江,王志良,杨国亮,王玉洁,陈锋军.人工情感研究综述[J].计算机应用研究,2006(11):13-17.

[20]余海燕.教育大数据价值挖掘对教学改革的启示[J].价值工程,2016(25):241-242.

[21]苏令.大数据如何助教育更加公平优质[N].中国教育报,2018-04-17.

[22]黄欣荣.大数据技术的伦理反思[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2015(5):47.

[23][24]邱仁宗,黄雯,翟晓梅.大数据技术的伦理问题[J].社会与科学,2014(1):36-48.

[25]胡凡刚,孟志远、庞茗月,刘永琪,刘敏,程玉.基于欧盟 AI 伦理准则的教育虚拟社区伦理:规范轮构建与作用机制[J].远程教育杂志,2019(6):41-49.

[26]张宏.工具理性与价值理性的整合——教育技术发展的现实思考[J].教育研究,2016(11):28-32+53.

[27]樊浩,田海平.教育伦理[M],南京:南京大学出版社,2000:39.

[28]技术时代的伦理:困境与抉择[N].中国社会科学报,2019-11-12.

[29]李政涛.现代信息技术的"教育责任"[J].开放教育研究,2020(2):13-26.

[作者简介]

冯锐,博士,扬州大学新闻与传媒学院教授,博士生导师,研究方向:网络教育应用,新媒体开发与应用,信息化教学设计、学习科学与技术设计;孙佳晶,扬州大学新闻与传媒学院在读硕士研究生,研究方向:人工智能教育应用,信息化教学设计,STEM 教育;孙发勤,博士,扬州大学新闻与传媒学院讲师,研究方向:MOOC 建设质量评估,教育大数据,教育数据挖掘与学习分析。

Ethical Risk and Rational Choice of Artificial Intelligence in the Application of Education

Feng Rui, Sun Jiajing & Sun Faqin

(School of Journalism and Communication, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu 225009)

【Abstract】 Education is an important field in the development of human civilization. The application of artificial intelligence in the field of education has revolutionized education, and it also brings a series of risks and challenges to educational ethics. The ethical dilemma and possible ethical risks caused by the application of artificial intelligence in education are mainly in four aspects: right transformation of artificial intelligence and educational subjects, alienation of algorithm recommendation and the development of students' personality, emotional crisis of artificial emotion and human-machine interaction, value dilemma of intellisense and educational data. To prevent and eliminate ethical risks, "people first", "morality first" and "law as boundary" are rational choices, and the educational responsibility is the practical direction of the ethical code that "what reliable artificial intelligence should do".

【Keywords】 Artificial Intelligence; Intelligence Education; Educational Ethics; Educational Data; Human-machine Ethics; Technology Alienation

收稿日期:2020 年 3 月 22 日

责任编辑:吕东东

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

智能时代的中小学人工智能教育：总体定位与核心内容领域*

□ 卢 宇 汤筱玓 宋佳宸 余胜泉

【摘 要】

随着智能时代的到来，人工智能在多个领域日益发挥其重要的应用价值，我国也积极倡导和支持开展多层次的人工智能教育。然而，在基础教育领域，人工智能教育仍然面临课程定位模糊、教学内容分化、课程体系与资源庞杂等诸多现实问题。本研究面向中小学教育阶段，对国内外人工智能教育的现状进行了深入调研和总结，将人工智能教育与现有的相关教育进行了系统比较和辨析，明确了中小学阶段人工智能教育的总体定位。针对当前人工智能教育中缺乏对内容领域进行科学界定和清晰完整的描述，本研究提出了六个核心内容领域并进一步阐述了基于内容领域的课程设计基本原则。本研究有助于进一步推动当前人工智能教育的深入探索，促进我国中小学人工智能教育持续、健康地发展。

【关键词】 人工智能教育；中小学教育；基础教育；核心内容领域；课程设计；智能体

【中图分类号】 G632.0 【文献标识码】 A 【文章编号】 1009-458x(2021)5-0022-10

DOI:10.13541/j.cnki.chinade.2021.05.003

一、研究背景

人工智能、移动互联网、大数据、云计算等技术正在助推人类社会迈入发展的新阶段，未来的时代将是智能化的时代。在教育、医疗等多个垂直领域，人工智能已经展现了其重要的应用价值和影响力，并逐渐成为这些领域发展和变革的新动力。随着人工智能与各个垂直领域的不断深入融合，普通公民也越来越需要具备人工智能的基本知识和应用能力，人工智能教育开始受到广泛关注。2017年7月国务院发布《新一代人工智能发展规划》，明确指出“实施全民智能教育项目，在中小学阶段设置人工智能相关课程”(国务院, 2017)。2018年4月教育部印发《高等学校人工智能创新行动计划》，提出“构建人工智能多层次教育体系，在中小学阶段引入人工智能普及教育”(教育部, 2018a)。这些政策的颁布为我国人工智能教育在中小学阶段的发展指明了方向，推动了当前对人工智能教育在课程设置、培养模式等方面广泛而深入的探索，人工智能正在逐步成为中小学阶段的重要教学内容之一。

(一) 国内外人工智能教育发展现状

1. 国外发展现状

当前各国都高度重视人工智能技术的应用并视其为提升国家竞争力的重要力量，并开始逐步在基础教育阶段开展人工智能人才培养。

美国国家科学基金会联合谷歌、微软等企业以及美国计算机科学教师协会（Computer Science Teachers Association，CSTA）等组织，多年来一直致力于中小学计算机科学的课程标准制定及相关课程的普及，但是仍然难以满足人工智能教育的需求。2018年5月，美国人工智能促进协会（Association for the Advancement of Artificial Intelligence，AAAI）与计算机科学教师协会联合成立了工作组，启动美国K-12人工智能教育行动（AAAI, 2018）。人工智能领域的学者和一线教师开始探讨和细化面向

* 基金项目：教育部产学合作协同育人项目“中小学人工智能课程建设与师资培养”(201902259008)。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

K-12阶段人工智能教育的相关教学内容（Touretzky, Gardnermccune, Martin, & Seehorn, 2019），涉及“知识表示”“机器学习”“伦理道德”等多个方面，并对相关人工智能教育的工具与资源进行了推荐。

2019年，麻省理工学院推出了面向K-12阶段人工智能教育的资源网站，汇聚了不同研究项目、学习单元与教学工具，并针对不同学段开设不同的研究主题（MIT Media Lab, 2019a）。例如，针对幼儿园至2年级学生，主要围绕陪伴机器人等开展简单的体验活动；针对9-12年级学生，则着重让学生经历一个完整的从设计到开发的人工智能应用流程，让学生可以利用Doodle Bot或其他人工智能创意实践平台（MIT Media Lab, 2019b）。

英国自20世纪80年代开始，人工智能课程就以选修课的形式出现在信息与通信技术（Information and Communications Technology，ICT）的课程体系中，该课程重视相关思维能力和人文价值的培养，并积极通过与本国高校协作的方式来开展教学，包括聘请高校专家参与课程建设、搭建教学平台以及参与讨论与答疑等（英国政府, 2017）。2018年4月，英国上议院发布题为《人工智能在英国：准备、意愿和能力》的专题报告，强调在基础教育阶段需要让学生对人工智能有必要的知识储备和基本理解，以应对社会的发展，课程的核心是技术的使用和伦理（英国上议院人工智能特别委员会, 2018）。

芬兰是欧盟成员国中第一个将人工智能发展列入国家战略的国家，并注重在已有人工智能技术的基础上进行发展和创新型教育。2017年，芬兰政府发布《芬兰的人工智能时代》报告，明确提出要积极寻求新的教育创新，以满足人工智能应用领域的人才需求（芬兰经济事务与就业部, 2017）。在芬兰担任欧盟轮值主席国期间，发起“1%的欧盟公民掌握人工智能基础”的倡议，并向全球开放了“Elements of AI”等在线课程，鼓励更多的人了解人工智能是什么，可以解决什么问题，对生活产生了什么影响，以及如何开始创建人工智能项目。该课程由芬兰赫尔辛基大学等联合研发，提供英语、芬兰语、德语、瑞典语等几乎所有欧盟成员国语言的版本（芬兰经济事务和就业部, 2019）。

日本自2016年开始提出要对中小学教育进行改革，以帮助年青一代适应以人工智能为代表的第四次工业革命。同时，在基础教育阶段需要重视培养学生运用信息技术的能力以及使用数据进行分析的素养（段世飞, 等, 2019）。此后，日本文部科学省等主要国家部委陆续发布了一系列相关报告和政策，强调培养学生具备使用人工智能技术并可以为企业创造价值的能力。

新加坡政府于2018年3月发布“AI Singapore”项目，旨在促进和增强新加坡在人工智能领域的创新能力，同时推出了“AI for Students”“AI for Kids”两项人工智能教育计划。其中，“AI for Students”计划主要面向中学阶段，在该计划下学生和教师可以自由访问其课程的核心内容（AI Makerspace和Data Camp），并参与专业社区讨论（AI Singapore，2018a）；“AI for Kids”计划则面向小学阶段，在该计划下学生学习人工智能基本概念、开放工具、开发应用，以解决日常生活中的实际问题（AI Singapore, 2018b）。

在各国对人工智能教育日益重视的背景下，联合国教科文组织于2019年3月组织了以“人工智能和可持续发展”为主题的“移动学习周”，同年5月发布了《北京共识——人工智能与教育》。《北京共识》建议将人工智能相关技能纳入中小学课程、职业技术教育与培训以及高等教育的资历认证体系中，并提高社会各个层面所需的基本人工智能素养（联合国教科文组织, 2019, p.59）。2020年11月，联合国教科文组织教育信息技术研究所发布了《教育中的人工智能》（*AI in Education：Change at the Speed of Learning*），探讨了人工智能技术对学生、教育者、家长、教育管理者等产生的深刻影响以及带来的伦理道德方面的挑战（UNESCO IITE, 2020）。

2. 国内发展现状

我国很早就开始将人工智能教育引入中小学课堂。“人工智能初步”早在2003年就被纳入我国《普通高中信息技术课程标准》的选修模块中，与“算法与程序设计”“网络技术应用”“数据管理技术”等并列为五个选修模块，在全国发行的多套高中信息技术学科教材中也都有相应的人工智能分册或相关内容。但是，受限于当时人工智能技术本身的发展，教学内容更多涉及的是“专家系统”“分布式计算”等传统概念以及递归程序设计等实践内容。2017版的《普通高中信息技术课程标准》保留了“人工智能初

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

步”，将其作为选择性必修模块，主要分为“人工智能基础”“简单人工智能应用模块开发”“人工智能技术的发展与应用”三个主题，要求学生了解人工智能的发展历程及概念，描述典型人工智能算法的实现过程，搭建简单的人工智能应用模块，同时增强利用智能技术服务人类发展的责任感。在必修模块中也多处涉及人工智能相关内容，如在必修模块“数据与计算”中通过人工智能典型案例的剖析让学生认识到人工智能在信息社会中越来越重要的促进作用（教育部, 2018b）。在此基础上，教科版、人教版、浙教版和粤教版的《人工智能初步》教材陆续出版，这些教材均涵盖人工智能的概念特征、历史发展、核心算法、典型应用等部分，但侧重点有所不同（詹泽慧, 等, 2020）。相关的课程项目案例与教学资源也在不断丰富（张学军, 等, 2019）。近年来，我国高度重视人工智能教育，提供了一系列政策引导与保障。2017年7月8日，国务院发布《新一代人工智能发展规划》，提出“在中小学阶段设置人工智能相关课程”（国务院, 2017）。2018年1月，中共中央、国务院发布《全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》（国务院, 2018），提出教师要主动适应信息化、人工智能等新技术变革，积极有效开展教育教学。教育部教师工作司发布的《教育部教师工作司2018年工作要点》也明确支持部分学校引入人工智能教学实验，推动教师主动适应信息技术变革（教育部教师工作司, 2018）。2018年4月，教育部颁布《高等学校人工智能创新行动计划》《教育信息化2.0行动计划》，强调构建人工智能多层次教育体系，在中小学阶段引入人工智能普及教育（教育部, 2018a），并进一步对人工智能教师培养、完善课程方案和标准做出要求（教育部, 2018c）。2019年2月，教育部发布《2019年教育信息化和网络安全工作要点》，指出要推动在中小学阶段设置人工智能相关课程（教育部, 2019）。

在人工智能教育相关政策的推动下，广州、深圳、天津、南京等多个城市进行了人工智能教育的探索。广州市计划到2022年实现人工智能教育覆盖全市学校，以培养适合未来的创新型人才（广州市教育局, 2019）。深圳市遴选了61所中小学作为首批“中小学人工智能教育”项目实验校，积极探索在中小学开设人工智能课程的有效方式（深圳市教育局, 2019）。天津市印发了《〈关于开展人工智能知识教育普及活动方案〉的通知》，推进人工智能知识教育普及活动（天津市人民政府, 2018），并在中小学建立人工智能创新教育实验室，推动实施人工智能创新课程规划（天津市教育委员会, 2018）。南京市在多个中小学设立人工智能选修课，主要从加强教师技术培训、组织专题论坛、鼓励参与竞赛几个方面推动人工智能教育发展（南京市人民政府, 2018）。各地中小学也开始以校本选修课等形式积极推进人工智能课程的落地。例如，北京师范大学附属中学从2018年开始逐步进行初中阶段的人工智能课程的建设，课程内容除涵盖一些关键人工智能技术外，还涉及物联网、大数据、云计算等，并辅以模块化编程等实践教学环节（张建彬, 2019）；中国人民大学附属中学在初中阶段开展语音识别等人工智能基础概念课程，同时组织学生在无人驾驶、图像处理、自然语言处理等领域进行跨学科实践活动（袁中果, 等, 2019）；上海浦东教育发展研究院基于皮亚杰的认知发展理论，在小学、初中、高中三个学段设计了侧重点不同的课程内容（谢忠新, 等, 2019）。学术界也开始关注人工智能课程在中小学实施过程中的现实矛盾（乐进军, 2020），在积极提倡借鉴国外经验的同时（方圆媛, 等, 2020）开始探索相关的解决方法与策略（张珊珊, 等, 2020）。

综上所述，面向中小学阶段的人工智能教育国内外目前都处于起步和探索阶段。国际上多以政府部门和学术机构联合的方式来开展人工智能教育，人工智能领域专家参与课程建设、平台搭建及资源开发，将研究和实践进行结合并应用于教学。相关的课程学习网站和工具资源向公众开放，鼓励一线教师和不同年龄段学习者直接使用。在具体实施上，围绕人工智能学科本身的关键领域知识和学科特点，针对不同学段开设适宜的研究主题，鼓励学生解决日常生活中的实际问题。另外，在引导学生系统学习人工智能知识及其实际应用的同时，也将使用人工智能的伦理和道德等问题作为重点内容纳入教学之中。这都是我国在开展人工智能教育时可以借鉴的宝贵经验。

（二）我国人工智能教育面临的问题

相比较而言，我国当前人工智能教育的政策引导更加明确，涵盖教育体系、教师教育、课程标准等多个方面，地方政府也通过评选实验校、开展竞赛活

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

动、组织交流分享、加强教师培训等多种方式推进人工智能教育的发展。人工智能教育在中小学阶段的迅速发展，一方面提升了学生的相关能力和素养，另一方面也为我国人工智能领域的人才培养奠定了基础。然而，当前我国中小学人工智能教育，尤其是面向初中和小学学段的人工智能教育，在具体实施中面临以下几个问题：

1. 课程定位模糊

人工智能学科本身知识覆盖范围广，很多子领域理论性强且仍然处于快速发展与创新的阶段，在很多关键问题上还没有形成共识。即使在高等教育阶段，人工智能专业的设立与课程体系建设也仍然处于发展初期。在中小学阶段的人工智能教育实践过程中，由于教育管理者和教师普遍缺乏对人工智能学科的清晰认识，容易将其与创客教育、编程教育或机器人教育等混淆。有的学校开设的人工智能课程，只是将原有的机器人课程或编程课程稍加修改，其课程内容和实践活动基本未作改变甚至完全一样。除校内课程外，各类校外培训机构以人工智能为主题推出的针对各学段的培训课程，其课程体也存在着类似问题，并且由于受到商业利益的驱动，更加偏离原本的方向。课程定位的模糊直接导致教学内容与人工智能学科本身的核心内容相去甚远，有悖于人工智能教育的初衷。

2. 教学内容分化

在教学内容上有些学校将人工智能某些子领域的模型和理论直接搬到课堂，以技术性知识为主组织教学。这些内容通常复杂抽象，对学生的数理和逻辑能力有较高的要求，中小学阶段的学生难以理解且易对课程产生抵触情绪。例如，“卷积”运算属于泛函分析范畴，在中小学人工智能课堂上直接讲解基于该运算的“卷积神经网络”等复杂的机器学习模型，学生很难对其有深入的认识和理解。有些学校的教学内容，只强调学生的体验，侧重于吸引学生进行简单的动手实践，虽然会让学生在课堂中感到新奇有趣，但知识学习却停留在表层，学生难以体会和学到人工智能的重要概念和思想方法。

3. 课程体系与资源庞杂

在初中和小学阶段，人工智能课程多作为选修或校本课程，属于学校的“个性化课程”。各个学段之间课程的连贯性不足，所采用的教学资源迥异，普遍缺乏整体性的课程体系设计与系统性的教学资源建设。同时，不同学校在教学理念、师资培养以及教材使用上的差异也较为显著。自2018年开始在全国范围内已经出版了超过二十种人工智能教材，教材编写人员涵盖高校教师、中小学教师、研究机构、培训机构等多方主体，覆盖从幼儿园到中学的多个学段。然而，相当一部分教材并不遵循人工智能学科本身特点，而是以购买实践环节所需的软硬件平台为导向，进行教学内容的编写，缺乏基本的科学性与合理性。

总体而言，当前中小学阶段的人工智能教育面临良好的发展机遇，在课程开展和资源建设方面也取得了较大的进展。然而，由于国内中小学人工智能教育尚未形成清晰、完整、独立的总体定位与核心内容，仍然面临课程定位模糊、教学内容分化、课程体系与资源庞杂等问题。本研究依据人工智能学科的专业特点和国际发展趋势，针对当前我国中小学阶段人工智能教育面临的实际问题，厘清中小学人工智能教育与STEM教育、编程教育、创客教育等的区别和关系，梳理和明确中小学人工智能教育的总体定位与核心内容领域，以期帮助本领域的研究者和实践者更好地进行课程建设和教学实践。

二、中小学人工智能教育的总体定位

如前所述，当前中小学人工智能教育课程定位模糊，经常与计算思维教育、STEM教育、机器人教育等混淆，通常是这些现有课程的照搬或混杂。本研究首先对人工智能教育与现有的相关教育进行比较和辨析，进而提出面向智能时代的中小学人工智能教育的总体定位。

（一）人工智能教育与相关教育的比较

1. 计算思维教育

计算思维教育强调用计算机科学的概念和方式把复杂问题拆解成为为简单、可操作的子问题，使用一系列清晰的步骤生成解决方案，然后将解决方案迁移运用到类似问题中，从而使问题解决过程自动化（Jeannette, 2006）。简言之，计算思维教育关注的是计算本身，研究一个问题中哪些可以计算并且怎样进行计算，是对数学思维和工程思维的补充。计算思维教育的基本理念是让人能够把实际问题转化为可计

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

算问题，并设计相应的步骤让计算机去执行，计算机负责具体的运算任务，这就是计算思维里的人机分工。而人工智能教育关注的核心之一是如何设计智能机器代替人解决实际问题，从而不再需要由人来完成计算思维中最困难的问题拆解与抽象表达。因此，两者关注的重点有较大区别。

2. STEM 教育

在中小学阶段，STEM 教育重点强调对学生四个方面的培养：一是科学素养，即运用科学知识（如物理、化学、生物科学和地球空间科学）理解自然界并参与影响自然界的过程；二是技术素养，即使用、管理、理解和评价技术的能力；三是工程素养，即对技术工程设计与开发过程的理解；四是数学素养，即学生发现、表达、解释和解决多种情境下的数学问题的能力。STEM 教育在发展过程中又逐渐增加了艺术、人文等素养（秦瑾若, 等, 2017）。STEM 教育的基本理念之一是基于现有学科知识（科学、技术、工程和数学学科），跨学科并使用多学科的思维方式和知识解决实际问题。人工智能教育也同样需要培养跨学科知识素养，但需要突破现有的学科知识和思维方式，从创建和实现类人智能机器的角度解决实际问题。

3. 机器人教育

机器人教育是指通过设计、组装、编程、运行机器人，激发学生学习兴趣，培养学生综合能力。机器人的构建融合了机械原理、电子传感器、计算机软硬件及人工智能等众多先进技术。在中小学阶段，机器人教育的形式多以搭建机器人结构、编写与调试控制程序、设计创意项目为主。机器人结构、外形和配件相对固定，主要以插接积木式或标准件组合式为主。当前的机器人教育更多强调通过程序设计与模块组合完成某项既定任务或某个功能应用，有时也被视为 STEM 教育或创客教育的工具（钟柏昌, 2016）。智能机器人无疑是人工智能领域的重要代表成果之一，但是当前大多数机器人教育并不涵盖人工智能教育中应涉及的大量基础性知识和思想（如知识的推理与学习、道德与伦理等），相关的教学也不必由机器人作为载体来进行。

4. 编程教育

编程教育主要是用编程的方法来解决问题，包括使用变量、循环、递归、程序调试和优化等常见的编程概念和方法，一方面可以培养学生计算思维，另一方面可以帮助学生提高程序设计的基本能力。在中小学阶段，编程教育通常可以通过编程游戏启蒙、可视化图形编程等方式开展。编程教育可以为中小学人工智能教育提供工具性支持，但不应成为人工智能教育的主要内容和唯一实践形式。

5. 创客教育

创客教育的核心是支持学生开展基于创造的学习，鼓励学习者在学习过程中主动发现、自主探究，培养批判性思维，强调在解决问题的过程中培养学生的创新能力和艺术创作能力。在中小学教育阶段，创客教育通常融合信息技术，以某种电脑开源硬件为平台，进行创意设计、作品开发，可以为培养学生的创新精神和实践能力提供有效路径（郑燕林, 2015）。创客教育强调发展人的智能性，而中小学人工智能教育则强调探索和理解机器的智能性，这两者存在本质的区别。

（二）人工智能教育的总体定位

随着人工智能技术的飞速发展，大规模、高效率、深层次的人机协同成为趋势，同时也会带来更为灵活、开放、联通的社会形态，人类将进入智能时代。智能时代对公民的能力素养提出了新的要求，包含人工智能在内的信息素养以及对智能化社会生活方式的深度认知，是智能时代公民所必备的（陈凯泉, 等, 2018）。新的时代需要有与之相适应的教育。人工智能教育需要让学生在体验实践中了解“人工智能技术可以用来解决什么问题”，在理论学习中掌握“人工智能学科有哪些重要概念和思维方式”，在深入思考中体会“人工智能在解决实际问题的过程中会带来什么新的问题”。只有在这些方面对人工智能有了较为深入的认知，学生才能成为智能技术的驾驭者和协作者，才能主动构建人机协同的新型生产与生活关系（李政涛, 等, 2019），最终促进技术与社会的进一步发展。

换言之，中小学阶段的人工智能课程需要促使学生乐于进行相关的理论探索和动手实践，引导学生重视智能技术所带来的社会伦理与道德等问题，最终帮助学生适应未来的智能化学习与生活方式。在当前中小学人工智能课程的教学设计中，可以将“机器人”“编程”等作为基本工具，以“创意设计”“作品开发”等为补充形式，但人工智能教育的总体定位要

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

遵从人工智能学科本身的知识体系、思想方法和发展趋势。

三、中小学人工智能教育的核心内容领域

当前中小学人工智能教育经常涉及机器学习、深度学习、自然语言处理、机器人等多方面的内容，并经常以不同的组合在课堂中进行讲授。这种方式看似包含丰富的内容，但由于缺乏对核心内容领域进行科学界定和清晰完整的描述，导致课程结构松散且整体逻辑混乱，极不利于学生系统地学习、理解和应用人工智能。学科教学中的核心内容领域应是该学科在理论和实践中均已达成共识的奠基性思想表述和具有组织功能的关键内容和概念。同时，核心内容应可以作为基础工具，帮助学习者探究更复杂的本学科知识与问题，并可以与实际生活进行关联。

总体而言，人工智能学科的核心任务是构建智能体（intelligent agent）。智能体是人工智能学术领域主要的研究对象，指能同外部环境或社会进行自主交互的各类型实体（entity）。实体既可以是硬件形态，如服务类机器人，也可以是软件形态，如棋类博弈程序。北京大学等高校在其人工智能课程中以“构建完整的智能体”为核心脉络进行教学，课程内容涵盖了所需的理论与关键技术，章节之间彼此联系，在课程实施中取得了良好效果（罗定生, 等, 2019）。完整讲述如何构建智能体需要涉及智能控制、知识工程、机器决策等复杂的理论和模型，显然不适宜作为中小学阶段的教学内容。然而，可以从已经构建完成的智能体出发，梳理智能体所具备的多种基本能力，进而定义适合中小学人工智能课程的核心内容领域。

典型的智能体需要对外部世界进行观察和理解，并在此基础上进行新知识的生成和学习，最终通过多种方式与外部世界完成交流。智能体具备的这些基本能力可以简单概括为“感知”“推理”“学习”“决策”“交互”。这些基本能力的设计和实现涵盖了当前人工智能的大多数子领域，也有一定的理论和实践深度。同时，这些基本能力已广泛应用于社会日常生活之中，是让学生了解人工智能的绝佳入口和接触更抽象理论模型的有力支撑。这些基本能力兼具学科显著性、可解释性与一般性，且可与生活实际紧密关联，适合作为中小学阶段人工智能学科的核心内容领域。另外，随着智能技术所带来的社会伦理与道德问题的增多，研究者在探索逐渐增强智能体的道德能力，这也是智能时代人机协同的基础和保障。因此，在中小学人工智能教育中也应该将其作为智能体的基本能力引入。以上各项基本能力的具体阐述如下：

（一）智能体的感知

智能体使用各类传感器，对外部世界的信息进行采集并提取有意义的知识，使自己了解世界，具备诸如“看”“听”等能力。如果期望智能体达到像人类一样的感知能力，就需要让智能体具备常识性的知识。例如，需要让智能体了解正在“听”的某种语言具有怎样的语法结构和使用习惯。如果不具备这样的常识性知识，智能体的信息感知能力很难达到和超越人类。同时，智能体可以感知很多人类所不能或难以精确感知到的信息维度，如地理位置（GPS）、地磁方向、加速度等。智能体信息感知能力的提升，是人工智能领域迄今为止最重要的成就之一。该项能力可以被简单概括为“采集信息、了解世界”。

（二）智能体的推理

基于采集到的知识，智能体模拟人类逻辑思维和求解问题的过程，最终得到新的信息和知识。无论对于人类智能还是人工智能，推理都是智能直接且最重要的表现形式之一。知识推理能力是建立在已有知识基础上的。例如，已知“康熙是雍正的父亲”和“雍正是乾隆的父亲”，那么智能体可以通过知识推理得到“康熙是乾隆的祖父”。知识通常以数据的形式进行表示和存储，便于智能体运行相应的算法、实现推理的过程。虽然智能体已经可以进行非常复杂的逻辑推理和问题求解，但他们目前仍然不能像人类一样进行创造性思考。很多人类轻而易举就可以完成的推理，最先进的人工智能推理系统也很难完成。该项能力可以被简单概括为“逻辑思维、求解问题”。

（三）智能体的学习

智能体在很多任务中，不能仅仅依靠知识推理而达成目标，还需要通过不断观察客观世界，从中寻找规律或模式，进而改善和提高自身的性能。被观察的客观世界通常需要以大量数据的形式表现，这些数据既可以由人们提供，也可以由机器自己获取。智能体

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

用特定的统计推断的方式找到适用于新情况的规律或模式，这个过程就是机器学习。统计推断可以有很多方式，基于人工神经网络的方式是迄今为止最接近人类大脑学习机制的一种。该项能力可以被简单概括为“观察世界、寻找规律”。

（四）智能体的决策

智能体在行动之前需要设定“特定目标”，并为达到该目标做出决定或选取具体方案。人类的决策通常是一种认知过程，可以根据个人信念或综合考虑各项因素而完成，而智能体则需要设计和量化特定的目标，然后根据该既定目标和环境信息计算出当前最优的决策结果。做出高质量的决策，无论对于人类还是智能体来说，都不是一件容易的事情。例如，著名的“囚徒困境”问题就反映了即使个体做出理性的决策，也可能导致在集体层面上非理性的结果。该项能力可以被简单概括为“权衡利弊、做出决定”。

（五）智能体的交互

智能体需要用人类可以理解并感到舒适的方式与外部进行沟通和交流。这就要求其可以全方位理解人类，包括理解人类复杂的自然语言、多变的情绪以及隐含的想法或意图。这种能力即使对于很多正常人来说也并不完全具备，因此构建智能体的交互能力，尤其是与人类进行自然交互的能力，是人工智能领域最具挑战性的问题之一。当前的各种智能音箱和智能助理（如苹果手机的Siri）等，都是智能体与人类进行自然交互的重要尝试。但智能体的交互能力目前仍停留在初级阶段，其自然交流和沟通的能力可能只相当于幼儿的水平。该项能力可以被简单概括为“理解人类、沟通交流”。

（六）智能体的道德

各类智能体正在让我们的生活和工作更加方便和高效，但同时也可能给我们的社会带来负面影响和危害。例如，智能体无法保证决策或行动百分之百的准确，也可能会侵犯个人的隐私和数据安全，其从人类社会学习到的知识可能带有选择性的“歧视”或非故意的“偏见”等。因此，需要引导学生深入认识和讨论这些问题，并从道德层面对智能体进行设计和约束，从而对其行为进行规范，使智能体具备符合人类社会标准的道德能力。该项能力可以被简单概括为“公平安全、摒弃偏见”。

综上所述，本研究提出现阶段我国中小学人工智能教育的六个核心内容领域，即“智能体的感知”“智能体的推理”“智能体的学习”“智能体的决策”“智能体的交互”“智能体的道德”。所提出的每个内容领域都易于中小学阶段学生的理解和掌握，且有一定的理论和实践深度，可以帮助学生进一步学习更抽象和复杂的人工智能理论与概念。在此基础上，当前中小学人工智能教育的目标可以被简单概括为“了解人工智能的基本能力并认识它的正面和负面影响”。图1给出了上述各项核心内容领域以及其与中小学人工智能教育目标的关系示意图。

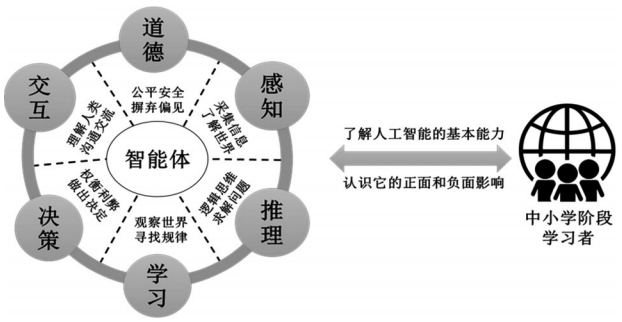


图1　中小学人工智能教育中的核心内容领域与主要目标

四、基于核心内容领域的课程设计基本原则

基于以上提出的核心内容领域，本研究提出人工智能课程设计的三条基本原则，希望有助于组织和规范教学内容，更加科学合理地构建当前中小学人工智能课程体系。

（一）强调核心内容的掌握：求基不求全，求实不求新

人工智能学科涵盖了计算机科学、数学、神经科学、心理学、控制科学、语言学、经济学和哲学等多个领域，学科跨度大且覆盖范围广。在人工智能学科中相当数量的算法和模型，需要较深厚的数学基础和长时间的实验积累才能完全理解和掌握，如大部分机器学习模型依靠优化算法进行训练，而即使优化算法中较简单的随机梯度下降法也需要微积分与随机过程等高等数学知识。同时，当前人工智能领域知识正处在快速演进和革新的过程之中，几乎每个月都有旧知识被替代或者淘汰。另外，与传统学科（如数学、物理等）不同，人工智能领域的很多新理论和新知识还没有经过长期的实践检验，缺乏经典性和稳定性。例

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

如，当前对于深度神经网络（deep neural network）的理解正在被快速发展的可解释人工智能（explainable artificial intelligence）所改变。因此，中小学阶段的人工智能教育，应该让学生掌握人工智能学科中的核心内容，而不能急于将大量仍处于探索阶段或深奥难懂的人工智能知识搬进课堂，陷入盲目“求新”或“求全”的误区中。

（二）以核心内容领域为主线：横向联系，纵向连续

中小学阶段人工智能的课程内容之间不应该是相互独立的，在教学中突出不同核心内容领域的同时，需要强调内容领域间的横向联系，培养学生的系统思维。要使学生能够逐步认识到不同内容领域之间的内在联系和相互关系，由浅入深，促进学生的知识整合与迁移，使学生能够综合运用所学的属于不同内容领域的人工智能知识，进行相关系统的设计和实际问题的解决。在实际教学中可以将“智能体或智能机器如何完成（某项）任务”作为主题，以核心内容领域为主线，逐步讲解感知、推理、决策、学习、交互和道德等核心领域，促进学生对人工智能进行系统化的深入学习。

（三）围绕核心内容领域展开：步步进阶，逐层分解

随着学生年级的逐步提高，数学、信息技术等学科学习的更加深入，学生的理解认知能力、逻辑思维能力和实践应用能力均会有所提升。围绕已经确立的内容领域，中小学人工智能教育可以有针对性地对每个学段的学生制定符合其认知规律的具体教学内容和目标，不同学段之间的教学目标要有明显的区分和承接。例如在小学阶段对于内容领域的学习，主要以体验和讨论为主，在初中阶段则更多侧重于理解和动手实践这些内容领域。同时，在中小学阶段课程实施过程中要强调将复杂的“黑匣化”的智能体的工作过程，进行逐层分解、分层次地向学生进行传授，并尽量借助生活中可以接触到的实例进行教学，让学生容易接受并产生使用和深入探索的兴趣。在具体教学实施过程中，引导性案例的讲授应以为学生提供思路为主，尽量避免让学生机械模仿，要激发学生主动思考的意识。如表1所示，本研究选取了三个核心内容领域，给出了分学段进阶教学的部分示例。在实际教学中，可以在知识层面与实践层面做进一步扩展。

表1　基于部分核心内容领域的分学段进阶教学

	小学1~3年级学段	小学4~6年级学段	初级7~9年级学段
智能体的感知	体验智能体可以感知听觉信息，如声控智能家居等； 体验智能体可以感知视觉信息，如进行人脸识别或物体识别等； 识别安装在智能体上的一些简单传感器	了解智能体可以感知不同维度的信息，如声音、地理位置等； 了解智能体中各类传感器的作用； 使用单个传感器搭建感知应用，如图片自动分类应用	理解智能体的部分感知能力超过人类，如声波、速度等； 理解图像和声音识别的基本原理； 使用多个传感器搭建感知应用，如垃圾自动分类应用
智能体的交互	体验人与人的自然交互是利用声音、表情和肢体动作等多种方式完成； 体验智能体与人进行对话、识别面部表情和肢体动作，如智能音箱和教育机器人等	了解人类的自然语言和人工语言（如程序语言）的异同； 了解人类的肢体语言如何能够被智能体识别； 使用聊天机器人和机器翻译，并讨论其是否和人一样具有智能	理解人类自然语言的复杂性与歧义性； 理解智能体处理人类语言和动作的基本方法以及局限性； 实现可以用语言或动作进行简单互动的智能应用
智能体的道德	体验人工智能是如何影响甚至改变我们日常生活的； 体验人工智能已经超越人类和难以超越人类的不同领域和方面； 体验人工智能无法保证其决策或行动的完全正确，如自动驾驶汽车等	了解人工智能对人类生活同时具有正面和负面的影响； 了解可能会被人工智能取代的人类职业和难以被取代的职业，并讨论其原因； 思考与讨论人工智能如何与人类协同工作、和谐共处	理解人工智能可能会侵犯个人的隐私，并讨论应有的道德约束和行为规范； 理解智能体存在的“选择性歧视”和“非故意偏见”，并了解产生的原因和可能带来的影响； 讨论如何设计一个更具包容性、公平性并尊重隐私的智能体

五、总结与展望

我国人工智能教育在中小学阶段的研究和实践仍处于起步阶段，当前面临课程定位模糊、教学内容分化、学科体系与资源庞杂等现实问题。本研究面向中小学教育阶段，首先对国内外人工智能教育的现状进行了较深入调研，将人工智能教育与现有的相关教育进行了系统比较和辨析，并从智能时代对公民素养要求的角度阐述了中小学人工智能课程的总体定位。在此基础上，基于人工智能学科本身的知识体系与思想方法，本研究提出了适用于中小学阶段人工智能教育的六个核心内容领域。围绕这些内容领域，进一步探讨了课程设计的基本原则。为更好地开展中小学人工智能教育，本研究提出以下建议：

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1. 自上而下：开展协同育人，培养专业师资

相关政府部门可以联合高校专家团队、行业协会、科技企业、一线中小学等共同组成工作组，发挥各方优势，从课程内容设计、资源平台开发、教师培养培训等方面进行规范化与系统化建设。政府部门进行总体规划，高校专家团队与行业协会提供理论和实践指导，有资质的科技企业承担平台与工具的开发。同时，针对当前大多数中小学一线信息技术教师尚不具备人工智能学科基本知识和素养的现状，开展大规模在职教师培训，并积极变革教育技术专业师范生培养方案。另外，可以搭建多种形式的国际交流平台，鼓励不同层次骨干人才开展国际交流、研讨与合作，以促进本学科先进教学理念的传播和成果分享，从而提高我国人工智能教育人才的整体水平。

2. 自下而上：挖掘典型成果，辐射带动区域

开展全国性的征选评选，挖掘来自一线的人工智能教育成果，包括课程体系、创新项目、综合实践活动、研究型学习活动等多种形式，积极评选示范区、示范校、示范班与示范教师，并开展线上线下宣传和交流分享活动。在此过程中，对不科学、不规范、不合理的课程和工具资源进行整改与规范。最终可以将优质教案、资源、课堂实录等加工整理形成体系化、结构化的案例集、资源库、教案库，免费向社会和一线教师开放，并在大规模教学实践中持续迭代与优化，最终构建具有中国特色的国家级中小学人工智能教育共享与示范平台。

“教育是人类应对人工智能挑战的根本力量”（曹培杰, 2018），在中小学阶段科学、合理地设计和开展人工智能课程，不仅可以帮助学生应对智能时代的变革和挑战，也是国家培养高科技人才及应对国际竞争的迫切需要。因此，需要教育领域与人工智能领域的研究者和实践者共同努力，为我国中小学人工智能教育的健康、有序发展贡献力量。

[参考文献]

曹培杰. 2018. 智慧教育：人工智能时代的教育变革[J]. 教育研究(8)：121-128.

陈凯泉，何瑶，仲国强. 2018. 人工智能视域下的信息素养内涵转型及AI教育目标定位——兼论基础教育阶段AI课程与教学实施路径[J]. 远程教育杂志，36(1)：61-71.

段世飞，龚国钦. 2019. 国际比较视野下的人工智能教育应用政策[J]. 现代教育技术(3)：11-17.

方圆媛，黄旭光. 2020. 中小学人工智能教育：学什么，怎么教——来自“美国K-12人工智能教育行动”的启示[J]. 中国电化教育(10)：32-39.

广州市教育局. 2019-08-23. 广州市教育局关于公示广州市中小学人工智能课程改革实验区、校评审结果的通知[EB/OL]. [2020-10-20]. http://jyj.gz.gov.cn/yw/wsgs/content/post_5691550.html

国务院. 2017-07-08. 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL]. [2020-05-10]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm

国务院. 2018-01-20. 关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见[EB/OL]. [2020-04-10]. http://www.gov.cn/zhengce/2018-01/31/content_5262659.htm

教育部. 2018a. [2018-04-03]. 教育部关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知[EB/OL]. [2020-04-07]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html

教育部. 2018b. 普通高中信息技术课程标准(2017年版). 北京：人民教育出版社.

教育部. 2018c. [2018-04-18]. 教育部关于印发《教育信息化2.0行动计划》的通知[EB/OL]. [2020-04-05]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html

教育部. [2019-03-01]. 2019年教育信息化和网络安全工作要点[EB/OL]. [2020-04-15]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201903/t20190312_373147.html

教育部教师工作司. [2018-01-22]. 教育部教师工作司2018年工作要点[EB/OL]. [2020-04-23]. http://www.moe.gov.cn/s78/A10/tongzhi/201801/t20180124_325390.html

乐进军. 2020. 中小学人工智能教育的现实矛盾研究[J]. 教学与管理(34)：1-3.

李政涛，罗艺. 2019. 智能时代的生命进化及其教育[J]. 教育研究，40(11)：39-58.

联合国教育、科学及文化组织. 2019. 人工智能与教育北京共识[EB/OL]. [2020-04-20]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/201908/W020190828311234679343.pdf

罗定生，李文新，邓志鸿，等. 2019. 北京大学人工智能课程教学改革与实践[J]. 计算机教育(10)：3-8，15.

南京市人民政府. [2018-07-23]. 南京多措并举推进中小学人工智能教育[EB/OL]. [2020-10-30]. http://www.nanjing.gov.cn/bmdt/2018 07/t20180723_872271.html

秦瑾若，傅钢善. 2017. STEM教育：基于真实问题情景的跨学科式教育[J]. 中国电化教育(4)：67-74.

深圳市教育局. [2019-07-10]. 关于“中小学人工智能教育项目”实验工作学校名单的公示[EB/OL]. [2020-10-20]. http://szeb.sz.gov.cn/home/jyfw/fwjs/jyjxgg/content/post_2955619.html

天津市教育委员会. [2018-04-19]. “人工智能+教育”进校园，我市探索教学新模式[EB/OL]. [2020-10-30]. http://jy.tj.gov.cn/JYXW/TJJY/202007/t20200710_2788114.html

天津市人民政府. [2018-11-26]. 我市印发《〈关于开展人工智能知识教育普及活动方案〉的通知》[EB/OL]. [2020-10-30]. http://www.

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

tj.gov.cn/sy/tjxw/202005/t20200520_2554973.html
谢忠新，曹杨璐，李盈. 2019. 中小学人工智能课程内容设计探究[J]. 中国电化教育387(4)：22-27.
袁中果，梁霄，武迪. 2019. 中小学人工智能课程实施关键问题分析——以人大附中人工智能课程实践为例[J]. 中小学数字化教学(7)：19-22.
詹泽慧，钟柏昌. 2020. 高中人工智能教育应该教什么和如何教——基于四本《人工智能初步》教材的内容分析[J]. 电化教育研究(6)：68-74，82.
张建彬. 2019. 初中人工智能课程建设初探[J]. 中小学信息技术教育(12)：62-64.
张珊珊，杜晓敏，张安然. 2020. 中小学开展人工智能教育的挑战、重点和策略[J]. 中国电化教育(11)：67-72，96.
张学军，董晓辉. 2019. 高中人工智能课程项目案例资源设计与开发[J]. 电化教育研究，40(8)：87-95.
郑燕林. 2015. 美国高校实施创客教育的路径分析[J]. 开放教育研究，21(3)：21-29.
钟柏昌. 2016. 中小学机器人教育的核心理论研究——机器人教学模式的新分类[J]. 电化教育研究，37(12)：87-92.
Association for the Advancement of Artificial intelligence (AAAI). (2018) AAAI Launches "AI for K-12" Initiative in Collaboration with the Computer Science Teachers Association (CSTA) and AI4All. Retrieved January 29, 2021, from https://aaai.org/Pressroom/Releases/release-18-0515.php
AI Singapore. (2018a). AI for Students. Retrieved October 10, 2020, from https://www.aisingapore.org/talentdevelopment/ai4s
AI Singapore. (2018b). AI for Kids. Retrieved October 11, 2020, from https://www.aisingapore.org/talentdevelopment/ai4k/
House of Lord, Select Committee on Artificial Intelligence. (2018, April 16) AI in the UK: ready, willing and able? Retrieved June 17, 2020, fromhttps://publications.parliament.uk/pa/ld201719/ldselect/ldai/100/100.pdf
Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland. (2017, October 23). Finland's age of artificial intelligence. Retrieved October 21, 2020, from https://www.tekoalyaika.fi/en/reports/finlands-age-of-artificial-intelligence/
Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland. (2019, December 12). Finland to invest in the future skills of Europeans-training one per cent of EU citizens in the basics of AI. Retrieved October 21, 2020, from https://eu2019.fi/en/article/-/asset_publisher/suomen-eu-puheenjohtajuuden-aloite-suomi-investoi-eurooppalaisten-tulevaisuustaitoihin-tavoitteena-kouluttaa-prosentti-eu-kansalaisista-tekoalyn-perus
MIT Media Lab. (2019a). Learning about artificial intelligence: A hub of MIT resources for K-12 students. Retrieved May 21, 2020, from https://aieducation.mit.edu
MIT Media Lab. (2019b). Doodlebot. Retrieved May 21, 2020, from https://mitmedialab.github.io/doodlebot/make.html
The UK Government. (2017, October 15). Growing the artificial intelligence industry in the UK. Retrieved May 15, 2020, from https://www.gov.uk/government/publications/growing-the-artificial-intelligence-industry-in-the-uk
Touretzky, D., Gardner-Mccune, C., Martin, F., & Seehorn, D.. (2019). Envisioning AI for k-12: what should every child know about AI?. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 33*, 9795-9799.
UNESCO IITE. (2020). AI in Education: Change at the Speed of Learning.Retrieved January 26, 2021, from https://iite.unesco.org/wp-content/uploads/2020/11/Steven_Duggan_AI-in-Education_2020.pdf.

收稿日期：2021-01-08
定稿日期：2021-01-29
作者简介：卢宇，博士，副教授，博士生导师；宋佳宸，硕士研究生；余胜泉，博士，教授，博士生导师。北京师范大学未来教育高精尖创新中心(100875)。
汤筱玙，硕士研究生，北京师范大学教育技术学院(100875)。

责任编辑　刘　莉

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Keywords: online education; online learning; educational equity; balanced education development; ICT in education; COVID-19; suspending classes without stopping learning; digitalization leadership

Artificial intelligence education in K-12 schools in the intelligent era: strategic positioning and core content domains

Yu Lu, Xiaoyu Tang, Jiachen Song and Shengquan Yu

With the arrival of the intelligent era, artificial intelligence (AI) has been increasingly applied in various areas, demonstrating its great application potential. The Chinese government advocates and supports the introduction of AI courses into education at different levels. Nevertheless, AI education for K-12 schools faces some critical challenges, including, inter alia, ambiguous course objectives, incoherent course content, complex and disorderly course curriculum and over-abundant resources. In light of this scenario, a review was conducted to understand the status quo of AI education in and outside China, followed by a comparison and distinction between AI education and relevant types of education to identify the strategic positioning of AI education. Given that content domains of AI education are not scientifically defined and adequately described, this article proposes six core content domains and goes on to set forth content domain-based principles for AI education course design.

Keywords: Artificial Intelligence Education; primary and secondary education; strategic positioning; core content domain; course design; agent

Transformation of internationalization in higher education: from classrooms to virtual settings

Yasar Kondakci and Elif Erberk

Internationalization in higher education (IHE) has been a policy issue for countries and a strategic orientation for individual universities. Historically, internationalization has always been a part of the university. In the traditional, face-to-face education, internationalization has specific rationales and meanings for countries, universities and individuals. However, with the developments in ICT, internationalization has gained a new meaning. The most prominent aspect of this meaning is that internationalization has gained a virtual dimension. The purpose of this article is to identify the traditional meaning and rationales of IHE as well as approaches to internationalization. Furthermore, the article defines virtual internationalization and discusses the approaches to virtual internationalization in the context of open and distance education. Finally, the article covers the opportunities and challenges that come along with virtual internationalization. It concludes that although virtual internationalization provides new opportunities, failure to tackle the challenges may end up with limited accomplishment of internationalization.

Keywords: internationalization; virtual internationalization; definition; rationale; driving force; approach; higher education; open and distance education

（英文目次、摘要译者：肖俊洪）

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能时代的劳动教育：内涵、价值与实现路径*

王　毅　王玉飞　吴嘉佳

［摘　要］ 探讨人工智能语境下劳动教育的适应路径是对现实需求的积极回应。人工智能时代下的劳动教育以劳动认同、劳动思维的培养为核心目标，以协作劳动为主要组织形式，以劳动实践为关键路径，力求在具身体验中培养学生的劳动价值观和劳动情感。为应对城乡、设计者与参与者、生生间的数字鸿沟、教师教学能力孱弱及大众传媒把关不力等一系列挑战，将人工智能的优势贯穿于劳动教育教学、管理与资源建设中，在“亲职教育”和“亲子教学”过程中转变家长观念；以典型劳模为载体营造良好的舆论环境，凭借“云教学”模式拓展劳动教育实践平台；并以区为项目、以校为单位，建立学校劳动教育智能监测评价系统。

［关键词］ 劳动教育；人工智能；育人；实践

［作者简介］ 王毅，贵州师范大学教育学院副教授，硕士生导师，研究方向：人工智能教育应用、信息化教学（贵阳　550025）；王玉飞，贵州师范大学教育学院硕士研究生，研究方向：人工智能教育应用（贵阳　550025）；吴嘉佳，贵州师范大学教育学院党委组织员，研究方向：劳动教育、思想政治教育（贵阳　550025）

DOI:10.13694/j.cnki.ddjylt.20201224.002

劳动即劳动力的使用，它使人成为主体，创造了人的世界和人类历史。开展劳动教育对于促进人的身心解放与人的全面发展、实现人的本质[1]，以及推动我国教育现代化进程等方面具有重要价值。科技的飞跃发展将人类带入人工智能时代，智慧校园、智能导师、虚拟现实、增强现实等正应用于教育之中，为劳动教育的开展提供了新的技术支持。与此同时，新型的生产方式和劳动方式不断涌现，简单重复性的劳动将面临淘汰，这对当前劳动教育提出了新要求、新挑战。因而探讨人工智能语境下劳动教育的适应路径迫在眉睫，这既是对中央关于劳动教育决策部署的积极回应，也是人工智能与劳动教育结合的现实需求。

从政策视角来看，习近平总书记于 2018 年在全国教育大会上强调：“要在学生中弘扬劳动精神，教育引导学生崇尚劳动、尊重劳动，懂得劳动最光荣、劳动最崇高、劳动最伟大、劳动最美丽的道理，长大后能够辛勤劳动、诚实劳动、创造性劳动。”[2]2020 年 3 月，中共中央、国务院《关于全面加强新时代大中小学劳动教育的意见》（以下简称《意见》），对劳动教育的重要性进行了再次强调与全面部署[3]。这表明我国高度重视劳动精神的价值

*　本文系教育部人文社会科学研究专项任务项目（高校辅导员研究）“大学生劳动教育的价值意蕴及实践路径研究”（编号：20JDSZ3051）的阶段性研究成果。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

和劳动教育的具体落实。从学界研究视角来看，关于劳动教育研究方面，主要分为两种视角，一是从政策语言出发，以某一时间节点为分水岭，基于劳动教育的相关政策文本，从教育政策视角梳理劳动教育的变化规律，并从中得到启示。二是从学术语言出发，其一，探讨各类典型人物关于劳动教育的思想，以此作为参照反思当下劳动教育发展路向，主要以黄炎培为典型代表[4]；其二，以各级各类学校为出发点和落脚点，探讨各级各类学校劳动教育的发展，其中职业教育最受关注。另外，关于人工智能与教育融合研究方面，主要分为两种立场，一是以教育为重心，探讨教育如何主动应用人工智能技术进行教育教学改革；二是以人工智能及其核心特征为出发点，探讨人工智能为教育赋能过程中的优劣与利弊等。然而，无论是关于劳动教育的研究，还是人工智能和教育结合的研究，对“人工智能时代+劳动教育”的讨论都付之阙如。鉴于此，审视人工智能时代下劳动教育的内涵演化，反思劳动教育实践路径意蕴深远。

一、人工智能时代下劳动教育的内涵阐释

劳动教育从目的宗旨上看，是为了劳动(者)的教育；从内容要求上看，是关于劳动的教育；从实施途径上看，是在劳动中进行教育。[5]然而人工智能使得劳动教育的内涵外延发生重大变化，且不断生成新的劳动教学生态[6]，集中表现在目标、组织形式与实施途径等方面。

（一）人工智能时代劳动教育以劳动认同和劳动思维为核心目标

1.强化劳动认同是人工智能时代劳动教育的题中之义

劳动认同是帮助学生树立正确劳动观的重要条件，是提升学生劳动自觉的动力源泉，主要表现为劳动者自身在情感上、价值上对自我存在方式、自我价值实现的确证，以及社会、他人对劳动个体的认知和态度[7]。一方面，人工智能教育应用简化了学生学习过程，学生通过拍照搜索、智能翻译等便可自动获取与分析相关知识，提高了学生学习效率；另一方面，当智能教育应用在学生学习与生活中从“辅助”演变为“占领”时，过度依赖人工智能助长了学生好逸恶劳的潜在思想，甚至出现“丧文化”“佛系文化”等网络亚文化。学生们将梦想实现与否归因于命运，靠命运致富，而面对一夜暴富这样幸运的事情，近七成的青年大学生表示愿意接受[8]。据《中国大学生思想政治教育发展报告（2017）》数据显示，我国大学生中持“宿命论”“拜金主义”“享乐主义”等观点的分别占 33.5%、32%、55.5%[9]。因此，帮助学生正确认识劳动及其价值极为重要，但浅显的认知而非认同最终只会使人工智能语境下劳动教育倡导的一切演化为学生劳动的底线，使得学生的劳动观念演化为“形式主义”或“跟风”。因此，人工智能时代的劳动教育更加呼唤劳动认同的培养，指明了劳动教育的时代目标。

2.提升劳动思维是人工智能时代劳动教育的必然要求

首先，人工智能以算法为核心，利用机器的自动储存功能及其数理分析，将算法偏见隐匿于精准推送的口号下，令学生陷入信息同质的“信息茧房”而不自知。这种个性化的“算法+推荐”模式剥夺了个体全面获取信息的权利，侵蚀个体的判断力，进而操控和控制个体的价值偏向和行为偏向[10]。久之，学生的学习兴趣和注意力会被锁定在既定的范围内，学生获得的知识域会被狭窄化，部分信息被智能遮蔽和过滤，造成学生认知的偏差和思维的故步自封[11]。然而摆脱智能算法的控制，需要提高学生的判断思维。其次，在算法输入的数据与输出的结果间存在着我们无法洞悉的算法“黑箱”。算法按照它自行演化的规则处理教育问题，以其自身的逻辑对待学生、对待教育，教师无法判断他们依据算法做出的决定是否正确[12]22，算法“黑箱”如何得到这个结论的过程却无法获知也不能解释[13]。这在某种程度上消解了学生主动获取信息的权利。机器劳动的本质是由算法驱动的

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

固定程序的机械重复，缺乏面向大局的变通与自主反思，而人类劳动不仅包含着惯常化的操作程序，还蕴含着主体性的综合反思与智能升级[14]。未来人工智能的算法、逻辑、指标需要人来设定，没有人的人工智能只能是智障者，甚至是无智的人工智能[15]。这就要求学生通过自身的综合反思对算法和结果进行追问，劳动教育以培养学生良好的劳动思维，辨认与判断教育问题的解决与否为关键目标，方可促使劳动教育应对人工智能时代提出的新要求、新挑战。

（二）人工智能时代下劳动教育以协作劳动为主要形式

我国传统社会主要以集体生产为主，尤以二十世纪六七十年代农村为甚，该时期属于大集体时期，农村以生产队为单位，此时的劳动教育主要以集体劳动为主。如今进入人工智能时代，这种集体劳动形式与教育形式仍未改变，且外延更为丰富。其一，体现为人与人之间的协作劳动。人工智能时代下，智能导师系统的应用令教师从繁重的教学任务中实现解脱，降低了教育教学的成本，提高了教师的教学效率。但是，就某种程度而言，利用智能导师系统对学生进行分析、教学答疑，甚至对学生开展智能情绪分析，使得教师的教育权利让渡于智能教育助理。教师与学生之间的交往也被“屏幕”隔绝，学生难以体会到教师的微表情、手势或身体语言所传递出的情感，淡化了师生之间的关系及情感交流。鉴于此，协作劳动成为人工智能时代劳动教育的应有之义，力求使学生在合作劳动与集体协作的过程中，在致力于实现共同目标的意识推动下与同伴、教师进行情感互动，在共同参与和经历的过程中产生共情，从而在类似情境与劳动中对他人产生移情，体会他人劳动的辛苦。“一个人只有通过和别人的交往才能认识自己。”[16]2019 年联合国教科文组织正式发布的《北京共识——人工智能与教育》中也明确强调，虽然人工智能为支持教师履行教育和教学职责提供了机会，但教师和学生之间的人际互动和协作应确保作为教育的核心[17]。其二，不可否认的是，人工智能教育应用促进了我国教育事业的发展，智慧校园、智能阅卷、智能导师系统、个性化自主学习系统等便利了教师教学与学生学习。2019 年国际人工智能与教育大会上，习近平总书记在贺信中也强调了推动人工智能和教育深度融合的重要性[18]。人机协作是未来人工智能时代教育发展的必然趋势。因而面对人工智能带来的挑战，既不能逃避也不能置之不理，而是应该积极主动适应。基于此，将人工智能引入劳动教育，在合理控制的前提下加强人机协作，线上线下结合，加强学生与机器的协作劳动，增强学生在模拟化的情境中对劳动的情绪理解与直觉推理，对于提升劳动教育的效率具有关键性意义。

（三）人工智能时代劳动教育以实践为行动路径

具身认知理论从身体构造和身体活动的视角看待认识的起源，强调身体在认知和思维中所发挥的作用，提出具身学习遵循身心一体、心智统一等原则。[19]2020 年《意见》也明确指出，“实施劳动教育重点是在系统的文化知识学习之外，有目的、有计划地组织学生参加日常生活劳动、生产劳动和服务性劳动，让学生动手实践、出力流汗，接受锻炼、磨炼意志，培养学生正确劳动价值观和良好劳动品质”[3]，强调了劳动实践的重要性。一方面，人工智能将虚拟现实、增强现实、智能导师等智能化教育应用引入学校课堂，推动学校教育教学方式变革，要求学生从表面浅显的知识学习转移到知识背后的本质认知，而认知学习也强调从“无身”到“情境”，再到“具身”的范式转变[20]；另一方面，通过劳动实践，可令学生亲身体会劳动者的不易，进而牢固树立尊重劳动及劳动者热爱劳动的思想感情，转变好逸恶劳、一夜暴富等不良思想。早期党中央提出勤工助学和半工（农）半读的教育制度也印证了这一点。1958 年 1 月 27 日，《共青团中央关于在学生中提倡勤工俭学的决定》也指出，实行勤工俭学，可以使学生在获得文化知识的

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

同时，受到体力劳动的锻炼，掌握一定的生产技能，培养劳动习惯和艰苦朴素的作风，加强和劳动人民同甘共苦的思想感情。[21]

总而言之，人工智能时代下的劳动教育既以载体形式存在，贯穿于德智体美等领域，具有树德、增智、强体、育美的综合育人价值。同时又以劳动认同、劳动思维的培养为核心目标，以协作劳动为主要组织形式，以劳动实践为关键路径。其实质在于以脑力劳动为主，力求在具身体验中培养学生的劳动价值观和劳动情感。其中脑力劳动是劳动思维核心目标的现实体现，具身体验强调劳动实践，而价值观与劳动情感是劳动认同与协作劳动的实质内涵。

二、基于人工智能开展劳动教育的价值及其挑战

科技的迅速发展使得人工智能为劳动教育的开展提供了新一轮的技术支持，为新时代劳动教育的发展注入鲜活力量。与此同时，人工智能的复杂化也为劳动教育的发展带来了严峻挑战。

（一）基于人工智能开展劳动教育的价值

1.有利于促进学生个性化发展

传统的劳动教育主要以集体劳动为主，且在班级授课制的组织形式下学生个性发展被集体发展遮蔽，教师难以做到因人、因材施教。然而，实现个性化学习基本上是教育领域终极追求目标，实现个性化自适应学习也是人工智能教育应用最重要、最核心的价值[22]。人工智能时代，基于个性化学习系统与个性化教学资源等人工智能教育应用，对学生认知水平、兴趣等数据进行采集与理性运算，最终形成“学生画像”，并为学生准确推送个性化的劳动教育资源，使得教师的因材施教和学生的个性化发展成为可能。

2.有利于促进教育公平的实现

首先，城乡经济差距导致了城乡教育发展不平衡，尤其体现在教育资源存在差距。人工智能时代，虚拟教学通过网络技术整合不同的学习资源，营造一个不被时空约束的数字空间，缩短地区之间、师生之间的距离，让实时交流成为可能[23]。其次，传统的机械灌输式教育和填鸭式教学主要通过教师教、学生学来实现教育目标，学生学习更多被教师权威支配。但基于人工智能开展劳动教育，一方面，营造开放性的网络和虚拟环境，为师生在劳动教育过程中平等对话提供了环境支持；另一方面，个性化自适应学习系统为学生获取劳动教育相关资源提供便利，促进了学生差异化发展，教师亦是如此。由此来看，师生间劳动教育资源的平等促进了师生交往的关系平等。

3.有利于推动劳动教育走向开放与全民化

人工智能教育领域中的泛在教学模式颠覆了传统教学模式，打破教学的时间、空间、地域的限制，使教育更加开放性、全民化。[24]具体到劳动教育而言，一方面，基于人工智能开展劳动教育的时间与空间变得开放。传统教学主要以学校课堂为主，学生上课时间被教学进度和课程计划严格安排与规定。然而人工智能时代下，学生可脱离实际课堂，利用移动终端随时随地学习，学生也有了更多思考的空间，使得劳动教育突破了时空限制，走向开放。另一方面，物联网与移动互联网技术不仅扩展了劳动教育的场域，还使得劳动教育的对象从学校走向社区成员乃至社会大众，他们既可作为劳动教育资源的提供者，也可作为劳动教育资源的享受者。例如，在社交平台上发布了劳动楷模的个人事迹，在其演变为社会热点时必然引发公众讨论，而其隐藏的工匠精神、劳动品质等便潜移默化地影响着社会大众，呈现出全民参与讨论、全民接受劳动教育的局面。

（二）基于人工智能开展劳动教育的挑战

1.“数字鸿沟”是人工智能时代劳动教育的信息障碍

通过人工智能开展劳动教育有利于教育公平的实现，但“数字鸿沟”也成为“人工智能+劳动教育”亟待解决的问题。首先，在地域上表现为城乡间的“数字鸿沟”。随着城镇化与工业化的纵深推

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

进，城市与农村的经济发展差距势必加大。一方面，人工智能教育应用需要强有力的经济支撑，然而城乡经济上的差异决定了二者教育上的差距，因此城市与农村在利用人工智能开展劳动教育时，城市明显占据优势；另一方面，在经济不足与技术匮乏的条件下，与从小接触现代化智能机器与设备的城市学生相比，农村地区的学生信息搜集与获取途径较窄，相关的信息处理与分析能力也较低，关于如何运用人工智能进行劳动教育的认知与能力也较为浅显。其次，在个体层面体现为设计者与教育参与者、学生与学生间的数字鸿沟。第一，人工智能教育应用更多是数字经济形态下的产物，其是市场基于宏观层面，对各类教育参与者信息进行大数据分析，捕捉用户需求，以经济利益为目的设计而来，这就使得智能教育应用的开发者关注焦点在于经济而非教育，必然引发程序员与教育参与者间的数字鸿沟。此外，开发人员的教育观念、教育常识决定了其对相关数据的关注倾向，且由于算法设计人员可能缺乏相关的教育知识，不了解学生和教师真正的技术需求，因此算法不可避免会被植入各种误解、臆断或错误观念，造成了“算法鸿沟”[12]23。这也意味着将相关的智能教育应用引入劳动教育领域，程序员与教育参与者间“数字鸿沟”难以避免。第二，人工智能时代，自主性学习系统为个体自主学习提供了新的机遇，然而个体背景、性格、兴趣的不同导致个体间所需、所获信息也不同，且“算法偏见”的存在与精准推送的服务易造成每一个体都有相对独立的“信息茧房”，从而使得学生与学生之间也出现“数字鸿沟”“信息鸿沟”等。在劳动教育方面则体现为与劳动相关的认知、能力、情感的不同，这就对人工智能时代下劳动教育的展开提出了新的挑战。

2.对教师教学能力的高要求是人工智能时代劳动教育的能力障碍

相关研究表明，开展劳动教育最显见的障碍在于师资力量不足，主要体现在相关教师的数量、专业素质等方面[25]。基于人工智能开展劳动教育要求教师的教育教学能力必须顺应人工智能时代的特征。首先，人工智能教育应用引入学校课堂触发了新一轮的教学方式和学习方式革新，促进了我国教育事业的发展。然而智能设备应用于教育中，并不是一个简单的“拿来”过程，要求教师必须掌握基本的技术原理，在与传统的教育技术手段分析比较中去发掘新技术、新设备，提高教育效率的潜能[26]。其次，教师依托算法对学生信息进行计算、分析，并基于此制定出的教学计划开展教学。但计算过程中学生输入信息的正确与否需要教师进行正确辩证，且人工智能缺乏自主反思与变通，使得劳动教育实践过程中，难免出现学生实际信息与计算信息相左。这就要求教师发挥自身的教学智慧，依据学生的生成表现调整教学计划，保证劳动教育的顺利进行。再次，人工智能时代给予学生更多自主学习与资源获取的机会和途径，而个体身处不同的信息环境中，导致个体之间的差异性更为明显。这就使得“如何尊重学生的差异性，在劳动教育中促进学生的个性化发展，做到因材施教”成为教师亟须思考的问题。最后，教师作为学生榜样示范的主体之一，只有教师拥有良好的劳动素养才可发挥教师言传身教的价值理性。同时，也只有教师具备良好的信息素养和劳动素养，才可以正确引领学生抵制错误劳动思想观念的影响。由此看来，人工智能时代的到来为教师开展劳动教育提供新技术、新设备的同时，也对教师的教育技能、教学智慧，以及劳动素养和信息素养提出了新的要求，要求教师具备较高的教学能力，增加了教师的教学压力。

3.家庭观念的固化是人工智能时代劳动教育的思想障碍

家庭是劳动教育的基本场域，然而，家长的错误观念会成为人工智能时代劳动教育的障碍。首先，由于传统应试教育的牢性与固化，使得“唯分数”思想观念深入人心，升学成为家长为学生预设的唯一追求。这就使得家庭劳动面临两种极端，一是作为奖励或惩罚学生的手段；二是被溺爱剥夺

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

与边缘化，使得学生产生劳动可耻，或好逸恶劳、伸手主义、拿来主义的不良思想。其次，智能家居的渗入也使部分家长沉浸于机器带来的福利，忽略了其隐藏的风险，将享乐主义、消费主义凌驾于普通劳动之上，并在潜移默化中影响子女关于劳动的看法。再次，时下多数家长属于“网络移民”，与当代青少年网络“原住民”相比，他们对媒介的认知存在一定缺陷，这就弱化了家长对学生网络媒介使用的监管力度，致使学生在智能手机、平板电脑、游戏机、电视、电脑等电子产品的诱引下陷入“舒适圈”的泥潭，深陷于人工智能制作的“拟态环境”中，从而产生不想劳动、不屑劳动的思想观念。与此同时，由于家庭教育的特殊性，政府、社会对家庭教育的监督仅能做到底线约束或价值倡导，要想全方位介入、统筹存在困境，这为当前劳动教育的发展提出了新的难题。

4.大众传媒“把关人”的弱化是人工智能时代劳动教育的环境障碍

良好的社会文化环境是学生自觉劳动的催化剂，是支撑劳动教育可持续发展的关键保障。但是，一方面，大众传媒作为“把关人”，其后操纵的媒体人根据自己的认知将信息筛选过滤后利用媒介平台向受众传播，而这些媒体人的媒介素养难以保证。部分媒体人在市场经济利益的诱惑下曲解新闻事实，以夸张的口吻制造舆论博人眼球，例如在微博、微信中传播着消费主义、享乐主义的信息，攻占了网络空间的方方面面，这种消息真实的二次加工动摇了学生关于劳动的正确认知。另一方面，大众传媒的多样化发展为受众的话语权提供了平台保障，然而计算机自动化的记忆存储与智能算法致使传媒编辑让渡于智能机器。在大众传媒消费主义、享乐主义信息的充斥下，人们陷入了不劳而获、一夜暴富等思想的挣扎中并逐渐妥协。如在浏览器中点击某条关于劳动教育不良思想的信息，以后当受众再次使用该浏览器时，其将持续为受众推送类似的信息。而市场则基于智能数据分析捕捉用户需求，打着满足用户需求的口号生产众多智能产品，逐渐驱使人们成为市场的隶属，成为智能机器的附属品，进而沉溺于人工智能带来的福利中，滋生好逸恶劳、不劳而获等错误思想。

总而言之，人工智能作为新时代科技发展的产物，将其贯穿于劳动教育中，对学生个体、师生之间以及劳动教育本身都具有重要价值，但其存在的信息障碍、能力障碍、思想障碍及环境障碍等也不容忽视。

三、基于人工智能开展劳动教育的基本诉求

厘清人工智能时代下劳动教育的内涵演变，是基于人工智能开展劳动教育的前提。同时为彰显人工智能为劳动教育带来的价值，回应人工智能为劳动教育带来的现实挑战，探寻人工智能时代下劳动教育的适应路径刻不容缓，尤其应关注人工智能语境下劳动教育的基本诉求。

（一）体脑并举

首先，从作为学习结果来看，通过亲历的劳动实践获得的知识与技能的理解通常更加透彻和深入，更加生动、有活力，具有更加强大的支配力量[27]，这尤其表现在儿童期。皮亚杰将个体认知发展分为感知觉运动阶段、前运算阶段、具体运算阶段、形式运算阶段，其中感知觉运算阶段强调了感知运动对幼儿经验获得的重要性。当今儿童作为网络“原住民”，他们通过感官运动获得的劳动经验价值更加彰显。其次，知识生产成为当下经济社会的核心，科技的迅速发展加快了人工智能教育应用更新迭代的步伐，未来学生利用人工智能技术对知识持续增量的自动获取能力、速度也将大大提升。再次，创造性劳动不仅是推动人类社会进步的根本力量，而且体现了人的本质特征，人只有在创造性劳动中，才能使自身得到发展[28]。而这种知识生产模式与创造性劳动则是学生脑力劳动的表征。因此，基于人工智能开展劳动教育时，既要重视学生体力劳动，令学生在亲身体验中获得关于劳动的认知、增强劳动的情感，同时又要关注

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学生脑力劳动的实施，帮助学生建构知识体系，培养学生的创新思维等。

（二）虚实并融

虚拟现实技术所搭建的学习环境可以让学习者在虚拟世界体验真实世界中的情感，能够以近乎仿真的形式参与到自主探索中，对于推动浸润式情感教学与互动教学具有积极的作用。[29]这恰与前述人工智能时代下劳动教育强调情感、协作劳动这一内涵相契合。人工智能时代下的虚拟现实技术，为劳动教育的展开营造了全新的教育生态环境，为学生劳动学习提供了环境与协作伙伴支持。尤其对于某些危险系数较高的劳动，学生通过可控的“虚拟现实”操作完成劳动任务，进而获得关于劳动的全面认识与“具身”情感体验。而当虚拟现实沉浸感提升，会触发用户对真实世界的隔绝感[30]。我国虚拟现实技术领域的第一位院士赵沁平教授也指出，“当前的 VR 教学产品设计与开发不成熟，虚拟和现实的偏差导致了学习者谬误，即虚拟和真实之间的失切性导致学习者产生认知偏差”[31]。鉴于此，利用人工智能开展劳动教育，不仅需要基于虚拟现实技术激发学生的学习兴趣，还应回归人的自然本真，于现实世界进行劳动，从而实现虚拟环境与现实环境并融。这具体表现在以下方面：一是虚拟环境的设计要符合学生现实发展需求，不能“唯技术论”；二是虚拟环境的布局要符合现实场景，贴近学生真实生活；三是回归自然与现实体验，引导学生在实际劳动中操作与运用，并对其进行劳动认知的纠偏与巩固。现实是虚拟的来源，虚拟又创造着现实，因此基于人工智能开展劳动教育应促进虚拟环境与现实环境的共融，进而帮助学生在虚实结合中建构完善个体的劳动知识体系。

（三）上下并连

所谓“上下并连”指学生基于线上教学资源进行个性化自主学习，线下立足教师主导及同伴合作进行课堂导学与协作劳动。人工智能时代的个性化教学系统强调“以学生为主体”，主张学生课前在线上通过对共享劳动资源进行收集与自主探究，如利用智能教育 App 中的智能助理实现劳动课程课前预习与自主学习。线下则立足“教师为主导”，基于学生课前线上自主学习发现问题、解决问题的经验，引导学生在协作探究中进行分享、交流与复习巩固，从而转变学生劳动知识的建构模式。“上下并连”还强调学生劳动情感的获得。一是体现在学生的实践劳动中，通过将线上所获劳动知识贯彻于具身实践中，学生可在亲身体验中深化对劳动的情感，从而树立尊重劳动、尊重劳动者，劳动最光荣的情感；二是表现为师生互动与同伴合作劳动中劳动体验的一致性及对劳动情感的共鸣。鉴于此，基于人工智能开展劳动教育，既要重视线上共享劳动教育资源对学生个性化自主学习的关键性，同时还需关注线下劳动教育教学对学生情感交流的重要性，在课前线上自主学习，课中线下导学与情感交流，课后线上复习与线下操作训练的连接中推动劳动教育的可持续发展。

总之，基于人工智能开展劳动教育，既要从人工智能的视野审视劳动教育，又要以劳动教育为出发点和落脚点反思人工智能的优劣，做到体力劳动与脑力劳动并举、虚拟环境与现实环境并融、线上教育与线下教育相连，才能更好地回应人工智能对劳动教育的价值旨归，进而促进劳动教育更好地适应人工智能时代的新要求、新形势。

四、基于人工智能开展劳动教育的路径思考

人工智能时代劳动教育有其复杂性及相对独立性，在信息交互与人机互动的时代特征下，只有从大劳动教育的理念出发，整体协调学校、家庭和社会的劳动教育资源，建立有效的共享运行机制，才能够切实而有效地保证劳动教育的效果[32]。

（一）以提升教师信息素养为先导，建立“人工智能 + 劳动教育”模式

教师是劳动教育实施的关键主体及教育要素，人工智能环境下，为发挥劳动教育的育人本

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

质，要求教师具有良好的信息素养与教学能力。鉴于此，第一，学校应提高教师入职门槛，将人工智能教育的运用纳入招聘考核环节，持续将智能教育技术的运用贯穿于教师职前、职中、职后。第二，各大高等师范院校应加强教师教育，培养该领域的专职教师，同时将劳动教育作为高校必修课，进而提升教师的劳动素养。第三，改进劳动教育教学方式，建立“人工智能+劳动教育”的教学模式，将人工智能贯穿于劳动教育的教学、管理与资源建设中。其一，在教学方面，具体可在课前以学生为单位建立学生数据库，依靠人工智能精细算法对学生进行分析诊断，并基于此制定个性化的课程方案，从而推动劳动教育从“以教定学”向“以学定教”转化[33]。同时利用人工智能平台，引导学生自主利用智能设备进行劳动课程预习。课中利用微课、慕课等方式讲好劳动技术教育，打造新时代劳动技术教育“金课”，增强其互动性和趣味性，使其“活起来”[34]，又或利用“虚拟环境”呈现劳动情境，增强学生的临场感。课后采用线下实践方式，利用学生空闲时间组织学生参加社会性服务劳动，在知行合一、身心一体的操作中强化学生对具体劳动的体验与认知、认同，并将这种感受内化于心，从而实现学生在劳动观、劳动精神、劳动能力与品质等方面的培养目标。其二，运用人工智能算法与数据分析建立“用户模型”，了解评价学生的最近发展区，对学生劳动学习状况进行持续动态的分析和综合评估，对学生在劳动中可能存在的认知与技术错误发出信号提示，并提出针对性的指导建议，反思调整相应的劳动教育教学计划，进而促进学生更好的发展。与此同时，应严把系统信息安全关，做好学生信息的保管保密工作，防止学生信息外泄。其三，在资源建设方面，通过智能平台建立“多元开发，多元采用”的课程资源库。首先，将教师、学生、家长、社区社会等作为多元利益主体，调动家长参与的积极性，呼吁其他社会志愿者为数据库提供相应资源；其次，关于课程资源内容，只要是一切涉及劳动教育的内容均可作为资源纳入数据库中，如与劳动教育相关的教师教育微课，与学生劳动教育相关的主题讲座或名师讲堂，与社会劳模相关的信息等；再次，对于数据库的使用者而言，既可以是以教师和学生为主体的直接使用者，也可以是家长或社区社会成员等资源提供者。

（二）以转变家长劳动观念为方向，开展“双线融合”宣传教育

人工智能时代下，家长的思想观念，一言一行对学生的成长均被放大化。首先，应转变家长关于劳动的观念，具体可利用信息技术建立校园电子报刊、公众号等媒体平台，定期向家长推送关于劳动教育的内容。又或利用学生放学家长接人的时间，通过学校电视、广播或其他智能平台进行宣传教育，令家长在碎片化的时间里获得关于劳动教育的相关信息。其次，开展“亲职教育”，利用智能导师系统，借助智能教学助理，于特定聊天室内进行一对一交流，解答家长关于劳动教育的相关知识，帮助家长梳理与重组利用碎片化时间掌握到的“碎片化”劳动经验。再次，开展“亲子教学”。在学生劳动教育自主学习系统中添加家长版块，或于智能游戏中增加适合家长的游戏角色，令学生与家长基于现实与虚拟情境，在线上线下融合的交互劳动学习中增进彼此对劳动的认知、认同与实践能力，同时在亲子协作劳动中破解单一人机互动引发的人际关系紧张与淡漠。

（三）以加强社区参与为手段，以“云教学”拓展劳动教育实践平台

学校开展劳动教育需要在一定时代背景与环境的浸染与支持下进行。人工智能时代，利用信息网络技术，营造良好的劳动环境更为便利与快捷，尤其体现在舆论环境方面。因此，为促进劳动教育在人工智能时代背景下的发展，各大媒体平台应坚持新闻的客观真实性原则，充分发挥“把关人”的作用，反对消费主义、享乐主义，对不当言论进行适当“控评”，加强典型劳模与身边普通群众劳动案例宣传，增强与受众间的共鸣，进而为劳动教

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

育的展开营造良好的社会风气。另外，发挥社区的原生教育功能，扩大延伸劳动教育的实践场所，为学校劳动教育的开展提供平台保障。一方面建立“云教学”模式，邀请社区生产能人、身边社区成员或相关劳动部门采用远程教育为广大师生讲解关于当代生产劳动与日常生活劳动的知识与技能，而这些教学案例或个人事迹均可纳入前述所提课程资源数据库。另一方面，对于某些过度危险的劳动，尤其可与企业协作，于“虚拟环境”中进行实践劳动，使学生全面认识劳动教育。

（四）以政府支持为保障，建立劳动教育智能监测评价系统

一直以来，我国劳动教育都是在政府的战略指导与宏观调配下展开，人工智能时代下对劳动教育提出的挑战更为艰难，因而亟需发挥政府的统筹作用，为人工智能时代劳动教育的发展提供机制保障。《意见》与《大中小学劳动教育指导纲要（试行）》的颁布已为劳动教育提供了制度保障，时下应将工作重心向政策执行倾斜，严把各级各校劳动教育情况，防止学校形式主义，假装劳动等。具体可利用智能算法，以区为项目，以校为单位建立学校劳动教育监测评价系统，依靠人工智能机器运算对各区各校劳动教育进行分析，在此基础上制定相应的发展计划，并在数据反馈与二次、多次评价与检验中调整方案。同时，政府应加大劳动教育专项资金比例，完善学校智能教育应用硬件与软件设施，为学校开展智能化的劳动教育教学提供必要的教学设备。就城市与农村而言，应基于智能检测评价系统分析结果，对二者采用分层、分级的资源援助模式，进而在尊重城乡差异的前提下促进城乡融合发展。

人工智能时代的劳动教育面临新的机遇和挑战，建立人工智能赋能劳动教育的保障机制，确保劳动教育的有效开展，学校应发挥主导作用，优化师资建设，加强家校联合，充分挖掘社会资源，以政府为保障，创建“学校—家庭—社会—政府”多元主体融合的劳动教育模式，进而促使学生在具身体验中实现劳动价值观和劳动能力的培养。另外，随着人工智能时代知识增量与运作模式的变化，将推动学生向“教师+学生”身份转化，并以此双重身份参与到劳动教育中。综上所述，人工智能驱动劳动教育变革已成为时代命题，探究如何借助人工智能的优势助力劳动教育意义深远。

参考文献：

[1]张磊，倪胜利.身体视域下的劳动教育：文化内涵、价值意蕴与实践路向[J].国家教育行政学院学报，2019（10）：88-95.

[2]新华网.习近平出席全国教育大会并发表重要讲话[EB/OL].（2018-09-10）[2020-11-12].http://www.gov.cn/xinwen/2018-09/10/content_5320835.htm.

[3]中共中央，国务院.中共中央 国务院关于全面加强新时代大中小学劳动教育的意见[EB/OL].（2020-03-26）[2020-11-12].http://www.gov.cn/zhengce/2020-03/26/content_5495977.htm.

[4]张琛，李珂.论黄炎培劳动教育思想的丰富内涵与当代启示[J].教育与职业，2019（2）：93-97.

[5]柳夕浪.全面准确地把握劳动教育内涵[J].教育研究与实验，2019（4）：9-13.

[6]周美云.轨迹·焦点·走向：劳动教育研究七十年[J].当代教育论坛，2020（3）：106-113.

[7]赵浚，田鹏颖.新时代劳动精神的科学内涵与培育路径[J].思想理论教育，2019（9）：98-102.

[8]郝文斌，张鹏飞.网络“丧文化”影响青年大学生的样态分析[J].中国青年研究，2020（10）：106-111，118.

[9]李丹.从“德智体美”到“德智体美劳”：加强高校劳动教育的逻辑审视[J].中国职业技术教育，2019（33）：56-62.

[10]徐海娇.意义生活的完整性：人工智能时代劳动教育何以必要与何以可为[J].国家教育行政学院学报，2019（11）：88-95.

[11]冯锐，孙佳晶，孙发勤.人工智能在教育应用中的伦理风险与理性抉择[J].远程教育杂志，2020，38（3）：47-54.

[12]谭维智.人工智能教育应用的算法风险[J].开放教育研究，2019，25（6）：22，23.

[13]肖凤翔，张双志.算法教育治理：技术逻辑、风险挑战与公共政策[J].中国电化教育，2020（1）：76-84.

[14]李政林.成事与成人：信息时代劳动教育的突破与创新[J].中国教育学刊，2020（8）：18-23.

[15]于海波.人工智能教育的价值困境与突破路径[J].湖南师范大学教育科学学报，2020，19（4）：56-62.

[16]A·柯祖林.心理工具：教育的社会文化研究[M].黄佳芬，译.上海：华东师范大学出版社，2007：9.

[17]中华人民共和国教育部.联合国教科文组织正式发布国际人工智能与教育大会成果文件《北京共识——人工智能与教育》[EB/OL].（2019-08-28）[2020-11-12].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/201908/t20190828_396185.html.

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[18]新华社.习近平向国际人工智能与教育大会致贺信[EB/OL].(2019-05-16)[2020-11-12].http://www.gov.cn/xinwen/2019-05/16/content_5392134.htm.

[19]叶浩生.身体与学习:具身认知及其对传统教育观的挑战[J].教育研究,2015,36(4):104-114.

[20]李曼丽,丁若曦,张羽,等.从认知科学到学习科学:过去、现状与未来[J].清华大学教育研究,2018,39(4):29-39.

[21]何东昌.中华人民共和国重要教育文献 1949—1975[M].海口:海南出版社,1998:793.

[22]肖睿,肖海明,尚俊杰.人工智能与教育变革:前景、困难和策略[J].中国电化教育,2020(4):75-86.

[23]袁利平,张薇.基于虚拟现实技术的教育扶贫及其实现[J].内蒙古社会科学,2020,41(2):189-196,213.

[24]徐晔.从"人工智能教育"走向"教育人工智能"的路径探究[J].中国电化教育,2018(12):81-87.

[25]武秀霞."劳动"离教育有多远?——关于劳动教育实践问题的反思[J].当代教育论坛,2020(3):114-121.

[26]叶泽滨.当代教育改革背景下教师创造性劳动内容的选择[J].教育理论与实践,2005(2):24-26.

[27]徐海娇.重构劳动教育的价值空间[J].中国教育学刊,2019(6):51-56.

[28]陆文强.创造性劳动:人类社会发展的根本力量[J].求是,2006(11):52-54.

[29]戴永辉,徐波,陈海建.人工智能对混合式教学的促进及生态链构建[J].现代远程教育研究,2018(2):24-31.

[30]张枝实.虚拟现实和增强现实的教育应用及融合现实展望[J].现代教育技术,2017,27(1):21-27.

[31]沈阳,逯行,曾海军.虚拟现实:教育技术发展的新篇章——访中国工程院院士赵沁平教授[J].电化教育研究,2020,41(1):5-9.

[32]夏永庚,崔佳丽.实施"大劳动教育":现实诉求、基本逻辑与路径选择[J].当代教育论坛,2020(6):28-34.

[33]范国盛.AI 时代教师专业化发展的路向[J].教育学术月刊,2020(7):66-73.

[34]周美云.当劳动技术教育遇到人工智能:审视与超越[J].上海教育科研,2020(2):9-13.

Labor Education in the Era of Artificial Intelligence : Connotation , Value and Realization Path

Wang Yi , Wang Yufei & Wu Jiajia

Abstract: Exploring the adaptation path of labor education in the context of artificial intelligence is a positive response to actual needs. Labor education in the era of artificial intelligence takes the cultivation of labor identification and labor thinking as the core goal, collaborative labor as the main organizational form, and labor practice as the key path, and strive to cultivate students´ labor values and labor emotions through physical experience. In order to cope with a series of challenges such as the digital divide between urban and rural areas, designers and participants, students and students, teachers´ inadequate teaching ability and ineffective mass media control, the advantages of artificial intelligence have been applied to labor education, teaching, management, and resource construction. Change parents´ concepts in the process of "vocational education" and "parent-child teaching"; use model worker as the carrier to create a good public opinion environment, and expand the labor education practice platform with the "cloud teaching"model; and use districts as projects and schools as units to establish school labor Educational intelligent monitoring and evaluation system.

Key words: labor education , artificial intelligence , education , practice

Authors: Wang Yi , Wang Yufei , Wu Jiajia , Guizhou Normal University (Guiyang 550025)

[责任编辑:王　涛]

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能时代重新反思教育的本质*

陈晓珊

（曲阜师范大学 教育学院，山东曲阜 273165）

摘要：在人工智能时代，传统教育受到极大挑战，它让我们重新定义人性、重新思考知识的价值、重新反思教育的本质。文章首先回顾了历史上人类利用技术改变教育的尝试，探讨了那些在教育中无法被技术改变的本质性因素；然后，文章从人的限度、技术的限度出发，提出“人只能由人来教，人不能由机器来教”的观点；最后，文章以技术为镜，重新思考教育的本质，认为所有的教育都是自我教育，教育是人与人之间面对面的、从身体到精神的双向交流，人工智能时代教育的目的是让人区别于机器、保持人性。文章的研究有助于教育工作者透过纷繁复杂的教育现象认识教育的本质，并对学校教育进行准确的定位。

关键词：人工智能；教育本质；人性；技术

【中图分类号】G40-057【文献标识码】A【论文编号】1009—8097（2018）01—0031—07【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2018.01.005

引言

随着互联网和人工智能的发展，传统学校、课堂教育模式受到巨大挑战。技术在不断努力地去改变教育，逼迫人们开始考虑学校是否会继续存在、教师是否会被人工智能取代等问题。技术的不断发展也促逼人们反思：什么是超越时空恒久存在的教育本质、教育目的、教育内容？什么只能通过人与人之间面对面的交流互动直接传递？什么不会被在线教育、人工智能所取代？这些问题只有汲取国内外的教育智慧，站在人类发展的历史长河中通观全局、整合创新，才有可能得出贴切的答案。

一 历史上人类利用技术改变教育的尝试

自学校教育诞生以来，几乎任何一种新技术的出现，都会引发同一个问题：技术能改变教育吗？当 100 多年前电影被发明出来的时候，爱迪生曾预言：“不久将在学校中废弃书本……有可能利用电影来教授人类知识的每一个分支。在未来 10 年里，我们的学校机构将会得到彻底的改造。”[1]之后，人类坚持不懈地进行着通过技术改变教育的努力。

1 教学机器及程序教学运动的衰落

1925 年，美国心理学家 Pressey 设计了第一台自动教学机器，这种机器可以自动对学生进行测试和记分，已涉及允许学生自定学习步调、要求学生积极反应和即时反馈等原则的运用。1954 年，Skinner[2]在《学习科学和教学艺术》一文中指出使用教学机器能解决许多教学问题，推动了程序教学运动的发展。20 世纪 50 年代末～60 年代初是程序教学迅速发展的时期，各种教学机器纷纷问世，但教学机器的使用并没有体现出比传统教学方式更好的效果。1950 年前后，教学电视的运用出现了大幅增长，人们对使用视听设备改变教育寄予了新的希望，“由于有了它，人们已把教的角色归于公共广播，尤其是 60 年代以前，教育广播已被人们看作是一个能够快速地、有效地和便宜地满足国家教学需要的手段。”[3]但最终结果，却是教学电视在学校教育中所起的作用微不足道。尽管教学机器和视听技术一直在不断发展、更新，但是整个教育领域并没有受到太大的影响，爱迪生预期的变化并没有出现。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 计算机辅助教学带来的负面作用

当计算机被发明以后，人们的兴趣又转移到用计算机推动个别化教学，因此大量的人力物力被投入到计算机辅助教学（Computer Aided Instruction，CAI）系统的研究与开发之中。1972年，第一个按照教学理论专门为提供教学而设计的系统——分时、交互、计算机控制信息电视（Time-shared, Interactive, Computer Controlled Instructional Television，TICCIT）被开发出来。自20世纪80年代起，计算机在学校教学中被广泛应用。随着互联网、大数据、人工智能的发展，计算机的应用扩展到包括数字学习资源建设、在线教育、个性化推送、线上质量评价等方面。但是，越来越广泛的计算机应用并没有产生预期的效果，“到2000年还没有一个研究能够证明，学生成绩的提高确实是因为应用计算机的结果。”[4]2015年，国际经济合作与发展组织（Organization for Economic Co-operation and Development，OECD）针对国际学生评估项目（Program for International Student Assessment，PISA）进行了关于电脑使用对学生成绩影响的研究，通过对比各国学生的成绩变化结果，发现“越是提升学校的学生与配置计算机台数比率的国家，该国学生成绩的下降倾向越明显。其中，也出现了学生使用计算机频率较高、而阅读能力较低的结果。……根据此次调查，在澳洲、新西兰及匈牙利等增加学生人均拥有计算机数量的国家，学生的数学应用能力较差；相对来说，在计算机拥有比例较少的日本、墨西哥、意大利等国，学生的成绩则是提升的。另外，计算机使用频率越高，学生从网络上获得信息并分析其内容的‘数字理解力’反而越差。”[5]

大量的研究证实，互联网链接妨碍了学生学习。“网络将超文本技术和多媒体技术融为一体，用来发送所谓的‘超媒体’内容。超媒体不只是以电子方式链接起来的文字，它还包含图像、声音和视频。正如超文本的倡导者一度相信链接会为读者提供更加丰富的学习技能一样，很多教育专家也认为多媒体会加深对知识的理解程度、强化学习效果，并且输入越多效果越好。但是，这一没有多少证据支持却又长期为人们所接受的假设同样也与研究结论相抵触——多媒体所要求的精力分散进一步加剧了认知疲劳，从而削弱了我们的学习能力，降低了我们的理解程度；当我们给大脑供应思考原料的时候，并非越多越好。”[6]一些研究通过课堂教学实践，也证明了在教学中使用多媒体会影响学生的学习、分散学生的注意力。

3 对技术能否改变教育的疑问

100多年来，尽管各种比电影更加适合应用于教育的技术层出不穷地出现，但是爱迪生所期待的“学校的彻底改造”一直没有出现。很多研究证实了这一点，“在不同的历史时期，自1928年开始，一直到现在，均有研究发现：不同的技术手段在对教育与学习结果的影响上不存在显著差异。”[7]由此可见，技术并没有成为提升学习效益的决定性因素。目前，对技术能否改变教育的疑问越来越多。如2011年5月，乔布斯在与比尔•盖茨讨论关于教育的问题时，“盖茨描述了他对未来学校的设想——学生们自己观看讲座和视频课程，而课堂时间用来解决和讨论问题。他们一致认为，迄今为止，计算机对学校的影响小得令人吃惊——比对诸如媒体、医药和法律等其它社会领域的影响小得多。”[8]不可否认的是，近年来虽然世界各国政府在教育信息技术领域的投入都很大，但尚没有产生像生产和流通领域那样的变革效果。

纵观百年来人类在教育中应用技术的历程，首先要弄清楚的一个问题是：我们到底希望技术改变教育的什么？毫无疑问，人工智能和互联网正在改变教学的方式，也正在改变学习的环境，但显然我们对这些改变并不满意——我们期待教育的革命性改变，期待学习的革命，期待

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

技术带来人才培养效率的指数级增长。而现实情况是：百年来，各种先进技术包括互联网、信息技术、人工智能等在内都难以使教育发生革命性的变化；我们所看到的变化，只是教的技术的局部变革，而不是教育的整体变革；技术一直难以改变学，难以提升学习的速度和效率，难以改变人才培养的模式——归结成一句话就是：技术并没有、也不可能从根本上改变教育。

二 技术为什么不能改变教育？

到目前为止，技术已经使金融、交通、商业等领域发生了革命性的变化，而这些被改变的无一例外都是具有可重复性、有大量数据积淀的领域。而教育具有不可重复性和高度的情境性，在教育过程中每一个事件的发生和每一次思想的碰撞都是独特的、与此情此景密切相关的、不可提前预设的，处理这些事件和思想，需要教师运用经验和智慧，采取即时生成、具有针对性的处理方式。相对来说，技术只能处理一些程序化的、预设性强的、一成不变的事务，因此它们可以在其它领域势如破竹，但在教育领域却一筹莫展。

1 人的限度制约了技术威力的发挥

教育的对象是人，而不是物。技术特别是互联网和人工智能在其它领域取得的成功，使我们将技术应用于教育领域时，不知不觉地把人等同于物，而忽略了人的限度——作为人类，我们每个人在地球上生存的时间、空间都很有限，我们自身的肉体限制、局限着我们精神生活的时长、速度和容量——这是人类天然的限度。培养人的方式与制造业、通讯业、交通业等有本质的不同：这些行业的对象本身就是技术的产物，甚至就是技术本身，作为技术的指向对象，它们都是被动的，可以被改造、被改变；而人具有主观能动性，人只能自我改变、自我改造，而不能被技术改变、被技术改造；人的学习本质上只能是自我练习、自我学习、自我成长，不仅技术不能取代人的自我学习和成长，而且其他人也不能代替自我的学习和成长——“人，只能自己改变自身，并以自身的改变来唤醒他人”[9]；不顾人自身的限度而施行的教育，终究会侵吞人性、侵吞人的自由，造成人性的异化。

在教育领域，技术虽然提升了知识传播的速度和容量，丰富了传播手段，使信息和知识能无边界、无时限、大容量地传递到更广大的群体，但是这些信息和知识最终能够被接受的数量和被接受的速度却是有限的。心理学研究发现，人脑的工作记忆容量通常只有 7 个“块”左右，其具体容量因“块”的类型不同而略有差异：如果是数字，容量通常为 7；如果是字母，容量大约为 6；若是词语，则容量只有 5。人类的大脑在集中注意力的情况下，一次只能做一件事，无法同时完成多任务，人脑能够接受的信息输入量是非常有限的。信息和知识更容易获取不等于实际性的、事实性的获得，传播手段的丰富也不等于实际传播任务的达成。人脑这个入口的速度和容量是有限的、一定的、不可改变的，而互联网信息和知识传播的大容量、高速度和多手段对它来说不仅没有多大的价值，而且这种大、高、多对人的成长反而可能是沉重的负担。信息和知识的提供最好根据人成长的需要缓慢、适量地供应，漫灌式的供应不仅对于人的成长没有任何意义，而且还会限制人的想象力、创造力的发挥。

2 技术的限度制约了其在教育中的应用

教育根本性的任务和目标是培养人具有正确的价值观和道德品性，是培养人性中那些最核心的内容——判断力、创造力、自由精神、独立人格、良知良行。技术背后包含着知识，虽然技术可以操作知识、传递知识，但是技术不能操作价值观、不能通达人性——相反，技术只能

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

被人的价值观所操作和控制。可以说，技术只涉及教育中最微不足道的一个角落；即使是最尖端的技术，处理的也只是物质层面的东西。互联网和人工智能改变世界，主要是说现有的技术为我们积累了大量的、足够多的、关联性很强的数据，通过十万、百万计的样本量，揭示了未知世界的一些秘密；但到目前为止，互联网和人工智能为我们积累的关于人类灵魂和精神的数据几乎为零，技术无法将我们的感受、思想、爱恨情仇数据化——即使我们能够获取一些数据，也完全是个体化的。在灵魂和精神的问题上，一个人的数据与别人的数据总会有这里或那里的不同，每个人都有自己的可欲和所欲，样本量再多、再大，也难以揭示灵魂和精神成长的秘密。

对于教育中的技术主义，美国教育心理学家 James[10]批评当时的美国教育界有一种“科学化的冲动”，认为“科学的冲动只会给教学带来混乱。”科学的原理要验证，其实验的数据首先要求实验的条件保持不变，结果可以反复出现，具有可重复性。而教育恰恰不是科学的领地，甚至也不是技术的领地。学生是一个个活的生命体，每一个学生都处于不断成长变化之中，因此教育具有极强的情境性；教育不具备一成不变的实验条件，也不会产生可以反复出现、具有可重复性的结果——不同的教师给同一群体的学生上课，即使采用同样的教案，也会产生完全不同的结果；同一个教师给不同的学生上课，每个学生对知识的接受、理解、领悟程度也都是不同的，有多少个学生就有多少个领悟，就像“有一千个读者就有一千个哈姆雷特”一样。教育只能依靠教师的教育智慧、教育艺术和经验学识，随机应对教室中偶然发生的情境和问题；教育不是操作、操纵，不是车间的流水线，它不能被技术所规范、规约，也不能被程序化。

3 人只能由人来教，人不能由机器来教

“教育是人的灵魂的教育，而非理智知识和认识的堆积。”[11]教育不仅关涉肉体，还关涉人的精神，具有精神性、意识性。“所谓教育，不过是人对人的主体间灵肉交流活动。”[12]在人与人的互动交流中，人才会被感动、被感化，才能获得人格的提升——“人只有通过人，通过同样是受过教育的人，才能被教育。”[13]也就是说，只有人，才能教人像人那样思考；而机器，只能教人像机器那样思考。

在这个被技术驱动的时代，越来越多的学校引进慕课、泛在学习、翻转课堂等学习形式，教师也通过计算机、iPad、智能手机等帮助儿童学习，机器逐渐成为儿童学习的一个重要工具。但不管怎样，在儿童学习中，机器所起的作用远远比不上教师和儿童的互动所起的作用。计算机能帮助儿童学会拼写“拥抱”这个词，但它永远不能给予儿童通过一个真正拥抱而获得的美好情感体验。美国学者进行了一项婴儿辨音的研究，结果发现婴儿并不能通过机器设备上播放的视频来学习语言、获得语言发展。Kuhl 等[14]的研究也发现，为 9 个月大的英语家庭出生的婴儿（纯英文生活环境）配一个中文教师，每周只需一次，经过 12 次与中文教师互动后，婴儿对中文发音的辨识度就达到了与中英双语家庭中成长的婴儿同等的程度；而使用视频学习中文的婴儿，采取同样的频率和时间，而且视频中的教师与现实中的中文教师是同一个人，结果婴儿对于中文发音的辨识度与普通英语家庭中成长的婴儿（纯英文生活环境）没有任何差异——这充分说明了机器教人的效果远远无法与人教人的效果相提并论。更为重要的是，在儿童的成长过程中，儿童的求知欲、想象力、情感、价值观、社交能力等都是从与教师、周围的人的互动过程中获得的——从中国古代的孔子、孟子和古希腊的苏格拉底、柏拉图至今，最成功的教育往往来自于人跟人的对谈与互动，而非人与机器的互动。

目前，正大行其道的各种大数据应用如个性化学习项目等大多在做同一件事：把学生引向

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

屏幕和软件，这意味着学习社交性的丧失。人是社会性的动物，脱离了人与人交流互动的环境，成天只与机器打交道，最终人会孤独成疾。教育尤其需要教师在场，因为学生需要与“活人”面对面地互动，需要教师提供及时的反馈与指导。“人的自我学习和成长只能靠自己，任何他人、任何机器都不能代替。”[15]这种学习的不可替代性，决定了技术对教育的影响终将有限。

三 以技术为镜，重新思考教育的本质

自动化、机器智能、人工智能软件、机器人硬件等这些可以实现自主工作的新技术，正在改写着许多工作对人的要求，并促使我们对“教育要培养什么样的人”这一问题进行新的思考。最新的人工智能如果仅仅被用来传授知识、应付考试，那么便是我们小看了技术革命对教育的影响——人工智能给教育带来的最大改变，不在于提升了课堂的教学效果，而在于其对教育提出了新的挑战，让我们重新定义人性、重新判断知识的价值、重新思考教育的本质。

1 所有的教育都是自我教育

学习就像人的呼吸、消化、吸收、排泄、生病一样，没有人可以代替自己——学习永远是学习者自己的事情，学习问题的真正解决最终只能靠学习者自己来完成。伊利奇[16]在《非学校化社会》一书中提出了“去学校化”主张，主要依据就在于他认为人的学习都是自我学习，“大部分我们所认知的东西都是在学校之外学会的，大多数（有效）的学习都是学生自己进行的。我们在没有教师的指导下学习说话、学习思考、学习爱、学习感知、学习游戏、学习诅咒、学习政治与学习干活。连教师日夜照料的儿童也不例外。孤儿也好、智障儿也好，甚至连教师自己家的子女也好，都在专为他们设计的教育课程之外，学到他们后来学会的大部分东西。”在某种意义上可以说，教并不存在，只存在学；我们无法教给任何人任何东西，也无法真正教会一个人，“所有的学习都是自我学习，所有的教育都是自我教育”[17]。因此，我们能做的事情，就是给孩子构建一个良好的环境，让他能够通过自学、自我教育而成为一个真正的自己。

2 教育是人与人之间面对面的、从身体到精神的双向交流

教师在上课时通过肢体语言（包括眼神、手势、语调等）不断与学生交流，并通过观察学生的一个眼神、一个动作就能判断出该学生有没有听懂，对着调皮捣蛋的学生沉默几秒、瞪一下眼、扔一个粉笔头，这就是人和人之间的交流——我们不能把课堂教学简单地理解为教师只要教懂概念、教授方法、教会做题就行了，这只是课堂教学的部分价值，其更多的价值在知识之外。相较于跟着书本、课程视频、PPT 学习，与人进行面对面学习的效率要高得多。这是因为，在传统课堂上，师生在互动的过程中有大量从身体到精神的双向交流，一眨眼、一颔首、一摇头都会传递大量的信息，但是学生在观看课程视频、PPT 等的时候无法和视频中的对象进行任何的互动交流，而真正的学习往往就发生在这些面对面的互动交流中。

此外，我们不能把教育简单地等同于训练，“训练是一种心灵隔离的活动，教育则是人与人精神相契合、文化得以传递的活动。而人与人的交往是双方的对话和敞亮，这种我与你的关系是人类历史文化的核心。可以说，任何中断这种我与你的对话关系，均使人类萎缩。”[18]因此，借助互联网和虚拟现实技术进行的远程对话交流并不能代替面对面的交流，两者的效果和价值不可等量齐观——正如我们在客厅通过大屏幕看足球直播和在现场看足球比赛，在场和不在场对灵魂的撼动程度绝对是不一样的。从这个角度来讲，互联网和虚拟现实技术带来的远程对话交流对教育的冲击与 100 多年前电影对教育的冲击并没有本质上的区别，有的只是传递的容量

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

和精细程度的不同。任何试图以机器取代人来教、淡化甚至取缔人与人之间互动交流的技术手段，必将把教育引入危险境地，导致人类的危机、人性的萎缩。

3 教育的目的是让人区别于机器、保持人性

过去我们讲人性，讲的是人与野兽的区别；现在我们讲人性，要讲人与机器的区别。在机器时代，教育的目的是保持人性，特别是保持人区别于机器的、人之为人的特性。在未来，人类胜于机器、优于机器且不可被机器取代的东西，就是人类所具有的直觉、同情心、好奇心、求知欲、想象力、洞察力、创造力、情感处理能力、社交能力等天赋本能和特质，这是人工智能时代人类存在的价值之所在——也就是说，未来世界中人类最宝贵的资源是人的大脑。“第一次工业革命是革‘阴暗的魔鬼的磨房’的命，是人手由于和机器竞争而贬值；如果使用铲和镐的美国掘土工同一台也可以算作掘土工的汽铲竞争，他的工资将低至无可再低、以致不能活下去，那么现在的工业革命便在于人脑的贬值，至少人脑所起的较简单的、较具有常规性质的判断作用将要贬值。当然，正如第一次工业革命在某种程度上留下了熟练的木匠、熟练的机器匠、熟练的成衣匠一样，第二次工业革命也会留下熟练的科学家和熟练的行政人员。然而，假如第二次工业革命已经完成，具有中等学术能力水平或更差一些的人将会没有任何值得别人花钱来买的可以出卖的东西了。”[19]随着人工智能的发展，机械记忆知识的任务交给了机器，而将这些记忆知识的机器商品化之后，人类独有的那些天赋本能将变得更有价值，将成为人工智能时代真正稀缺的东西，也是今后我们要发扬光大、要千方百计保存的东西。发展和保存人类的这些稀缺品质，认识到人之为人的价值，是未来教育的方向，也是学校和教师能够继续存在下去的最大理由。

四 结语

在人工智能时代，知识的价值已经发生了变化：对每个个体而言，我们知道什么、我们所知道的那些知识已不再有价值，因为这些知识可以随时通过互联网被搜到。知识价值的变化，引发了人的价值的变化：与机器相比，人的价值在于创造，我们能够创造什么、我们所创造出的那些东西具有很大的价值。人的价值折射出了教育的价值，教育所具有的发展人性、培养人格、改善人生的作用在人工智能时代将尤为凸显。随着技术的不断进步，技术对教育的影响会越来越大。但无论技术如何发展，教育中终有一些不可被改变、不可被取代的东西，这些东西就是教育的本质性存在。

参考文献

[1]Seattler P A. History of instructional technology[M]. New York: McGraw-Hill, 1968:98.

[2]Skinner B F. The science of learning and the art of teaching[J]. Harvard Educational Review, 1954,(2):86-97.

[3]Hezel R T. Public broadcasting: Can it teach?[J]. Journal of Communication, 1980,(3):173-178.

[4](美)R.基思 索耶著.徐晓东,等译.剑桥学习科学手册[M].北京:教育科学出版社,2010:32.

[5]OECD. Students, computers and learning[M]. Paris: OECD Publishing, 2015:145-146.

[6](美)尼古拉斯 卡尔著.刘纯毅译.浅薄:你是互联网的奴隶还是主宰者[M].北京:中信出版社,2015:162.

[7]杨浩,郑旭东,朱莎.技术扩散视角下信息技术与学校教育融合的若干思考[J].中国电化教育,2015,(4):1-6、19.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[8](美)沃尔特·艾萨克森著.管延圻,魏群,余倩,等译.史蒂夫·乔布斯传(修订版)[M].北京:中信出版社,2014:490.
[9][11][12][18](德)雅思贝尔斯著.邹进译.什么是教育[M].北京:生活·读书·新知三联书店,1991:26、4、3、2.
[10]James W. Talks to teachers on psychology: And to students on some of life's ideals[M]. Cambridge: Havard University Press, 1983:15.
[13](德)伊曼努尔·康德著.赵鹏,何兆武译.论教育学[M].上海:上海人民出版社,2005:5.
[14]Kuhl P K, Tsao F M, Liu H M. Foreign-language experience in infancy: Effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning[J]. PNAS, 2003,(15):9096-9101.
[15]谭维智.互联网时代教育的时间逻辑[J].教育研究,2017,(8):12-24.
[16](美)伊万·伊利奇著.吴康宁译.非学校化社会[M].台北:桂冠图书有限公司,1994:41-42.
[17]谭维智.不教的教育学——"互联网+"时代教育学的颠覆性创新[J].教育研究,2016,(2):37-49.
[19](美)N·维纳著.郝季仁译.控制论:或关于在动物和机器中控制和通信的科学(第二版)[M].北京:科学出版社,2009:21-22.

Reconsider the Nature of Education in the Age of Artificial Intelligence

CHEN Xiao-shan

(College of Education, Qufu Normal University, Qufu, Shandong, China 273165)

Abstract: The traditional education faces a great challenge in the age of artificial intelligence, which makes us redefine the human nature, rethink the value of knowledge and reconsider the essence of education. Firstly, this paper reviewed the history of human's attempts of utilizating technologies to change education, discussed the essential elements that cannot be changed by technologies in education. Secondly, the view that "people could only be taught by people, but not by the machine" was proposed from the limits of people and technology. Finally, taking the machine as a mirror, this paper rethought the essence of education. It was believed that all education was self-education, education was the face-to-face between people and two-way communication from the body to the spirit, and the purpose of AI education was to make people different from machines and maintain human nature. The results of this paper could assist educators in understanding the nature of education through a myriad of educational phenomena and accurately locating the school education.

Keywords: artificial intelligence; the essence of education; human nature; technology

---

*基金项目：本文为山东省社会科学规划新型智库研究专项"'互联网+'时代教育评价体系研究"（项目编号：17CZKJ04）的阶段性研究成果。

作者简介：陈晓珊，讲师，硕士，研究方向为教育哲学、教育经济与管理，邮箱为 463736867@qq.com。

收稿日期：2017 年 11 月 19 日。

编辑：小米

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能时代高等教育人才培养模式的变革:依据、困境与路径

赵智兴　段鑫星

[提要] 通过实证研究方式,从社会需求、国家政策和高等教育自身追求三个层面揭示人工智能时代高等教育人才培养模式变革的现实依据。在此基础上,立足高等教育人才培养模式变革遵循的逻辑理路,以人才培养理念和目标、培养主体、培养内容等高等教育人才培养模式的组成要素为切入点,探究人工智能时代高等教育人才培养模式变革面临的现实困境,并就此提出相应的改进路径。

[关键词] 人工智能时代;高等教育;人才培养模式;变革

中图分类号:G641　　文献标识码:A　　文章编号:1004—3926(2019)02—0213—07

基金项目:江苏省哲学社会科学规划项目“‘双一流’建设高校基层学术治理的制度研究”(18JYB015)阶段性成果。

作者简介:赵智兴,中国矿业大学公共管理学院博士研究生,研究方向:大学治理;段鑫星,中国矿业大学公共管理学院教授、博士生导师,博士,研究方向:大学治理、高等教育管理。江苏 徐州　221116

学界从不同角度对高等教育人才培养模式作了各种各样的研究和探讨,对高等教育人才培养模式的概念表述也多种多样。尽管如此,学界却普遍认为高等教育人才培养模式是“人才培养”系统中最复杂和最关键的组成部分,其变革往往是通过革新或重组其构成要素来实现的。从学界研究及世界高等教育人才培养的实践活动来看,高等教育教学活动是高等教育人才培养模式概念与内涵的现实来源和实践基础。在此基础上,参照高等教育教学活动的组成要素和实践过程,可以归纳出高等教育人才培养模式的变革,需以“培养什么样的人(培养理念和目标)→如何培养人(培养主体、培养内容、培养方式)→培养成了什么样的人(培养评价)”这样一个完整的逻辑链条为出发点和立足点,来对其组成要素进行系统革新或重组。同时,也可由此得出高等教育人才培养模式的组成要素主要由人才培养理念和目标、培养主体、培养内容、培养方式、培养评价所构成[1]。

2016－2017年,世界主要国家相继将人工智能发展列为国家战略,预示着全球已开始正式迈入人工智能时代。一个新时代的到来,必然会对高等教育人才培养模式产生新的要求。对此,在揭示人工智能时代高等教育人才培养模式变革的现实依据的基础上,立足高等教育人才培养模式变革遵循的逻辑理路,以高等教育人才培养模式的组成要素为切入点,尝试探讨人工智能时代高等教育人才培养模式变革的现实困境和改进策略,以期为人工智能时代高等教育人才培养模式的更新和完善提供路径参考。需要说明的是,本研究所涉的培养主体主要是指高等教育教师。当然,这并不意味着高等教育学生这一培养主体不需顺应时代而改变,而主要是因为高等教育学生的改变往往在一定程度上取决于教师的引导,所以本文在论述人才培养主体时有所取舍。

一、人工智能时代高等教育人才培养模式变革的依据

(一)社会需求:人工智能时代高等教育人才培养模式变革的根本动力

高等教育人才培养模式是高等学校为学生构建的知识、能力、素质结构,以及实现这种结构的方式,包括人才的培养目标、培养规格和培养方式,并从根本上规定了受过高等教育的人才特征,集中体现了高等教育的教育理念,重点关注培养什么样的人、如何培养人和培养成了什么样的人。因此,可以说高等教育人才培养模式变革的本质是为了改变所培养人的类型,以满足不同社会时期对各类人才的需求[2]。而且,从历史的纵向演变角度看,世界高等教育发达国家,如德国、美国、英国等从第一次工业革命时期的专注于学生理智训练的人才培养模式、第二次工业革命时期的以专才为主要目标的人才培养模式到第三次工业革命时期的基于通识教育理念人文与专业素养并重的人才培养模式的变革均带有鲜明的阶段特征和历史烙印[3]。可见,无论是从高等教育人才培养

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

模式的内涵,还是从其演变的历史轨迹看,高等教育人才培养模式都需顺应不同社会时期的要求和特征而发生变革。

2016 年 1 月,世界经济论坛发布的《未来工作:第四次工业革命的就业、技能和劳动力战略》显示:根据目前以人工智能为核心的技术变革的趋势,2015 – 2020 年会有 710 万个工作岗位消失、200 万个新工作岗位产生,进而会产生 510 万个工作岗位净消失效益,但这些净消失效益均摊到每个国家的劳动力市场又显得很微小。所以,总体来看,2015 – 2020 年人工智能对工作岗位数量的冲击不是太大[3]。相同时间内,牛津大学马丁学院和美国花旗银行联合发布的《工作 2.0 时代的技术:未来不再像过去那样》显示:未来 10 年或者 20 年,1.4 亿知识工人将会因为人工智能技术的发展失去原来的工作,但这并不意味着这 1.4 亿知识工人会全部失业[4]。另外,美国知名咨询公司 Gartner 提出,到 2020 年人工智能创造的就业数量将会超过其引发失业的数量,人工智能会在"杀死"180 万个工作机会的同时,制造 230 万个新的工作机会[5]。也就是说,在人工智能时代不可逆的现实情况下,人工智能的兴起和广泛应用不会削减总的工作岗位数量,而是会带来工作岗位尤其是工作岗位内容的革新,具体表现为:各行业领域工作过程的分工化和人才机构的分层化大幅弱化,各类技能操作高端化和智能化特征凸显,工作方式研究化及服务与生产一体化趋势明显[6]。人工智能时代各行业领域工作岗位内容的大幅革新,也会对高等教育培养的各类人才的知识、能力和素质结构产生新的要求。对此,需及时调整高等教育人才培养模式,才能确保人工智能时代高等教育的人才供给与社会需求达到平衡。也就是说,人工智能时代社会需求的变化从根本上驱动了高等教育人才培养模式的变革。

(二)国家政策:人工智能时代高等教育人才培养模式变革的基本保障

2006 年 Hinton(欣顿)深度学习技术的提出,开启了第三次人工智能浪潮。2012 年 ImageNet 竞赛中图像识别技术的突破,尤其是到了 2016 年日臻成熟的大数据技术以及高性能计算与人工智能的相互融合,让世界各国看到了人工智能发展的巨大经济价值。2016 和 2017 年智能机器人 AlphaGo 相继战胜世界职业围棋最高段位选手,更是让人类社会认识到人工智能的极大可能。正是如此,世界各国一致认为人工智能是国际竞争的新焦点、经济发展的新引擎、社会建设的新机遇,可谓"得人工智能者,得天下"。从当前实际情况看,世界主要各国相继在 2016 和 2017 年集中发布国家战略层面的人工智能发展规划。美国、日本、英国在 2016 和 2017 年共发布 9 份国家战略层面的人工智能报告,其中美国 4 份、日本 3 份,英国 2 份[7]。2017 年 7 月,我国国务院发布《新一代人工智能发展规划》(简称《发展规划》),对我国当前及未来的人工智能发展作了最顶层、最系统和最全面的战略规划。

世界主要各国密集发布各自的人工智能战略规划,直接构建了人工智能发展的阶段性目标和未来蓝图。但无论是从短期还是长期看,世界各国人工智能战略规划的实施均需相应的人才来做基础性的人力资本支撑。也就是说,人才的质量和数量决定着人工智能发展的水平和可能。正是因为人才对人工智能战略规划的实施有如此重要的作用和意义,所以对人才的争夺和培养也就成了世界各国人工智能发展的重要策略。2017 – 2018 年我国发布的《发展规划》、《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018 – 2020 年)》和《高等学校人工智能创新行动计划》等均重点关注了人工智能专业人才的培养,但这并不意味着只需对人工智能人才培养模式进行建设和完善。因为,人工智能专业人才作为人工智能时代所有社会专业人才的重要组成部分,其培养模式的建立和完善,必然是为了通过"试点"的方式带动和促进整个社会人工智能素养的提升,即在人工智能时代人工智能素养不只是人工智能专业人才应具备的核心素养,同时也是其他社会人才必须具备的基本素养[8]。正如计算机的应用一样,并非所有专业人才都是计算机领域的,但所有专业人才都需具备基本的计算机素养。也就是说,高等教育作为所有社会专业人才最主要和最重要的培养载体,其人才培养模式在人工智能时代所进行的变革不应只关涉人工智能专业人才的培养,而应关涉所有专业领域的人才培养,即应从宏观、系统角度对高等教育人才培养模式进行综合性变革。这既是提升我国高等教育质量的必然选择,同时也是我国接轨并引领未来世界人力资本市场的应然策略。所以,从发展角度看,我国人工智能的国家战略规划和策略选择都为我国人工智能时代高等教育人才培养模式的变革提供了基础性的政策保障。

(三)知识追求:人工智能时代高等教育人才培养模式变革的内生选择

20 世纪中后期,约翰·S·布鲁贝克在其所著

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的《高等教育哲学》中提出，认识论和政治论是高等教育合理存在的哲学基础。认识论强调高等教育以纯粹追求知识为目的，政治论强调高等教育需要应用所追求到的知识来解决社会问题，即“过去根据经验就可以解决的政府、企业、农业、原料、国际关系、教育、卫生等问题，现在则需要极深奥的知识才能解决。而获得解决这些问题所需要的知识和人才的最好场所是高等学府。”[9](P.15) 简而言之，约翰·S·布鲁贝克认为高等教育存在的哲学基础在于：第一，对知识的传承和创造；第二，积极回应社会问题（以前者为基础）。同一时期内，高等教育的功能也由最初单一的教学功能逐渐演化为集教学、科学研究和社会服务为一体的多元化功能，其中教学（知识的传承）和科学研究（知识的更新）是高等教育的本体功能，即高等教育的社会服务功能是以其教学和科学研究功能为基础的。从高等教育发展的现状和未来趋势看，约翰·S·布鲁贝克的高等教育存在哲学仍具有广泛的适用性和合理性，高等教育的功能也仍旧会以教学（知识的传承）和科学研究（知识的更新）两大本体功能为基础和轴心进行扩展。所以，无论是从高等教育存在的哲学基础，还是从高等教育功能来看，知识的传承和更新始终是高等教育发展的存在基础。

随着科学技术的发展，20 世纪末人类社会就从工业经济时代过渡到知识经济时代。知识经济时代的到来，意味着知识作为重要的生产要素和经济增长的主要来源已获得人类社会的普遍认可，同时也预示着知识的发展和更新会越来越具有价值，进而又会带动知识的快速发展和更新。当前，在人工智能知识不断发展和更新的基础上，知识经济时代迎来了人工智能时代的“加盟”。这既标志着知识的跨越式发展和更新，也意味着“人工智能”自身所孕育的知识具有极大的社会价值。当然，人工智能时代的到来，是以大量的人工智能产品和应用的出现为显性标志的。而从当前人工智能产品和应用的发展来看，大规模数字化和行业深度应用是其显著特征所在。与之相应的是，人类知识开始从“原子赋型”向“比特传播”变革，且具体表现为：知识形态与传播方式的“网络化”、知识表征与呈现方式的“可视化”、知识习得与内化方式的“具身化”[10]。在人工智能“加盟”的时代，高等教育作为知识传承和更新的最重要的组织机构，无论是从“人工智能”自身便孕育着知识的角度，还是从人工智能发展所引发的知识变革和更新的角度，或者是从二者结合的角度看，高等教育都应积极调整、更新人才培养的理念、目标和内容等。简而言之，就是要有效变革高等教育人才培养模式。唯有如此，高等教育才不会在新的时代背景下背离其追求知识的存在基础。这也就成了人工智能时代高等教育人才培养模式变革的内生选择之所在。

二、人工智能时代高等教育人才培养模式变革的困境

（一）高等教育人才培养理念和目标更新不及时

“人才培养理念是培养主体关于人才培养的本质特征、目标价值、职能任务和活动原则等的理性认识，以及对人才培养的理想追求及其所形成的各种具体的教育观念。[11]”人才培养理念是人才培养过程的基本导向，旨在回答“人才应该是怎么样的”、“人才应该如何培养”等应然层面的问题，并贯穿于整个人才培养过程。“人才培养目标是人才培养标准和规格的现实来源，是人才观的集中反映和培养什么人的价值主张及具体要求，也是人才培养活动得以发生的基本依据”，[12] 着重从实然层面回答“培养什么样的人才”等问题。就两者关系而言，人才培养理念在应然层面指引着人才培养目标实现的价值导向和伦理选择，防止人才培养目标的制定和实现过程背离人文关怀；人才培养目标的制定和实现过程则在实然层面表达着人才培养理念，杜绝人才培养理念成为一句空口号。可见，人才培养理念与人才培养目标两者间存在相互依存的关系，在应然和实然层面“合力”规范着人才培养模式的理性应用和有序运行，进而从根本上保障着人才培养质量的提高。这也就意味着，人工智能时代高等教育人才培养模式的变革必然会首先涉及人才培养理念和目标的革新或重组。

人工智能时代的到来，意味着人工智能产品或应用很快就会渗透到社会生活的方方面面，对各行各业产生影响，而教育首当其冲[13]。依社会发展的实际情况看，人工智能对教育的冲击，又首先体现在高等教育方面。因此，随着人工智能时代的到来和深入，高等教育需及时、有效地回应人工智能的冲击和影响。从高等教育回应社会时代变革的历史逻辑看，立足人才培养，以人才培养模式的变革为“支点”，以人才培养理念和目标的革新或重组为逻辑起点，是高等教育的应然理路和实然选择。所以，在人工智能时代，要变革高等教育人才培养模式这一“支点”，需首先对其培养理念和目标进行革新或重组。而从本质上看，以大数据为基础支撑的人工智能只是计算机技术的一

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

种深度延伸,自身的发展和应用都源于计算机科学与技术,但又不止于计算机科学与技术,而是一种横跨多元学科的产品或应用。其中哲学、法学等是对人工智能在高等教育领域的应用和扩散进行伦理规范的重要学科知识来源。可见,在人工智能时代,社会发展需要的是一种兼具科学素养和人文素养的复合型人才。这也就意味着人工智能时代的高等教育需要遵循"通识 + 专业"式的人才培养理念,以兼具科学素养和人文素养的复合型人才培养目标为现实起点,来进行人才培养模式的构建和完善。遗憾的是,受 19 世纪末 20 世纪上半叶以高度专业化、分工化为典型特征的第二次工业革命及其触发的高等教育存在基础的变革,以及我国自改革开放起才重新开始模仿和引进西方发达国家的高等教育理念等系列因素的交互叠加影响,我国高等教育人才培养理念和目标的更新具有一定的滞后性,且具体表现为我国高等教育人才培养模式在当前仍在遵循第二次工业革命时期的以专才为核心的培养理念和目标[14]。

(二)高等教育人才培养模式变革的优质实践资源匮乏

高等教育人才培养模式的变革,以"培养什么样的人(培养理念和目标)→如何培养人(培养主体、培养内容、培养方式)→培养成了什么样的人(培养评价)"这样的逻辑理路为出发点和立足点。其中,"如何培养人"是高等教育人才培养模式的实践环节,体现着高等教育人才培养的理念和目标,决定着人才培养的质量,对高等教育人才培养模式变革成功与否有着关键性的影响。在具体的高等教育教学活动中,"如何培养人"这一环节又主要是遵循"谁来培养(培养主体)→培养什么(培养内容)→用什么方式培养"这样的逻辑理路来进行实践。也就是说,高等教育人才培养模式的培养主体、培养内容和培养方式三要素共同决定着"如何培养人"这一实践环节的最终结果,并将对高等教育人才培养模式变革的最终效果产生关键性的影响。简言之,培养主体、培养内容和培养方式是高等教育人才培养模式变革所依附的重要实践资源。而随着人工智能时代的到来和进一步发展,在高等教育人才培养理念和目标必将更新的前提下,如何有效推动高等教育人才培养模式的变革实践也就成了重中之重。对此,以下将从高等教育人才培养模式变革所依附的培养主体、培养内容和培养方式三个重要实践资源层面,对人工智能时代高等教育人才培养模式变革面临的实践困境进行分析和讨论,旨在为有效推动高等教育人才培养模式的变革实践提供现实依据。

1. 高等教育教师普遍缺乏人工智能教学素养

根据 2015 年联合国教科文组织发布的《反思教育:向"全球共同利益"的理念转变?》和学界的相关研究来看,本质上作为一种科学技术产品或应用的人工智能不会导致教师的消亡。因为,技术本身无法设计和组织教学,最终要依靠教师的精心设计;其次,技术不具备教育教学活动必须内含的情感感知和人文关怀,缺乏人的社会属性和心理属性。尽管人工智能时代的到来不会引发教师的消亡,但会对教师尤其是高等教育教师产生新的挑战和要求,其中最关键和最核心的是高等教育教师如何实现与人工智能的优质共存,以达到提高教育质量的目的。北京师范大学未来教育高精尖创新中心正在进行的"AI Teacher"(人工智能教师)国际合作研究项目的前期研究成果显示,教师知识性的教学角色将广泛但不会完全被人工智能所取代,而教师的育人角色将会越来越重要[15]。正如美国教育界曾经广泛流传的一句话:谷歌上能查到的东西不需要在课堂上教。所以,随着人工智能时代的到来,高等教育教师要实现与人工智能的优质共存,首先,要学会做智能机器人做不到的事情,如:引导学生树立正确的人生观、价值观、世界观,着重培养学生的审美能力、思考能力、创新能力、知识的社会化应用能力和协同能力等;其次,要熟练掌握人工智能教育产品或应用的使用技巧,充分保障自身的教学主体地位。而从当前的现实情况来看,受历史累积效益的限制和时代更替长时性的影响,当前高等教育教师的这两种教学素养尤其是后一种教学素养较为匮乏[16]。如浙江大学人工智能研究所所长吴飞教授认为,"对国内高校来说,人工智能是一个新的学科,且和其他学科难舍难分。与其说缺老师,不如说是缺统一在人工智能术语下,以人工智能思维、人工智能教学模式培养人才的师资。[17]"

2. 人才培养内容较少涉及人工智能知识

人才培养内容是人才培养活动要传递的知识的实在表现。从当前高等教育的现状及未来发展趋势看,以课程教材为人才培养内容的主要载体仍会是高等教育人才培养模式的现实选择。当然,这里的课程教材并不仅仅指纸介质教材,同时还包括多媒质教材。而从当前人工智能时代的演化特征和发展趋势来看,多媒质教材将逐步占据主要地位。也就是说,随着人工智能时代的到来和深入,人工智能知识的深度学习和有效传播,必将会依赖于纸介质和多媒质的有关人工智能的专

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

业性教材和普适性教材。尽管如此，从发展的角度看，无论是专业性教材，还是普适性教材，有关人工智能的教材建设都应主动适应信息技术与教育教学深度融合的现实需要，满足互联网环境下学习者的多样化与个性化学习需求，积极更新教材形态和形式，有效推动教材与教学或学习过程的高度融合，打造具有互动式教学特点的课程教材，如此才能确保课程教材系统、全面、及时地承载和更新人工智能时代高等教育人才培养的内容[18]。但从当前现实情况来看，纸介质的人工智能教材更新不及时、体系不完善，多媒质的人工智能教材又相对匮乏等问题较为突出。如：从当前经教育部正式批准设立“智能科学与技术”本科专业的36所高校使用的纸介质人工智能教材来看，统一的、与时俱进的人工智能技术的专业教材尚在编纂中，2019年才开始陆续出版使用[17]；从多媒质的人工智能教材建设看，笔者在“超星学术视频”中以“人工智能”为主题、在“中国大学MOOC”中以“人工智能”为检索词，分别检索出28条和76条结果。可见，人工智能作为涉及多学科的产物或应用，其多媒质课程教材开发的深度和广度较为不足。

3. 人才培养方式囿于学科专业壁垒和“知识”中心

人才培养方式是人才培养模式的具体实践“工具”，主要由学科专业设置的结构、模式、特点和具体的教学方式所制约。由于人工智能自身及其产品和应用都是多学科的产物，同时也因为人工智能产品和应用将工作个体简单执行操作转化为更为复杂的控制、操作和规划等，所以，随着人工智能时代的到来和深入，工作个体要适应社会的发展与要求，需要拥有广而深的学科知识基础，并着重提升自己的审美能力、思考能力、沟通能力、创新能力和知识的社会化应用能力等。这也就意味着，高等教育学科专业的设置应保障不同学科、不同专业间的深度融合和交互教学与研究，高等教育具体的教学方式则应以“学习者”为中心来完成教育教学活动。但在当前的高等教育界，“学科和专业尤其是学科更是一种管理概念，代表一种管制的理念，自我封闭，画地为牢，成为学术利益的地盘、分割资源与再分配资源的堡垒和计划体制的象征。[14]”此外，在具体教学方式的选择和应用上，受学科专业设置的界限壁垒和“以知识为中心”的传统教育教学理念的限制，仍以高度专业化的知识传授为主。这明显不能满足人工智能时代对高等教育人才培养模式的要求。

（三）高等教育人才培养评价体系相对滞后

高等教育人才培养评价体系构建的起点和终点是人才培养目标；关键是树立与时俱进的人才培养质量观；核心是科学研判人才培养过程[19]。其中，人才培养目标起着方向引导的作用，但往往受外界因素的制约较大，受人才培养评价体系自身的影响很小；人才培养质量观是人才培养理念和目标的“操作化”，依附于人才培养理念和目标而存在并进行更新；科学研判人才培养过程是人才培养目标在实践过程中“不走样”的关键保障，更是人才培养模式不断调适和完善的直接依据来源。由于前文对人才培养目标问题已作论述，以及人才培养质量观对人才培养目标存在较强的依附性，所以此处就不再赘述人才培养目标和质量观问题。就科学研判人才培养过程而言，建立动态式的人才培养过程评价体系，即在学生入学到毕业就业的时段里，对学生展开持续性的过程评价，是保障人才培养过程评价有效性和科学性的最佳选择。而且，随着人工智能时代的到来和深入，以大数据、云计算等为关键要素的人工智能的普及，为建立动态式的人才培养过程评价体系提供了最新的技术支持。具体来讲，以云计算和大数据为基础，持续采集和深入分析人才培养过程的相关数据信息，建设基于大数据的高等教育人才培养过程评价体系，可以实现对每个学生培养过程的微观和个体化跟踪，以及对未来发展的预测，进而能及时、有效地对可能出现问题的学生进行疏导或警示[20]。从当前整个高等教育人才培养过程的评价现状来看，无论是高等教育机构，还是第三方评估机构，又或是政府部门都较少依托云计算和大数据来对高等教育人才培养过程进行动态评价，结果导致当前高等教育人才培养过程研判的科学性和时代性较为不充分，进而影响到整个人才评价体系的科学性和时代性。

三、人工智能时代高等教育人才培养模式变革的路径

（一）及时更新高等教育人才培养理念和目标

人才培养理念和目标的更新，是高等教育人才培养模式变革的前提和基础，只有在明确人才培养理念和目标的基础上，才能对高等教育人才培养模式的其他组成要素进行革新或重组，而人才培养理念和目标是否需要更新及能否更新成功又往往取决于政府、市场和高等学校三者共同作用的结果。所以，如前文所述，随着人工智能时代的到来和深入，政府、市场和高等学校都为高等教育人才培养理念和目标的更新提供了可能，且具

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

体表现为亟需将当前我国高等教育界盛行的以专才为核心的人才培养理念与目标转变为“通识 + 专业”式的人才培养理念,以及兼具科学素养与人文素养的复合型的人才培养目标。其次,就高等教育人才培养理念和目标如何才能更新成功而言,仍需政府、市场和高校三者的共同努力。在我国现实语境下,中央、省级政府及其下辖的教育行政部门发布的高等教育规划、政策等对高等教育人才培养理念和目标的建立与更新有极为重要的影响。所以,要实现人工智能时代高等教育人才培养理念和目标的更新,具体来讲可以采取以下几点措施: 第一,中央、省级政府及其下辖的教育行政部门要统一思想、步调一致,立足高等教育的本质,结合人工智能时代的社会需求,适时调整对高等教育人才培养理念和目标的要求与指导; 第二,社会企业要积极、主动地通过校园招聘会、互联网招聘平台、“校企”合作平台等,结合大数据分析技术,及时向相关政府部门和高等教育学校精准传递其对各类人才的需求信息,为高等教育人才培养理念和目标的更新提供具体的市场支持; 第三,高等教育学校应以“人才培养”为起点和终点,遵循高等教育自身价值理念,综合考量政府要求和社会需求,着重从学校规章制度设计、学科专业设置、课程体系建设、教学内容选择和就业规划指导五个方面来贯彻落实新的人才培养理念和目标。

(二) 系统优化高等教育人才培养模式变革的实践资源配置

培养主体、培养内容和培养方式是高等教育人才培养模式变革所依附的重要实践资源,对变革结果具有关键性影响作用。因此,系统推进高等教育教师教学素养、培养内容、培养方式的更新和完善就成了高等教育人才培养模式变革的关键环节,同时也是有效避免高等教育资源低效率利用的最佳选择。高等教育作为社会系统的组成部分,其人才培养模式变革所依附的实践资源配置的优化离不开政府的大力支持和社会企业的积极参与。对此,本研究提出如图 1 所示的系统优化高等教育人才培养模式变革的实践资源配置的逻辑理路和具体措施。

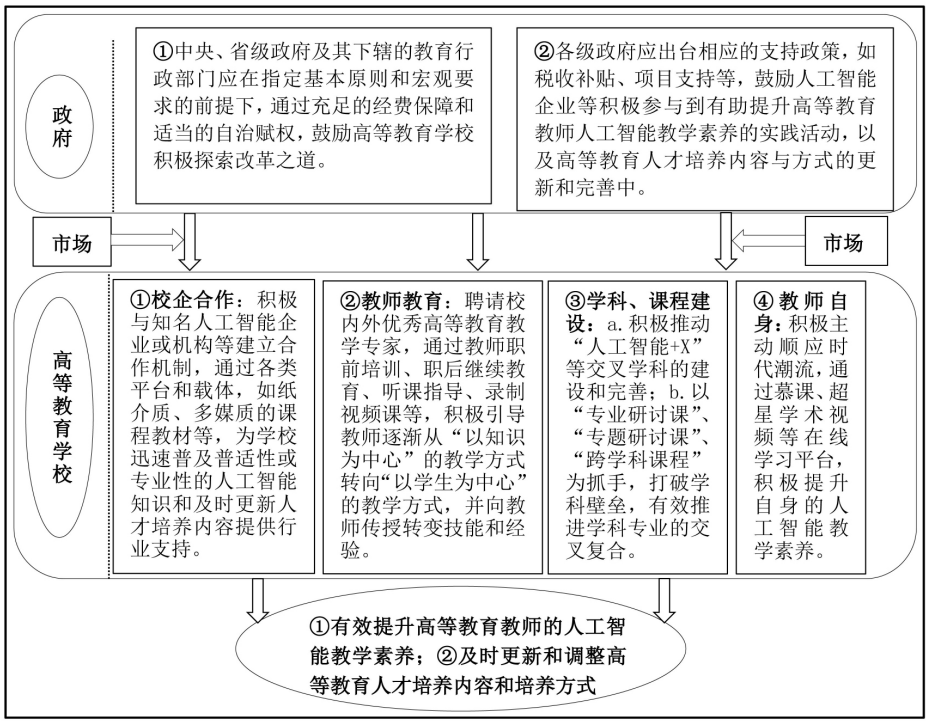


图 1 系统优化高等教育人才培养模式变革的实践资源配置的逻辑理路与具体措施

(三) 有序推进高等教育人才培养评价体系的完善

高等教育人才培养评价体系是高等教育人才培养模式运行效果的“检验器”,也是高等教育人才培养模式有序运转的“驱动器”,对高等教育人才培养模式的更新和完善有直接的反馈、保障作用。就高等教育人才培养评价体系的自身运转来讲,在及时更新的人才培养目标和人才质量观的指引下,科学研判人才培养过程最为关键。所以,随着人工智能时代的到来和深入,在人才培养目标和人才质量观及时更新的前提下,如何实现科学研判人才培养过程是首要之职。毋庸置疑的是,随着人工智能时代的到来,构建动态式的、个体化的人才培养过程评价体系是科学研判人才培

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

养过程的应然选择，而以大数据、云计算等为关键要素的人工智能技术的成熟和普及则为这样的科学研判人才培养过程提供了现实可能。对此，实施高等教育的学校应在努力争取政府专项资金支持和教育部的积极参与下，与人工智能企业或大数据研究机构合作，以大数据和云计算为技术支撑，建立高等教育教学状态数据库（由教育部牵头，定期采集师资队伍、经费投入等基本资源配置的数据信息）、基础条件数据库（主要采集与学生相关的教学数据信息，如考试成绩、选课情况等）、社交活动数据库（主要采集学生使用学校自媒体，如论坛、微博、公众号等，产生的数据信息）、生活基础数据库（主要采集学生在校期间通过校园卡、校园 WIFI 等产生的数据信息）、毕业生质量数据库（主要采集毕业生去向等数据信息），通过人工和网络相结合的方式持续采集每个学生从入学到毕业就业的数据，利用数据分析技术，构建基于大数据的动态的、个体化的、全覆盖的高等教育人才培养过程评价体系，实现对人才培养过程的科学研判[20]。

四、结语

人工智能时代的到来和深入，已经通过对人才的新要求，向高等教育人才培养模式传递着变革的动力。对此，本研究在揭示人工智能时代高等教育人才培养模式变革的现实依据基础上，从宏观层面对人工智能时代高等教育人才培养模式变革的现实困境和改进路径作了探讨。但高等教育人才培养模式变革作为一个系统、复杂的工程，既需从宏观层面，也需从中观和微观层面对其进行探讨和研究，如此才能在最大程度上确保高等教育人才培养模式变革的成功。所以，本研究对人工智能时代高等教育人才培养模式变革的探讨仍显得不充分，有关人工智能时代高等教育人才培养模式变革的中观和微观层面的研究，如人工智能时代高等学校如何更新治理方式、如何配置学校资源才最有利于高等教育人才培养模式的变革等，亟待学界作出回应。

参考文献：

[1] 聂建峰. 关于大学人才培养模式几个关键问题的分析[J]. 国家教育行政学院学报，2018(3).

[2] 马廷奇. 人才培养模式、劳动力市场与大学生就业[J]. 高等教育研究，2013(3).

[3] World Economic Forum. The Future of Jobs [R/OL]. (2016-01-18) [2018-10-24]. https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs.

[4] Citi and the Oxford Martin School at the University of Oxford. TECHNOLOGY AT WORK v2.0: The Future Is Not What It Used to Be [R/OL]. [2018-10-25]. https://www.citivelocity.com/citigps/technology-work-v2-0/.

[5] Gartner. Future-Proof Your Talent Strategy: How artificial intelligence is evolving the workforce [R/OL]. [2018-10-25]. https://www.gartner.com/en/human-resources/talentneuron/future-proof-your-talent-strategy.

[6] 徐国庆. 智能化时代职业教育人才培养模式的根本转型[J]. 教育研究，2016(3).

[7] 肖翔，赵辉，韩涛. 主要国家人工智能战略研究与启示[J]. 高技术通讯，2017(8).

[8] 贾积有. 人工智能赋能教育与学习[J]. 远程教育杂志，2018(1).

[9] [美] 约翰·S·布鲁贝克. 高等教育哲学[M]. 王承绪，郑继伟，张维平等译. 杭州：浙江教育出版社，2001.

[10] 余宏亮. 数字时代的知识变革与课程更新[J]. 课程·教材·教法，2017(2).

[11] 董泽芳. 高校人才培养模式的概念界定与要素解析[J]. 大学教育科学，2012(3).

[12] 眭依凡. 素质教育：高校人才培养体系的重构[J]. 中国高等教育，2010(9).

[13] 李德毅，马楠. 智能时代新工科——人工智能推动教育改革的实践[J]. 高等工程教育研究，2017(5).

[14] 李立国. 工业 4.0 时代的高等教育人才培养模式[J]. 清华大学教育研究，2016(1).

[15] 余胜泉. 人工智能教师的未来角色[J]. 开放教育研究，2018(1).

[16] 朱永新. 迎接“人机共教”的新时代[J]. 中国教育学刊，2018(2).

[17] 国内高校人工智能教育现状：亟需建立一级学科，加强产教融合[EB/OL]. (2018-04-20) [2018-11-05]. https://baijiahao.baidu.com/s?id=1598265277020701773&wfr=spider&for=pc.

[18] 张大良. 提高人才培养能力要在课程、教材、师资建设上下功夫[J]. 中国大学教学，2018(5).

[19] 张建祥. 高等学校人才培养绩效评估的内涵与本质特征[J]. 教育研究，2018(3).

[20] 张冬冬，佟凤辉，梁永玲. 大数据分析技术在高等教育人才质量评价体系中的应用研究[J]. 辽宁广播电视大学学报[J]. 2017(3).

收稿日期 2018-12-01 责任编辑 程 融

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能时代思想政治教育的价值定位与发展

林 峰
（西南政法大学 马克思主义学院，重庆 401120）

[摘 要] 人工智能应用于思想政治教育是科学技术和时代发展的必然趋势。人工智能与思想政治教育的融合发展必须始终以思想政治教育为核心，这是人工智能作为思想政治教育资源的价值前提。人工智能时代的思想政治教育具有“真”“假”交织、“冷”“暖”重叠、“动”“静”共存的基本特点，因此，始终坚持思想政治教育的主导地位，思想政治教育工作者担负起应有的角色担当，构建精准思政和智慧思政平台，是思想政治教育用好人工智能的发展前景。

[关键词] 人工智能 思想政治教育 价值定位 发展前景
[中图分类号] G641 [文献标识码] A [文章编号] 1007-192X(2020)01-0079-05
DOI:10.16075/j.cnki.cn31-1220/g4.2020.01.013

当前数字技术与人工智能呈现融合发展态势，进而推动整个世界进入了智能时代和智慧时代，以致人们的生活方式、思维方式、认知图式和行为习惯在一定程度上发生了相应的变化，不可避免地对思想政治教育的发展范式、实践方式和创新路径起到一定的推动和制约作用。但是，人工智能之于思想政治教育绝非一种单纯的技术工具，它不仅是提升思想政治教育精准化和智能化的一种技术依托，而且其现实应用与未来发展都隐含着鲜明的意识形态色彩。因此，分析人工智能作为思想政治教育资源的价值前提，进而分析人工智能时代思想政治教育的现实特点和未来发展，具有重要的现实意义。

一、人工智能作为思想政治教育资源的价值前提

“人工智能”这一概念是1956年由美国达特茅斯学院的约翰·麦卡锡最先提出，至今经历了60多年的演化和发展，现在已经成为整个世界的最大热点和前沿技术，广泛渗透并应用于医疗、卫生、教育、交通、制造等各个场景，几乎涉及和囊括所有学科及领域。总体来看，人工智能通过自动化和智能化大大减轻了人们繁杂性和重复性的劳动，同时也极大地推动了人们思维的革新和社会的进步。人工智能在本质上是一种技术的集成创新，是对人的思维和意识的一种仿真与模拟。从技术维度来看，人工智能在本质上以大数据、深度学习和算法为运行逻辑与技术基础。其中，大数据是通过对海量数据的分析并从中获得巨大价值的产品、服务或深刻见解，它使人们的思维方式实现了从小数据到大数据、从微观到宏观、从因果关系到相关关系的转变；而深度学习是通过对抓取的海量大数据进行分析、总结和探究某一事物的发展特征和运行规律，进而预测未来发展和动态趋势的过程；算法则是实现将大数据用于深度学习的中介，它在本质上是以数学符号或计算机代码的形式来表达意见，是人工智能进行决策的逻辑结构，也就是只有通过强算法才能对采集的大数据进行高速计算和精准预测，从而摸清规律、展望未来。

探讨人工智能在思想政治教育领域的现实应用和未来发展的一个前提性和根本性的问题，就是要处理和把握好人工智能与思想政治教育二者之

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

间的价值关系问题。人工智能是在脑科学和认知科学基础上逐渐发展起来的，是在功能上对人的大脑进行模拟的一种新兴技术，具有自主感知、认知和决策的能力，在推动社会逐渐向智能社会和智慧社会发展过程中，离不开对人工智能的技术依托。而思想政治教育是指“教育者与受教育者根据社会和自身发展的需要，以正确的思想、政治、道德理论为指导，在适应与促进社会发展的过程中，不断提高思想、政治、道德素质和促进全面发展的过程”,[1] 也就是思想政治教育是以人们思想和行为的变化规律为研究对象，以解决人的思想和行为问题为主要任务的实践过程。人工智能之所以能够应用于思想政治教育领域，是因为它能够以大数据的形式揭示、分析、预测人的思想动态和行为规律，显然，人工智能与思想政治教育在目的和任务上具有一定程度的关联性与契合性。具体来看，人工智能在思想政治教育中的运用，就是将人的思想意识视为一种算法，通过采集和分析人们通过各种行为产生的数据痕迹，进而对人们的思想动态进行全样本、全过程、跟踪式的“画像”，也就是以大数据的方式挖掘和把握人的思想动态与变化规律，进而提升思想政治教育的个性化、精准性和针对性，为推动思想政治教育的智能化和智慧化发展提供了可能。但也正是因为人工智能能够模拟人的思维和意识的强大功能，使得人们对未来思想政治教育发展，乃至人类自身发展产生一种担忧。

人工智能分为弱人工智能、强人工智能和超人工智能三个基本类型，但就基本发展状况来看，目前还处于弱人工智能发展阶段。也就是说，现阶段的人工智能还只能按照人们预先设置的程序解决一些特定领域的、相对封闭的和确定的问题，并不能胜任人类所从事的所有工作，更远远没有达到代替人、超越人甚至控制人的智慧的程度；现阶段的人工智能，还只是单纯的技术属性，是一种纯粹的计算机语言和程序编码，它的活动是一种机械—物理过程，而人类的思维是一种复杂的生理—心理过程，显然现阶段的人工智能并不具备人类所独有的社会属性和心理属性，不能完成思想的生产，更没有独立的自我意识和自我诉求，尤其在语言沟通理解这一方面，人工智能只能理解话语的表面含义，而对其中的言外之意和弦外之音很难把握。目前的人工智能只能与人类进行简单的对话交流，因此现在还只能用于思想政治教育的教学过程，如学生自主在线学习平台、自动化测评系统等方面，用于了解受教育者对信息知识的接受、理解和掌握程度，从而对教学的内容、方法、策略等进行相应的调适与改变，其创新创造能力、沟通理解能力、情感表达能力、综合学习能力等都处于缺失状态。思想政治教育是一项围绕人的思想品德和道德观念进行工作的复杂的、动态的政治实践过程，意识形态性是其根本属性，因此，现阶段的人工智能还不存在取代思想政治教育的可能性，二者的结合程度还很有限，人工智能暂时只能作为思想政治教育过程中的一种技术工具和数据支撑，其主体和核心始终是思想政治教育。

我们对人工智能进行研究时，既要注重它的科技属性，同时也不能忽视它的政治属性，也就是说，对人工智能的探讨始终离不开对人与人、人与机器之间关系的讨论，而这其中也必然蕴含着意识形态的属性和色彩。技术是人的本质力量的外在呈现，那么当“技术成为物质生产的普遍形式时，它就制约着整个文化，它设计出一种历史总体——一个‘世界’”,[2] 这意味着在人工智能的设计和运用过程中，不可避免地承载着设计者的价值理念和意识形态。如果掌握了一个国家人们的思想动态和行为轨迹，那么这个国家的意识形态就会面临着巨大的风险和挑战。因此，要实现人工智能与思想政治教育的融合发展，就必须对人工智能的现实应用和时代价值进行审视，必须关注其背后所蕴含和表征的人与人、人与社会之间的关系，这是人工智能作为思想政治教育资源的前提。

二、人工智能时代思想政治教育的特点

1.“真”“假”交织

人工智能在思想政治教育中的运用，是以抓取和分析人们在日常生活中的各个空间场域产生的行

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为痕迹，并以可视化和模型化的形式呈现出来，进而对人的思想动态、认知规律和行为趋势进行预测为前置条件，能够获得真实有效的大数据成为其中最为关键的环节，是决定人工智能与思想政治教育能否建立有效链接的关键一环。然而这一过程中所获取的数据并非所有都是大数据，只有那些“不用随机分析法这样的捷径，而采用所有数据的方法”[3] 得来的数据才是大数据，也就是说，大数据是一种整体性的思维方法和全样本的数据链接，具有容量大、种类多、速度快和价值大的特点，这是大数据与小数据的显著区别。思想政治教育与人工智能之间关联性的产生是有条件的，也正是因为大数据的使用，才使以往以定性分析为主的思想政治教育研究转向定性分析和定量分析相结合，由此开启了思想政治教育定量化方法研究的新范式。

需要注意的是，大数据的采集和抓取一般在网络空间开展和进行，而网络已经深度嵌入和融入大众日常生活的方方面面，人们的医疗、消费、运动、学习等各个方面的行为轨迹都可以在网络中通过大数据进行深度挖掘和分析，但是限于当前网络空间中的复杂社会环境、个人信息安全和意识形态风险等问题，人们会产生本能的防范和心理的戒备，行为与思想之间会产生一定的弱相关和负相关，甚至还会刻意隐藏自己在网络上留下的各种“痕迹”，同时还会存在一些对人们信息进行收集的相关法律法规问题，以至于通过大数据所采集的信息也存在一定的失真和失当的可能。也就是说，思想政治教育将大数据作为自身资源时，既不能将大数据作为顶礼膜拜的万能真理，也不能将其看作一种单纯的信息处理的技术手段，而是要看到大数据本身的混杂性以及海量数据中所隐藏的程序设计者和数据分析者的价值理念与意识形态，甚至可能会出现数据造假、修改和控制等情况，这就要求我们必须将大数据从技术和思维两个层面进行解读。

2．“冷”“暖”重叠

人工智能在本质上是“冷冰冰”的计算机编码符号的集合，它本身对思想政治教育而言并没有实质性和根本性的意义，也不会对人们的生活产生任何的改变，而真正发挥作用的是数据挖掘背后所具有的价值和意义。但是人工智能不可能全面反映出人们的一切社会心态、情绪心理、思想波澜及性格差异，这就导致数据表象与真实状况之间可能会存在着一定程度的不一致，同时学界也一直对人的思想意识能否全部还原为数据和算法还存在较大争议，但是尽管如此，人们在使用各种自媒体过程中无意识和自发留下的行为痕迹，还是能够在一定程度上帮助我们把握一段时期内社会意识形态的变化和发展趋势，并以此作为解读人们思想意识的依据，并且也正是因为人工智能能够对海量数据以完整、即时、动态的分析、反馈与预测，才给予我们将人工智能运用到思想政治教育领域的可能。

人工智能的核心是数据和算法，其本身并不具备反思性和批判性思维。而思想政治教育是一种进行主流价值观灌输和引导的工作，其本身就是一个需要人与人之间进行沟通和对话的过程，是教育者和受教育者之间关系性的存在，其中夹杂着许多的不确定性和复杂性。那么，对人的思想意识和行为意义的解读就必须放置于“关系”的背景中进行，就如同人们日常生活中的话语一般，对于同一话语来说，在不同的场合、空间和条件下，其意义也会有所不同，而且无论哪种含义的存在都绝非字面信息的简单语义组合，并且由于个体不同的教育背景、生活环境、性格旨趣、心理状态等方面的差异，对于同一语言的理解也会存在不同的看法，进而产生不同的行为。因此，对于人的思想意识和行为方式的解读必须将其置于特定的社会关系和时代背景中进行考察，必须注入思想政治教育工作者的心理疏导、人文关怀和情感倾注，进而避免“唯数据论”、“数据崇拜论”、“数据异化”等各种错误倾向的产生，才能正确处理好“冷数据”与“暖情感”之间的关系，从而真正体现思想政治教育工作本身应有的“温度”。

3．“动”“静”共存

人工智能之于思想政治教育而言，它是作为一种人的基本生存方式而存在的，因此，必须在思想政治教育主导下努力寻找人工智能与思想政治教育之间的融合点，使人工智能能够真正为思想政治教育所用。人工智能虽然能够通过大数据和云计算的

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

方式在一定程度上对人的思想动态和行为取向进行搜集、分析、反馈和预测，但是这种分析结果的生成却总是在一系列行为过程产生之后进行的，而人的思想和行为却总会因一定的历史情境、关系场合、社会心态和知识结构等情况的变化而发生相应的改变，那么人们行为产生的数据也会处于实时更新的状态，这就造成对相关大数据的获得、分析和预测总会具有相对的滞后性。而且人工智能本身不具备反思功能，如果作为核心的大数据出现运行偏差，那么依靠云计算和深度学习而得出的错误结论，将会把人引向歧途，[4] 尤其是一些错误社会思潮会在不触发主流意识形态大数据警戒阈值的前提下肆意传播，同时数据分析者和解读者还会依据自己的日常思维、生活经验、知识结构甚至主观偏见对数据结果进行演绎、推理和想象，将得来的大数据链条按照自己的主观意愿和价值观念进行组接。

现在的大数据采集基本处于割裂式、离散化、碎片化的多样服务体系当中，还没有形成统一的、完善的大数据管理系统和服务体系，而现有通过不同的系统所收集的数据基本处于孤立和静止状态，如果不实现数据之间的集成共享和融合链接，就很难获得精准和丰富的大数据，更难就单一某个方面的行为数据来对人的错综复杂、动态不定的思想意识进行精准地分析、监督和预测，其进行大数据搜集、提炼和整合的价值也很难得以充分发挥，这都在无形中增加了人工智能与思想政治教育之间有效性关联建立的复杂性。因此，必须将“静”的大数据与“动”的思想政治工作相结合，形成结构化与非结构化相统一、“动”“静”相宜的数据链，达成数据的整合和应用的集成，实现“人—机—网”三者间的交互性合作和无缝隙对接，最终目的在于增强人工智能对思想政治教育科学化和智慧化的提升。

三、人工智能时代思想政治教育的未来发展

1．坚持思想政治教育的主导地位

技术创新作为一种新的“生产函数”，极大地推动着人类社会进行全方位的深度转型。人工智能与思想政治教育融合发展是未来的重要发展趋势，但是这种融合并非是二者的简单相加，而是一种相互间的深度嵌入。思想政治教育对人工智能的运用也并非只是将其作为一种技术和工具，而是应该站在人工智能的角度，对自身的结构内容、内在体系、运作逻辑等进行相应的调整和改变。并且人工智能对思想政治教育带来的变革，也并不是仅仅限于表面的精准化和可视化，其本质性变化在于对人们的思维方式、认知图式和行为习惯带来的根本性变革，因此，如果简单地就数据量化、效果提升、人机关系等角度看待和处理二者的关系，势必会严重矮化人工智能对提升思想政治教育工作的重要意义。人工智能与思想政治教育的深度融合，必须考虑思想政治教育的任务、宗旨和目的如何贯彻与实现这一根本性问题。思想政治教育做的是人的工作，促进人的自由全面发展始终是其任务和目标。不管未来科技的发展能否赋予人工智能以类似于人的情感、直觉、想象和潜能，它都会在一定程度上推动人类对脑科学、神经科学和思维意识等方面的研究逐步走向更加深化，但在本质上它始终摆脱不了作为高级智能工具的命运，而且只要我们在设计、开发和应用人工智能时，始终坚持以人为出发点和落脚点，坚守思想政治教育的基本原则、指导思想、根本任务和本质规律，让人工智能服务于人，而不是反客为主、本末倒置地使人依附并受控于人工智能，这才是未来人工智能之于思想政治教育的作用和价值所在。

2．思想政治教育者的角色担当

智能教育是我国未来教育发展的重要任务和重点方向，而教育者作为思想政治教育的主体，在整个教育过程中发挥主导作用，这就要求人工智能时代的思想政治教育必须明确思想政治教育工作者所承担的角色和所处的地位。人工智能的发展的确在一定程度上使教育者从常规的知识传授和宣传教育工作中解放出来，而致力于更具有创造性的工作，进而使工作效率得到了提高、发展空间得到了拓展、教育思维得到了优化，但是由于现有人工智

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能的技术发展处于并不完善的阶段，它的算法推荐对受教育者可能形成“信息茧房”、“过滤气泡”和“回音室效应”，并且人工智能的运作原理是将一切都简单地处理为数据，并不会考虑到“后真相”语境下人们情绪和情感高于事实的信息接受方式的变化，这都会对思想政治教育运用人工智能进行工作带来一定的困境与挑战。

人工智能实质上还是一种工具性和技术性的存在，其首要功能是产生一定的经济效益，而思想政治教育本质上是一项具有极强的政治属性和鲜明的意识形态属性的工作，因此“人工智能短期内不会专门应用到思想政治教育领域，但人们在社会生活中通过各种方式已经采集了海量数据，这些数据一经人工智能的分析也会迅速展现出意识形态效应”，[5] 会在一定程度上对人的思想动态和价值取向产生一定的引导作用，人工智能的应用可以提高主流意识形态宣传的个性化和精准性，但是在情感沟通、心理疏导和政治动员方面却不占优势，在这些方面还远不能代替思想政治教育。因此，必须形成思想政治教育与人工智能之间合作融合的态势，并始终坚持以人为本，而不是高度依赖人工智能。

3．构建精准思政和智慧思政平台

思想政治教育在本质上是意识形态工作，应始终以人的思想、政治、道德的提升为重点，以人的自由全面发展为核心。各种日常生活场景重塑着人们的思想观念、思维方式和价值观念，但如果“脱离了人及其所在社会的价值本性，无限放大大数据的效应及其影响力，就可能本末倒置，最终产生许多难以预期的后果”，[6] 诸如算法歧视、数据滥用、数据冰冷、数据垄断等问题，这些仅仅依靠人工智能本身无法得到根本解决，必须依靠思想政治教育工作进行规制与引导，这就对人工智能时代的思想政治教育工作者提出了更高的素质要求。具体来说，首先，要树立大数据的理念和思维。人工智能时代的思想政治教育工作者必须具备整体性、动态性和关联性思维，从而不断增强人工智能与思想政治教育之间的融合性与契合度，并且还要具备通过挖掘和掌握大数据对受教育者的思想动态和行为取向进行分析、预判和追踪的能力。其次，要提升及时有效地进行个性化和差异化教育的能力。当前受教育者通过以自身行为转化为算法所处理的数据的方式来进行个性化和多元化的思想表达，这就要求思想政治教育工作者能够借助大数据收集全面、真实和精准的思想政治教育数据资源，抓取、研判和聚集受教育者的思维特点、学习习惯和认知规律，从而对受教育者进行个体画像和群体画像，因材施教，增强思想政治教育的亲和力、感染力和说服力。再次，要增强多方合作共享的意识。人工智能是一个集计算机科学、神经科学、脑科学、哲学、心理学等多元学科于一体的一门新兴学科，因此，人工智能之于思想政治教育应用的研究必须借助其他学科的力量和智慧，建立大数据协同共享合作机制，将不同部门的数据进行沉淀和组接，致力于构建精准思政和智慧思政的工作体系，这是未来思想政治教育发展的时代诉求和必然选择。

参考文献：

[1]教育部思想政治工作司.大学生思想政治教育理论与实践[M].北京：高等教育出版社，2009：2.

[2][美]马尔库塞.单向度的人[M].译者：刘继.上海：上海译文出版社，1989：137.

[3][英]维克托·迈尔-舍恩伯格，肯尼思·库克耶.大数据时代：生活、工作与思维的大变革[M].译者：盛杨燕，周涛.杭州：浙江人民出版社，2013：39.

[4]武东生，郝博炜.思想政治教育有效利用人工智能的分析[J].马克思主义理论学科研究，2019(3).

[5]常宴会.人工智能在思想政治教育中的应用前景和价值前提探析[J].思想理论教育，2019(8).

[6]文军.大数据热中的冷思考[N].人民日报，2016-10-20.

本栏责任编辑　周家雅

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

任重道远: 人工智能教育应用的困境与突破

郑勤华　熊潞颖　胡丹妮

(北京师范大学 远程教育研究中心/互联网教育智能技术及应用国家工程实验室,北京 100875)

[摘要]　近年来,人工智能技术在教育领域的应用成为热点,学界、产业界、教育实践一线都将人工智能技术视作促进教育公平,提升教育质量,实现教育个性化的重要突破口。本研究首先梳理了教育发展的核心目标,并通过对人工智能技术的分析和当前主要人工智能教育应用实践的讨论,阐述了人工智能技术在教育中的应用前提条件是对规则的清晰需求,而在人才培养过程中,基于传统教育学和心理学的学习者发展规则并不完全明确,尤其是针对学习者的非认知目标的发展。因此,人工智能技术的教育应用,首先必须具备的基本条件是对学习者发展规律的认识,这种认识需要教育、心理、脑科学、系统科学等多学科协同探索,构建出清晰的评量、匹配、干预规则。只有建立有效的规则体系,方能让基于深度学习的人工智能技术具备用武之地,并进一步实现数据分析结果的可解释性,从而为对教育教学服务的干预提供指导。研究预期从教育科学和技术科学融合的视角,为人工智能技术的教育应用提供方向性的建议,并为实现深度人机协同提供理论和策略层面的指导。

[关键词]　人工智能; 核心素养; 人机协同; 监督变量; 教育评价; 教育应用

[中图分类号]　G434　　[文献标识码]　A　　[文章编号]　1007-2179(2019)04-0010-08

一、背　景

2017 年,中国政府发布的《新一代人工智能发展规划》明确提出发展智能教育,特别强调人工智能对教育的重要性[①]。2018 年,中国教育部发布的《高等学校人工智能创新行动计划》进一步明确了人工智能与教育融合发展,尤其是促进高等教育创新发展的总体规划[②]。2019 年 5 月 16 日,国际人工智能与教育大会在北京召开。国家主席习近平向大会致贺信提出,中国高度重视人工智能对教育的深刻影响,积极推动人工智能和教育深度融合,促进教育变革创新,充分发挥人工智能优势,加快发展伴随每个人一生的教育、平等面向每个人的教育、适合每个人的教育、更加开放灵活的教育[③]。

目前,在人工智能的风口下,产业界大量投资一线教育,尤其是基础教育领域。这里面既有噱头极高的学生面部表情识别应用: 以人工智能技术判定学生学习情绪(晋欣泉等,2016); 以学科知识模型为核心,基于能力判别的自适应学习服务(Piech et al.,2015); 也有以学习者建模为核心,形成对学生学业的预测和表现性评价等(郑勤华等,2016)。这些听起来十分高深的人工智能教育应用,实际上是基于学生学习相关领域的大数据聚合,利用机器学习算法模型,为教育教学某个具体场景提供智能化的学习要素测量、评价、预测等服务。而这里的学习要素的核心指向人工智能技术所依据的“监督”变

[收稿日期]　2019-07-07　　[修回日期]　2019-07-09　　[DOI 编码]　10.13966/j.cnki.kfjyyj.2019.04.002

[基金项目]　国家自然科学基金重点课题“‘互联网+’时代的教育改革与创新管理研究”(71834002)。

[作者简介]　郑勤华,教授,北京师范大学远程教育研究中心主任,研究方向: 学习分析技术(zhengqinghua@bnu.edu.cn); 熊潞颖,硕士研究生,北京师范大学远程教育研究中心,研究方向: 学习分析技术(xiongluying@outlook.com); 胡丹妮,硕士研究生,北京师范大学远程教育研究中心,研究方向: 学习分析技术(fehdnedu2013@163.com)。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

量——学习成绩。我们有理由认为，现在的人工智能技术教育应用，实际上只是浅层次的以认知为导向的人工智能教育应用。

人工智能在教育中的应用，追求的其实是实现个性化智能化的高质量学习。而个性化、高质量的学习，是指能够根据学生的学习需求、已有基础、学习环境、个性心理特征、元认知水平和学习状态等，结合具体的教育目标，量身定制个性化的学习内容、学习活动、学习路径、学习伙伴乃至学习评价。值得注意的是，从基本逻辑出发，如果我们期待用技术实现智能化服务，那就需要首先明确学习者的生理、心理和能力素养等方面的测量指标；其次，我们需要明晰学习服务的供给方（教师、环境、制度、内容等方面）的测量指标（吴忭等，2019）。只有科学建立两者的匹配关系，才可能实现真正意义上的个性化智能服务。然而，这些可能做到吗？或者说在目前的人工智能技术发展阶段，我们做到了什么？带着以上问题，本研究从时代发展对人才培养的目标着手，讨论人工智能技术在教育领域的应用存在什么样的瓶颈，要跨越这些瓶颈，需要怎样的方法论作为我们后续智能教育实现的抓手。

二、人工智能教育应用的基本逻辑

自1956年人工智能被确立为一门学科以来，人工智能技术已在很多领域发挥作用，甚至开始替代部分岗位上的职能人员，引起社会各界对平等、边界等问题的关注和讨论。AlphaGo打败世界级棋手是人工智能计算能力远超人类的证明，而高考机器人的研发代表了科学家们正努力寻找现阶段的人工智能在“理解”能力维度所能达到的最高水平。目前基于图像处理、语音识别、自然语言处理、增强现实等技术的人工智能已涉足军事、交通、商业、医疗、教育等多个领域并直指产业核心问题。那么，人工智能究竟能在哪些领域替代人类工作，甚至比人类更优异呢？我们需要先分析人工智能技术目前在真实世界应用场景中是如何生成问题解决方案并实施的。

从Deep Blue到Watson再到AlphaGo，人工智能系统在某些特定领域已表现出超越人类的趋势。在不断优化的算法支持下，人工智能系统依据完备的计算规则，加上高端材料提供的计算能力，解除了人类大脑和身体从事复杂繁重的工作，极大地解放了劳动力。但不可否认的是，即使基于数据驱动的深度学习算法对机器进行大量训练后已能达到较好的分辨水平，但目前的人工智能系统也无法真正理解真实世界的各类事物。1984年美国微电子和计算机技术公司（MCC）启动了Cyc研究项目，目标是通过对人类日常生活常识综合建立本体论和数据库，使人工智能具有和人类相似的推理能力。Cyc项目建立了Doug Lenat专家系统，让市民每天输入不同常识，建立可持续学习的人类常识知识库，用于回答和解决一系列的科学和技术难题。系统将人类理解力分解为数以千计的“微理论”，并尝试用逻辑符号将它们翻译为基本规则。项目的官方网站首页④将AI定义为“Actually Intelligent”而非现在通用的“Artificial Intelligence”，说明其追求的也是理解能力和推理能力更强的人工智能系统。

然而，运行了二十多年的Cyc项目及其他类似项目均没有取得显著成果。张钹院士指出，目前的人工智能还是弱人工智能，强人工智能只是概念，距离实现和应用还有较长的距离。弱人工智能相比强人工智能缺乏强大的理解能力，在许多领域中仍存在局限。即使掌握了数据和知识这两大资源，现在的人工智能所能应用的场景还需要满足“确定性信息、完全信息、静态的、单任务和有限领域”五个条件，若一个条件不满足则人工智能的应用将会变得困难重重。也就是说，目前的人工智能仅适用于规则（routine）十分明确的、定义（definition）十分清晰的任务。例如，人脸识别、语音识别、机器翻译等。而一旦涉及到复杂问题的解决，甚至需要一定价值判断时，人工智能技术的应用就变得举步维艰。近期热议的自动驾驶和自动泊车就反映了这一点。虽然技术原理相似，硬件配置也没有太大差别，但自动泊车技术面临的情境复杂度更低，也不受到社会伦理、法律法规等方面的过多约束，系统的健壮性和容错率较高，因此推广难度远低于自动驾驶。

当我们聚焦于教育与人工智能时，不难发现，二者之间有十分密切的协同关系。一方面，教育研究对人类学习模式的探索为人工智能的发展提供了借鉴思路：我们如何从一无所知的婴儿成长为完全的社会人，这实际上就是人工智能需要彻底理解的原

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

理。另一方面，人工智能的教育应用同样需要契合五个应用场景的条件，给定清晰的规则和定义。人工智能在教育领域已逐渐开始大规模且高效地替代人类教师的部分职能，如答疑机器人、考试自动批阅系统等。以目前广泛使用的自动批阅功能为例，机器通过图像识别等技术可以轻松地将考生的答案与标准答案比对，快速生成评分。然而，人工智能对规则的需求使得当前的应用场景非常有限，比如机器自动生成作文评分功能尚未有大规模的应用。若要求人工智能系统基于现有评分规则对作文进行评分，考量的标准难以涉及思想深度、篇章结构等较难量化的维度；若使用深度学习方法对机器进行大量的标注语篇数据训练，即使能生成看似合理的结果，其结果也不具备可解释性。这是人工智能教育应用面临的困境和挑战。

因此，当我们探讨人工智能技术需要如何扩展其在教育教学环节的功能时，必须回归到教育教学活动的根本出发点：教育目标及其评价方式。教育目标是人才培养的标准，其中包含着教育者甚至是整个社会群体的价值观，为教育活动设计奠定基调。教育教学评价是在与教育目标一致的价值观指导下检验教育目标的达成情况，既要分析教育活动实施过程，也要评定教育结果。人工智能技术服务于教育目标，教育目标为人工智能技术的推广和深入应用提供了客观环境。教育活动计划性极强，作为领域专家，我们要时刻警惕不能陷入对技术的盲目依赖中。但我们不能否认人工智能技术的教育应用前景依旧十分广阔。而让人工智能系统初步具备教学活动评价能力，是人工智能教育应用的第一道难关。目前阶段，人工智能口语测评等应用已初见成效，但并非所有人工评价过程均可用人工智能系统替代。审视现阶段的教育目标和为了实现这些目标所制定的评价体系，我们能进一步理解人工智能教育应用面临的发展需求。

三、以人的发展为核心的21世纪教育目标

进入21世纪以来，人才培养目标发生了巨大变化，新的教育目标不再局限于知识技能的习得，更是从人的终身发展角度对人才培养提出新的要求。1996年，联合国教科文组织提出了新世纪终身学习的四大支柱：学会认知、学会做事、学会共同生活、学会生存(Keevy et al.，2015)；2003年，经济合作与发展组织启动了核心素养DeSeCo项目，指出核心素养可分为三方面：使用工具与环境互动(如语言、技术)、与社会异质群体互动、自我管理和自我发展(Rychen et al.，2001)；2006年，欧盟提出终身学习八大核心素养框架，包括母语交流能力、外语交流能力、数学与科学素养、数字化素养、学会学习、社会和公民素养、主动与创新意识、文化意识与表达⑤。2016年底，北京师范大学牵头制定了中国学生发展核心素养框架(林崇德，2017)，以培养“全面发展的人”为核心，将其分为文化基础、自主发展、社会参与三个方面，综合表现为人文底蕴、科学精神、学会学习、健康生活、责任担当、实践创新六大素养，并具体细化为人文积淀、人文情怀、审美情趣等十八个基本要点。此外，美国、澳大利亚、新西兰、新加坡等也提出21世纪基本能力或素养框架。这些国家和组织倡导的人才培养目标均体现了终身学习理念：兼顾个人发展和社会发展需求，强调学习的持续性，侧重多方面能力尤其是学习能力的培养。

围绕着国际组织或国家层面设定的人才培养目标，教育评价方式也逐渐成型。现行的评价方式需综合考虑教育目标的框架结构、评价工具获取的途径、评价手段实施的难易程度、评价对象的身心发展阶段、评价结果的可解释性等因素。本研究通过对几个经典案例的调研和分析，总结了部分国家和机构教育评价方式。

总体来看，档案记录评价、标准化测试和问卷量表是较常用的评价方式。一个完整的评价体系往往由多种评价方式综合而成，根据评价对象的学段和评价的能力维度进行调整。虽然教育评价依据的框架不尽相同，但是我们可归结出通用的能力及其对应的评价方式(见表二)。综合全球各大组织机构和国家(地区)所提出的核心素养标准来看，目前面向21世纪、以终身发展为导向的教育目标可分为两类：一是以知识习得为主的教育目标，二是以综合技能为主的教育目标。

以知识习得为主的教育目标强调对学习者认知能力的培养，如语言知识和数理知识能力。以知识习得为主的教育目标评价是目前学校教育评价体系的主要组成部分，这类教育目标以学科为单

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表一　部分国家或机构的教育目标和评价方式

项目名称	能力维度	评价方式
美国高中联盟 MTC New Model⑥	• 分析和创造性思维 • 复杂沟通能力 • 领导力及团队合作能力 • 信息技术及数理能力 • 全球视野 • 适应能力、主动探索能力、风险承担能力 • 思维习惯	基于事实证据的档案评价
21 世纪技能评估与教学项目 ACT21s⑦	• 思维方式：创造性思维、批判性思维、学会学习和元认知 • 工作方式：口头和文字沟通技巧，团队合作和协作工作模式 • 工作工具：表现和能力、媒体熟练程度（创造性、社交性、批判性）和 ICT 技能 • 生存能力：积极的全球和地方公民身份，积极参与社区活动/生活，个人和社会责任	生成性报告、档案报告、课堂报告
ACSEL 社交及感情协会⑧	• 自我意识 • 自我管理 • 社会意识 • 关系技巧 • 负责任的决策	基于 74 种量表的技能编码
爱尔兰 NCCA⑨	• 交流能力 • 信息获取能力 • 创新和批判思维能力 • 合作能力 • 远见卓识能力	对嵌入能力的课程结果进行评估
立陶宛（Ananiadou et al.，2009）	• 学会学习 • 交流 • 认知 • 社会 • 主动性与创造力 • 个人素养	以问卷为主的评估工具
奥地利（Pepper，2011）	• 德语能力 • 数学能力 • 英语能力 • 数字素养 • 学会学习 • 社会和公民素养 • 创新与企业精神 • 文化意识和表现	外部标准测试和档案袋评价

位，通过标准化测试建立以分数为量化指标的能力评价标准，如奥地利的数学能力素养包括内容（content）、行为表现（action）和复杂性（complexity）三个维度的素养模型，并且国家标准化数学测试项目严格对应模型维度进行开发⑩。

以综合技能为主的教育目标强调学习者在复杂社会中的适应性能力的培养。综合技能又可以分为三个维度：一是思维能力，如创新性思维能力、批判性思维能力；二是社会交往能力，如沟通能力、合作能力；三是自我发展和管理能力，如学习能力、自我管理能力。虽然综合技能被认为是 21 世纪教育的核心竞争力，但由于缺少对学习成果的具体描述，此类教育目标的评价存在争议。思维能力是学习者面对复杂、不确定问题所表现出的思维方式，主要通过项目式学习评价，评价方式有很强的主观性和开放性。社会交往能力是学习者与其他个体或者群体互动时，建设性地参与互动过程，共同达成目标或解决问题冲突的能力，往往通过教师评价或学生评价实现。在网上学习或混合学习环境中，社会网络分析等方法也可以了解个体在环境中的交互情况，这种评价方式是基于数据且量化的，建立了明确的规则。自我发展和自我管理能力是学习者对自身认知、行为、情绪等的认识和监控的适应性调节能力，这类能力有较强的心理背景，评价方式常结合已有的问卷和量表完成教师评价或学生自评。

表二　以终身发展为导向的教育目标及其评价

教育目标	能力维度	案例	评价方式
强调培养学习者的认知能力	语言能力	母语交流能力（欧盟）、外语交流能力（欧盟）、口头和文字沟通技巧（ACT21s）	以标准化测试为主；建立了以分数为指标的能力对应标准。
	数理能力	数学与科学素养（欧盟）、信息技术及数理能力（MTC New Model）	
强调培养学习者的社会适应能力	思维能力	主动与创新意识（欧盟）、分析和创造性思维（MTC New Model）、思维习惯（MTC New Model）、创造性思维（ACT21s）、批判性思维（ACT21s）、创新和批判思维能力（爱尔兰）	以基于项目的评价为主； 评价标准有很强的开放性和主观性。
	社会交往能力	领导力及团队合作能力（MTC New Model）、团队合作和协作工作模式（ACT21s）、积极参与社区活动/生活的能力（ACT21s）、社会意识（ACSEL）、关系技巧（ACSEL）、交流能力（爱尔兰）、交流（立陶宛）	以调查问卷为主； 以教师评价和学生评价为主； 在网上教学环境中，社会网络分析等方法建立了一系列对在线交互的评价标准。
	自我发展和管理能力	学会学习（欧盟）、适应能力（MTC New Model）、主动探索能力（MTC New Model）、风险承担能力（MTC New Model）、自我管理（ACSEL）、远见卓识能力（爱尔兰）、学会学习（立陶宛）	以调查问卷为主，这类问卷有较强的心理学背景； 以教师评价和学生自评为主。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

四、人工智能教育应用的难题

人工智能教育应用的核心目标是通过机器学习的方式建立人类学习的规则，像人类教师一样给予指导和反馈，以替代教师的部分职能，为学习者提供大规模个性化教育教学服务，这是人工智能应用的美好愿景。然而教育问题的复杂性，决定了人工智能应用不是简单的技术问题，不同教育目标的可量化程度使得人工智能应用面临的问题存在差异性。

清晰、明确、可量化标准的教育目标容易建立机器规则，因此其所对应的教育教学环节是目前教育人工智能应用的主要场景，发展学生知识习得的教育目标是其中的典型。比如，通过学习者学习过程行为海量数据的采集，设计开发学生成绩预警系统(Arnold et al.，2012)；基于专家标注的知识图谱，通过学生的答题情况判断知识掌握程度，以此形成个性化的习题推送系统等(Piech et al.，2015)。这类教育目标已经在教育学领域建立了以分数、正确率、百分位等标准化测试成绩为量化标准的评价，其应用场景和实现算法虽然不同，但应用本质和 AI 围棋、翻译等领域没有差别。

有些教育目标通过教育学、心理学等手段建立了量化规则进行评价，但这类规则还无法被人工智能识别，例如，元认知能力、自我管理能力、学习能力等。这些能力能通过问卷或观测进行测量，但这些问卷和观测指标还无法量化成机器所能理解的规则。对于这类教育目标，如果要实现人工智能的自动化教育应用，需要让原有评价体系的测量指标可量化。现在已有部分研究开始通过脑电、眼动识别、肢体识别等方式试图建立测量规则，但目前还处于探索阶段。未来如能通过情感识别、认知神经科学等手段将问卷等所测量的心理指标进行自动化检测、采集、分析，也许可以实现对这类能力目标的自动化评价。

在弱人工智能阶段，为了短时间内获得最高的社会经济价值，研究人员和技术人员需要重点攻克上述两类目标，即探索清晰的教育评价规则与机器规则对接的可能性，同时在教育学、心理学等领域确立操作性更强的评价规则，这两者都需要投入大量的人力成本。此外，还有一些教育目标，目前在教育学、心理学等领域也没有给出明确的评价规则，有些甚至没有给出明确定义。例如，现在许多国家虽然十分强调培养学生的创新思维能力，但是什么是创新思维能力，包括哪些维度，如何界定这些维度，每个维度又包含哪些要素，这些问题在教育学界仍存在很大争议。对于这类教育目标，如果要实现与人工智能的结合，首先面临的不是技术问题，而是教育学、心理学等领域的研究问题：如何定义和评价这些能力。如果进一步思考，其中可能还涉及对各个对象的本体论的哲学探讨。只有先完成对这类教育目标的清晰定义，给定评价规则，人工智能才有应用的可能性。或许随着未来强人工智能的出现，此类目

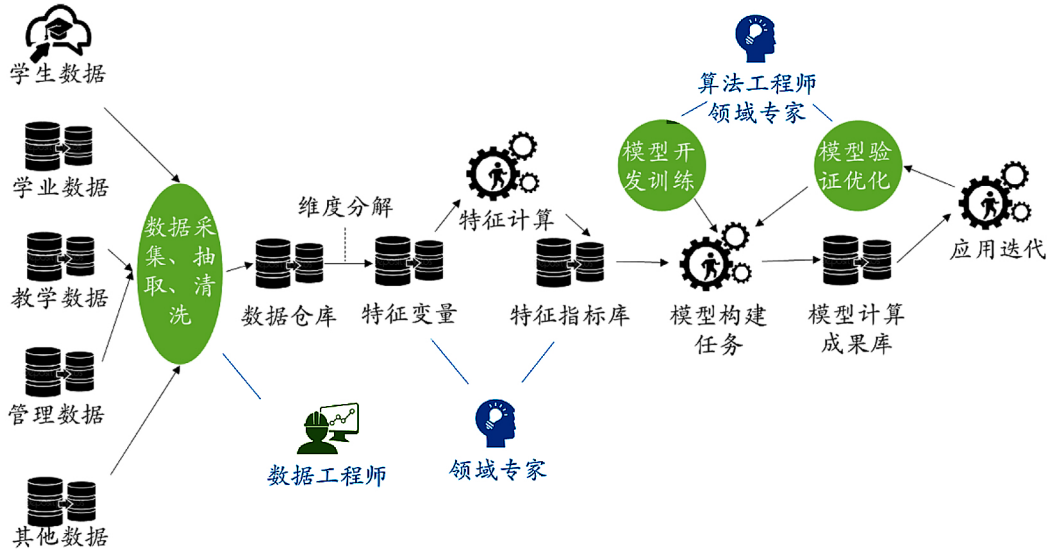


图 1　人工智能教育应用的实现流程

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

标可以直接被拥有人类思维水平的机器理解，但这一方案所需的时间成本难以估量。因此人工智能技术在这类教育目标评价中的使用条件较为苛刻，我们应当谨慎对待教育产业中与其相关的产品和服务，同时持续推进相关学术研究。

总体而言，人工智能应用场景的拓展有两个要求：一是可自动化获取的海量数据，二是清晰明确的概念界定和规则。教育领域依然存在大量的未给出规则定义、或者规则定义和范围不清晰的教育目标，使得人工智能的应用存在困难。即使对于已能通过成熟工具进行测评的核心素养能力，在转化为机器规则时也遇到了阻碍。这是技术开发人员与领域专家之间的沟通隔阂，或者说人工智能技术与领域知识间的壁垒。解决困难的根本途径，除需要从技术上探索，挖掘数据采集和分析的可能性外，还需要协同教育学和心理学的专家学者，从底层的教学理论进行挖掘和探索，搭建逻辑框架，保证人工智能“有章可循”。

五、教育人工智能：领域知识和机器学习结合的教育建模

无论是弱人工智能还是强人工智能，都代表着人们对技术创造更美好环境和服务的探索。本文不讨论人工智能技术的具体细节，而是从价值判断角度，说明技术应用可能存在的过度期待和热情。正如前文所述，人工智能技术教育应用首要的是规则的发现或建立，而教育因其复杂性和影响的系统性，不能简单地建立起因果关系的强逻辑。更何况对于我们追求的教育发展核心目标，我们期待学习者实现的能力发展，都还缺乏严格科学的定义和定位。从这个意义上说，技术虽然给我们提供了很多可能性，但人机协同必然是在很长一段时间内，人工智能教育应用的必然之路。

我们可以把人工智能教育应用抽象成一个基本流程框架(见图 1)。该流程主要分为数据汇聚、特征工程、学习建模和迭代应用阶段。

其中，数据汇聚是实现应用的源头。没有经过清洗的高质量数据集合，一切都是水中望月，本文对此不详细论述。在特征工程阶段，其核心是筛选出契合教育学问题解决所需要的核心变量，而这类变量的提取是需要该领域专家人工介入的第一个重点。

一般意义上特征工程的作用，是为了筛选出更好的特征，获取更好的训练数据，因为好的特征有更强的灵活性，可以用简单的模型做训练，得到优秀的结果。教育场景中，我们常见的完成作业次数、学习时长、学习成绩等，都是有效的特征，这些特征或多或少会对后续的建模产生强烈的数据影响。但数据影响还远远不够，在教育领域筛选特征时，还要考虑应用人工智能解决具体教育问题的需求——那些在教育学、心理学或别的学科已证明的能解释某个教育变量的重要因素——以提高教育建模的数据科学性和理论科学性。例如，我们希望通过机器学习的方法，发现学生的学习风格。这里，我们需要心理学专家判断：日常学习过程中，哪些特征有可能表征学生学习风格？如沉思型与冲动型学习风格，反映个体信息加工、形成假设和解决问题过程的速度和准确性。沉思型学生碰到问题时倾向于深思熟虑，用充足的时间考虑、审视问题，权衡问题的解决方法，然后从中选择满足多种条件的最佳方案，因而错误较少。冲动型学习者倾向于快速地检验假设，根据问题的部分信息或未对理解问题做透彻的分析就仓促作出决定，反应速度快，但容易发生错误(Riding et al.，2003)。那么，心理学研究就可能将学生单位时间完成的任务量、作业布置和提交的时间差等，作为判断学习风格要素的特征变量，虽然这些变量不一定具备数据科学中对机器学习算法的效率支持，但可能是真正能解释教育变量的核心特征。

教育建模是基于特征变量形成对教育问题认识的核心。这一阶段的重点在于“规则”，有可能是发现规则，也有可能是按规则进行演算。这一部分的缺失是当前人工智能教育应用不尽如人意的根源所在。当前人工智能教育应用的核心是自适应学习。不可否认，这类应用成功地提高了学生的学习效率和效果，在学习资源的推荐方面应用效果较好。但我们必须清楚，有效的应用前提是大量学科专家的介入，并提供了两个重要的支持：一个是知识规则，即对学科教学的知识逻辑体系进行人工标注；另一个是匹配规则，即在知识点和习题之间建立匹配规则，通过相应的习题可以判断学生知识点的掌握程度，并设计相应的干预规则，给予有效的推荐服务。这些传统知识习得领域规则的建立，可以通过学科教学专家介入的方式予以实施。但前文提到的大量

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人才培养目标，目前尚未或者不能通过这种方式建立机器人工判断和使用的规则。于是，人工智能教育应用自然倾向于“应试”，毕竟其直接对标的是学生成绩提升。因此我们认为，要真正实现人工智能的深度教育应用，在教育建模阶段，实际上更需要的是机器辅助下的专家人工建模，只有人机结合的增强学习，而非单纯的计算机“增强学习”，才有可能使教育应用具备可解释性，可支持教育教学干预，真正实现提高全面发展的人才培养目标。

迭代引用是真正意义上的机器学习的强项。模型嵌入到教育信息化产品中，在一线教与学实践中应用，能采集到大量的过程和结果数据，通过不断的算法迭代和用户反馈，实现模型的调优，真正促进高水平应用的可持续发展。

可以看出，专家(领域知识)的介入和机器学习算法的结合，是人工智能技术教育应用的必经之路。如何发挥两者的优势，共同实现教育重要变量的理解和建模，是未来该领域不断尝试和突破的核心工作。

六、结　语

2019 年 5 月 18 日，国际人工智能与教育大会在北京发布的《北京共识》[⑪]强调，要全面创新教育、教学和学习方式，利用人工智能加快建设开放灵活的教育体系，确保全民享有公平、适合每个人且优质的终身学习机会，从而推动可持续发展目标和人类命运共同体的实现。要实现人工智能推动教育体系的灵活开放，一方面需要认识人工智能在支持学习和挖掘评价潜能方面的发展趋势，评估并调整课程，以促进人工智能与学习方式变革的深度融合。另一方面，需要发掘数据潜能，支持学生综合能力的多维度评价。由此可见，人工智能在各行业的广泛应用已是大势所趋，在这一背景下，我们认为人工智能技术的教育应用仍应追求教育本心，围绕人的发展展开探索，而非在技术的绑架下追求教育的“智能化”。人工智能技术的教育应用，首先必须具备的是对学习者发展规律的认识，这种认识需要多学科协同探索，共同构建清晰的评量、匹配、干预的规则。只有建立有效的规则体系，才能让基于深度学习的人工智能技术有用武之地，实现数据分析结果的可解释性，为教育教学的支持和服务提供指导。

教育是非常复杂的系统，既涉及教和学过程的方方面面，又涉及学校、家庭、社会、政府的各个体系。现有研究对人的发展的理解还很有限，也难以找到构建这一复杂而又庞大的推理和决策系统所需要的规则。这些规则既要融合计算机科学和统计学的技术及理论，又要融合教育学、学习科学、心理学、脑科学、认知神经科学等成果。研究这些规则比研究人工智能技术本身更迫切。从某种意义上说，利用算法帮助我们在教育场景更好地理解教育本身，可能是人工智能教育应用的另一个重点，也就是“智能增强”(Intelligence Augmentation，简称 IA)。此时，算法和数据都可以用来创建增强我们评价、诊断、预测、干预教育服务和创新教育服务的能力。如何在人机协同的环境下共同增强双方的智能，围绕教育问题给予科学有效的解决，将是个长久的、不断迭代和不断优化的过程。

[注释]

① 国务院(2017)．国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL]．http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.

② 教育部(2018)．教育部关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知[EB/OL]．http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html.

③ 习近平(2019)．习近平向国际人工智能与教育大会致贺信[EB/OL]．http://www.xinhuanet.com/politics/leaders/2019-05/16/c_1124502111.htm.

④ Cyrop(2015)．Cyrop[EB/OL]．https://www.cyc.com https://www.cyc.com/.

⑤ Council E. Recommendation of the European Parliament and the Council of 18 December 2006 on key competencies for lifelong learning[J]．Brussels：Official Journal of the European Union，30(12)：10-18.

⑥ Mastery Transcript Consortium．A New Mode[EB/OL]．https://mastery.org/a-new-model/.

⑦ ATC21S．Assessment & Teaching of 21st Century Skills[EB/OL]．http://www.atc21s.org.

⑧ CASEL. CASEL[EB/OL]．https://casel.org.

⑨ NCCA(National Council for Curriculum and Assessment)．Senior Cycle Key Skills Framework[J]．2009.

⑩ BIBFE．能力模型与教育标准[EB/OL]．https://www.bifie.at/.

⑪ 联合国教科文组织．北京共识[EB/OL]．https://zh.unesco.org/events/guo-ji-ren-gong-zhi-neng-yu-jiao-yu-da-hui.

[参考文献]

[1] Arnold，K.E.，& Pistilli，M. D.(2012)．Course signals at

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Purdue: Using learning analytics to increase student success [C]. Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge. ACM: 267-270.

[2] Ananiadou, K. ,& Claro, M. (2009) 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries [EB/OL]. https://read. oecd-ilibrary. org/education/21st-century-skills-and-competences-for-new-millennium-learners-in-oecd-countries_218525261154#page1.

[3] 晋欣泉，王林丽，杨现民 (2016) . 基于大数据的在线学习情绪测量模型构建 [J] . 现代教育技术，26(12) : 5-11.

[4] Keevy, J. ,& Chakroun, B. (2016) . Level-setting and recognition of learning outcomes [EB/OL]. https://unesdoc. unesco. org/ark: /48223/pf0000242887.

[5] 林崇德(2017) . 构建中国化的学生发展核心素养 [J] . 北京师范大学学报(社会科学版)，(1) : 66-73.

[6] Piech, C. , Bassen, J. , & Huang, J. (2015) . Deep knowledge tracing [C] . Advances in neural information processing systems, 505-513.

[7] Pepper, D. (2011) . Assessing key competences across the curriculum—and Europe [J] . European Journal of Education, 46(3) : 335-353.

[8] Piech, C. , Bassen, J. ,& Huang, J. (2015) . Deep knowledge tracing [C] . Advances in neural information processing systems. 2015: 505-513.

[9] Riding, R. J. , & Rayner, S. (2003) . 认知风格与学习策略：理解学习和行为中的风格差异 [M] . 上海：华东师范大学出版社.

[10] Rychen, D. S. E. ,& Salganik, L. H. E. (2001) . Defining and selecting key competencies [M] . hogrefe & huber publishers. Rychen, Dominique Simone, and Laura Hersh Salganik. Definition and Selection of Key Competencies.

[11] 吴忭，胡艺龄，赵玥颖(2019) . 如何使用数据：回归基于理解的深度学习和测评——访国际知名学习科学专家戴维·谢弗 [J] . 开放教育研究，25(1) : 4-12.

[12] 郑勤华，孙洪涛，陈耀华，刘春萱 (2016) . 基于学习分析的在线学习测评建模与应用——综合建模方法研究 [J] . 电化教育研究，37(12) : 40-45.

(编辑：赵晓丽)

A Long Way to Go: The Dilemma and Breakthrough of Artificial Intelligence Education Application

ZHENG Qinhua，XIONG Luying & HU Danni

(*Research Center of Distance Education/National Engineering Laboratory for Cyberlearning and Intelligent Technology, Beijing Normal University, Beijing* 100875, *China*)

Abstract: *In recent years, the application of artificial intelligence technology in the field of education has become a hotspot. The academic and industrial practice has both regarded artificial intelligence technology as an important breakthrough to promote education equity, improve education quality, and realize education individualization. This study firstly reviews the core objectives of talent cultivation and then discusses the application of artificial intelligence technology in education through the analysis of artificial intelligence technology and current major educational application practice. In the process of talent cultivation, the rules of learner development in the perspective of traditional pedagogy and psychology are not completely clear, especially for non-cognitive goals. Therefore, the educational application of artificial intelligence technology must first have the clear definition to understand the development of learners. This kind of understanding needs to build a clear assessment by combining multiple disciplines such as education, psychology, brain science, and systems science. Only if the clear rules are built, can artificial intelligence technology be applied to give education explanations and interventions. This study intends to guide both education application and human-computer collaboration in the perspective of learning technology.*

Key words: *intelligence technology; key competence; human-computer collaboration; supervised variable; education assessment; education application*

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2019)06—0014—07

人工智能教育应用的逻辑起点与边界

——以知识学习为例

宋灵青，许 林

(中央电化教育馆，北京 100031)

摘要：人工智能的快速发展，极大地改变了教育生态。人工智能功能强大，其在教育领域的应用前景无疑十分广阔，然而有些学者过分扩大了人工智能的功能和应用边界，从知识的学习、能力的培养到情感、价值观的培育，认为人工智能在教育应用中无所不能，尤其是在知识学习方面。滥用“人工智能”并不利于教育发展。基于此，该文首先分析了人工智能与人类智能的关系，探讨了人工智能在教育运用中的边界，并以知识学习为例，从知识本质、知识的类型、知识学习的过程等方面具体探讨了人工智能教育应用的边界，希望对教育人工智能化的思想倾向与做法有一定的警醒。

关键词：人工智能；教育应用；逻辑起点；边界；知识学习

中图分类号：G434 **文献标识码**：A

一、问题提出

AlphaGo战胜世界顶级围棋高手，写稿机器人正式上岗，微软“小冰”出版诗集，人工智能播音员正在代替人类……近年来，人工智能发展迅猛。未来，人工智能将极大拓展人类的智能，提升人类智力所能创造的价值，美国、欧盟、日本等世界组织和国家纷纷把发展人工智能作为重大战略，努力在新一轮国际科技竞争中掌握主导权。我国同样高度重视人工智能发展，印发了《新一代人工智能发展规划》等文件[1]；习近平总书记强调：“加强领导做好规划明确任务夯实基础推动我国新一代人工智能健康发展”[2]。

人工智能“有可能成为新的革命的起点，这一特征极大地改变着教育生态”[3]。智能分析学习过程、智能推送学习资源、精准个性化教学、智能导师、终生学习伴侣……人工智能在教育领域带来了诸多变革，其作用不容忽视。然而有些学者过分扩大了人工智能的功能，从知识的学习[4]、能力的培养[5-7]到情感[8]、价值观的培育[9]，认为人工智能在教育应用中无所不能，尤其是在知识学习方面。滥用“人工智能”并不利于教育发展。因此，有必要明确人工智能的教育运用边界，人工智能在何种范围和领域替代人?在边界之内的，才是教育应该着力的方向。

二、人工智能与人类智能

理清人工智能在教育的效用与边界，首先需要弄清楚人工智能与人类智能的关系，这其实就是最早的机器与人的关系。如果认为人工智能具备与人一样的智能，则人工智能就是“全知全能”，人类能做的事情，人工智能能做且做的更好，人类不能做的事情，人工智能也能做。目前关于人工智能是否能发展出人类智能存在以下两种截然相反的观点。

(一)人工智能可以发展出“人类智力”的观点

有科学家预测在未来的强人工智能中，机器也将具有一定的心智，具有自我意识和自由意志。还有些研究者认为随着技术的发展，到了21世纪中期，人工智能的发展会到达一个“奇点”(Singularity)[10]，达到“通用型人工智能”，到那时人工智能会具有和人类同样的思维能力，而在学习能力、检索能力等方面又会远超人类。持有这种观点的学者主要是基于以下几个方面的考量：

1.从唯物主义的观点来看，意识是人脑对大脑内外表象的觉察，思维、意识、自我、情感等这些智能特征是人类独有的，都是大脑这种物质的具体功能。事实上，脑科学的研究成果也鼎力支持意识是大脑的一种功能：“脑神经生理学在实验中发现与自我意识相关联的人类大脑新皮层的模块化结

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

构，连接两个脑半球的胼胝体投射纤维在模块间双向交互投射信息，椎体细胞在人脑两个半球内部以及相互间的信息传递功能，大脑两个半球关于直接计算功能与几何认识功能的分工等”[11]。另外，从进化论的观点看，人类的意识和情感，也是无中生有，逐渐发展起来的[12]。既然意识是人脑这种物质的衍生功能，是无中生有逐渐发展起来的，是大自然进化的产物，那么，可以推论“人工制造的人工智能或者其他物质也有可能产生意识”[13]。

2.有学者认为“世界的本质是能量与信号，现实世界与虚拟世界的差异只是量上的差异，而无质的不同”[14]。这意味着，当人工智能感知和反馈越来越多的、各种各样的信号时，人工智能有可能产生自主意识。

3.从技术层面来看，人脑既然是大自然进化的产物，就未必拥有很复杂的规律，本质上并不具有不可突破的特殊性。有关科学家解析：“人脑正是运用860亿个巨量神经元构成的‘硬件系统’与更加海量的1000万亿个‘软’链接，来进行信息的存储与处理的。这部机器的1000万亿个‘软’链接虽然是个极其复杂的系统，但整部机器的原理却是‘简单’的，与计算机存储、处理信息的理路差不多”[15]。这预示了人工智能无限的发展潜力。“如今，人工智能的快速发展，已经在人脑的运行机理与人工智能运行机理之间建立了某种联系”[16]，将来在大数据支持下的人工智能将可能把亿万人的生活经验和对生命的感知力集于一身！另外，许多研究者(例如，施一公、潘建伟、Henry Stapp、Roger、Penrose等)认为人类智能的底层机理就是量子效应。有人预测到在21世纪末，量子计算机的计算能力可能是当代计算机的10的36次方倍，到那时，人工智能将有可能向人类大脑发起“挑战”[17]。

(二)人工智能不能发展出意识的观点

持有这种观点的学者主要是基于以下几个方面的考量：

1.人脑与人工智能存在本质不同

人工智能感知外界信息甚至具备一定程度的“认知”已不是问题，但与人类相比，两者在思维、意识、情感阶段会产生分化。人工智能是机械的物理过程，而人是生物层面或者生命科学层面的。著名机器人设计师塞缪尔曾经指出：“机器不能输出任何未经输入的东西”。人工智能只是输入程序和数据后的逻辑结果，不过是人脑的再现，是人类认识客观世界的产物，不具备“真切的情感体验和对人世意义的建构”。人对世界是经验与情感的体验和意义的建构，有思想、自我意识、道德感、信仰等特有的东西，这些造成了我们与人工智能有了质的不同。人工智能即使发展到超人工智能阶段，它的体验也不同于人类的体验。

另一方面，人工智能没有像人那样的社会属性和社会关系，机器的自主性是技术性的，没有道德自主性。马克思的实践论强调人的实践在社会中的本体意义。人类的智能、思维、情感不仅是人脑的生理机能，还是社会的产物。即使人工智能通过模拟人的生物神经网络可以表现出与人类大脑相似的思维活动，但其实质是人类预先制定的一系列运算程序，其思维结构是人类赋予的，不能变成一种自发的行为，不构成与人类社会的互动，不能转化为社会化行为，更何况目前人类思维、情感、意识的复杂程度还无法全部转化为计算机代码。从这个层面上来说，人工智能还只是实现人类部分智能的工具。

2.人工智能技术发展存在一些瓶颈

首先，人工智能先天的被设置了一个逻辑起点，在算法上仍然不能脱离人为设计和输入，仍然无法自动生成算法，不能像“人类意识那样具有多向度、多维度并且与周遭环境密切关联”[18]。谷歌AlphaGo之所以引起了全球范围内的关注，在于其技术本身的突破。谷歌AlphaGo模仿人类大脑神经模式，有12层神经网络，有超过百万的类人类神经元一样的连接，融入了自学习，超越了传统计算机计算能力这一边界，让程序不再局限于固定的程序，多了可变化的可能。AlphaGo Zero更是自己通过强化学习(Reinforcement Learning)，完全从零开始，不需要参考人类任何的先验知识而无师自通。即使如此，也不能认为机器可以自己产生认知，因为围棋规则和判定棋局输赢也是一种监督信号，如果设计者事先不告诉它规则，它就什么都不会做。因此，人们不能以机器可以模拟人脑的部分思维，就认为人脑将会失去其卓越的地位。

其次，就研究方法而言，人工智能基本是按模拟人脑进行的。人工智能在形态功能上完全仿生，做的和人类一模一样，才有可能具备人类智慧，这同样存在一些瓶颈：尽管当前科技正在以指数级发展，但短期内我们仍无法完全弄清人脑机制和人脑思维是什么。在没有完全研究透人脑之前，人工智能想模仿也没有明确的途径和完全解构的样本。

总之，没进入量子力学之前，在没有彻底研究透人脑之前，所有的人造机器，必然只是在某些方面具备高于人类的能力，但它没有人类的主观能动性，不会产生情感、意志、审美等意识。“机

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

器没有思想意识，也没有任何证据表明他们将会有”[19]，人与人工智能有质的区别，人工智能不会突破临界点。

三、人工智能在教育中的应用及边界

(一)人工智能的教育应用优势

人工智能极大地改变着教育生态，在教育领域的应用前景广阔，是克服传统教育不足的有效途径，有助于变革教育模式与教育形式、为学生提供个性化服务、为教师提供精准化教学、为学校提供科学化管理。

1.变革传统教育模式。人工智能逐步展现出某些出色的优势之处，改变了传统教育的运行规则，它打破了时空的限制，可以实现“无时不有、无处不在的学习”和“没有教室的学习”。

2.为学生提供个性化学习服务。人工智能可有效记录、反馈学生的反应，与学生互动，诊断学生学习困难，发现学生的薄弱环节，给学生“画像”，智能推荐学习资源。属于学生个人的人工智能，是学生最知根知底的朋友和最佳学习伴侣，可为其分析学习曲线，提供“一人一张课程表”，为其量身打造个性化学习计划，因材施教，进行一对一的“专家辅导”，等等。

3.为教师提供精准化教学服务。目前，随着教育改革的纵深推进，教学效率仍然是困扰教育的首要问题，而恰当运用人工智能可以提高教学效率。人工智能可以帮助教师备课、批改作业、掌握学生个体和班级整体的学习需求、优化工作任务、合理规划教学流程、进行教学评价等等，这些都将使教师从巨量性、琐碎化的事务性工作中解放出来。

(二)人工智能教育应用的边界

由于人工智能与人类智能存在本质的差别，这就决定了人工智能应用于教育有其边界与定位——在目前乃至未来的很长一段时期人工智能将处于一个辅助性的地位，无法取代教师，也无法完全满足学生学习的需要。过度依赖于人工智能而忽视人的主导性地位，有本末倒置之嫌。

1.教育大数据难以保证

数据是人工智能运行的根本。近年来，机器学习技术在科学理论研究和工业应用方面均取得了引人注目的成就，但现阶段人工智能所依托的教育大数据质量本身难以保证，造成人工智能直接应用于个性化学习和精准化教学常常难以达到理想的效果。原因主要在于：教育过程的复杂性和教育数据的非结构性，教师的教学过程和学生的学习过程数据并未得到完全记录；有些教育数据十分关键，但仍然难以电子化；教育数据分别存储在各地政府教育管理部门、学校及公司的服务器上，并无统一的标准与规范，且不能互联互通，这为人工智能的教育应用造成了一定的障碍。

2.人工智能在学习上的局限性

人类学习特征主要表现在三个方面：社会性；以语言为中介；积极主动性。从AlphaGo Zero的强化学习，我们可以看到，人工智能能够在极短时间内完成感知信息、处理信息、进行决策、指挥运动等任务，完成与环境的交互，不再局限于固定程序，具有一定的自我学习能力，在一定程度上具备了“主动性”，其习得知识的过程甚至不再受到人类知识的限制，让自己变成了老师，在短短几天内就积累起了人类几千年才有的知识。随着人工智能的指数式增长，其与人脑不断接近，其学习能力将越来越强大，但这依然不能改变人工智能没有社会性和积极性的局限，不具有完全的自学习能力，无法自主积极地作用于环境，不能在与人的交往中进行学习。例如，AlphaGo Zero如果到了一些数据无法穷举的领域，如图像识别、自动驾驶等，其算法很难迁移，也很难无师自通。

3.人工智能在教学上的局限性

(1)未来一定时期内人工智能依然局限在“机器学习”的框架内，模拟人的思维是人工智能的长项，但它并不会真正教学，它只是在模拟教师教学。具体地说，人工智能并没有与人脑一样的逻辑思维、判断力、情感等要素。(2)教育系统的复杂性对人工智能提出了更高的要求，人工智能需要预设程序，不能合理地应对超出预测的变化，无法满足学生、教师以及管理者的个性化需求。而“教师的工作往往是非预设、非逻辑、非线性的，教育过程中的各种偶发事件需要高度的创造性和艺术性”[20]，这恰恰是教育生命力所在，而不仅仅是逻辑的运算与推导。(3)在教学任务中，“如果所有任务都符合完美的运算法则并可以细分，那么机器人就可以处理一切”[21]，例如，AlphaGo Zero在信息透明，规则透明，结构明确，并且可用规则是可以穷举的围棋领域，可以无师自通。将来随着教学内容和教学任务的更多部分可以自动化，人工智能将会扮演越来越重要的角色，它将更深入地改变人类学习和教学的过程，能够更加“主动”地教。但人工智能无法超越既有设计的人机互动，无法自觉进行社会化的行为，不具备人类社会的社会属性，而在教育领域，多数教学情景恰恰需要认知投入、情感交流、移情共鸣、价值判断等，因此，教学任务所卷入的认知、情感和社会化因素越多，人工智能

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

“教”的功能就会越低。例如，在传递知识方面，由于人工智能大量的知识储备，其在显性知识的传递方面优势明显；在动作技能领域，人工智能可以把教学任务逐步细分，并持续正确示范和反馈，有利于学生动作技能的掌握；在情感态度和价值观领域，由于人工智能没有感情，不会产生移情，没有情感共鸣，这就造成了其在培养学生情感态度和价值观的过程中作用有限。人工智能与教师在不同领域的教学功能比较示意图如图1所示。

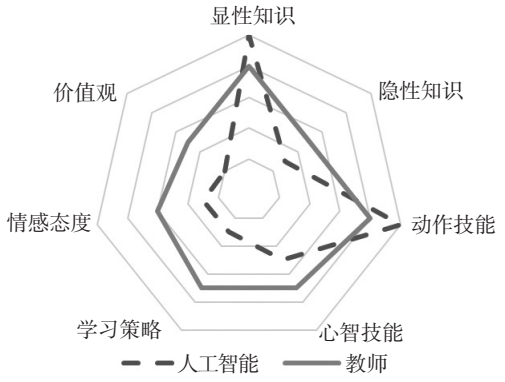


图1 人工智能与教师在不同领域的教学功能比较示意图

四、人工智能在知识学习领域的运用与边界

知识是学生学习的最基本内容。目前，随着人类知识的急剧增长，传统教育已无法完全满足学生的需求，人工智能在知识教学方面存在较大的优势，未来教师首先面临的就是人工智能在知识教学方面的挑战。由于知识类型具有多样性、学习过程具有复杂性，造成人工智能在促进知识学习方面有所能而又有所不能。下文将从知识的内涵、类型、过程等方面说明人工智能教育的运用及边界。

(一)知识的内涵

知识本身总在不断进化和更新，从本质上说，知识(Knowledge)“是人对事物属性与联系的能动反映，是通过人与客观事物的相互作用而形成的”[22]。数据、信息与知识的关系[23]如图2所示。

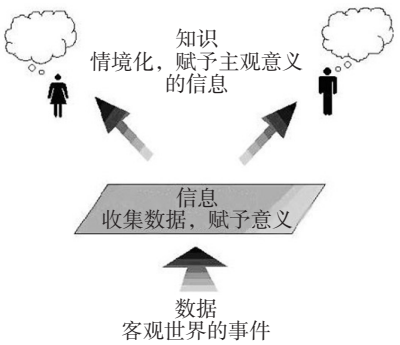


图2 数据、信息与知识的关系

由于知识是主客观相互作用形成的，是情景化、赋予主观意义的信息，因此，知识学习离不开个体的主观意识和个体经验。而人工智能虽然具有强大的感知能力，即通过传感器、爬虫等软、硬工具采集，积累各类大数据，善于收集数据，形成信息，但其“先天缺陷”——即基于程序运算而生，造成无法赋予信息意义，即可以传递信息、知识，但无法真正地理解知识的意义。

因此，人工智能凭借强大的信息处理能力、图形和语音识别技术等，会代替部分知识教学的工作，知识取向的教学的方式将会发生改变，但并非所有的知识都是人工智能可以教的。

(二)知识的类型：显性知识和隐性知识

我们的文化知识通过教育得以传承，但是也有一些相对弱势的知识却难以得到人们的重视。1958年英国科学家、哲学家波兰尼提出了“显性知识”(Explicit Knowledge)和“隐性知识”(Implicit Knowledge)。“显性知识是指用书面文字、图表和数学表述的知识，隐性知识是尚未言明的或者难以言传的知识”[24]。显性知识与隐性知识的存在是相对而言的，只是由于显性知识的特点，人们更容易识别它，而大部分隐性知识没有得到足够的重视，尚处于“缄默”的状态。从某种程度上说，对学习者而言，隐性知识比显性知识更重要。教学同样也是这样一个储存着大量隐性知识的专业，每一个教师的教学和教育经验中都聚集着丰富的知识和才能。例如，教师的教学方法大同小异，但是专家与新手的教学效果却大不相同；优秀的教师会依据经验和具体的教学情况来判断采用何种教学方式是合适的，这些恰恰是目前人工智能难以实现的。

隐形知识具有复杂性、多义性和变动性。人可以在不同情境下感知知识的多义性，能够知觉到只可意会不可言传的信息或概念，而人工智能对跨领域情境的随机应变能力很弱，对彼此矛盾或含糊不清的信息不能有效反应[25]，显性化隐性知识、传递“隐形知识”非常困难，总有部分有价值的隐性知识难以实现转化。总之，人工智能在传递显性知识上面更为擅长，它传递的知识更加准确、知识储备更多，而对于隐形知识的传递则作用有限。

(三)知识学习的过程

1.知识的传授

知识的传递与分享一直是人类习得技能、获取生存机会的重要途径。人类将知识进行编码，然后以显性化的形式实现知识的传承。当前，人工智能对用户接收必要的知识并有效地重新利用知识具有重要的影响。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(1)人工智能传授知识的效率较高

“传统的教育方式多为知识传授型，教师作为知识的权威主要的角色就是充当知识的传授者。”[26]人工智能时代，信息和知识的获取、传播和创新方式将发生变化。“人工智能的自我学习能力正在改变知识客体的被动状态”[27]，加上其存储、运算、搜索等能力远超人类，它在提高知识传授效率等方面无疑是胜过人类的，学习者可以利用人工智能更早和更快地获得更全面和更优质的知识资源，教师以往作为知识权威的地位受到了挑战，教师传授知识的职能，在人工智能时代将被弱化。目前，有些课堂已经实现了机器人代替教师进行传授知识。

(2)教师在教会学生批判性思维、学会质疑方面的作用不可替代

教学不仅是把知识告诉学生，更需要教会学生批判性思维、学会质疑。从长远来看，过度依赖人工智能，学习者自我反省、自我意识和批判性思维的能力将不断弱化。人类把稳定、明确性的知识尤其是教育系统中接近共识的内容、较为可靠的经验输入人工智能(AlphaGo Zero甚至不再需要人类的经验知识，无需人类的案例和指导)，人工智能就会不知疲惫、不犯错误、持续不断地教给学生“最正确”的知识。但随着社会和科学的发展，有些知识并不是千真万确、不可质疑的定论。当学生已经习惯屈服于了人工智能“不可超越、无可挑剔”的“权威”，其就不可能具有自主性和创造性的空间。批判性思维要求能多角度、辩证地分析问题，做出选择和决定等[28]，但人工智能的“权威的声音”却在根本上消除了人们对“差异性”和“不同的声音”的信仰。实际上，教育需要尊重“异质思维”“教师可以适当地教会学生质疑知识，把知识当成是一种看法，一种解释，让学生去理解，去分析，去鉴别”[29]。

(3)教师立德树人的作用不可替代

教育不仅是学生知识的增加，还是在传递知识的过程中师生的情感交互和学生良好人格的形成，使之成为“人”，使之从“自然人”成为“社会人”，这是教师工作的基本任务和责任之一。技术和数据会淡化非理性的情感，技术越进步，越要重视对人的价值引领。尽管人工智能在传递知识的过程中，能够采集的学习过程数据包含了与受教育者的感觉、知觉和情绪等相关的因素，但“教师的一言一行具有很强的引导性、示范性”[30]，人工智能并不能完全代替教师作为学生心理与情感的沟通者角色，教师在“培养学生的理想、信念、情操、爱心等精神世界方面的作用不可替代”[31]。

2.知识的理解

人工智能凭借高速的搜索、再检索能力和自我学习能力，对语义进行理解、分析、判断，能够和人类实现交流正成为现实，在一些特别依赖于计算和记忆的智力活动领域，在单一任务场景的处理中显示出超人的能力，它能比你更能理解知识的内容。但人工智能却始终不能理解这些内容背后的意义所在——它只是一步步地计算，对整个活动没有意识，也没有感情。人类从出生到衰老都伴随着鲜活的生存体验，“人类不但能感受和体验这些知识的意义，并且能够主动构建意义”[32]。世界是人参与其中的世界，是人主动建构意义和价值的世界。有时候，境随心转；有时候，心随境转。人工智能即便有无穷多的训练，也难以对语义边界模糊的语言给出恰当的理解和回复，很难做到对场景的整体理解，不能真正理解知识。

3.知识的迁移

当前求知的意义已经从能够记忆和复述信息转向能够发现和灵活使用信息，这就涉及到学习的迁移。迁移是指一种学习对另一种学习的影响。建构主义认为，学习迁移实质上就是在新情境对知识的应用。迁移在学校教育中具有普遍性和创造性，尤其与培养学生问题解决能力和创造力密切相关。“迁移的可能性取决于学习者在记忆搜寻过程中遇到相关信息或技能的可能性”[33]，而人工智能擅长模式识别，在给学生呈现最大范围的实例和这些知识的应用情景方面存在先天优势，可快速帮助学生提取相关学习材料，但人工智能缺乏人类的常识，不能自发地识别连接并将知识转移到新的环境，在帮助学生建立抽象的知识结构和认知图式，把知识从单一场景迁移到多场景方面的作用有限。

4.知识的创新

知识的创新是创新的一个重要方面。目前，人工智能逐渐展现出知识创新的能力，可以独立编程、创作诗歌、生成音乐或美术作品等。例如，“微软小冰”可以根据用户上传的图片快速写出一首现代诗歌，并创作诗集；随着训练的深入，AlphaGo Zero还独立发现了游戏规则，并走出了新策略，为围棋带来了新的见解。通过人工智能创新知识的多个案例可以发现，人工智能的创新具有如下几个特点：(1)具有一定的创新性。虽然其创作还有赖于人的前期输入和大量的训练(AlphaGo Zero甚至可以在零人类经验的基础上产生创新)，还缺乏灵性，但其产生的结果或结论却具有创新性，其“创作过程也与人类创作的过程非常相似”[34]。(2)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

提高了创新的效率。人工智能具有严密的逻辑，能够为实现目标选择最佳路径，在那些任务目标明确且相关数据丰富的领域，人工智能可以“在短时间内提出超过人类现有的学习能力和知识体系，给出创新式的问题解决方案”[35]，人类知识创造的效率与结果将越来越依赖于智能技术。(3)可提供工具支持。野中郁次郎(Ikujiro Nonaka)提出了显性知识和隐性知识相互转换的SECI过程，知识通过群化、外化、融合、内化这种循环转化而形成了一个螺旋形上升的知识创新过程。在此过程中，“人工智能可提供社交媒体进行内容聚合和分发，对创新知识产生一定的作用”[36]。(4)改变了知识创新的传统路径。人工智能可部分参与人的创新过程，一定程度弱化了人在创新中的主体地位，“人类主体地位从传统的‘全程式’参与进化为‘环节式’或‘节点式’参与，深刻地改变了知识创新的传统路径”[37]。

但过于夸大人工智能的创造性也不恰当，首先，人对世界的认识来自人的理性，即通过知识认知和理解世界，人工智能以基于运算的方式理解世界，无法自行完成知识的更新和转化，它们有时的确可以做到“人机莫辨”，也许还能根据人的选择和评判不断地改进自己，但它永远不知道自己在做什么，它自己也无法选择。这样方式生产出来的知识更多的是一种“形式化的内容”，无法形成自己真正的思想观点。

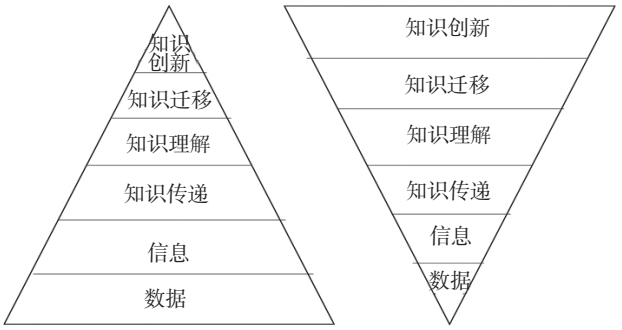
其次，基于规则条件及概率统计的创新方式与基于情感感动及顿悟冥想的创新机理存在本质不同。“人过去通过几百万年作为一个生物物种的演化，带来了一些非常理性的成分”[38]，人工智能可能比较容易模仿这些理性部分，但“人脑不像计算机一样遵循物质的基本规则，会为意识和直觉留出空间”[39]。在人类历史和科学发展史上，一些看似完全无关的偶然事件所引发的灵感或者联想创造了许多重要的发明。人工智能在模拟人的非理性还存在很大挑战，且现在人类对于自身智慧的本质、直觉、创造力等能力尚且没有完全理解，更不要说人工智能模仿了。

第三，创新的本质是人的实践活动，是对未知领域的逐步认知，并在此基础上进行的再创造。人工智能发展的起点是解决问题、提高效率，人类智能的起点是社会化，这是二者区别的根本。人工智能可以替代曾经由人主导的实验过程，但是，程式化的技术难于突破问题意识的局限。

第四，“对于人类社会来说，知识创新依靠的不仅是对知识点的重新组合，更多的是对于既有知识的批判式反思”[40]。因此，人的思维和主观能动性在知识创新的过程中至关重要。由于人工智能本身是程序运算，不具有批判性和反思性，其创造性的工作和作品一定是高度客观性的，创新程度还非常有限。

(四)总结

人工智能通过各种软、硬工具采集、积累各类大数据，形成信息，通过机器学习算法，给出各种预测结果的概率，根据推测的结果，进行最优决策，并以人能理解的文字、言语、行为进行反馈，这为其在结构良好的知识领域发挥作用奠定了基础。人工智能对于显性知识方面(基本事实和过程)的传递尤其擅长，正在逐步向知识的理解、迁移、创新知识领域扩展，这对于学生的学习和教师的教学来说，是有利无弊的。学生不用花费过多课堂时间去死记硬背一些信息，教师可以用更多时间关注教育的更深层次目标，即迁移和创新。但人工智能难以对开放世界作出充分表征，没有人类现实世界的丰富经验和体验，不具备“以特定方式思考”的能力。因此，让人工智能做大部分的知识传递的工作，让人类来做创造性的工作，才是当前和今后一段时期的教育之道。人工智能与人类在知识学习中的作用边界如图3所示。



人工智能在知识学习中的应用边界　　人类在知识学习中的作用边界

图3　人工智能与人类在知识学习中的作用边界

五、结语

人工智能是实现个性化、精准化教育的根本途径。随着人工智能的发展，人工智能在教与学的过程中将发挥越来越重要的作用，将不断地改变师生的教学和学习方式。同时，我们也应该对教育人工智能化的思想倾向与做法保持足够清醒，辩证地对待，认清人工智能的作用边界。人工智能重要，但不能无限重要！

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

参考文献：

[1] 国发[2017]35号,国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[Z].

[2] 新华每日电讯.加强领导做好规划明确任务夯实基础推动我国新一代人工智能健康发展[N],人民日报,2018-11-01(01).

[3][20][30][31] 宋灵青,许林."AI"时代未来教师专业发展途径探究[J].中国电化教育,2018,(7):73-80.

[4][27][37] 李建中.人工智能时代的知识学习与创新教育的转向[J].中国电化教育,2019,(4):10-16.

[5] 金聪,刘金安.人工智能教育在能力培养中的作用及改革设想[J].计算机时代,2006,(9):66-69.

[6] 苗许娜.人工智能课堂教学中实践能力培养的几点体会[J].课程教育研究,2016,(4):250.

[7] 严琳."人工智能+新工科"背景下创新创业能力培养模式探究[J].智库时代,2018,(10):51-52.

[8] 刘菲.基于人工智能的情感教育[J].天津科技,2010,(6):87-88.

[9] 陈思宇,黄甫全等.机器人可以教知识无法培育价值观吗？[J].中国电化教育,2019,(2):29-35.

[10] 雷·库兹韦尔.人工智能的未来[M].杭州:浙江人民出版社,2016.

[11] 约翰·C·埃克尔斯.脑的进化:自我意识的创生[M].上海:上海科技教育出版社,2004.

[12][13][14] 邓曦泽.行走在人与超人的边界上——一个外行关于人工智能的初步思考[J].西南民族大学学报(人文社科版),2017,(10):78-85.

[15][16][17] 期待"奇点":人工智能超越人类[EB/OL].http://club.kdnet.net,2015-06-11.

[18] 孙振杰.关于人工智能发展的几点哲学思考[J].齐鲁学刊,2017,(1):77-81.

[19][32] 吴传刚.人工智能时代的教育转向及发展理念[J].未来与发展,2018,(11):15-19.

[21] 玛雅·比亚利克,查尔斯·菲德尔等.人工智能时代的知识:致力于培养专长和学会迁移[J].开放教育研究,2018,(4):13-22.

[22][24][29] 陈琦,刘儒德.当代教育新心理学[M].北京:北京师范大学出版社,2007.

[23] Meredith,R.,May,D.,&Piorun,J.Looking at knowledge in three dimensions:An holistic approach to DSS through knowledge management[M].Victoria,Australia:Monash University,2002.241-254.

[25] 刘伟.关于人机若干问题的思考[J].科学与社会,2015,(2):17-24.

[26] 宋灵青.MOOC时代教师面临的挑战与专业发展研究[J].中国电化教育,2014,(9):139-143.

[28] 宋灵青,田罗乐."互联网+"时代学生核心素养发展的新理路[J].中国电化教育,2017,(1):78-82.

[33] 王鑫,沙永锋.从AI到AM:人工智能的知识观[J].新闻与传播理论,2018,(6):41-50.

[34] 贾积有.人工智能与教育的辩证关系[J].上海师范大学学报(哲学社会科学版),2018,(5):25-33.

[35][36][40] 方师师,郑亚楠.计算知识:人工智能参与知识生产的逻辑与反思[J].新闻与写作,2018,(12):40-47.

[38] 张首晟:机器智能何时超越人类？早着呢[EB/OL].http://tech.163.com/17/0715/10/CPCKPK6V00097U7R.html,2017-07-15.

[39] 科学家发明最难难题难倒计算机:人脑有量子效应[EB/OL].https://item.btime.com/30ha5lusr2k8lvah117gr4la1cd,2017-03-17.

作者简介：

宋灵青：博士，副编审，研究方向为教育信息化、教师专业发展(songlingqing@126.com)。

许林：编审，社长，研究方向为教育信息化(xul@moe.edu.cn)。

The Logical Starting Point and Boundary of Artificial Intelligence in Education Application

—Taking Knowledge Learning as an Example

Song Lingqing, Xu Lin

(National Center for Educational Technology, Beijing 100031)

Abstract: The rapid development of artificial intelligence has greatly changed the educational ecology. Based on the powerful functions of artificial intelligence, its application prospects in education are undoubtedly very broad. However, some scholars have over-expanded the functions and application boundaries of artificial intelligence, from the learning of knowledge, the cultivation of abilities, to the cultivation of emotions and values. They believe that artificial intelligence is omnipotent in educational applications, especially in knowledge learning. The abuse of "artificial intelligence" is not conducive to the development of education. Based on this, this paper analyzes the relationship between artificial intelligence and human intelligence, discusses the boundary of artificial intelligence in educational application, and takes knowledge learning as an example for specific explanation (from the aspects of knowledge essence, knowledge type, knowledge learning process and so on), and hopes to be alert to the ideological tendency and practice of educational artificial intelligence.

Keywords: Artificial Intelligence; Educational Application; Logical Starting Point; Boundary; Knowledge Learning

收稿日期：2019年3月5日

责任编辑：邢西深

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

【人工智能教育应用专栏】科大讯飞协办

人工智能教育应用的新发展*

冯 翔[1] 王亚飞[2] 吴永和[3][通讯作者]

（1．华东师范大学 上海数字化教育装备工程技术研究中心，上海 200062；
2．科大讯飞股份有限公司 讯飞教育技术研究院，安徽合肥 230088；
3．华东师范大学 教育信息技术系，上海 200062）

摘要：人工智能在教育领域的应用已有四十多年的历史，随着近年来人工智能在各领域不断取得重大突破，教育人工智能也将迎来新一轮发展。文章首先梳理了人工智能发展的脉络；进而分析了教育人工智能的典型应用领域以及未来趋势，提炼总结教育人工智能应用模型以及核心服务能力，分析深度学习技术对于实现若干核心服务能力的作用；最后指出教育人工智能所面临的机遇和挑战。文章从多个维度阐述了当前教育人工智能的发展情况，以期为设计人工智能教育应用提供借鉴。

关键词：深度学习；人工智能教育应用模型；人工智能教育应用核心服务；人工智能民主化；教育数据隐私保护

【中图分类号】G40-057 **【文献标识码】**A **【论文编号】**1009—8097（2018）12—0005—08 **【DOI】**10.3969/j.issn.1009-8097.2018.12.001

引言

人工智能（Artificial Intelligence，AI）被广泛认为是继信息技术革命之后的新一轮生产力革命，它将对诸多行业和领域产生巨大和深远的影响，而教育就是其中一个需要被高度重视的领域。在这种背景下，《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》提出要鼓励开展人工智能基础知识和应用培训；《新一代人工智能发展规划》提出要利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革；《高等学校人工智能创新行动计划》与《教育信息化 2.0 行动计划》强调要发展智能教育。由此可见，将 AI 应用于教育领域已成为未来一段时间需要重点关注的问题。

通常，AI 在教育领域的应用被称为 Artificial Intelligence in Education（AIED）[1]。国外一些政府和研究机构高度关注 AIED 的发展，美国国家人工智能研究和发展战略计划[2]、英国机器人和人工智能报告[3]、斯坦福报告[4]中都有相关的阐述。培生的报告从教学模型和应用领域阐述了人工智能教育应用的发展路径，强调需要从政府层面进行规划设计，围绕人工智能教育应用进行一个生态系统建设，而不能局限于单一应用[1]。国内外的这些规划及报告将推动 AIED 的发展。

因为人工智能技术无法满足日益膨胀的幻想需求，历史上人工智能的发展也经历了数次“寒冬”。以史为鉴，面对当前人工智能的快速发展态势，在具体实施过程中，我们需要对其在教育领域的应用进行分析，回答能做什么、要做什么、有哪些关键技术以及要注意什么。为此，本研究梳理了当前人工智能和教育应用的发展现状、应用领域、核心服务能力、关键技术模型以及机遇与挑战。

一 人工智能发展概况

1 知识库和推理阶段

在 1956 年达特茅斯会议上，人工智能这一术语首次被提出。在 1956~1969 年间，一些研究

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

成果使得人们对于人工智能研究产生了巨大的期望，如 Herbert[5]开发了几何定理证明器，James[6]的 SAINT 程序能够求解大学一年级课程中典型的闭合式微积分问题，Tom[7]的 ANALOGY 程序能够求解出现在智商测试中的几何类推问题。

然而，AI 早期的问题求解主要是一种通用的搜索机制，试图串联基本的推理步骤来寻找完全解，但这种方法难以应对现实世界复杂的领域问题。因此，20 世纪 70 年代，基于知识的专家系统开始发展起来。这种系统聚焦于特定领域，用领域大量的相关知识作为基础，允许更大量的推理步骤，因此可以更好地处理特定领域中的问题，在业界得以广泛应用。

2 机器学习及深度学习阶段

然而，人们逐渐认识到，专家系统面临着“知识工程瓶颈”问题，即依靠人把知识总结出来再教给计算机是相当困难的。于是，机器学习这一技术分支出现了，其目的就是让机器自己学习知识。

从 2000 年前后开始，大数据集在机器学习中发挥了重要作用[8]。如 Halvey[9]认为很多应用中的“知识瓶颈”可以通过足够的数据来解决；Hays 等[10]讨论了马赛克模糊处理照片补全的问题，他们发现使用 1 万张照片，算法性能会很差，而如果增加到 200 万张照片，算法会表现出极好的性能。

人工神经网络是机器学习中一种重要的计算模型。由于早期人工神经网络感知机只有两层网络，难以表达复杂的问题，而多层的复杂神经网络架构，又面临计算难度骤增等问题，因此早期遭到包括 Minsky 等人工智能先驱的批评，其发展起起落落。2006 年，Hinton[11]开启了深度学习研究和应用的新时代。发展至今，人工智能在语音识别处理、视频和图像处理、物体检测以及其它领域表现出了比传统方法更好的效果[12]。

二 人工智能教育应用领域分析

1 分析和决策类

随着“互联网+教育”的发展，在线学习平台上的用户越来越多，数据量急速膨胀，依托传统的分析方法难以有效识别学情。采用人工智能技术，可以有效分析、高效利用这些数据。Marius 等[13]基于 MOOC 的学习数据，采用机器学习算法预测学生退课情况，该项研究中有 3,475,485 条点击记录。研究者将这些记录条目属性分为 22 类，依据这 22 类属性基于主成分析算法、支持向量机算法综合判定学生退课率，在基准方法上提高了 15%的预测准确率。

2 智能教学类

一对一教学是理想的教学模式，因为其天然具备个性化服务的内涵。研究表明，在一定层面，AI 能够模拟出有效的一对一教学模式[14][15]，其中典型的就是智能导师系统（Intelligent Tutoring System，ITS）。ITS 能够整合认知模型、学习者模型、资源推荐、学习路径推荐等众多的技术来实现针对学习者的个性化辅导。经历几十年的发展，ITS 已经获得了广泛应用，VanLEHN[16]认为在某些情况下，ITS 已经接近人类一对一教学的效果。Carnegie Learning’s Cognitive Tutor Mathematics Courese[14]已被 2000 所中学师生使用。随着 AI 技术的进步，ITS 中开始检测学生情绪的变化并提供针对性的学习策略调整[17]。

3 常规业务自动化

人工智能的自然语言处理分支已被广泛应用于学术写作训练领域。Simon[18]设计了一个针对

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

民法学习的写作课程分析工具。Ming[19]针对用机器学习的方法对汉字进行相似性对比，利用这些相似性数据自动生成汉字填空和多选试题。可以预见，未来大量的、重复性的工作将被人工智能取代。

4 未来发展的典型应用

吴永和等[20]提出了“人工智能+教育”应用的四种形态，包括智能校园、立体化综合教学场、基于数据智能的在线学习教育平台、智能教育助理。余明华等[21]深入了分析机器学习在智慧教育中的应用问题。本研究从实践的角度探讨如下几个具体的应用。

（1）大规模自动化的课堂观察和分析

①教学角度。在传统课堂上，教师难以快速识别不同学生的需求。如教师无法实时判断哪些学生掌握得好，哪些学生掌握得不好。有经验的教师可以根据学生的面部表达进行部分判断，但这中情况高度依赖教师本身的素养，因此这种教育近乎“艺术”，难以普及。

②教学评价的角度。典型的方式是通过对任课老师的听课、评课进行评价，这一方式存在两个问题：一方面，听课这件事本身对该堂课会产生影响；另一方面，这种听课行为无法做到大规模、持续地按需进行，难以积累大规模的有效数据。

以上两个方面都对课堂观察技术提出了高要求。随着深度学习技术的应用，人工智能技术在人脸识别、情感识别、动作识别、语音识别等领域取得了突破性进展，这为智能课堂中大规模、自动化的课堂观察和分析提供了基础。

（2）用于家庭早教的人工智能教育机器人、智能音箱等

随着人工智能在语言识别、语音合成、图像识别等领域不断取得突破，一批新型的早教机器人逐渐进入市场。这些机器人同互联网进行紧密结合，不断在用户之间发生数据交互。可以预期，这样的机器人最终将越来越了解儿童，其教育属性将越来越明显。

（3）万物识知与科研科普

万物识知与科研科普是一种新的在线学习和科研教学形态，该形态能够将日常生活经历和学习很好地结合起来。深度学习技术为这种教育模式提供了技术基础，如 Carranza 等[22]采用深度学习的图像识别方法对标本进行识别，准确率接近 80%。这项研究重要而深刻的意义在于：①在生物、地理等自然领域，机器自动识别物种和地理现象的能力不断提高，可能会极大地丰富这些领域的科研数据，这将解决野外工作者力量有限、不可遍及全球任何地方的问题；②用户通过手机 APP 拍摄所见之物，当遇到不认识拍摄物的时候，系统可直接通过机器识别，开展以用户兴趣和主动服务为核心的科普和自学服务，此方式正好切中自主学习、探索学习的精神。

三 人工智能教育应用的核心服务能力

1 人工智能教育应用的模型

Self[23]认为教育方面、心理方面和社会方面的知识通常是含蓄的、不外显的，ITS 作为人工智能教育应用的典型代表，其科学目标就是使这些知识能以精确和外显的形式计算化。从广义角度来讲，人工智能教育应用的科学目标也是类似的情况，即数据驱动的分析、预测和行动。

在人工智能的驱动下，教学测评评价、教学管理、教学场景、教育形式等方面呈现出新的教育产品和教育形态[24][25][26][27]。应用场景包括智慧教室、MOOC、ITS 系统中的学习和其它各类数字化学习环境。然而无论哪种学习场景，人工智能教育应用的核心共性关键要素可以概括

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为四种：①关于学习者的模型，即获取学生的学习经历数据，据此数据进行实时或者离线分析，从而提供实时或者离线的学习反馈和提示。在学习者模型中，关键的识别内容包括认知水平、情感和情绪、学习状态等。②关于领域的模型，即对学生所学知识主题的感知处理，自动构建符合学生需求、知识水平、情感状态的学习内容并做出相应的干预。③关于教学法的模型，即从人类教学过程或者机器对抗学习过程中提炼的、关于教学方法方面的知识。教学法模型是教师（包括智能导师系统）、学习者和学习资源这三个要素之间的粘合剂。④关于自动化的模型。自动化可能贯穿于前述①-③的各环节中。如在学习者模型中，依赖于机器学习的自动化方法将持续地为学习者进行建模，这个过程不是静态的，而是在线动态的；在领域模型方面，机器学习算法可以持续地对学习资源进行知识建模、分类；在教学法模型中，系统可以自动批改学生主观题的内容[18]，还可以自动出题[19]等。

2 人工智能教育应用的核心服务能力

人工智能的教育应用千差万别，但是也总离不开前述四个要素。而其底层更是存在若干共性关键服务，这些服务应该是可以被复用的。一些学者从智能代理的角度阐述了这种复用，如吴永和[20]提出了面向学生学习智能代理、面向教师教学智能代理、面向资源服务智能代理、面向教育管理者智能代理、面向家庭智能代理、面向整个教育的智能代理等。本研究提炼了工智能教育应用的核心共性服务，如表 1 所示。

表 1 人工智能教育应用的核心共性服务

序号	服务类型	描述	作用
S1	学生识别服务	通过生物、面部等特性识别学生身份	学生身份识别、课堂自动点名等
S2	学生认知诊断服务	通过分析学习行为、结果记录来识别学生在某个主题下的认知能力水平；结合大量的主题分析综合认知水平	根据认知水平进行个性化施教
S3	学生情感识别服务	通过生物特性、面部、语音等特征识别学生的情感状态	实时调整施教策略以提高学习绩效
S4	学习资源学科知识点等分类服务	对互联网网上海量的学习资源自动进行学科和知识点分类	自动、大规模地对海量学习资源进行分类
S5	学习资源认知归类服务	确定学习资源适合学生的认知水平	实现因材施教、个性化学习资源推荐的基础
S6	个性化学习资源推荐服务	该服务是在 S1-S5 的基础上实现的学习资源推荐系统	在合适的时候，为需要协助的学生提供适合其情感状态和认知水平的相应学习资源
S7	个性化教学设计自动规划服务	同样是在 S1-S5 的基础上实现的教学设计自动生成服务	满足教师（包括虚拟导师）同时面对多个学生的个性化教学需求
S8	自适应测试服务	在 S1-S5 基础上自动生成测试题目	确定学生的认知水平或能力水平
S9	自动批改服务	非客观类制品的自动评判	自动评阅作文

四 深度学习是一种共性关键技术

如今，教育正朝着因材施教和个性化教学方向发展。因此，在本质上，研究者首要关注的任务是教学过程中的分类和聚类，包括对教师、学生以及学习资源的分类和聚类，而教师、学生以及学习资源这三类又都包含多种维度（如教师—教学风格、教学手段，学生—认知水平、

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学习风格、潜在学习需求，学习资源—认知水平、类型等），再根据分类结果进行相关的教学预测和行动。因此，分类是教育领域中人工智能的一个主要关注点。

深度学习在分类问题中发挥了重要的作用。深度学习是机器学习的一种方法，深度学习模型是含有多个隐含层的人工神经网络，该网络的输入是特征向量，输出可以是二元分类或者多元分类。深度学习算法优化求解人工神经网络多个层级间的链接权重，从而对海量大数据中错综复杂的特征建模。在网络的内部，每一层在前一层特征的基础上进行新的表征提取，从而建立事物的抽象特征模型。本研究提炼深度学习对表 1 中若干核心共性服务的作用，如表 2 所示。

表 2　深度学习在教育领域的作用

序号	人工智能教育服务类型	深度学习的作用
S1	学生识别服务	基于已训练的人脸识别认证模型，快速对班级学生进行识别
S3	学生情感识别服务	已经可以通过人脸面部表情进行 7 类情感分类
S4	学习资源学科知识点等分类服务	可通过卷积神经网络、循环神经网络、词嵌入等技术进行大规模文本的自动分类和打标签
S5	学习资源认知归类服务	通过海量已分类学习资料作为样本，进行监督型深度学习，从而对新的学习资源进行自动认知层次的分类。
S7	个性化学习资源推荐服务	该服务是在 S1-S6 的基础上实现的学习资源推荐系统
S9	自适应测试服务	在 S1-S6 基础上自动生成测试题目
S10	自动批改服务	非客观类作业等内容的自动评判

目前，深度学习架构和算法已经有很多在特定领域和基准测试中表现优异。将这些成果移植到教育领域中需要做如下关键工作：①确定教育领域的问题域；②确定该问题对应的输入值特征向量；③确定是二元分类还是多元分类；④调优，由于深度学习中具有若干超参数，而目前超参数的选择尚未形成完备的理论化方法作为指导，故需在特定问题域中结合经验调整优化。

五 机遇和挑战

1 机遇：AI 应用门槛大幅降低，有利于领域研究者快速开始研究

AI 新突破和 AI 民主化[28]为快速推进 AI 在教育领域的深度融合应用提供了机会。近年来，深度学习在诸如计算机视觉、语音识别和自然语言处理等领域都取得了突破性进展，以深度学习为代表的 AI 技术快速进入大众视野。在这样的快速发展过程中，人们开始思考如何降低人工智能应用的门槛，并付诸于行动，这一行动被称为 AI 民主化。目前，微软认知服务、亚马逊的机器学习服务、Google 人工智能服务、OpenAI 以及 Github 上出现了越来越多的开源深度学习包，为软件工程师和研究人员提供了便捷，解决了传统人工智应用开发门槛高的问题。

2 挑战：隐私保护缺乏科学化

教育大数据的隐私保护缺乏科学化手段，导致围绕数据的研究不能快速健康发展。我们通常靠行政流程来确保数据保密性，但行政审批手段是从管理的角度来确保数据保密，而不能从科学的角度来确保数据保密。在利用科学的方法进行隐私保密方面，国外已经有了比较成熟的技术和策略。如 HarvardX-MITx Person-Course De-Identified dataset[29]应用 K-anonymity[30]方法作为一种数据隐私保护技术，其目的是在保护用户信息隐私的同时最大限度地提供有利于研究的

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

信息。目前，我国教育领域还缺少这方面的应用经验，这将在很大程度上影响教育大数据的开发、开放和研究。

3 挑战：机器学习训练集缺乏大量的标记数据

虽然目前深度学习领域在不断尝试半监督甚至无监督等方法，来降低对大量标记训练数据的依赖，但使用标记数据作为训练集进行深度学习训练依然是主要的方法。比如图像识别领域的训练，有很多是基于数据集 ImageNet[31]来进行的。业界也认识到，领域对学习具有重要的作用，因此在教育领域开发相当数量的标记数据集，将成为未来人工智能教育应用研究的一项重要工作。

六 结束语

“人工智能+教育”将是教育信息化发展的高级阶段。未来人工智能赋能的教育，将推动精细管理、精准测评、个性教学、因材施教走上新高度，在此过程中，关注和研究“人工智能+教育”的领域问题（包括应用领域、问题领域和技术领域的问题），以迎接由此而来的一系列挑战等，是不可缺少的。本研究分析了人工智能的发展概况，探究了教育人工智能的典型应用领域，提炼了人工智能教育应用的核心服务，指出教育人工智能面临的重大机遇是 AI 民主化，但关键的挑战在于数据的隐私与开放以及可供训练的语料数据集。

参考文献

[1]Luckin R, Holmes W, Griffiths M, et al. Intelligence unleashed: An argument for AI in education[R]. London: Person, 2016:18-19、51.

[2]U.S.National Science and Technology Council. The national artificial intelligence research and development strategic plan[R]. Washinton, US:National Science and Technology Council, 2016:10.

[3]House of Commons. Robotics and artificial intelligence[R]. London: Parliament 2016:12-16.

[4]Stone P, Brooks R, Brynjolfsson E, et al. Artificial intelligence and life in 2030[R]. Stanford, CA: Stanford University, 2016:3.

[5]Gelernter H. Realization of a geometry theorem proving machine[A]. Proceedings of the Computers & Thought[C]. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1959:137-152.

[6]Slagle J R. A heuristic program that solves symbolic integration problems in freshman calculus[J]. Journal of the Acm, 1963,(4):507-520.

[7]Evans T G. A heuristic program to solve geometric-analogy problems[A]. Koller H R. Proceedings of the Spring Joint Computer Conference[C]. London: Cleaver-hume Press, 1964:327-338.

[8](美)斯图尔特·罗素著,(美)彼得·诺维格著.殷建平译.人工智能:一种现代方法(第 3 版)[M].北京:清华大学出版社,2013:6-16.

[9]Halevy A, Norvig P, Pereira F. The unreasonable effectiveness of data[J]. Intelligent Systems IEEE, 2009,(2):8-12.

[10]Hays J, Efros A A. Scene completion using millions of photographs[J]. Communications of the ACM, 2008,(10):87-94.

[11]Hinton G E, Osindero S, Teh Y W. A fast learning algorithm for deep belief nets[J]. Neural Computation,

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2006,(7):1527.

[12]Lecun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning[J]. Nature, 2015,521:436-444.

[13]Kloft M, Stiehler F, Zheng Z, et al. Predicting MOOC dropout over weeks using machine learning methods[A]. Proceedings of the Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)[C]. Doha, Qatar: Association for Computational Linguistics, 2014:60-65.

[14]Chaudhri V K, Gunning D, Lane H C, et al. Intelligent learning technologies part 2: applications of artificial intelligence to contemporary and emerging educational challenges [J]. AI Magazine, 2013,(4):10-12.

[15]Bloom B S. The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring [J]. Educational Researcher, 1984,(6):4-16.

[16]VanLehn K. The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems [J]. Educational Psychologist, 2011,(4):197-221.

[17]Janning R, Schatten C, Schmidt-Thieme L. Improving automatic affect recognition on low-level speech features in intelligent tutoring systems[A]. Proceedings of the Design for Teaching and Learning in a Networked World[C]. Switzerland:Springer,2015:169-182.

[18]Knight S, Buckingham S S, Ryan P, et al. Designing academic writing analytics for civil law student self-assessment [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2016,28(1):1-28.

[19]Liu M, Rus V, Liu L. Automatic Chinese multiple choice question generation using mixed similarity strategy[J]. IEEE Transactions on Learning Technologies, 2017,(99):1-11.

[20]吴永和,刘博文,马晓玲.构筑“人工智能+教育”的生态系统[J].远程教育杂志,2017,(5):27-39.

[21]余明华,冯翔,祝智庭.人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索[J].远程教育杂志, 2017,(3):11-21.

[22]Carranza-Rojas J, Goeau H, Bonnet P, et al. Going deeper in the automated identification of herbarium specimens [J]. BMC Evolutionary Biology, 2017,(1):181.

[23]Self J. The defining characteristics of intelligent tutoring systems research: ITSs care, precisely[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 1998,10:350-364.

[24]Winebarger J，Stüker S, Waibel A. Adapting automatic speech recognition for foreign language learners in a serious game[A]. Proceedings of the 3rd Workshop on Games and NLP [C].Palo Alto, California, USA:AAAI Press, 2014:39-40

[25]Witt S M, Young S J. Phone-level pronunciation scoring and assessment for interactive language learning[J]. Speech Communication, 2000,(2):95-108

[26]Liu O L, Rios J A, Heilman M, et al. Validation of automated scoring of science assessments[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2016,(2):215-233.

[27]科大讯飞.国家普通话智能测试系统[OL]. <http://www.iflytek.com/content/details_27_726.html>

[28]Microsoft. Democratizing AI: For every person and every organization[OL].
<https://news.microsoft.com/features/democratizing-ai/#sm.00001ilndv6tq1dnqvln99h0adbfs#Tf5lXMWHLV2LIXe3.97>

[29]Mitx, HarvardX. HarvardX-MITx person-course academic year 2013 de-identified dataset, version 2.0[OL].
<http://dx.doi.org/10.7910/DVN/26147>

[30]SWEENEY L. K-anonymity: A model for protecting privacy[J]. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 2002,(5):557-570.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[31]Deng J, Dong W, Socher R, et al. Imagenet: A large-scale hierarchical image database[A]. Proceedings of the 2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition[C]. Miami, FL, USA :IEEE,2009:248-255.

New Progress of Artificial Intelligence in Education

FENG Xiang[1] WANG Ya-fei[2] WU Yong-he[3][Corresponding Author]

(1. Shanghai Digital Educational Equipment Engineering Technology Research Center, East China Normal University, Shanghai, China 200062;

2. Educational Technology Research Institute, IFLYTEK, Hefei, Anhui, China 230088;

3. Department of Education Information Technology, East China Normal University, Shanghai, China 200062)

Abstract: Artificial Intelligence (AI) in Education has been developing for more than 40 years. With the continuous breakthrough of artificial intelligence in various fields, Artificial Intelligence in Education will also usher in a new round of development. In this article, we first reviewed the developing process of AI. Then, analyzed the typical application fields and future trends of AI in education, concluded the application models and core service abilities of AI in education. Moreover, we argued that the significant role of deep learning technology in fulfilling some of the core services abilities. Finally, the opportunities and challenges of AI in education were discussed. This research showed a panoramic picture of the current application of AI in Education, expecting to offer references for future education enhanced by AI.

Keywords: deep learning; AIED models; AIED core service; democratizing AI; educational data privacy protection

---

*基金项目：本文为教育部在线教育研究中心 2017 年度在线教育研究基金（全通教育）课题“在线教育系统中学生反馈文本的情感分析技术与应用研究”（项目编号：2017YB126）、中央高校基本科研业务费华东师范大学青年预研究项目“课堂环境中基于面部表情识别的师生情感模式及应用研究”（项目编号：2017ECNU-YYJ039）、上海市科委科技攻关重大项目“上海数字化教育装备工程技术研究中心能力提升项目”（项目编号：17DZ2281800）的阶段性研究成果。

作者简介：冯翔，副研究员，博士，研究方向为人工智能教育应用、教育大数据与学习分析、教育软件和应用设计、教育信息化顶层设计，邮箱为 xfeng@eec.ecnu.edu.cn。

收稿日期：2018 年 5 月 12 日

编辑：小西

文章编号:1006—9860(2019)04—0010—07

人工智能时代的知识学习与创新教育的转向

李建中

(东北财经大学 公共管理学院，辽宁 大连 116025)

摘要：人工智能正从学习主客体地位的不确定性和学习场景的可能性两个方面挑战经典的知识学习路径，形成了多元的知识创新路径。该文从剖析人工智能时代知识创新及创新教育的本质入手，揭示了人在创新活动中主体地位的阶梯式消解、人文情怀的缺失以及评价机制的功利导向与问题意识的培养之间的矛盾是人工智能时代创新教育所面临的关键难题；提出通过情怀濡化、知识内化、角色重构和机制创新等四个途径，实现创新教育在人工智能时代的转向。

关键词：人工智能；创新教育；问题意识

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

自2006年以来，再次兴起的人工智能方兴未艾，正在成为推动技术进步和社会发展的关键要素。科学技术的竞争，归根结底是知识创新与人才的竞争。创新作为人才智慧的结晶，是人类对客观世界的能动改造。作为一项人类智能创造的技术，人工智能不仅正对人类的生产、生活产生颠覆性的影响，更为重要的是其对社会结构和社会关系的深度嵌入，突破了技术在社会场中的被动地位，通过神经网络算法的不断完善，智能技术建构了具有类人“智慧”的新型人—机互嵌的知识创新模式。机器学习已实现了以自我学习为特征的知识运用与创新，比如，Gamalon公司运用Bayesian Program Synthesis(BPS)技术突破了深度学习的大数据瓶颈，实现了机器通过自主学习完成概率编程的编写。甚至还有科学家预测在未来的强人工智能中，机器也将具有一定的心智。人工智能对人类社会的主动介入，使其不再是被动的、为人所驱使的技术形态，原有的知识学习和知识创新路径不得不寻求新的模式。知识创新将迎来新的范式，人们必须重新认识知识创新及创新教育的本质，创新人才培养的理念、模式也需要根本的变革。

一、人工智能时代知识学习与创新面临的挑战

人工智能时代，知识学习与创新面临的挑战，来自于从稳态的工业化社会向后信息化社会过渡的诸多知识传递与创造的不确定性。人工智能发轫于信息技术的快速进步及其与社会结构的高度融合，人机反馈机制的内在矛盾在信息时代已初现端倪，比如知识和信息分享机制与人类隐私之间的矛盾等。知识是人工智能技术发展与人类社会进步的基石，随着智能技术对人类社会介入程度的深入，原有的、创造了该项技术的知识学习和创新的路径已为自身的创造物所颠覆。不论是学习者的地位，还是学习场景和知识创新的路径，都在具有自我学习能力的人工智能技术的冲击下面临着极大的不确定性。

(一)知识学习主体与客体地位的不确定性

作为人类对自然生态与社会环境的适应策略，知识的传递与分享一直是人类习得技能、获取生存机会的重要途径。从古至今，知识作为人类得以发展的重要工具，一直以物化客体形式与人类主体共存于人类社会之中。在“人”与“物”的对立中，传统知识学习的主体与客体关系是学习与被学习的固化关系，即主体以单向递增的方式完成“知识学习—集成—创新”的过程，而作为客体的知识成为主体学习、集成与创新的内容，以显性的符号或文字被记载与传承。信息技术对教育过程的参与，在颠覆传统教学组织模式的同时，也打破了教育生态体系的均衡态势[1]。人工智能的自我学习能力正在改变知识客体的被动状态，知识学习过程中的主客体地位的边界正变得越来越模糊。

人类的学习路径一直是以知识为核心，以技能为目标。不论是远古的结绳记事，还是后来“师徒制”中的口口相授，再到现在的计算机辅助教学，传授知识一直是学习的主要目的与重要过程。这种学习策略将人类知识进行编码，然后以显性化的形

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

式实现技能的传承，其内核是学习主体对知识客体的熟记、领悟与集成创新。现代医学中的医生，需要熟悉相关疾病的病症，在结合自我临床经验和医学检查的基础上对症下药。然而，人工智能技术的主动参与，模糊了人在学习过程中的主体地位。比如，随着谷歌公司在智能医疗领域的积极探索，经过深度学习的人工智能已经可以快速辨别出早期糖尿病视网膜病变的迹象并定位癌细胞，其准确程度和临床价值甚至已大大超过了大夫多年的经验。虽然谷歌公司将其称为“助人的产品”，但是，这是否意味着未来成为合格医生的前提不再需要熟记繁杂的疾病病症和影像学特征呢？

人工智能技术以“主动”的方式介入主体操控的领域，在此过程中，知识客体不再是一个恒静态的被操控与被参照的“物”，而与主体形成了准静态的对立博弈格局。主体则可能从完全主动状态转变成局部被动状态，重新审视并接受人工智能更“高级而精准”的分析或“更智慧”的策略指导。马克思曾断言工具“是劳动借以进行的社会关系的指示器”。人工智能技术对知识学习的介入可以说是人与物从经典的恒静态关系转变为准静态关系的指示器，突显出知识学习、传递和创造过程中主体与客体定位的不确定性。

(二)学习场景转移的可能性

学校和家庭一直是人类习得技能、获得规则的最主要的场所，人们在社会情境中通过人际互动的形式内化知识。人类学家认为，文化知识的传承与规则的习得深受个体所生存的自然环境、家庭状况与社会氛围的束缚[2]。长期以来，社会学者相信人的社会化历程只有在自然的社会情景中才能真实、有效。因而，家庭和学校一直被视为人类培养心智、训练技能的主要场所。康德认为，文化的进步来自人类的理性的创造，尤其是学校的设立，其贡献最大[3]。其背后的逻辑则是，真实的社会情景对人的思维能力的训练，可以让人在此过程中形成条件式的应答，达到学习的目的。然而，人工智能技术的智能化趋势，使人的大脑训练过程可能在一定程度上不再需要真实的人类社会环境。

人类学习必须的社会场景，面临着被转移与迭代的可能性。一方面，基于智能技术的虚拟现实技术可在某些特定场所替代真实场景，完成对人类技能的训练和逻辑思维能力的训练等。比如，飞行员在模拟机上的训练虽不“真实”，但是安全高效。另一方面，人工智能技术为个性化的学习和自主学习提供了可能。个性化培养与因材施教，一直是教育追求的目标，但在学校教育场景中，个性化的学习和培养却难于实现，人工智能技术在教育过程中的运用则使其成为了可能。例如，在著名的人工智能展演者“阿尔法狗”大获全胜之后，不少围棋爱好者已开始尝试以人机对弈的方式替代传统的提高棋艺的方式。现在，已有越来越多的基于人工智能的辅助手段被运用于教育实践。比如，个性化的机器作业评阅和作文辅导。学校场景与教师介入，都在此过程中被弱化，数个世纪以来形成的学院型的“人—人”授业模式正更迭为“人—机—人”的协同模式。

(三)知识创新路径的多重性

创新的一个重要方面是知识的创新，知识创新是在理性思考前提下的知识内化与转化，人工智能对知识学习和创新活动的介入在一定程度弱化了人在创新中的主体地位，增加了知识创新过程与结果的多重性。波兰尼将知识划分为显性知识和隐性知识[4]，为理解知识创造提供了动力学视角。人在家庭和学校中所学的显性知识，必须通过内化过程才会转化为创新的源泉。因而，人的思维和主观能动性在知识内化的过程中至关重要。库恩在言及知识创新时特别强调人的主观能动性的作用，指出科学家们“通常会发展出许多思辨性的和不精确的理论”，而“这些理论本身为发现指出了途径”[5]。

经典的由人主导的从试验到创新的单一路径正随着人工智能的介入呈现出路径的多重性。人的主观能动性贯通于知识创新的始终，但是随着人工智能在创新领域的运用，知识创新的路径与效率发生了突变式的革新，人的角色参与度也发生了转变。人的主观能动性以及后期的探索性试验的相互印证建构了知识创新的常规路径，但在人工智能环境中，人机主体地位的不确定性将使人类知识创造的效率与结果越来越依赖于智能技术。比如，在新材料的研发中，研究员的知识储备与专业敏锐度直接影响着研发方向与进展。而最近，日本富士通株式会社和日本理化学研究所将第一性原理计算与人工智能技术运用在锂离子电池的新材料开发中，实现了在资料和数据不全的情况下更多材料结合的有效性验证，大幅度提升了锂电池材料的开发速度。在此过程中，人类的创新效率获得了提高，而人类主体地位从传统的“全程式”参与进化为“环节式”或“节点式”参与，深刻地改变了知识创新的传统路径。

二、人工智能背景下创新教育的本质与动力源

创新，是人通过不同知识的重构，发展新的技术或形成新的认知，以解决未曾解决的问题或矛

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

盾。在人工智能时代，不论是作为创新基石的知识学习，还是创新活动本身，都面临着不确定性的困扰，因而，厘清知识创新与创新教育的本质，探究其背后的驱动力，就显得尤为重要。

(一)知识创新与创新教育的本质

人工智能发展的起点是解决问题、提高效率，人类智能的起点是社会化，这是二者区别的根本。人工智能可以替代曾经由人主导的实验过程，但是，程式化的技术难于突破问题意识的局限。作为人类的实践行为，科学发展与技术进步是人类应对外在环境的一种生存策略。从这个角度看，创新在本质上是人类对知识的再加工，是对物质世界矛盾的利用与再组合。人类所使用的劳动工具经历了从简单到复杂，从粗糙到精致的进化过程，工具、技术的发展过程伴随着人类智力对自我发展的理性适应。因而，创新的本质可以理解为人对科学问题的发现及再创造。知识创新的表现形式可以是对人类未曾涉足的理论或应用领域的发现，对已知现象的科学解释，对已有理论的应用研究，对已知理论体系或应用体系的融合、完善与发展等。所有的创新都是基于人的实践，也就是说，创新的本质是人的实践活动，是对未知领域的逐步认知，并在此基础上进行的再创造。

创新教育是人类在适应过程中的文化创造和生存艺术，是人类社会化的重要形式。人在改造自然世界和社会的过程中，不仅习得规则，更创造和发展了知识，以应对自然界和社会的变化。人工智能对人类社会的介入是社会发展和技术进步的必然趋势，但其内生的不确定性将使人类社会的生存环境越来越复杂，对知识和技能的要求自然而然也越来越高。作为对人工智能时代知识学习和创造挑战的积极响应，人不仅需要拥有更多的知识和技能，更需要拥有解决新问题的能力。因而，教育不仅要传授学生知识，更需要培养学生探索和思考的方法，使学生以更积极的形式进行社会化。

人工智能技术的出现，正在改变学院式的教学场景，知识内化的模式也面临着极大的不确定性。学校一直是教育的重要情景，其职责是在不断提升教师的教学与研究能力的基础上，使学校更好地成为培育学生的基地，实现知识和技能的传递。米德认为，应该把全部的教育努力倾注在训练学生的选择能力上[6]。创新教育应当把学生的创造潜能还原到成长和生活的点点滴滴之中，培养其对社会变化的响应能力和效率，锻造其选择和组合知识的能力，激发其获取和传递知识的乐趣。

虽然，人工智能对于知识的传递和内化途径带来了变革，但以“线下”互动为特质的学校教育依然是人的社会化过程中不可或缺的一环。人类的自我定义本质上是一种文化传递和构建过程，将技术和知识的传递约束于学校是人类社会共同的制度安排。学生文化人格的形成是学校教育的关键。创新教育的内核不仅仅是传递知识，更重要的是内化文化和塑造人格。只有认识到创新的文化传递属性，才能意识到创新教育的创造性适应。

从长远来看，知识传递中的工具性部分，将逐步为技术所取代，而文化传递和人格塑造将决定人类智能的未来。只有尊重社会发展的一般规律，积极面对智能技术所带来的不确定性，让真正的创新思想服务于人类生活，让科学发现具有广泛的可能性，创新教育才能真正地实现教育的价值，践行知识创新。

(二)知识创新的动力源

积极健康的人格和人文情怀是创新的源动力。随着工具性技能为智能技术所取代，社会发展的驱动力内化为了人的特定人格和精神情怀。创新是在实质上不同于固有形式的新思想、新行为和新事物，本质上是观念的创新。创新活动作为一种适应行为，是具有特定目的的行为。科学探索是以某个群体或个人的得失为目的，还是以服务人类社会发展为目的，必将显现出对待探索、创新的不同态度。创新是研究的灵魂，不同于重复性或规律性的劳动，创新本身具有必然性与偶然性，二者相辅相成，既存在对经验、知识的总结与升华，也存在着对现有知识体系的发展与突破。

人工智能对知识学习和创造过程的强势介入，模糊了人在创新过程中的主体地位。随着创新的不确定性大大增加，失败亦将伴随整个创新过程。只有怀有对科学的热爱，才能克服主观上的失意，潜心总结失败的客观原因，并从失败中吸取教训，并在不断试错中发现科学规律。人工智能可以为创新路径提供诸多创新的可能性，如何抉择则成为考验探索者的真正难题。故此，创新需要的不仅仅是正确的探索方向，更需要对探索的执着追求与不妥协的科学态度，这才是实践创新的动力之源。

因而，创新人格的养成是创新教育的重中之重。人不仅是自然的人，更是社会的人。人工智能的不确定性不仅仅体现在知识的学习和传递上，也体现在其社会外部性上。随着人工智能与人类社会的深度互嵌，人格的瑕疵将放大其社会负效应。班杜拉发现人们常常忽视社会变量对人类行为的制约作用，强调社会模仿在学习新习惯和破除旧习惯上的重要性，认为行为的习得既受遗传因素和生理因

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

素的制约，又受后天经验环境的影响[7]。马克思曾敏锐地指出，人本身是自己的物质生产的基础，也是他进行的其他各种生产的基础。人的各种实践活动正是其内心的外在呈现，人的人生观、价值观、世界观决定了其实践行为的方向。对于探索者来说，应减一分功利，增一分淡泊，少一点短视，多一点创新研究大情怀。

三、人工智能环境下培养创新人才的难题

人工智能的外部性一直是哲学家和研究者关注的重要理论问题，作为工具的信息技术尚且在社会场中“毁誉参半”，已突破工具限域的人工智能将如何参与公众的社会活动以及如何嵌入当下的社会结构之中，成为科学家、工程师、社会科学者及大众共同的困惑。具体到创新领域，人工智能不仅影响着创新的过程，更在人机交互的过程中影响着人的思考和行为。

(一)人在创新活动中主体地位的阶梯式消解

人在创新活动中的主体地位随着人工智能的介入，将出现阶梯式消解，如何发挥人的主观能动性成为人工智能环境下创新活动面临的首要难题。虽然，爱默生将人体视为“发明的储藏库，是专利局，所有的窍门都来自于其中的模型。所有的工具和引擎都只不过是其四肢和感官的延伸”[8]。但随着技术对人类社会的嵌入，作为技术主导者的人的主体地位却正在发生微妙的变化。温纳甚至把科学与技术形成的环境称之为“第二自然”，认为科学与技术的发展促使人类面临的不仅是自然界的规则与规定，更多的是其带来的社会结构的变革，使得人的主体因素在人与环境的对立与消融中与朴素的“人与自然”的主体角色呈现完全不同的定义[9]。也就是说，科学与技术的发展，本质上是改变了“人”与亚里士多德时代朴素“自然”的协同依存关系，从主体发现自然规律、顺应自然规律，转向为“改造”自然，形成与朴素“自然”相对的对抗性“第二自然”。人工智能技术介入社会领域，将人与物的关系从传统的恒静态关系推向了准静态关系，即从稳态走向了暂态。在这种不确定因素的引领下，作为主创的“人”的主体性在人工智能的介入下，在创新各环节中呈现出阶梯式稀释与消解。

人工智能与知识创新的互嵌，在消解人的主体地位的同时，也将进而弱化人的创新动力。在科学与技术形成的“第二自然”的环境模式下，第二自然的“技术性”增殖与人类的固有能力亦形成明显的对比。创新的本质是人的实践活动，创新活动是基于“提出问题，分析问题，解决问题”三步走的实践路径。因此，创新必须从“提出问题”出发。在创新的初始环节，人的主体作用毋庸置疑。而在创新过程中，随着人工智能介入程度的增强，不难发现，人的主体性比重是相对下降的。人，或许需要重新适应自我的地位。埃吕尔认为，随着技术的发展，人“必须调整自己，仿佛世界是新的一样，去适应一个他并非为之所生的宇宙”[10]。甚而，人工智能的强力介入亦可能使得主体在某环节下产生对技术的惰性依附，自我创新意识消失，把人类的发展和知识的创造交由智能技术。

(二)智能化生存环境中人文情怀的缺失

人工智能带来了人类智能化的生存模式，越来越多原本需要人际互动才可完成的需求由人人互动变为人机互动，人的社会属性正遭遇严峻挑战，人文关怀面对强势的技术正在失去吸引力。人类从队群到部落再到酋邦和国家，组织类型在不断扩大，这是人类一种十分重要的生存策略，即依靠群体获得在自然界的生存。因而，关心社会成员，获得群体归属感，是人类基本的人文情怀。但是，在人工智能时代，人在生存中对群体和他人的需求，正在转变为对机器和技术的需求。比如，随着智能手机和网络与人类生活的深度结合，在一定程度上，智能技术的嵌入正在弱化人自我的主观能动性，人不自觉地成了技术的“附属品”。对社会与人的漠视，是智能化生存环境中人类面临的现实困境，这将使得创新丧失内生的驱动力。

由于人工智能技术的强力介入，亦可能使社会结构发生嬗变。人类“受制”于智能技术，并最终变成“技术”的依附体，缺乏作为人应有的情怀，成为“城市野蛮人”。霍克海默在《理性之蚀》中强调，“当物质生产活动和社会组织渐渐变得更为复杂和具体化时，对这类手段本身的认知也变得越来越困难”[11]。这种担忧虽然较为极端，然而在低阶的自动化阶段已现端倪，如自动流水线上的工人越来越呈现出物的被动性。而在相对高阶的“人—机—人”协同模式中，人类在知识的传递、信息的获取、技能的培训上对智能机器的依赖已成为不可辩驳的事实。人与人之间的交流与社会关系网无疑会出现淡化的趋势，人的“技术型非社会化”孤岛模式导向会加深，接踵而来的人文关怀、社会责任等人类在社会行为的参与中建立起来的社会属性会被消解。凯斯特勒在《创造的艺术》中尖锐地指出，一些受过良好教育的人在享受物质成果的同时，缺乏人文情怀，不仅不关心技术成果背后的科学原理，也不关心其生存的社会环境，“过着一种城市中的野蛮人的生活”[12]。实际上，在技术

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

专门化、分工精细化的现代社会，人类主体的“环节式”参与创新对人类的社会属性提出了更高的要求。人是社会性物种，其社会属性决定了创新行为绝非个人行为，没有人文精神为后盾，缺乏对生存社会的关怀，创新只会沦为空中楼阁。

(三)评价机制的功利导向与问题意识的培养之间的矛盾

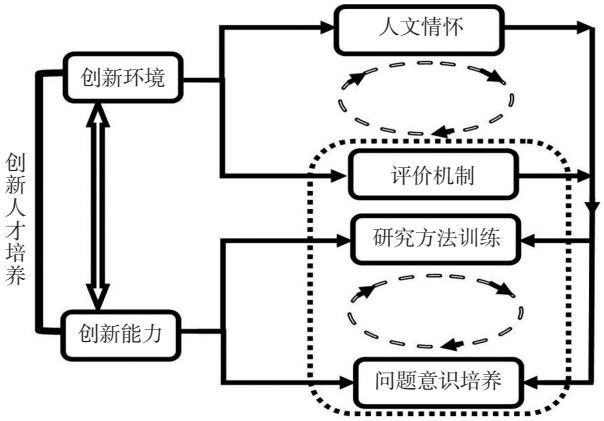
功利导向的评价机制扼杀了作为创新萌芽的问题意识，问题意识的缺乏，将可能使人成为人工智能的附庸，而非主导者。从“李约瑟难题”到“钱学森之问”，都折射出我国部分研究者和学生问题意识的缺失。人工智能改变了知识传递的路径与学习策略，突出了问题意识的重要性。在一定程度上说，创新精神和创新能力都是建立在问题意识的基础之上的。

创新活动强调推陈出新，这就要求研究主体要善于观察，有一颗好奇心，并善于不断尝试自己解决问题。敏锐的观察力是形成问题意识的基础，好奇与质疑精神是培育研究问题的催化剂，而亲自动手解决问题是将问题转化为创新的最强有力的助推器。过去很长一段时间，我国对学生的评价以分数为主，导致部分学生的好奇心与质疑精神为“题海战术”所磨灭。创新是人类的本性，人类活动具有天然的创造冲动，社会生活的不断发展变化吸引人们不断用创新的方式去应对[13]。在人工智能辅助学习的过程中，知识传递越来越多地依赖在线学习或虚拟场景的学习，这虽然有利于知识的内化和学习效率的提高，但无疑忽视了人际互动过程中社会规则的获得，使“问题”缺乏生长的土壤。

部分高校评价机制的功利导向在有效推动知识创新的同时，也在一定程度上制约了创新人才的培养和关键技术的有效突破。比如，我国已成为全球第二大SCI论文发表大国，然而，与之不相称的是，我国在信息技术、新材料、智能制造等诸多关键领域仍受制于人。此类急功近利的考核机制，在一定程度上已异化了科学研究的探索本质，并使得部分研究者既不能以“坐冷板凳”的精神专注于自身的研究，也不愿意选择有难度的课题开启探索之旅。可以说，这种以实用主义为哲学基础的功利主义评价机制，将教育活动与知识创新物化为技术的副产品，成为量化指标的“追随者”。

四、创新人才培养的新机制

培养创新人才，包括环境的创新与创新能力的提升。对个体而言，人文情怀是内在动因，直接决定了知识的吸收和转化的效率，外因则包括知识内化、角色重构等。这些因素相辅相成，交互影响，最终实现创新人才的培养(如下图所示)。



创新人才的培养图

(一)情怀濡化：人文精神与社会责任的培养

人文精神的培养，是保持创新活动纯粹性的第一要素。人工智能依托数据训练而成，人文精神变量在其驱动模型中的缺失，使得人的主体不断被疏离[14]。人文情怀一旦缺失，人将很难保持创新必须的理性思考，将创新视为名利场。培养创新情怀，其本源在于激发人对未知世界的好奇心，对知识的热爱，“虽有至道，弗学，不知其善也”。功利导向的创新教育过分强调技术的物质属性，忽略了科学知识的纯粹性。人工智能时代需要人工智能思维，关注教育活动本身，尊重人的社会属性，真正理解学习的发生机制[15]。只有以更大的人文情怀为基石，才能突破实用主义的桎梏，对知识和现实及未知世界充满激情。

人工智能技术的外部性源于技术的功能导向，内生于实用主义的哲学局限性。人工智能所展现出的强大能力与潜能，势必加速其对人类社会的结构性嵌入，在社会层面产生深刻的影响。人工智能的发展不仅会挑战人类既有价值体系，还会冲击传统的伦常关系，产生新的社会不平衡[16]。人工智能技术的发展既可以增强人类的幸福，也可能给人类带来巨大的伤害。比如，智能机器人与无人机，在战场与通用领域的不同运用，将产生完全不一样的社会效应。霍金斯提醒人们，不要过度依赖人工智能，应该保持必要的谨慎[17]。如果创新者缺乏相应的社会责任意识，滥用人工智能技术，无疑会给公共安全和社会治理造成巨大的伤害。

(二)知识内化：问题意识的培育与科学方法的训练

问题意识的培育，注重培养学生的科学预见能力和逻辑思维能力，让创新活动遵循技术进步的一

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

般规律。人工智能以计算主义为起点，有效延伸并强化了人脑的机能[18]。人类智能能创造人工智能，是由于目前人类的逻辑思维能力和推理能力、理解能力还无法被人工智能替代。知识内化，不仅仅是知识和技能的传递，更重要的是逻辑思维能力与科学预见能力的训练和培养。比如，只会设计实验还远远不够，应更进一步通过理解每一个科学数据的科学含义，发现科学规律。只有经过此阶段，创新者才可能完成从技术层面的积累向科学层面的感悟，才能培养出自觉的“问题意识”。这个过程并非一蹴而就，需要引导者因材施教的倾力培养，也需要被培养者的全心投入，从而完成从量变到质变的飞跃。

研究方法的训练，则是要培养学生分析和解决问题的能力，提升运用知识的水平。科学创新需要科学研究方法的指引，在人才培养过程中，一定要重视研究方法的训练。研究方法的训练可以架起从形象思维升华至抽象思维的桥梁，是学生内化知识认知，提升其创新全局性思维能力的重要途径。比如，对于初入研究领域的人来说，对创新怀有朴素的热情，对知识创新仅有一些感性的认识，真正要去解决问题时，常常深感茫然，不知如何下手。研究方法的训练就是要从技术层面培养学生科学解决问题的能力，即学会在面对一个难题时，知道如何用科学的方法去研究与解答。在创新者的成长过程中，研究方法起着非常重要的指引作用，是完成知识从感性认知到理性实施的重要转化手段。

(三)角色重构：主体角色的自我觉醒

人工智能时代，教师传递知识的角色与学生学习知识的角色均将发生深刻的变化。显性知识的传递将越来越多地依靠智能技术，人工智能的参与提高了知识内化的效率与效果。由于智能技术对知识学习和创新过程的介入，教师与学生不再是机械的“传授”与“被传授”的角色分立。教师更多地是扮演知识创造的启发者，社会情怀的引领者与科学方法的培训者。学生作为知识学习的主体，借助教师与技术的力量吸收知识，强化科学认知，增强问题意识，收获人文情怀。

主体角色的“自我”觉醒，在师者，在学生，都是一个严肃而宏大的课题。海德格尔说，人不是独立的个体，而是沉浸在世界之中，是认识活动和工具的整个语境的一部分[19]。无论教师与学生，都是人工智能社会中的非独立角色。在泱泱技术世界中，无论在专业知识上还是在社会角色认知上，即便作为“授业者”的教师也面临着“相对无知”的困境。在许多高校，教师大多是博士毕业后就直接进入学校任教，因此，在一定程度上缺乏在业界实操与社会实践参与的经历。拓宽教师走进业界的渠道，完成教师专业角色和社会角色的自我重构，可以让教师的“科研智慧”“社会智慧”有的放矢，使教师“知不足，然后能自反也；知困，然后能自强”，完成从“相对无知”到“相对智识”的质变。

对学生而言，主体角色的自我重构，需要突破的则是“技术”学习与培训的狭区，除了专业技术的学习，更应增加创新自觉性，收获问题意识，完成从技术学习路径依附到自我觉醒意识的建构。

(四)机制保障：评价的包容与科学

习近平总书记强调，要“在全社会营造鼓励大胆创新、勇于创新、包容创新的良好氛围，既要重视成功，更要宽容失败，为人才发挥作用、施展才华提供更加广阔的天地，让他们人尽其才、才尽其用、用有所成”[20]。科学的评价机制，应向着包容与科学的方向发展，成为创新教育的有益助力。海维特通过大量的研究发现，科学研究的成功在很大程度上应归功于对探索研究多样性的容忍[21]。给探索者更多的沉淀时间与思考空间，对他们成长中的付出给予肯定与包容，让真正热爱研究的人能潜心知识创造，是对知识创新者的人文关怀。教学科研评价机制不应成为学生、教师和创新者的掣肘利器，而应该是探索者成长与成熟的有力保障。有宽容才有大爱，有大爱才能大兴。评价机制的多元与包容，可以提升大众创新的热情，培养研究者的科研情怀，激发人才的创新能力。

构建科学、包容的创新环境，就是要客观看待科学研究和研究成果。教学科研评价机制要关注研究者在学术思想、研究方法和视角上的创新和突破，激励知识创新者追求科学发现的真谛。同时，正确认识探索过程中的挫败，不放弃，不妥协，始终抱有不懈的信念，用“工匠精神”将创新潜力发挥到极致，将理性的科学智慧与感性的科学使命高度融合，最终实现知识的创新。

五、结语

知识作为人类得以发展的重要工具，一直以物化的客体形式与人类主体共存于现实社会之中。教育是知识学习的重要路径，也是人类社会延续与发展的永恒主题，创新教育关乎人类自我认知、自然改造与社会进步。人工智能对知识学习过程的强力嵌入构成了特有的人—机—人交融的多维空间。人类认知与探索的广度与深度由于人工智能的介入获得了拓展，然而与之相对应的是，人工智能的强大

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

容量、完美的自洽能力与人类自我的知识限量、经验限度的强大反差使得我们需要重新审视技术带来的变革与矛盾。通过情怀濡化、知识内化、角色重构和机制保障等四个途径实现创新教育在人工智能时代的转向，是教育对人工智能时代知识创新的积极应对。

参考文献：

[1] 王鹃.技术赋权视阈下的教育信息化反思[J].中国电化教育,2018,(2):96-99.
[2] [美]威廉·哈维兰.文化人类学[M].上海:上海社会科学院出版社,2006.
[3] 范进.康德文化哲学[M].北京:社会科学文献出版社,1996.
[4] [英]迈克尔·波兰尼.个人知识[M].贵阳:贵州人民出版社,2000.
[5] [美]托马斯·库恩.科学革命的结构[M].北京:北京大学出版社,2003.
[6] 庄孔韶.教育人类学[M].哈尔滨:黑龙江教育出版社,1989.
[7] 金盛华.社会心理学[M].北京:高等教育出版社,2005.
[8] Ralph E.Works and Days[M].New York:E.P.Dutton,1963.
[9] [美]兰登·温纳.自主性技术[M].北京:北京大学出版社,2014.
[10] Jacques E.The Technological Society[M].New York:Alfred A.Knopf,1964.
[11] Max H.Eclipse of Reason[M].New York:Seabury Press,1974.
[12] Arthur K.The Art of Creation[M].New York:Dell Publishing,1967.
[13] 徐辉.创新教育的理论及其哲学、人类学基础[J].教育研究,2001,(1):10-14.
[14] 潘军.AI理性价值智能的隐忧与消解[J].自然辩证法通讯,2018,(4):20-25.
[15] 吴刚.从工具性思维到人工智能思维——教育技术的危机与教育技术学的转型[J].比较教育研究,2018,(4):51-59.
[16] 孙伟平.关于人工智能的价值反思[J].哲学研究,2017,(10):120-126.
[17] [美]霍金斯,布拉克斯莉.人工智能的未来[M].西安:陕西科学技术出版社,2006.
[18] 张劲松.人是机器的尺度[J].自然辩证法研究,2017,(1):49-54.
[19] 成素梅,姚艳勤.哲学与人工智能的交汇——访休伯特·德雷福斯和斯图亚特·德雷福斯[J].哲学动态,2013,(11):102-107.
[20] 中共中央文献研究室.习近平关于科技创新论述摘编[M].北京:中央文献出版社,2016.
[21] Hewitt C.Open information systems semantics for distributed artificial intelligence[J].Artificial Intelligence,1991,(47):79-105.

作者简介：

李建中：讲师，研究方向为创新教育理论(ljzww@foxmail.com)。

Transferring of Innovation Education and Knowledge-learning Mode in the Era of Artificial Intelligence

Li Jianzhong

(School of Public Administration, Dongbei University of Finance and Economics, Dalian Liaoning 116025)

Abstract: The artificial intelligence is challenging the classical knowledge learning path from two aspects of the uncertainty of subject and object in the process of learning and the possibility of the learning scene. And the path of knowledge innovation is formed. In the study, the essence of knowledge innovation and innovation education was discussed systematically. The stepwise degradation of human being's dominant status, the lack of human spirit and the contrast conflicts between the benefit-oriented innovation education and problem consciousness, are the key issues that human society is confronted with in the era of artificial intelligence. The construction of human spirit enculturating, knowledge internalizing, role restructuring and institution supporting are proposed to provide an approach to the transferring of innovation education in the new ear of artificial intelligence.

Keywords: Artificial Intelligence; Innovation Education; Question Inspiration

收稿日期：2018年10月10日
责任编辑：宋灵青 李雅瑄

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能开启“互联网+教育”新模式

李昭涵 中国信息通信研究院产业与规划研究所工程师
金 桦 中国信息通信研究院产业与规划研究所高级工程师
刘 越 中国信息通信研究院产业与规划研究所高级工程师

摘要:人工智能技术的不断进步促进了其与教育行业的融合发展与应用创新,以人工智能为核心的新兴信息技术不仅有助于均衡教育资源、提高教学效率、改进学习体验,而且正在逐步实现真正意义上的个性化学习。可以说,人工智能将成为“互联网+教育”取得突破式发展的重要驱动力量。本文梳理分析了“互联网+教育”的发展现状及存在的问题,并对目前人工智能技术与教育行业的结合成果进行了介绍,最后对未来人工智能与教育行业在学习者模型领域、教学模型领域及特定学习领域的融合应用前景进行了分析及展望。

关键词:人工智能;互联网+教育;个性化学习;STEAM教育

1 引言

AlphaGo在与李世石的“人机围棋大战”中胜出,使越来越多的大众把目光投向人工智能领域。人工智能自20世纪40年代发展至今已有70余年,近几年,深度学习技术在图像识别、语音识别等领域的长足进步推动人工智能进入了崭新的发展阶段。Gartner最新公布的2017年重大科技发展趋势表明:“未来将是以智能为核心、通过数字化实现万物互联的时代”,人工智能将无处不在。

如今,人工智能已经或正在颠覆性地改变着许多行业和领域,并且悄然渗透进大众生活:从Siri到指纹解锁、人脸识别,从在线翻译助手到智能机器人、无人驾驶汽车等,人工智能正逐渐融入电商零售、金融、交通、教育、医疗健康、个人助理等多个领域,并展现出巨

4 结束语

通过建立人工智能技术体系架构,可以理清人工智能技术发展的瓶颈,明确人工智能技术发展路线,促进人工智能的应用,使人工智能研究和应用领域形成共识,从而推动人工智能的持续发展。

参考文献

[1]Kurzweil Ray. 奇点临近[M].李庆诚,董振华,田源译.北京:机械工业出版社,2011,10,1.
[2]徐贵宝.语音控制互联网交互及其关键技术研究[J].电信网技术,2013,01:31-35.

A technological architecture of artificial intelligence

XU Guibao

Abstract: The connotation of artificial intelligence is clarified firstly by discussing of the definition of artificial intelligence and its relationship with the human intelligence. Then with this base, a two-layer technological architecture of Artificial Intelligence is brought with the core layer and the key technology layer. Final, blocks of algorithm and theory, perception, thinking, action are described in detail.

Key words: artificial intelligence; technological architecture; core layer; key technology (收稿日期:2016-11-20)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

大的应用潜力。2016年8月，国务院发布《“十三五”国家科技创新规划》，明确指出：“要在基于大数据分析的类人智能方向取得重要突破”、“并在教育、办公、医疗等关键行业形成示范应用”。教育作为知识密集型行业，人工智能将成为“互联网+教育”突破式发展的重要驱动力。

2 “互联网+教育”现状和问题

早在2500年前，孔子就提出了“有教无类，因材施教”的教育理念。如今，让每个人都能平等接受教育并享受到个性化的教学指导，一直是广大教育工作者为之努力奋斗的目标。互联网新技术的不断进步突破了时间和空间限制，让优质教育资源得以科学配置与整合；信息化、互联网化、智能化的技术手段，丰富了教学形式与场景，极大地改善了教育体验；以大数据、云计算、人工智能、AR/VR为代表的新技术应用，越来越创造性地突破教育外延，促使线上、线下融合加深，也让互联网重塑传统教育逐步成为可能。

“互联网+”对传统教育的重塑主要体现在以下两个方面：

（1）均衡教育资源、实现教育公平

“互联网+教育”在一定程度上打破了时空、地域、经济、文化的壁垒，将优质教育资源与先进学习模式传递给每一位求知者，尤其是经济欠发达地区的学习者。例如，MOOC模式在线学习平台将广大学生与海量课程相连接，学生能够更加方便地获取其感兴趣的教学资源，使线上自主学习模式成为传统课堂学习的有效补充。同时，随着教育资源数字化、在线化、共享化程度的不断加快与加深，教育公平的愿景也将进一步实现。

（2）提高教/学效率、打造个性教育

互联网新技术的不断进步，使教育活动从各个环节上得到优化和完善，从而提高了教师的教学效率与学生的学习效率。例如，教育O2O平台搭建起学生与老师的沟通桥梁，提升了学生快速找到好老师的效率；题库类、拍照答疑类工具产品，通过改善教学过程中的练习自测及辅导答疑过程体验，提高了学习效率与辅导效率；再如借助大数据分析、深度学习等技术，个性化、精准化教育取得显著进展。此外，人工智能、AR/VR等新技术与传统教育也在不断融合发展，自适应学习、沉浸式教学等技术与应用均有所突破。

但应当看到，“互联网+”只是在浅层次实现了对教育服务的融合渗透，互联网发挥在线市场作用，初步解决了教育上的“可获得性”（Accessibility）、“灵活性”（Flexibility）和“可支付性”（Affordability）等问题。然而，教育和学习是一个极其复杂的过程，其核心“交互性”（Interactivity）问题一直未得到有效解决，这也是互联网与教育行业融合后出现课程完成率低、教/学效果令人堪忧的根本原因。教育产品的交互性不仅是简单的产品界面交互，更是学生在学习过程中不断获得反馈的过程，这种交互性体现为满足老师和学生的交互、学生之间的交互以及学生与系统内容的交互。其中，学生与系统内容的交互又是重中之重，平台或系统应当能够针对每个学生个体接受度、理解力等有所不同，给予差异性学习规划及指导，扮演智能学习引擎角色。只有实现了教育产品的智能反馈与智能互动，互联网对传统教/学方式的革新才指日可待、与传统教育的融合渗透才能进一步加深。互联网从来不是单纯的解决连接问题，更多的还应解决在习惯、效率、技术等其他层面上的问题，借助图像/语音识别、语义识别、大数据、机器人等先进技术，人工智能将成为互联网重塑传统教育的重要驱动力量。

3 人工智能时代教育的现在和未来

3.1 什么是人工智能

人工智能（Artificial Intelligence，AI）作为前沿科学和交叉学科，国际上目前尚无统一定义，一般来说可认为人工智能是研究和开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新兴技术科学。人工智能是计算机科学的一个分支，其主要研究内容包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。人工智能是对人类意识及思维过程的模拟，它虽不是人类智能，但能模拟人类的思考过程，甚至有可能超越人类的智慧。

业界研究者普遍认为，人工智能的发展将经历弱人工智能、与人类智能相当的“强人工智能”和全面超过人类智能的“超人工智能”3个阶段。目前，弱人工智能已经应用于生活的方方面面：智能搜索引擎、实时在线地图、Siri手机语音助手等都运用了人工智能技术，教育领域的拍照搜题、智能口语测评、语音学习助手等

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

也已深入教学应用。随着人工智能技术的不断成熟与强大,人工智能与教育行业的结合势必更加紧密与深入,为“互联网+教育”带来颠覆性的新突破。

3.2 人工智能与教育的结合

目前,以人工智能为核心的教育科技开始从数据采集(语音识别、图像识别、传感器等)、数据处理(语义识别、大数据、自适应、认知计算、情感计算等)和人机界面(AR/VR、机器人、3D打印)3方面与教育行业开展深度结合与应用,逐步增强教学智能性与互动性。融合应用主要集中在作业自动批改、拍照搜题类在线答疑、智能测评和个性化学习4个方向。目前结合点较为分散且大多数产品尚处探索阶段,但已有部分产品开始投入应用、接受市场验证,并取得了较为显著的成效。

(1)作业自动批改

语义分析技术的进步使得作业自动批改成为可能,对于简单的文义语法机器可以自动识别及纠错,甚至是提出修改意见,并根据学生的作业结果为教师自动生成详细的学情报告。目前,已有许多教育产品开始尝试这一功能,随着技术的不断完善,大规模应用作业自动批改将有效分担教师的教学压力,显著提高教学效率。

(2)拍照搜题、在线答疑

借助智能图像识别技术,拍照搜题功能在教育产品中获得了突破式发展,并已具备了一定的应用规模。学生在遇到难题时只需用手机拍照上传到云端,系统在一到两秒内就可以反馈出答案和解题思路。目前,这类应用不仅能识别机打题目,手写题目的识别正确率也已提高至70%以上。拍照搜题不仅丰富了学生的答疑辅导方式,更提高了学生的学习效率,极大增强了学生的自主式学习能力。

(3)智能测评

智能测评是指利用人工智能技术对可被数字化、标准化的教/学行为及数据进行测试、分析与评价,目前已取得初步应用。一是利用语音识别技术的英语口语智能测评,此类语音测评软件能够在用户跟读的过程中,及时对发音做出测评并指出发音不准的地方,通过反复测评训练提升用户口语水平;二是利用大数据和数据分析技术的学情智能测评,通过对学生学习过程及学习成效的数据统计,分析学生知识、能力结构和学习需求的差异化特点,帮助学生与教师获取真实有效的改进依据。通过学情智能测评,学生可以清楚看到问题所在,学习更高效;教师可以针对具体情况对症下药,选择不同教学目标和内容,实施不同教学方式,进一步提高教、学的针对性、有效性和科学性。

(4)个性化学习

个性化学习是指以反映学生个性差异为基础,以促进学生个性发展为目标的学习范式。利用大数据可以详细描述每个学生的学习特性,构建完整的学生画像,因此可以与自适应学习技术相结合,为每个学生创建个性化的自适应学习体验与学习路径,推送适合每个学生的差异化学习内容与课程规划。另外,提供个性化教学服务的虚拟学习助手会像学生的私人家教一样,尽可能地从情感、行为和认知层面模拟一位优秀教师的教学过程。

3.3 人工智能开启“互联网+教育”新模式

随着更多维度和更大量级的数据采集与数据汇聚、更高效的数据处理方法以及更具互动性的人机界面的发展,今后人工智能在教育领域将形成点面结合的产品演进模式与系统化、智能化的产品应用潮流,人工智能将不断革新改变传统教育的学习范式,开启教育新模式。

从教/学过程中学习者、教学者的角色分类出发,未来人工智能与教育行业的融合应用将主要划分为学习者模型(Learner Model)与教学模型(Pedagogical Model)两大领域。同时,在标准化、普遍化的传统教育内容(如应试教育内容、职业教育内容等)之外,某些特定学习领域(Domain Model)也成为人工智能与之结合的热点,同样具有强大的发展潜力。这里就在充分考虑教学角色与特定教学内容的基础上,对人工智能在学习者模型领域、教学模型领域和特定学习领域3方面的创造性革新进行分析与展望。

(1)学习者模型领域

该领域重点关注以学习者为中心的教育产品与应

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

用,并把促进个性化学习、实现因材施教作为重要目标。据Technavio预测,2020年全球“人工智能+教育”在学习者模型领域的全球市场规模将达到6300万美元,年复合增长率将达40%。

如果说现有的“互联网+教育”方式解决的是“知识送达”问题,那么基于人工智能的“互联网+教育”将重点解决交互式自适应学习难题,并最终实现因材施教。智能化的自适应学习系统是学习者模型领域的关键与核心,它将显著改变现有的学习范式。自适应学习系统利用算法处理获取到的各类信息,通过“生成适应性内容”与“获取并分析反馈数据”两个步骤的不断迭代,逐步进化成为与学习者越来越契合的适应性“家教”。事实上,许多传统教育机构与互联网教育研究者为了给学习者提供更智能的学习选择,早已在其产品中应用了自适应学习技术。从广义上说,任何能够通过学生的反馈而推荐不同题目或知识点的系统,都意味着具有“自适应学习”功能,但本文所强调的是基于人工智能的、更加成熟的、具有一定技术深度的自适应学习。

具备人工智能能力的自适应学习解决方案显然也是个性化学习的有效方案之一。在拥有优质教学内容的前提下,自适应学习技术通过提供学习路径和精准内容推送,为学习者带来真正意义上有反馈、有互动且智能化的高效学习模式。

●学习路径

简单来说,学习路径可以理解为基于知识图谱的知识点跳转。完善的基于人工智能的自适应学习系统,首先会通过专家预设的知识图谱进行阶段性使用,再根据使用后学生留下的海量行为数据进行数据挖掘,然后得到准确客观的知识图谱。最终,系统将以优化后的知识图谱,为学生匹配最佳学习路径。

●内容推送

正如智能搜索、电商平台的个性化推荐一样,智能化的自适应学习系统也应能够根据每个学生的学习记录,推断学生的能力水平和问题所在,为学生进行学习内容个性化推送,其核心关键在于对当前学习路径下的特定学生推送最合适的学习内容。为了使推送内容与学生的水平相匹配,需要对内容的难度以及学生的水平进行客观地测量,这需要将复杂理论算法与人工智能技术充分结合才能得以实现。

(2)教学模型领域

该领域重点关注教学模式与场景下可以提高教学质量的教育产品与应用,口语语音测评、学情智能测评、考试评测方法(Assessment)、虚拟学习助手等应用都属于该领域范畴。据Technavio预测,2020年全球“人工智能+教育”在教学模型领域的市场规模将达到3100万美元。

评测方法是教学模型领域用于提升教学质量的一个重要手段。传统评测方法大多通过封闭式问答方式实现,因此其中可被标准化的内容正逐步被在线评测方法所取代;但对于开放式问答内容,如作文、申论等,普通在线评测方法难以给出有效反馈。不过,随着语义分析技术的逐步成熟,依托人工智能方式可以更加轻松地实现对开放式题目的在线评测,使学生更加自主地进行练习与自测、获取评价与反馈,实时提升自身学习表现。

个人助理机器人的突破式发展推动教学领域的虚拟学习助理研究取得显著成果。借助自然语言处理和语音识别技术,虚拟学习助理可扮演起学生的课外教师角色,为学生提供精准解答并分析其学习表现。由于基于人工智能的虚拟学习助理能够自动分析学生语音及所提问题主干,因此学生完全可以采用自然语言的方式提问,这更加贴合真实的教学互动。随着技术的不断成熟与系统功能的日趋完善,虚拟学习助理将逐步走向广泛应用。

得益于人工智能,机器与人正逐渐重新分工合作。机器将发挥简单环境下的标准化和规模化优势,完成辅助教学、简单答疑、作业练习、测评批改等工作;教师则聚焦于教学设计、复杂决策、团队协作等创造性与人文性内容。未来的教育将是人与人工智能协作的时代,其关键是充分发挥机器与人类的不同优势,一方面要借助人工智能完成教育过程中简单重复的脑力劳动,另一方面也要发挥人类的创新变革、复杂决策、情感关怀激励等更大优势。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(3)特定学习领域

特定学习领域重点关注某些具体的垂直细分学习领域,预计将主要集中在STEAM教育方向。据Technavio预测,2020年全球"人工智能+教育"在特定学习领域的市场规模将达到1100万美元。

STEAM教育是集科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)、艺术(Art)和数学(Mathematics)多学科交叉融合发展的综合性教育,其最初是由美国政府主导的一项教育计划,提倡"动手动脑的探索式"学习过程。STEAM教育重实践、重跨界、重创新的特点尤为突出,可以说是对标准化考试环境下传统教育理念的重大转型。未来,基于人工智能与VR/AR的仿真实验室、基于高级机器人及3D技术的陪伴/教学机器人智能产品以及基于认知计算的复杂决策辅助系统,都将帮助学生在游戏化的学习体验中培养逻辑思维和动手能力,真正从智能交互的角度完成多学科、交叉融合的探索式学习过程。例如,现在已有提供编程类应用程序的STEAM教育产品面市,学生可以通过拖拽、点击、画图等方式,用最简单的可视化编程语言对机器人行为进行编程,下达指令。

STEAM教育与中国素质教育在理念上异曲同工,在人工智能技术的推动下,中国传统素质教育的方式也将更加丰富多元。未来,在小学、初中、高中等各个阶段,学生们将在更多的智能化场景中锻炼逻辑思维、提高动手能力、培养创新精神,同时也会有更多的人工智能+STEAM教育产品服务于学生与教师,开启素质教育新模式。

4 结束语

人工智能虽已在教育领域的部分应用中有所突破,但整体仍处于"弱人工智能"阶段,距离实现从情感、行为到认知的多维度全面模拟人类"强人工智能"水平,还有很长的路要走。尽管如此,我们仍要客观看到人工智能所涉及的语音/图像识别、语义识别、大数据、自适应、机器人等技术,与教育领域的应用需求有着天然的契合。我们更应相信,随着人工智能技术的不断成熟与深化,传统教育方式将被颠覆,传统学习方式将被革新,人工智能将从提高教/学效率、满足个性化学习、增强交互与反馈等多方面为"互联网+教育"的发展注入新动力。

参考文献

[1]王乔峰,曹效英,路璐."互联网+教育"模式的发展情况分析[J].中国教育信息化,2015,15:9-11.

[2]陈丽."互联网+教育"的创新本质与变革趋势[J].远程教育杂志,2016,04:3-8.

[3]贾积有.国外人工智能教育应用最新热点问题探讨[J].中国电化教育,2010,07:113-118.

[4]徐陶冶,姜学军.浅谈基于专家系统的人工智能在教育领域中的应用[J].科技信息,2011,11:55+31.

[5]钟琦,胡水星.人工智能在教育中的整合应用研究[J].赣南师范学院学报,2011,06:66-69.

Artificial intelligence brings the new pattern of "Internet + Education"

LI Zhaohan, JIN Hua, LIU Yue

Abstract: The progress of artificial intelligence (AI) technology promotes the integration development and application innovation in education industry. The emerging information technologies, with AI technology as the core, not only help balance the educational resources, increase teaching efficiency and improve the learning experience, but also gradually realizing the true sense of personalized learning. We can say that AI will become the significant driving force for "Internet + education" development. The paper firstly summarizes present situation and analyzes the existing problems of "Internet + Education", then introduces the achievements of the combination of AI technology and education industry. Furthermore, the paper also deals in detail with the analysis and prospects of AI applications in educational industry from three aspects: Learner model, Pedagogical model and Domain model.

Key words: artificial intelligence; Internet + education; personalized learning; STEMA education

(收稿日期:2016-11-28)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能赋能教育高质量发展：需求、愿景与路径*

胡小勇　孙　硕　杨文杰[通讯作者]　丁格莹

（华南师范大学 教育信息技术学院，广东广州 510631）

摘要：在人工智能与教育发展双向赋能的背景下，文章首先从教育公平、人才培养、矛盾破解三个角度，梳理了新时期中国教育高质量发展的需求。随后，文章重点阐释了人工智能赋能教育高质量发展的愿景，指出人工智能正从学生学习、教师发展、学校建设、家校协同、教育治理、教育评价、教育公平等方面催生出新的样态与特征，为教育高质量发展提供了重要动能。最后，文章从顶层设计、教育教学改革、智能教育环境建设、智能教育素养提升、创新型人才培养、优质教育资源建设、伦理风险应对等方面，提出人工智能赋能教育高质量发展的路径，以期为人工智能与教育深度融合发展明确未来方向。

关键词：人工智能+教育；教育高质量发展；教育公平；人才培养

【中图分类号】G40-057【文献标识码】A【论文编号】1009—8097（2022）01—0005—11【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2022.01.001

一 智能化创变：人工智能与教育双向赋能

习近平同志指出：“人工智能是引领新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力。”[1]当前，人工智能技术不仅正在加速第四次工业革命产业结构重组与经济社会转型，而且在促进人才培养和教育变革方面也发挥着巨大潜力。纵观时代潮流，人工智能发展空前活跃，亟需推动产业升级的智能型专业人才支持。在人工智能与教育双向赋能的背景下，如何利用人工智能促进新时期教育高质量发展，成为了亟待研究的重要课题。

伴随着人工智能、大数据、区块链等新技术的飞速发展，社会转型更加强调培养人才的核心素养与关键能力，而传统教育体系已经无法满足新型人才培养需求，这就迫切需要人工智能在人才培养“去标准化”进程中赋予重要新动能。国际社会对提高教育普及与质量、预测与培养未来社会必备技能、应对重大公共危机事件、促进教育公平等方面日益重视[2][3]，并纷纷提出相关建议。例如，我国于 2017 年印发的《新一代人工智能发展规划》指出，要“利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革，构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系”[4]；于 2018 年印发的《高等学校人工智能创新行动计划》将建设“引领新一代人工智能发展的人才高地”作为主要目标之一，通过完善人工智能领域人才培养体系等提高人才培养质量和国家自主创新能力，推动人工智能的创新发展与广泛应用[5]。2019 年，联合国教科文组织在首届国际人工智能与教育大会上发布《北京共识——人工智能与教育》，提到高等教育和研究机构要开发或加强人工智能相关课程及其研究，建立能够支持人工智能系统设计、编程和开发的大型人工智能专业人才库，形成了国际社会对人工智能高端人才培养的共同期愿[6]。2021 年，联合国教科文组织出版《人工智能与教育：政策制定者指南》，力求帮助各国领导者和政策制定者更好地了解人工智能给教育教学带来的可能性与影响，以期提供包容、公平的优质教育和全民终身学习的机会[7]。在此背景下，我国政府部门从教育体系构建、教育评价改革、教师队伍建设等多方面采取政策措施，为稳步推动人工智能赋能、创新和重塑教育[8]，提高教育发展质量提供了有力保障。本研究梳理了国内相关政策文件，体现了人工智能与教育在同向发展中不断融合、相互

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

赋能的时代特征，如图 1 所示。

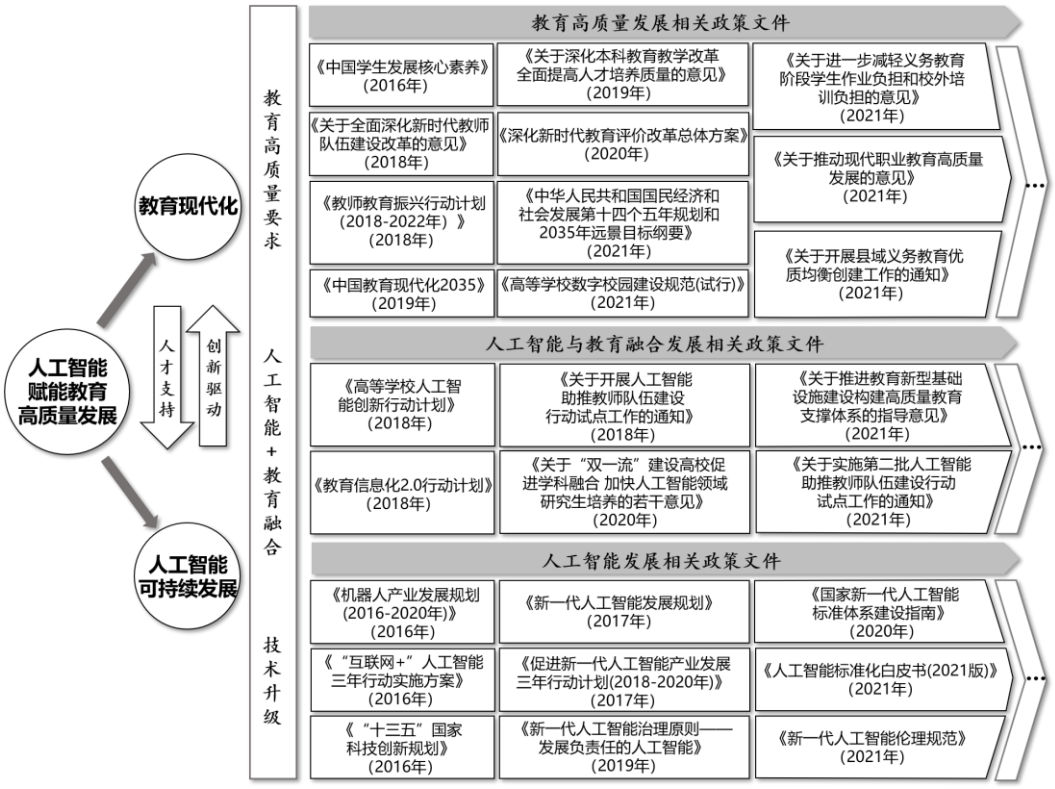


图 1　人工智能进化与教育高质量发展同向而行

二 新时期中国教育高质量发展的需求

2021 年，我国政府在《中华人民共和国国民经济和社会发展十四个五年规划和二〇三五愿景目标的建议》中提出要建设高质量教育体系，明确了新时期教育改革发展的总体方向[9]。教育公平需求的升级、产业革命的创新驱动和新时代教育主要矛盾的转化使得教育供给优化、人才培养质量提升、新技术支持成为需要。

1 教育公平需求升级，倒逼教育供给方式和内涵提升

“公平而有质量”是新时代我国教育的新使命[10]，教育公平正在由起点公平迈向过程公平、结果公平。其中，教育起点公平是指基础设施配备与投入、优质师资与社会资源方面的机会公平；教育过程公平是指教学方法模式、教学内容自适应方面的公平；教育结果公平则是指以实现规模化的个性化教育为目的的公平。在各级各类教育中，教育公平的需求不同，会导致教育服务供给呈现不同的形态：①以“优质均衡”为旨向发展基础教育[11]，构建优质均衡的基本公共教育服务体系，推进基本公共教育的均等化；②高等教育高质量发展需要关注多样、创新、开放、集群与智能发展[12]，构建开放、多元的高等教育体系；③通过强化职业教育[13]，构建支撑技能社会建设的职业技术教育体系，推进产教融合、校企合作；④通过多渠道扩大终身教育资源，完善服务全民终身学习的教育体系。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2 产业革命的创新驱动，迫切需要提高人才培养质量

人才是第一资源，是衡量一个国家综合国力的重要指标[14]。在第四次产业革命来临之际，人类生产生活方式发生急剧变化，如何培养适应智慧社会的创新型人才，成为我国教育发展迫切需要关注的问题。2016 年，教育部发布《中国学生发展核心素养》，将批判质疑、勤于反思、问题解决等分别作为评价学生科学精神、学会学习、实践创新的基本要点，凸显出批判性思维、创造性思维等对于学生发展的重要性[15]。同时，学科核心素养充分结合学科的自身特点，为课程教学目标的明确提供了直接依据[16]。例如，高中信息技术学科核心素养中的数字化学习与创新素养能力，是学生在新时代适应数字化、智能化学习的必备要素；而学生充分利用数字化学习资源和工具解决问题、学会自主学习和创新创造，正与学生发展核心素养中学会学习、实践创新等要点直接对应。与此同时，人工智能技术正在深入学校教育，既是教育应用新工具，也是课程教学新内容。2020 年，教育部发布新修订的《普通高中信息技术课程标准（2017 年版 2020 年修订）》，在选择性必修模块中增加并修订了人工智能基础知识内容，学生通过人工智能课程启蒙，利用编程和计算思维解决实际问题，发展学科核心素养，提高问题解决、高阶思维等能力[17]，成为促进数字化生存、适应未来智能社会发展的重要方式。

3 破解新时代教育主要矛盾，急需信息技术助力

结合党的十九大报告论断，新时代我国教育的主要矛盾已经发生结构性变革，转变为人民对更美好、更优质教育的向往与不平衡、不充分教育发展之间的矛盾[18]。在新时期解决好教育的主要矛盾，关键在于教育的高质量发展。而技术赋能通过颠覆传统教育服务结构、改变教育服务要素关系、影响教育服务数量级、创新教育教学服务体验，为破解教育的主要矛盾助力。其中，互联网技术对于改变教育服务供给、促进师资智力流转和教学资源共享，能起到“教育优质内容资源的共享连通器”“教育服务规模的杠杆倍增器”等作用；人工智能对于实现超大规模的个性化教育服务，能发挥“师生能力发展加速器”“智能精准助学放大镜”的加持功能；而以虚拟现实（Virtual Reality，VR）、增强现实（Augmented Reality，AR）、混合现实（Merged Reality，MR）为代表的扩展现实（Extended Reality，XR）技术，在不同教育教学场景中以多种方式组合、融汇虚拟世界和现实世界，可提升学习体验，为复杂问题的解决提供了更多可能。

三 人工智能赋能教育高质量发展的愿景

当前，人工智能正成为推动教育高质量发展步入“快车道”的有效支撑手段。例如，2019 年《中国教育现代化 2035》指出，以人才培养为核心，通过提升校园智能化水平、探索新型教学形式、创新教育服务业态、推进教育治理方式变革，智能驱动教育创新发展[19]；2021 年教育部等六部门发布《关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见》[20]，提出要利用人工智能技术普及教学应用、拓展教师研训应用、增强教育系统监测能力等。新时代教育系统将从多个维度迈向智能化，加快人工智能与学生学习、教师发展、学校建设、家校共育、教育治理、教育评价、教育公平等融合，实现教育更高质量发展，如图 2 所示。

1 高质量学生学习：精准拟真和多元个性的智慧学习

促进学习方式的转变和创新，已成为人工智能赋能教育高质量发展的重要议题[21]。在人工智能技术的支持下，学生学习呈现出精准化、拟真化、个性化的发展趋势：①精准化主要体现为对学生学习情况的动态分析、过程可视化和实时预警。有学者提出，实时捕获和识别学习者

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的课堂行为数据（动作、语言等）、心理数据（情绪、人格）、生理数据（血压、脑电波等）等多模态数据，可以更加全面、准确地反映学生的认知提升、高阶思维发展等情况[22]，精准预测和干预学生学习状态。②拟真化体现为教学情境的强交互性和高仿真性，智能技术、XR、数字孪生、元宇宙[23]、5G 网络等构建的课堂教学空间具有高传输速率、低时延等特点，增强学习积极性与投入度，学生学习将更为沉浸。有研究者在建筑、工程、建造等课程中采用 VR、AR、数字孪生等技术，开发了沉浸式建筑模块，用以开展在线远程教学[24]，激发了学生的学习动机，提高了其学习参与度。③个性化体现为学习服务的自适应支持，知识图谱、深度学习算法等可以实现教学资源与学习支持的自适应推送，更好地满足了学生的多元需求。

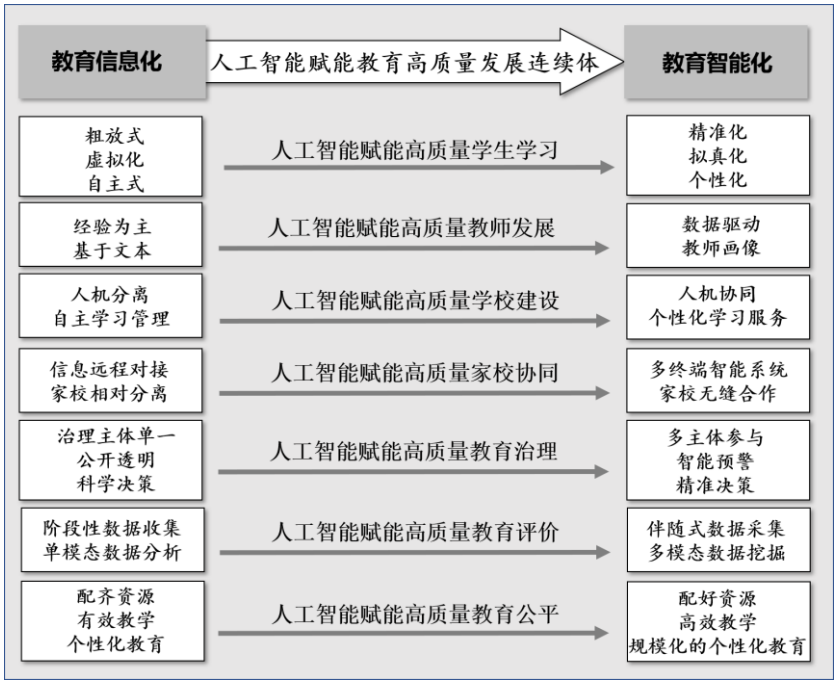


图 2　人工智能影响教育高质量发展的状态变化

2 高质量教师发展：数据驱动和画像技术支持的智能教研

顺应人工智能发展潮流与新时代教师专业发展的要求，教师教研势必要向以数据为基础、以画像技术作支撑的智能教研迈进：①基于数据，人工智能赋能教研“外显”的管理、评价等[25]，提高教师的教研效率与质量。例如，智能机器人可以代替教师完成某些特定的教学任务[26]，借助智能机器开展辅导答疑、学习数据分析、效果预测等，将对学生学习有较为积极的促进作用。②画像技术能够有效服务教师精准教研。有学者指出，教师画像对教师行为特征进行客观表征、准确发现、动态预测，既有助于教师自我诊断、评价教研绩效、反思教研过程，也有利于教育决策者对教研活动的循证管理和监控[27]。同时，多模态数据的收集和教师教研特征指标的建立，为揭示教师智能教研机理与规律提供了更为全面、清晰的表现手段。

3 高质量学校建设：人机协同和人本安全的未来学校

人工智能、大数据等新技术的兴起，使得当前学校的人才培养机制不能满足社会发展需求，

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

“未来学校”呼之欲出[28]。2020 年，世界经济合作与发展组织发布《面向未来教育：未来学校教育的四种图景》，为 2040 年学校建设提供了学校拓展、学校外包、学校作为学习中心、泛在学习四种设想[29]。通过人工智能赋能，未来学校将具有以下新特征：①人机协同成为学校发展的新形态。人工智能在学校教育中具有替代、增强、调整、重构的作用[30]，并且可以替代师生等在学校中的部分职能，增强学校教育媒介的传播效果，调整学校教育系统的结构格局，引发学校教学和管理模式的变革，重构学校教育生态。②学校强调实现以人为本的服务目标。人工智能赋能的未来学校，将更加注重师生的个体差异与体验，以智慧“诊断”作为提供人本服务的依据，以“富媒体”化形式提供多样服务资源与服务路径。③学校安全问题受到高度重视。有学者针对智能技术支持的智慧校园建设构建评价指标体系时，就将校园用户的安全性作为智能服务水平的评价要点之一[31]，以保证学生的安全、健康成长。

4 高质量家校协同：互联互通和协同共育的家校无缝合作

人工智能为解决传统家校合作中教育场景分离、信息不对等、合作沟通不深入等问题提供了可能，同时合理的沟通形式对家校合作具有积极影响[32]。因此，教师、家长、教育管理者等多元育人主体相联结，通过智能系统形成教育闭环，可以打通物理世界与网络虚拟世界的家庭、学校与社区，创新家校联动育人模式，形成育人合力，实现家校之间的无缝互联和协同共育。对此，有学者提出，可利用智能家校平台实时收集、分析、报告学生学习数据，追踪家校合作共育过程，评价和总结家校合作共育效果，自适应推送学校发展政策、家校活动专题、家庭教育相关知识，降低家校沟通成本[33]。另外，有研究者认为，面向学生、家长、教师、学校管理者等不同用户群体开发多个智能家校合作终端，可以拓展家校共育信息服务渠道，满足教育系统中不同群体的多样需求，达到家校默契配合与因材施教的效果[34]。

5 高质量教育治理：数据驱动和智能预警的教育管理

利用智能技术支撑教育治理能力的提升，是推动教育高质量发展，促进学校、政府、社会等多主体协同发力的重要措施。一方面，大数据、区块链等技术的使用实现了数据驱动科学决策的突破，教育管理手段由基于经验的模式转向以证据为基础，通过人工智能和数据技术形成人技协同、“校—企—政”协同参与的决策模式，以教育管理数据促进管理透明化，以明确计量、科学分析、精准定性提高教育决策的透明度、科学性和预见性[35]。另一方面，人工智能具有强大的监测和预警功能，支持建立教育过程实时监测与智能预警系统[36]，当教育教学中实时状况与预设条件不一致时，预警系统即可启动，帮助管理者和教师在第一时间发现问题，实施紧急预案，以此来降低因问题发现滞后而造成的损失。

6 高质量教育评价：精细化和多模态的伴随式数据采集

人工智能赋能教育评价正走向教育评价改革的主战场[37]。在评价方法上，人工智能、大数据、脑科学等技术突破了传统纸笔测试的局限性，使学生知识测评和能力评估向过程性、动态性、高阶性、综合性转变，有助于推动结果评价、过程评价、增值评价、综合评价的实践探索[38][39]，评价方式更加精细多元。有研究者在编程教学过程中，借助学生眼动数据对编程能力进行实时诊断，通过分析学生在教学互动过程中编程能力的变化，系统评估了教师教学的有效性与学生的学习掌握情况[40]。而在数据采集上，利用无痕式、伴随式的多模态数据采集技术，构建基于深度学习模型的多模态表示学习方法，可以充分发挥多模态数据优势[41]，为学生心理特征和认知能力评估提供更为有效的观测方式。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

7 高质量教育公平：规模化的个性化教育服务供给

在教育高质量发展的背景下，教育公平正由起点公平迈向更加关注学生发展需求的过程公平和充分发挥个性潜能的结果公平[42]。人工智能帮助改进学习效果，提升教育质量，促进教育公平，成为加速推动教育迈向更加公平、更高质量的核心动力[43]。人们对教育的期待不再满足于“有学上”和配齐教育资源，而是更加关注“上好学”和配好教育资源。教育的高质量发展，急需教学模式与方法上的创新。有学者认为，人工智能赋能教育教学创新的关键，在于教育数据的全过程采集与互动[44]。因此，构建学生精准画像，为教学提供数据依据，将促使教学变得更加高效。同时，尊重学生个体差异，成为教育结果公平追求的终极目标。人工智能通过精准帮扶和多样化优质供给，使大规模的个性化教育成为可能。例如，基于智能化教育服务平台提供远程送达式规模化学习资源和远程协同互助式精准教育服务，可使优质数字资源得到成千上万倍运用，真正实现规模化与个性化的统一[45]。

四 人工智能赋能教育高质量发展的路径

智能时代对教育发展提出新要求、新考验，人工智能在促进新时代教育高质量发展、推动教育发展进程方面的潜能值得进一步发掘，做好顶层设计、教学改革、环境建设、素养提升、人才培养、资源建设、风险应对等工作，将为人工智能与教育深度融合发展提供有效路径。

1 顶层设计“人工智能+教育”高质量发展框架

当前，我国教育发展取得了较为瞩目的成就，但在人工智能赋能教育发展的过程中仍然存在发展不均衡、技术应用不充分、政策难以落地等问题[46]；而缺少科学、系统的顶层设计成为了阻碍教育向更加公平、更高质量迈进的重要因素之一。为保证人工智能与新时代教育的同频共振和融合发展，应立足本土，放眼世界，构建“人工智能+教育”高质量发展框架，具体包括：①在管理规划上，政府和教育部门成立人工智能赋能教育创新变革专家团队，指导和统筹人工智能助推教育高质量发展行动计划的试点实施；②在推进落实上，以立德树人为根本任务，以难点问题、目标成果为导向，集中有效资源，利用人工智能赋能突破新时代教育高质量发展的重、难点，分类推进不同阶段下基础教育、职业教育、高等教育、终身教育的差异化发展；③在探索创新上，加快科技力量建设和人工智能关键技术集中攻关，加大对人工智能相关基础研究和跨领域应用研究的支持力度，激发人工智能在教育领域中的可持续发展潜能，推进人工智能与教育融合发展。

2 推动智能教育场景示范应用与教学改革

党的十九届四中全会指出，要构建服务全民终身学习的教育体系，完善职业技术教育、高等教育、继续教育统筹协调发展机制，发挥网络教育和人工智能优势，建设学习型社会[47]。因此在各级各类教育创新智能教育场景示范应用中，应明确重点，以人工智能深入推动教育教学综合改革，具体包括：①统筹推进人工智能与教、学、管、考、评、科研、服务、资源、家校互动等教育应用场景的融合，总结可推广、复制性强的高质量智能教育场景示范应用。②探索和打造面向基础教育、职业教育、高等教育、终身教育的智能教育应用场景，如基础教育要重点探索线上资源支持线下教学应用的个性化智能辅导模式，职业教育要重点整合与职业环境和工作流程相符合的虚拟仿真实训资源平台，高等教育要重点支持人工智能等新兴前沿的相关理论和应用研究，终身教育要重点建设人人皆学、时时能学、处处可学的智能学习环境[48]。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3 夯实教育新基建，构筑规模化的高质量教育智能环境

未来社会对人才的需求比以往任何时候都更加需要科学技术的支持，如何抓住“新基建”契机构筑规模化、智能化、高质量的教育教学环境，实现人工智能赋能教育高质量发展，值得人们深思。对此，本研究认为可从以下方面着手：①建设人工智能技术支持的信息网络新型基础设施[49]，推进“5G+云网”融合，深化 IPV6 应用，支持建设校园物联网，推动校园局域网升级；②加快教育创新应用发展，以智能技术促进教育流程再造和模式重构，构建支撑规模化、高质量教育的智能环境新生态；③加快制定教育终端标准，为教育高质量稳定、高速、安全发展保驾护航。

4 形成智能教育发展共同体，提升师生智能教育素养

提升智能教育素养是培养教师人工智能技术应用能力的重要途径，是学生掌握智能时代学习方式必备品格和技能的关键。面对“人工智能+教育”的教与学实践场域，教师和学生要在原有素养的基础上拓展、提升智能素养，以应对未来教育挑战[50]。从教师的角度来说，一方面要加强智能教育素养，从知识、能力、思维、文化价值等各层面适应人工智能给教育带来的新变化[51]；另一方面要加快学科素养与信息素养的融合，以技术与教学的双向助力培养学生智能素养。从学生的角度来说，要借助新手段、新方法，扩大学生接受智能学习的机会，探索学生智能教育素养提升新模式，正确引导学生通过计算思维、协作学习、实践创新等能力素养，解决智能时代的学习问题。需要引起注意的是，师生智能教育素养的培养，需要集合高校、企业、中小学校等多方力量，以“理论-实践-研究”为主轴协同培养创新，形成智能教育发展共同体。

5 重构育人目标，培养智能时代的创新型人才

人工智能为学习变革带来了前所未有的机遇[52]。在智能时代，教育的高质量发展需要重构育人目标，完善创新型人才培养体系：①要提高学生在智能时代必备的学习能力和思维能力。一方面，要提高学生的学习力，引导学生养成良好的自主学习习惯；另一方面，要着重培养学生的创造力、批判性思维等，使学生具备解决复杂问题的能力。②推进人工智能、编程技术等课程进入中小学课堂，促进中小学科创 STEAM 教育的全面开展。③支持高校人工智能相关专业的建设，完善创新型人才培养体系，加大人工智能专业“高—精—尖”人才培养的力度。

6 加速完善智能教育课程体系，加强优质教育资源建设

人工智能是我国未来教育高质量发展过程中不可忽视的战略要素[53]，而数字化、智能化的教育资源是教育智能化新时代提升教育教学质量和效果的重要影响因素之一。为加强优质教育资源建设，融合人工智能的课程开发、教学工具、模式创新等应引起关注：①要设计、开发人工智能相关的课程及配套教材，加快人工智能在高校的前沿引领、在职业教育的实践应用以及在中小学的普及教育。例如，开设“人工智能教育应用”慕课，既深化高校学生对人工智能应用的认识，也指导教育工作者在教学实践中接触和运用人工智能。②开发与课程教学相融合的智能工具，帮助师生在课堂中进行更高效、更智慧的教与学。③探索和创新人工智能助推学科教学发展的应用模式，如建立教师及社会力量参与教学资源建设的激励机制，利用人工智能加强对师生数字教育资源使用过程的监测，建立学科知识图谱、教学资源目录和资源地图等。

7 正视人工智能应用的伦理安全问题，消解教育异化风险

随着教育大数据的产生和机器的智能化，教育异化与数据隐私泄露已成为智能技术提升教育发展质量过程中不可回避的伦理安全问题。对此，须建立健全人工智能应用保障机制，以消

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

解和规避技术应用所产生的教育异化风险，具体来说：①制定人工智能教育应用相关政策法规，切实保障人工智能对教育高质量发展的促进作用；②建立人工智能行业技术安全规范，加强人工智能产品与教育服务质量监测，制定合理安全的数据存储、管理和保护机制；③加强行业工作人员的伦理道德意识与伦理素养培养，引导教师合理、合规地运用人工智能技术，有效构建安全、稳定的智能教育教学环境，保护师生数据安全和个人隐私不受侵犯。

五 结语

教育是民族振兴和社会进步的重要基石[54]。怀进鹏部长在 2021 年国际人工智能与教育会议上指出：教育与人工智能等新技术的有机融合，对教育创新发展提出了更新、更高的要求[55]。在新的时代，我国教育发展迈上了新的台阶，教育高质量发展体系逐步建立并日趋完善，智能学习环境构建、智慧教育模式探索、新型教师队伍建设、教育治理能力提升等工作初显成效。在应对新技术新挑战、擘画教育高质量发展蓝图的过程中，国家应聚焦新时代教育发展的新使命、新要求、新方向，树立科技创新促进智能时代教育发展的理念，利用科技赋能加速推进人工智能与教育教学的深度融合发展，为推进教育现代化强国建设、实现中华民族伟大复兴做出更大贡献。

参考文献

[1]习近平.推动新一代人工智能健康发展更好造福世界各国人民[N].人民日报,2019-5-17(1).

[2][6]UNESCO. Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Educaiton[OL].
< https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>

[3]OECD. OECD digital education outlook 2021: Pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots[OL].
<https://www.oecd-ilibrary.org/sites/589b283f-en/1/3/2/index.html?itemId=/content/publication/589b283f-en&_csp_=09e30230758e97ba920de72136e2d6fb&itemIGO=oecd&itemContentType=book>

[4]中华人民共和国中央人民政府.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[OL].
<http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm>

[5]中华人民共和国教育部.教育部关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知[OL].
<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html>

[7]Miao F, Holmes W, Huang R and Zhang, H.AI and education: A guidance for policymakers[M]. Paris, France: UNESCO Publishing, 2021:13-37.

[8]曹培杰.人工智能教育变革的三重境界[J].教育研究,2020,(2):143-150.

[9]中华人民共和国中央人民政府.中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 远景目标纲要[OL]. <http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm>

[10][18][42]胡小勇,许婷,曹宇星,等.信息化促进新时代基础教育公平理论研究:内涵、路径与策略[J].电化教育研究,2020,(9):34-40.

[11]柳海民,邹红军.高质量:中国基础教育发展路向的时代转换[J].教育研究,2021,(4):11-24.

[12]赵继,谢寅波.中国高等教育高质量发展的若干问题[J].中国高教研究,2019,(11):9-12.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[13]中华人民共和国中央人民政府.中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于推动现代职业教育高质量发展的意见》[OL]. <http://www.gov.cn/xinwen/2021-10/12/content_5642120.htm>
[14]新华网.时政新闻眼|加快建设人才强国,习近平在中央人才工作会议上这样布局[OL]. <http://www.news.cn/politics/leaders/2021-09/29/c_1127916263.htm>
[15]核心素养研究课题组.中国学生发展核心素养[J].中国教育学刊,2016,(10):1-3.
[16]于颖,于兴华.学科核心素养统领的高中信息技术教学内容结构建构[J].现代教育技术,2019,(8):120-126.
[17]中华人民共和国教育部.教育部关于印发普通高中课程方案和语文等学科课程标准(2017 年版 2020 年修订)的通知[OL]. <http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202006/t20200603_462199.html>
[19]中华人民共和国中央人民政府.中共中央、国务院印发《中国教育现代化 2035》[OL]. <http://www.gov.cn/xinwen/2019-02/23/content_5367987.htm>
[20]中华人民共和国教育部等六部门.教育部 中央网信办 发展改革委 工业和信息化部 财政部 人民银行关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见[OL]. <http://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5636150.htm>
[21]曹培杰.高质量教育需要一场结构性学习变革[J].人民教育,2020,(23):55-58.
[22]顾小清,王超.打开技术创新课堂教学的新窗:刻画 AIoT 课堂应用场景[J].现代远程教育研究,2021,(2):3-12.
[23]刘革平,王星,高楠,胡翰林.从虚拟现实到元宇宙:在线教育的新方向[J].现代远程教育研究,2021,(6):12-22.
[24]Sepasgozar S M E. Digital twin and Web-based virtual gaming technologies for online education: A case of construction management and engineering[J]. Applied Sciences, 2020,(13):4678.
[25]贾积有.人工智能赋能教育与学习[J].远程教育杂志,2018,(1):39-47.
[26]Belpaeme T, Kennedy J, Ramachandran A, et al. Social robots for education: A review[J]. Science Robotics, 2018,(21):1-10.
[27]胡小勇,林梓柔.精准教研视域下的教师画像研究[J].电化教育研究,2019,(7):84-91.
[28]王永固,许家奇,丁继红.教育 4.0 全球框架:未来学校教育与模式转变——世界经济论坛《未来学校:为第四次工业革命定义新的教育模式》之报告解读[J].远程教育杂志,2020,(3):3-14.
[29]OECD. Back to the future of education: Four OECD scenarios for schooling, educational research and innovation [OL]. <https://doi.org/10.1787/178ef527-en>
[30]祝智庭,魏非.教育信息化 2.0:智能教育启程,智慧教育领航[J].电化教育研究,2018,(9):5-16.
[31]黄艳,周洪宇,郝晓雯,等.教育强国视角下智慧校园建设评价指标体系研究[J].现代教育管理,2021,(4):75-82.
[32]Buza V, Hysa M. School-family cooperation through different forms of communication in schools during the Covid-19 pandemic[J]. Thesis, 2020,(2):55-80.
[33]黄荣怀,李敏,刘嘉豪.教育现代化的人工智能价值分析[J].国家教育行政学院学报,2021,(9):8-15、66.
[34]刘邦奇,张金霞,许佳慧,等.智能技术赋能因材施教:技术框架、行业特点及趋势——基于智能教育行业发展实证数据的分析[J].电化教育研究,2021,(2):70-77.
[35]张慧,黄荣怀,李冀红,等.规划人工智能时代的教育:引领与跨越——解读国际人工智能与教育大会成果文件《北京共识》[J].现代远程教育研究,2019,(3):3-11.
[36]欧阳鹏,胡弼成.人工智能时代教育管理的变革研究[J].大学教育科学,2019,(1):82-88、125.
[37][39]刘邦奇,袁婷婷,纪玉超,等.智能技术赋能教育评价:内涵、总体框架与实践路径[J].中国电化教育,2021,(8):16-24.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[38]中华人民共和国教育部.教育部关于印发《国家义务教育质量监测方案(2021 年修订版)》的通知[OL].
<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A11/moe_1789/202109/t20210926_567095.html>
[40]Villamor M, Rodrigo M M. Impact of pair programming dynamics and profles to pair success[A]. 26th International Conference on Computers in Education[C]. Manila, Philippines: Asia Pacific Soc Comp Educ, 2018: 123-132.
[41]Xu J, Li W, Liu D, et al. Deep embedded complementary and interactive information for multi-view classification[A]. Proceedings of 34th AAAI Conference on Artificial Intelligence[C]. Menlo Park, CA: Assoc Advancement Artificial Intelligence, 2020:6469-6501.
[43]Pedró F, Subosa M, Rivas A, et al. Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development[OL]. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>
[44]万昆,任友群.技术赋能:教育信息化 2.0 时代基础教育信息化转型发展方向[J].电化教育研究,2020,(6):98-104.
[45]陈琳,陈耀华.智慧时代中国教育现代化特征论[J].中国电化教育,2020,(7):30-37.
[46]董玉琦,毕景刚,钱松岭,等.基础教育信息化发展的问题审视与战略调整[J].开放教育研究,2021,(4):50-58.
[47]中华人民共和国中央人民政府.中共中央关于坚持和完善中国特色社会主义制度、推进国家治理体系和治理能力现代化若干重大问题的决定[OL].<http://www.gov.cn/zhengce/2019-11/05/content_5449023.htm>
[48]上海市教育委员会办公室.关于推进教育数字化转型试点区建设的通知[Z].上海:上海市教育委员会,2021:4-5.
[49] 中华人民共和国教育部等六部门.教育部 中央网信办 发展改革委 工业和信息化部 财政部 人民银行关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见.[OL].
<http://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5636150.htm>
[50]郭炯,郝建江.智能时代的教师角色定位及素养框架[J].中国电化教育,2021,(6):121-127.
[51]胡小勇,徐欢云.面向 K-12 教师的智能教育素养框架构建[J].开放教育研究,2021,27(04):59-70.
[52]赵慧臣,唐优镇,马佳雯,等.人工智能时代学习方式变革的机遇、挑战与对策[J].现代教育技术,2018,(10):20-26.
[53]蔡慧英,陈明选.智能时代数字教育资源建设与发展研究[J].现代远距离教育,2019,(3):74-81.
[54]怀进鹏.深入学习贯彻党的十九届六中全会精神加快建设教育强国[N].学习时报,2021-11-22(1).
[55]中华人民共和国教育部.2021 国际人工智能与教育会议举行[OL].
<http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/moe_1485/202112/t20211208_585822.html>

Artificial Intelligence Empowering the High-quality Development of Education: Demands, Visions and Paths

HU Xiao-yong SUN Shuo YANG Wen-jie[Corresponding Author] DING Ge-ying

(School of Information Technology in Education, South China Normal University, Guangzhou, Guangdong, China 510631)

Abstract: Under the background of the two-way empowerment of artificial intelligence and education development, this paper firstly sorted out the demands of high-quality development of education in China in the new era from three perspectives of education equity, talents cultivation and contradiction resolution. Then, this paper focused on the vision of artificial intelligence empowering the high-quality development of education, and pointed out that AI was spawning new patterns and characteristics from the aspects of students' learning, teachers' development, school construction, home-school cooperation, education governance, education evaluation, education equity, etc., which provided important drivers to the high-quality development of education. Finally, the paper proposed the paths of artificial intelligence empowering high-quality development of education, from the aspects of top-level design, education and teaching reform, environment construction of intelligent education, literacy improvement of intelligence education, cultivation of

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

innovative talents, construction of high-quality education resources, ethical risk response, etc., in order to clarify the future direction for the deep integration of artificial intelligence and education development.

Keywords: artificial intelligence + education; high-quality development of education; education equity; talents cultivation

---

*基金项目：本文为教育部全国高校虚拟教研室建设项目“教师智能教育素养培养虚拟教研室”阶段性研究成果。
作者简介：胡小勇，教授，博士，研究方向为教育信息化理论与政策、信息化教学教研创新、教育人工智能等，邮箱为 huxiaoy@scnu.edu.cn。
收稿日期：2021 年 11 月 15 日

编辑：小新

“十四五”国家信息化规划发布

2021 年 12 月 27 日，中央网络安全和信息化委员会印发《“十四五”国家信息化规划》（以下简称《规划》），对我国“十四五”时期信息化发展作出部署安排。《规划》是“十四五”国家规划体系的重要组成部分，是指导各地区、各部门信息化工作的行动指南。

《规划》指出，“十四五”时期，信息化进入加快数字化发展、建设数字中国的新阶段。加快数字化发展、建设数字中国，是顺应新发展阶段形势变化、抢抓信息革命机遇、构筑国家竞争新优势、加快建成社会主义现代化强国的内在要求，是贯彻新发展理念、推动高质量发展的战略举措，是推动构建新发展格局、建设现代化经济体系的必由之路，是培育新发展动能，激发新发展活力，弥合数字鸿沟，加快推进国家治理体系和治理能力现代化，促进人的全面发展和社会全面进步的必然选择。

《规划》提出，要坚持党的全面领导，坚持以人民为中心，坚持新发展理念，坚持深化改革开放，坚持系统推进，坚持安全和发展并重。到 2025 年，数字中国建设取得决定性进展，信息化发展水平大幅跃升。数字基础设施体系更加完备，数字技术创新体系基本形成，数字经济发展质量效益达到世界领先水平，数字社会建设稳步推进，数字政府建设水平全面提升，数字民生保障能力显著增强，数字化发展环境日臻完善。

《规划》围绕确定的发展目标，部署了 10 项重大任务，一是建设泛在智联的数字基础设施体系，二是建立高效利用的数据要素资源体系，三是构建释放数字生产力的创新发展体系，四是培育先进安全的数字产业体系，五是构建产业数字化转型发展体系，六是构筑共建共治共享的数字社会治理体系，七是打造协同高效的数字政府服务体系，八是构建普惠便捷的数字民生保障体系，九是拓展互利共赢的数字领域国际合作体系，十是建立健全规范有序的数字化发展治理体系，并明确了 5G 创新应用工程等 17 项重点工程作为落实任务的重要抓手。

《规划》根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中主要目标和重点内容，把基础能力、战略前沿、民生保障等摆在了优先位置，确定了全民数字素养与技能提升、企业数字能力提升、前沿数字技术突破、数字贸易开放合作、基层智慧治理能力提升、绿色智慧生态文明建设、数字乡村发展、数字普惠金融服务、公共卫生应急数字化建设、智慧养老服务拓展等 10 项优先行动。

《规划》从加强组织领导、健全政策体系、强化队伍建设、规范试点示范、强化战略研究和加强舆论宣传等 6 个方面保障实施，确保目标任务落到实处。

（内容来源：中国网信网）

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能时代思想政治教育的算法风险及其应对

崔　聪
（华东师范大学 马克思主义学院，上海 200241）

[摘　要] 人工智能时代，算法已经成为主导信息传播的新兴权力，不断重塑着社会和文化以及人的思想价值观念。智能算法与思想政治教育产生关联，但同时也带来思想政治教育内容“供给短缺”、凝聚共识受阻、消解认同以及解构思想政治教育者职责理念等算法风险。对此，必须优化算法，加强思想政治教育的价值赋予与信息融入；反思算法，提升思想政治教育者和网民的“算法素养”；用好算法，借助算法优势推进思想政治教育创新发展。

[关键词] 人工智能　思想政治教育　算法推荐　算法风险
[中图分类号] G641　[文献标识码] A　[文章编号] 1007-192X(2020)05-0076-06
DOI:10.16075/j.cnki.cn31-1220/g4.2020.05.013

当前，模拟、延伸和扩展人类思维和智慧的人工智能技术已经进入深入发展的时代，算法不仅是人工智能的重要构成，算法技术的应用更是成为推动人工智能发展的核心动力。算法凭借技术优势占据了人类信息传播的主导地位，但随着算法“黑幕”被逐渐揭开，人们对于算法风险有了更加清醒的认知。目前，针对算法风险及其规避的研究多集中于信息传媒、科技伦理等学科领域，但是人工智能就其本质来说涉及多学科领域，其影响也是多领域的。从思想政治教育视角来思考，智能算法在为思想政治教育带来转型契机的同时也产生了诸多负面影响，必须对思想政治教育的算法风险进行有效研判，为优化和驾驭算法提供思想政治教育智慧，使算法技术更好地为人类社会服务。

一、智能算法的本质特征及其与思想政治教育的关联

智能算法是互联网时代信息技术发展的必然结果，随着应用范围的不断扩展，算法在建构个性化信息推荐系统的过程中逐渐显示出对社会思想、价值和文化的强势介入和塑造。从思想政治教育的视角来看，算法日益成为网络环境下思想政治教育信息传播的重要渠道和新兴权力，思想政治教育则能够通过作用于人的因素赋予算法价值合理性。

1．智能算法的本质特征

在计算机领域，“算法”被视为通过输入特定函数代码从而在有限时间内获得所要求输出的技术性解决方案，其意义在于提高计算机在解决同一种类问题时的处理效率。如今，“算法”已经由计算机专业术语进入人工智能时代社会和文化的话语体系之中，其通过深度学习和不断训练模拟出人类的思维和智能，以帮助人类承担日益繁重的信息处理和传播压力。在信息推送系统的众多算法中，“比较主流的是协同过滤的算法和基于内容的算法”。[1]协同过滤的算法主要是通过数据分析用户的相似性，进而向同类用户推送其感兴趣和需要的信息；基于内容的算法主要是对用户所关注和浏览的文本

[基金项目] 上海市社科规划青年项目“人工智能时代我国主流意识形态安全风险防范研究”（项目批准号：2018EKS012）。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

内容进行意义抽取和标签细化，从而向用户推送与历史内容相似的信息。事实上，在信息推送算法的实际应用中，往往需要多种算法的组合以实现对多维场景的配适。就其技术逻辑来说，主要包含三个子系统，即海量信息标签划分系统、用户数据收集分析系统以及多维场景配适推送系统。由此可见，智能算法主导下的信息传播以数据化的用户信息喜好和网络阅读习惯为基础代码，而点击率低、浏览量小的信息内容则会被算法忽视。

智能算法技术通过系统化运作逐渐接管了数字化时代的信息分发和传递，从表面上看，其仅仅是信息传播的一种技术手段，而实质上，智能算法越来越具有权力属性，这一权力是算法“干涉甚至主导人类社会事务的能力”。[2]“算法权力”不仅能够介入国家治理、形塑社会文化，其对于个人的生活品位、思维逻辑以及价值观念同样表现出强大的影响力。然而，算法权力作为一种技术性权力，其背后隐含着资本的价值逻辑。当前，资本逻辑成为人工智能时代信息算法传播的重要驱动力，而资本以追求利益最大化为价值取向。因此，在互联网“眼球经济”的推动下，智能算法难免会陷入过度追求“粉丝”关注和流量获取的困境，致使大量片面迎合用户喜好但意义缺失的信息内容充斥于网络空间，在满足人们信息需求的同时造成人的精神荒芜和价值紊乱。

2．智能算法与思想政治教育的关联

随着人工智能的不断发展，算法技术的功能日益多样化，它不仅能够引导人们网络购物，其对于意识形态、道德观念、价值取向以及政治情感同样具有独特的影响力，表现出与思想政治教育的强关联性。

第一，智能算法越来越成为网络环境下思想政治教育信息传播的重要渠道和新兴权力。从传播学视角来看，人与信息之间的互动是思想意识和价值观念产生、发展、变化的根源，因此有学者将思想政治教育视为“以思想观念、政治观点、道德规范为核心的思想政治教育信息的传播行为与过程”。[3]但是在“信息爆炸”以及个人可以“随选信息”的数字化时代，要实现思想政治教育信息的有效传播显得格外困难。事实上，随着互联网技术的发展，我们制造信息的速度已经大大超过了处理信息的速度，由此所带来的“信息洪灾”使我们不得不思考通过何种技术途径过滤无用信息，提升传播有用信息的能力。当前，基于人与信息相匹配的算法推送成为主流的智能推荐算法。“算法推送从根本上说，是协同人与信息之间客观真实关系的重要工具。”[4]算法推送有效链接了人与信息，在向用户推送特定信息的过程中，算法显示出强大而隐匿的权力，其通过培育用户网络阅读和获取信息的习惯进而在不知不觉中形塑用户的思想意识和道德观念，影响用户的行为习惯和生活方式。因此，算法扮演人与信息之间的中介角色，能够隐形地实施引导受众思想价值观念和政治倾向的思想政治教育功能，算法技术运用是否合理有效将直接影响网络环境下思想政治教育的成效。然而，算法主导信息传播也在一定程度上引发网络空间思想政治教育被“架空”的风险，从而带来网络社会价值失序的算法危机。

第二，思想政治教育能够赋予算法价值合理性。智能算法遵循资本逻辑，忽视对信息崇高意义和社会价值的挖掘，由此带来一系列社会负面效应，引发人们的伦理反思。算法并非与思想政治教育无涉，恰恰相反，只有在思想政治教育的充分参与和价值引导下，算法才能保持正确发展方向。“算法也有价值观”，[5] 算法本身包含价值判断，这主要在于其内涵“人设”价值因素。算法技术被人所设计，算法推荐同样需要把关人的信息把控，而且智能算法推荐以用户的信息偏好为数据基准，因此，算法同时负载了设计者、把关人以及用户的价值取向。思想政治教育通过价值疏导、价值批判以及价值引领纠正算法设计者、把关者和用户的价值偏向，提高其价值判断力以及对社会主义核心价值观的践行力，从而在源头上赋予算法价值合理性与正当性。

二、人工智能时代思想政治教育的算法风险研判

智能算法在增加“粉丝”量和用户黏性、提升信息点击率和阅读量等方面显示出独特的优势，但是任何技术都具有两面性，智能算法过度关注信息

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

对于用户的吸引力，遵循“流量为王”的价值取向，造成网络空间信息杂乱和秩序紊乱，给思想政治教育带来不可忽视的风险。

1．算法技术智慧欠缺造成网络空间思想政治教育信息内容“供给短缺”

如今，算法已成为数字化条件下处理和传播信息的最主要技术手段，智能算法推送以用户喜好和需求为依据不断向其传递直接感兴趣的信息，然而，人们在称赞信息获取的便利和享受愉悦信息的同时，也深受肤浅、低俗、空洞信息的困扰。这主要是因为算法技术智慧欠缺导致网络空间“劣币驱逐良币”的现象，造成网络空间思想政治教育信息内容“供给短缺”，存在感不足。

第一，基于用户直接兴趣的信息偏好主导智能算法推送，造成思想政治教育信息被算法“冷落”。无论是协同过滤的算法还是基于内容的算法，都以数据化的用户信息偏好为导向，这使得智能算法更多地注重对用户有直接兴趣的信息进行挖掘和推送。然而，感兴趣并不代表有价值和真正需要，在以虚拟化和去中心化为特征的网络环境下，用户所喜欢的往往是能够激起好奇心以及点击和阅读兴趣的信息，这些信息多伴以醒目的标题、低俗的内容以及戏谑化的表达方式。而思想政治教育信息内容多偏重分析推理且叙事背景宏大、话语风格严肃、意义表征丰富，这在信息选择多样的网络空间容易被用户忽视，点击率偏低，阅读量偏小。因此，在当下“智慧欠缺”的算法技术逻辑中，思想政治教育信息往往被算法所“冷落”，用户成长成才真正需要的有价值信息得不到应有的推送。

第二，资本逻辑裹挟下的工具理性嵌入算法，造成思想政治教育信息传播主体的算法空间“缺场”。算法具有典型的工具理性特质，它是为解决传统信息处理和信息传播范式危机、实现人与信息之间的有效匹配而进行的技术设计。然而，算法的工具理性被资本逻辑所裹挟，造成工具理性对价值理性的僭越。在网络空间，“吸粉”和“吸流量”等同于“吸金”，资本逻辑支配下的算法迎合了这一盈利模式，从而形成由众多拥有算法优势的市场化媒体平台构成的算法空间，而作为思想政治教育信息传播主体的官方主流媒体因不以谋利为价值追求，其对于算法缺乏主动认知和有效利用，由此造成思想政治教育信息传播主体在算法空间的“缺场”，生存空间被不断挤压，自身的影响力无法进入算法主导的舆论场，难以发挥供给优质信息、净化网络环境、引领舆论走向的社会功效。

2．“茧房效应”阻碍思想政治教育凝聚社会共识的价值实现

凝聚社会共识是思想政治教育的重要社会价值，而算法所形成的“茧房效应”则阻碍了这一价值的实现。

第一，思想政治教育所宣传的共识性知识和公共性信息难以进入算法化个体的认知领域。思想政治教育的知识传授和信息供给以社会需要为价值导向，必然包含大量有益于社会发展和思想凝聚的共识性知识和公共性信息。然而，算法每时每刻都在向网络主体推送其感兴趣的信息，这种沉浸式的信息轰炸潜移默化地塑造着个体的知识结构，而个体通过生产特定知识领域的信息又与算法形成互动，如此循环往复造成算法化个体的认知固化，拒斥不符合自身偏好的其他领域知识和异质化信息。

第二，思想政治教育所塑造的社会共同体身份认同遭受冲击。思想政治教育凝聚社会共识的重要体现是构筑公民对社会共同体身份的认同，然而“信息茧房使得受众接受的外界信息窄化，进而影响客我的形成过程，并最终通过主我、客我互动影响个体的身份认同”。[6] 客我是指他者对自我的承认，是自我在接受外部信息的过程中形成的认知结果，从而强化或者弱化自我的身份认同。在“茧房效应”影响下，思想政治教育信息对个体的影响弱化，其对公民个体的社会化身份确认被特定信息影响下的群体身份认同所取代，由此形成一个个同质化严重的小群体圈子，圈内的人因具有相似的信息偏好而被算法集中看待，其所发布的信息也被算法互相推荐，最终导致个体的身份认同窄化和固化。

3．算法主导下的网络文化秩序紊乱消解思想政治教育的认同

如今，智能算法已经成为人们信息传播和信息获取的主要渠道，其对于关乎人的精神的网络文化

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

具有强塑造性。然而，算法主导下的网络文化秩序紊乱，网络亚文化和西方意识形态冲击着主流文化的主导地位，消解思想政治教育的认同。

第一，算法助推了网络亚文化的形成和传播，弱化思想政治教育认同。算法赋权下网民的主体性得到释放，人人都有“麦克风”，并且在智能算法推荐模式下形成一个个网络议题，这些议题往往带有内容碎片化、表达戏谑化以及话题个体化的亚文化特征。网络亚文化景观成为算法在虚拟空间的重要文化建构，自由化和“去中心化”气息浓厚，从而弱化了对以弘扬和守护主流文化为重要使命的思想政治教育的认同。

第二，西方意识形态借助算法进行强势渗透，冲击思想政治教育认同。在网络空间，意识形态领域的斗争从未停止过，西方国家利用优势文化产品隐秘地实施价值观输出，如充斥个人主义和自由主义价值观的“美剧”和“美国大片”。这些文化产品因其华丽的包装和惊艳的视觉效果被众多“粉丝”追捧，而算法主导下的文化信息推荐以用户喜好为依据，由此造成西方文化产品对用户浏览界面的占领。算法异化为西方国家进行意识形态渗透的工具，威胁到我国社会主义意识形态安全，消解思想政治教育内容和价值认同。

4.“单向度”算法合理性思维不断解构思想政治教育者的职责理念

“单向度”算法合理性思维实质在于对智能算法技术进行“有用即合理”的片面考量，而忽视了对算法的技术反思和伦理追问。马尔库塞曾深刻剖析了发达工业社会中人的“单向度思想”，其实质是技术合理性统治下人的批判和反思社会性格的弱化。在网络空间，智能算法部分地替代了思想政治教育的功能，且在虚拟环境下显示出独特的适用性，从而容易使思想政治教育者迷失在算法所制造的有效性与合理性幻象世界之中，丧失对算法进行基于自身职责的人文批判和反思的能力，不断消解和解构着理性的职业判断和职业认知。

第一，思想政治教育者容易对教育对象进行“降维”的职业判断。在网络空间，每个人都是一个数据化存在的主体，其网络言行生成数据包，“我们变成了一个由数据构成的虚体”。[7] 算法通过这些原始数据对用户进行数字化绘图，并且实时更新，这看似实现了对人的心理和个性的精准透视，实则是对人进行“降维”处理，将人视为纯粹数据化的虚拟的人，忽视了“现实的人”的多维复杂性。对于思想政治教育者而言，不能无视教育对象的数据化特征，更不能将教育对象的数字图绘视为施教的唯一依据。随着网络社会的崛起，个体活动不断进行线上线下交替的空间转换，网络人格与现实人格始终交织在一起，单纯的数字化逻辑推测显然无法真实还原教育对象的个性特征和精神需求，这种被算法中介了的“主观现实”判断无助于思想政治教育的有效开展。

第二，思想政治教育者对其主导地位的职业认知被算法屏蔽。思想政治教育者是教育活动的主导者，受教育者具有主体性，能够积极参与教育过程，进行自我教育。然而从技术逻辑来看，智能算法实质是信息受众主导下的自我赋权，信息受众的主体性被完全释放，他们通过发布、点击、转发和评论等网络行为不断激活算法对自身的关注，从而牢牢掌握网络信息生产和传播的主导优势。因此，不加反思地看待受教育者的算法赋权必然会造成思想政治教育者的话语权旁落，甚至形成受教育者主导教育者信息获取的局面，屏蔽思想政治教育者对自身主导地位的职业认知。

三、应对算法风险的思想政治教育实践策略

智能算法基于自身的技术逻辑和资本力量给思想政治教育带来诸多挑战，必须从思想政治教育学科视角出发予以回应，规避算法风险，使算法“为我所用”，成为推动人工智能时代思想政治教育创新发展的新型动力。

1.优化算法：加强思想政治教育的价值赋予与信息融入

算法作为一项人工智能技术不应仅仅关注物质利益的获取，更应当承担起维护社会良善、增进人类幸福的公共责任。因此，必须“坚持主流价值导

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

向，优化信息推荐机制”，[8] 推进智能算法技术的智慧升级。

第一，思想政治教育要赋予智能算法价值正当性，筑牢算法的价值根基。算法技术并非价值中立，其内含“人设”价值因素，“今日头条”、“抖音”、“快手”等网络信息服务平台在被国家网信办约谈后纷纷建立责任制度和信息审核制度，强化对算法的驾驭把控和价值设定。在算法设计和信息把关过程中，思想政治教育能够对相关责任人进行价值引导，夯实算法价值根基。对于算法设计技术人员来说，思想政治教育者可以定期与其进行关于科技伦理话题的讨论与交流，开展价值理性引导和责任意识培育，使其明晰自身价值倾向对算法乃至整个社会的影响，从而自觉接受思想教育，纠正价值偏差。对于算法把关人员来说，他们所审核的是计算机根据敏感词汇初步过滤之后的信息，这些信息内含的价值倾向往往需要经过思维分析和推理，因此，要对算法把关审核人员进行思想政治教育，宣传主流价值观念，提升其对具有价值误导风险信息的敏感度。

第二，要将关注个体发展和社会良善的思想政治教育信息融入算法“推荐池”，重构算法推送信息的权重配比。无论是基于内容的推荐算法还是基于协同过滤的推荐算法，都要首先对网络空间的海量信息进行标签化划分，将需要的信息注入“推荐池”，而后再从中甄选内容予以推送。“推荐池”是算法信息传播生态系统的源头，必须保障池中内容分配的合理性。当前，智能算法技术单纯以用户信息喜好为依据，这就造成“推荐池”中的内容多是个体直接感兴趣的信息，而缺少个体发展以及维护社会良善所需要的高质量信息。因此，就需要改进算法技术，将适量的思想政治教育信息融入“推荐池”，调和信息配比，重构算法推送信息的权重比例，在推送用户喜欢的信息内容的同时，提高对用户自身成长以及社会发展有重要价值的信息的推送权重，从而实现算法工具理性与价值理性的统一。

2．反思算法：提升思想政治教育者和网民的“算法素养”

作为权力的算法不仅塑造着社会和文化，还直接影响到个人工作和生活，甚至从中获得绝对支配地位，从而造成人工智能对人类职业的替代和对人类思维的掌控。因此，必须对智能算法进行理性反思，从思想政治教育的视角来看，就要提升思想政治教育者和网民的“算法素养”。

第一，思想政治教育者要提升自身的“算法素养”，坚守人工智能条件下的职业责任。一方面，要破除唯数据论，关注和融入教育对象的生活世界。智能算法依赖数据分析，遵循资本逻辑，这种缺乏价值理性的工程学思维有可能带来“后真相”困境，冰冷的数据所呈现的并非用户的真实自我，而是对用户情绪情感的放大。思想政治教育者应当摆脱数据崇拜，主动关注和融入教育对象的生活世界，在交流互动中把握教育对象的思想实质，从而提升思想政治教育的效度和温度。另一方面，要积极开展议题设置与引导，发挥教育主导作用。智能算法赋权下所形成的网络议题多是娱乐化和庸俗化的私人性话题或是对社会问题的群体极化讨论，造成网络社会价值失序。因此，思想政治教育者要树立互联网思维，提高网络环境下的工作能力，及时介入议题讨论，阻断非理性议题的发酵；同时要积极主动地设置思想政治教育议题，借助社会热点事件引导网民的讨论和思考，传播社会正能量，掌握网络舆论主导权。

第二，要对网民实施“算法素养”教育，培育其摆脱算法支配的心智和能力。按照智能算法的技术逻辑，网民的信息喜好和阅读习惯决定了哪些信息能够进入“推荐池”并被最终传递出去。算法激活了网民主体性，使网民成为自己信息的“总编辑”，如果网民没有良好的阅读习惯和较高的信息辨别力，必然会造成网络空间信息杂乱失衡的困境。因此，一方面，要对算法进行科学地分析解读，揭开算法“黑幕”。通过对算法工作原理及其风险的解读，使网民了解自己的网络行为对算法的影响，明晰算法的权力本质和资本逻辑，从而形成自觉反思算法支配的心智思维。另一方面，要通过思想政治教育培育网民的媒介素养，提升其鉴别劣质信息以及生产和获取优质信息的能力，减少对“标题党”、“流量党”、低俗信息的点击，增加对优质信息的编辑、转发、点赞和收藏，从而净化算法

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

环境，提升高质量内容的推送概率，改善网络信息生态。

3．用好算法：借助算法优势推进人工智能时代思想政治教育创新发展

在反思算法风险的基础上主动融入算法是人工智能时代思想政治教育创新发展的必然要求，但“这种融合并非是二者的简单相加，而是一种相互间的深度嵌入”。[9] 思想政治教育依托算法优势调整自身的内容结构和实施逻辑，充分发挥凝聚社会共识、疏导思想观念以及守护主流价值的作用。

第一，积极推进思想政治教育信息传播主体的智能转型与平台合作。一方面，要借助算法实现主流媒体的智慧升级。主流媒体是传播思想政治教育信息内容的主阵地，但一直以来都存在页面栏目固化、信息更新滞后等困境。因此，需要引入智能算法技术，依据用户需求，对平台界面进行及时更新和动态呈现，增加推送式信息供给，优化用户浏览体验，从而改进主流媒体的运营模式，提升主流媒体的关注度、浏览量和用户黏性。另一方面，主流媒体要与市场化媒体平台实现融合发展，开设思想政治教育宣传板块和链接入口，依托商业化媒体的平台和技术优势提升主流媒体的影响力，增强正能量信息对网络舆论的引导力。

第二，依托算法准确把握教育对象的诉求，助力精准思想政治教育的实施。算法主导下的数据分析和信息分发固然会带来“后真相”、“茧房效应”等风险，但并不能就此否认智能算法信息传播的技术优势以及大数据分析在教育活动中的重要价值。网络空间隐藏着大量反映网民真实诉求的信息，思想政治教育应当依托算法数据精准勾勒教育对象的整体画像，准确把握教育对象的思想动态、情感变化、利益诉求以及发展需求等多维信息，从而精准推送具有针对性和现实性的教育内容，改变以往思想政治教育难以有效满足教育对象个性化和全方位需求的状况。

第三，探索话语转化，提升人工智能条件下思想政治教育信息的传播优势。传统思想政治教育话语在算法推送中存在感不足，这并不是因为思想政治教育不被大众所需要，而是因为以往严肃、说教和抽象的思想政治教育话语难以融入算法主导的传播文化之中。事实上，随着社会的快速发展，人们越来越需要思想政治教育解答思想疑惑、引领思想潮流。因此，就需要创新思想政治教育话语表达方式，将意义浓厚和价值崇高的教育话题以轻松愉悦的话语表达出来，探索借助表情包、短视频等网络话语形式呈现思想政治教育信息；要积极发掘、主动吸纳网民自发创造的使用频率高且具有正能量的网络用语，增强思想政治教育话语的亲和力；同时要坚守思想政治教育话语的真理性与科学性，不能一味迎合大众喜好而使自身庸俗化，创新表达方式和坚守教育内涵相结合才能筑牢思想政治教育的价值根基，提升受教育者收藏、转发、点赞和评论思想政治教育信息的意愿，从而依托算法推动思想政治教育信息更加广泛的传播。

参考文献：

[1] 喻国明，耿晓梦．智能算法推荐：工具理性与价值适切——从技术逻辑的人文反思到价值适切的优化之道 [J]. 全球传媒学刊，2018(4).

[2] 刘培，池忠军．算法的伦理问题及其解决进路 [J]. 东北大学学报（社会科学版），2019 (2).

[3] 李梁．浅析思想政治教育信息传播及其模式 [J]. 上海大学学报（社会科学版），2003(2).

[4] 喻国明，曲慧．“信息茧房”的误读与算法推送的必要——兼论内容分发中社会伦理困境的解决之道 [J]. 新疆师范大学学报（哲学社会科学版），2020(1).

[5] 韩维正．算法也有价值观 [N]. 人民日报（海外版），2018-04-13.

[6] 张淑芳，杨宁．共同体视域下算法推送机制的信息茧房效应规制 [J]. 湖北社会科学，2019(10).

[7] 蓝江．新时代网络空间道德建设刍议 [J]. 思想理论教育，2020(1).

[8] 网络信息内容生态治理规定 [EB/OL]. 国家互联网信息办公室，http://www.cac.gov.cn/2019-12/20/c_1578375159509309.htm.

[9] 林峰．人工智能时代思想政治教育的价值定位与发展 [J]. 思想理论教育，2020(1).

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2019)05—0128—05

海淀区中小学人工智能教育发展之路*

马 涛，赵 峰，王有学，高 洁

(北京市海淀区教育科学研究院，北京 100089)

摘要：《新一代人工智能发展规划》和高中2017版《信息技术课程标准》提出了在中小学进行人工智能教育的要求。海淀区的人工智能教育注重学科方向性，注重人工智能教育的核心内容与核心素养定位，注重基于人工智能核心内容的课堂活动设计，注重基于人工智能思维方式的课堂活动组织实施，努力建设出方向正确、核心内容突出、具有海淀特色的人工智能教育课程体系，促进海淀区中小学人工智能教育健康发展。

关键词：人工智能教育；学科核心素养；课堂结构

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

随着我国《新一代人工智能发展规划》和高中2017版《信息技术课程标准》[1]“人工智能初步”模块的颁布，人工智能逐步进入了教育领域，从信息化产品中人工智能的呈现，到人工智能作为课堂教学的内容，对各个教育场景产生着影响。海淀区内高校林立，科研院所众多，中关村高科技园区也地处海淀，同时海淀基础教育具有比较悠久的信息技术教育积累，具有探索人工智能教育的优势。

一、对人工智能教育的认识

人工智能是体现高新技术的科技方向，一方面体现了科技领域的快速发展，另一方面体现了基于人工智能应用的思维方式转变。

1.人工智能科技领域的发展：人工智能科技进步在算法方面逐渐成熟和普及，启发式搜索和决策树等核心算法的应用逐步增多，贝叶斯推理、分类器、马尔可夫模型等理论方法更是推进了深度学习的实现。中小学的学科知识体系中，由于知识爆炸产生的新知识经常会出现“知识下放”现象，大学课程的部分知识会进入中学阶段课程内容中。所以，来自于大学人工智能学科知识体系的部分内容，也可能会成为中小学人工智能教育的学习内容。

2.人工智能层面的思维方式转变：在中小学教育中，除了学科知识的学习，学生的学科能力、学科思维、学科素养也需要在学习期间不断培养、增长。人工智能作为今后解决学习、生活问题的一种方式，有其自身的方法与思维方式，教会学生能够以人工智能的思维方式看待知识应用与社会发展，有利于培养新时代的接班人和国家建设者。在人工智能教育体系中，人工智能作为学习本体，可以在课堂的情境创设、知识学习、练习实践、拓展应用等环节实施教育，引导学生亲历人工智能解决问题的相关过程，引发应用人工智能解决问题的思维意识培养。

由于人工智能的兴起，人工智能在教育中的应用也会出现明显增长。人工智能注重人类感知功能和决策功能，人工智能的听觉、视觉、理解、决策等特点能够提升现有信息系统的智能性，从而实现以人工智能功能为主要呈现方式的教育环境信息系统功能提升。在这类功能实现中，人工智能应用多以“黑箱”方式呈现给基础用户，注重其功能，而不会过多呈现技术实现细节。所以，以人工智能促进教育信息化发展这类内容，目前暂不作为中小学人工智能教育课程的内容。

二、海淀区中小学信息技术课程的基础与现状

海淀区自二十世纪八十年代开始进行中小学信息技术教育以来，师资、设施、课程等均有了长足发展和深厚积淀，中小学信息技术课程内容既包含程序设计、应用软件、数字艺术设计等偏软件内容，也包含创客、机器人等偏硬件内容。程序设计

* 本文系中央电化教育馆全国教育信息技术研究2018年度重点课题“基于大数据的个性化学习模式研究”(课题编号：181120002)的阶段性研究成果。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的算法基础、创客和机器人的硬件功能实现基础、应用软件的解决问题基础，均为开展人工智能教育奠定了基础。

海淀区义务教育阶段信息技术教育教材采用海淀区自主编写的《信息技术》[2]，课程体系以引导学生解决问题、自主探究软件使用、梳理工作流程的方式呈现，以促进思维方法的培养，促进学生信息素养的提升，也符合新的信息技术学科核心素养的基本要求。

在海淀区现有信息技术学科教育的基础上开设人工智能课程，面临着具备人工智能教学能力的师资不足、教学资源不足、相关参考案例不足等问题，全面开设中小学人工智能课程的难度较大。但海淀区同时也具备一定的优势，近年海淀区补充了一定数量的具备计算机专业能力的硕士、博士进入信息技术教师行列，结合海淀区内高校和科研院所的专业资源，在海淀区中小学开设了大量的选修课和大学先修课，一些教学内容和资源已经指向了人工智能教育方面的内容。由此，海淀区确定了以人工智能教育研究、区域示范引领及教师培训、部分学校先行试点为工作方向，研究人工智能教育目标和方向，积累课堂实施案例，促进师资成长。自2017年至今已积累了一定的成果，为今后大面积推进中小学人工智能教育做好了准备工作。海淀区人工智教育研究工作方向如图1所示。

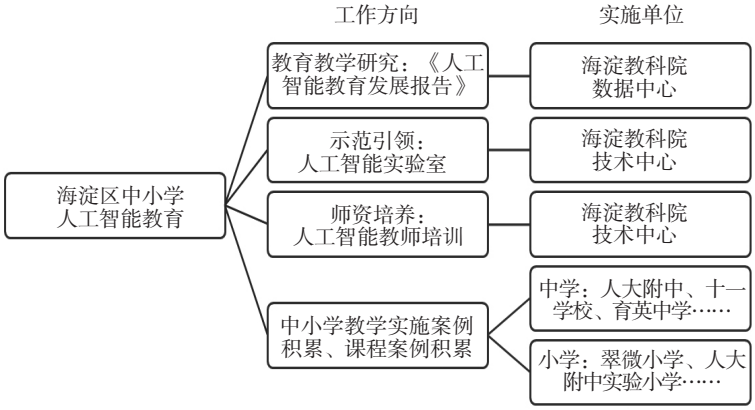


图1 海淀区人工智教育研究工作方向

人工智能的实现需要有一定的编程能力、算法思想和人工智能应用场景体会，也需要有一定的硬件辅助实现。因此人工智能课程在海淀区的开设，需充分利用现有信息技术课程基础，发挥学生应用软件使用优势、编程能力优势、硬件操作优势，依托海淀区信息技术学科地方课程资源，研究人工智能课程的总体架构，将原有信息技术课程的知识积累与人工智能课程的功能相结合。由此海淀区设定了以图2内容为基础的人工智能教学内容与支撑基础，明确了人工智能核心方向、发展方式、核心算法、功能实现等内容。其中，实现人工智能功能的程序编写训练，将以程序设计课为基础；编程中应用的算法，将以程序设计与数学知识为基础；在进行人工智能感知的视觉、听觉功能中，将以移动终端的摄像头和麦克风实现，或以个人电脑上的摄像头、麦克风配以相应的软件实现，同时在编程时调用外部人工智能接口，以实现人工智能的听觉、视觉功能；而当产生人工智能的认知与决策后，实现动作反馈功能会以现有创客、机器人课程内容实现。

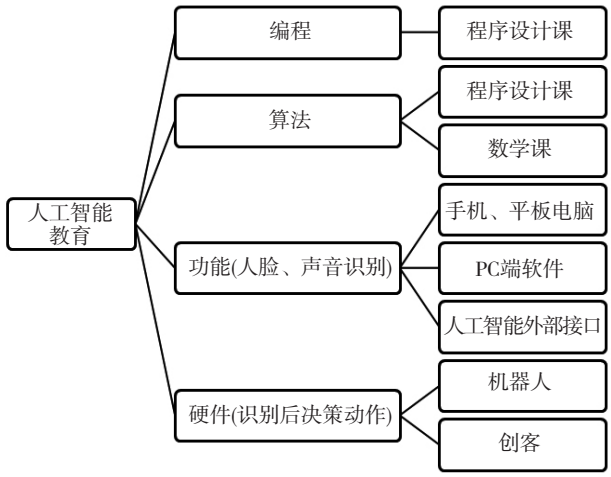


图2 人工智课程内容与支撑基础

三、中小学人工智能教育的课程设置

1.人工智能教育目标框架

海淀区的教育网络与数据中心参与了《中国互联网学习白皮书之人工智能教育发展报告(基础教育)》的编写工作，总结梳理了人工智能教育在中小学各学段的能力目标和内容框架设计，初步制订了人工智能能力培养目标框架，如表1所示。

表1 人工智能能力培养目标框架

学段	能力目标
小学	能够感知、体验、分辨人工智能，逐步培养计算思维能力
初中	初步理解人工智能实现的知识体系，培养高级计算思维
高中	专题性人工智能技术的理解与实现，了解人工智能发展与应用前沿

2.人工智能教育能力分层

在每一学段的学生培养中，按照传统的学生能力层次，可以将学生学习人工智能的能力划分为了解、理解、掌握三个层次，每个层次的学习内容框

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

架设计如下：

了解：通过对人工智能的感知、体验、讨论、分辨、描述等方式，了解人工智能的基本特征和应用渠道。

理解：在了解的基础上，通过学习程序设计提高计算思维能力，从识别、解释、运用、主动选择等层面加深对人工智能的原理、途径的理解。

掌握：在理解的基础上，通过对人工智能核心算法的学习、开发工具和开发平台，实现对人工智能的实际应用模块的学习，实现对简单人工智能的掌握和应用。

3.人工智能教育课程内容

基于上述能力和目标的课程框架设置，海淀区人工智能教育课程内容设定如表2所示。

表2 人工智能教育课程内容

学段	学习内容
小学	认识人工智能的特征(语音识别、图像识别、语义理解) 分辨人工智能和非人工智能(体会人工智能功能的特殊性) 了解人工智能的应用场景(基于应用的人工智能解决问题场景) 图形化编程下的计算思维(Scratch编程) 基于程序的人工智能功能调用(Scratch调用人工智能API和SDK) 人工智能的功能实现(在PC上实现语音识别和图像识别的功能)
初中	依据人工智能特征分辨人工智能和非人工智能(体会和分辨语音识别、图像识别、语义理解的人工智能功能) 编程下的计算思维(Scratch、App Inventor、Python编程) 基于程序的人工智能功能调用(程序设计语言调用人工智能API和SDK) 人工智能的功能实现(在PC上实现语音识别和图像识别的功能)
高中	深入体会人工智能特征(深入体会语音识别、图像识别、语义理解的人工智能功能) 编程下的计算思维(Python编程) 基于程序的人工智能功能调用(程序设计语言调用人工智能API和SDK) 人工智能核心算法的学习(基于高中选择性必修模块4的内容) 人工智能的功能实现(在PC上实现语音识别和图像识别的功能)

4.人工智能教育师资培养

海淀区信息技术学科教研经过多年的推动和积累，教师授课素质普遍较高，其中教学基本功、学科基本理念、课堂组织实施等教学能力均能达到较高的水平。

在人工智能教育课程实施中，为了加强师资队伍建设，海淀区教育科学研究院技术中心建设了人工智能实验室，并开设了多期培训班，在教师基本教学能力基础上，加强人工智能的知识学习、了解人工智能技术应用、熟悉人工智能环境构建、人工智能周边应用(虚拟现实、增强现实、3D编程)、人工智能在教育中的应用等内容的学习，逐步加强人工智能师资的专业知识水平。

四、海淀区中小学人工智能课程实施案例

海淀区在推动人工智能教育的过程中，根据海淀区的课程设置方案在小学、初中、高中进行了基于内容和能力培养的课堂实施，探索课堂的教学案例、组织实施、课堂评价、学生范例等内容，为人工智能教育普及推广奠定基础。

1.小学起始课的学生区分人工智能能力

海淀区翠微小学在小学人工智能课程的起始课上，设计了三节课的单元式课堂结构，如表3所示。

表3 三节课的单元式课堂结构

课时	题目	内容
第一课	《感知人工智能——识别人工智能和非人工智能》	通过游戏的体验，引导学生体验人工智能应用，对语音识别、自然语言处理和计算机视觉有所认识，感知人工智能的特点，能够识别生活中的人工智能和非人工智能，进一步感受人工智能为生活带来的便捷性，更加积极主动地将人工智能运用在学习和生活中，提升数字化学习与创新能力
第二课	《编写“对话”程序——感受开放式数据支持人工智能》	借助图形化编程软件，编写模拟语音助手的“人机对话”程序，进一步认识语音识别和自然语言处理；在游戏体验问题链的设计下，了解大数据、算法、计算力与人工智能的关系，感受开放式数据对人工智能的重要性；利用最新的谷歌语音助手案例引出图灵测试，体会计算机解决问题的思路和方法，提升计算思维
第三课	《了解机器学习和发展历程——分析人工智能价值和潜在威胁》	通过游戏和典型应用，使学生进一步了解计算机视觉和机器学习，从而了解人工智能发展的局限性，以及人工智能的发展历程；借助相关学习资料，使学生综合运用新旧知识，从价值、安全隐私、伦理道德和法律法规等方面对人工智能有辩证性的新认识；回归生活，思考未来的人工智能，提升信息意识和信息社会责任

课堂从体验人工智能应用引发学生对人工智能的识别，从识别中加深人工智能特征与内涵的认识。再通过编写语音识别的人机对话程序，提升计算思维的培养。同时结合人工智能的发展，思考人工智能的价值，辩证地看待人工智能的作用。

课堂中学生能够以小学生的思维方式和认知水平进行人工智能的体验，通过编程体现“计算思维”培养，通过人机对话程序编写的方法学习与功能实现体现“数字化学习与创新”的培养，通过识别人工智能和辩证看待人工智能体现“信息意识”和“信息社会责任”的培养。借助三节课的学生单元活动，逐步渗透小学阶段信息技术学科核心素养的提升。

2.初中编程调用人工智能SDK和API

海淀区十一学校在初中人工智能课程中，使用

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

App Inventor编程环境，设计了两节课的人脸识别App制作，课堂结构如表4所示。

表4 人脸识别App制作课堂结构

课时	题目	内容
第一课	从零搭建人脸识别App(上)	了解机器识别人脸的机制，理解特征点对机器识别人脸的作用；了解移动App开发的基本流程，搭建一个实现人脸识别功能的多屏幕App，掌握组件设计的基本方法；了解摄像机、图像选择框组件的基本用法
第二课	从零搭建人脸识别App(下)	了解移动App开发的基本流程，通过搭建一个实现人脸识别功能的多屏幕App，掌握组件设计和拖拽式编程的基本方法；了解Web客户端组件的基本用法，掌握借助网络API编程的基本方法，能够从网络结果中解析出需要的信息

课堂以编写移动App程序实现人工智能功能，在生活实际中实现人工智能解决问题，通过调用外部开放平台的人工智能接口实现人脸识别功能，引发学生构建人工智能场景、实现人工智能功能、引发创新应用的意识培养。

课堂中能够结合初中生熟悉的移动App使用经验，通过App Inventor编程实现“计算思维”培养，借助App Inventor编程调用外部接口的人工智能功能实现“数字化学习与创新”的培养，通过人脸识别向量提取的数字化过程实现“信息意识”培养，通过在生活中合理应用人工智能实现“信息社会责任”培养。使用两节课的人脸识别App制作，实现基于人工智能的初中信息技术学科核心素养培养。

3.高中人工智能基本算法的学习

海淀区人民大学附属中学在高中人工智能课程中，贴近高中课程标准的“人工智能初步”模块要求，以“机器视觉的大脑之卷积神经网络”的单元主题设计了六课时的课堂结构，如表5所示。

表5 六课时的课堂结构

课时	题目	内容
第一课	机器视觉(计算机视觉)简介	简单了解机器视觉的特征、应用及其相关学科基础
第二课	机器视觉的大脑——卷积神经网络(1)视觉认知的启示	卷积与特征提取
第三、四课	机器视觉的大脑——卷积神经网络(2)手写数字识别	手写数字识别问题的CNN信息传递、网络搭建、训练与应用
第五、六课	机器视觉的大脑——卷积神经网络(3)项目式学习	构建CNN网络解决实践小项目，如猫脸识别等

课堂从构建CNN网络实现卷积神经网络的特征提取、卷积核、特征图等人工智能核心算法入手，引导学生了解人工智能的基本构成方法，并通过操作实践实现机器视觉，从机器视觉引出无人驾驶汽车的视觉判断功能。

课堂中使用Python编程并调用外部人工智能识别模块，实现植物识别、动物识别、菜品识别、车型识别等功能，通过Python编程实现“计算思维”培养，通过自主学习卷积核与特征图的使用实现“数字化学习与创新”的培养，通过自主学习卷积理解、视觉实现功能实现“信息意识”培养，通过机器视觉的作用与应用实现“信息社会责任”的培养。使用六节课的自动驾驶中的视觉判断，实现基于人工智能的高中信息技术学科核心素养培养。

五、结语

在面对人工智能教育的热潮中，海淀区的人工智能教育注重学科方向性，从人工智能教育的核心内容与核心素养定位、基于人工智能核心内容的课堂活动设计、基于人工智能思维方式的课堂活动组织实施方面进行探索和实践，努力建设出方向正确、核心内容突出、具有海淀特色的人工智能教育课程体系，促进海淀区中小学人工智能教育健康发展。

参考文献：

[1] 中华人民共和国教育部.《普通高中信息技术课程标准》[M].北京:人民教育出版社,2018.1.

[2] 海淀区教育委员会.中小学《信息技术》教材[M].北京:首都师范大学出版社,2010.

作者简介：

马涛：特级教师，海淀区教育科学研究院教育网络与数据中心主任，研究方向为信息技术教育、移动学习、智慧校园应用、人工智能教育(3194@263.net)。

赵峰：一级教师，海淀区教育科学研究院教育网络与数据中心副主任，研究方向为智慧校园应用(13910889359@139.com)。

王有学：高级教师，海淀区教育科学研究院教育技术中心主任，研究方向为智慧校园应用(wds235@163.com)。

高洁：二级教师，海淀区教育科学研究院教育技术中心教师，研究方向为智慧校园应用(562299432@qq.com)。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

The Way of Development of Artificial Intelligence Education in Primary and Secondary Schools in Haidian District

Ma Tao, Zhao Feng, Wang Youxue, Gao Jie

(Haidian Institute of Education Sciences, Beijing)

Abstract: The AI Development Plan for the New Generation and The 2017 edition of IT curriculum standards set forth the requirements for artificial intelligence education in primary and secondary schools. AI education in Haidian District focuses on discipline orientation, core quality positioning and the essential content of AI learning. Based on the principal content and AI thought way, Haidian AI education concentrates on the design, organization and implementation of classroom activities. It makes effort to construct AI education curriculum system which is in the right direction and highlights core content with Haidian characteristics, promoting the sound development of AI education in primary and secondary schools in Haidian District.

Keywords: Artificial Intelligence Education; Core Accomplishment; Classroom Structure

收稿日期：2019年3月21日

责任编辑：宋灵青

(上接第123页)

Adhere to Overall Development, Highlight Characteristics of Haidian District

—Build a High-level and Strong Modernized Education District

Wang Fang

(Haidian Education Committee, Beijing 100089)

Abstract: China's education modernization 2035 depicts the prospect of the future education development in China, clarifies the strategic objectives and tasks, and states implementation paths of education modernization. As the national education highland, Haidian District needs to further plan the future education development strategy in details, based on the comprehensive study and implementation of the spirit of China's education modernization 2035. The essay aims at reviewing and scrutinizing the historical experience accumulated in the process of promoting education modernization in Haidian District, and searches for the cultural core of education reform and development in this area. On this basis, it further explores and analyzes the difficulties and challenges while promoting education modernization, and constructing strong education district. Furthermore, it systematically blueprints the future path and concentration of education development.

Keywords: Education Modernization; Strong Education District; Priority Development; Moral Education

收稿日期：2019年3月21日

责任编辑：宋灵青

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

国内外人工智能在基础教育中应用的研究综述*

马 璐 张 洁

（东北师范大学 信息科学与技术学院，吉林长春 130117）

摘要：文章以挖掘分析国内外人工智能在基础教育中应用的研究中心点、异同点、新型研究点为目标，收集国内外教育技术领域的核心期刊，利用相关工具进行高频关键词的选定，词篇矩阵的提取，相似矩阵、相异矩阵的转化、聚类分析、多维尺度分析、社会网络分析，进行递进式研究。结果显示国内外研究走势、研究中心、研究深度、新型研究点是有差别的。国外在基础教育中利用学习计算模型进行计算教育，收集教育数据，进行挖掘评估，建立教育动因系统。国内则以本土化的人工智能教育为出发点进行未来基础教育新课程标准规划。

关键词：国内外人工智能；基础教育；研究中心点异同点；关键词共词分析；社会网络分析

【中图分类号】G40-057【文献标识码】A【论文编号】1009—8097（2019）02—0026—07【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2019.02.004

一 研究准备：数据来源与研究方法、工具

本研究选择国内教育领域的 11 本期刊《中国电化教育》、《中小学管理》、《教育学报》、《课程·教材·教法》、《电化教育研究》、《开放教育研究》、《现代远程教育研究》、《远程教育杂志》、《现代远距离教育》、《现代教育技术》、《中国远程教育》，以人工智能和基础教育为主题进行检索，检索时间范围为 2010～2018 年，精简并处理后得到有效文献 135 篇。国外选取影响因子在 SSCI 期刊中排名前 30 的教育类期刊，检索时间范围为 2010～2018 年，以 Artificial Intelligence、Preschool Education、Elementary Education、Junior High School、High School、K-12 为主题检索，精简处理后得到有效文献 155 篇。

本研究采用了以下研究方法：①关键词共词分析法，即对一组词两两统计它们在同一篇文献中出现的次数，以此为基础对这些词进行聚类分析，从而反映出这些词之间的亲疏关系，分析这些词所代表的学科或主题的结构与变化[1]。该方法的一般过程包括：确定要研究的问题、选定研究材料、选定高频关键词、提取词篇矩阵、进行高级统计处理（相似矩阵、相异矩阵的转化、聚类分析、多维尺度分析）[2]。②社会网络分析法，即通过网络中关系的分析，探讨网络的结构与属性特征，探讨节点之间关系的强弱。

本研究采用的研究工具包括书目共现分析系统 Bicomb、SPSS20.0、Excel、VOSviewer、Endnote7X。其中，Bicomb 用于高频关键词的选定、词篇矩阵的提取；SPSS20.0、Excel 和 Endnote7X 用于相似矩阵和相异矩阵的转化、聚类分析、多维尺度分析；VOSviewer 用于社会网络图的制作。

二 过程与分析

1 国内外高频关键词词频对比分析

对国内外人工智能在基础教育应用研究的相关文献的关键词进行词频分析，能基本反映出该领域的研究热点和新型的研究点。本研究利用 Bicomb 书目共现软件，将国内外相关文献中出现词频排在前 10 位的关键词视为该领域的高频关键词，如表 1 所示。由表 1 可以看出，国内外统计的高频关键词和词频频次存在差距，高频关键词排序也并不一致，国外的研究相对于国内而

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

言更有深度。国内的研究热点是把机器人教育纳入未来的基础教育，新型的研究点是在人工智能技术支持下的基础教育中进行 STEM 跨学科融合研究。国外的研究热点则是进行计算教育，建立科学、系统的提升教育质量的教育动因系统，以便更好地解决问题。

表 1　国内外人工智能在基础教育应用研究的高频关键词

序号	国内关键字段	出现频次	国外关键字段	出现频次
1	人工智能	49	Artificial Intelligence	61
2	信息技术	17	Education	43
3	机器人	14	Intelligent Tutoring Systems	36
4	未来教育	9	Students	25
5	学习	7	Teaching	21
6	中小学	6	Robots	18
7	智能机器人	6	Elementary Schools	17
8	未来学校	5	Education Computing	10
9	课堂教学	5	Active Learning	10
10	机器人教育	5	Computer Aided Instruction	10

2 国内外高频关键词聚类分析

词频频次统计能看出关键词出现的频率，但不能看出关键词之间存在的关系。为了找到关键词之间的关系，本研究以词篇矩阵为基础，用 Ochiai 法对这些词进行聚类分析，因为从聚类分析图可以挖掘分析出研究者主要研究的知识信息，这些词所代表的是学科或主题的结构与变化[3]。聚类分析图如图 1、图 2 所示，国内外聚类图挖掘分析知识信息表如表 2 所示。

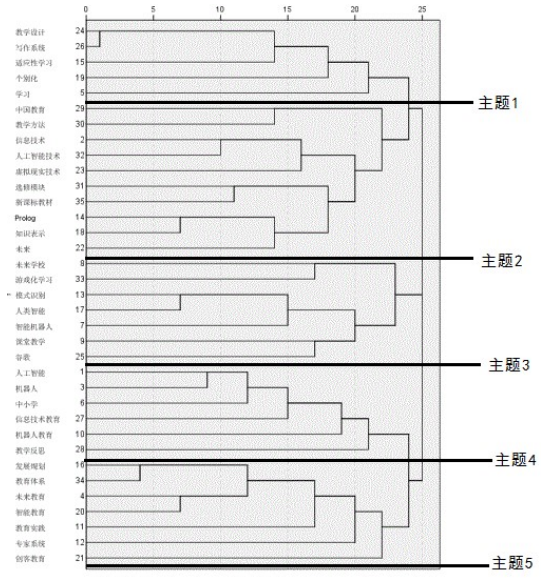


图 1　国内系统分析聚类树状图

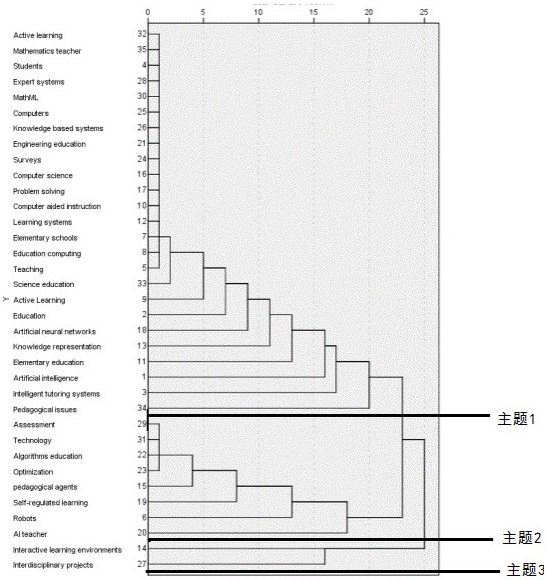


图 2　国外系统分析聚类树状图

从图 1、图 2 和表 2 可以看出：国内外研究的主题有差异。具体来说，国内研究集中于 5 个主题：①设计适应性教学系统；②中国的新课程标准应该有新的教法，初级人工智能应该作

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为选修模块；③利用人工智能课堂进行多元学习；④中小学信息技术课程新规划；⑤教育体系智能化发展。国外的研究则集中于 3 个主题：①人工智能辅导系统在中小学发挥作用；②智能评估教学；③跨学科智能交互性学习。聚类分析探究出关键词之间的关系，主题很多，我们要找到研究的中心点、变量间的关系，要利用多维尺度分析法进一步分析国内外研究的异同。

表 2　国内外挖掘分析知识信息表

主题		类别	簇
国内聚类图挖掘分析知识信息	主题一	教学设计、写作系统适应性学习、个别学习	设计出适应个性化学习的教学系统。
	主题二	中国教育、教学方法、信息技术、人工智能技术、虚拟现实技术、选修模块、新课程教材、Prolog、知识表示、未来	未来中国的新课程标准应该有新的教法，“初级人工智能”应该作为选修模块。
	主题三	未来学校、游戏化学习、模式识别、人类智能、智能机器人、课堂教学、谷歌	未来要利用人工智能技术进行课堂教学，进行游戏化学习、模式识别等多元学习。
	主题四	人工智能、机器人、中小学、信息技术教育、机器人教育、教学反思	中小学要进行人工智能信息技术课程教学的规划与反思。
	主题五	发展规划、教育体系、未来教育、智能教育、教育实践、专家系统、创客教育	未来的教育体系要进行智能化规划。
国外聚类图挖掘分析知识信息	主题一	Elementary schools, Elementary education, Education computing, Teaching, Science education, Active earning,Education, Artificial neural networks, Knowledge representation, Artificial intelligence, Intelligent tutoring system, Pedagogical issues	人工智能辅导系统在小学教育中发挥作用，进行计算教育，改善教育系统，让学生进行主动学习。初等教育要进行科学教育，利用人工智能辅导系统改善教学法，通过人工神经网络分类学生，知识表示，提供基础数学、语文写作评估反馈、个性化呈现。
	主题二	Assessment,Technology, Algorithm education, Optimization,Pedagogical agents, Self-regulated learning, Robots, AI teacher	智能论证评估系统支持合作学习，利用技术对教学进行评估，引入教学代理人提供交互性，思维模型和反馈，引入 AI 教师、机器人，进行人工智能驱动下的中小学编程算法教育，优化教学达到自主学习的目的。
	主题三	Interactive learning environments, Interdisciplinary projects	创造互动学习环境，虚拟现实技术的教学环境即游戏，模拟、虚拟世界，打造跨学科项目，进行娱乐情境性教学，开展交互性学习。

3 国内外多维尺度分析

（1）相异矩阵构建

构建相异系数矩阵，相异系数矩阵中数字表明数据间的相异性，数值越接近 1，表明关键词之间的距离越大[4]。将构建的相异矩阵进行多维尺度分析，并在此基础上对上述量化结果进行定量和定性结合的分析，所构建的国内外高频关键词相异矩阵如表 3、表 4 所示。

（2）多维尺度分析

国内多维尺度分析的 Stress=0.08811，RSQ=0.66746，Stress≤10%为满意（Fair），RSQ≥0.6 可接受，说明其拟合效果较好，可以反映出人工智能在基础教育应用研究中的高频关键词间的学术联系状况。国外多维尺度分析的 Stress=0.02507，RSQ=0.99892，Stress≤10%为满意（Fair），RSQ≥0.6 可接受，亦能反映学术联系状况。多维尺度分析要从两个方面进行解释：①维度定义

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

解释，即国内的横向维度为“教学—学习”，纵向维度为“教材分析—学习技术”；国外的横向维度为“计算教育—智能系统”，纵向维度为“测评方法—评估技术”。②研究对象空间分布特点解释，主要分析研究人员所关心的主题之间的联系，国内划分为 5 个领域，而国外划分为 4 个领域。国内外多维度尺度的坐标都划分为四个象限：第一象限处于研究网络的中心地位；第二象限的主题领域结构比较分散，有进一步发展的空间；第三象限的主题领域内部链接紧密，有相应的研究机构进行成熟的研究；第四象限的主题领域在整体工作研究中处于边缘地位[5]。国内外多维尺度分析图如图 3、图 4 所示。

表 3　国内高频关键词相异矩阵

	人工智能	信息技术	机器人	未来教育	学习	中小学	智能机器人	未来学校	课堂教学
人工智能	0.00000	0.72282	0.54184	0.71429	1.00000	0.76672	0.94168	0.80834	0.93611
信息技术	0.72282	0.00000	1.00000	0.91915	1.00000	1.00000	0.80197	0.89153	1.00000
机器人	0.54184	1.00000	0.00000	1.00000	1.00000	0.56356	1.00000	1.00000	1.00000
未来教育	0.71429	0.91915	1.00000	0.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.85093	1.00000
学习	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
中小学	0.76672	1.00000	0.56356	1.00000	1.00000	0.00000	1.00000	1.00000	1.00000
智能机器人	0.94168	0.80197	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.00000	1.00000	0.81743
未来学校	0.80834	0.89153	1.00000	0.85093	1.00000	1.00000	1.00000	0.00000	1.00000
课堂教学	0.93611	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.81743	1.00000	0.00000

表 4　国外频关键词相异矩阵

	Artificial intelligence	Education	Intelligent tutoring systems	Students	Teaching	Robots	Elementary schools	Education computing	Active Learning
Artificial intelligence	0.00000	0.66667	0.84570	0.71132	0.71132	0.64645	0.71132	0.71132	0.66667
Education	0.66667	0.00000	0.84570	0.42265	0.42265	0.52860	0.42265	0.42265	0.66667
Intelligent tutoring systems	0.84570	0.84570	0.00000	0.73274	0.73274	0.78178	0.73274	0.73274	0.84570
Students	0.71132	0.42265	0.73274	0.00000	0.00000	0.59175	0.00000	0.00000	0.42265
Teaching	0.71132	0.42265	0.73274	0.00000	0.00000	0.59175	0.00000	0.00000	0.42265
Robots	0.64645	0.52860	0.78178	0.59175	0.59175	0.00000	0.59175	0.59175	0.76430
Elementary schools	0.71132	0.42265	0.73274	0.00000	0.00000	0.59175	0.00000	0.00000	0.42265
Education computing	0.71132	0.42265	0.73274	0.00000	0.00000	0.59175	0.00000	0.00000	0.42265
Active Learning	0.66667	0.66667	0.84570	0.42265	0.42265	0.76430	0.42265	0.42265	0.00000

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

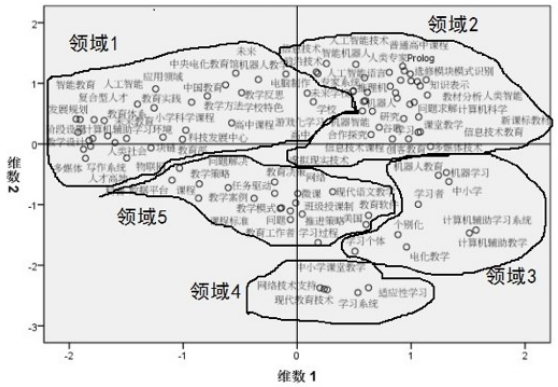


图 3　国内多维尺度分析图

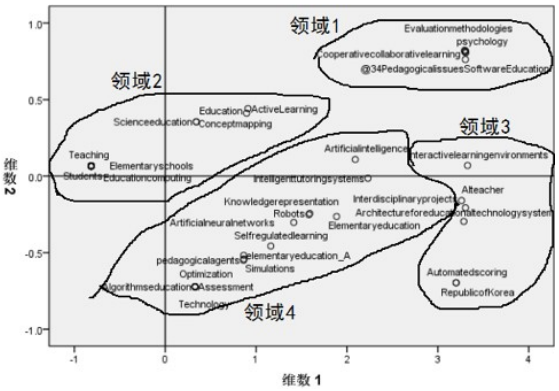


图 4　国外多维尺度分析图

多维尺度图虽然可以较好地观察到变量间的关系，但是无法表现它们之间的强弱关系，本研究接着进行了关键词的社会网络分析和作者的社会网络分析。

4 社会网络分析

为了更好地表达各个关键词之间的强弱关系，本研究进行了社会网络分析，测量与调查社会系统中各部分点的特征与相互之间的关系连接，更能直观地反映各个节点的位置及它们之间的相互关系[6]。本研究应用 Endnote7X 转化数据格式来辅助 VOSviewer 完成网络可视化分析，点的大小与出现次数相关，节点越大说明它的地位越高；连线的粗细代表链接强度，而连线的远近代表关键词之间的亲疏关系。

（1）关键词网络分析图

国内外的网络分析图凸显了人工智能的核心地位。国外以人工智能为核心，形成了被基础教育、学生、孩子、学习系统、机器人等围绕的结构——其中，学生的节点最大，说明国外注重以学生为中心构建新时代的教育。国内的网络分析图围绕着人工智能的核心点，形成了被信息技术教育、中小学、未来教育、机器人教育、教育体系、新课程标准围绕的结构，但在大节点外群聚了一个小部落，说明我国在研究人工智能的同时回归到了教育本身，强调做好技术与教育的深度融合研究，如图 5、图 6 所示。

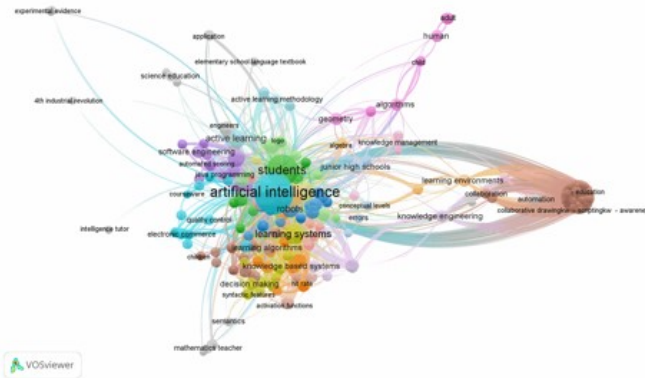


图 5　国外关键字网络分析

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

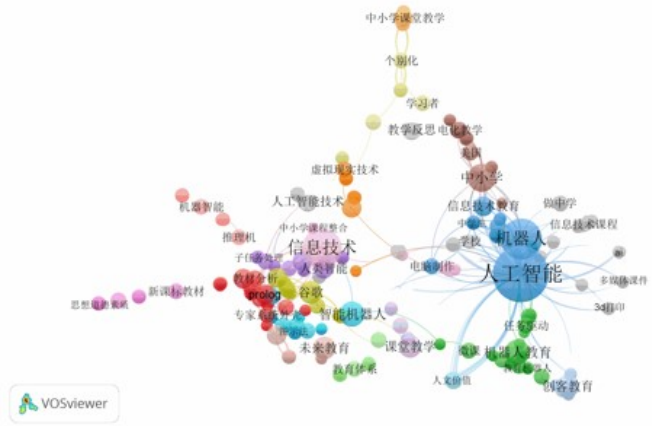


图 6　国内关键字网络分析图

（2）作者社会网络分析图

作者的社会网络分析图收集作者的背景资料，挖掘、分析出研究者之间的关系，分析发展形式。国内以祝智庭教授为中心，分化为 6 个研究群体，又在此基础上分化为两个部落，总的来说群体小、分布小，都以校间合作为主。国外以 Kenneth、Anastasia、Kalbfleisch 这三位研究者为中心，分化为 7 个研究群体，群体之间都有联系。总的来说，国外的研究群体比国内的研究群体分布广、合作更紧密、交流更顺畅，做到了以下几点：①校间合作专业领域互补；②校企合作；③关注对象；④关注教学；⑤关注学科融合；⑥关注跨文化研究。

三 总结与启示

国内外人工智能在基础教育领域应用的研究现状可以归结为以下四点：

1 研究主题差异

我国以 5 个主题为主，研究主题分散，规划反思研究主题相对较多。国外集中于 3 个主题的研究，研究主题较集中，研究方向明确，有一定深度。在今后的研究中，建议国家和教育主管部门能出台专项的研究规划，推动人工智能在教育领域的研究能向深层次推进。

2 研究的中心点

从文献看，国内现在研究的中心点是探讨本土化的新课程标准规划，考虑学习风格、教学设计原则的重要性等。国外是利用计算模型将重点放在学习者的学习行为上。在过去的几十年中，国内外已经在探索开发智能导师系统（Intelligent Tutoring System，ITS），但对于 ITS 应用效果的研究并不多见。

3 作者相互关系

从作者关系看，国外研究者的校间合作，校企合作比较常见，而国内跨机构，跨领域的合作研究并不多见。人工智能教育应用需要做好技术与教育的深度融合，当前特别需要掌握前沿核心技术的企业与高校研究机构，围绕基础教育领域的实践难题开展产学研用相结合的，深度的“校企合作”。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

四 结语

本研究对比分析了国内外人工智能在基础教育中应用的研究现状及异同，并得到相应的启示，可以为之后的研究提供参考。人工智能尚在发展中，研究文献和成果也在随时更新，本研究可能没有捕捉到最新的研究进展，期望后续研究者能继续丰富和完善。

参考文献

[1]闫志明,唐夏夏,秦旋,等.教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,2017,(1):26-35.
[2][5]吴晓秋,吕娜.基于关键词共现频率的热点分析方法研究[J].情报理论与实践,2012,(8):115-119.
[3][4]徐春浪,汪天皎.我国学生评价研究热点聚类分析及其知识图谱——基于 CNKI 684 篇核心期刊文献的关键词共词分析[J].教育理论与实践,2016,(31):35-39.
[6]钟柏昌,李艺.社会网络分析在教育研究领域的应用——基于教育类核心期刊刊文的评述[J].教育研究,2013,(9):25-32.

A Review of the Application of Artificial Intelligence in Elementary Education at Home and Abroad

MA Lu ZHANG-jie

(Northeast Normal University, College of Information Science and Technology, Changchun, Jilin, China 130117)

Abstract: The article aims to explore and analyze the research centers, similarities and differences, and new research points of artificial intelligence in basic education, collect core journals in the field of educational technology at home and abroad, and use relevant tools to select high-frequency keywords. Matrix extraction, similar matrix, transformation of different matrices, cluster analysis, multidimensional scaling analysis, social network analysis, and progressive research, the results show: domestic and foreign research trends, research centers, research depth, new research sites are Different. In foreign countries, the learning calculation model is used for basic education, the education data is collected, the mining evaluation is carried out, and the educational motivation system is established. China takes the localized artificial intelligence education as the starting point to carry out the new curriculum standard planning for the future basic education. In the next few years, China should strengthen international exchanges and cooperation, observe the application of artificial intelligence in basic education, and go hand in hand with each country for the future basic education.

Keywords: domestic and foreign artificial intelligence; elementary education; similarities and differences of research centers; keywords co-word analysis; social network analysis

*基金项目：本文受吉林省科技厅项目“基于智慧校园的学生行为数据采集与个性化学习资源推荐研究”（项目编号：20190303129SF）、东北师范大学校内项目“E-learning 环境下的学习者情感识别关键技术研究”（项目编号：2412018JC006）资助。

作者简介：马璐，在读硕士，研究方向为数字化学习，邮箱为 1911055942@qq.com。

收稿日期：2018 年 6 月 7 日

编辑：小西

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能在医学教育领域的应用研究

卫 荣，马 锋，侯梦薇，刘欣然，兰 欣，李晓亮，樊 林
（西安交通大学第一附属医院，陕西 西安 710061）

摘要：随着科技的进步，人工智能已被证明了它的重要意义，并在越来越多领域的发展中发挥巨大的推动作用。本文拟以人工智能在医学教育中的应用，探讨人工智能在医学教育领域的应用效果，尤其是对于医学生综合素质的提高，为人工智能在医学教育中的应用提供一些启发。

关键词：人工智能；医学教育；应用研究
DOI：10.13555/j.cnki.c.m.e.2017.06.005
中图分类号：G642.0 **文献标识码**：A **文章编号**：2096-3181(2017)06-0835-04

Study on Medical Education Applying Artificial Intelligence

WEI Rong, MA Feng, HOU Meng-wei, LIU Xin-ran, LAN Xin, LI Xiao-liang, FAN Lin
(The First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China)

Abstract: With the progress of science and technology, Artificial Intelligence has proved its significance, and plays a major role in promoting the development of more and more areas. This paper attempts to explore the application effects of Artificial Intelligence in medical education by studying the application of Artificial Intelligence in medical education, especially for the improvement of the comprehensive quality of medical students, and to provide some inspiration for the application of Artificial Intelligence in medical education.

Key Words: Artificial Intelligence; medical education; application research

随着信息化的融入，尤其是人工智能的发展，医学教学的模式也发生着巨大的变革。信息技术与医学教育的融合，为学生的自主学习、互动交流，为教学资源的共享，以及教学模式的转变提供了前所未有的便捷途径。医学教育信息化发展已成为医学教育改革的重要环节，关乎医学人才培养质量和办学水平。

1 医学教育信息化背景

医学教育的理论教学和实践操作中的核心概念是培养具有医学思维和医学道德的医学生。当今世界正处于前所未有的教育变革时期，我国医学教育的方针、社会需求和特点也发生了巨大变化。

20世纪90年代以来，信息技术不断创新，信息产业持续发展，信息化成为了全球社会发展的重要特征。进入21世纪后，人工智能信息化对社会发展的影响更为深刻。广泛应用、高度渗透的信息技术正孕育着新的重大突破。

1.1 医学教育信息化的发展进程

医学教育信息化的发展共经历三个阶段。

手段创新阶段：通过教学工具及手段的改革实现教学方式的创新，主要强调教学方式的多媒体化、数字化，通过PPT、flash动画以及音视频文件等多媒体应用对教学内容进行展示与传递。这种教学方式的本质还是“纸媒”，学生参与互动与教学反馈较少。

流程创新阶段：通过对传统医学教学模式和流程的改进，实现自主学习、多重交互、协作交流、个性化反馈等基于网络的学习模式。

收稿日期：2017-09-27
基金项目：陕西省2017年度技术创新引导专项技术转移与科技成果推广引导计划－成果推广项目“智能外科手术过程视频记录系统”(2017CG-008)
作者简介：卫 荣(1980－)，男，陕西韩城人，卫生主管技师，主要研究方向：医疗信息技术与大数据应用，计算机技术。
通讯作者：樊 林(1973－)，男，陕西西安人，副主任医师，主要研究方向：胃肠肿瘤微创治疗，医疗信息化与大数据应用，外科教育。E-mail：linnet@xjtu.edu.cn

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

超越现实阶段：通过人工智能、数据挖掘分析、模拟仿真、3D打印、脑机接口等技术的应用，实现情景式学习、探究式学习[1]、基于大数据的个性化学习、模拟医学教育等[2]。

目前，我国医学教育信息化已经发展到超越现实的创新阶段。学习空间布局逐渐由单一形态的教室转型为多功能、多形式的虚拟学习平台[3]，实现师生线上线下、互助互动的混合式教学[4]。同时在这个过程中不断共享优质网络课程资源，丰富医学教育资源库，最终实现共建共享式的“医学教育云”平台。

1.2 医学教育信息化的发展趋势

现阶段，人工智能、云计算、智能终端、虚拟现实等技术的发展，促进了医学教育信息化呈现如下趋势：在理论教学方面，远程互动教室、现场演示式课堂、浸入式教学、实景转播课堂是未来理论课教学开展的主要场景。在实践教学方面，通过在现实环境中设定虚拟场景，学生使用计算机或移动设备在虚实融合的环境中学习互动，进而开创实践教学的新模式，实现对实践教学模式的流程再造[5]。

2 人工智能在医学教育领域的应用

人工智能(Artificial Intelligent)，也称机器智能，是指由人工制造出来的系统所表现出来的智能[6]。在计算机科学学科，人工智能研究领域将自己定义为“智能主体的研究与设计”，即可以观察周遭环境并作出行动以达成目标的系统。

从人工智能的研究本质来看，人工智能是给计算机传授知识，提高计算机的学习能力的科学技术，其研究成果又可以应用于医学教育领域[7]。人工智能的相关技术包括决策支持系统，知识表现，机器学习，人工神经网络，数据挖掘，专家系统等多个领域。其中专家系统、机器学习、智能决策系统在医学教育中应用较多。

在过去的十年中，人工智能的应用已经解决或部分解决了很多教育领域的挑战性问题，包括语言处理、推理、规划和认知建模等。人工智能用数字化和充满活力的方式为学生提供了更多参与的机会，而这些机会通常在过时的教科书或教室的固定环境中无法找到。在这种协同的学习方式下，每一个学生都有推动其他人前进的潜力，并能够加速新学问的探索和创新技术的创造。下文中提供了四个应用，说明人工智能如何应用于医学教育中。

2.1 人工智能程序“Watson”

沃森(Watson)是一个使用自然语言回答问题的计算机系统。由IBM公司的首席研究员David Ferrucci所领导的DeepQA计划小组开发并以该公司创始人托马斯·J·沃森的名字命名。IBM介绍时说“它是一个集高级自然语言处理、讯息检索、知识表示、自动推理、机器学习等开放式问答技术的应用”，并且“基于为假设认知和大规模的证据搜集、分析、评价而开发的DeepQA技术”。

2015年4月，沃森健康(Watson health)成立，标志着沃森进入医疗行业。2016年8月中旬，日本东京大学利用沃森诊断一名60多岁女性患有一种罕见的白血病，并提供了个性化诊疗方案，仅花了10分钟。而在几个月前，该患者还曾被其他医院误诊。

在医学教育领域，沃森使用自然语言、假设生成和基于证据的学习能力为临床决策支持系统提供帮助，供医学专业人员和医学生使用。为了帮助医生治疗他们的病人，一旦医生对描述症状和其他相关因素的系统提出质疑，沃森首先会分析输入以识别最重要的信息片段；然后挖掘病人的数据，找到与病人的医疗和遗传病史相关的事实；然后检查可用的文献数据来源来构建假设；最终给出一个个性化的推荐诊断列表。

沃森用于分析和诊断的数据来源包括治疗指南、电子病历数据、医生和护士的记录、研究资料、临床研究、期刊文章和病人信息。这些非结构化的数据量非常庞大，并且时刻变化，对于临床经验缺乏的医学生来说，记忆这些数据的难度非常大。对于沃森来说，它可以在几秒钟内阅读数百万的文字，能够收罗世界上最先进的医疗大数据信息，学习海量知识，并用人类语言回答问题，代替医学生搜索各种可能，辅助他们完成诊断，提升诊疗准确性。

2017年初，沃森选择与中国企业百洋合作，进入中国医疗市场。人工智能系统的引进，将大大提升医生诊疗水平和服务效率。通过培养医学生对智能工具的使用，能够从根本上缓解当前我国医护人才紧缺的现状。

2.2 虚拟病人学习系统

DxR Clinician是利用人工智能技术，专门针对教学型医院、医学类院校及住院医师的网络虚拟患者系统，该系统被广泛应用于教育教学和医学生临床思维评估中。软件采集了数百个真实的患者资料，并由专家及人工智能编写为特定症例，这些症例涵盖广泛的临床问题。医学生通过对虚拟病人的问诊、模拟查体和辅助检查，做出拟诊，进而诊断并设计治疗方案。

对于教师来说，DxR Clinician可以作为一套有用的分析工具，帮助教师通过评值成果了解学生的行为表现并调整课程；对于学生来说，可以快速培养临床问题的解决能力。通过和症例互动，学生能够学习很多重要的疾病诊断知识。同时，系统能够识别学生在症

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

例分析过程中的错误，深度学习与分析，并帮助学生解决这些问题。

与DxR Clinician功能相似的这类计算机软件被称为智能辅导系统(Intelligent Tutor Systems)，它可以在解决问题的过程中跟踪学习者的“心理步骤”，以诊断错误的概念，并估计学习者对该领域的理解。智能辅导系统还可以为学习者提供及时的指导、反馈和解释，并能促进学习者的学习行为，如自我调节、自我监控和自我解释。

2.3 增强型众包辅导平台——Brainly

当医学生在课堂上遇到困难时，传统的方式是求助于同学。近年来，得益于互联网的出现，医学生可以从千里之外的同学那里得到帮助，但是由于医学学科专业性强的特征，同学能给予的帮助并不多。随着科技进步，在人工智能和机器学习的帮助下，寻找远程帮助变得更加容易。Brainly是一个帮助数百万学生合作的社交网络平台，正在将人工智能的力量使用在这一平台上。

为了确保提供高质量的内容，Brainly使用了一个超过1 000人的团队帮助审查和验证注册用户在平台上的问题和答案。现在，Brainly正在使用机器学习算法来自动过滤垃圾邮件和低质量内容，帮助平台维护团队专注于为学生提供高质量的服务。同时，Brainly利用人工智能算法实现平台个性化学习功能，即根据用户需要帮助的领域，向用户推荐相关领域的好友。随着机器学习能力的提高，Brainly将根据每一个医学生的不同情况调整他们的课程，使他们沿着自己独特的学习曲线前进。

2.4 精准医学机器——Hanover

汉诺威(Hanover)是微软公司开发的帮助医生找到治疗癌症正确方法的人工智能机器。它的目标是记住所有对癌症有必要的论文，并帮助预测哪种药物组合对每个病人最有效。它可以利用机器学习和自然语言处理来帮助医学生找出最有效、最个性化的癌症治疗方法并加以学习，并通过提供一种直观的方法来整理所有可用的研究数据。

针对癌症的研究和药物数量非常巨大，具体来说，已有800多种药物和疫苗用于治疗癌症。但是，这对于医生来说却有负面的影响，因为有太多种选择可供选择，使得为病人选择合适的抗癌药物变的更加困难。同样，精确医学的进步也是非常困难的，因为基因规模的知识和推理成为决定癌症和其他复杂疾病的最终瓶颈。今天，许多受过专业训练的医学研究员需要数小时的时间来检查一个病人的基因组数据并作出治疗决定。每年仅美国就有160万例新的癌症病例和60万例死亡病例，这显然是不可扩展的。

汉诺威主要在以下三个方面取得进展：①机器阅读：正在开发将文本转换为结构化数据库的技术，这使汉诺威能够自动读取数百万条的生物医学论文，从而构建基因组规模的知识库。②癌症决策支持。汉诺威正在与奈特癌症研究所合作开发用于癌症精确治疗的人工智能技术，目前的重点是开发一种用于治疗急性骨髓白血病的机器学习方法，这种白血病的治疗在过去30年没有改善。③慢性疾病管理。汉诺威的长期目标是发展人工智能技术，用于预测和预防的个性化治疗，以降低高成本的癌症和其他慢性病的治疗费用，而这些疾病费用约占美国医疗保健支出的90%。

3 总结与展望

教育的本质是积累与传承，将前人总结积累的知识通过教育手段传承给后人并加以创新。而人工智能技术的根本也是通过机器学习，人工神经网络、数据挖掘等方法，积累知识，通过决策支持，专家系统将知识进行传播与应用。本文就人工智能技术对传统医学教育的方式的改变进行了分析。人工智能影响医学教育的一个关键途径是支持个性化学习，帮助不同层次的学生，在教师和学生需要时提供帮助和支持。人工智能不仅可以帮助教师和学生设计出符合他们需要的课程，而且还可以关注学生表现，并在学生可能出现问题时向教师发出提醒，帮助教师改进教学方法。人工智能将转变教师的角色，教师将补充人工智能课程，为学生提供人际互动和实践经验。使用人工智能系统，学生可以随时随地学习，并且通过这些程序代替某些课堂教学。

《智力解放》的作者皮尔森(Pearson)在他的一篇论文中提出了“终身学习伙伴”的概念。人工智能可以存在于云端，可以从多种设备中访问，这些软件通过收集关于学生的数据，帮助他们成长和发展他们的知识。在“终身学习伙伴”成为现实之前，还有很多工作要做，但人工智能在医学教育领域的快速发展预示着一个充满希望的未来。由人工智能提供的医学教育项目已经在帮助医学专业的学生学习基本技能，随着科学技术的发展，人工智能会为医学生提供更广泛的服务。

参考文献：

[1]黄小玲. 大健康背景下情景式和探究式融合教学法在健康经济学教学中的应用[J]. 医学教育研究与实践，2017，25(2)：182－184.

[2]高兴亚，喻荣彬，李茜. 医学教育信息化的现状与未来[J]. 高校医学教学研究：电子版，2017(1)：3－6.

[3]张文学，张海宏，连世新. 大数据和慕课时代大学生信息素

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

医学课程整合教学方法对医学生学习适应性影响的研究

张彦超[A]，程 刚[B]，李 明[A]
（济宁医学院：A. 临床医学院；B. 第二临床学院，山东 济宁 272067）

摘要：随着高等医学教育改革的不断开展，课程整合教学方法已成为一个较为热点的研究方向。通过对某医学院校基础医学整合教学方法与常规教学方法下医学生学习适应性进行对比研究，不仅可较为有效地掌握课程整合教学方法对医学生学习适应性的影响，更可为今后开展大规模教育教学改革提供一定的思路和方法。

关键词：课程整合；医学生；学习适应性
DOI：10.13555/j.cnki.c.m.e.2017.06.006
中图分类号：G642.0 **文献标识码**：A **文章编号**：2096-3181(2017)06-0838-04

Research about the Effects of the Integration of Basic Medical Curriculum to the Learning Adaptability of Medical Students

ZHANG Yan-chao[1], CHENG Gang[2], LI Ming[1]

(1. School of Clinical Medicine; 2. The Second Clinical Medicine College, Jining Medial University, Jining 272067, China)

Abstract: With the development of the reform of higher medical education, the integrated teaching method has become a hot research direction. Through a comparative study on the learning adaptability of medical students' teaching methods on the basis of the integration of a medical college of medicine and conventional teaching, not only can effectively grasp the curriculum integration teaching method on learning adaptability of medical students, but for the future to carry out large-scale education reform to provide some ideas and methods.

Key Words: curriculum integration; medical students; learning adaptability

收稿日期：2017-09-21
基金项目：2014年山东省医药卫生科技发展计划项目“临床医学卓越人才教育模式构建及推广应用研究”(2014WS0509)；2016年济宁医学院大学生创新项目“医学课程整合教学方法对医学生学习适应性影响的研究”(cx2016016)
作者简介：张彦超，济宁医学院2014级本科生。
通讯作者：李 明，女，副教授，主要从事学生管理及心理方面的研究工作。E-mail：liming69106@163.com

课程整合教学方法是各学校根据自身特点，在保证课堂教学效果的前提下，将原来相对独立的课程或教学内容通过整合的方式进行合并，进而形成在结构上更加合理、在知识上更加连贯的新型课程体系的过程[1]。目前，随着我国高等医学教育改革的不断发展与推进，各高等医学院校纷纷针对自身发展现状，开展了一系列有关课程整合方面的教育教学改革，并相继推出了“以器官为中心”、“以系统为中心”、“以功能为

养教育的挑战、机遇和策略[J]. 西北医学教育，2016，24(5)：700－703＋714.
[4]叶玲，姚艳丹. “互联网＋”时代大学英语的混合式学习模式探讨[J]. 医学教育研究与实践，2017，25(2)：288－290.
[5]魏星，常雪莲，朱文婕，等. 大数据与分析论驱动医学院校计算机基础教学新模式研究[J]. 西北医学教育，2015，23(5)：823－827.
[6]Winston, Patrick Henry. 人工智能[M]. 崔良沂，赵永昌译(原书第3版). 北京：清华大学出版社，2005.
[7]Dilsizian S E, Siegel E L. Artificial intelligence in medicine and cardiac imaging: harnessing big data and advanced computing to provide personalized medical diagnosis and treatment[J]. Current cardiology reports, 2014, 16(1): 441.

（编辑：陈新东）

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能时代教师的智能教育素养探究*

刘 斌

（湖南科技大学 教育学院，湖南湘潭 411201）

摘要：智能教育素养是人工智能时代教师的关键素养，探究其内涵、内容及其提升路径对于推进智能教育、促进教师专业发展具有重要意义。基于此，文章首先分析了教师智能教育素养的现实诉求。随后，文章结合相关研究成果，对智能教育和智能教育素养分别进行了定义，并指出教师智能教育素养主要由基本知识、核心能力和伦理态度构成。最后，文章从政策引领、系统推进、多方支持、自主发展四个层面提出了教师智能教育素养的提升路径，以期为人工智能时代教师素养体系的建构和教师专业发展提供参考。

关键词：智能教育素养；教师；人工智能；教师专业发展

【中图分类号】G40-057【文献标识码】A【论文编号】1009—8097（2020）11—0012—07【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2020.11.002

一 教师智能教育素养的现实诉求

人工智能的迅速发展对教育产生了深刻影响，世界各国及相关组织都在积极部署和推动人工智能在教育中的应用，并将人工智能视为引领教育发展、推动教育变革的创新动力。我国也高度重视人工智能的教育应用，如2017年国务院发布的《新一代人工智能发展规划》就将“发展智能教育”作为一项重要内容，强调要利用人工智能技术推动教育教学改革[1]。随着人工智能与教育的融合发展，教师的存在价值、角色定位及其能力要求成为了教育领域关注的重要议题，人们也逐渐认识到需要对教师的角色及其所需的能力重新审视并界定[2]。在此背景下，探索与人工智能时代相适应的智能教育素养成为了教育教学改革的现实诉求。

1 智能教育素养是推进智能教育的核心保障

推进智能教育是一项系统工程，而教师是其中的一个关键要素。联合国教科文组织在发布的《教育中的人工智能：可持续发展的挑战和机遇》报告中，将“提升教师的人工智能素养”作为构建人工智能时代教育生态系统的重要内容[3]；我国教育部在先后颁布的《高等学校人工智能创新行动计划》、《教育部办公厅关于开展人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知》等文件中，也提出了“培养教师实施智能教育的能力”[4]、“开展教师智能教育素养提升行动”[5]的目标和举措。可见，智能教育素养既是人工智能时代教师的关键素养，更是推进智能教育的核心保障。

2 智能教育素养是人工智能时代教师专业发展的现实需求

人工智能时代赋予教师素养新的内涵。面对“适应信息化、人工智能等新技术变革，有效开展教育教学”的要求[6]，教师既要了解人工智能技术的相关知识，也要具备人机协同的意识和能力，还要合理应对人工智能应用带来的伦理道德问题。但现实是，教师对人工智能及其教育应用的认知还非常缺乏，教师的素质能力也难以适应人工智能时代的人才培养需要，对于如何在人工智能环境下掌控教学节奏、合理运用技术、实施个性化教学、培养学生高阶思维等问题的解决更是无从下手[7]，这也是当前发展智能教育面临的挑战[8]。因此，探索和提升教师智能教育素养的需求日益迫切。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

目前，学术界对教师智能教育素养的研究还非常缺乏，如对于智能教育素养到底是什么、包含哪些要素，如何提升教师的智能教育素养等问题尚不能清楚地解答。基于此，本研究在阐释智能教育素养定义的基础上，尝试剖析智能教育素养的内容构成，并提出教师智能教育素养的提升路径。

二 教师智能教育素养的定义

1 何为智能教育？

梳理已有的智能教育相关研究成果，本研究发现：目前研究者对智能教育的内涵尚未形成统一的认识。例如，赵银生[9]认为智能教育是教育手段的智能化，即运用先进的智能技术实现教育管理、教与学等的智能数字化；张进宝等[10]将智能教育界定为个体智能发展与智能技术实践相整合的、跨学科开展的创新教育过程；而祝智庭等[11]认为智能教育包含智能技术支持的教育、学习智能技术的教育和促进智能发展的教育三个方面。上述观点各有侧重，从不同的角度揭示了智能教育的内涵。

在参考上述研究成果的基础上，本研究倾向于从新型教育形态的视角理解智能教育。从发展背景来看，智能教育源于大数据、云计算、智能感知等新一代人工智能技术在教育中的应用，既是人工智能技术与教育深度融合、相互赋能的产物[12]，也是在电化教育、信息化教育的基础上发展的新阶段[13]。基于此，本研究认为智能教育是指在人工智能技术与教育深度融合的基础上，融合了以学习者为中心的智能化教育环境、智能技术支持的新型教育模式、精准化的教育管理和服务而形成的一种新型教育形态。

2 何为智能教育素养？

智能教育素养是智能教育对教师的新要求，是教师胜任智能教育环境下教育教学实践的一种关键素养。目前，学术界对“智能教育素养”的定义尚未达成共识，可在相关文件和报告中找到一些初步论述：

①教育部在印发的《教育部办公厅关于开展人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知》中提出，教师智能教育素养的提升任务是“帮助教师把握人工智能技术进展，推动教师积极运用人工智能技术，改进教育教学、创新人才培养模式”[14]。这个任务突出了智能教育素养的两个核心：一是知识层面，教师需要了解、掌握有关人工智能技术的知识；二是能力层面，教师需要具备运用人工智能技术改进教学、创新人才培养模式的能力。

②英国培生集团在《智力释放：教育中人工智能的争论》报告中强调，人工智能时代的教师需要了解教育人工智能系统和相关产品，并对它们做出合理的价值判断；需要利用教育人工智能技术提供的数据，帮助和引导学生学习；需要协同人工助教和人工智能助手开展团队合作，并不断提升团队的管理技能[15]。根据此报告的内容，教师不仅要了解人工智能技术，还要对人工智能技术的教育价值做出合理的判断，并具备恰当运用人工智能技术的能力和协同人工助教、人工智能助手的能力。

③黄荣怀等[16]指出，人工智能时代需要教师具备四个动态递进的能力：掌握基本的人工智能知识和原理、利用人工智能提升学科能力和教学能力、利用人工智能开展教学、将人工智能用于学习和教学的经验传递给其他教师。这一观点除了强调知识和教育教学能力，还将教师利用人工智能实现专业发展的能力视为智能教育素养的组成要素。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

此外，郑东辉[17]指出，素养是一个由知、能、情意（精神或伦理）三部分构成的整体概念。可见，作为素养的下位概念，智能教育素养除了知识和能力，还包含情意因素。而联合国教科文组织在发布的《北京共识——人工智能与教育》一文中也提到要“培养人工智能时代生活和工作所需的价值观和技能”、“确保教育数据和算法使用合乎伦理、透明且可审核”等[18]。因此，教师对待人工智能及其教育应用的态度、伦理也是智能教育素养的重要内容。

综合上述分析，本研究认为，智能教育素养是人工智能时代教师的一种专业素养，它是一个多维度、系统化的概念——具体来说，智能教育素养是指支撑教师在人工智能时代教育教学实践和专业发展的知识、能力、态度与伦理的集合，涉及理解和掌握人工智能技术及其教育应用的基本知识、实施智能化教育教学并促进教师专业发展的核心能力、对待智能教育的理性态度与合乎伦理道德的实践等方面内容。

三 教师智能教育素养的构成

由上述定义可知，教师智能教育素养主要由基本知识、核心能力和伦理态度构成。其中，基本知识是基础，是教师对人工智能及其教育应用的综合认知；核心能力是关键，是教师运用人工智能技术改进教学、实现自身专业发展的能力的集中体现；伦理态度则是灵魂，反映了教师对智能教育及其实践的根本看法和价值观念。

1 基本知识

传统的教师知识集中于两种取向：知识基础取向和实践知识取向[19]。此外，随着整合技术的学科教学知识（Technological Pedagogical Content Knowledge，TPACK）框架的提出[20]，技术性知识成为了教师知识体系的必备要素。因此，智能教育素养的基本知识主要指教师应具备与智能教育相关的理论性知识、实践性知识和技术性知识。

（1）理论性知识

理论性知识是教师为了达到人工智能时代教师专业发展的要求而需掌握的综合知识。考虑到人工智能教育应用对教育教学和教师角色带来了巨大挑战，教师智能教育素养中的理论性知识不仅包括学科内容知识和教学法知识，还包括对人工智能时代教育原理、特征、方法等的认知和理解，如智能教育的理念与价值知识、智能教育环境知识、智能化教学策略知识、智能化评价与管理知识等。

（2）实践性知识

实践性知识是教师在智能教育环境下开展教育教学实践而形成的个性化和情境化的感悟、经验、反思等。根据人工智能时代教育教学的特点和教师实践性知识的构成[21]，教师智能教育素养中的实践性知识主要包括教师对智能教育的信念、智能教育环境下教师的自我认知、智能教育环境下的情境性知识、与人工助教和人工智能助手协同的策略性知识等。

（3）技术性知识

技术性知识是教师对信息化、人工智能等技术的认知以及如何在教学中使用技术的知识。在人工智能时代，要充分实现以人工智能为核心的新兴技术对教育教学的支持与变革作用。基于此，教师智能教育素养中的技术性知识包括了解应用于教育教学领域的人工智能技术、把握人工智能技术的应用进展、利用人工智能技术解决实践问题、创新教育教学模式等方面的知识。

2 核心能力

核心能力是指教师为适应并胜任人工智能时代教师角色所必备的关键能力，包括两个方面：

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（1）智能教育教学能力

智能教育教学能力是教师作为教育者所需具备的一种能力，是指教师在智能教育环境下实施教育教学活动的能力，在人工智能与教育教学融合的各个环节均有体现，主要包含以下能力：①人工智能教育应用方案的设计能力，主要表现为教师能选择恰当的资源、工具和方法设计智能教育环境下的教与学过程；②智能教育的实施与管理能力，主要表现为与人工智能协同开展工作，收集、处理、分析教与学过程数据并据此优化教学，基于人工智能技术开展个性化教学与服务等；③智能教育的诊断与评价能力，主要表现为利用人工智能和教育大数据开展学习者特征分析、对教与学过程进行个性化诊断和评估等。

（2）基于人工智能的自主发展能力

基于人工智能的自主发展能力是教师作为专业化人员所需具备的一种能力，是指教师充分利用人工智能的优势促进自身专业发展的能力。在人工智能时代，技术环境日新月异，教师仅靠外部驱动的专业发展模式难以满足其现实的发展需求。因此，教师需要具备基于人工智能的自主发展能力，主要表现为教师利用人工智能技术解决专业发展问题，包括利用人工智能技术开展创新学习、挖掘教与学过程数据开展教学反思和教学研究、实现自我成长等。

3 伦理态度

伦理态度是指教师对待人工智能及其教育应用的理性态度与合乎伦理道德的实践，涉及两个方面：

（1）理性的态度

理性的态度是指教师对待人工智能及其教育应用的理性看法和观念，主要包括：①教师要充分认识人工智能在教育中的技术优势及其潜在风险，明晰人工智能教育应用带来的伦理道德问题，避免“唯技术主义”；②教师要理性看待自己的职业角色，认识到教师无法被人工智能取代的必然结果，处理好教师与人工智能之间的协同关系；③教师要理性地对待和评估人工智能教育应用的影响，深刻理解并发挥教师对学生成长发展的独特作用。

（2）合乎伦理道德的实践

合乎伦理道德的实践是指教师在开展智能教育教学实践过程中要遵循伦理道德规范，以人（学习者）为中心应用人工智能技术、加强数据管理与人工智能技术治理、尊重学习者和教师的自主性等[22]，主要包括：①人工智能的设计应合乎伦理，要公平、透明、可审核；②人工智能的开发应该为人所控、以人为本；③人工智能的部署和应用要服务于人，并以增强人的能力为目的[23]。

四 教师智能教育素养的提升路径

教师智能教育素养的提升作为一项系统性工程，需要多主体协同参与。结合当前我国推进智能教育的行动计划和教师专业发展的条件、路径，本研究建议从以下四个层面着手，整体提升教师的智能教育素养：

1 政策引领：大力推进教师智能教育素养提升的行动计划

国家层面的政策和规划对教师智能教育素养的发展至关重要。2018 年，教育部启动人工智能助推教师队伍建设行动的试点工作，分别在宁夏回族自治区和北京外国语大学开展教师智能教育素养提升的试点行动，以引领教师智能素养的发展。然而，目前该试点行动仍处于起步阶

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

段。为了更好、更大范围地促进教师智能教育素养的发展，国家需在以下方面着力推进：①研究、制定教师智能教育素养框架及其标准，明确智能教育素养的主要内容及其具体要求。具体来说，相关教育部门应尽快组织相关机构和研究人员研制“面向人工智能时代的教师智能教育素养标准”，并对其指标构成、指标权重、评估方式等做出明确规定，以规范和引领教师的智能教育实践，并用来指导师范生培养和教师培训。②扩大教师智能教育素养提升行动的试点范围。当前，人工智能教育的应用方兴未艾，国家应基于前期试点情况，为更多地区和学校提供政策支持和资金扶助，以推动教师智能教育素养提升行动的落地。

2 系统推进：构建教师智能教育素养职前、职后一体化发展体系

任何素养都是在一定条件下经过培养和训练而得以发展的，这是一个长期的过程。从教师专业发展的历程来看，智能教育素养的发展涉及职前、职后两个阶段。目前，无论是职前的师范生培养还是职后的教师培训，都缺乏与智能教育素养相关的知识和能力训练。因此，为了系统地提升教师智能教育素养，有必要构建职前、职后一体化发展体系：①将智能教育素养融入高校师范生教育，初步发展职前教师的智能教育素养。具体来说，需要更新师范生教育课程体系和教学内容，增设人工智能与教育的相关课程，或者在已有相关课程的基础上增加人工智能与教育的相关知识，以丰富职前教师的智能教育基础知识，并帮助职前教师树立正确的智能教育伦理道德观；同时，需要深化师范生教育课程教学模式改革，以“教师教育振兴行动计划”和“卓越教师培养计划 2.0”为契机，“利用大数据、云计算等技术推进课程教学改革，推动人工智能、智慧学习环境等新技术与教师教育的全方位融合”[24]。此外，还需要积极实施“人工智能+教育”创新创业训练，发挥人工智能企业在教师智能教育素养发展中的作用，探索校企合作培养模式，发展职前教师的智能教育教学实践能力。②将智能教育素养作为在职教师培训与教师专业发展的重要内容，促进教师智能教育素养的职后发展。目前，我国已经形成了国培、省培、市培、校培的多级教师培训体系，这为教师智能教育素养的职后发展提供了有力支撑。在已有培训体系的基础上，还需要更新、完善教师培训的内容体系，增加人工智能与教育的知识和能力训练；需要丰富教师智能教育素养培训的途径，充分发挥人工智能技术的优势，构建人工智能技术环境下的教师培训模式；需要加强对培训后教师智能教育素养的评估，关注教师培训中的问题和培训后的效果，不断改进和优化在职培训。

3 多方支持：完善教师智能教育素养发展的保障条件

良好的外部环境和专业支持是促进教师专业发展的必要条件[25]。因此，创设良好的环境、提供有力的支持对于提升教师的智能教育素养非常重要。具体来说，可以从环境建设、资源保障、多元支持三方面着手：①学校应加快推进智能化教育环境的建设，努力为教师创设良好的教学创新环境，并鼓励教师开展智能教育实践探索，让教师在实践中提升智能教育素养；②针对目前教师智能教育素养课程和相关资源缺乏的现状，相关组织和专业团队应加快开发相关课程和学习资源，为教师智能教育素养的发展提供资源保障；③整合多方力量，为教师智能教育素养的提升提供多元支持，重点包括智能教育研究团队的智力支持、人工智能企业的技术支持、教师专业发展共同体的组织支持等。

4 自主发展：充分发挥教师专业发展的效能

教师专业发展的根本动力在于教师自己，这一特征在人工智能时代更为突出。随着智能教育的快速发展，人工智能可以承担传统教师的大量工作[26]，这就要求教师调整角色定位；与此

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

同时，新理念、新技术、新方法层出不穷，对教师知识体系和能力结构的发展也提出了新要求；再加上人工智能时代要求教师强化终身学习理念，提高角色认识，发挥角色优势[27]，因此教师需充分发挥主动性，从以下方面促进自身专业发展：①树立终身学习理念，主动关注人工智能及其教育应用的进展，积极学习新的教育理念、教学方法；②探索人工智能与教育教学融合的路径和方法，自主解决智能教育教学过程中遇到的理论与实践问题；③加强人工智能时代伦理道德的自我修养，理性对待人工智能教育应用的发展，正确认识和发挥教师的优势，在信息安全与隐私、数据伦理、人的主体发展等方面坚守伦理道德底线。

参考文献

[1]国务院.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[OL].
<http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm>
[2][18][23] UNESCO. Beijing consensus on artificial intelligence and education[OL].
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
[3]Pedro F, Subosa M, Rivas A, et al. Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development[R].Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2019:29.
[4]教育部.教育部关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知[OL].
<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html >
[5][14]教育部.教育部办公厅关于开展人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知[OL].
<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/201808/t20180815_345323.html>
[6]新华社.中共中央 国务院关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见[OL].
<http://www.gov.cn/zhengce/2018-01/31/content_5262659.htm>
[7]钟绍春,唐烨伟.人工智能时代教育创新发展的方向与路径研究[J].电化教育研究,2018,(10):15-20、40.
[8]杨现民,张昊,郭利明,等.教育人工智能的发展难题与突破路径[J].现代远程教育研究,2018,(3):30-38.
[9]赵银生.智能教育(IE):教育信息化发展的新方向[J].中国电化教育,2010,(12):32-34.
[10]张进宝,姬凌岩.是“智能化教育”还是“促进智能发展的教育”——AI 时代智能教育的内涵分析与目标定位[J].现代远程教育研究,2018,(2):14-23.
[11]祝智庭,彭红超,雷云鹤.智能教育:智慧教育的实践路径[J].开放教育研究,2018,(4):13-24、42.
[12]蒋笃运.浅析智能教育中的几个哲学问题[J].河南社会科学,2019,(11):119-124.
[13]刘邦奇.智能教育的发展形态与实践路径——兼谈智能教育与智慧教育的关系[J].现代教育技术,2019,(10):20-27.
[15]Luchin R, Holmes W, Griffiths M, et al. Intelligence unleashed: An argument for AI in education[R]. London: Pearson, 2016:31.
[16]黄荣怀,张慧,尹霞雨.人工智能促教育 2030 议程实现[N].中国教育报,2019-5-18(3).
[17]郑东辉.教师评价素养发展研究[D].上海:华东师范大学,2009:70.
[19]胡春光,王坤庆.教师知识:研究趋势与建构框架[J].教育研究与实验,2013,(6):22-28.
[20]Koehler M J, Mishra P. What is technological pedagogical content knowledge?[J]. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 2009,(1):60-70.
[21]陈向明.实践性知识:教师专业发展的知识基础[J].北京大学教育评论,2003,(1):104-112.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[22]张慧,黄荣怀,李冀红,等.规划人工智能时代的教育:引领与跨越——解读国际人工智能与教育大会成果文件《北京共识》[J].现代远程教育研究,2019,(3):3-11.
[24]教育部.教育部关于实施卓越教师培养计划 2.0 的意见[OL].
<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7011/201810/t20181010_350998.html>
[25]白亮,王爽,武芳.乡村教师发展支持体系研究[J].中国教育学刊,2019,(1):18-22、57.
[26]余胜泉.人工智能教师的未来角色[J].开放教育研究,2018,(1):16-28.
[27]胡伟.人工智能时代教师的角色困境及行动策略[J].现代大学教育,2019,(5):79-84.

Research on Teachers' Intelligent Education Literacy in the Age of Artificial Intelligence

LIU Bin

(School of Education, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, Hunan, China 411201)

Abstract: Intelligent education literacy is teachers' key literacy in the artificial intelligence age, and explore its connotation, content and promotion path is of great significance to pushing up intelligent education and promoting teachers' professional development. Based on this, the paper firstly analyzed the practical demands of teachers' intelligent education literacy. Then, combined with relevant research, the paper defined intelligent education and intelligent education literacy respectively, and pointed out that teachers' intelligent education literacy was mainly composed of basic knowledge, core competence, ethical attitude. Finally, the path to improve teachers' intelligent education literacy was put forward from four aspects of policy guidance, system promotion, multi-party support and autonomous development, expecting to provide reference for the construction of teachers' literacy system and teachers' professional development in the age of artificial intelligence.

Keywords: intelligent education literacy; teacher; artificial intelligence; teachers' professional development

---

*基金项目：本文为湖南省社会科学成果评审委员会课题“‘人工智能+’背景下教师智能教育素养测评框架建构及应用研究”（项目编号：XSP20YBC099）、湖南省教育厅科学研究重点项目“‘人工智能+’背景下个性化学习的实现路径与效果评价研究”（项目编号：19A185）的阶段性研究成果。

作者简介：刘斌，讲师，博士，研究方向为智能教育、在线学习，邮箱为 liubin_edu@hnust.edu.cn。

收稿日期：2020 年 4 月 11 日

编辑：小米

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

教育人工智能(EAI)中的多模态学习分析、适应性反馈及人机协同*

陈凯泉 张春雪 吴玥玥 刘 璐

(中国海洋大学 教育系,山东青岛 266100)

[摘 要] 人工智能应用于教育在近几年获得持续关注,随着智能技术应用层次的逐步加深,教育人工智能(EAI)中的多模态学习分析、适应性反馈及人机协同这三大应用范畴愈加明晰。多模态学习分析侧重于对学习过程数据的全方位收集、分析与应用;适应性反馈指智能教学系统侧重于与学习者的学习风格、学习动机等相匹配的应用方式,给学习者提供教学反馈;人机协同重点关注教师如何与智能教学系统协同,为学生提供智能化的精准教学。这三大应用范畴都在有效推进人机关系,使之更加密切。因此,教育人工智能日趋体现为混合增强智能的形态。

[关键词] 教育人工智能;EAI;智能教学系统;多模态学习分析;适应性反馈;人机协同;脑机接口

[中图分类号] G420 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2019)05-0024-11

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2019.05.004

一、引言

2017年7月,在杭州召开的"全球人工智能高峰论坛"上,中国工程院院士潘云鹤曾指出:新一代人工智能的重点方向,将从数据智能、群体智能、跨媒体智能、人机混合的增强智能和自主智能系统等五方面进行[1]。由此可见,人工智能所涵盖的具体技术种类非常丰富,在不同领域都形成了各自较为典型和特色化的智能形态。如,智能交通重在完成对种类繁杂、数量巨大的交通数据的解读,智能医疗的主要目标定位于专家系统的发展与完善。

人工智能在教育领域中的应用,同样经历着对人工智能各类技术的试用与检验。近些年,国际上教育人工智能大会(AIED,International Conference on Artificial Intelligence in Education)持续召开,会议上所展现的研究,使人工智能教育应用的特色与形态愈加明晰。不断推出的各类智能教学系统,使多模态学习分析(Multimodal Learning Analysis)、适应性反馈(Adaptive Feedback)、人机协同这三类智能化形态,逐渐成为当下教育人工智能(Education Artificial Intelligence,EAI)的主要应用范畴和技术内涵。

由此可见,教育人工智能(EAI)是人工智能与学习科学相结合而形成的一个新领域[2],正因为如此,AIED 2018和AIED 2019两次大会,都与学习科学国际会议(ICLS,the International Conference of the Learning Sciences)在同一时间、同一个城市举行。多模态学习分析、适应性反馈及人机协同这三类智能形态,充分彰显了人工智能教育应用对学习科学的高度关注。所以,我们只有理清这些技术内涵,才能准确定位人工智能在教育中应用时,对学习变革的切入点、具体形式及智能化程度。

具体来说,多模态学习分析高度依赖于跨媒体智能,该类智能综合处理语音识别、图形图像识别、手势与面部表情识别等技术,充分捕捉或感知到各种信息,甚至可以处理由脑机接口所感知到的大脑意识信息[3]。在教育领域,依靠对这些信息的多模态统一数据表征,可更准确地判定学情,由此形成侧重于对学习过程数据的全方位收集、分析与应用的多模态学习分析。

利用智能技术判定学情的目的,在于给学生提供更适当的反馈,因此,适应性反馈在最近两年召开的AIED大会上获得了密切关注。AIED 2018和AIED 2019先后在英国伦敦和美国芝加哥召开,两次会议中数量众多的论文,均侧重于适应性反馈的研究。在AIED 2018会议中,有关适应性反馈的论文

* 基金项目:本文系国家社会科学基金项目"基于E-SCIENCE的新型科研范式研究"(项目编号:15BTQ057)的研究成果。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

数达到了 15 篇,占被接收为长论文(long papers)的近 40%。在 AIED 2019 上,有研究人员根据学习者的当前学习进展及知识背景,自动化生成测试题目,而不是在已有题库中进行选择和组合[4];还有的研究是对学习者所提交论文,自动化形成概要,进而与学习者展开即时对话等[5]。由此可见,教学反馈的适应性、智能性已越来越强。

当然,不止于对适应性反馈的研究,人工智能所提供的诸多技术,也使教师与人工智能逐步走向协同。如,借助人工智能把丰富的学情信息以可视化方式,在课堂上通过专用工具即时呈现给老师。这顺应了人工智能中混合增强智能(Hybrid-Augmented Intelligence)的发展方向,为教师更有效、更主动地开展人工智能教育应用,提供了很大便利。

二、人工智能语境下的多模态学习分析

对学习者学习过程数据的收集与分析,一直是智能教学系统(Intelligent Tutor System,ITS)中的关键环节。伴随人工智能技术的飞速发展,ITS 所收集数据的类型也日益广泛,"SCHOLAR"[6] 这类具备里程碑式意义的智能辅导系统于 1970 年诞生时,仅对学习者做题的正确率给予收集分析。但现在的 ITS 不仅关注学习者在网页上的停留时间,以及做测试题的正确率等传统意义上的日志数据,还包括学习者在学习过程中的学习路径、情绪状况、对学习内容的关注焦点,甚至身体的移动轨迹等数据。其中,对学习情绪的跟踪主要应用面部表情识别技术,对学习内容的关注焦点主要应用眼动跟踪技术,对身体移动轨迹的跟踪主要基于运动传感技术。

所以,在人工智能环境下进行学习分析,是基于对学习者全方位数据的收集,学习分析中的数据范围在大幅度增加。其实,不仅是在教学领域要分析的数据类型日趋多样化,在医疗、体育、军事等领域所需分析的数据类型,同样非常丰富。

从 1996 年开始,国际计算机学会(ACM)就召开了多模态交互国际会议 (International Conference on Multimodal Interaction,ICMI),旨在探讨如何综合分析音频、视频、文本、图片等多种数据源。到 2012 年,在美国加州召开的第 14 届 ICMI 会议上,特别设立了多模态学习分析(Multimodal Learning Analysis)工作坊,专题研究如何综合分析多模态的学习数据。

(一)多模态学习分析的发展历程及概念

1.人机交互视角下多模态数据及多模态交互的发展历程

之所以被称为多模态交互或多模态分析,首先,源于计算机可以捕捉收集数据的多模态化。文本在人机交互的输入输出中是最基本的数据类型,并且长期以来也是人机交互的主要形式。其次,当人机交互界面从文本交互界面走向图形用户界面(Graphic User Interface,GUI) 之后,鼠标的移动被感知和捕捉,被转化为可被计算机执行的指令。伴随人工智能技术的成熟,基于自然语言理解(NLP)的人机交互被大家熟知和应用。同时,一些电子游戏或虚拟现实系统,对人类动作、手势的捕捉更为精准,随着面部识别技术的发展,更使计算机有可能窥视人的情绪和内心世界。

当前,人机交互研究的关注点,越来越倾向于多通道、多任务的自然交互场景。人机交互理论的研究者所提出的 EPIC 模型,把人类感知和运动处理方面的关键因素,都整合进其认知理论的框架中,力图把人类的行为数据、心理和生理数据进行整合建模,以提升人机交互的智能化。

从以上梳理我们不难看出,人机交互技术的发展历史,把计算机可以分析的数据源变得越来越丰富,最终把人机交互从单一的文本交互推向了多模态交互,计算机所做的数据分析,也从单一的文本处理变成多模态数据分析。

2.人工智能语境下多模态数据的层次及多模态学习分析的概念

Paulo Blikstein 和 Macro Worsley 在 2016 年的研究中,把多模态学习分析划分为九个范畴[7]:(1)文本分析(Text Analysis);(2)话语分析(Speech Analysis);(3)笔迹分析(Handwriting Analysis);(4)草图分析(Sketch Analysis);(5)动作和手势分析(Action and Gesture Analysis);(6)情感状态分析(Affective State Analysis);(7)神经生理标记分析(Neurophysiological Markers Analysis);(8) 眼睛凝视分析 (Eye Gaze Analysis);(9) 多模态整合和多模态界面分析(Multimodal Integration and Multimodal Interface)。

可以说,上述这九个范畴把学习过程中可能产生的数据基本都做了囊括。文本分析代表了传统的对学习过程的日志记录,话语分析是指学习过程中学习者的语音,包括人机对话,也包括合作学习过程中学习者之间的对话。笔迹分析和草图分析在学习者识字、绘图教学中最为常见,动作和手势体现为学习者在学习过程中身体、头部、手部的移动轨迹,情

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

感状态分析主要是依据学习者的面部表情，神经生理标记是指学习者的脉搏、心跳等数据，眼睛凝视则是指学习过程中学习者的关注焦点，而多模态整合则是综合以上八个方面的整合性数据。

如果我们对这上述九个范畴数据做进一步的归类就会发现：第(1)(2)(3)(4)这四类数据是能够直接反应学习状况的外显数据；第(5)(6)(8)这三类数据反映了学习者的学习体验，属于心理数据；第(7)类是学习者的生理性数据。同时，这九类数据还未包括学习者的性别、学习风格、学习动机、学习目标、家庭背景、前期学习状况等基础信息。因此，多模态学习分析的数据源，可以归结如表1所示的四个层次。

表1 多模态学习分析的数据层次

数据层次	数据类型	数据表征
第一层	外显数据	直接反应学习状况，如做题正确率、网页停留时间等
第二层	心理数据	反应对学习内容的感兴趣程度、学习积极性，如面部表情很高兴或沮丧，眼睛持续关注概念图中的某个概念
第三层	生理数据	反应学习者的学习积极性，或者反映学习内容对于学习者的难度
第四层	基础数据	表征学习者的学习风格和学习基础

表1所示四个层次的数据是学习者数据的集合，在多模态学习分析中，只有综合应用这四个层次的数据，就如Paulo Blikstein和Macro Worsley研究中所提到的进行整合性数据分析，学习分析才能真正全面、准确地刻画学习者的学情。但基础数据的形成，绝非一朝一夕，需要应用区块链等技术，把学习历程数据做全面的梳理和规范化存储。

从这点上而言，人工智能环境下的多模态学习分析，极大程度上拓宽了当前学习分析的视域，不再局限于从各类学习平台中收集分析各种日志性数据，而是力图通过收集音视频数据、面部表情识别、眼部跟踪、动作手势跟踪、神经生理数据捕捉等各种手段，以达成对学习者相关数据的全面收集，并应用机器学习、自然语言理解、关联数据挖掘、认知网络分析等人工智能技术，实现对学习者学情的准确分析。

(二)多模态学习分析的应用实例

多模态学习分析中数据收集的维度和分析的方法，近年来不断取得新的发展。在面部表情识别、眼动跟踪、学习路径分析等方面，已经有较多的研究并获得应用。面部表情识别主要用于对学习者当前学习情绪的分析，眼动跟踪用于对学习者对学习内容关注焦点的挖掘。在学习路径分析方面，著名的Knewton学习分析系统，以知识图谱为基础，不断分析学习者的学习路径，给学习者学习路径的变化提供智能化的建议[8]。按照分析数据的来源划分，当前对学习者声音、身体移动轨迹、教师非言语行为等方面的探索，尤其值得关注。

1.学习者声音的收集分析及ITS的适应性反馈

在现实生活中，说话者在说话时一般会有意无意地调整他们的语言来适应与他们交谈的伙伴，如调整说话的速度和声调。智能教学系统的研究，同样关注到了学习者的语速、说话习惯、声调等数据的获取。智能教学系统在与学习者对话时，如果能够充分考虑与学习者声音、语调的配合与协调，会使学习者能够感觉到更多的连接感、亲密感、和谐感。

Nichola Lubold等人研究的教学代理NICO，具备了与学习者声音相匹配的模式，如果学习者说话语速较快，那NICO反馈时的语速也同样较快[9]。实验研究证明，智能代理、教育机器人、教育游戏等在与学生开展社会性对话时，若能充分适配学习者的声音、语速等特征，就能够显著提高学生的学习效益，并且女性学生对这种声音的适配性更加敏感。一些学习者在实验结束后的反馈中提到，这种声音的适配性，能使自己感觉到更多的社会认可，能帮助学习者更多地关注问题，帮助他们在改正错误时反思错误，从而更好地建构知识。

2.对教师非言语行为的收集分析及自动化教学评估

众所周知，教师需要经常利用许多非言语行为，如手势和体态，来保持学生的注意力。在现实课堂环境中，教师行为的量化通常是借助手工编码完成，费时费力且无法为教师提供及时、细粒度较高的反馈。Makhija和Richards等人设计了一个叫Presentation Trainer的培训平台，用来评估教师的非言语行为，给讲课者提供即时反馈和自动化教学评估[10]。实验研究表明，借助Presentation Trainer能有效提高讲课能力，自动化教学评估方法在提高非语言交流技能方面具有强大的潜力。但这个平台需要深度感应摄像头和非常清晰的讲课视频，限制了其实际应用。

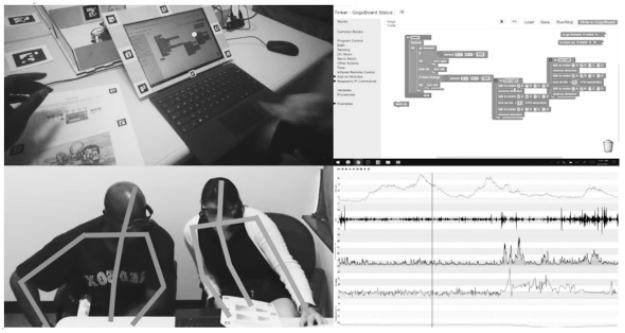
为了使对教师非言语行为的收集与应用更简单，Bosch等人使用基于视频的运动评估，采用自动化的方法评估教师的非言语行为。运动跟踪是计算机视觉领域研究的热点问题，Bosch的应用程序，包括跟踪人的移动、跟踪关键视觉点的移动及基于时

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

间序列的视觉变化。其提出的根据运动行为做评估的方法，对于检测非言语行为和教学事件比较有效，对于那些不需要人工编码、不需要使用高级技术，又不需要专业摄像师的教师来说，这种方法可以帮助他们提供更为有效的反馈，从而改进授课方式，为学生创造更有吸引力的学习体验[11]。

3.跟踪学习者身体移动轨迹以评估学习者的合作学习能力

人工智能技术使获取合作学习过程的数据愈发快捷与简单，Dich 等人尝试利用多模态传感器（眼部移动跟踪器、运动传感器、皮肤电反应腕带数据捕捉器），来识别和评估学生的合作能力[12]。图 1 所示是该系统收集到的运动数据和生理数据。



左上方：跟踪眼球移动（屏幕中的亮点）　右上方：编写机器人程序的编程环境

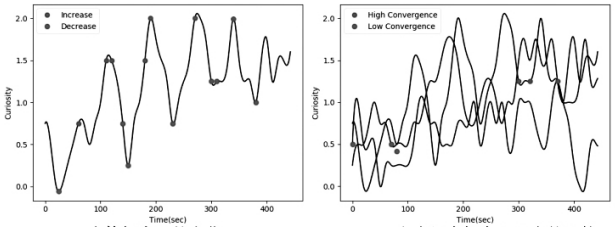
左下方：Kinect 传感器产生的运动数据　右下方：来自 Empatica 腕带的生理数据

图 1　多模态数据收集设备及结果数据

有充分的证据表明，生理同步的指标数据与教育研究者感兴趣的社会互动、学习、任务表现等密切相关。在 Dich 的研究中，所有参与者都是编程新手，每人有 30 分钟时间为机器人编程，使其能够自主解决一系列越来越难的迷宫问题。研究设计了两种不同的干预措施来支持协作，同时对参与者进行计算思维技能方面的前后测验，要求他们在活动结束时，对自己的协作能力做出评估。在研究过程中，两款移动眼动跟踪器捕捉参与者的视线，一款运动传感器捕捉肌肉运动和学习者的位置变化，两个腕带数据捕捉器监测皮肤电活动（EDA）。Dich 成功识别了任务性能、协作质量和学习收益的预测因子，在为学生开发实时、即时、个性化反馈的环境下，可以使用这些措施为教师开发仪表盘，为学生开发反思工具，能够实时计算这些数据，以促进数据分析、自我调节、实时监控，并提供形成性反馈。

4.收集分析学习者的多模态行为以评估学习者的好奇心程度

好奇心是学习的内在动力，但由于环境的刺激，好奇心具有高度的动态性。Paranjape 等人借助视频切片分析的方法，通过对与好奇心相关的 11 种语言行为（不确定性、论点、辩护、建议、提问、表述、分享研究成果、生成假设、一致性、工作情绪、对他人的评价）进行注释，借助 OpenFace 和一个基于规则的分类器来自动检测面部特征，提出预测模型来描述“社会脚手架”在个人和群体层面对于好奇心的影响[13]。数据的收集可用于提取个人好奇心的瞬时变化和群体成员好奇心的状态；然后，使用时间关联规则挖掘，来识别、预测这些动态的多模态行为序列。研究揭示，提取到的行为序列揭示了不同的社会互动模式，可以预测个体好奇心的变化以及群体好奇心的趋同性情况（如图 2 所示）。



a：个体好奇心的变化　b：三人小组中好奇心程度的比较

图 2　个体好奇心的变化以及群体好奇心的比较

这项工作是理解和建立在小组学习的环境中，是对有关个体和群体好奇心预测模型的首次尝试。该模型揭示了不同的行为序列模式，预测了个体好奇心的增加和减少，以及群体成员之间好奇心水平高低的趋同。特别需要重视的是，该研究还显示，整个学习群体对高度好奇心状态的收敛性与涉及群体行为中最社会化的一系列行为（如，问答、争论和分享发现），以及科学推理行为（如，假设生成和论证）高度相关。据此发现，我们可以说明，智能教学系统在激发和支撑学生好奇心方面既大有作为，同时又具备很大的提升空间。

5.基于自然语言处理和图表技术以评估学习者批判性思维能力的发展

异步在线讨论是支持在线和混合课程中社会交互的最常用的工具之一。Ferreira 等人借助加拿大某公立大学 2008 年至 2011 年间所提供的，完全在线软件工程硕士学位的 6 门课程的数据，包括由 81 名学生产生的 1747 条讨论信息，以课程社群模式为理

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

论基础,通过自然语言处理和基于图表的分析技术,展示了如何能够更深入地了解学生对不同课程主题的认知状态,探讨了主题建模和认知网络分析是如何为学生的批判性和思维能力发展,提供新的见解[14]。

在实际应用中,该方法通过分析涉及不同关键课程主题的掌握程度,使教师能够更好地促进学生的课程参与。NLP 和基于图表分析技术的应用,还通过考察学生在不同学习中所掌握知识程度之间的联系,来评估学生探究性学习的质量。

(三)对多模态学习分析中数据评估准确性的反思

从以上实例我们可以看出,智能教学系统在对学习者的解读方面,正在走向全面化和纵深化,并力图对学习者未来的学习做出预测。但在这些数据收集中,仍然面临一个数据评估是否准确的问题,如基于面部表情的情感标注,事实上是人类专家已经设立了包含情感标注的表情库,然后,把捕捉到的学习者面部表情与表情库对比,从而判断学习者的情绪。已有学者发现,来自相同国家的专家标签会产生可靠的情感状态标记;但不同国家的教师和专家在对学生的面部表情做情感标记时,会具有较大差异。这表明在做跨文化编码时应特别谨慎,社会背景的差异会影响学生情感标注[15],这会直接影响到对所获取到的多模态数据进行解读的正确性。

三、适应性反馈的角色分类及实现形式

如果说多模态学习分析主要强调对学习者感知的话,那么,自适应反馈则侧重于智能教学系统给学习者在恰当的时机提供最适当的反馈。当然,此处所说的适应性要以多模态的学习分析作为基础。在 2018 年 8 月发布的《地平线报告》(2018 高等教育版)中,自适应学习技术又一次被纳入高等教育的重要技术进展中,成为唯一连续四年均被专家列在六项重要技术进展中的技术;同时,由短期趋势转为中期趋势[16][17],说明该项技术对促进学习的重要性。我们可以说,自适应反馈的内容、形式及其对学生而言的接受度,直接决定了智能教学系统的应用效果。在教育人工智能研究的国际会议中,众多学者已经从提供适应性反馈的视角设计了智能教学系统,并对这些系统的反馈效果做了深入分析。

(一)反馈在智能教学系统中的角色分类

智能教学系统所提供的反馈类型非常丰富,表 2 所示是由 John Dempsey 和 Gregory Sales 在其编著的《交互性教学和反馈》(*Interactive Instruction and Feedback*)一书中,对反馈角色所进行的总结[18]。

表 2 反馈所承担的角色

角色	解释	反馈示例
Direct	说明要做的行为	在要学习的内容上点击鼠标
Inform	指明学习者所做行为的正确性	正确
Instruct	促进学习者对学习内容的理解	你刚才的回答不正确,在看教学视频时请注意这个原理是如何被解释的
Motivate	提供鼓励或批评	记录学生进步的仪表盘向前转动,或者响起愉悦的音乐
Stimulate	促进学习者继续	当学习者暂停与系统的交互一段时间之后,系统响起铃声提醒学习者继续学习
Advise	提醒学习者当前的学习状态与期望目标间的差距	要想继续下一步的学习,请先对以下三个问题做出回答
Summarize	对学习情况的简要总结	你已经完成了 80%的练习题

我们如果审视当前的智能教学系统,表 2 所示的七类角色依然有所体现,只是随着人工智能技术的发展,使得反馈的功能在学习水平诊断、学习路径规划、学习内容推送等三个方面体现得更多。近些年,反馈在具体形式和内容上都发生着巨大变化:

第一,在反馈形式上,原来的反馈主要是文本形式,现在则是自然语音、图形图像等形式被广泛应用,还有借助智能代理(虚拟化身)的形式与学习者直接对话。如果智能教学中再加入虚拟现实技术乃至数字孪生的应用,这种反馈还可体现为直接调整学生的触觉和呈现交互式视觉场景。

第二,在反馈内容上,源于多模态学习分析技术的应用,智能教学系统对学情掌握更为精准,给学生提供的反馈也更为细致。比如,不仅会反馈学生做测试题目的正确率,还会告诉学生可能要回溯到以前章节的某部分继续深入学习;也就是说,反馈不仅仅告诉学习者当前的学习状态,更重要的是为学习者提供更有价值的学习建议或者内容推送。

当前的适应性反馈正在逐步走向提升学习者的触觉感知,在推送方面不仅是学习内容的推送,而且拓展到了对学伴的推荐,适应性也加入了促进学习者对自身学习多方面的感知。

(二)适应性反馈的实现形式

1.应用虚拟现实提升学习者的触觉感知

在外科手术中,操作失误可能会导致可怕的后果,适当的训练起着至关重要的作用。但传统上依赖

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

于经验丰富的外科医生，通过尸体解剖和手术室实践来指导学员的方式，已无法满足日益增长的培训需求。因此，采用虚拟现实、虚拟仿真等形式的培训，变得十分必要。随着触觉技术(haptic technology)的出现，将触觉融入 VR 与 AR 成为可能，从而使触觉技术作为外科教育的补充训练技术得到广泛的应用。图 3 所示是墨尔本大学 Sudanthi 和 Patorn 等学者引入了颞骨手术模拟器的智能教学系统[19]。

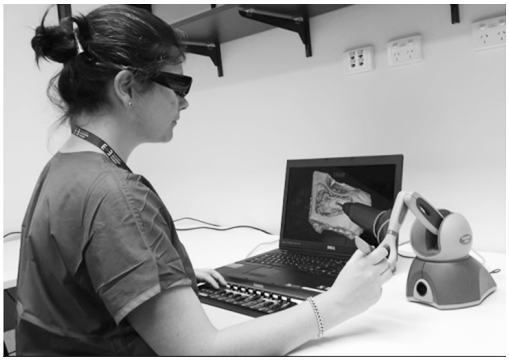


图 3 墨尔本大学 VR 颞骨手术模拟器

该研究使用虚拟钻头反映触觉设备的运动，虚拟钻头向学生提供触觉反馈，使学生获得深度印象。学生通过 MIDI 控制器改变环境变量，如放大显示级别和毛刺大小。通过虚拟现实模拟器，学习者开展中耳和内耳手术，切除病变组织，提高听力。在 VR 颞骨模拟手术中，系统提供了不同类型的自动反馈和指导，有效训练学生不同方面的外科手术操作技巧。

2.综合应用多种历史数据给学习者提供学习内容和学伴推荐

无论是传统教学还是在线教学，尽早发现处于危险中的学生，并为他们提供及时指导，都是非常必要的。研究者一直在尝试应用多种方法，获取更广范围的数据和应用更准确的预测模型，以提高预测的准确性。当下，已有方法能够预测学生的辍学率，但并不能利用之前学期的数据进行早期辍学预警。

在 AIED 2018 年会上，Zhang 等人展示了借助 Iterative Logistic Regression(ILR)模型，来解决早期预测的挑战。该框架能够充分利用学生的历史记录，有效地预测学生在未来学期中可能会不及格或辍学的风险。在真实数据集上评估的经验结果显示，与其他现有的方法相比，其性能指标有了显著改善。该方法启用的应用程序，为面临辍学风险的学生提供了额外支持。这一模型可以扩展到课程环境中，提供更多时间信息，如作业、测验和考试。这种干预能有效地提供预警和帮助学生，以提高整体教育质量和毕业率[20]。

此外，Idowu 等学者对比基于标记、基于响应和两者混合使用等多种方法，通过开发相应的预测模型[21]，在一个名为 Stack Overflow 在线学习社区中，能对学习者在 5 个月内可能提出的问题做出预测。这些措施可以作为推荐系统的基础，从而加快响应时间和质量，旨在寻找大幅度提高目前学习系统预测成功率的方法。研究表明，结合用户意愿以预测信息的方法最为有效。

不仅是学习内容的推荐，在教学、指导或其它学习支持活动中，借助同伴也被认为是对学习环境的有益补充，参与同伴学习和同伴支持下的学习，这不仅会对现有的社区做出贡献，而且可以创建全新的实践社区。这些社区可以补充其他技术，以增强学生之间的互动和交流频率。Potts 和 Khosravi 等学者开发了一个名为 RIPPLE 的平台，该平台能为学习者提供个性化内容和同伴学习支持[22]，如图 4 所示。

图 4 RIPPLE 平台上的用户表现

RIPPLE 平台可根据每个人的学习需求完成量身定制，可根据每个学习者的知识状态推荐建构学习者之间的联系，或根据每个学习者的学习偏好和需求推荐学习同伴。RIPPLE 系统具有相互推荐的功能，允许学生找到同伴，并建立学习会话，以便提供或接受同伴的专题支持，并找到学习伙伴。在 RIPPLE 的系统中，学习者能够收到一份简短的推荐列表，邀请他们通过平台与推荐的学习者建立连接。

3.应用反思性任务帮助学习者建构对自身学习状况的清晰认知

自适应反馈不仅要使学生被动接收一系列的推送，还要使学生对自己具有清晰的认知。如 Pailai 和 Wunnasri 等学者设计的 Kit-Build Concept Map，它作为一种支持概念地图策略的数字工具，可以帮助学生构建自己的概念地图。知识构建概念图已经实现了学习者地图的命题级自动诊断，该系统允许学习者自由修改地图[23]。借助此工具，每个学习者都可

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

建构起三个学习地图:形成型地图、反思型地图和延迟型地图。教师也可借助目标地图构建任务,以单句的形式显示学习材料,轻易地从学习材料中选择关键字,在概念和链接词之间进行选择,来创建目标图的组成部分。该系统还将材料内容与目标图各组成部分之间的关系,作为关联句进行跟踪。在学习者完成学习地图后,为其提供反思任务,学习者将收到识别其表现的信息,包括学习者地图得分和地图与目标地图之间的重叠地图。可以说,这一系统是在命题级精确匹配中实现着概念映射的自动诊断,以诊断结果的形式自动识别正确性信息。

KB Concept Map 则利用了每个命题的正确性和置信度信息来设计和区分反馈,Pailai 等人应用KB Concept Map 对自适应反馈的有效性开展了实验研究。结果表明,教师利用学习者地图得分能够更准确把握学生当前的学习情况,这些诊断结果提供给学习者之后,学习者会对自身有更为清晰地认知,这种反馈形式能够有效提高课堂学习成绩。

(三)主动干预与被动反馈间的比较

目前,借助触觉技术,学习者能够获得传统学习方式下较难获得的触觉反馈。内容推荐作为一种主动干预形式调整了学生的学习路径;学伴推荐扩充了学生的学习社交网络,借助反思任务,学生能够更为清晰地把握自身的学习状况。因此可以说,智能教学系统提供了种类丰富、形式多样的适应性反馈。但ITS 究竟是给学习者提供更多的主动干预,还是被动反馈?仍有不少争论,现在已有不少学者对主动干预和被动反馈的应用效果,做了一些比较分析。

Noboru 等人设计开发了 APLUS 系统,该系统提供一个名为"威廉姆斯先生"的导师,指导学生完成代数知识的学习并通过测试,整个学习过程中导师的反馈,主要体现为主动干预行为[24]:系统先是呈现学习内容的总览,让学生了解如何解决代数问题,并呈现大量的例题,给学生提供解决这些例题的参考,包含有大量的讲解视频。接着系统还提供了有关于使用该系统完成学习可能遇到的各种操作性问题解答,如同 FAQ(常见问题回答)。

APLUS 的这个导师始终处于系统的右下角,他向学生提供一系列的学习脚手架:(1)提醒学生选择要学习的内容;(2)指导学生安排测验的时间;(3)当学生的学习无进展或进入轮转状态(同样的题目反复出错)时,导师会列出需要复习的教学资源;(4)向学生呈现各种必须的反馈,如某个知识点的简要讲解;(5)如果系统操作遇到困难,这个导师会给学生演示正确的操作步骤。

很显然,上述系统给学生的学习支持非常详尽和及时,属于典型的主动干预型反馈。为此,Noboru 把这类系统称之为元认知支持的教学代理(Learning By Teaching,LBT)。与之相对应,Noboru 还设计了一个 AplusTutor 系统。所不同的是,这个系统不给学生提供主动性的反馈,只是在学生提出问题时才给予必要的反馈,属于较为典型的被动反馈。整个学习过程基本上是由学习者主导,为此,Noboru 把此系统命名为目标导向的学习实践(Goal-Oriented Practice,GOP)。

研究人员在美国三所公立小学中的 2016 和 2017 学年都试用了这两个系统,结果显示:通过学习后,GOP 组的学习成绩都高于 LBT 组的学生。据此可以说明,智能教学系统与学生的交互并非都是必须的,在 ITS 中仍然需要给学生的自主学习留足空间;但在需要给予必要的反馈时,ITS 的导师角色不能缺位。

四、人机协同助推教育人工智能走向混合增强智能

正如前述,多模态学习分析及适应性反馈都是智能教学系统的功能体现,但在目前学校教育情境下,由教师应用信息技术引导学生主动完成高质量学习,仍是我们不懈追求的目标。人工智能作为平台、环境的技术定位仍未发生改变。斯坦福大学 Paulo Blikstein 教授认为,人工智能不是被动的应用于教学情境,而是要挖掘教学的需求,为学习者建构由需求驱动的科学环境(Inquiry-driven Science Environment)[25]。因此,技术与教师的有机结合,依然是人工智能与教育结合的根本之策,教育人工智能要体现并提升为人机融合智能,需要由教师借助全面准确的学情信息以完成科学的教学决策,需要借助教育中的混合增强智能。也就是说,只有人机协同,才能够最大化发挥人工智能在教育中的优势。

(一)人机融合智能及人机协同的概念

毋庸讳言,应用人工智能并非为了用机器或技术替代人类[26],尽管在诸如自动化工厂中很多工种被机器人取代,但在事关人类能力养成和灵魂塑造的教育领域,教师不可能被机器所取代。人机协同的目的在于使人工智能成为人类智能的自然延伸和拓展,通过人机协同更有效地解决复杂问题。如果说先前人工智能发展的重点在于数据的输入和处理,比如人工智能发展史的三大里程碑式产品:深蓝,沃森

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(Watson)和 AlphaGo,它们均是在处理大量的数据基础上进而做出规划和决策;那么,未来人工智能发展的重要方向将是人机交互的智能系统,即走向人机融合的混合增强智能。

显然,人机融合智能不同于人类智能和人工智能,严格意义上而言,它是在一个智能系统中融合机器智能与人类智能。学者刘伟提出的“深度态势感知”,即是一种人机融合的智慧,既包括人的智慧,也融合了机器的智能[27]。这也如同郑南宁院士在对混合智能做分类时所提出的“人在回路的混合增强智能”[28]。在这种智能系统中,人类会基于计算机的输出做出主动介入。所以说,人机协同的一个核心问题是介入问题,人机协同效果的好坏,首先源自机器智能为人类提供的决策依据是否靠谱,其次取决于人类介入的时机和介入方式是否得当。

2018 年,美国麻省理工学院物理学家马克斯·泰格马克(Max Tegmark)在其新著《生命 3.0:作为人工智能时代的人类》(*Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence*)一书中,全景式地畅想了人类进化到人工智能时代的种种景象。与斯蒂芬·霍金、比尔·盖茨和埃隆·马斯克等人对人工智能抱有较大疑虑之态度不同,泰格马克的态度更趋于积极的理性。他认为,人们应当对人工智能保持冷静客观的态度,盲目的崇拜与盲目的抗拒都会造成恶果,在各行各业,人类都将与人工智能有机融合[29]。

机器智能早已不是简单的运算工具,正如上文所述,机器智能业已实现多模态数据的收集与分析,这在极大程度上增强了人类决策依据的科学性和情境化,人机协同是有效发挥人类和机器各自优势的最佳组合。所以说,人机协同可以催生人机融合的智能形态,我们认为,这应该是人工智能教育应用的高级阶段。在教育人工智能领域,能够完成全方位学习过程数据收集分析的智能教学系统,已有效诠释了机器智能的威力,若将其与人类智能结合,将能产生更智能化和更具适应性、精准性的教学决策。

(二)教育人工智能(EAI)中人机协同的应用实例

1.edX 引入教师参与的预测模型

面对开展大规模教学时经常面临学生中途退学等情况,为了降低退学率,Pardos 和 Meyer 等学者帮助 edX 设计了教师参与的预测模型。旨在使教师能够对学生进一步参与学习的情况做出较为科学的预测分析,力图通过人机协同掌控教学节奏,为学生提供个性化的指导[30]。

而能够获得教师的个性化指导,对慕课学习者来说是一项稀缺资源,只有高效的人机协同才能降低这些稀缺资源的成本。基于此,Pardos 和 Meyer 等学者应用从 2015 到 2016 学年 edX 所提供的 102 个 MOOC 课程中的数据,为每位老师提供了教学数据仪表盘,其背后是 edX 上异常丰富的数据来源。如课程运行的工作日志,这里面包含学生网上学习时段的点击数据流。还有每周为课程提供的学生选课信息,其中包含所有注册成员的电子邮件地址。

edX 对学生的建模使用了被称作是 RNN 的深度学习模型,建模技术与点击数据流的结合,保证了教师参与预测模型的准确性。教师基于仪表盘开展工作的流程是:第一步,教师访问 edX 数据仪表盘,完成对学习者的学情分析;第二步,通过仪表盘的交叉过滤视图,选定某一组学习者的电子邮件地址;第三步,教师根据前面的学情分析,预测所选定学生的学习走向,确定这些学生所需要的指导,然后向学生发送相应的邮件通知。

2.课堂教学中应用智能眼镜,帮助教师充分掌握学情和开展个性化指导

应用信息技术变革学习,并非仅是把工具、资源交给学生,如果教师能够应用这些技术并充分掌握学生的学习情况,进而及时调控学习行为,这样才能真正发挥信息技术的功效。Holstein 等人设计了一个被称作 Lumilo 的混合现实教学系统,该系统给教师提供一种智能眼镜,通过该眼镜教师能够及时看到全班及每位同学的学习状况[31]。

Lumilo 严格上来说也是一种智能教学系统,只是其并不主动干预或调控学生的学习行为,而是把各类教学数据及时推送给老师,老师基于这些数据开展教学调控。Lumilo 和教师协同工作完成智能教学,形成人机互动的智能系统。Lumilo 提供给教师的

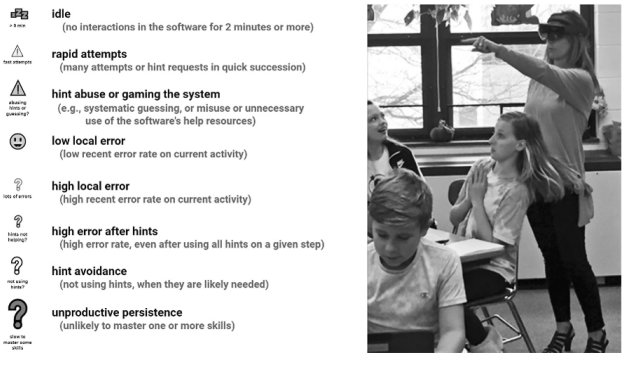


图 5 左:Lumilo 显示的指示灯;右:老师在课堂上使用 Lumilo

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

数据,包括学生的元认知、行为状态等实时数据,这些数据可投射到教师的课堂视图中,并在教师的智能眼镜中显示。图5(左)是在智能眼镜上所显示的一系列指示灯,图5(右)则是教师正在使用智能眼镜观察学生和为学生提供实时指导。

这款智能眼镜既能显示学生的各项数据,又是透明的,不会影响老师对课堂的整体性观察。图6是在Lumilo系统中教师通过智能眼镜所看到的数据。智能眼镜给教师提供了一个关于学生实时信息的视图,其中一些敏感的学生数据(如,家庭背景、班级排名等)只有教师可以看到。智能眼镜显示的内容,还有班级的整体性数据。

透过该眼镜,老师在观察教室内的每个学生时,在每个学生的头部位置会显示相应学生的数据,这个学生视图被称作学生指示器。基于Lumilo系统提供的座次表配置功能,透过智能眼镜,教师还能看到他/她视线所指向学生的指示器编号。如果一个学生的指示器当前没有被激活,Lumilo会在该学生上方显示一个模糊的圆形轮廓(如图6左下角所示)。如果老师点击学生的显示器(使用手持的点击器或在半空中做"轻敲"手势),Lumilo会为学生显示"深度潜水"屏幕,如图6(右)显示。这些屏幕包括一个"当前问题"视图,显示学生当前的学习内容和正在做的学习行为。由于Lumilo能从远处监视学生的活动,这使得老师更容易掌握每个学生的学习情况,即使教师未走到这个学生的身旁,教师依然可以快速发现这个学生当前学习面临的困难,以提供快速指导。

图6 在Lumilo系统中教师通过智能眼镜所看到的数据

为了验证Lumilo系统的使用效果,Holstein等人组织了美国四所公立学校、分布在18个教室的343名中学生和数名至少有5年中学数学教学经验的教师参与实验,这些教师在实验前都已经被训练能够熟练使用Lumilo系统和智能眼镜。该实验的教学内容是学生学习使用一个基于规则的认知导师系统Lynnette。实验中设置了三类不同的班级组别,一类是未使用Lumilo系统的传统班级,另外两类班级分别采用Lumilo中的两个版本,一个是给教师呈现的学情数据较为概括和数据较少的简单分析版,一个是提供详细学情数据的高级分析版。

研究结果表明,教师使用实时感知工具Lumilo之后,会显著提升学生的学习效率和效益。实验研究还显示,向教师提供关于学生学习数据的实时分析,能为缩小班级成员间的学习差距带来显著效益。Lumilo所提供的实时分析,使教师给那些先验能力较低的学生给予更多的指导,这缩小了先验知识较低和较高学生之间在学习结果上的差距。该研究进一步的分析表明,由于学生意识到教师能够通过智能技术实时监控他们在学习中的活动,学生的学习自觉性得到明显提高。

以上两个实例在一定程度上反映了教育人工智能中人机协同的工作模式,即智能系统为教师、学生及时提供数据,但教学决策仍由人来完成。这种人机协同模式不仅应用于教学情境,目前还广泛应用于其他领域。比如,所有的在线翻译或自动翻译只有与人类充分结合,才能产生完美的翻译;医疗诊断和证券分析的最终结果,也是经由人机协同才能有效达成,人机协同在类似象棋比赛的人机对弈中,也被证明是有效的。2005年,在一个被称为是自由式象棋竞标赛(Freestyle Chess Tournament)的比赛中,参赛者的第一队是顶尖高手,第二队是一台超级电脑,第三队是同时操作三台普通电脑的业余美国棋手。最终,第三队获得冠军。第三队有三位成员组成,他们能够有效的操作电脑,并且协同工作,他们胜过了顶尖高手,也胜过了具有强大计算能力甚至具备智能的电脑。为此,前世界象棋冠军卡斯珀罗夫(Garry Kasparov)提出一个著名的论断:一个不强的人类棋手加上一台较好的电脑的协同组合,要好过一台非常强大的智能机器,也会超过一个强大的人类棋手加上一台比较差的电脑。

人工智能尽管现在不断在进步,但仍缺乏直觉、灵感、激情、价值观,机器能够完成80%~90%的工作,这使得人的分析和决策变得更简单;但剩下的这10%由人来做的工作则至关重要,而人机融合的智

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能更加高级、准确和富有智慧。正如凯文·凯利在其演讲中所说的,AlphaGo 的胜利并非意味着人工智能战胜人类,本质上是人机协同的卓越表现[32]。

五、结语

值得指出的是,多模态数据分析、适应性反馈及提供友好的人机协同界面等技术,在造福人类的同时,人类依然也需考虑对人工智能合理的管控。正如斯坦福大学的 Paulo Blikstein 教授所言,在缺乏隐私和监管的情境之下,人工智能也会走错方向[33]。比如,基于人工智能的自动驾驶汽车出现交通事故时,该由谁负责?同样,对于人工智能应用于教育,相应的道德问题需要我们面对与解决。

应用多模态数据收集技术,人工智能可以轻而易举地收集学习者、学校、教师、家长等各方面的数据,且减少了重复性获取数据的困难,对相关各方都确有益处。但同时,这些数据也会面临未经有效管控而流失的危险。如智能教学系统中的智能学伴是否会把学习者所有学习中的失败都记录下来,进而给这个学习者建立一个非常负面的学习档案?进一步而言,智能学伴、ITS、智能助教,若把教师和学习者的所有学习过程都记录下来,并被其他人滥用,无疑此时的这些智能系统就成为了"课堂间谍"。因此,人工智能时代对教育数据应用的伦理问题,需要给予充分的关切。

目前,智能教学系统均在尝试对学习者行为进行修正,智能系统可能会提出建议,给学习者提供强迫式反馈。但在这种交互过程中,智能教学系统所提供的交互方式,并非完全符合学习者的期望。就如前文所述,在平衡主动干预和被动反馈这方面,还需要智能教学系统对学生有更多的认知,最终所提供的交互方式应该更具启发性,而不是生硬的强迫,这也是在人机交互中需要着重考虑的一个严肃的道德伦理问题。即如何使 ITS 更像是一个好老师,而不仅仅是一个简单的智能问答系统。这需要智能教学系统对学习者的心理数据、生理数据和基础数据有着全面的掌握,而非仅仅依靠外显数据,数据的不完整、片面化、情境性缺失等,都会导致教学反馈的不得当,甚至引发学习者的反感。

总之,人机协同中更需把这些全方位的数据呈现给教师,由教师掌握教学干预的时机和方式,唯有此,才能真正构建健康向善的增强型教育人工智能。

[参考文献]

[1]Peng Y X,Zhu W W,Zhao Y,et al. Cross-media Analysis and Reasoning: Advances and Directions [J]. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering,2017,18(1):44-57.

[2]闫志明,唐夏夏等. 教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J]. 远程教育杂志,2017(1):26-35.

[3]徐振国,陈秋惠,张冠文. 新一代人机交互:自然用户界面的现状、类型与教育应用探究——兼对脑机接口技术的初步展望[J]. 远程教育杂志,2018(4):39-48.

[4]Chen Binglin,et al. Effect of Discrete and Continuous Parameter Variation on Difficulty in Automatic Item Generation[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,Cham,2019:71-83.

[5]Crossley,Scott A.,et al. Automated Summarization Evaluation (ASE) Using Natural Language Processing Tools[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,Cham,2019:84-95.

[6]Carbonell J R. AI in CAI: An Artificial-intelligence Approach to Computer-assisted Instruction[J]. IEEE Transactions on Man-machine Systems,1970,11(4): 190-202.

[7]Blikstein P,Worsley M. Multimodal Learning Analytics and Education Data Mining: Using Computational Technologies to Measure Complex Learning Tasks[J]. Journal of Learning Analytics,2016,3(2),220-238.

[8]陈凯泉,沙俊宏等.人工智能 2.0 重塑学习的技术路径与实践探索——兼论智能教学系统的功能升级[J]. 远程教育杂志,2017(5):40-53.

[9]Lubold N,Walker E,Pon-Barry H,et al. Automated Pitch Convergence Improves Learning in a Social,Teachable Robot for Middle School Mathematics[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,Cham,2018: 282-296.

[10][15]Makhija A,Richards D,de Haan J,et al. The Influence of Gender,Personality,Cognitive and Affective Student Engagement on Academic Engagement in Educational Virtual Worlds[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,Cham,2018: 297-310.

[11]Bosch N,Mills C,Wammes J D,Smilek D. Quantifying Classroom Instructor Dynamics with Computer Vision[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,Cham,2018: 30-42.

[12]Dich Y,Reilly J,Schneider B. Using Physiological Synchrony as an Indicator of Collaboration Quality,Task Performance and Learning [C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,Cham,2018:98-110.

[13]Paranjape B,Bai Z,Cassell J. Predicting the Temporal and Social Dynamics of Curiosity in Small Group Learning[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,Cham,2018: 420-435.

[14]Ferreira R,Kovanović V,Gašević D,et al. Towards Combined Network and Text Analytics of Student Discourse in Online Discussions

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2018: 111-126.

[16]2018 NMC Horizon Report [EB/OL]. [2019-06-16]. https://library.educause.edu/resources/2018/8/2018-nmc-horizon-report?utm_source=Informz&utm_medium =Email&utm_campaign =Library#_zsrvuKe1_zlqot45.

[17]金慧,沈宁丽,王梦钰.《地平线报告》之关键趋势与重大挑战:演进与分析——基于2015-2019年高等教育版[J]. 远程教育杂志, 2019(4):24-32.

[18]Dempsey J V. Interactive Instruction and Feedback[M]. Educational Technology, 1993.

[19]Ostrow S, Ma X, Piromchai P, et al. Providing Automated Real-Time Technical Feedback for Virtual Reality Based Surgical Training: Is the Simpler the Better?[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2018: 584-598.

[20]Zhang L, Rangwala H. Early Identification of At-Risk Students Using Iterative Logistic Regression[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2018: 613-626.

[21]Idowu O M I, McCalla G. Better Late than Never but Never Late Is Better: Towards Reducing the Answer Response Time to Questions in an Online Learning Community[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2018: 184-197.

[22]Potts B A, Khosravi H, Reidsema C. Reciprocal Content Recommendation for Peer Learning Study Sessions[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2018: 462-475.

[23]Pailai J, Wunnasri W, Hayashi Y, et al. Correctness-and Confidence-Based Adaptive Feedback of Kit-Build Concept Map with Confidence Tagging[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2018: 395-408.

[24]Matsuda N, Sekar V P C, Wall N. Metacognitive Scaffolding Amplifies the Effect of Learning by Teaching a Teachable Agent[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2018: 311-323.

[25][33]Paulo Blikstein. Time to Make Hard Choice for AI in Education [C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2018: XIV.

[26]李平,杨政银. 人机融合智能:人工智能3.0[J]. 清华管理评论, 2018(7、8): 73-82.

[27]刘伟. 智能与人机融合智能[J]. 指挥信息系统与技术, 2018(04): 1-7.

[28]郑南宁. 混合增强智能——协同与认知[EB/OL]. [2019-07-12]. https://www.sohu.com/a/161408336_160309.

[29]Max Tegmark D A. Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence [M]. Knopf Doubleday Publishing Group, 2018.

[30]Le C V, Pardos Z A, Meyer S D, et al. Communication at Scale in a MOOC Using Predictive Engagement Analytics [C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2018: 239-252.

[31]Holstein K, McLaren B M, Aleven V. Student Learning Benefits of A Mixed-reality Teacher Awareness Tool in AI-enhanced Classrooms [C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2018: 154-168.

[32]Kevin Kelly. How AI can Bring a Second Industrial Revolution [EB/OL]. [2019-07-10].https://www.ted.com/talks/kevin_kelly_how_ai_can_bring_on_a_second_industrial_revolution.

[作者简介]

陈凯泉,博士,中国海洋大学教育系副教授,主要研究方向为教育信息化、学习科学与科研信息化;张春雪,中国海洋大学教育系在读硕士研究生,研究方向为人工智能教育应用;吴玥玥,中国海洋大学教育系在读硕士研究生,研究方向为教育大数据与学习分析;刘璐,中国海洋大学教育系在读硕士研究生,研究方向为开源智能教学系统。

Multi-modal Learning Analysis, Adaptive Feedback and Human-computer Coordination of Artificial Intelligence in Education(EAI)

Chen Kaiquan, Zhang Chunxue, Wu Yueyue & Liu Lu

(Department of Education, Ocean University of China, Qingdao Shandong 266100)

【Abstract】 The application of artificial intelligence in education has been paid more and more attention in recent years, the application level of intelligent technology has been deepened gradually, and the three application categories of educational artificial intelligence, such as multi-modal learning analysis, adaptive feedback and human-computer cooperation, have become more and more clear. Multi-modal learning analysis focuses on the omni-directional collection, analysis and application of learning process data. Adaptive feedback refers to the application of intelligent teaching system to provide pedagogical feedback to learners in ways that match learners' learning style and learning motivation. Human-computer coordination focuses on how teachers cooperate with intelligent tutor system to provide intelligent and accurate instruction for students. These three application categories are promoting closer human-computer relationship, and the educational artificial intelligence is increasingly embodied into the form of hybrid-augmented intelligence.

【Keywords】 Artificial Intelligence in Education; EAI; Intelligent Tutor System; Multi-modal Learning Analysis; Adaptive Feedback; Human-computer Coordination; Brain-computer Interface

收稿日期:2019年7月26日

责任编辑:陶 侃

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

“人工智能＋教育”:居间的构成性存在

宁　虹　赖力敏

［摘　要］“人工智能＋教育”的基本定位,是最终以人在其中受到教育作为根本。在“人工智能＋教育”的发展与建设中,教育不能被作为常量对待,它在人工智能与社会生活多重复合关联中持续变革运动。人的智能是有文化的,“人工智能＋教育”不会仅从自然的和技术的层面获得实现,而需要从认识发生及其与自然、历史、文化、语言、社会生活诸方面的终极探究中建构它的基础,进而发展出人机交互实现的人工智能与文化教育交互的构成性运动。教育的真实发生,是教育根本和永恒的起点,由此出发,展开它与人工智能结合的可能性,成为我们探索“人工智能＋教育”建设的道路。

［关键词］　人工智能＋教育;居间的构成性;人机融合;智能化教育环境

［作者简介］　宁虹,首都师范大学教育学院教授　（北京　100037);赖力敏,北京教育学院丰台分院高级教师　（北京　100073）

一、文献综述及问题提出

人工智能,寄托着人类美好憧憬和需求的理想,在当今时代获得条件和机遇重新崛起,是一个重大的历史事件。它“将深刻改变人类社会生活、改变世界”[1],“将进一步释放历次科技革命和产业变革积蓄的巨大能量,并创造新的强大引擎”[2]。新一代人工智能的发展,本身是当今时代高新科学技术发展的结晶,蕴含着严格科学的追求和丰富的科学技术成果。与此相应,“人工智能+教育”的响应亦应在教育自身专业意义上具有同样严格的科学面貌。

伴随人工智能的重新崛起,“人工智能是未来教育变革的重要动力”这一观点得到普遍认同。教育作为人工智能应用的重要领域,被视为“人工智能战略规划的重要组成部分”[3]。2016—2019年,联合国教科文组织陆续发布《教育2030议程》、《教育中的人工智能:可持续发展的挑战与机遇》等工作文件或报告,并多次举办全球性会议,以期“充分发挥人工智能对教育变革的潜能”[4]。有学者指出,这表明“利用人工智能变革教育已经成为共识”,“各国教育机构应该规划好人工智能与教育融合的路径,提升课堂教学方式的灵活性,培养学生学习的自主性,实现教育教学资源的多样性,确保教学环境的可靠性,增加教育支持服务的广泛性”。[5]

2017年1月国务院颁布的《国家教育事业发展“十三五”规划》提出,“支持各级各类学校建设智慧校园,综合利用互联网、大数据、人工智能和虚拟现实技术探索未来教育教学新模式”。2017年7月,国务院颁布《新一代人工智能发展规划》,提出要“构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系”,“推动人工智能在教学、管理、资源建设等方面的应用”;[6]2018年4月,教育部发布《教育信

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

息化 2.0 行动计划》，提出“推动人工智能在教学、管理等方面的全流程应用，利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革，探索泛在、灵活、智能的教育教学新环境建设与应用模式”。

2018 年 11 月，北京师范大学发布《人工智能＋教育》蓝皮书[7]，对当前“人工智能＋教育”的发展做了较为系统的总结，梳理出“智能教育环境”、“智能学习过程支持”、“智能教育评价”、“智能教师助理”、“教育智能管理与服务”等“人工智能＋教育”的五个典型场景，确定了“人工智能时代未来教育的五个发展趋势”，指明了在此发展历程中尚需破解的五个典型问题，并在此基础上提出“人工智能＋教育”发展的五个建议。[8]

“人工智能＋教育”的技术探索在实践应用方面的发展也日渐呈现迅猛之势。智慧校园、智慧教室、智慧学习领域的研究以及适用于不同对象群体和应用场域的教育机器人纷纷面世；人工智能在教育中的技术应用研究成果，“包括机器人学习、深度学习、个性化学习、自适应学习、学习分析、情感计算、智慧教育、大数据等主题”高潮迭起[9]；人工智能与教育行业相结合，业已产生出精准诊断、个性化推荐、智能导师、智慧化决策、智能陪伴等五类形态。[10]这些探索在教育技术产品、辅助手段的开发，促成真实的、个性化的学习体验产生方面起到了推动作用。

“人工智能＋教育”的蓬勃发展，也引起更深入的思考与探讨。有学者提出，在人工智能背景下，学习方式变革应以何回应教育本质、坚守教育本心、定位变革的使命与担当。传统的教学活动是否应该继续存在，教师是否会被智能机器人教师取代。[11]在针对这些问题探讨的过程中，研究者对教育人工智能的内涵与目标定位渐趋一致。有学者指出，人工智能技术应用于教育过程，其目的在于支持或帮助教育教学目标的实现、问题的解决，促进教育过程最优化。[12]有学者认为，教育的人工智能旨在通过更深入、更微观地探究、理解学习是如何发生的，是如何受到外界各种因素影响的，进而为学习者高效地进行学习创造条件[13]；也有学者指出，人工智能的技术运用促进了“学习环境、教学方式和教育管理的智慧转型”，“在普及化的学校教育中提供适切学习机会，形成精准、个性、灵活的教育服务体系，最大限度地满足学生的发展需要”。[14]当优化教育过程、理解学习的发生、服务学习成为“人工智能＋教育”的关键词时，对如何“以教育学的方式使用人工智能”[15]、“人工智能时代的教育将如何存在”等这类本原问题的终极追问也就不容回避。有学者指出，对教育的意义和价值何在，教育的方式和性质将如何改变，如何保证教育的价值选择和方向，教育将面临怎样的伦理抉择的思考和回答，将决定人工智能在教育上乃至在未来社会能够走多远。[16]面对“人工智能＋教育”如此蓬勃的发展及其可能引发的深刻变革，教育学应当以怎样的方式作出怎样的应对才能不辜负时代的机遇，推进响应时代特点的教育变革与发展呢？

本文将要展开的“人工智能＋教育”作为居间的构成性存在这一命题，是我们就这一问题的探索。教育是真实的人的智能形成发展的实现，这一实现是机器执行机制和过程所不能替代的。正是在这里，引起我们关于“人工智能＋教育”的思考和选择。我们的思考和选择首先确立这样的原则：立足教育、着眼未来、把握根本、瞄准先机。这一原则的四个方面前后贯通，形成我们面对人工智能发展的时代特点选择教育应对的起点。“人工智能＋教育”作为居间的构成性存在这一命题也在这一原则的展开中发展出来。

立足教育是这一原则总体的基本理念。教育作为人类社会生活最基本的存在形态，决定了它在智能时代到来之际同样不可替代的根本地位。这也决定了“人工智能＋教育”的基本定位，最终以人在其中受到教育作为

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

根本皈依而存在，人工智能的技术支持，将提供的是具有智能时代特点的新型教育环境而不是对教育发生的替代。正是这一基本定位，直接促成我们提出“人工智能＋教育”作为居间的构成性存在这一命题。

“居间”的含义，并不仅是“在二者之间”，更重要的还在于二者共同“居于其间”的构成境域。“在二者之间”的关系决定和生成于它们共同“居于其间”的构成境域。共同“居于其间”的存在，必是这个构成境域中构成性运动的动态存在，并且这个构成性运动既有“二者之间”的交织构成，也有它们各自的和共同的“居于其间”的交织构成，展开成为全域交织的构成运动。因此，“人工智能＋教育”，并不仅在人工智能和教育之间考量，更要基于它们共处于其间的社会生活这个根本的层面。智能时代迅速来临对于社会生活的深刻影响，是教育“居于其间”的构成境域。因此，“人工智能＋教育”并非是某种单一教育行为的改变，而是教育“居于其间”的整体发生的构成性运动。

教育与人工智能的发展，共同处于这样一个时代的社会生活，也共同参与到这个整体发生的构成性运动之中，并具有自己的运动形态。我们必须看到智能时代迅速来临对于社会生活的深刻影响，着眼于未来教育存在形式，超前应对。因此，着眼未来成为重要的原则，并且其中也贯穿着居间构成的意义。共同“居于其间”是以这样的运动形态存在的，这决定了在“人工智能＋教育”的发展与建设中教育并非一成不变的常量，而是与日新月异的人工智能技术同样处于交织的构成性运动之中，总是在多重复合关联中发生着为新的时代特点持续激发的变革运动。

未来的变动不居要求从根本上去把握。尚未发生的未来之根本，在于它发生与展开的原生的构成性创生基源。人的智能是有文化的，“人工智能＋教育”具有根本性的创生基源，不会仅从自然的和技术的层面获得，而需要从认识发生及其与自然、历史、文化、语言、社会生活诸方面的终极探究中去组织建构它的基础。人的智能、认识是在丰富的张力关系中孕育萌生的，总是在自然、历史、文化整体境域中个体发生和历史文化总体态势的一体构成。“人工智能＋教育”具有的文化构成意义正是从原生的构成性创生基源出发，把握“人工智能＋教育”的根本所在。

“人工智能＋教育”具有的文化构成意义作为创生基源的展开，又可以成为全局展开意义上的先机。先机，不只是领先一步，更在于牵一发而动全局。瞄准先机的原则正是在这个全局展开意义上确立的。它并不仅是一个策略性的原则，而恰恰是立足教育、着眼未来、把握根本诸原则一以贯之而引发全局的根本考虑。

“人工智能＋教育”作为居间的构成性存在这一命题，就是这样从这个一以贯之的原则线索中产生出来，因而又体现着这一原则的方向、路线。认识的发生总是为生活实践中交织的构成性关系所构成，因而总是“居于其间”并同样以生生不息地发生着的交织的构成性运动存在。支持这个“居间”发生形态的，是构成性运动。构成性运动的发生、展开，实际地构成了居间存在的动态形态。存在的构成性发生的这个动态形态使每一个发生都与终极关联纠缠关涉而具有终极意义。每一个原初的发生都为终极的构成性意义所引起和继续其展开。

“人工智能＋教育”作为居间的构成性存在这一命题，表现了对“人工智能＋教育”的基本定位：“人工智能＋教育”必是一个居间的构成域，人与机器、人工智能技术与文化教育交织的构成性运动交互作用其间，以运动形态存在，“人工智能+”最终提供的只能是这个交互的构成性作用得以实现的教育环境，最终以真人受到文化的教育为皈依。其智能化的体现，则在于真人受到文化教育的过程确有人工智能技术参与的构成性作用。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

所以，“居间的构成性存在”最简捷的表述就是“人机交互实现的‘人工智能+’与文化教育交互的构成性运动”。“人工智能＋教育”不会仅由其中任何一方单独完成。我们不着眼于完成某一个教育的行为，而是着眼于以教育发生智能环境的营造获得真人参与真实发生的可能，从而获得智能环境支持教育真实发生的机会。教育的真实发生，是教育根本和永恒的起点，由此出发，可以展开它与人工智能结合的可能性，人工智能技术的支持在这个结合中并不是居于辅助位置，而是以它特有的能动的构成性承担这个结合且参与教育发生的永恒。

二、教育：发生与构成意义上的原初、根本和永恒

教育是人类文明的传承。这个命题所表述的简单事实，正是教育根本的、终极的意义所在。在根本的层面上，教育作为人类文明传承的实践活动，在人类社会生活中具有不可替代的根本意义和地位。“人工智能＋教育”的定位，首先应在这个原初、根本和永恒的意义上理解和把握。

（一）“人工智能＋教育”：教育原初、根本意义上的构成性运动

教育对于人类社会生活不可替代的根本意义和地位，不仅在代际传递意义上对于儿童时期的基础教育尤为重要，在成年后生活的经历中，每一经历的发生也仍然有着这个基础教育构成性作用的延续。无论从代际传递的维系还是从现实生活发生的意义上说，教育都具有根本的意义。人类文明的世代绵延赋予它历史的永恒，其中又有每一经历发生时原生态的生动、丰富，教育的根本意义就这样拥有了原初和永恒。

这种根本的意义与“生活”、“实践”、“存在”等概念处于同一终极的层面。教育因其本身与生活、实践、存在同样原初与根本，而有在终极意义上的无可替代。明确了这一点，就可以明确“人工智能＋教育”仍将保有教育在这样原初、根本意义上的构成性运动，而不可能对教育有任何替代。

教育的根本属性和它发生与构成的过程与现今人工智能的发展之间存在着重要的差异和距离。新一代人工智能的迅猛发展，得益于深度学习的突破，但儿童学习与深度学习算法并不具有同样或相类的方向与过程；并且，在更广泛的意义上，只要它还是“人工”的完成，那就仍然面临着从事它的人仍然要接受教育。同样具有根本意义的还有，人的智能既是自然的也是文化的，因此必然有历史、文化的构成成分和过程，没有历史、文化的充盈过程，就不会产生人的智能。这对于理解把握“人工智能＋教育”尤为重要，因为教育正是历史、文化的充盈过程。“人工智能＋教育”需要人工智能技术介入这个过程，却不能以技术替代、取代这个过程。

“人工智能＋教育”作为居间的构成性存在的定位，是我们探索“人工智能＋教育”建设道路的重要开端。人工智能技术的介入，对于教育的意义是重大的，它带来的是教育环境的智能化发展，并因而产生人工智能融入真实教育存在的机会。虽然我们强调了儿童学习与深度学习算法并不具有同样或者相似的方向与过程，但是，这里仍然存在着人工智能模拟的教育—学习过程可以进入教师和学生的真实学习生活，引起他们真实的体验和实现交互影响的机会。这是以往的教育环境所不具备的，这将是教育环境具有智能化特性、功能的重要标志，“人工智能＋教育”也因此具有了成为居间的构成性存在的条件和机会。

（二）“人工智能＋教育”：教育文明演进线索中的考察

教育的发生是永恒的，是从有人类历史以来就永恒存在着的。在人类历史长河中，文明演进的浪潮奔涌不息，教育发生的存在

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

须臾不曾消逝。历史上存在着一条以教育形式变化为表现的教育文明演进的线索：从口耳相传到文字的产生，再到教师与学校的产生、近现代学校教育、班级教学、课程教材的发展，直到多媒体互联网的教育形式及如今智能化的教育形式的出现，构成了这个演进的序列。从没有文字到有文字，保留了口耳相传的语言传递对意义的激活，但不再仅凭口耳相传，而是可以通过阅读的方式获得；正是学校和课程，使得专门化的教育形式得以产生，对于教育来说也具有划时代的意义；网络加多媒体的手段对教育形式的改变，也是有鲜明时代特点、深远历史意义的变革。

在这一演进序列中，每一变革都推进了教育文明的提升，都具有某种历史性的意义。但是，所有的变化、提升，都没有改变一个事实：它们只是以不同形式引起学习过程中内心体验的发生。教育并不是这个序列的演进变化，而是无论在序列的哪一个位置上，都有文化知识被教育形式所承载、激活，使得学习者在此教育形式中的参与被文化知识所充盈，产生出他们内心的体验和素质的养成。形式、条件、环境在真人参与下所发生的才是教育，这是所有形式的教育所共有的本质所在。“人工智能＋教育”的考量，应当放在这个变化演进序列之中来看它对教育可能的独特作用和影响。应当看到，人工智能技术的发展能够创造更好的带有智能化形式的教育环境，这是以往的教育形式所不具有的。学生在这样一种智能环境的条件下学习，仍将在这个学习过程中经历其内心体验的发生，这个教育发生不可替代的内涵实质如何为智能化教育环境所作用，在智能化教育环境中发生，正是我们以居间的构成性存在定位“人工智能＋教育”要探索的。在这样一个居间的构成性存在中，每一个真人的内心体验的发生都是真实的，不论这个体验是由模拟的还是真人的来源引起，重要的是，教育的意义已经得到了实现。

三、人机融合—居间构成：“人工智能＋教育”的存在形态

人工智能作用于教育的关键，在于以人工智能技术完成智能化教育环境的营造，其根本是真人在这个环境条件中内心体验的发生和素质的养成。只有进入这样一个真实的教育过程，才不失教育作为人类文明传承本质的永恒。我们的努力正是抓住这个根本，明确人工智能技术可以为教育所做的是：提供基于自然语言处理、虚拟现实技术等人工智能技术支持的人机融合，虚拟现实与真人参与融合的智能化教育环境。

（一）“人工智能＋教育”：作为居间构成的支持技术和智能机制

人工智能的发展带来的一个可能性是，人工智能以模拟方式产生的结果与学生智能发展过程中所产生的真实的认识、体验和感受之间建立起沟通、融合、对话与交流的机会。这是“人工智能＋教育”以其是什么和怎样做的结合展开的一种作为居间的构成性存在的面貌。教育作为根本性的构成性的交互运动，使我们从一开始就定位在以人机融合、真人参与和虚拟现实结合为目标，也决定了真实的和模拟的教育发生共有的原理和事实。原生态的具体丰富，决定了真实的和模拟的教育发生都要以具体教学内容为基本构成单位；构成性关系、构成性运动决定了真实的和模拟的教育发生共有的机制；语言描述对教育意义的蕴含与激活，确立了自然语言处理在“人工智能＋教育”中的地位；信息形式的超越性为教育发生的虚拟现实提供了理论支持。

教育是学生构成性品质为文化所充盈的动态存在，其真实存在可以为语言所描述。这成为教育可以与自然语言处理、深度学习、知识图谱、虚拟现实技术等人工智能技术联结的结点、纽带。由此可以产生“人工智能＋

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

教育”建设中主要支持技术的选择、组织，形成其组织机制的三个基本建构：以自然语言处理作为基本前提，以“知识驱动与数据驱动结合”展开建设过程，以虚拟现实技术承担人机交互与系统合成。

第一，以自然语言处理作为基本前提。教育的真实发生是教育的根本，教育的发生为语言所描述，因此我们对“人工智能＋教育”的建设，高度重视人工智能在自然语言处理方面的进展，以此作为人工智能进入教育领域的一个基本前提。自然语言处理技术的支持意义，在于使教育教学活动的语言表示在人工智能发展的时代条件下获得新的表现形式，使教师的教和学生的学都可以通过虚拟和真实的语言描述的交互在智能环境条件下展开。这将提供这样一种可能的机会：让不可见的教育发生呈现出来，使得一切“润物细无声”的潜在影响、可意会不可言传的感觉都能即时呈现并引起教育的发生，以此构造的教育发生的智能化环境，丰富和发展了语言对教育发生的意义激活，使语言—思想—存在—认识之间建立起新型的、具有智能化特点的联系形式。这对于揭示和把握教育的根本，是重要的探索方向。更好地把握人工智能自然语言处理技术给教育带来的机会，努力消解教育与人工智能技术之间的距离，提供知识—语言—教育和人工智能联结的条件，对于“人工智能＋教育”以教育的本来面目得到智能化的实现，具有重要意义。

第二，以“知识驱动与数据驱动结合”展开建设过程。知识驱动与数据驱动结合，是当今人工智能技术发展的一个重要趋势。近年来，人工智能的突破首先得益于基于深度神经网络发展起来的深度学习与大数据的结合。紧接着，知识图谱成为新的热点受到广泛关注引起新的发展。深度学习和知识图谱的融合意味着它们在人工智能机制中的交互运用：知识图谱可以借助深度学习来建构；深度学习也可以向知识图谱汲取其知识表示，克服其过于依赖数据以及在推理与解释方面的局限。这体现着知识驱动与数据驱动结合的趋势，同时也有在认识—教育发生的构成性层面的契合。深度学习和知识图谱的智能渊源，可以追溯到归纳总结与演绎推理的联系。归纳总结和演绎推理在发生的层面上，是以尚未分野的形态在认识发生的构成性运动之中孕育和展开，这里正是认识发生的构成性起点。以深度学习和知识图谱的融合作为知识驱动与数据驱动结合的体现，成为我们的重要选择，以寻求人工智能的技术支持与真人学习之间更有利的配合，展开“人工智能＋教育”探索和建设的过程。

第三，以虚拟现实技术承担人机交互与系统合成。虚拟现实与人工智能的结合，对于人工智能和虚拟现实技术的发展都是一个重要的趋势。我们关于“人工智能＋教育”的设想，以自然语言处理作为基本途径的同时，也高度关注虚拟现实技术在模拟教育发生过程中的运用。人机融合、真人参与—计算机模拟交互的智能教育环境建设的定位已经明确了虚拟现实技术在设想中的意义所在。以教学设计与学生体验的交互运动中完成的教育发生的模拟及其语言表示，需要以虚拟现实技术的构造来具体承载。虚拟现实技术在我们设想中的应用，同样以立足教育为首要，注重虚拟现实系统对于模拟教育发生的语言环境建设的支持。虚拟现实技术引起的“沉浸式体验”对于作为教育发生重要呈现的“学生体验描述”，无论是真人参与还是模拟的实现，都具有独特的重要意义。虚拟现实技术“想象、交互、沉浸”的特点，有利于使学生体验所蕴含的“不可见”信息得以适切呈现，增强其意义激活功能和“沉浸式体验”效果。虚拟现实技术多源信息融合的特点，将便于担负系统合成的功能，使系统得到友好真切的运行和呈现。

综上所述，“人工智能＋教育”将可能是智能化教育环境与真人参与的交互运动，这

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

个交互运动的形态有可能是相互构成的交织运动中一种积极能动的动态平衡，通过真人参与人机融合学习活动存在和运行。以人机融合智能教育环境实现的“人工智能＋教育”建设，因为有智能化教育环境与真人参与的交互运动而具有居间的构成性意义。那么，人工智能的发展会给这一居间构成的智能化教育环境带来怎样的机会和可能呢？近年来人工智能的发展，是由机器学习—深度学习—深度神经网络等关键技术带来的对人的智能的模拟成果。我们既要看到人的认识的发生和人工智能无论是过程还是方向都不相同，又要看到真人内心体验的发生与人工智能模拟之间可以沟通。

人工智能技术支持教育的优越条件可以这样发生作用：首先，在计算机上运用人工智能支持技术，建立一个虚拟的教育组织形式（譬如一个虚拟班级），就某一教学内容完成教育发生的模拟推演；随之，模拟推演产生学生学习状态的统计分布和模拟学生学习体验的语言描述，使教育发生时学生学习状态、内心体验得到呈现；进而，这个模拟的语言描述向参与学习过程的真实学生提供教育启示，引起真实的教育发生；同时，学生真人学习的体验，作为机器学习的训练样本的一个来源，加入计算机完成学生体验模拟叙事的过程，扩大、丰富了向机器提供的数据信息。这样，以人工智能的虚拟和学生学习的真实感受之间的交互运动，形成人机融合交互作用的智能机制，实现着“人工智能＋教育”居间的构成性存在。

这个作用的过程，实际地产生着真实教育的一个镜像存在。它使得“人工智能＋教育”作为居间构成性存在的命题得到具体充实的承载，凝聚着人工智能支持技术可以作用于教育的丰富资源，体现着人工智能与教育如何契合的构成性关系，以及发展出体现“人工智能＋”时代下教育新形式、新引擎的可能和前景。

（二）“人工智能＋教育”基本的居间构成关系

“人工智能＋教育”作为居间的构成性存在，是一种交织缠绕的构成性运动的存在形态。各种构成性关系错综复杂地交织在一起，甚至含混模糊，并不表现出明确的边界。所有元素都这样处在整体的运动之中，其基本的构成关系只是这种运动视域中某种分布或考察的向度，它们之间同样也相互交织、构成性地运动着。

第一，学生个人品质与文化的构成关系。这是任何教育必须有的最具普遍性、一般性意义的根本的构成性关系，也是“人工智能＋教育”不可或缺的根本。要使这个根本的构成性关系进入“人工智能＋教育”的建设，需始终坚持的是：教育作为个体品质为文化所充盈的构成性运动，总是运动的存在。这一方面决定了“人工智能＋教育”必须有真人参与的机制，同时也为教育发生的计算机模拟提供理论设计的原理和起点。

第二，教育发生的可见与不可见之间的构成关系。教育的发生，主要是从心灵深处思想意识的文化充盈到行为习惯身体力行过程中的意义形态的运动，这是它真实的却并非即时可见的内在，是心领神会之“会”、恍然大悟之“悟”。同时，所有不可见的内在，又在随时可见的行为活动中产生和表现。让不可见的教育发生呈现出来，使得一切“润物细无声”的潜在影响、可意会不可言传的感觉都得到呈现和激活，正是“人工智能＋教育”最具智能化意义的所在和功能性表现。“人工智能＋教育”作为居间的构成性存在，也正在于教育之可见与不可见之间的居间通达。这个居间通达的实现，是以人工智能技术的支持，让心领神会之“会”、恍然大悟之“悟”的内容，以计算机模拟叙事的形式获得基于语言描述的即时的可视化呈现，得以加入教育现场环境，成为引起教育发生的内在成分。每一个心领神会、恍然大悟都和引起它们的教

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

育活动一起向学习者呈现，构成学习伴随的教育环境，学习者得以在此智能化环境中获得更为丰富的信息资源和学习机会，产生他们个性化学习的选择和习惯。以此形成的智能化教育环境中，教育发生的可见与不可见之间因具有可操作的通达而融为一体。这有可能成为探索智能化时代新型教育形式的一个方向。在这种新型教育形式中，教育发生的实现，是以不可见成为可见为支持的，“人工智能+教育”以此作为响应智能化时代条件的表现。这一环节的智能化建设，关键在于教育发生的语言描述的计算机识别和生成，这有赖于自然语言处理技术的支持。至于自然语言处理技术实现这一支持的可行性，虽然存在可能的困难，但也不是没有做出探索获得实现的空间和路径。“人工智能＋教育”建设的探索，应当具有面向未来的超前布局。

第三，人机之间的构成关系。这个构成关系是以人工智能技术的支持，在人与计算机之间建立起基于信息属性的互动关系，使教育发生中不可见的构成关系，变成可见的模拟与现实的互动。这一环节的智能化建设，一方面是真人的学习描述为计算机识别，另一方面是计算机模拟向真人的可视化呈现。虚拟现实技术特有的想象、交互、沉浸和多源信息融合的特点，对此具有重要的意义和作用。

第四，计算机模拟和真人参与、虚拟与现实、真实与镜像之间的构成关系。教育发生的计算机模拟，以教育发生的基本原理为设计依据，获得的模拟结果能够充分体现学习中个体品质为文化所充盈的过程。这意味着可以获得一个在计算机终端上运行的真实教育的镜像存在，它与真实教育具有理论上的和信息属性上的同一。这个镜像存在，作为虚拟的发生，来自原理的推演而不是现实中的经验，但这并不意味着不真实。理论同样可以具有对真实的保障，可以获得真实经验的集中反映，可以获得超越经验、更具普遍意义的有效覆盖和优越表现。模拟的结果，以不同学习体验个案的形式呈现，以此保持真实经验过程的个体性发生和多样性存在，这也是人机结合的重要技术环节。

以上四个方面的交织，可以这样理解：所有教育的发生都是学生个人品质与文化之间的构成性运动，人工智能支持技术的加入，使人机之间、虚拟与现实之间的构成性运动加入其中，并推进了教育之可见与不可见之间的居间通达，表现出“人工智能＋教育”作为新型教育形式、新型教育引擎的优越性。

四、“人工智能＋教育”建设道路探索

“人工智能＋教育”作为居间的构成性存在的定位和基础理论思考，为智能化条件下的教育应对展开它深刻的理论背景，也迅速向现实聚焦：从教育发生的计算机模拟推演到“人工智能＋教育”的智能化过程与机制和实体建设，逐渐形成一条探索的道路。

（一）教育发生的计算机模拟推演及其智能化的发展

教育发生的计算机模拟，是智能化教育环境建设中一个可以展开的技术起点。教育发生的模拟推演，因其提供教育发生的模拟构造与过程而使教育发生可以通过计算机技术支持得以实现。这一实现不仅使教育发生模拟效果可以观测，同时也因其构造的形式化表现具有作为普遍、一般意义的发生机制的条件。

教育发生的模拟推演，以教育发生的构成性原理为设计理论。推演的实施，首先以构成性教学设计规范完成教学设计标准化处理，继而在运算过程中模拟从构成性起点到文化充盈的实现过程，以基于品质能级理论的统计分布和模拟叙事，构造出一个虚拟班级及其中虚拟的每一位学生学习状态过程的具体存在。这种具体存在以模拟叙事的语言描述形式，展开学生构成性品质为文化所充

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

盈的构成性发生运动。构成性原理正是这样在模拟推演中贯彻而成为模拟教育发生的基本机制。这一机制既与真实的教育在原理上同一，又因教学设计的真实完成而具有真实的教育功效。模拟叙事的意义描述则通过语言媒介，与人工智能的自然语言处理、深度学习、知识图谱等技术连接契合，构造虚实结合的教育存在。在所有这些实现中都存在和起着构成性作用的是构成性机制，教育发生的模拟推演是这个机制最简单最形式化的存在。从模拟推演到实体建设，正是这个构成性机制从虚拟向现实的展开。

人工智能过程与机制的建设的实质，是教育发生模拟的智能化。我们的探索中，以教育发生的基础理论建设发展出教学设计实践规范，以基础教育课程教学的一节课为基本单位进入教育发生的模拟推演，推演过程与每一教学内容融合一体，从而使教育作为人类文明传承的意义进入推演的构成性关系，它积淀于具体的教师教学设计和学生学习体验之中，继而提交人工智能过程。这意味着人类文明的传承因此而以意义的形态与教育的人工智能机制构造相关联，并按照原初的构成性关系，发挥着构成性的作用；同时，它也成为设计算法的教育学理论基础，使得系统的运行也总是以教育发生的构成性形态表现素质养成。推演过程中产生虚拟教学班级，虚拟班级中虚拟学生在推演过程中经历各教学环节的变化，每个学生的变化以内心体验的自然语言描述得以呈现。人工完成学生体验的自然语言文本可以作为进入智能化过程的最初的工作。由此进入人工智能机制的后续环节：学生学习体验和教师教学设计的自然语言描述，经自然语言处理为机器识别分析，产生其结构化形式，完成分类评估和关于教学设计、学生学习体验的自然语言文本生成，丰富的语言表示经虚拟现实技术系统合成获得模拟教育发生的学习环境，提供真人参与真实发生的条件，完成真人参与与虚拟环境的融合，实现人机融合人工智能实体的建设。

（二）“人工智能＋教育”的实体建设构想

教育发生的模拟推演向智能化的发展，使我们始终坚持的实践取向的教育基础理论建设方向得到了更加明确和系统的体现，为进入“人工智能＋教育”实体建设准备了基础。这一建设从教育发生的模拟推演逐步拓展开来，实现着朝向信息—形式实体存在的超越性建设。

基于“人工智能＋教育”的构成性机制及其展开，有条件发展出智能化教育作为信息—形式实体的存在形式。它肯定有载体，比如支持其运行的电脑及辅助设备、一定的教学组织形式、教师和学生的现场活动行为习惯等。但这只是它的载体，实际的运行主要是语言实现和表达的知识与个体构成性品质的交互运动。这一个体构成性品质为文化所充盈的交互运动，具有信息化形式化的属性特征。它也因此具有自身存在的普遍与一般意义，最大限度地超越对相关条件的依附，可以在方便使用的终端使用。这种超越不是随意的恣意妄为，它只是更专注于教育自身的使命——人类文明的传承。教育理论严格地规范了学习生活与人类文明成果适切的配合，设计、组织了它的运行。教育学、教师专业的科学意义在此得到凸显。

可以为这个智能化教育环境设想各种学习形式，如传统学校型、家庭生活型、户外活动型、网页浏览型，等等。在所有形式中，都存在着文化内容的作用。作为示例，我们选择传统学校型的面貌呈现其设想的存在。

进入界面是一所机器虚拟的学校，设有基础教育1～12年级教室和班级，对每一内容提供多种形式的课程。当进入一间虚拟的教室，会遇到一个虚拟班级的学生，他们以虚拟构造的形态出现，并且你也进入其中，成为他们中的一员。你作为真人参与其中与他们一起经历学习过程。你并不知道他们中还有

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

谁是与你同样的真人参与，甚至也不知道教师是真人还是虚拟。但学习的过程是真实的。无论是虚拟的还是真人，在界面上都以同样的仿真形态出现，但他们学习的体验都与教学过程相应和，在认识发生上与真人学习无异。你会看到同学形形色色的感受体验，他们或者启示了你，令你欣赏羡慕；或者并不为你所留意，但你都感觉到他们的存在，感觉到共同构成的学习气氛。教师的角色和课程形式一样是你自己选择的。他可以是一位传统形象的教师，也可以是你的亲友形象或者其他你所期待的角色身份，并以与其身份相应的言语活动向你呈现教学内容。学习者因此而亲历个人构成性品质为本课文化内容所充盈的过程，自然地经历着真实的素质养成的学习生活和教育过程。丰富的表现形态形成现场的能级分布。不同形式、不同角色、不同的教学语言都为教学规范所支配，其中无论是教师还是学生，都有达到理论规范要求的表现，以此表现教育理论的组织规范作用，成为学习的保障和构成性力量。

无论是提供给教师教研还是学生学习，都具有人机融合机制。全过程教研或学习活动为系统所记录分析，成为机器学习和生成教学、学习过程的基础数据或训练样本，而启示你的某个教学则可能来自机器模拟的智能生成。它成为一种信息形式突出的实体存在，以人机融合、模拟与真人共同参与的信息存在形式，具有了发展出智能化条件下新型教育引擎的可能性。

五、结语

一条清晰的线索贯穿在我们的探索中：教育作为人类文明传承的意义为语言所承载和描述，自然语言为人工智能过程所处理，实现教育发生情境的创生。人工智能技术为教育基础理论所组织，在其中实现着人机融合智能实体的建设。由此展开了“人工智能＋教育”丰富的内容、意义和前景：基于教育理论组织人工智能技术的理念，可以明确把握“人工智能＋教育”建设的方向；基于教育发生的模拟推演，可以产生人工智能过程的算法基础，创造教育发生的真实情境；着眼于教育发生情境而不是个别教育行为，有可能建设人机融合的智能教育实体；注入人类文明传承的使命，才有“人工智能＋教育”的建设。这样一种构成性的关系，展开的是一条通向智能时代教育新面貌的道路。

教育发生的计算机模拟，以教育发生的构成性原理为设计依据，获得的模拟结果，能够充分体现学习中个体品质为文化所充盈的过程，具有理论上的和信息属性上的真实。把学生内心体验呈现出来，就是把不可见的教育发生变成可见。固然，这可能是一个模拟，但是它可以和教师之教一起参与到教育环境当中，成为启示学生、引起教育发生的一个来源。作为探索智能化时代新型教育形式的一个方向，这将是“人工智能＋教育”带来的最重要的变化之一。一直以来的教师中心还是学生中心的冲突，在这里将得到改变。每一个教育引起的学生学习的体验过程，都不仅仅是在一个教师语言环境中发生的，而是在教师和学生共同的语言环境中发生的，因此就不再有教师中心还是学生中心的区别，它们以居间的构成性运动形态一起呈现出来，共同成为人机融合学习生活的构成性来源，引起学习中的启示领悟、教育发生，改变教学二元分立的形式来源，实现人机融合、智能化模拟与真人参与融合的新的教育形式、新型学习共同体。我们高度重视这个智能化建设的方向，把它视为建设新的强大教育引擎的重要条件。

这种新型教育形式，虽然有虚拟方式的介入，但教师和学生的真人参与和他们在参与过程中的变化是真实的。真实的教育之所以能够发生，是因为有一部真实的人类文明的历史通过教学内容作用其中；而我们的全

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

部工作，无论是真人参与还是人工智能技术的介入，都始终与之紧密关联，因而始终保持了教育作为人类文明传承的本性。

人机融合的智能化教育环境的存在和运行，将为教师专业发展拓展新的空间。教师不但不必担心人工智能会使自己消失，反而应该为因此到来的专业提升欢欣鼓舞。或许这正是教师专业科学地位树立的到来。教师将是人机融合智能教育环境运行的研究者、设计者、引导者、管理者、完全参与的实践者以及专家学者，同时依然是人类文明的使者和道之所存的师者。人机之融合是因为教师的贯通融会，人机融合教育环境之于教师，是新形式的道之所存的表达。一脉相承的传道授业解惑并不稍改，只是顺应了时代的特点和条件。在这里，教师教育的使命责任更为重大，那就是：立足教育，着眼未来，把握根本，瞄准先机，创造这一切。

参考文献：

[1][2][6] 新一代人工智能发展规划[Z]. 北京：人民出版社，2017. 2、3、27.

[3] 段世飞，龚国钦. 国际比较视野下的人工智能教育应用政策[J]. 现代教育技术，2019，(3).

[4][5] 黄荣怀，等. 人工智能促教育2030议程实现[N]. 中国教育报，2019-05-18.

[7] 余胜泉. 人工智能+教育蓝皮书[Z]. 北京师范大学未来教育高精尖创新中心，2018.

[8]《人工智能+教育》蓝皮书正式发布[EB/OL]. http://edu.sina.com.cn/l/2018-11-10/doc-ihnstwwq1911788.shtml.

[9][12] 张坤颖，张家年. 人工智能教育应用与研究中的新区、误区、盲区与禁区[J]. 远程教育杂志，2017，(5).

[10] 黄璐，郑永和. 人工智能教育发展中的问题及建议[J]. 科技导报，2018，(17).

[11] 赵慧臣，等. 人工智能时代学习方式变革的机遇、挑战与对策[J]. 现代教育技术，2018，(10).

[13] 闫志明，等. 教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势[J]. 远程教育杂志，2017，(1).

[14] 曹培杰. 智慧教育：人工智能时代的教育变革[J]. 教育研究，2018，(8).

[15] 周红霞. 让人工智能更加智能[N]. 中国教育报，2019-05-10.

[16] 唐汉卫. 人工智能时代教育将如何存在[J]. 教育研究，2018，(11).

"Artificial Intelligence + Education": The Existence of an Intermediary Constituent

Ning Hong & Lai Limin

Abstract: "Artificial intelligence + education" basically aims at educating people within. In the development of "artificial intelligence + education," education cannot be viewed as a constant, for it is changeable in the multiple associations between artificial intelligence and social life. As human intelligence is literate, "artificial intelligence + education" cannot be realized naturally and technologically, and we need to construct it based on noegenesis and our ultimate exploration into nature, history, culture, language, and social life, and develop artificial intelligence based on human-computer interaction, along with the constituent movement based on culture-education interaction. The real occurrence of education is the fundamental and eternal starting point of education, based on which, the possible combination of education with artificial intelligence helps us explore the path of "artificial intelligence+education."

Key words: artificial intelligence + education; intermediary constituent; human-computer interaction; intelligent educational environment

Authors: Ning Hong, professor of the College of Education, Capital Normal University (Beijing 100037); Lai Limin, senior teacher of Fengtai Branch, Beijing Institute of Education (Beijing 100073)

[责任编辑：刘 洁]

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2021)01—0080—09

人工智能教育大脑：以数据驱动教育治理与教学创新的技术框架*

顾小清，李世瑾

(华东师范大学 教育信息技术学系，上海 200062)

摘要：以数据驱动教育治理与教学创新在智能教育应用理论与实践领域已获得广泛共识。如何解决“数据孤岛”和“数据无章”等现实问题，成为推动智能教育应用与方法创新的关键。雷·库兹韦尔在《奇点临近》中最早以智能大脑为隐喻，通过给大数据植入数学算法，模仿人脑机制融合思考、解释预测海量数据的机理，进而做出有逻辑关系的相关行为信息判断。城市大脑正是利用智能大脑解决了因算力、复杂度等原因难以处理的城市治理和发展问题。类似地，智能教育大脑是海量教育数据模型、深度学习算法、高度计算力等智能化技术与算法的融合体，遵循“数据处理→模型训练→模型测试评估→服务应用”技术路线，通过科学规范的数据聚类、数据认知、决策优化、搜索挖掘、预测干预等过程，汇聚多元化的数据类型，打破数据之间的流通壁垒，保障精准的教育实践形态。基于此，该文立足于推动智能教育应用的视角，以人工智能教育大脑作为隐喻，从“是何”以及“如何”厘清其本质内涵与功用，聚焦教育数据治理与智能教育大脑关键技术应对挑战。同时，从有效学习行为发现与分析、素养结构深度刻画与诊断、个性化素养提升与干预决策等方面阐释人工智能教育大脑如何赋能教育，以期为教育数据治理工具与教学创新的转型提供新的思路和路径。

关键词：人工智能教育大脑；数据驱动；教育治理；教学创新；技术框架

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

一、引言

在人工智能的世界里，数据是一切事物的本质[1]。以数据驱动精准治理与创新实践的范式已获得广泛认可。如何解决“数据孤岛”和“数据无章”等现实问题，需要借助人工智能这样的超强计算处理技术。雷·库兹韦尔在《奇点临近》中最早以智能大脑为隐喻[2]，通过给大数据植入数学算法，能够模仿人脑机制融合思考、解释预测海量数据的机理，进而做出有逻辑关系的相关行为信息判断。

教育人工智能同样如此，一旦脱离数据的海洋，必然如无米之炊一般，慌乱且无所适从。然而，令人遗憾的是，教育应用系统的数据面临诸多现实瓶颈，或是彼此间功能割裂，各系统标准不统一，数据杂乱无章；或是各系统数据融合困难，数据分析不够全面；或是数据处理速度无法匹配数据量级，导致强实效性数据的价值大打折扣；抑或是教育系统对数据的共享需求，带来了数据泄露风险和数据权限管理的额外成本。简言之，数据驱动的教育治理与教学创新并不健康[3]。如何优化海量数据的采集方式，打破多源异构“数据块”的流通壁垒，让教育人工智能可以采用实时有效的数据完成自主学习、自我优化、分析推理等工作，是推动智能教育应用创新的核心议题。

城市大脑利用智能大脑优势，通过全面采集、集成、分析和挖掘城市空间的大量异构数据，科学解决城市“四肢发达、头脑简单”的弊病[4]。类似地，人工智能教育大脑顺应数据处理与智能本质的需求，从数据驱动的“神经中枢”切入，运用数据挖掘、图像识别、深度学习等技术，通过科学规范的数据聚类、数据认知、决策优化、搜索挖掘、预测干预等过程，借助“计算、数据、万物、智能”等优势推动智能时代教育生态圈健康持续性发展[5]。需要指出的是，人工智能教育大脑实质是

* 本文系2020年上海市科学技术委员会科研计划项目“教育数据治理与智能教育大脑关键技术研究及典型应用”(项目编号：20511101600)阶段性研究成果。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

海量教育数据模型、深度学习算法、高度计算力等智能化技术与算法的融合体，如同人类大脑，具备理解、交互、情感、计算、决策等强大能力，能够满足优质化的教育数据需求。基于此，本文从多元领域透析了数据驱动的发展诉求，并以人工智能教育大脑作为隐喻从“是何”与“如何”厘清其本质内涵和功用，聚焦教育数据治理与智能教育大脑关键技术应对挑战。同时，从有效学习行为发现与分析、素养结构深度刻画与诊断、个性化素养提升与干预决策等方面阐释了人工智能教育大脑如何赋能教育，以期为教育数据治理工具与教学创新的转型提供新的思路和路径。

二、问题的提出

(一)学习分析研究十年回顾与未来挑战

最能够体现数据驱动的学习诊断与决策支持的，是以学习分析技术为核心的十多年研究。2011年2月27日—3月1日，以“学习分析技术在技术、社会和教学等维度的整合”为主题的首届学习分析技术与知识国际会议(Learning Analytics and Knowledge Conference，简称LAK)在加拿大阿尔伯达省班芙市隆重举行，迄今为止，学习分析研究已近十年[6][7]。回首过去十年研究，学习分析技术作为智慧的技术形态，在学习、教学和研究等领域突显强大功效。学习领域，学习分析技术作为学习者自我评估、诊断、导向与危机预警的有效工具。其一，可视化的学习分析结果反馈，利于学习者自我评价与规划自我目标的实现。其二，多元化的算法和数据模型能够诊断学习者个性化需求。其三，实时监测的学习轨迹与交互进程，提供了促进自我导向学习的机会。其四，识别提取学习进程中隐含的、潜在的、有用的信息，为学习者(尤其是高危学习者)学业表现提供科学预测、及时干预和指导。教学领域，学习分析技术采用数据驱动的方法，为理解教学过程、评估教学设计、靶向式更新教学活动和干预教学决策提供科学依据。例如，学习分析技术系统中多情境数据，能够帮助教师更好地理解学习者的需求、风格和活动轨迹，针对性地优化教学决策[8]。研究领域，学习分析技术理解和关注学习发生的内在机理，为个性化学习设计和评估教育效益提供重要保障。例如，Ioannou通过分析学习者的课堂行为数据，证实了交互式游戏化学习设计模型能够促进学习者的愉悦感和同理心[9]。

理解、设计与服务学习是学习分析技术的基本理念，它得益于多元化和情境化的数据驱动。正如Ferguson所强调，数据是驱动学习分析技术发展的强催化剂[10]。然而，由于教育实践动态变化且复杂多样，加之个体特质与数据的“不完全弥合性”，数据驱动的学习分析技术正面临诸多挑战。其一，如何获取多源情境的学习数据，确保解释和预测的科学性。其二，如何平衡多源异构数据的丰富性和兼容性，是精准教学干预的关键，例如，教育人工智能技术丰富了学习者的面部表情、肢体语言等行为数据，但如何有效融合数据和兼容计算仍是目前面临的挑战。其三，如何解决算法和数据的孤立性，如何应用群组算法实现同伴合作的学习方式。其四，数据挖掘结果仅能表征技术应用于教育的阶段性效益，如何验证长期效用是学习分析技术面临的新挑战。未来，如何获取多元优质的教育数据，遵循科学有效的数据决策过程，是推动学习分析技术发展的关键。

(二)教育大数据赋能理解学习与现存问题

自2013年大数据元年以来，学习环境的泛在化、学习技术与模式的创新、正式与非正式的学习场域等催生了更加海量复杂的教育数据。这种教育情境下，教育决策并非依赖以往直观经验所满足，数据驱动使得教育决策有据可依。正如英国学者维克托·迈尔·舍恩伯格所言：“大数据是在大规模数据的基础上可以做到的事情，而这些事情在小规模数据的基础上是无法完成的”[11]。回顾近二十年研究，教育大数据正从宏观层面(如教育决策)、中观层面(如教学管理、教学方式以及教学评价)、微观层面(学习诊断、个性化干预)等赋能理解学习。其一，数据驱动的教育决策能够营造公正透明的文化氛围、保障问责制度与发展愿景的科学化。其二，数据驱动的教育实践帮助学习者更好地认识自我、发展自我、规划自我以及建构自我，激励学习者运用数据养成自主学习的习惯。其三，数据驱动使得教育者能够更加准确地确定学习者的真实需求与学习差距。通过对多元数据的解码与表征，为诊断需求、缩小学习差距以及精准个性化干预提供依据。

面对规模化的教育大数据，如何找出有意义的数据？或者说，泛在海量的数据究竟能告诉我们什么？实质上，与大数据商用领域不同，教育数据挖掘获得的抽象“知识发现”，离真正理解学习尚有巨大落差[12]。其原因之一，多源异构数据由于标准和规则不一致，很难实现可读数据和语义分析的连续化。其二，算法偏好加剧了信息茧房效应，这使得学习共同体严重呈现同质化倾向，偏离个性化人才培养目标。其三，数据算法可量化的结构指标在本原上就与教育生态系统的复杂性相悖，加之数据

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

融合的困难，影响数据赋能学习的有效性。其四，教育数据的共享需求，带来了数据隐私泄露风险。比如，监测注意力“头环”、数据的清洗与处理过程等造成了学习者信息泄露的风险。可见，如何科学规范地感知数据、决策优化、精准干预等，是教育大数据赋能理解学习的关键。

(三)来自其它应用领域的启示与发展需求

放眼全世界，泛在海量的数据被视为数字经济时代的关键资源之一，为公共管理、商业活动带来了效率改善和质量提升的可能。在公共管理方面，地方政府按照“核心应用国家建、通用应用上级建、特色应用本级建”思路，完善业务系统建设，提高信息化应用管理质量。例如，在“城市大脑”“政务APP”“最多跑一次”等项目上频频发力，基于规范统一的数据融合准则，建立以数据为中心的开放服务平台，简化行政服务流程，推进基于“掌上办公、掌上办事”的信息系统改造，加强政民互动的透明性以及公共服务的回应性。在商业领域，愈发彰显规模化数据的应用价值，通过累积海量的个人用户数据，利用智能化算法预测用户的偏好和需求，为用户实时推送个性化服务与资源。

数据创新社会治理的关键体现在数据挖掘和数据决策方面。一方面，利用智能算法汇聚多源异构的规模化数据，为多维融合数据的定量定性分析提供了可能。另一方面，数据驱动的动态关联和协同机制，提高了治理决策的科学性和有效性。诚然，数据正成为一种高度关注的经济资源和生产要素[13][14]，汲取其它领域数据治理的宝贵经验，同时结合教育情境的复杂性，是驱动教育数据科学治理以及教学创新的关键。

三、以人工智能教育大脑作为隐喻的问题应对

顺应技术应用的潮流，拥抱智能本质的挑战。智能大脑采用更加智能化算法，模仿人脑机制融合思考、解释预测海量数据的规律和机理，实现规模化数据的智能治理。2015年1月，城市大脑于《基于互联网大脑架构的智慧城市建设探讨》一文中被提出[15]。2016年4月，城市大脑在杭州正式启动，由杭州市政府主导，包括阿里云等13家企业的顶尖人工智能科学家参与其中，通过全面采集、集成、分析和挖掘城市空间的大量异构数据，首要治理交通拥堵问题[16]。类似地，承载着智能教育应用“眼观六路、耳听八方、融合思考”的发展愿景，以“人工智能教育大脑”隐喻数据驱动的教育愿景。基于此，将从“是何”以及“如何”阐释其功用，聚焦教育数据治理与智能教育大脑关键技术以科学应对数据挑战。

(一)人工智能教育大脑的功用及特征

人工智能教育大脑是海量教育数据模型、深度学习算法、高度计算力等智能化技术与算法的融合体。同时，人工智能教育大脑基本功能的发挥，将以不同程度和形式影响教育治理与教学创新的方向、过程以及结果，进而形塑智能化、精准化、适切化的教育生态系统。

1.基本功能

(1)数据规范功能

数据规范功能即对教育大数据的指数化处理，包括数据同趋化处理和无量纲化处理。具体在实践操作层面上，数据同趋化处理主要解决多源异构数据的融合问题，无量纲化处理主要解决数据的可比性，借助数据规范机制可以告知数据相关者哪些数据是有意义的、应该提倡的，哪些数据是无效的、应该反对的。同时，通过规范数据的循环和流通机制，确保数据的可读性和语义分析的连续性，挖掘数据驱动教育的意义和价值。

(2)协调融合功能

人工智能教育大脑的协调融合功能是指以规范统一的数据规则，实时汇聚并有效融合不同维度和不同来源的教育数据，真正发挥数据驱动教育的积极作用。人工智能教育大脑依托深度学习、科学算法、智能建模等技术，广泛汇聚多元化的教育数据，实时将教育数据分析结果储存到“数据仓库”。通过打通数据流通的壁垒以及数据交互机制，从而促进大数据治理的正常运行，满足优质化的教育数据需求。

(3)数据诊断功能

数据诊断功能即采用数据统计、分析、挖掘等技术，有效表征数据内涵与发展瓶颈，并采用智能推荐算法精准干预决策过程。人工智能教育大脑通过智能算法融合思考、解释预测泛在海量教育数据的变化规律，并能够从整体全局挖掘教育系统数据各要素之间的内在关联，为诊断决策、优化干预提供科学证据。

(4)资源管理功能

资源管理功能是指通过数据资源的优化配置，实现教育治理与教学创新的最佳效果。人工智能教育大脑其强大计算力保障规模化数据量级的及时分析。同时，数据应用平台能够将服务或决策输送到教育治理与教学创新的各个场景中，通过理解、交互、情感、计算、决策等全局实时分析与交互融合机制，保障数据资源的创新共享。

2.典型特征

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(1)自我修正的决策能力

人工智能教育大脑遵循统一的数据规范以及互通融合的交互机制，通过挖掘分析多源头、多类型、多情境的行为数据，努力克服“主观经验”和“零散片乱”等弊端，为教育治理决策与教学创新实践提供更加系统科学的证据支持。同时，人工智能教育大脑自我修正的决策能力可以保障教育数据全域互联、智能感知、数据开放以及融合应用等，有利于洞察、解构和关联学习者的学习状态以及教师的教学行为，实现动态化、精准化、个性化的教学诊断和有效干预目标。这也与已有实证研究结论“基于科学决策的智能决策能够提升教师的数据素养”相一致[17]。需要强调的是，人工智能教育大脑“用证据说话、让数据动起来”等特征，并非唯数据论，而是通过多种渠道发挥数据驱动教育的最大化价值，推动智能技术与教育生态系统健康有效地融合。

(2)融合统一的协同机制

教育治理或教学实践过程动态变化且复杂多样，需要依赖多元融合的证据支持[18]。人工智能教育大脑其融合统一的协同机制，是破解教育系统功能割裂或数据碎片化等不良现象的重要利器。一方面，数据标准由“分散多样”转向“融合统一”，打通行为表征、数据采集、诊断评估等立体性、动态化过程，挖掘教育数据的真正价值，为教育决策和数据治理提供切实可行的应对措施。比如，美国预测分析报告(Performance Analysis Reporting，简称PAR)参照学习者人口学数据、教学管理数据、学习过程数据、成绩数据以及财务信息数据等综合视角，定制化地构建辍学风险因素模型。迄今为止，PAR已经帮助351所学校有效降低了辍学率[19]。另一方面，数据中枢由“碎片式整合”转向“网状化融合”，通过汇聚多元化的数据类型，打通数据之间的流通机制，有利于把控数据的内在机理和规律，提高“学生画像”和“教师画像”的精确度。与之类似，已有研究从横向分工网状化以及纵向结构扁平化等方面精准把控数据的传输过程，加强多模态数据流的融合互通，推进大规模数据协同的开放共享[20]。

(3)因材施教的教育赋能

人工智能教育大脑为因材施教的教育赋能提供了有力支持[21]。首先，汇聚智能环境下多模态教育数据，建立标准化、统一化的数据交互基准，保障物理空间与数字空间的全时全域全要素映射，实时采集互通融合的多元化数据。其次，通过表征关联学习者的外显行为和内隐特征，能够建构有效行为发现模型。再次，运用分类算法、聚类算法、时间序列等方法深度挖掘学习者的行为特征或能力水平，诊断学习者的过程性行为和异常状态等。最后，通过对学习者实时动态画像以及因素挖掘，发现单体和群体素养指标薄弱项，并采用多重匹配算法，提取适合个体素养发展的干预方案或优化策略。显然，人工智能教育大脑贯穿教育实践过程的始终，不仅强调多元化的数据来源以及统一规范的数据交互规则，也非常重视行为数据过程性诊断、最佳干预方案选择、实践效果分析等过程的科学性与合理性。

(二)人工智能教育大脑关键技术实现

人工智能教育大脑是物联网大脑架构的产物[22][23]，基于教育生命体理念，以系统科学为指引，利用云反射弧连接人、物、系统的类脑神经网络，将多种来源和多元层次的数据汇聚起来。同时，采用智能算法和前沿技术(如物联网、5G、大数据、云计算、数字孪生等)建构人工智能中枢系统。具体地，人工智能教育大脑主要包括教育数据中台、智能分析引擎、智能决策和实践应用等环节(如图1所示)，遵循“数据处理→模型训练→模型测试评估→服务应用”的技术路线，通过对基础数据集的实时追踪、智能处理、结构化组织与意义生成，以及复杂行为要素的动态系统分析等过程，精准挖掘、分析、诊断、监测海量数据的内在机理，助力智能化、精准化和个性化的教育服务样态。

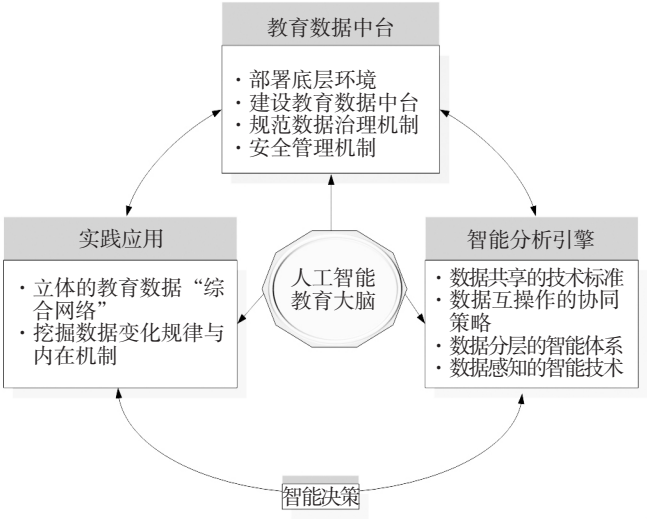


图1 人工智能教育大脑关键技术

1.教育数据中台

教育数据中台是规划和建设面向混合式环境的数据汇聚中心，致力于实现教育数据规范统一、互通融合、开放共享目标，主要功能是：第一，规划建设物联网环境下的教育大数据系统，并借助网

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

络、云平台、传感器等技术实现多元化数据和多类型数据的采集和分类；第二，通过对教育数据聚类、贴标签以及分层的规范化，打破数据交互流通的壁垒；第三，关注数据治理机制的合理性和科学性，强调数据治理过程的透明化和安全化。

教育数据中台包括部署底层环境、建设教育数据中台、规范数据治理机制和安全管理机制等，具体架构如图2所示。其中，底层架构是数据治理的结构化基础，主要通过互联网、5G、云平台、传感器等基础工具完成数据(包括内部数据和外部数据)的多元化、连续化采集。数据中台是数据治理的核心把控，是对数据进行汇聚、分析以及语义化的过程。具体操作流程为：首先，通过不同来源(如异构数据源、离线同步、实时接入等)以及不同方式(如离线开发、算法开发、智能调度、智能运维、智能监控等)汇聚多元化数据；其次，采用标准化规则对数据进行标签化、层次化处理，构建系统完备的数据仓库；再次，数据流通和存储过程中严格遵照数据的生命周期以及开放共享标准，保障数据的安全流通；最后，数据服务即为用户画像，提供可视化的数据报表或分析服务。显然，数据中台通过对多源异构数据的清洗、关联、流通、融合等过程，能够优化数据采集方式，打通多源异构“数据块”的流通渠道，并利用阶段性采集方式，实现教育管理可视化，服务教育的精细化治理。另外，需要指出的是，数据中台有关数据的清洗和筛选方法丰富多样，比如，可以通过权限管理、流量管控、认证管理等对接口进行安全管控，或借助“数字暗水印”保护共享文件，抑或通过容灾备份、K-匿名、数字水印等技术加强数据的安全流通。可以说，数据中台强大的内核建构了安全、可信、融合、互通的数据体系，保障了教育数据高质

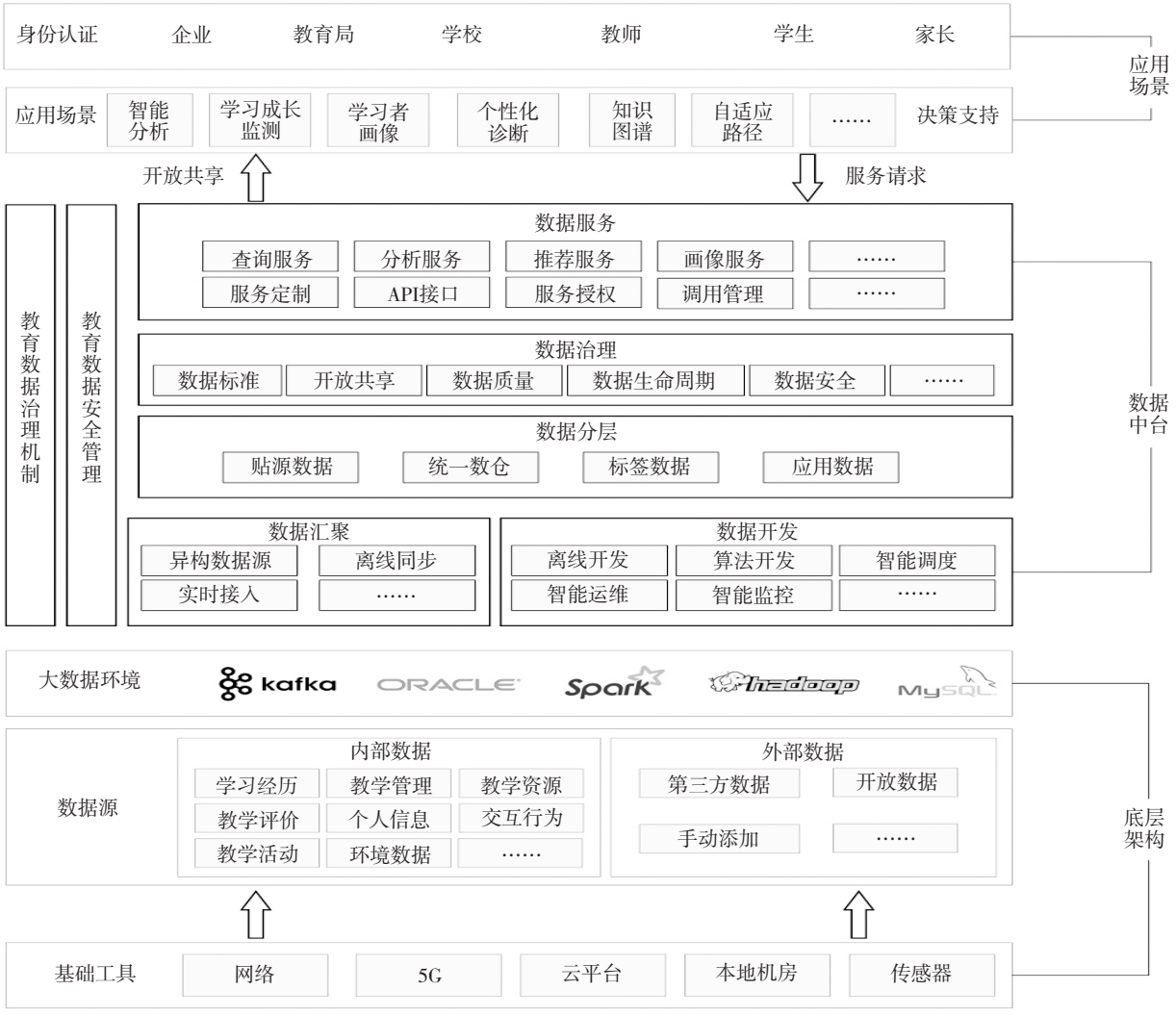


图2 数据中台架构体系

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

量和高效率的循环流通。

2.智能分析引擎

智能分析引擎通过测试评估、分析挖掘、调整适应等系统化流程，能够为个性化学习样态提供有力支持。一方面，智能分析引擎可以汇聚泛在海量的学习资源，并根据智能算法和规则构建科学、合理、有序、优质的资源库。另一方面，智能分析引擎通过对学习者行为数据的监控、评估、诊断和干预，实时把控学习者的真实学情，及时给予学习者动态、精准、个性化指导。具体地，智能分析引擎的技术内涵主要包括如下四个方面：(1)数据共享的技术标准，可以最大程度激活不同平台或不同类型的数据活性，实现学校管理“一校一档”、教师发展“一师一档”、学生成长“一生一档”的数据监测目标。(2)数据互操作的协同策略。通过对数据的语义化分析以及对数据粒度的精准跟踪，刻画学习者认知与非认知活动轨迹。同时，采用层次化、结构化方法分析不同情境下的多源数据，为科学路径的筛选提供依据。(3)数据分层的智能体系。通过汇聚泛在海量的教育数据，对其进行分层以及标签化处理，能够清洗、过滤无效的数据源。采用规范统一的数据规则，打破数据融合的壁垒，实现教育数据的高效流通，保障教育数据治理或决策的系统性和精准性。(4)数据感知的智能技术。通过知识模型、学生模型和教学模型等感知或捕捉多模态数据，并以规范统一的数据接口提供诊断与交互服务。例如，英国坎特伯雷大学Antonija Mitrovic等人开发的EER-Tutor的智能辅导系统[24]，为建构学习者有效行为模型(Open Student Model，简称OSM)、诊断学习者过程性状态、提取有效教学干预策略等提供科学依据。

3.智能决策

人工智能教育大脑是规模化数据、深度学习算法、高度计算力的融合体，通过科学规范的数据聚类、数据认知、决策优化等过程，挖掘教育数据的复杂性关联和潜在价值，启发数据决策理念、决策主体以及决策过程的智能化和适切化。第一，数据决策理念由经验走向循证，经由“提出问题→获取证据→评价证据→应用实践→效果评估”科学流程，自始至终指向准确和明智的最佳教育证据筛选与应用，保障数据决策有据可循。第二，决策主体转向“去中心化”的多元协同机制，利益相关者(如管理者、教育者)通过协同完成数据收集、表征、组织、分析、交流等环节，精准定位并预测教育数据链的需求与供给，真正关照每位受教育者的个性化需求。第三，决策过程由经验走向数据智能驱动，以规模化数据和智能算法为中介，将教育数据表征为信息，进而将信息转化为行动知识，最终生成洞见的智慧决策方案。

4.实践应用

人工智能教育大脑汇聚立体化、多元化的教育数据，挖掘数据变化规律与内在机制等功用，能够避免“数据孤岛”和“数据无章”等偏颇，回应数据治理与创新样态的教育期盼。其一，通过统一数据口径，打破各级各类教育系统的数据壁垒，汇聚立体的教育数据“综合网络”。其二，采用智能算法可以脱离大量数据的“堆砌式分析”，如同人脑自觉思考，理解与整合数据内容，满足优质化的教育数据需求。其三，实时表征数据的变化规律与内在机制，为学习者的评估与干预提供前置预警、智能防控和科学决策等。未来，需要充分发挥人工智能教育大脑的作用，即拓展“指挥中心”智慧功能，延伸“神经末梢”智能规范运用，形塑数据有效治理和精准决策的交互机制。

四、以智能大脑赋能教育

人类社会的发展是在技术与教育的角逐中前行的，人工智能教育大脑强大的理解、交互、情感、计算、决策能力，为教育数据的精准治理与教学创新赋能提供了天然优势。一方面，人工智能教育大脑能够汇聚多源异构的海量数据，通过数据流的交互融合，实现数据驱动的教学创新。另一方面，遵循“数据聚类、数据认知、决策优化、搜索挖掘、预测干预”一体化过程，精准刻画学习者的动态画像，为识别、诊断以及决策等教学流程提供科学证据，具体如下页图3所示。

(一)有效学习行为发现与分析

学习行为用来描述学习者的过程性状态，是优化教育治理和有效干预教学的关键指标。如何提取学习者有效的行为数据(即表征学习者学习状态或学习规律的教育数据)，精准挖掘学习者的行为轨迹，是实现大规模个性化学习的基础。已有研究者基于学习者习惯的变化规律与内在机理，构建了学习习惯的测量模型和干预机制[25]。另有研究者从学习者的学习风格、兴趣偏好、学习进度、互动水平以及学业成就水平等维度出发，构建了“状态识别-策略匹配-干预实施-成效分析”四环节循环结构评估模型[26]。尽管已有研究积极探索了学习者有效行为的发生机制，但一定程度上都难以突破数据挖掘和分析过程的表层化和模糊化。究竟原因，一方面，学习是一个错综复杂的动态机制，学习者的过程性数据无法直接与行为表征关联或对应，如何

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

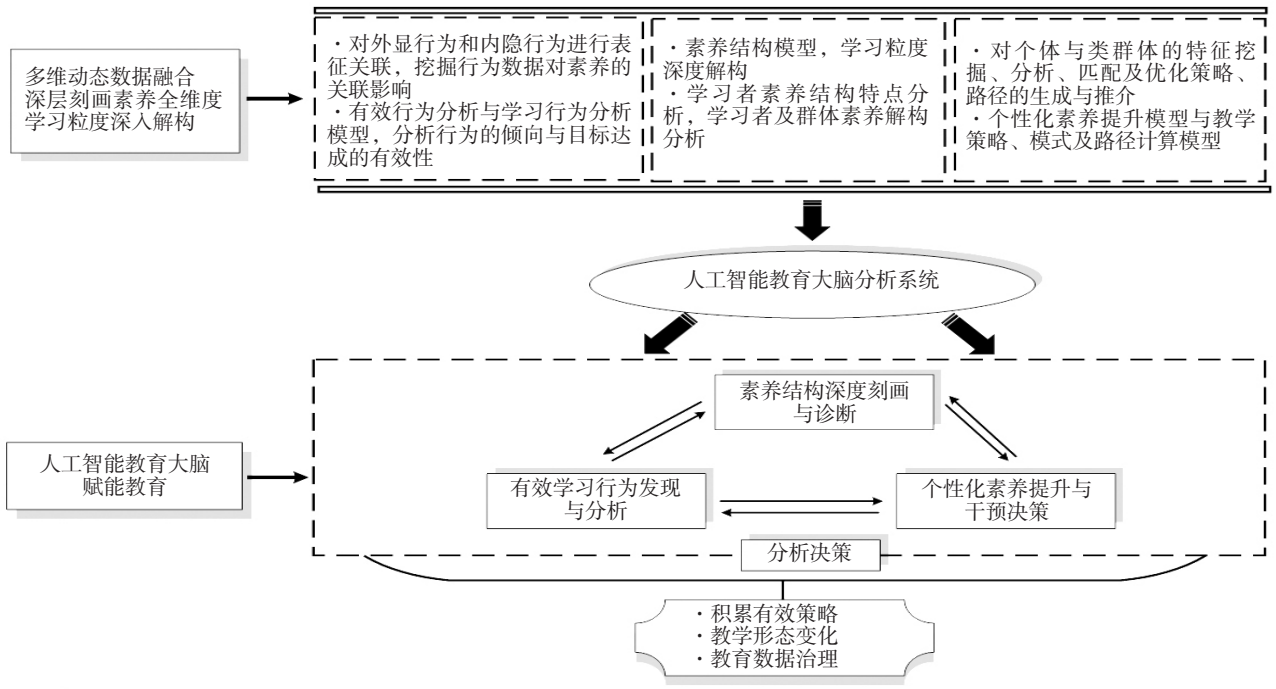


图3 人工智能教育大脑赋能教育

科学把控学习者的活动范畴和行为轨迹，是精准挖掘学习者行为状态的关键。另一方面，脱离学习者载体的海量数据，由于情境缺失容易造成“数据无章”。如何精准把控学习者的行为规律或海量数据的内在规律，是有效教学的关键。

人工智能教育大脑打破了数据识别、分析、诊断、干预等过程的条件约束与交互壁垒。首先，人工智能教育大脑为学习者行为数据的分层治理提供科学参照。比如，卷积循环神经网络(Convolutional Recurrent Neural Network，简称CRNN)通过抽取学习者多粒度的行为数据，并运用循环网络提取学习者行为特征序列的整体信息，能够解决学习者外显行为向内隐特质转化的模糊问题。其次，人工智能教育大脑通过把控海量数据与学习者行为之间的变化规律与内在机制，全方位、全过程、常态化、伴随性采集学习者的成长数据(如学习发展、学习效果、学习特征、能力倾向、兴趣爱好、行为轨迹)，为学习者的数字画像提供系统依据。再次，人工智能教育大脑能够满足精准治理和有效教学需求。比如，采用决策树模型中的C4.5算法，能够对学习者进行群体分类；运用逻辑回归算法，能够建构学习者的行为过程与素养结构的表征关系，精准刻画学习者的动态画像，为教学评估、个性化素养诊断、精准教学干预等提供支持。

(二)素养结构深度刻画与诊断

素养数据的挖掘与关联是运用类统计学方法，对数据进行规则发现、确认以及提取的过程。例如，欧盟国家将核心素养转化为系统化的外显行为开展测评工作[27]。美国计算机自适应测试基于学习者风格，同时结合教育情境和实践场域，采用多元化方式开展各个州的K–12教育测评[28]。然而，有关素养结构的刻画与诊断效果表现不佳。一方面，由于素养结构的内隐性和复杂性，增加了测评过程的难度。另一方面，由于素养结构模型是系列知识、技能和态度的超越和统整，这对测评指标的系统性和测评过程的科学性提出更高要求。

人工智能教育大脑为学习者的素养结构刻画与精准诊断提供了契机。一方面，人工智能教育大脑能够突破学习者行为数据与素养结构关联的主观能动性太强，以及指标体系的建构与权重很难量化等瓶颈。具体将学习者的行为数据与素养结构进行强关联，保障学习者素养结构刻画方向与范畴的科学性。同时运用统计学、概率学等规则以及教师、专家等预判结果识别、分析学习者行为过程，确保学习者素养结构刻画的科学性。另一方面，人工智能教育大脑能够精准预判学习者的行为数据与核心素养的关系。同时，科学严谨的行为与数据汇聚过程也利于发现单体和群体素养指标的薄弱项，并采用决策干预与路径模型算法优化学习者个性化素养的提升。另外，人工智能教育大脑能够系统、立体地评测学习者素养水平，通过实时监测学习者行为状态，为教育服务质量的提升以及精准干预提供科学

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

依据。

(三)个性化素养提升与干预决策

个性化素养的有效干预关键是对个体与类似群体行为轨迹和优化策略的挖掘、分析、匹配。首先，通过分析学习者素养结构特点、学习者及群体素养水平，深度挖掘关联因素，厘清素养结构的深层次内涵。然后，运用多重匹配算法提取适合个体的提升策略，构建个性化素养提升模型。需要强调的是，个性化素养结构模型、教学策略以及路径计算模型可以通过模式匹配进行关联，即采用K-近邻(K-Nearest Neighbor)算法将最相近群体的素养结构指标提供给个体，个体参照群体中的素养指标差进行训练，教师依据素养指标差选择最优的教学干预措施。最后，依据KMP模式匹配算法将个体缺失的素养成分与教学干预相匹配，助力学习者个性化素养的培育。

人工智能教育大脑在个性化素养提升与干预过程中具有独特的价值。一方面，人工智能教育大脑通过转变资源匹配方式，即由学习者寻找资源变更为资源匹配学习者的形式，能够有效改善个性化资源的服务体验。通过对学习者多元化需求进行深度挖掘，实现个体素养培育的“私人订制”模式。另一方面，人工智能教育大脑打破了数据流通的壁垒，实现了教育生态融合创新与开放治理的平衡[29]。同时，数据治理的分层与规范，能够平衡数据隐私保护与开放共享这一对立与统一关系[30]。总之，人工智能教育大脑能够保障数据治理的智慧化，推动教育从单一的管理方式向精准的适性服务转变，形塑智能决策、机制创新和多元协同治理的教育样态。

五、总结与展望

人工智能教育大脑的出现，为教育数据精准治理与教学创新提供了新路径。对于管理者而言，通过全面挖掘和分析大量异构数据，为教育治理和科学决策提供依据。对于教师而言，通过提供个性化、素养导向的教学模式，动态优化资源配置，为有效教学经验沉淀、传播及教学形态的改变提供智能服务支持。对于学习者而言，通过将多源异构“数据流”的贯通融合，助力学习者素养结构的全维度深层刻画。总之，人工智能教育大脑的技术红利，能够为教育数据治理与教学创新提供可重复共享的、可操作的科学路径。需要强调的是，目前关于人工智能教育大脑的技术探索，侧重于内涵特征、构成要素、系统架构等理论层面，其应用情境与实践案例是未来研究重点，比如，人工智能教育大脑关键技术的应用情境、实践案例、规范流程以及构建路径等。

参考文献：

[1] 刘伟.追问人工智能:从剑桥到北京[M].北京:科学出版社,2019.
[2] 雷·库兹韦尔.李庆诚等译.奇点临近[M].北京:机械工业出版社,2011.
[3] 张世明,彭雪峰等.开放大学数据治理框架研究[J].中国电化教育,2018,(8):116-126.
[4] 华先胜,黄建强等.城市大脑：云边协同城市视觉计算[J].人工智能,2019,(5):77-91.
[5] 吴晓如.AI化身教育“超脑”助攻因材施教[N].中国科学报,2019-08-08(07).
[6] Siemens G.1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge 2011 [EB/OL].https://tekri.athabascau.ca/analytics/about,2020-11-16.
[7] 顾小清,张进良等.学习分析:正在浮现中的数据技术[J].远程教育杂志,2012,30(1):18-25.
[8] Luo T,Shah S J,et al.Using Twitter to Support Reflective Learning in an Asynchronous Online Course [J].Australasian Journal of Educational Technology,2019,35(3):31-44.
[9] Ioannou A.A Model of Gameful Design for Learning Using Interactive Tabletops:Enactment and Evaluation in the Socio-emotional Education Classroom [J].Educational Technology Research and Development,2019,67(2):277-302.
[10] Ferguson R.Learning Analytics:Drivers,Developments and Challenges [J].International Journal of Technology Enhanced Learning,2012,4(5):304-317.
[11] [英]维克托.迈尔.舍恩伯格.大数据时代[M].杭州:浙江人民出版社,2013.
[12] 顾小清,胡艺龄.理解、设计和服务学习:学习分析技术的回顾与前瞻[J].开放教育研究,2020,26(2):40-42.
[13] 但金凤,王正青.数据驱动教学变革：美国教师运用教育数据的教学实践与支持机制[J].电化教育研究,2020,41(10):122-128.
[14] 黄琰,赵呈领等.教育过程挖掘智能技术：研究框架、现状与趋势[J].电化教育研究,2020,41(8):49-57.
[15] 刘锋.基于互联网大脑架构的智慧城市建设探讨[EB/OL].http://blog.sciencenet.cn/blog-39263-858170.html,2020-11-23.
[16] 本清松,彭小兵.人工智能应用嵌入政府治理：实践、机制与风险架构——以杭州城市大脑为例[J].甘肃行政学院学报,2020,(3):29-42+125.
[17] Reeves T D,Chiang J L.Online Interventions to Promote Teacher Data-driven Decision Making:Optimizing Design to Maximize Impact [J].Studies in Educational Evaluation,2018,59:256-269.
[18] 杨开城,陈宝军.论信息化教育的数据基础[J].现代远程教育研究,2019,31(4):19-25.
[19] PAR.Predictive Analytics Reporting Framework [EB/OL].https://public.datacookbook.com/public/institutions/par,2020-11-13.
[20] 吴雪萍,任佳萍.美国纵向教育数据系统探究[J].比较教育研究,2018,40(1):54-62+87.
[21] Birjali M.A Novel Adaptive E-learning Model Based on Big Data by Using Competence-Based Knowledge and Social Learner Activities [A].Beni-Hssane A.Learning with Big Data Technology:The Future of Education [C].Cham:Springer,2018.209-217.

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[22] 刘锋.如何理解和定义城市大脑[J].中国建设信息化,2020,(17):58-59.
[23] 郑思思,陈卫东等.数智融合:数据驱动下教与学的演进与未来趋向——兼论图形化数据智能赋能教育的新形态[J].远程教育杂志,2020,38(4):27-37.
[24] Arroyo I.A Multimedia Adaptive Tutoring System for Mathematics that Addresses Cognition,Metacognition and Affect [A].Mathews M.Do Your Eyes Give It Away? Using Eye Tracking Data to Understand Students' Attitudes towards Open Student Model Representations [C].Heidelberg: Springer,2012.422-427.
[25] 武法提,殷宝媛等.基于教育大数据的学习习惯动力学研究框架[J].中国电化教育,2019,(1):70-76.
[26] 李彤彤,黄洛颖等.基于教育大数据的学习干预模型构建[J].中国电化教育,2016,(6):16-20.
[27] Council of the European Union and European Commission.Key Competences for a Changing World [EB/OL].https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0640:FIN:EN:PDF,2020-10-28.
[28] 陆宏,高佳佳等.计算机自适应测验在美国州立K-12教育测评中的实践与探索[J].全球教育展望,2015,(2):72-79.
[29] 谢娟.教育数据治理的伦理框架:价值、向度与路径[J].现代远程教育研究,2020,32(5):15-24.
[30] 姚松.大数据时代教育治理转型的前瞻性分析:机遇、挑战及演进逻辑[J].现代远程教育研究,2016,(4):32-41.

作者简介:

顾小清:教授,博士生导师,研究方向为学习科学与技术设计、学习分析与学习设计、智能教育。

李世瑾:在读博士,研究方向为学习科学与技术设计、智能教育。

Artificial Intelligence Education Brain: a Technical Framework for Data-driven Educational Governance and Teaching Innovation

Gu Xiaoqing, Li Shijin

(Department of Educational Information Technology, East China Normal University, Shanghai 200062)

Abstract: Data-driven education governance and teaching innovation have been widely recognized in the field of intelligent education application theory and practice. How to solve the practical problems such as "Data Island" and "Data Chaos" has become the key to promote intelligent education application and method innovation. Ray Kurzweil first used the intelligent brain as a metaphor in "The Singularity Is Near", by implanting mathematical algorithms into big data, mimicking the human brain mechanism, fusing thinking, explaining the mechanism of predicting massive data, and then making logical judgments about behavioral information. Urban brain uses the intelligent brain to solve urban governance and development problems that are difficult to handle due to computing power and complexity. Similarly, Intelligent education brain is a fusion of intelligent technologies and algorithms such as massive education data models, deep learning algorithms, and high computing power, following the technical route of "data processing model training model test evaluation service application", through the scientific and standardized process of data clustering, data cognition, decision optimization, search and mining, predictive intervention and so on, aiming to gather diversified data types, break down barriers between data flows, and ensure precise education practice. Based on the perspective of promoting the application of intelligent education, the paper uses artificial intelligence education brain as a metaphor to clarify its essential connotations and functions from "what" and "how", and focuses on education data governance and key technologies of intelligent education brain to meet challenges. At the same time, it explains how the artificial intelligence education brain can empower education from the aspects of effective learning behavior discovery and analysis, in-depth description and diagnosis of literacy structure, personalized literacy improvement and intervention decision-making, so as to provide new ideas and paths for educational data governance tools and teaching innovation transformation.

Keywords: Artificial Intelligence education brain; data-driven; education governance; instructional innovation; technology framework

收稿日期:2020年12月1日
责任编辑:李雅瑄

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2021)06—0049—11

人工智能教育的含义界定与原理挖掘*

彭绍东[1,2]

(1.湖南师范大学 教育科学学院，湖南 长沙 410081；
2.湖南师范大学 基础教育大数据研究与应用重点实验室，湖南 长沙 410081)

摘要：人工智能教育包括利用人工智能赋能的教育和以人工智能为学习内容的教育。前者又称为智能化教育。智能化教育是指基于智能感知、教学算法与数据决策等技术，利用智能工具对学习者、教师、教学内容、教学媒体及教育环境进行自动分析，实施精准干预，支持个性化学习与规模化教学，形成教育的智能生态，培养学习者智能素养和实现教育高绩效的理论与实践。人工智能教育原理是指人工智能教育中具有普遍意义的内在的基本规律。基于理论推演与实践探讨，挖掘出人工智能教育的17条原理。其中，教育层面的原理有8条，教学层面的原理有5条，要素运行层面的原理有4条。该文界定了人工智能教育的含义，分析了原理纲要，对于促进人工智能教育事业发展和建立人工智能教育原理学科知识体系具有积极作用。

关键词：人工智能教育；人工智能教育原理；智慧教育；定义；挖掘；赋能

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

为了迎接智能时代的到来，各地在大力推行人工智能(AI)教育(简称智能教育)和致力实现教育智能化。但亟待解答两个关键问题：什么是人工智能教育？人工智能教育有何基本规律？本文拟对此进行探讨，以期抛砖引玉。

一、人工智能教育的含义界定

(一)人工智能教育①的定义

1.相关定义

随着智能技术的更新和教育的发展，人工智能教育的基础、目标、方式在不断变化。不同时代的学者从不同视角、不同层次探讨人工智能教育的内涵，并加以界定，从而出现了林林总总的多种定义。

其中，近年来出现的有一定参考价值的定义有：“人工智能教育就是通过将人工智能应用于教育领域，以提升教育的质量，最后可以实现大规模的独特化教育内容及精确性的服务，帮助教师完成一系列机械的工作，提升教学效率”[1]。“智能教育是基于人工智能、大数据等智能技术，以学习者为中心，构建情境感知、泛在互联、数据融通、业务协同的智能教育环境，打造智能型教师队伍，实现差异化教学、个性化学习、精细化管理和适切性服务，以推动人才培养模式及教学方法变革，促进学习者核心素养提升和创新型人才培养的新型教育模式”[2]。“智能教育是依据大数据，利用人工智能技术，精准计算学生的知识基础、学科倾向、思维类型、情感偏好和能力潜质，按照认知规律和教育规律，科学实施因材施教，实现个性化培养和人才素质的全面提升”[3]。

这三个定义在不同程度上揭示了人工智能教育的一些特征，但第一、第三个定义没有表达出概念的“类属”；第二个定义认为人工智能教育是一种“新型教育模式”，其内涵边界过窄。

2.人工智能教育的新界定

2004年，笔者曾将人工智能教育界定为“是指学习、利用人工智能，改善师生活动方式，优化教育效果的理论与实践”[4]。该定义虽然简练，但限于当时的条件，对如何利用人工智能改善师生活动方式和优化教育效果，没有进一步揭示。2020年，经过长期实践与综合分析，笔者提炼出如下新界定：人工智能教育包括利用人工智能赋能的教育和

* 本文系湖南省社会科学成果评审委员会重点课题“网络空间共同体协同创新机制研究”(课题编号：XSPCX007)阶段性研究成果。

① 教育人工智能通常指用于教育的人工智能。教育人工智能与人工智能教育的关系好比教育电视与电视教育、教育信息技术与信息技术教育的关系，前者强调在教育中应用的技术，后者强调技术支持下的教育。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

以人工智能为学习内容的教育。前者又称为智能化教育。智能化教育是指基于智能感知、教学算法与数据决策等技术，利用智能工具对学习者、教师、教学内容、教学媒体及教育环境进行自动分析，实施精准干预，支持个性化学习与规模化教学，形成教育的智能生态，培养学习者智能素养和实现教育高绩效的理论与实践。后者属于智能科技教育，包括人工智能知识教育、人工智能应用能力教育、人工智能情感教育。该定义可用图1简要表示。

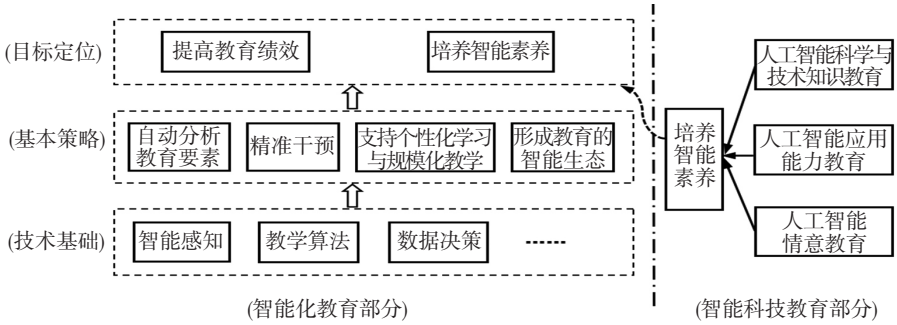


图1 人工智能教育定义的图示

(二)人工智能教育的新界定阐释

1.人工智能教育有两大组成部分：智能化教育和以人工智能为学习内容的教育。其中，智能化教育强调人工智能与教育的融合，强调利用人工智能赋能教育变革，需要进行智能化教育环境与生态建设、模式探讨、制度建设，不断提高教学绩效。以人工智能为学习内容的教育属于面向智能社会公民的智能素养教育，包括不同层次的人工智能科学、人工智能技术、人工智能应用方法等方面的知识、能力与情感教育。在普通学校通常以人工智能必修课的形式开设，在其他培训中可用专题教学形式。

2.智能感知、教学算法、数据决策是智能化教育的三大关键技术。其中，智能感知旨在利用智能教学系统了解教学环境的物理状态信息、学习者的生理与心理状态信息、教学媒体的特征信息、教师的教学状态信息，以便积累教育大数据。教学算法包括面向学习过程优化的认知计算、面向教学过程优化的教学行为计算、面向教学环境优化的环境支持计算的多种算法。数据决策是指利用智能系统根据教学目标、教学规律和教学状态中的数据自动决策，以规划出后续行动方案。这三大关键技术背后所依赖的是物联网技术、大数据技术、高性能计算技术、高速通信技术以及相应软硬件的支持。

3.智能化教育的实施，需要运用四大基本策略：利用智能工具进行自动分析，实施精准干预，支持个性化学习与规模化教学，形成教育的智能生态。其中，利用智能工具对学习者、教师、教学内容、教学媒体、教学环境等要素的特征与变化趋势进行自动分析是基础。对各要素偏离预定发展轨迹的状况予以及时干预，对干预的时机、次数、强度、方式要精心设计。强调支持规模化教学中的个性化学习，这得益于智能技术的支持——对大规模群体同时运行多种个性化教学方案。教育的智能生态是人工智能教育良性运行和持续推进的前提，其中强调协作、平衡、发展等理念。

4.智能化教育的最终目标是培养学习者的智能素养和实现教育的高绩效。学习者智能素养的培养，既是智能社会对学习者生存的素养要求，也是开展智能化学习所必须具备的学习素养要求。AI知识教育、AI应用能力教育、AI情意(含情感、意识、伦理等)[5]教育有利于培养智能素养。智能素养具有相对稳定性和发展变化性、自然生物性与社会文化性等特性。其中，计算思维是智能素养的核心要素。教育的高绩效包括效率、效果、效益三个方面。

5.智能化教育的本质是利用人工智能赋能教育。即利用人工智能具有的大数据分析、自学习、自动决策等能力使教育的各方面发生积极改变，使教育具有更强大的功能。从媒体的本质是人体的延伸、组织的授权增能，到利用人工智能促进教育变革与提高绩效，强调的都是“赋能”作用。

6.智能化教育有理论与实践两大领域。其理论领域指智能化教育是现代教育的一个新分支，包括概念体系、理论框架、原理、命题、方法论等研究内容。其实践领域指智能化教育是一种新的教育活动、一种工作实践、一项教育现代化事业，具体包括智能教育的软硬件建设、课程教材开发、师资培训，以及各种教育智能技术的综合运用等。

二、人工智能教育原理的挖掘途径与体系框架

(一)人工智能教育原理的概念界定与特征分析

1.人工智能教育原理：从本质层面看是人工智能教育中具有普遍意义的内在的基本规律；从学科层面看是以人工智能教育的本质、范畴、演变、研究范式、内在算法、实践模式等为研究对象，从理论高度阐明人工智能教育的基本规律而形成的知识体系(含事理和学理)；是教育技术学科和人工智能学科的新分支。

2.人工智能教育原理的特征：(1)基础性。表达的是人工智能教育中具有普遍意义的、可用作其它

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

规律基础的规律，但区别于教育的或人工智能的一般规律。(2)兼具事理与学理。一方面表达了对人工智能教育实践活动的理性说明(事理)，以帮助人们理解和操作。另一方面，通过对事理的理性分析，从整体价值上和逻辑严谨上阐明人工智能教育学科的道理(学理)。因此，包括人工智能教育实践原理和人工智能教育学科原理。(3)多种类。按适用范围分，有全局性原理与局域性原理；按结构表现分，有内在结构原理与外在关系原理；按抽象程度分，有抽象的理论原理和具体的操作原理。(4)源于实践归纳与理论推演。人工智能教育原理的来源主要有两个：一是对大量的教学实践进行分析归纳、抽象概括，发现其隐含的普遍规律；二是利用逻辑推演并借鉴相关理论建构出原理体系。(5)对实践具有指导价值，其正确性最终被实践所检。原理不是空洞的言语文字，应对人工智能教育的设计、实施、测评与治理等的有效开展具有指导作用。所有原理，无论是理论原理还是实践原理，其正确性最终必须通过实践检验。(6)采用命题形式加以表述。人工智能教育原理是对人工智能教育活动有解释、指导作用的道理，是规律性的认识。它通常是用命题表达某种运行机制的判断，而不仅限于对概念的解释。

(二)人工智能教育原理的挖掘途径

1.理论推演。与人工智能教育原理相关的学科理论主要有：教育原理、教育学、教学论、心理学、教育技术学、信息技术教育学、人工智能理论、哲学、系统科学、逻辑学等。利用人工智能教育理论及相关学科理论中的关键概念及已有原理，可以进行有限推演，推导出有参考价值的原理，然后进行实践验证。

2.实践归纳。在人工智能科技教学和智能化教学中，在未来学校、智慧教育示范区的建设中，人们会遇到并解决许多实际问题。通过对实践的分析归纳，可挖掘出隐含的人工智能教育原理或原则。

(三)人工智能教育原理的检验策略

本文采用的是如图2所示的“4向2维”原理检验策略。其中的“4向”是指从四个方向分别对原理的科学性、实用性、创新性、可推广性进行检验；“2维”指的是学理与事理检验属内在主检维度，专业刊物发文评审与广大教师推广评议属外在辅检维度。通过“4向2维”检验，确保原理价值。

(四)人工智能教育原理的体系框架

人工智能教育原理是关于人工智能教育基本规律的理性表达。在人工智能教育原理新学科研究中，可综合采用教育技术研究方法体系中的多种方法[6]。通过运用上述理论推演与实践归纳挖掘途径、“4向2维”检验策略及有关研究方法，笔者构建了图3所示的人工智能教育原理体系框架。

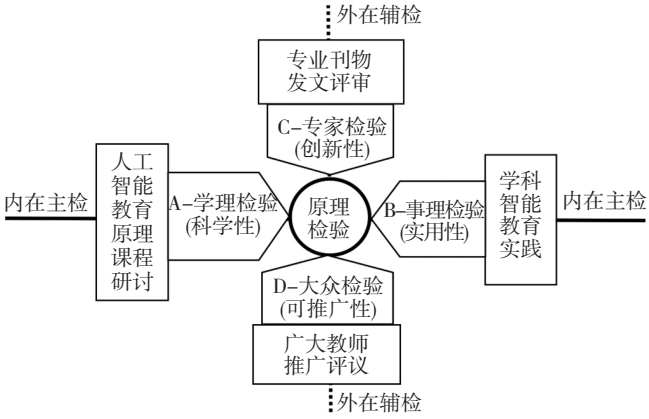


图2 原理检验的“4向2维”策略

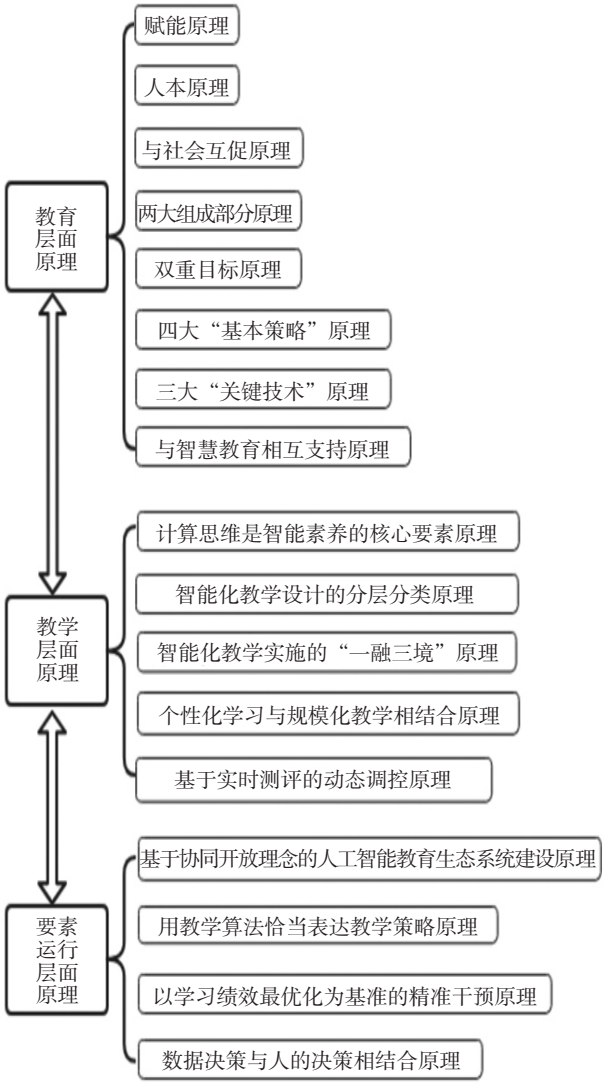


图3 人工智能教育原理的体系框架

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

上页图3中显示，通过挖掘，已提炼出17条原理。其中，从教育层面探讨的宏观层次类有8条：赋能原理、人本原理、与社会互促原理、两大组成部分原理、双重目标原理、四大“基本策略”原理、三大“关键技术”原理、与智慧教育相互支持原理。从教学层面探讨的中观层次类有5条：计算思维是智能素养的核心要素原理、智能化教学设计的分层分类原理、智能化教学实施的“一融三境”原理、个性化学习与规模化教学相结合原理、基于实时测评的动态调控原理。从要素运行层面探讨的微观层次类有4条：基于协同开放理念的人工智能教育生态系统建设原理、用教学算法恰当表达教学策略原理、以学习绩效最优化为基准的精准干预原理、数据决策与人的决策相结合原理。

限于篇幅，下文仅对这三个层面原理的基本内容、参考依据、作用价值、应用注意事项做一简要分析。

三、教育层面类人工智能教育原理分析

(一)赋能原理

1.原理内容。利用人工智能对教育赋权增能是人工智能教育的本质。通过人工智能的广泛应用，使教育的工具、媒体、资源、环境等智能化，进而促进教育的方法、模式、测评、治理等智能化，实现智能化教育。

2.参考依据。麦克卢汉(Mcluhan)在《媒体通讯，人体的延伸》一书中揭示了传播媒体的本质是人体的延伸[7]。人工智能同样延伸了教育参与者的机能。技术化教育观认为，高新技术的恰当使用能带来教育的变革，如扩大教育规模，提高教学效率，提高教育质量，促进教育改革[8]。人工智能赋能教育，使学习环境生态化、由人际协同作用扩展到人机协同作用、使学习的个性化与教学的规模化统一、使教学评估“全息化”[9]。

3.作用价值。阐明了人工智能教育的本质，指明了人工智能在教育中应用的目标与方向，有助于推进教育的智能化变革，有助于从人类教育发展与革命的历史长河中把握教育智能化的总趋势。

4.注意事项。(1)要恰当把握人工智能赋能教育的时机、方式、深度，坚持人的主体性，不能因人工智能之“赋”而使人变“傻”或变“废”。(2)充分挖掘人工智能的功能，不断提高“赋能”的质量。

(二)人本原理

1.原理内容。在处理人工智能与人的智能、智能机器与人的关系中，强调以人(包括学生、教师和学习支持者)为本，尊重人的本性、尊严及成长规律，以人的积极性和潜能的发挥为工作重点，以学生的智能素养培养为主要目标。

2.参考依据。教育是有目的、有计划地培养人的活动，人工智能教育遵循这一主旨。在信息技术教育人本论[10]中，论述了其人本主义、建构主义、人性论、潜能发展说、素质教育等方面的理论支持。人工智能教育是信息技术教育的新发展。这些人本理论的支持同样适用于人工智能教育人本原理。

3.作用价值。奠定了人工智能教育的伦理基础，有助于指导“AI老师”“智能学伴”“教育智能系统”的设计、开发与应用。有助于建立科学的人工智能教育伦理体系，形成健康的人工智能教育生态。有助于处理与教师助理及学习助理关系，建立人机协同机制。

4.注意事项。既要尊重人的主体性，也要看到AI的巨大发展潜力。强调人机共生，但在人机冲突中强调以人为本。

(三)与社会互促原理

1.原理内容。AI教育与AI社会、AI经济、AI科技、AI文化密切相关，AI社会、AI经济、AI科技、AI文化的发展为AI教育的发展提供驱动力，AI教育的实施能促进AI社会、AI经济、AI科技、AI文化的发展。

2.参考依据。这是由教育的社会属性、经济功能、科技作用与文化价值所决定的。同时，AI社会需要AI教育培养大量具有智能素养的人，AI经济的发展需要AI教育提高生产力，AI科技的进步需要AI教育促进研发，AI文化的传承更需要AI教育承载。因此，国家层面往往高度重视加强AI教育这一关键举措。

3.作用价值。阐明了AI教育的社会功能和外在影响因素，对加强AI教育的设计、实施、管理具有重要作用。适用于处理AI教育与AI社会、AI科技、AI文化的关系，有助于分析AI教育的发展原因和建立AI教育生态。

4.注意事项。(1)在AI教育的发展谋划中，既要依据当前的客观条件，也要着眼未来和发挥人的主观能动作用；(2)AI文化是智能社会文化的组成部分，也是AI教育的重要内容。要重视包括学校AI教材与社会AI信息资源在内的文化建设；(3)加强AI教育体制与AI政治制度建设，促进协同发展。

(四)两大组成部分原理

1.原理内容。AI教育包括智能化教育和以AI为学习内容的教育(简称AI科技教育)两大组成部分。二者都需要掌握一些AI知识和培养AI应用能力，但

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

侧重点不同。

2.参考依据。智能时代，AI科技教育是面向所有公民的基本素养教育，旨在掌握智能化生存所需的基本AI知识和AI应用能力。同时，所有在智能化环境中进行的教育活动都应尽可能实施智能化教学，以提高教学绩效。

3.作用价值。阐明AI教育有两大组成部分，同时避免了二者的割裂，对于AI教育的开展与未来走向具有指导作用。适用于所有教育组织开展的人工智能教育。

4.注意事项。(1)AI内容教育强调循序渐进、螺旋推进、与时俱进，其实施要注重理论与实践结合和尽量采用智能化教学模式。(2)智能化教学中要适度传播AI知识和培养学习者的智能素养。

(五)双重目标原理

1.原理内容。AI教育有培养学习者智能素养和实现教育高绩效双重目标。其中，智能素养的培养是从智能社会的大需求和学习者终身受用的长远视角来看的，需要多种层次多个专题的AI课程体系来承载。智能教育的高绩效是智能时代高技术投入对高质量教育的要求，强调教育的高效果、高效率和高效益。

2.参考依据。《中国学生发展核心素养》[11]以培养“全面发展的人”为核心，由自主发展(含学会学习、健康生活)、社会参与(含责任担当、实践创新)、文化基础(含人文底蕴、科学精神)三个维度的六项核心素养指标组成。据《普通高中信息技术课程标准(2017版)》，“高中信息技术学科核心素养由信息意识、计算思维、数字化学习与创新、社会责任四个核心要素组成”。国务院颁发的《新一代人工智能发展规划》[12]的“指导思想”强调“以提升新一代人工智能科技创新能力为主攻方向”。

3.作用价值。对人工智能教育具有定向、激励、评价等作用，可避免单一的AI文化教育观和片面的AI“整合”观。

4.注意事项。(1)不同学科、不同层次的人工智能教育，其教育目标要区别对待。AI文化教育强调智能素养的培养，智能化教育强调教育的高绩效。(2)要处理好总目标与分目标、阶段目标与长远目标、低级目标与高级目标的关系。(3)AI文化教育中，要注重“问题求解”“机器学习”“决策规划”“推理机制”等基本算法的学习和计算思维能力的培养。在智能化教育中，要注重设计型学习、深度学习、项目化学习等学习策略的应用，要注重发挥AI在全纳教育(Inclusive Education)[13][14]中的作用。

(六)四大“基本策略”原理

1.原理内容。智能化教育的开展，需运用四大“基本策略”：(1)利用智能工具对学习者、教师、教学内容、教学媒体、教育环境进行自动分析；(2)实施精准干预；(3)支持个性化学习与规模化教学；(4)形成教育的智能生态。

2.参考依据。(1)动态教学和大规模个性化学习的设计、实施、测评与治理，必须依靠AI技术进行自动分析及精准干预。(2)AI支持下的个性化学习与规模化教学的结合，有助于破解群体教学的“一刀切”与个性化发展的冲突。(3)人工智能与人的智能的共用，AI企业、教育机构与师生的协同，众多个性化学习者的相融与发展，都有必要建立教育的智能生态。

3.作用价值。上述策略(1)有助于对人工智能教育系统的数据进行挖掘，提取状态特征，研判发展趋势，以利因材施教。策略(2)可确保人工智能教育系统按预定最佳方案运行。策略(3)有助于利用AI充分发挥个性化学习与规模化教学的优势，弥补其不足。策略(4)有助于使人工智能教育系统结构–功能优化。

4.注意事项。策略(1)、策略(4)是策略(2)和策略(3)的基础，策略(2)又是策略(3)的基础。四大策略可以选择与组合运用。

(七)三大“关键技术”原理

1.原理内容。智能感知、教学算法、数据决策是智能化教育的三大“关键技术”。可用于解决教学系统与环境信息的采集与理解、教与学策略的生成、系统自动决策与自主运行中的关键问题。

2.参考依据。从智能教学系统的运行看，以上三大“关键技术”有助于解决信息采集(输入)、加工(处理)、输出(行动)中的三个关键问题。从智能化教育实施所依赖的技术支持看，智能感知是前提，教学算法运用是根本，数据决策是保证。

3.作用价值。(1)在“智能感知”中，利用多种信息采集器，可以感知环境状态，了解教学系统要素特征和教学过程动态。(2)利用“教学算法”，可以对学与教的过程、策略、效果等进行计算分析，以利调控。(3)利用“数据决策”，可以使智能教学系统及时对规模化学习群体的每个个体提供个性化的学习方案、针对性的学习指导及干预。

4.注意事项。(1)这里的“关键技术”是从宏观应用层面看的，包括许多具体技术。(2)每种技术可以有多种备选方案，并可不断改进。如“教学算法”中的自适应学习算法包括测量类与机器学习类，前者有基于项目反应理论的算法、基于认知诊断理论的算法、基于知识空间理论的算法等等。后

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

者有贝叶斯知识跟踪算法、深度知识跟踪算法、概率图模型算法、协同过滤算法、遗传算法等多种[15]。(3)“智能感知”不限于对环境信息的感知，也包括对学习材料语义的感知、学习者状态的感知、以及对教与学系统其他要素的感知。(4)教学算法的表达形式有概念(流程)模型、数学公式、程序代码等。(5)要注意将数据决策与人的决策有机结合。(6)随着这些技术的逐渐成熟，其将被用到智能教学系统的模块中并“透明”化。

(八)与智慧教育相互支持原理

1.原理内容。智慧教育是指利用智能技术赋能，融合数据智慧、教学智慧与文化智慧，实现教育的精准、个性化、创造与优化，培养学习者智慧素养的教育形态与教学方式①。

人工智能教育与智慧教育含义不同，但二者相互支持。一方面，人工智能教育的发展，必然加强AI的教育应用，推进智能技术对教育的“赋能”。这有助于促进“三智”(数据智慧、教学智慧、文化智慧)的融合，有助于实现教育的“精准、个性化、创造与优化”，有助于培养学习者的“智慧素养”，进而促进智慧教育的实现。另一方面，智能时代开展智慧教育，必然引领和推进“利用人工智能赋能”的智能化教育。人工智能教育与智慧教育的比较，如表1所示。

表1 人工智能教育与智慧教育的比较

比较维度		人工智能教育	智慧教育
不同点	起源	有AI就有AI教育。从AI诞生起至今，AI教育已有几十年历程	以教学智慧、文化智慧为主体的广义智慧教育，自古就有
	主要目标	智能素养——强调计算思维和AI应用能力培养	智慧素养——强调以辨析判断、创新创造能力为重点的智慧培养
	定位	强调AI技术在教育中的推广应用	强调AI与人的智能综合运用和智慧养成
	主体	AI文化教育+智能化教育	数据智慧、教学智慧、文化智慧融合教育
	发展趋势	目前成为热点，未来有可能演进为更高级的技术化教育	是未来教育的永恒追求。但目前强调的是利用AI赋能的数据智慧教育
相同点		(1)在智能时代，利用AI赋能教育，促进教学优化，培养学习者的智能素养 (2)相互支持(人工智能教育促进智慧教育的实现，智慧教育引领人工智能教育的发展)	

2.参考依据。基于笔者对人工智能教育、智慧教育的含义界定与实践探讨，参考国内外关于人工智能教育、智慧教育的相关研究[16-18]。

3.作用价值。(1)有助于理解人工智能教育与智慧教育的异同，明确工作重点，推进人工智能教育、智慧教育。(2)人工智能教育是智慧教育的实现途径，人工智能教育需要智慧教育引领。

4.注意事项。(1)理清人工智能教育与智慧教育的异同，有利于集中力量，突出重点。应优先推进教育智能化，实现智能化教育。(2)开智启慧的教育自古就有，利用AI赋能的智慧教育，能融合数据智慧、教学智慧、文化智慧，使智慧教育迈上新高度。

四、教学层面类人工智能教育原理分析

(一)计算思维是智能素养的核心要素原理

1.原理内容。人工智能素养是指人所具有的认识、利用、创造、管理人工智能以适应智能社会发展需要的知识、能力、情意等各方面基本品质的总和，简称智能素养。智能素养是智能时代人才所必须具备的核心素养(必备品格和关键能力)，包括人工智能知识、人工智能能力、人工智能情意三大组成部分。计算思维是指人运用计算机科学领域的思想方法，在形成问题解决方案的过程中产生的一系列思维活动与能力表现。具备计算思维的人，能够采用计算机可以处理的方式界定问题、抽取特征、建立模型、组织数据、选用算法、形成问题解决方案，并将总结的问题解决过程与方法进行迁移推广。计算思维是人工智能能力的重要组成部分，是智能素养的核心要素。

2.参考依据。(1)依据上述“核心素养框架”和教育部制定的《普通高中信息技术课程标准(2017年版)》中关于计算思维的界定，借鉴《基于核心素养的学生智能素养构建及其培育》[19]，《从信息素养到智能素养：中小学信息技术课程培养目标转向》[20]中的有关探讨。拓展了笔者2001年关于信息素质的探讨[21]。(2)计算思维是认识、利用、创造、管理人工智能的能力基础，对智能素养的形成有直接支持作用。

3.作用价值。(1)有助于把计算思维培养作为人工智能教育的重要目标。(2)有助于把握“信息素养”向“智能素养”演化中的“变”与“不变”。

4.注意事项。(1)计算思维是一种人机结合的工程化思维，具有形式化、模型化、自动化、系统化等特征[22]。智能素养中的计算思维是强调支持“智

① 本定义源于作者对教育技术学博士生培养方案中研究方向的论证(2019)以及课程讲义。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能计算”的思维，包括形式化表达要便于智能处理，采用智能处理数学模型，建构智能化的问题解决方案，开发问题求解的智能化系统等。(2)人工智能教育中，要注意对AI知识、AI能力、AI情意、AI伦理等各方面智能素养的综合培养。

(二)智能化教学设计的分层分类原理

1.原理内容。智能化教学设计要根据人工智能水平分层和学习者、教学模式等的分类进行。其中，AI水平通常分为弱AI与强AI两个层级；弱AI只能在特定领域自动推理与问题求解，如图像识别、语音识别等；强AI像人那样进行学习、推理与执行“通用任务”(Generalized Mission)。目前的AI总体处于弱AI水平。学习者的知识基础、学习能力等在很大程度上是智能化教学设计时首先要分析的因素。不同类型的智能化教学模式，往往需要不同类型的教学设计。

2.参考依据。(1)弱AI层级的智能化教学设计是信息化教学设计的拓展，强AI层级的智能化教学设计中强调人机协同设计。(2)不同教学模式下AI的应用方式与作用不同。(3)教学设计包括宏观层面的教学系统设计、中观层面的教学过程设计、微观层面的教学产品设计。

3.作用价值。(1)有助于立足现状、瞄准未来，促进弱智能教学设计向强智能教学设计的演变。(2)无论何种智能化教学设计，都强调自适应机制的设计，注重个性化学习设计、动态教学设计与精准干预设计。

4.注意事项。(1)要充分领会智能化教育的内涵。在智能化教学设计中，要注重利用智能工具对学习者、教师、教学内容、教学媒体及教育环境进行自动分析，实施精准干预，支持个性学习与规模化教学，形成教育的智能生态。(2)要根据实践总结与理论分析，不断探讨新的智能化教学设计模式。(3)要区分不同层级的智能化教学设计。(4)智能化教学设计的根本任务是为了使学习绩效最优化而对教学要素和活动安排进行系统计划。

(三)智能化教学实施的“一融三境”原理

1.原理内容。智能化教学的实施从深度和广度看有三层境界：一是营造智能教学环境，并使教学系统的要素与结构智能化；二是提炼与应用智能化教学模式；三是使智能化教学制度化、普及化。低层境界是高层境界的基础，“AI与教学的融合”是“三层境界”的共同内核。如图4所示。

2.参考依据。基于国内外技术化教育的大量实践与探索[23]，借鉴《智慧教育的三重境界：从环境、模式到体制》[24]中的相近观点，参考《教育信息化2.0行动计划》中的有关思想。

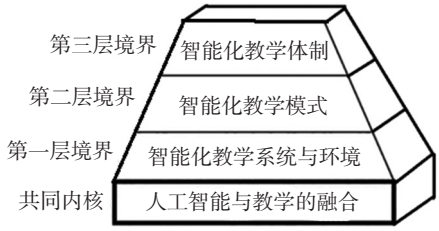


图4 智能化教学实施的“一融三境”

3.作用价值。(1)强调AI与教学的融合有不同的层次表现。(2)在第一层境界中，智能化教学环境是指智能教学系统边界之外的所有因素及其关系之和，包括物理环境、心理环境等。智能化教学系统的要素包括教师+教学助理、学生+学习助理、教学内容、教学媒体，要素间的结构关系不是简单的线性关系，可以是动态的算法关系。(3)在第二层境界中，智能化教学模式是指为完成教学任务而采用的、相对稳定的，用以设计、组织、实施、评估、优化智能化教学的策略、方法与结构的简化形式。智能化教学模式的提炼，有理论推演和实践归纳两个来源，智能化教学模式的应用有指导实践和建立理论两个目的，从而形成如图5所示的智能化教学模式方法论模型。智能化教学模式可以从学科、目的、组织形式、学习场所、AI与人的关系、价值观、认识论等视角加以分类。(4)第三层境界强调把AI在教学中的应用纳入到教学组织与管理机构的运作机制中，使智能化教学能长期、持续进行；强调通过研讨、示范、激励，使模式与经验得到推广应用。

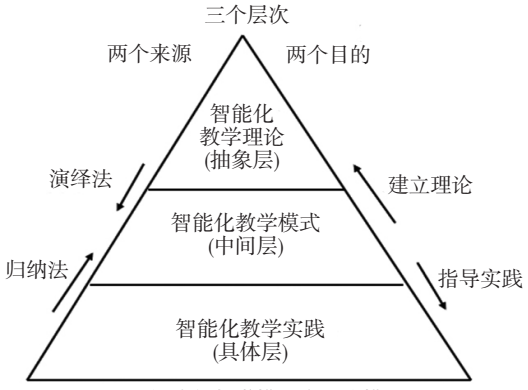


图5 智能化教学模式方法论模型

4.注意事项。(1)“融合”是AI在教学中有效应用的基础。同时，AI与教学的深度融合将引起教学结构与体制的变革。(2)在智能化教学系统与环境的创设中，要注重生态优化与遵循伦理。(3)智能化教学模式，按组织形式分有智能化课堂教学模式、智

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能化远程教学模式、智能化自主学习模式；按学习场所分，有学校智能化教学模式、家庭智能化教学模式、社会智能化教学模式。各种教学模式又包括一系列具体教学形式与方法。(4)形成智能化教学应用体制，不是一蹴而就的，需要师资培养、设施建设、教学研讨、经费投入等配套支持。

(四)个性化学习与规模化教学相结合的原理

1.原理内容。在智能化教学中可利用AI大规模培养个性化创造性人才以取得最优教学绩效。其中，个性是个人带有倾向性的、本质的、比较稳定的心理特征的总和[25]。个性的结构包括个性倾向(如需要、动机、兴趣、信念)和个性心理特征(如能力、气质、性格等)两大组成部分。个性化学习是指以学生个性差异为基础，以促进学生个性发展为目标的学习范式[26]。规模化教学是指学习者数量达到一定规模的教学(如小组学习、班级教学、大规模网上教学等)。

2.参考依据。依据中共中央、国务院印发的《中国教育现代化2035》[27]中提出的“战略任务”：“利用现代技术加快推动人才培养模式的改革，实现规模化教育与个性化培养的有机结合”。王珠珠认为该战略任务也是中国教育信息化2035年的重要目标[28]。袁振国认为，“让教育从大规模的标准化教育发展到大规模的个性化教育成为人类的共同理想”，而“线上线下融合”有助于实现“大规模个性化的未来教育”[29]。一些学者已就如何利用AI促进个性化学习进行了探讨[30][31]。

3.作用价值。(1)有助于利用AI解决“面向全体”与“因材施教”的矛盾、“社会化教育”与“个性化培养”的矛盾、“班级批量化教学”与“个性化教学”的矛盾。(2)有助于利用AI推进全纳教育与全民教育，提高教育绩效，促进中国教育现代化“2035目标”的实现。

4.注意事项。(1)本原理的应用，有三种基本模式：面向班级课堂的大规模教学+面向每个学习者个性化智能助学；面向所有在线学习者的大规模开放教学+面向每个学习者的个性化智能助学；面向每个学习者的智能化自主学习。(2)在大规模个性化学习中，要建立学习者数字画像和学习档案，要利用知识图谱和信息资源库，要进行自动测评分析和适时调整学习策略。(3)原理中的“结合”点包括学习者、学习内容、学习目标、学习策略、学习环境、学习资源等。

(五)基于实时测评的动态调控原理

1.原理内容。在人工智能技术与工具的支持下，对教学系统的要素及其关系的状态进行实时测量、评价，以便按照系统优化要求进行动态调整、控制。其中，实时测评是前提，动态调控是手段，系统过程与绩效的优化是目的。

2.参考依据。依据智能化教学的特征与需要；依据教育系统论、教育控制论、教育管理学的有关原理。

3.作用价值。有助于指导智能化教学系统的设计与运行；有助于将智能化教学中的测评与调控恰当关联：实时→动态；有助于精准干预策略的实施。

4.注意事项。(1)注意测评、调控的多维度与实时性。其中环境感知测评通常采用传感器和智能芯片处理，其调控常采用数字化机械设备实施。其测评与调控通常是连续的，以确保教学环境的舒适、安全、稳定。而学习者的学习状态测评，通常要把握三个关键时段：学习开始前的诊断性测评、学习中的过程性测评、学习后的总结性测评，其对应的调控分别为形成学案、调整学习路径、学习水平总体评价。学习内容深度测评是通过语义分析、知识图谱追索、问卷调查等途径对学习内容和作品水平的难度、深度、质量等进行的测评，主要用于形成性评价、帮助提高教师(代理)的教学能力、帮助学习者进行高质量学习。(2)调控的方式多样，应尽量使干预精准。其中，对人的活动干预要容许有一个适度的区间，以免过频繁干预使学习者无所适从。

五、要素运行层面类人工智能教育原理分析

(一)基于协同、开放理念的人工智能教育生态系统建设原理

1.原理内容。人工智能教育生态建设中，要遵循协同、开放理念，致力形成教育的智能生态。其中，人工智能教育生态是指人工智能教育系统的形成、发展状态与特性。人工智能教育生态理论研究人工智能教育生态的特征与运行规律，重点探讨人工智能教育系统与环境的相互作用规律及机理。其中，“协同”理念强调，学校、教育管理部门、企业、家庭各方要积极协作，共同为智能教育事业发展献策献力；教师、学生、智能助理、支持服务人员要积极沟通，共同为学生的学习创设良好条件。“开放”理念强调，人工智能教育系统只有开放且偏离平衡态，才有可能使系统的结构、功能由低级向高级、由无序向有序发展。教育的“智能生态”强调，要以具有智能调控和自治优化能力的教育新生态为人工智能教育生态建设目标。

2.参考依据。依据教育生态学、人工智能教育的含义界定和大量相关研究[32-34]。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.作用价值。能用于指导人工智能教育生态的设计、建设、评价及环境开发；有助于人工智能教育系统的结构功能优化与升级改造。

4.注意事项。(1)适当把握协同、开放的“度”。强调在各尽其责基础上的“协同”和坚持本体特征基础上的“开放”。(2)只是从生态建设角度强调了“协同、开放”。其实人工智能教育生态系统还应遵循生态学的十条共同原理：优胜劣汰原理；拓资适环(成功的发展必须拓展资源和适应环境)；相生相克原理；正负反馈原理；消变补稳原理(功能失调会引起系统改变，通过补偿机制可使系统稳定)；S型突破原理(呈S型发展)；循环再生原理；多样主导原理(多样多元结构可分散风险，以优势产品主导形成发展实力)；趋利避害原理；开放有序原理。

(二)用教学算法恰当表达智能教学策略原理

1.原理内容。在智能化教学系统设计中，要善于用教学算法表达各种智能教学策略，以便根据教学对象、教学环境、教学任务的特征，灵活选择教学活动的程序、方法、形式与调控对策，进而高效地实现智能教学目标。

2.参考依据。(1)梅瑞尔(Merrill.M.D.)在教学处理理论(Instructional Transaction Theory，简称ITT)[35]中提出“教学处理”就是“教学算法”，即解决教学问题的步骤；认为不同类型的知识教学需要不同类型的“教学处理”；一种“教学处理”设计完成并形式化后，可重复用于同类知识的教学。(2)国内外一些学者在智能教学系统、个性化学习系统研究中对学习者特征提取算法[36]、基于多目标改进的教学优化算法[37]等领域进行了有益探讨。(3)智能化教学策略的实现，有赖于教学算法的支持。

3.作用价值。(1)有助于教学算法的系列化、模块化、标准化研究。(2)有助于指导教学系统的设计、开发与应用。(3)有助于在智能教学中综合处理教学活动的程序、方法、形式、调控等因素。

4.注意事项。(1)智能教学策略是指人类教师或智能教师针对教学对象、教学环境、教学任务的特征，在一定的教学思想指导下，综合考虑教与学活动的程序、方法、形式等因素，为高绩效的实现教学目标，而提出的智能教学方案与调控对策。包括教的策略与学的策略。因此，用教学算法来表达的工作量比较大，通常需要学科教师与智能技术开发人员协同进行。(2)在本原理的实际运用中，通常是先从某个教学活动因素的算法设计入手，再拓展到整个教学策略的算法表达。其较高形式是智能教师主持教学的算法系统表达。(3)为了降低对一般教师和学生的技术要求，在智能教学系统开发中应尽量将教学算法的设置透明化(只需简单选择便可调用，无需普通教师去编代码)。(4)应尽量提高教学算法的可读性、准确性、健壮性、有效性。

(三)以学习绩效最优化为基准的精准干预原理

1.原理内容。在智能化精准教学中应以学习绩效(包括效果、效率、效益)最优化为干预基准，对偏离优化目标的学习状态与学习行为实施个性化精准干预。

2.参考依据。依据奥格登·林斯利(Ogden Lindsley)的精准教学理念[38]及其在信息化教学中的拓展应用[39][40]；依据巴班斯基的教学过程最优化理论[41]；依据智能化教育的含义界定。

3.作用价值。指导智能化教学的设计、组织与调控。有助于弥补奥格登·林斯利基于斯金纳行为主义学习理论所提出的精准教学理论的不足，使智能化精准教学理念能适用于认知主义学习、建构主义学习等各种类型的学习。如班级差异化教学、小组合作研创型学习、个人自主适应性学习、群体互动生成性学习[42]。

4.注意事项。(1)在基于行为主义的知识教学和特殊教育中，以学习的流畅度(Fluency)(指学习表现的“精准度”+“速度”)[43]指标作为干预依据是比较有效的，但对于建构性学习、创新性学习就不一定有效。建议以学习绩效的最优化为基准针对具体情况拟定具体干预指标。(2)注意人机协同干预和干预的时间、场景、数量、强度与学习者特征相符。(3)倡导正面引导性干预和预防性干预，避免乱干预和无效干预。

(四)数据决策与人的决策相结合原理

1.原理内容。在智能化教学的设计、实施、管理、研究中，要善于将基于数据和智能系统的自动决策与基于人的经验的自我决策结合，以提高决策效能。

2.参考依据。(1)源于数据决策和人的决策互补。数据决策是指通过数据分析和决策模型所进行的判断与提出策略或方案的过程。人的决策与数据决策的比较，如下页表2所示。从中可见，在决策者、决策依据、决策机制、决策变量、决策时机、决策作用等方面具有互补性。(2)参考已有研究。如管珏琪等人开展的“数据启发的教学决策研究”[44]，雷云鹤等人开展的“基于预学习数据分析的精准教学决策”探讨[45]，冯仰存的“数据驱动的教师教学决策研究综述”[46]、钟婉娟等人的大数据支持的教学决策改进[47]等。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表2 智能化教学中数据决策与人的决策的比较

比较维度	数据决策	人的决策
决策者	智能决策系统	师生
决策依据	决策模型、决策数据、决策对象特征、决策目标	人的经验、现状了解、趋势预测
决策机制	决策算法	趋势分析、经验判断、直觉
主要决策变量	教学的目标、内容、模式，信息资源选择，学习路径选择，活动要素调控	教学指导思想，教学模式，教学组织形式，课程、单元、活动的设计理念
决策时机	教学全过程中	以预决策为主，教学中可调整
决策作用	精准干预、过程优化、系统调控，侧重于个性化学习决策	教学方案选择、教学调控、教学优化，侧重于教学整体决策
优缺点	随时，快速，客观；但需大量数据，可能缺乏人文关怀	需较长时间思考，较慢，主观性强；只需要少量数据，考虑情感等因素

3.作用价值。(1)避免教学决策的极端化、片面化，使教学决策全面、科学、有效。(2)指导智能化教学的精准设计、精准实施与精准干预。

4.注意事项。(1)在智能化教学的设计、实施、评价反思等阶段，数据决策与人的决策作用比重有所不同。数据决策因其实时性、个性化特点，在教学互动中往往发挥较大作用。而教师决策在教学设计、教学评价阶段因其概括性、总体性特点而发挥较大作用。(2)注重数据决策与人的决策的相互交融，强调基于证据的决策和建立决策失误的纠错机制。

参考文献：

[1] 吴永和,刘博文等.构筑“人工智能+教育”的生态系统[J].远程教育杂志,2017,(9):27-39.
[2] 讯飞教育技术研究院.智能教育发展蓝皮书(简版)[DB/OL].https://www.sohu.com/a/335425234_559434,2019-08-02.
[3] 冯华.人工智能助力教育均衡发展(专家视角)[N].人民日报,2020-11-16(19).
[4] 彭绍东.信息技术教育学[M].长沙:湖南师范大学出版社,2002.399+402-417.
[5] 彭绍东.信息技术教育:21世纪中国远程教育发展的战略重点[J].中国远程教育,2000,(11):7-10.
[6] 彭绍东.现代化教育技术应用[M].北京:高等教育出版社,2013.12-14.
[7] 何克抗.教育技术学(第2版)[M].北京:北京师范大学出版社,2008.81.
[8] 李祺,李春鹏.教育新技术化与新技术化教育[J].电化教育研究,2007,(1):8-11+16.
[9] 祝智庭,彭红超.技术赋能智慧教育之实践路径[J].中国教育学刊,2020,(10):1-8.
[10] 彭绍东.信息技术教育人本论[J].电化教育研究,2003,(8):12-16.
[11] 核心素养研究课题组.中国学生发展核心素养[J].中国教育学刊,2016,(10):1-3.
[12] 中国政府网.国务院印发《新一代人工智能发展规划》[EB/OL].http://www.gov.cn /zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm,2017-07-20.
[13] Mohammed P.S.,‘Nell’ Watson E.Towards Inclusive Education in the Age of Artificial Intelligence:Perspectives,Challenges,and Opportunities.In:Knox J.,Wang Y.,Gallagher M.(eds).Artificial Intelligence and Inclusive Education [M].Singapore:Springer,2019.17-37.
[14] 周满生.全纳教育:概念及主要议题.教育研究[J].教育研究,2008,(7):16-20.
[15] 汪存友,赵燕飞等.自适应学习算法的应用研究进展[J].开放学习研究,2020,(4):40-46.
[16] 祝智庭,魏非.教育信息化2.0:智能教育启程,智慧教育领航[J].电化教育研究,2018,(9):5-16.
[17] 陈琳,杨英等.智慧教育的三个核心问题探讨[J].现代教育技术,2017,(7):47-53.
[18] 刘邦奇.智能教育的发展形态与实践路径——兼谈智能教育与智慧教育的关系[J].现代教育技术,2019,(10):20-27.
[19] 汪明.基于核心素养的学生智能素养构建及其培育[J].当代教育科学,2018,(2):83-85.
[20] 王毅,王乾花.从信息素养到智能素养:中小学信息技术课程培养目标转向[J].教育导刊,2020,(9):65-70.
[21] 彭绍东.信息技术教育学论纲[J].电化教育研究,2001,(10):10-16+26.
[22] 解月光,杨鑫等.高中学生信息技术学科核心素养的描述与等级[J].中国电化教育,2017,(5):8-13.
[23] 何克抗.信息技术与课程深层次整合的理论与方法[J].电化教育研究,2005,(1):7-15.
[24] 黄荣怀.智能教育的三创新:从环境、模式到体系[J].现代远程教育研究,2015,(6):3-11.
[25] 八所综合性大学《心理学词典》编写组.心理学词典[M].南宁:广西人民出版社,1984.11.
[26] 刘学智,范立双.日本中小学教育中的个性化学习:经验、问题与启示[J].比较教育研究,2006,(2):13-17.
[27] 中共中央 国务院.《中国教育现代化2035》[DB/OL].http://www.gov.cn/xinwen/2019-02/23/content_5367987.htm,2019-02-23.
[28] 王珠珠.以信息化推动规模化教育与个性化培养有机结合[J].中小学数字化教学,2020,(2):1.
[29] 袁振国.线上线下融合:实现大规模个性化的未来教育[J].中小学数字化教学,2020,(11):1.
[30] 樊雅琴,王志辉.人工智能促进个性化学习的路径设计[J].天津市教科院学报,2020,(1):36-41.
[31] 牟智佳.“人工智能+”时代的个性化学习理论重思与开解[J].远程教育杂志,2017,(3):22-30.
[32] 杨宗凯,吴砥等.新兴技术助力教育生态重构[J].中国电化教育,2019,(2):1-5.
[33] 金慧,邵钰等.智能化教育生态系统的构建与创新——《地平线报告》(2018高等教育版)启示[J].远程教育杂志,2018,(5):3-14.
[34] 吴永和,刘博文等.构筑“人工智能+教育”的生态系统[J].远程教育杂志,2017,35(5):27-39.
[35] Merrill,M.D. & ID2_Research_Group.Instructional transaction theory:instruction design based on knowledge objects [J].Educational Technology,1996,36(3):30-37.
[36] 杨卉,王陆.基于网络的个性化学习系统中学习者个性特征的提取算法[J].计算机工程与应用,2003,(25):179-181+201.
[37] R.Venkata Rao,Vivek Patel.A multi-objective improved teaching-learning based optimization algorithm for unconstrained and constrained optimization problems [J].International Journal of Industrial Engineering Computations,2014,5(1):1-22.
[38] Lisa Potts,John W.Eshleman,John O.Cooper.Ogden R.Lindsley and the Historical Development of Precision Teaching [J].The Behavior

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

analyst,1993,16(2):177-189.
[39] 祝智庭,彭红超.信息技术支持的高效知识教学:激发精准教学的活力[J].中国电化教育,2016,(1):18-25.
[40] 姬晓灿,成积春等.技术时代精准教学探究[J].电化教育研究,2020,41(9):102-107.
[41] 王春华.巴班斯基教学过程最优化理论评析[J].山东社会科学,2012,(10):188-192.
[42] 彭红超,祝智庭.面向智慧学习的精准教学活动生成性设计[J].电化教育研究,2016,(8):53-62.
[43] Binder,C.Precision teaching:Measuring and attaining exemplary academic achievement [J].Youth Policy,1998,10(7):12-15.
[44] 管珏琪,孙一冰等.智慧教室环境下数据启发的教学决策研究[J].中国电化教育,2019,(2):22-28+42.
[45] 雷云鹤,祝智庭.基于预学习数据分析的精准教学决策[J].中国电化教育,2016,(6):27-35.
[46] 冯仰存.数据驱动的教师教学决策研究综述[J].中国远程教育,2020,41(4):65-75.
[47] 钟婉娟,侯浩翔.教育大数据支持的教师教学决策改进与实现路径[J].湖南师范大学教育科学学报,2017,(5):69-74.

作者简介：

彭绍东：教授，博士，博士生导师，研究方向为人工智能教育原理、智慧教育。

Definition and Principle Mining of Artificial Intelligence Education

Peng Shaodong[1,2]

(1.College of Educational Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, Hunan; 2.Key Laboratory of Big Data Research and Application for Basic Education, Hunan Normal University, Changsha 410081, Hunan)

Abstract: Artificial intelligence education includes education empowered by artificial intelligence and education with artificial intelligence as learning content. The former is also called intelligent education. Intelligent education refers to the theory and practice of using intelligent tools to automatically analyze learners, teachers, teaching contents, teaching media and educational environment, implement precise intervention, support personalized learning and large-scale teaching, form an intelligent ecology of education, cultivate learners' intelligent literacy and achieve high educational performance, based on intelligent perception, teaching algorithms and data decision-making. The principle of artificial intelligence education refers to the inherent basic law with universal significance in artificial intelligence education. Based on the theoretical deduction and the practical exploration, 17 principles of artificial intelligence education are excavated. Among them, there are 8 principles at the educational level, 5 principles at the teaching level and 4 principles at the element operation level. This paper defines the meaning of artificial intelligence education and analyzes the principal outline, which plays a positive role in promoting the development of artificial intelligence education and establishing the subject knowledge system of artificial intelligence education principle.

Keywords: Artificial Intelligence Education; the principle of Artificial Intelligence Education; wisdom education; discipline; course; empowerment

收稿日期：2021年3月3日

责任编辑：李雅瑄

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能在思想政治教育中的应用前景和价值前提探析

常宴会
（南开大学 马克思主义学院，天津 300350）

[摘 要] 人工智能的应用使得掌握人的思想意识形成变化的规律、实时分析社会意识形态状况在一定程度上成为可能，因而与思想政治教育存在关联。人工智能的行业特点决定了它短期内不会专门、全面地应用到思想政治教育领域，但目前已经积累的大数据一经转换也会对思想政治教育产生巨大影响；人工智能在未来可能完成思想政治教育的一部分工作，但思想政治教育工作不会被完全取代。人工智能应用于思想政治教育，必须做到促进人的自由全面发展、维护意识形态安全和提升管理服务水平三者之间的具体统一，同时需结合思想政治教育和人工智能的各自特点进行教育、伦理和法律等方面的思考。

[关键词] 人工智能 大数据 思想政治教育
[中图分类号] G641 [文献标识码] A [文章编号] 1007-192X(2019)08-0079-05
DOI:10.16075/j.cnki.cn31-1220/g4.2019.08.013

思想政治教育作为针对人的思想观念进行的政治实践活动，应该密切关注信息技术的最新发展状况。人工智能是信息技术的最前沿成果，应该进入思想政治教育学科的研究视野。目前学界对人工智能的讨论主要集中在它的技术特点、人机关系、应用状况及由此带来的失业问题等，思想政治教育学科在讨论这个问题时，应该着眼于政治生活的整体变动，如果只是研究这项技术如何提高思想政治教育的有效性或者思想政治教育者的工作是否会被取代，则很容易矮化这场技术革命的深远意义。本文首先说明人工智能和思想政治教育之间的关联，结合人工智能和思想政治教育的各自特点说明人工智能在思想政治教育中的应用前景，最后讨论应用人工智能的价值前提，即我们在思想政治教育中如何合理地应用人工智能。

一、人工智能和思想政治教育的关联

目前人工智能在很多场景中得到了应用，既有工业生产中的人工智能生产车间，在那里人力劳动被压缩到最低，也有在生活场景中的应用，很多原本被认为是人类特有的能力被人工智能逐一打破，如语音识别、人脸识别、机器翻译、智能医学、艺术创作、智慧城市等。在各种应用场景中，人工智能展现出了它的独特优势，快速、稳定和精确的分析应对能力，给人们的生活带来了各种便利。人工智能的工作原理和人类的思维方式完全不同，对人类来说困难的事可能对人工智能非常简单，反

[基金项目] 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目（项目批准号：63192225）、教育部人文社会科学研究青年基金项目“马克思恩格斯思想政治教育实践形式及其当代价值研究”（项目批准号：19YJC710006）。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

之，对人类来说非常简单的事可能对人工智能非常困难。从技术角度来看，人工智能目前只能应对一些封闭的、有确定结果的问题，如围棋有多少种下法、走到什么程度算赢都是确定的，而很多不确定问题的处理，即便在人看来非常容易，对人工智能来说也是非常困难的。从技术应用所需要的社会条件来说，人工智能是以大数据实时采集和分析为前提的。当电子媒介在人们的生活中广泛应用，数据生产从PGC（专业生产内容）到UGC（用户生产内容）转变，人们愿意为了智慧生活让渡自己的可识别性时，[1] 人工智能的应用才成为可能，数据量越大，人工智能的智能程度越高。

人工智能的核心假设是人的意识根本上只是一种算法，只要算法得当，人工智能不仅能做到一些原本必须依靠人类智能的事情，甚至比人类自己更了解人类。由此，人工智能开启了理解人的思想和行为的新方式，建立起了同思想政治教育的关联。接下来，我们从思想、政治和教育三个层面具体说明这种关联。

思想政治教育以人的思想意识的形成变化规律和社会意识形态运动规律为研究对象，对这些规律的解释有助于我们提升思想政治教育的效果。尽管唯物史观已经为我们提供了理解思想意识变化的根本方法论，目前的人文社会科学研究也从各个方面得出了不少研究成果，但我们在人的思想观念领域仍然知之不多。人工智能把人的所有思想和行为都看做算法，随之而来的是理解人的思想意识的方法论的变化，即用大数据的方式来把握人的思想。人的思想是否全部都能还原成算法，是有争议的，但如果把人的思想拆解开来，其中留下数据痕迹的部分，通过数据分析的方式基本可以还原人的思想活动，至少可以作为理解人的思想的辅助工具。目前基于大数据分析的个性化推送尽管在有些方面还不完善，但已经被一部分人形象地称为“读心术”，这就是对人思想意识的把握。针对社会意识形态的状况，人工智能可能有更多的用武之地，因为社会意识有更多相对客观的载体，书籍、文艺作品、自媒体上留下的数据痕迹等，对这些数据的分析使我们能够实时把握一段时期社会意识形态的变化趋势。以往人们已经注意到了人的思想意识和社会意识形态可能蕴含于这些大数据痕迹中，但人工智能对海量数据的分析和即时、个性化的反馈，才让我们运用这些大数据开展思想政治教育成为可能。

思想政治教育是一种针对人的思想观念展开的政治实践活动，当人工智能使得把握整个社会的思想状况和针对每个人进行精细分析在技术上成为可能时，如何贯彻思考思想政治教育的宗旨就变得极为迫切。人类每一次信息技术革命都会对政治生活产生巨大冲击。在传统社会，统治者如果想要了解百姓的思想状况，只能依靠民谚、采风等方式；在现代社会，社会科学的抽样调查方法则更先进一步。随着移动互联网和自媒体的普及，信息生产的方式向用户生产内容转换后，普通群众成为生产信息的主要力量，加上社会生活各个领域的智能化电子化，大数据时代才真正到来。尤瓦尔·赫拉利指出：“今天许多人已经放弃了自己的隐私和个性，把许多生命点滴全放到网络上，每个行动都记录下来……如果再不小心，结果可能就会是奥威尔笔下的那种警察国家，而且持续监测的还不只是我们外在的各种举止，甚至也包括我们身体内、大脑中的活动。”[2] 在这样的背景下，社会主义制度条件下的思想政治教育既要运用最新的信息技术开展活动，也要展现出在政治文明程度上的优越性。

人工智能的应用还促使我们思考作为一种教育的思想政治教育面临的新处境。人工智能目前已经使得一些科目的教学实现智能化，不需要教师参与，学生通过和人工智能交流，能够获得个性化的辅导和更为及时的反馈。“Mindojo之类的公司，正在开发互动算法，不仅能教授数学、物理、历史，还能同时研究教授对象这个人。这种数字教师会仔细监测我答了什么，花了多长时间。一段时间后，它们就能判断出我个人独特的优缺点，也知道什么能让我精神一振，什么会叫我眼皮下垂。它们可以用最适合我人格类型的方式来教我热力学和几何学，无须担心这种方式是否适合其余99%的学生。这些数字教师永远不会失去耐心，永远不会对我大吼大叫，也永远不会罢工。”[3] 思想政治教育以价值观教育为核心，在人与人沟通中存在很多不确

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

定性，特别需要教育者的灵活应对、创造性劳动，在这个过程中实现价值引领，这是思想政治教育同知识技能型教育的显著区别。但思想政治教育中也有一部分属于一般知识传授和常规宣传，这些活动则可以借助人工智能进行。人工智能让我们反思教育中的所谓“个性化”原则，个性化的教育有利于实现“因材施教”，但人工智能在提供个性化服务的同时也容易造成“信息茧房”，让人的视野越来越狭窄，由人工智能决定的教育资源供应方式也可能剥夺人们追求多样化生活的权利。人工智能不仅使得教师的权威在不断衰退，甚至让人怀疑教育和学习的意义。如果人工智能通过深度学习掌握了所有知识，那么每个人为什么还要从头学起？思想政治教育者的岗位会不会被人工智能取代？后文将会详细说明，人工智能确实会让思想政治教育中的一部分工作被替代，但思想政治教育的特殊性也决定了它会一直存在。

二、人工智能在思想政治教育中的应用前景

结合人工智能的行业特点、全球化时代各个国家在人工智能领域的竞争、思想政治教育与人工智能的契合度和特殊性等角度进行通盘考虑，我们才能既在逻辑上推测人工智能在思想政治教育中的应有前景，又比较接近现实。

从人工智能的技术特点和发展要求来看，思想政治教育并不属于应用人工智能的典型行业。人工智能得到广泛应用的行业普遍属于高投入、高风险、高回报的行业，如机械制造、电子商务、物流、无人机等。人工智能会取代哪些职业，一方面取决于在技术上能否做到，另一方面还取决于是否有利润。赫拉利认为：“到了2033年，计算机能够取代考古学家的可能性只有0.7%，因为这种工作需要极精密的模式识别能力，而且能够产生的利润又颇为微薄，因此很难想象会有企业或政府愿意在接下来20年间投入足够的资本，将考古学推向自动化。”[4] 尽管意识形态工作一般不把经济成本收益作为主要考虑，但包括思想政治教育在内的人文领域在短期内很难有专门开发的人工智能产品，因为这项工作缺乏足够的市场规模，很难有企业愿意花费巨大成本来专门开发。“事实上，随着时间的推移，不仅是因为算法变得更聪明，也是因为人类逐渐走向专业化，所以用计算机来取代人类越来越容易。”[5] 被人工智能取代的工作普遍是高度专业化、重复性、有一定模式可循的，不需要太多综合能力和创造性，因而也就意味着这种工作非常枯燥乏味。思想政治教育则更多强调因时而动、顺势而为，其中的一部分工作更是对灵活性、创造性要求很高。因此，思想政治教育者目前还不会被人工智能取代，但这并没有取消在思想政治教育领域讨论人工智能的意义。

尽管人工智能短期内不会专门应用到思想政治教育领域，但人们在社会生活中通过各种方式已经采集了海量数据，这些数据一经人工智能的分析也会迅速展现出意识形态效应。目前已经积累的数据主要包括三大类：一是在政治生活和社会生活中采集的个人信息，如姓名、个人档案、纳税记录等；二是未经电子产品中介过的各种数据，包括以往的学术研究、社会调查中积累的结构化程度较高的数据，这些数据目前正在快速数字化，以方便运用先进的技术展开研究；三是借助电子产品进行活动并被收集起来的数据。人工智能在处理这些数据时将展现出巨大优势，如快速分析、即时跟踪、实时同步更新，甚至很快可以实现零起点的自主学习。人工智能超越了以往的抽样调查方法，面对全体数据样本，把结构化数据和非结构化数据结合起来分析，这在技术上的重大突破在于，我们认为非结构化的数据是未经人的思考加工处理过的蛛丝马迹，它们与以往数据的结合能够更为完整地展现人的思想。

结合思想政治教育的特点，我们可以预测人工智能在一些方面有利于提升思想政治教育的有效性。人工智能目前已经可以从事简单的内容生产，在内容分发上更是展现出了它的优势。在程式化或者结构化的写作领域推行机器写作，对宣传思想工作者来说意味着从单调重复的劳动中解放出来，可以有更多精力去做更有挑战性、创造性的工作。人工智能最初的技术定位是根据对以往数据的分析以

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

模拟人类智能，对以往知道得越多，对未来的预测就越精准。这样看来，它最能取代的就是全民思想状况调查、社会思潮分析和舆情监测等工作，这是当前思想政治教育研究的重点内容，耗费巨大人力物力。与这项工作相关的还有，人工智能可以对一定时段的思想文化变迁进行历史分析。人工智能可以实现信息的精准分发，这就为精准宣传主流意识形态提供了便利条件。当然，以上还只是从技术的角度而言的，人工智能目前在商业领域的应用被很多人认为不过是个噱头，大数据预测有的时候并不准确，部分情况是因为人工智能技术还不够完善，部分是因为技术的不适当应用，如一些学者已经关注到的大数据时代社会科学方法论问题，其中就涉及人工智能的应用限度。

思想政治教育活动的特殊性也决定着人工智能无法全面进入。首先，人工智能并不能提供政治和道德上的抉择，它通常是把政治问题、道德哲学和人生意义问题转换为技术问题，而思想政治教育恰恰是政治性极强的活动。人工智能面对解决不了的政治和道德问题时，通常的选择就是把问题交付给市场。赫拉利提出，人工智能在执行一种既定的政治和道德立场时比人类更加稳定，但它本身并不含有立场，“计算机算法并不是由自然选择塑造而成，而且既没情绪也无直觉。所以到了危急的瞬间，它们继续遵守伦理道德的能力就比人类高出许多：只要我们想办法把伦理道德用精确的数字和统计编写成程序就行”。[6] 由此我们看到，对政治理想的追求和对政治导向的把握仍然是思想政治教育要完成的事情。其次，人工智能只是在处理以往的数据上占有优势，它展现的是整合信息的能力，即便创作出新的内容，也只是对以往内容要素的重组，而不会完成思想的生产。纵观思想政治教育的历史，不同形态思想政治教育的根本区别在于理论的创新，马克思的哲学革命使得社会主义思想政治教育有了科学基础。在当代中国，我们更加需要的是推动马克思主义在社会历史变迁中的不断创新，在同各种思潮的竞争中展现出思想的力量，这些是人工智能无法完成的。再次，人工智能虽然在一定程度上有利于提高教育的效率，但在思想政治教育中，人与人之间的直接联系和在场交流仍是不可缺少的。教育者在政治、人生等问题上的丰富阅历和生动感悟，更能激发受教育者的共鸣，正确的价值观也需要在人与人的交往中形成，这是机器不能替代的。激进的观点认为，既然人工智能已经展现出了超强的学习能力，在很多地方都做得比人要好，并且能够为人服务，为什么人还需要学习呢？这个问题实际上只在技能性工作和技术型知识方面有效，表明人工智能替代了一部分人类工作后，同时造成了相应领域的知识贬值，只是要注意，这里评判知识有无价值的标准是它对经济增长的贡献，而如果从人的成长角度来说，思想政治教育是人完成社会化、找到人生意义、实现人生价值的过程，学习本身就有意义。

三、人工智能应用于思想政治教育的价值前提

思想政治教育活动如何正当合理地应用人工智能，这个问题比描述人工智能的技术特性和如何利用人工智能提升思想政治教育的有效性更为重要。人工智能若要应用到思想政治教育中，必须做到促进人的自由全面发展、维护意识形态安全和提升管理服务水平三者之间的具体统一。

促进人的自由全面发展是马克思主义思想政治教育的最终目标，也是社会主义制度下的思想政治教育超越其他制度下同类活动的根本标准。当人工智能实现了对人活动的数据进行实时采集即时分析时，更加需要我们强调思想政治教育的宗旨。从思想政治教育的角度来看，我们需要警惕应用人工智能带来的极端政治的可能性，深入思考马克思主义和社会主义思想政治教育的价值理念。

运用人工智能技术开展思想政治教育，还涉及全球化背景下我国的意识形态安全问题。人工智能的发展需要技术条件和社会条件，我们国家在发展人工智能时，优势在于社会条件，而劣势在于核心技术同世界先进水平还有差距。社会条件上，人工智能的发展需要非常高的成本，需要商业力量的进入，这就要求有比较大的市场规模、可观的预期

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

收益，而中国的网民数量和活跃度就是这种社会条件支撑，庞大的用户群体产生的海量数据，强劲的市场需求保障人工智能技术在产业上走向成熟。这方面的典型案例是，2019年4月19日，国家图书馆互联网信息战略保存项目启动，新浪网发布的新闻和在新浪微博上公开发布的博文都将被该项目保存。这个项目在中国的互联网发展史上具有重大意义，它意味着我们在微信、支付宝、百度以及所有互联网应用中留下的痕迹都可以汇集起来，在技术上已经没有障碍。结合前面提到的我国人工智能发展的劣势，我们应该有强烈的忧患意识，庞大的数据规模和在核心技术上的落后叠加，其他国家很可能在我们不知情的情况下掌握我国人民的行动轨迹和思想动态，这将对我国的意识形态安全造成巨大风险。

思想政治教育还涉及一些咨询服务类工作，如大学生心理健康咨询和就业指导等，如果能够运用大数据和人工智能分析方法，则会使工作更有针对性，但也不可避免地要处理提高管理服务水平和保护个人隐私之间的关系。大数据分析需要激活我们在前互联网时代各个领域和部门中留下的数据，这需要对各个领域之间的数据共享有一个总体的规划。同时，正是人们积极分享自己的生活体验，才使得人工智能提供的便利生活成为可能。“数据主义则认为，体验不分享就没有价值，而且我们并不需要（甚至不可能）从自己心里找到意义。我们该做的，就是要记录自己的体验，再连接到整个大数据流中，接着算法就会找出这些体验的意义，并告诉我们接下来该怎么做。”[7] 智慧生活和个人隐私保护之间的张力始终是存在的。网络公司开发的各种免费应用，为人们的生活带来巨大便利，也采集了大量的用户数据，有时甚至正是因为采集了足够多的数据，才能提供更多的便利。这些网络应用的用户条款通常包括获得用户知识产权或数据使用权，用户个人在数据使用方式上没有任何谈判能力，他要么让渡自己的信息换取免费使用的各种程序，要么退出使用该产品。大数据技术从一开始就是反隐私的。应用人工智能不可避免地要最大限度地获取用户的个人信息，这是追求智慧生活需要付出的个体代价，我们应该有意识地将这种代价缩减到最小。

思想政治教育活动在引入人工智能技术时需要进行教育、伦理和法律等方面的反思。思想政治教育要坚持以人为本，不仅需要致力于提升人的思想道德素养，同时也应考虑到人的脆弱性。关于私人生活中的思想和行为也不宜太过严苛地按照统一的标准进行引导，因为任何一个人都无法接受大数据和人工智能的全面监控，并且正是私人生活中的不同选择使得人和人之间产生差异，社会变得丰富多彩。人工智能可以记录人的成长轨迹，提供针对性的教育，但个性化的教育背后也可能隐含着个性化歧视。赫拉利注意到了这个问题，“现在算法歧视的有可能就是你这个人，而你完全不知道原因。有可能是你的DNA、你的过去或者脸谱网账号上有些什么，引起了算法的注意。算法歧视你，就是有些什么关于你的特质，算法不喜欢。”[8] 人工智能向来以预测人的思想和行为之间的关系见长，但也有可能导致教育过程中的“预防性惩罚”。在面对社会意识形态问题时，我们应该在马克思主义指导思想一元化和社会思潮多元化之间寻求一种平衡，因为社会思潮多元化是社会分化的观念表现，即便通过人工智能掌握了各种思潮的现状，也无法从观念上完全消除它们的影响。此时思想政治教育更要讲求知己知彼、引而不发。应用人工智能获取个人信息时最容易产生法律风险，人工智能技术尽管可能有效，但不能为了提升思想政治教育的有效性而触碰法律底线，我们应该有信心，不需要全部个人信息也可以做好思想政治教育工作，而一旦突破法律底线，这种思想政治教育的代价要高于收益。

参考文献：

[1]邱泽奇.智慧生活的个体代价与技术治理的社会选择[J].探索与争鸣，2018(5).

[2][3][4][5][7][以色列]尤瓦尔·赫拉利.未来简史[M].译者：林俊宏.北京：中信出版社，2017：310，282，293，289-290，349.

[6][8][以色列]尤瓦尔·赫拉利.今日简史：人类命运大议题[M].译者：林俊宏.北京：中信出版社，2018：55，63-64.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI:10.13811/j.cnki.eer.2020.04.005

人机共生:人工智能时代及其教育的发展趋势

张学军, 董晓辉

(西北师范大学 教育技术学院, 甘肃 兰州 730070)

[摘 要] 教育革命随着时代的进步而发展,人工智能时代需要开展与其相适应的教育革命。在这场教育革命中,需要培养学生与人工智能交往的能力,而培养这种能力的一个前提条件是人类不但要重新认识自己,更要重新认识人工智能,重新认识人与机器的关系。文章首先阐述了人工智能与人的优势与不足,然后提出了人机共生是人工智能时代的应然选择的观点,并从人机共生的理论基础、人工智能时代的发展趋势等视角进行了阐述。在此基础上,从“人机共教”、教师如何学为人师、学生如何学习、智慧教育、教育如何面对人工智能带来的伦理问题等角度,论述了人机共生理念下人工智能时代教育的发展趋势。

[关键词] 人工智能时代; 人机关系; 人机共生; 人机共教; 发展趋势

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 张学军(1968—),男,甘肃会宁人。教授,博士,主要从事数字化教育资源设计与开发、人工智能教育研究。E-mail:xjzhang99@163.com。

一、问题的提出

近年来大数据、云计算等信息技术飞速发展,人工智能在图像、语音、自然语言等领域不断取得突破性进展, 特别是随着人工智能机器 AlphaGo 在人机围棋对弈中战胜人类顶尖棋手, 不管你是否愿意相信,人工智能时代确实已经到来,“未来已来,将至已至”[1]。在人工智能时代,人与机器(本文指人工智能)关系的讨论比以往任何时候都更为激烈,大致分为三派:悲观派、乐观派、中间派。悲观派认为,人工智能的“奇点”定会到来,终将超越直至统治人类;乐观派认为,无论人工智能如何发展,它都只可能在某些方面超越人类,从整体上不可能战胜人类,人类仍然居于统治地位;中间派则认为,不论超人工智能时代是否会到来,人机关系最终将演变为一种平等的、和谐的互惠共生关系,并不存在谁统治谁的问题。

人工智能专家大都认为,人工智能将会淘汰大量现有的劳动力(既有蓝领,也包括白领),要培养适应人工智能时代的新型劳动力,需要及时开启人工智能时代的教育革命。人工智能时代的教育革命需要从儿童开始。在人工智能时代,从儿童开始做人工智能教育,让孩子在与人工智能的交往中“玩中学,做中学”,观察机器、认识机器,培养其对人工智能的浓厚兴趣,从而在骨子里形成对人工智能的深刻体验和感受,成为不折不扣的人工智能时代的原住民。目前,人工智能教育已走进中小学,各类编程培训比比皆是。本文认为,培养中小学生的编程能力虽然重要,但是由于人工智能技术发展非常迅速,在中小学学到的人工智能技能长大后很可能会过时。因此,更重要的是通过编程培养学生的计算思维,通过积极参与同机器的互动、交往,培养学生与人工智能交往的能力。培养与人工智能交往的能力的一个前提条件是人类不但要重新认识自己,更要重新认识人工智能,重新认识人与机器的关系。

二、人工智能与人的能与不能

人工智能有它的优势与劣势,对于人来说,道理同样如此。与人类相比,人工智能在精力、记忆力、计算力、感知力、进化力等方面胜出,但是人类在沟通、情感、价值观、创造力等方面超过机器。人工智能专家李开复认为,人工智能其实就是一个很厉害的模式识别机器,它能够在一个客观领域,经过海量标注的数

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

据作出精确的判断(分类、预测、决策)[2]。但是人工智能也有局限性,如果数据量很少,举一反三是不会的(小数据障碍,即大数据依赖);跨领域是不会的(如淘宝的人工智能不可能帮你批改一篇作文等,即跨领域障碍);需要顶尖人工智能科学家的支持和协助;没有自我意识,没有感情(没有七情六欲,没有爱恨情仇),很多科幻片赋予人工智能人性,但这并不真实;不能替代人的创意、交流。如果希望计算机具有真正的智能,必须超越计算(仅有计算是不够的),“主动”做更多的事情[3]。微软全球执行副总裁沈向洋博士认为,人工智能主要包括感知(视觉、语音)和认知两大领域(语言、理解),目前所有突破仅限于深度神经网络,资源开销极大,自然语言处理问题解决得仍不够好。对于理解自然语言而言,有三个层次:第一层次是表述(机器学习层),第二层次是对话(机器智能层),第三层次是意境(机器意识层)。目前,机器的认知仅仅止步于第一个层次,后两个层次才是高等智力的屏障[4]。斯坦福大学客座教授、“百度大脑”项目创始人吴恩达认为,目前人工智能的主要局限是它只能完成狭窄领域的工作,而人类的惊人之处在于可以做很多不同的事情。但是我们给人工智能算法的数据量总是大于任何人能消化的,从相对少量的数据中来理解无限的可能性,对机器来说,这是一件困难的事情[5]。纽约大学心理学和神经科学教授盖瑞·马库斯认为,语言中有无数的句子,但孩子却能从有限的数据中习得语言。孩子们一般在倾听、观察后模仿并进一步实践,他们想知道世界上有什么,自己如何探索世上万物,从中找乐趣。孩子看到一个例子,会想自己还能用它来做什么。而目前的机器看过许多样本,却希望下一个和以前的很相似。人类的大脑经过进化,成为很好的学习者,能学习抽象概念,理解因果关系,这是人类智能的本质[5]。

媒体人杨澜认为,人类拥有强大的学习能力,以自己独有的方式探索世界,即使这个世界同我们祖先面对的已有天壤之别。人类一直在突破自己的局限,创造性地传承知识的同时,也将探索的精神代代相传。机器可以被复制,但每个人都是唯一的生命体[5]。麻省理工学院教授托马索·波吉奥说:“我很早就进入机器学习领域,下一步是让计算机像孩子一样学习。假如有一天机器足够聪明的话,它会羡慕人类什么呢?我们的想象力、好奇心、创造力和爱。”[5]

日本国立情报学研究所从2012年起开始研究人工智能系统“东大机器人君”(简称“东机君”)。日本国立情报学研究所新井纪子认为,“什么是人工智能会做的,什么是人工智能做不了的,在我们清楚地知道人工智能的极限之后,在人工智能与人类协同工作的时候,怎样协调才是最合适的,我们希望日本能够在世界上对这个问题给出明确的见解,所以启动了这个项目”[5]。几年来,“东机君”以考上日本第一名校东京大学为目标而努力学习,从2015年“东机君”的模拟考试成绩来看,达到了人类前20%的水平。尽管如此,要说“东机君”是不是达到了高中三年级学生的智力水平,回答是完全没有达到,甚至不如人类一两岁的孩子。研究人员发现,“东机君”一遇到需要常识来解答的问题,马上就被难住了。“东机君”现在最擅长的科目是世界史,其次是数学。对“东机君”而言,非常难的一个科目是物理。一般大家可能会以为,既然数学的成绩很好,那么物理也应该不错。但其实物理非常难,因为没有常识就无法解答。在2016年的模拟考试中,“东机君”依然改不掉偏科的毛病,第四次落榜东大。研究人员宣布,“东机君”放弃考东京大学的目标,转为致力于中学生水平的阅读理解能力的研究。人类的智能了不起的地方,用一句日本谚语来说,就是能够“知一而晓十”。人类和机器最大的区别是,人类能从少量的经验中学到更多的东西。

20世纪80年代,美国科学哲学家德雷福斯在分析了人工智能面对的常识问题、框架问题等难题后认为,人工智能存在极限[6]。当然这并不表明,研究人工智能没有意义或不可能再取得突破性进展,只说明当时或以后的人工智能如果不能在理论上突破原有的思路和框架,很难再取得突破性的发展。1980年,哲学家塞尔的“中文屋”思想实验表明,人工智能(机器智能)源于人类制定的规则、指令,是人类智能的低层次延续。目前,人工智能在语言、思维和文化高阶认知层级上都远逊于人类智能[7]。

三、人机共生:人工智能时代的应然选择

(一)人机共生的理论基础

1. 共生理论

共生理论源于生物科学领域。德国的德贝里于1879年首次提出“共生”概念,认为共生是不同种属的生物按某种物质联系共同生活[8],按共生行为方式可划分为寄生、偏利共生、互惠共生等类型[9]。由于人们逐渐认识到共生现象不仅在生物界存在,而且在其他领域也广泛存在。因此,共生理论便进入社会、经济、政治、教育等领域,并得到了广泛的应用。

2. 人机共生思想

在计算机和人工智能领域,利克莱德早在1960

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

年就提出了人机共生的思想。他认为,人机共生是人类和电子计算机之间合作互动的一个预期发展,它涉及人类和电子设备之间非常密切的耦合[10]。1975 年,Arbib 从合作计算的角度进一步发展了人机共生的思想。他认为,对知识表示的重视将通过增加对合作计算和学习的关注而得到加强,人工智能促成了人机共生:提供专门的智能包来增强人的智能。随着用机器增强人的智能,在机器人、场景分析、语言理解和专家系统取得成功的基础上,必须更好地了解人的智能,以便能够构建高带宽的人机界面,这也是一种合作计算的形式[11]。达文波特(Thomas Davenport)在 2018 年出版的《人机共生:智能时代人类胜出的 5 大策略》一书中,在分析“谁是不会被机器替代的人?”“哪些工作是机器无法做到的?”“人类和机器会和谐共处吗?”等问题的基础上前瞻性地指出,人类会强化智能机器,而不是被它们取代,机器会帮助人类更好、更快地完成工作,所以不应该将其看作是需要打败的敌人,而是合作伙伴。人类和机器能否和谐共处,选择权在于我们。同时他进一步提出了人机共生的 5 大策略:(1)超越(建立全局观,弥补人工智能的决策短板);(2)避让(让人做人做的事,机器做机器做的事);(3)参与(让我们与人工智能一起工作);(4)专精(找到那个没人想自动化的领域);(5)开创(创造支持智能决策和行动的新系统)[12]。

(二)人机共生:人工智能时代的发展趋势

1. 人和人工智能进化的视角

从进化的时间来看,人类的进化已经有数百万年的历史,人工智能的进化只有区区半个多世纪。一方面,与人类漫漫进化的历史长河相比,人工智能的进化时间微不足道。但是另一方面,人工智能的进化速度非常快,人类的进化速度异常慢,人类与人工智能的进化速度相比甚至可以忽略不计。从进化的基本形态或发展阶段来看,人类进化与发展的基本形态是:生物进化(自然社会)—文明进化(文明社会)—智能进化(信息社会)—精神进化(精神社会)[13]。人工智能进化与发展的基本阶段是:弱人工智能(弱人工智能时代)—强人工智能(强人工智能时代)—超人工智能(超人工智能时代)。一方面,人类进化和人工智能的进化都是从低级往高级方向发展,单纯从智能发展的趋势看,人工智能最终会超越人类智能。另一方面,人工智能从弱人工智能进化到超人工智能历经三个阶段,主要是物质的进化,更多展现出来的是物质(技术)文明,而人类从生物进化到精神进化历经五个形态,不仅体现了物质文明,更重要的是倡导了人类的精神文明;不仅有智能的不断增强,更有人类智慧的日益彰显。

未来,人与机器不是简单的替代关系,而是更高层次的共生[14]。微软亚洲研究院院长洪小文认为,在这个需要终身学习的时代,无论是人还是机器,学习过程永远需要数据、时间、教师,在学习过程中,机器和人类将一起学习,互相取长补短,共同进化[15]。2019 年,微软小冰(智能机器)和人类艺术家共同参展的《小冰“绘”有期》(当代艺术跨界展)表明,人工智能与人类相互学习,共同进化,彼此无限接近,可能比对人工智能担忧的情绪来得更加积极。尽管计算、记忆等方面机器强,但是在全面认识宇宙上,人类有能力和机器共同进化[16]。机器是人类智能的延伸,但机器并非天然具有善意。人工智能的快速发展要求人类发挥积极作用,指引人机共同进化,走向至善未来[17]。信息时代的人类智能进化不同于以往任何时代,是一种文化技术型进化,这种进化的结果会产生一种人机混合的新型人类,人中有机,机中有人,从而真正实现人机共生[13]。

2. 人机关系的视角

未来的智能社会是由人与机器一起创造的。一方面,如果没有人类智能的不断发展与进步,就没有人工智能的发展与进步;另一方面,如果没有人工智能对人类智能的促进与推动,原本缓慢的人类智能的进化则很难加快步伐。因此,人类智能与人工智能的优势互补与相互促进是创造智能社会的充要条件和强大动力。智能社会是人机共生的社会,人与机器在竞争中谋共生,在共生中求竞争。人和机器既和平共处,又友好竞争,和谐共生保持智能社会和平、稳定样态,智能竞争推动智能社会发展,和平、竞争与发展是智能社会的主流[18]。从发展的观点来看,人机关系不是一成不变的,而是随着时代的发展而动态发展的。20 世纪人工智能时代到来之前,人机关系呈现为典型的主仆关系,人居于主人、主导地位,起支配作用,机器位于仆人、从属地位,起辅助作用。这种主仆关系有时和谐,有时不和谐,不和谐的情况也时常出现,屡见于各种报道、电影中的人机大战便是例证。21 世纪人工智能时代到来之后,人机关系更多地呈现为合作关系,在这种合作关系中,人仍然居于主导地位,机器仍然居于从属地位,但是与之前的主仆关系相比,机器的地位有所上升。不少企业、公司采用了在一定范围内人机协同工作的方式,如京东在仓储、物流领域采用机器人与人合作共同包装、配送商品。可以设想的是,到了强人工智能时代或超人工智能时代,机器在

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

智能方面全面达到或超越人类水平时，人机关系更多地会呈现为伙伴关系，在这种关系中人和机器是平等的，不存在谁主导谁的问题，双方互惠互利、和平共处。钱志新教授认为，人工智能时代，人与机器的关系最终不是主仆关系或替代关系，而是共融关系[19]。人机关系的本质是人与自然关系和人与人关系的密切结合，人机关系不仅是人与物的关系，而且是通过物的中介表现出来的人与人的关系[20]。这就表明，人机共生，人与机器要和平共处、友好竞争，背后真实体现出来的是人与人之间要和平共处、友好竞争。如果人与人之间能够和谐相处、公平竞争，那么对于人与机器之间的关系同样成立，因为从本质上说，人与机器的关系是由人与人的关系决定的。

3. 技术发展的视角

人工智能时代，技术的迅速发展为人机共生创造了良好的技术条件。随着人工智能的快速渗透，人类开始进入人机共生时代，如工作中工人“肉身搭配机械臂”只是人机共生的初级形态[21]。随着人工智能、基因编辑、脑神经科学的发展，对自然人进行深层改造的可能性大大增加，出现深度人机融合的“赛博格人”等新型智慧生命体。“赛博格人”终将从初级的肢体和器官替代，演进为人工智能装置对人脑的功能增强以及人脑对机器的意识控制[22]。美国斯坦福大学于2016年发布的《2030年人工智能生活报告》中，将人机相互补偿和增强的智能协同系统列为未来人工智能的重要发展趋势之一。我国“十三五”规划期间，脑科学规划当中把脑机智能作为三个核心问题[23]。人工智能时代，互联网、物联网、云计算、大数据、智能终端、人工智能、量子计算、生物技术等各种智能技术不断聚集，集成功能强大的智能技术体系；具有类脑功能的在线智慧共享体系（社会大脑）推动人类社会各个领域的深层变革与发展；智慧共享体系不断完善、升华后，进一步推动高智慧机器的出现，从而实现从人机协同、人机混合到人机共生时代的产生[24]。

四、人机共生理念下人工智能时代教育的发展趋势

（一）人机共教

人工智能时代的教育将迎来“人机共教”。在人工智能时代的不同阶段，“人机共教”的内涵是不一样的。在弱人工智能阶段，“人机共教”主要是指人和机器共同“教”学生知识，但知识仍然由人类教师主教，机器处于辅教地位，如AI助教系统模型[25]。在这个阶段，由于人工智能所依赖的技术主要是机器学习，因此，机器只能部分地、简单地模仿人类教师的教，知识的内容也被局限在容易记忆、理解的知识（低阶认知）范围内，较为复杂的批判性思维、知识的迁移与创新（高阶认知）则很难让机器来“教”[26]。因此，这个阶段的“人机共教”以人教为主、机教为辅，大部分知识由人类教师来教，少量的知识由机器来教。在强人工智能阶段，“人机共教”仍然指人和机器共同“教”学生知识，但人类教师和机器教师均处于主教地位，只是分工不同，如AI教师伙伴[27]。在这个阶段，由于人工智能的自主学习能力大大增强，其智能和人类处于同一水平。对于机器擅长的陈述性知识、计算性及推理性知识，机器在模仿人类教师的基础上可以自由发挥、自主性地“教”。因此，这个阶段的“人机共教”人类教师和机器教师均是主教，没有主辅之分，只不过各自负责自己擅长的知识领域来教而已。在超人工智能阶段，“人机共教”指人和机器共同“教”学生，但是机器主要负责“教书”（教知识），人类教师主要负责“育人”。在这个阶段，由于人工智能的智能水平已经超越人类，而且执行效率很高，因此，几乎所有的知识都主要由机器来“教”，人类教师主要承担如何使学生健康地成长为社会需要的、全面发展的人的“育人”工作，从而使教育回归本位。

（二）教师如何学为人师

首先，人工智能时代，要以人类难以被人工智能超越的重要特质为基础，培养教师的一系列关键素养，如道德素养、情感素养以及基于批判性思维的创新素养、哲学与审美素养等[28]。其次，人工智能时代，教师角色从知识传授者变成了学习促进者、学习伙伴、情感的呵护者，教师需要提升自己的AIQ（人工智能商数，即利用人工智能技术的能力水平）[29]，不懂人工智能的教师不会被人工智能替代，但是会被懂人工智能的教师替代；教师的任务由教师与人工智能共同承担，教师的核心价值在于育人，知识可以由机器来教，但是人只能由人类自己来育，育人为本是教育的出发点和归宿。育人主要指育德、育心，育人先育德，育德先育心。对于育人的内容，有的学者认为，主要是指人品人格、道德修养；有的学者认为，先立德才能成就树人，德育是核心，而且应当德育为先；有的学者认为，育人就是使人成为人，成为完整的人、全面发展的人；有的学者认为，育人就是育仁爱之心、正直之心、感恩之心、静心、慧心、勤奋与坚韧之心；有的学者认为，育人就是要尊重人、关心人、影响人、理解人、规范人、赞美人、等待人。本文认为，育人就是大爱育心，大美育德；育人要以爱育心，以心育德，以德育人。而

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能则主要在教书方面扮演助教、学习分析师、智能代理、教育决策助手等多种角色[30]。

(三)学生如何学习

首先,人工智能时代,学生要学会人机共生的思维方式。机器有机器的长处,人有人的长处,人与机器要和平共处。学生要从小培养与人工智能交往的能力,在与人工智能的交往中,观察机器、认识机器,培养其对人工智能的浓厚兴趣,利用人工智能的长处弥补自己的不足,并有效促进学习。其次,人工智能时代,学生要学习和掌握符合这个时代要求的、有效的学习方法。这些学习方法包括:(1)主动挑战极限,在挑战中完善自我;(2)从实践中学习;(3)关注启发式教育,培养创造力和独立解决问题的能力;(4)充分利用在线学习的优势;(5)主动向机器学习;(6)既学习人—人协作,也学习人—机协作;(7)学习要追随兴趣[31]。再次,人工智能时代,学生要转换学习方式。自主学习、终身学习、个性化学习、基于问题的学习、基于项目的学习、基于产品的学习、研究性学习会成为较为典型的学习方式[32],学生要适应这个时代,选择与人工智能时代相适应的学习方式。从人机共生的角度来看,人工智能时代人—机合作式学习也会成为不可或缺的学习方式[33]。对于终身学习,有的学者表示担忧,认为在"后人类状况"下,存在学习走向自身终结或终身学习两种可能[34],但是从本文人机共生的发展趋势来看,这种担心不足为虑,走向终身学习是必然趋势。最后,人工智能时代,学生要适应新的学习文化。一方面,"人人皆学、处处能学、时时可学"已成现实,学习随时、随地发生,智慧学习环境比比皆是,人工智能技术重塑人脑,基于创新学习的学习文化优势突出。同时,人需要思考的就是站在比人工智能更高的山峰,培养与人工智能相处的能力、与人相处的能力、超越人工智能的能力。另一方面,将"天人合一""中庸之道"等价值理念分别植入人与机器,在人机命运共同体和人机责任共同体之上建构人机价值共同体[35]。

(四)智慧教育

人工智能时代教育的一个重要的发展趋势是智慧教育,智慧教育是通过人机协同作用以优化教学过程与促进学习者美好发展的全人教育,它的主要特征是精准、个性、优化、协同、思维、创造[36]。人工智能时代的智慧教育希望在人机共生理念下,借助人机协同机制培养有智慧的人(包括教师、学生、家长、校长等),需要构建人机协同理念下以"感而知""描而知""掘而知"和"学而知"四层理解力为纽带的数据智慧机制(包括数据关系组织机制、信息模式识释机制、知识原理派生机制)[37],构建人的智慧和机器智能并重的教学智慧与文化智慧,培植以数据、教学、文化三大智慧为核心内容的人机协同新型指数认知,数据智慧增强教学智慧,文化智慧理念导向下融合数据和教学智慧,三大智慧协同配合并不断迭代、演进,助推指数思维引导下三大智慧的指数跃升,从而呈现人机优势互补的教育新生态[38];智慧教育需要构建全面智能感知的学习环境,创建人机协同的新型"双师课堂"[39],实施基于人机协同的、面向精准教学的个性化适性学习策略[40],开展人机协同的教学过程监控和教学评价;智慧教育倡导建立未来学习中心,倡导人工智能驱动下的个性化教学[41]、新师徒制和"人性为王"的教育,倡导人机相互学习、共同进化机制下的精准教育和终身学习[42],倡导人机和谐共生的校园文化与社群文化。

(五)教育如何面对人工智能带来的伦理问题

在人工智能时代,一方面,人工智能通过融入并赋能教育的各个环节,从而促进教育发展得更快、更好;另一方面,人工智能在教育领域的应用会带来一系列的伦理问题,如人工智能侵犯学习者个人隐私问题,人工智能造成的学习者种族歧视、性别歧视问题,智能教学机器的身份与边界问题等。2018 年,美国卡内基梅隆大学推出的人工智能本科人才培养方案非常关注伦理问题,设置了道德与伦理选修课程 7 个板块 32 门课程供学生选修[43]。借鉴美国的经验,可以预见我国的高等教育人工智能人才培养方案也会越来越重视道德与伦理课程的设置。2019 年,首届人工智能与教育大会形成的成果文件——《北京共识》,其内容涵盖包括伦理问题在内的 10 个议题,《北京共识》强调促进人工智能相关准则的"落地",但是目前教育领域人工智能技术应用的伦理机制尚不清晰,一个可能的发展趋势是建立教育领域的"可信赖人工智能"。首先,要在坚持人与机器"工具理性"与"价值理性"相统一的观念基础上,倡导人与机器在教育中的和谐相处、公平竞争,并确保人在教育中的主体地位;其次,要建立人工智能教育伦理需遵循的问责原则、隐私原则、平等原则、透明原则、不伤害原则、非独立原则、预警原则与稳定原则[44];最后,在确保师生的主体性的基础上,实现安全、透明、可预测、可解释、可审查、可追溯、可负责的人工智能+教育[45]。

五、结　语

要培养适应人工智能时代的新型劳动力,需要及时开启人工智能时代的教育革命。在这场教育革命

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

中，需要培养学生与人工智能交往的能力，而培养这种能力的一个前提条件是人类不但要重新认识自己，更要重新认识人工智能，重新认识人与机器的关系。本文在对人工智能与人的优缺点阐述的基础上，从人机共生的理论基础、人工智能时代的发展趋势等视角阐述了人机共生是人工智能时代的应然选择的观点，并进一步从“人机共教”、教师如何学为人师、学生如何学习、智慧教育、教育如何面对人工智能带来的伦理问题等角度，重新思考了人机共生理念下人工智能时代教育的发展趋势。

[参考文献]

[1] 袁振国.未来已来，将至已至——科技创新加速教育变革[EB/OL].(2017-12-03)[2019-07-29].https://www.sohu.com/a/208132432_529087.

[2] 搜狐.李开复：AI 如何改变世界[EB/OL].[2019-09-05] [2020-03-10].https://www.sohu.com/a/338910341_663097.

[3] PETER K. Computing machines can't be intelligent(...and Turing said so)[J].Minds and machines，2002(12)：563-579.

[4] 雷锋网. 微软全球执行副总裁沈向洋博士：理解自然语言：表述，对话，意境[EB/OL].(2017-10-28)[2020-03-10].https://www.leiphone.com/news/201710/iwl8kYjAIJZDTD7L.html.

[5] 哔哩哔哩.《杨澜访谈录》人工智能系列纪录片——《探寻人工智能》第 1-10 集 [EB/OL].(2017-12-06)[2020-03-10].https://www.bilibili.com/video/av16971406/?.

[6] 休伯特·德雷福斯.计算机不能做什么——人工智能的极限[M].宁春岩，译.北京：生活.读书.新知三联书店，1986：292-298.

[7] 蔡曙山，薛小迪.人工智能与人类智能——从认知科学五个层级的理论看人机大战[J].北京大学学报(哲学社会科学版)，2016(4)：145-154.

[8] 卜玉华.共生理论视角下我国区域教育均衡化发展研究——以上海市闵行区“学校生态群”模式为例[J].教育发展研究，2015(24)：15-23.

[9] 袁纯清. 金融共生理论与城市商业银行改革[M].北京：商务印书馆，2002：7-15.

[10] LICKLIDER J.C.R. Man-computer symbiosis[J].IRE Transactions on human factors in electronics，1960(3)：4-11.

[11] MICHAEL ARBIB. Artificial intelligence：cooperative computation and man-machine symbiosis [J].IEEE transactions on computers，1975，C-25(12)：1346-1352.

[12] 托马斯·达文波特，茱莉娅·柯尔比.人机共生：智能时代人类胜出的 5 大策略[M].李盼，译.杭州：浙江人民出版社，2018：95-238.

[13] 郝宁湘，郭贵春.人工智能与智能进化[J].科学技术与辩证法，2005 (3)：26-30.

[14] 搜狐. 人机共生体——建筑师的人工智能时代[EB/OL].(2018-01-08)[2019-08-01].https://www.sohu.com/a/215469362_658293.

[15] 新浪科技.人机共同进化：业界探讨 AI 未来之路[EB/OL].(2017-10-24)[2020-03-10].https://tech.sina.com.cn/roll/2017-10-24/doc-ifymyyxw4553809.shtml.

[16] 蔡恒进.论智能的起源、进化与未来[J].人民论坛·学术前沿，2017(20)：24-31.

[17] 蔡恒进.人工智能时代必须敬畏的天命[J].湖南大学学报(社会科学版)，2019(1)：32-36.

[18] 童天湘.从“人机大战”到人机共生[J].自然辩证法研究，1997(9)：1-8.

[19] 网易号. 钱教授课堂：人工智能时代，人与机器是共融关系不是主仆关系[EB/OL].(2019-01-01)[2019-08-01].http://dy.163.com/v2/article/detail/E3RSVI5R0521RS1O.html.

[20] 常晋芳.智能时代的人—机—人关系——基于马克思主义哲学的思考[J].东南学术，2019 (2)：75-82.

[21] 第一财经. 社论：人机共生时代来临，中国社会该如何准备 [EB/OL].(2017-12-01)[2019-08-01].https://www.yicai.com/news/5378074.html.

[22] 王志刚.关于人工智能的政治哲学批判[J].自然辩证法通讯，2019，41(6)：92-98.

[23] 亿欧. 浙江大学校长吴朝晖：人工智能新发展——混合智能理论、方法及应用[EB/OL] . (2017-07-09) [2019-08-01] .https://www.iyiou.com/p/49582.html.

[24] 张为志.人机共生：人工智能发展的必然趋势[J].国家治理，2019(4)：16-20.

[25] 杨彦军，罗吴淑婷，童慧. 基于“人性结构”理论的 AI 助教系统模型研究[J].电化教育研究，2019(11)：12-20.

[26] 宋灵青，许林. 人工智能教育应用的逻辑起点与边界——以知识学习为例[J].中国电化教育，2019(6)：14-20.

[27] 余胜泉，王琦.“AI+ 教师”的协作路径发展分析[J].电化教育研究，2019(4)：14-22，29.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[28] 项贤明.在人工智能时代如何学为人师? [J].中国教育学刊,2019(3):76-80.
[29] 王作冰.人工智能智能时代的教育革命[M].北京:北京联合出版有限公司,2017:83-86.
[30] 余胜泉.人工智能教师的未来角色[J].开放教育研究,2018(1):16-28.
[31] 李开复,王咏则.人工智能[M].北京:文化发展出版社,2017:278-284.
[32] 赵慧臣,唐优镇,马佳雯,等.人工智能时代学习方式变革的机遇、挑战与对策[J].现代教育技术,2018(10):20-26.
[33] 王竹立.论智能时代的人—机合作式学习[J].电化教育研究,2019(9):18-25,33.
[34] 吴冠军.后人类状况与中国教育实践:教育终结抑或终身教育?——人工智能时代的教育哲学思考[J].华东师范大学学报(教育科学版),2019(1):1-16.
[35] 肖峰,胡小玉.人工智能时代人机和谐的多维建构[J].河北学刊,2019(2):50-56.
[36] 搜狐网. 华东师范大学教授: 如何实现人机协作的智慧教育? [EB/OL].(2017-11-24)[2020-01-03].http://www.sohu.com/a/206303550_99905135.
[37] 彭红超,祝智庭.人机协同的数据智慧机制:智慧教育的数据价值炼金术[J].开放教育研究,2018 (2):41-50.
[38] 祝智庭,俞建慧,韩中美,等.以指数思维引领智慧教育创新发展[J].电化教育研究,2019(1):5-16,32.
[39] 汪时冲,方海光,张鸽,等.人工智能教育机器人支持下的新型"双师课堂"研究——兼论"人机协同"教学设计与未来展望[J].远程教育杂志,2019(2):25-32.
[40] 彭红超,祝智庭.人机协同决策支持的个性化适性学习策略探析[J].电化教育研究,2019(2):12-20.
[41] 朱永新,徐子望,鲁白,等."人工智能与未来教育"笔谈(上)[J].华东师范大学学报(教育科学版),2017(4):15-30.
[42] 伏彩瑞,关新,朱华勇,等."人工智能与未来教育"笔谈(下)[J].华东师范大学学报(教育科学版),2017(5):13-29.
[43] 季波,李魏,吕薇,等.人工智能本科人才培养的美国经验与启示——以卡内基梅隆大学为例[J].高等工程教育研究,2019(6):194-199.
[44] 杜静,黄荣怀,李政璇,等. 智能教育时代下人工智能伦理的内涵与建构原则[J].电化教育研究,2019(7):21-29.
[45] 张慧,黄荣怀,李冀红,等. 规划人工智能时代的教育:引领与跨越——解读国际人工智能与教育大会成果文件《北京共识》[J]. 现代远程教育研究,2019(3):3-11.

Man-machine Symbiosis: Era of Artificial Intelligence and Its Development Trend of Education

ZHANG Xuejun, DONG Xiaohui
(School of Educational Technology, Northwest Normal University, Lanzhou Gansu 730070)

[Abstract] The educational revolution develops with the progress of the Times, and the era of artificial intelligence needs to develop an educational revolution corresponding to its times. In this educational revolution, it is necessary to cultivate students´ ability to communicate with artificial intelligence. A prerequisite for cultivating this ability is that human beings not only have to re-recognize themselves, but also re-recognize artificial intelligence and the relationship between human beings and machines as well. This paper first expounds the advantages and disadvantages of artificial intelligence and human beings, then puts forward that man-machine symbiosis is the natural choice in the era of artificial intelligence, and elaborates it from the theoretical basis of man-machine symbiosis and the development trend of the era of artificial intelligence. On this basis, the development trend of education in the era of artificial intelligence under the concept of man-machine symbiosis is discussed from the perspectives of "man-machine co-education", "how teachers learn to be teachers" , "how students learn", "intelligent education" and " how education faces the ethical problems brought by artificial intelligence".

[Keywords] Era of Artificial Intelligence; Man-machine Relationship; Man-machine Symbiosis; Man-machine Co-education; Development Trend

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能应用背景下的教育人工智能研究*

李 振[1] 周东岱[1,2] 刘 娜[1] 欧阳猛[1]

（1．东北师范大学 信息科学与技术学院，吉林长春 130117；
2．吉林省“互联网+”教育科技创新中心，吉林长春 130117）

摘要：人工智能的迅猛发展和广泛应用正深刻影响着人类社会的各个方面，也推动教育迈向智能教育时代。在此背景下，文章首先分析了教育人工智能与人工智能教育、智能教育的关系，将研究的重点定为教育人工智能；随后，文章梳理了教育人工智能的演进历程，按历史发展顺序将其分成五个时期；同时，基于教育人工智能的四大要素，文章构建了教育人工智能的技术框架，并对其典型应用进行了分析；最后，文章从加强多学科交叉融合研究、完善教育数据生态系统、培养教育人工智能专业人才、深化教育人工智能应用等四个方面，提出了教育人工智能的未来发展路径，以期进一步推动人工智能与教育的深度融合。

关键词：教育人工智能；智能教育；技术框架；发展路径

【中图分类号】G40-057【文献标识码】A【论文编号】1009—8097（2018）09—0019—07【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2018.09.003

人工智能技术通过对人类的感知、记忆、学习、思维等进行模拟，使机器具备人类的识别、认知、分析、决策等功能，从而替代人类完成一些重复性的复杂工作。《新媒体联盟地平线报告：2017 高等教育版》曾预测：人工智能将对未来教育产生重要影响[1]。2017 年，国务院出台的《新一代人工智能发展规划》提出要利用人工智能技术进行教育模式变革、构建新型教育体系、研发智能化的学习支撑平台，并实施全民智能教育项目[2]，说明人工智能在我国已上升为国家的核心战略。近年来，各种新型智能教育应用层出不穷，如高考机器人、自动批改作业、智能口语测评、在线拍照搜题等，可以说人工智能与教育的深度融合已成必然趋势。随着人工智能技术在教育领域的深度应用，互联网教育将进入“人工智能+教育”的高级阶段，教育信息化将迈入以“融合创新，智能引领”为主要特征的 2.0 时代[3]。

一 教育人工智能与人工智能教育、智能教育的关系

人工智能在教育领域的应用由来已久，目前与此相关的研究主要涉及智能教育、人工智能教育、教育人工智能三个术语，而这三个术语经常被混淆使用，故本研究试图基于相关研究成果对这三个术语的概念进行辨析。

1 相关研究成果

在针对智能教育、人工智能教育、教育人工智能的相关研究成果中，朴钟鹤[4]对韩国智能教育的内涵进行了探析，认为智能教育是基于学习者的能力、兴趣，运用信息技术来开展自主式学习的教育；赵银生[5]认为智能教育即教育手段智能化，是指采用先进的信息技术促进教与学方式、方法和模式的变革，使得教育管理、教学与学习实现智能数字化；张进宝等[6]认为智能教育以实现个体智能的发展为目标，综合培养学习者的学习能力、数字素养、计算思维，是个体智能发展与智能技术实践相整合的创新教育过程；陈凯泉等[7]认为人工智能教育的目标定位是培养学生的编程能力与计算思维；闫志明等[8]认为教育人工智能的目标包括两方面：一是提供适应性的学习环境和智能学习工具，二是通过人工智能技术来揭开“学习黑匣子”。

2 概念辨析

本研究认为，智能教育兼具教育目的性和技术性之双重属性：①从教育视角出发，智能教育被视为育人的目标，即“促进人类智能发展的教育”，更多地指向“多元智能”、信息化素养和计算思维能力的培养；②从信息化视角出发，智能教育被视为育人的技巧，即“利用人工智能改善教育”，侧重于将人工智能作为支持教学的技术手段。由此，可以推出智能教育具有“促进智能发展”和“智能化教育”的双重功能。基于此，本研究认为智能教育可细分为人工智能教育和教育人工智能两大方向，三者的关系如图 1 所示。

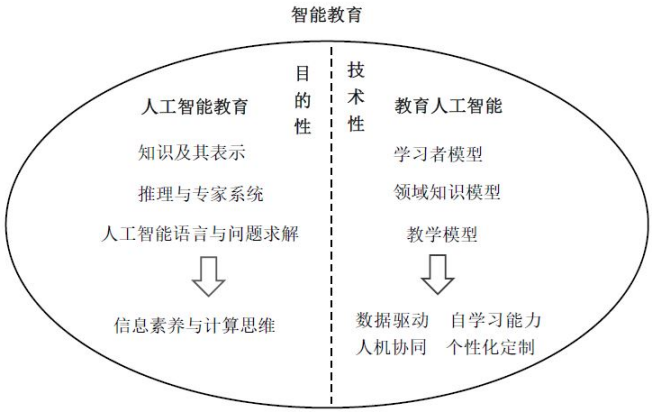


图 1 教育人工智能与人工智能教育、智能教育的关系

具体来说，人工智能教育将人工智能作为学习对象，开展知识及其表示、推理与专家系统、人工智能语言与问题求解等内容的教学，旨在使学生建立对人工智能技术的基本认知，从而培养学生的信息学科素养、提升学生的计算思维能力。教育人工智能是人工智能和学习科学的结合，是指利用人工智能技术，为自适应学习环境和灵活多样的教育辅助工具提供智能支持，并探索学习发生的原理与机制；教育人工智能具有数据驱动、自学习能力、人机协同、个性化定制的特点，其三大核心内容是学习者模型、领域知识模型、教学模型[9]。目前，智能教育的研究主要集中在教育人工智能方面。

二 教育人工智能的演进历程

自从教学机器诞生以来，心理学家、教育学家就开始探索如何将自动化、智能化手段应用到教育教学中，以将教师从重复劳动中解放出来，为学生提供高质量、个性化的学习方式，从而提高教与学的效率。从历史演化的视角，可将教育人工智能的演进历程划分为以下五个时期：

1 萌芽期：早期的教学机器

教育人工智能的探索可追溯至 20 世纪 20 年代，Pressey 制作了第一台自动执行测验和计分任务的教学机器[10]；60 年代早期，Skinner 基于行为主义理论设计了支持程序教学的机械装置[11]，其目的在于通过预设的知识项目来实现差异化、个别化的教学——这些早期成果孕育了人工智能教育应用的萌芽。

2 启动期：计算机辅助教学

在图灵测试和人工智能概念的影响下，20 世纪 60 年代后期，教育人工智能进入计算机辅助教学（Computer Aided Instruction，CAI）阶段[12]。ALGOL、LOGO 编程语言开始应用于计算机

辅助教学，并且研究者开发出了很多的辅助教学系统，如 PLATO 系统、TICCIT 系统等。一般而言，CAI 系统由硬件、软件及课件三部分组成。

3 突破期：智能计算机辅助教学

20 世纪 70 年代后期至 80 年代初，研究者在 CAI 的基础上引入知识库、推理机等专家系统技术，教育人工智能由此逐渐进入智能计算机辅助教学（Intelligent Computer Assisted Instruction，ICAI）阶段。这一时期正处于行为主义衰落、认知心理学崛起的阶段，因此这一时期的智能教学系统大致可分为两类：一类是以行为主义理论为基础的系统，如 SCHOLAR、WEST、SOPHIE、GUIDON 等；另一类是认知主义主导的教学系统，如 LISPTutor、PROUST 等。总体而言，这些系统仍遵循“以教为中心”的教学理念。

4 发展期：自适应学习

随着互联网的发展，适应性教育超媒体系统（Adaptive Hypermedia System，AHS）在 20 世纪 90 年代初开始出现，并在此基础上演化成了自适应学习系统[13]。自适应学习系统能够根据当前学习者的学习需求、学习风格、知识水平、认知能力和学习状态进行适应性调整，实现个性化或差异化学习。一个典型的自适应学习系统包括领域模型、用户模型、教学模型、适应性引擎等四部分，代表性系统有 SQLTutor、AutoTutor、Why-2 Atlas 等。这一时期的智能教学系统强调“以学习者为中心”的理念，更加关注学习者的学习需求与个性特征。

5 高速发展期：智适应学习

近年来，随着云计算、教育大数据、深度学习等技术的不断成熟，教育人工智能进入高速发展期。在这一时期，大规模教育数据的采集、存储、计算、分析、挖掘成为可能。基于全程跟踪记录的学习者行为数据，智适应学习系统以数据驱动的方式智能判别学习风格、个人偏好，借助机器学习、知识图谱等人工智能技术，深度诊断学习者的知识掌握情况，为学习者提供实时、动态、智能化、个性化的指导与干预，代表性系统有 Knewton、DreamBox、ALEKS、AltSchool、Kidaptive、Smart Sparrow 等。这一时期的智能教学系统强调数据驱动、智能适应，其目标是实现大规模的个性化学习。

三 教育人工智能的技术框架及典型应用

1 教育人工智能的技术框架

数据、运算力和算法模型是人工智能技术的三大要素，而教育人工智能是人工智能与学习科学相结合而形成的一个新领域[14]，因此可以认为教育人工智能主要由数据、运算力、算法模型、学习科学四大要素组成。

基于上述四大要素，结合对教育人工智能的认知，本研究构建了教育人工智能的技术框架，如图 2 所示。该框架自下而上分为四层：①基础设施层以云平台为基础，为教育人工智能提供计算能力；②大数据层汇集了教育教学活动中的各种管理数据、资源数据、行为数据以及评价数据，为智能计算提供数据基础；③算法层提供 TensorFlow、Caffe 等开发框架和计算机视觉、语音识别、自然语言处理等先进算法，是教育人工智能的核心；④应用层以人工智能优化教学过程为目标，开展自适应学习、智能化评测、自动化批改、教育机器人、虚拟学伴等场景应用，驱动个性化学习、精准化教学从理念走向实践，是教育人工智能发展的目标。

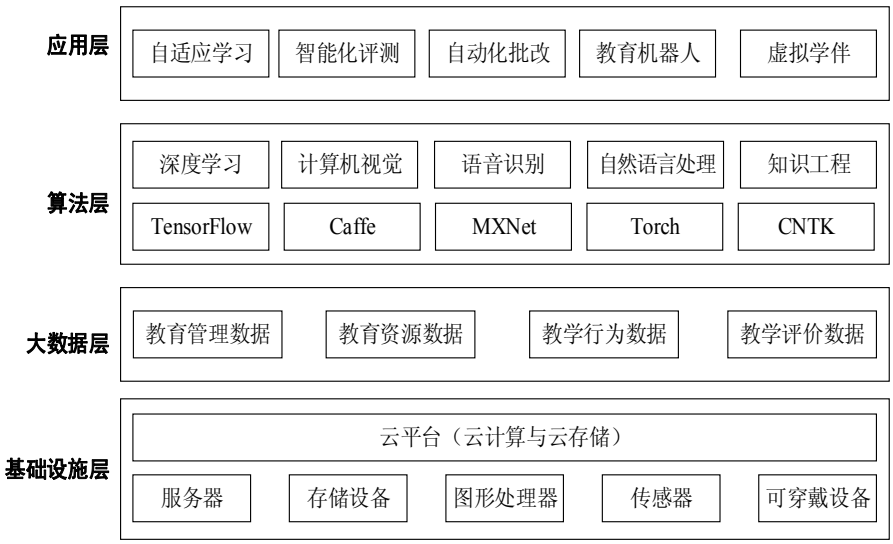


图 2　教育人工智能的技术框架

2 教育人工智能的典型应用

（1）自适应学习

自适应学习能够根据学习者的个体差异为其提供个性化的学习内容、学习资源、学习路径和学习策略，并提供适应性的指导与干预[15]。已有很多学习系统将人工智能技术融入其中，如美国的 Knewton 平台借助心理测量模型和贝叶斯网络等概率模型来评估学习者的知识状态，并基于学科知识图谱进行学习路径推荐[16]；DreamBox 通过跟踪学习者的行为记录，利用机器学习算法实时为学习者提供自适应学习内容，从而培养学习者对于数学概念的理解能力[17]。在人工智能技术的支持下，结合大数据的学习行为分析技术，能够建立更加精准的学习者模型和学科知识本体库与知识图谱，更加智能地自适应调整学习过程，并有针对性地为学生推送适合的学习内容，从而快速提高学习效率、提升学习效果。

（2）智能化学习评测

随着人工智能技术在教学中的应用不断深入，传统的人工评测正逐渐被智能化、自动化的系统所取代。典型的应用有计算机智能化测验、大规模机器口语测评等。

计算机智能化测验是基于项目反应理论和认知诊断理论，由计算机根据学习者当前的能力水平，自动从大型题库中选取难度与之相适应的项目进行测评。计算机智能化测验能够高效精准地估计被试的能力水平，学习者可以显性了解自己对学科板块知识点和能力点的掌握情况[18]，已成为教育测量与评价发展的必然趋势。目前，国内的智慧学伴、论答、乂学教育提供的教育应用都采用了这种智能化的测评技术。

大规模机器口语测评主要采用深度学习等智能语音识别技术，对学生的口语发音进行指正、评分，从而实现英语听说测评的自动化，减少人力投入成本并显著提升教学效率。在国内，科大讯飞、沪江英语、51Talk、英语流利说等都研发了相应的英语口语识别引擎。而在国外，Carnegie Speech、Duolingo 软件采用自动语音识别（Automatic Speech Recognition，ASR）技术和自然语言处理（Natural Language Processing，NLP）技术来识别语言中的错误，并帮助学习者进行纠正。

（3）智能化教学辅助

作文自动化批改、教育机器人等教学工具的出现，对教师这个劳动密集型职业起到了一定的替代和辅助作用，为解决教师投入成本高、效率低和师资不均衡等问题提供了技术支撑[19]。

作文自动化批改工具基于标准语料库，利用图像识别、自然语言处理、大数据分析等技术手段，从词汇、语法、篇章、立意等多个维度对学生的作文进行综合评价，并及时给出作文的评语、总分和按句点评。代表性作文自动化批改工具有美国的 McGraw-Hill、Pearson、ETS 和国内的批改网等，而 EdX、Coursera、Udacity 也正利用自然语言处理、机器学习、众包等技术来对简答题、论述题和编程作业进行评估。

教育机器人作为一种具有感知、思维、动作、协同等能力的智能工具，能够协助教师进行教学管理、答疑，增强或延伸教师的表达能力、知识加工能力和沟通能力；能够作为学生学习的虚拟学伴，激发学生的学习兴趣和动力[20]，如 AdmitHub 应用聊天机器人来自动回答学生的高频问题。

四 教育人工智能未来的发展路径

教育人工智能虽然经历了漫长的发展过程，也产生了很多创新性应用，但与人类智能水平还存在很大的差距，教育人工智能的研究与应用依然任重而道远。目前，教育人工智能在学科交叉融合研究、教育数据生态系统完善、专业人才培养以及实践应用等方面尚有待加强。

1 加强多学科交叉融合研究

教育人工智能是一门系统性科学，其研究属于多学科交叉型，需要教育技术学、计算机科学、软件工程、信息管理等多学科的对接和联合攻关。其中，教育技术学侧重于教育人工智能模型与方法的研究，并融合前沿教育教学理念，设计以学习者为中心、以创造性思维培养为目标、提供深度学习体验、支持多模态互动教学模式的智能学习环境和资源；计算机科学、信息管理主要负责教育大数据获取、教育知识图谱构建、数据智能处理与分析、智能化诊断评测、学习路径智能规划、学习资源智能推送等方法与技术的研究；软件工程则负责相关智能平台的工程开发与服务研究。此外，研究者还应加强教育人工智能与脑科学、认知科学、心理学、统计学等学科的交叉融合，以便为教育人工智能的深入研究提供理论基础。

2 完善教育数据生态系统

海量的教育数据既是发展教育人工智能的核心要素之一，也是训练人工智能系统的基础。教育数据生态系统的完善可从以下方面入手：①在教育数据共享方面，加快建立教育数据采集的标准与规范，适度开放、共享公共教育数据资源，鼓励社交媒体等跨领域的多元数据共享融通。目前，ADL、IMS、ISO 等国际标准化组织都在积极制定相应的教育大数据标准，其中最具代表性的是学习行为数据采集标准 Experience API 和学习分析数据互操作规范 IMS Caliper Analytics。②在教育数据预处理方面，通过数据清洗、数据扩充、数据交叉校验等环节，清除“脏”数据、补全缺失数据、统一数据格式，形成高质量的、“干净”的数据资源。③在教育数据存储与计算方面，开展基于 Hadoop、Storm、Spark 等开源框架的并行存储与计算技术研究[21]，开发或定制适合教育数据的一体化大数据平台，为教育人工智能提供可靠的、有质量的数据资源。

3 培养教育人工智能专业人才

教育人工智能需要跨学科复合型的专业技术人才，一方面要求具有机器学习、知识图谱、

深度学习等人工智能方面的专业能力，另一方面要求具备教育心理学、教育信息化理论与方法、数字化学习资源环境设计与开发等教育技术学的背景知识——但既懂人工智能又懂教育的交叉学科人才供求严重失衡，因此急需教育工作者重新设计人工智能教育的培养方式和课程体系，以培养教育人工智能的复合型人才。此外，在中小学阶段，以人工智能课程为主线，教师可以结合机器人教育、Scratch 编程教育、STEM 教育、创客教育等形式，开展人工智能的普及教育。

4 以需求为导向，深化教育人工智能应用

智能技术只是解决个性化教育等问题的手段而非目的，因此教育人工智能应以教育需求为导向而非以技术研发为动力。具体而言，教育人工智能在应用时需以资源均衡化、学习个性化等迫切需求为目标，利用人工智能的智能感知、智能建模、智能决策等功能，开展诸如智能校园、立体综合教学场、智能在线学习教育平台、智能教育助理等以智能化为核心的数字化学习资源与环境的设计与开发，以推进教育人工智能在教学中的常态化应用，深化人工智能与教育教学的融合。值得一提的是，随着云计算平台和 TensorFlow、MXNet 等深度学习框架的不断成熟，人工智能算法的准入门槛会显著降低，教育人工智能应用的开展将会变得更加方便快捷。

参考文献

[1](美)S·亚当斯贝克尔,M·卡明斯,A·戴维斯,等著.殷丙山,高茜,任直,等译.新媒体联盟地平线报告:2017 高等教育版[J].北京广播电视大学学报,2017,(2):1-20.

[2]国务院.新一代人工智能发展规划[OL]. <http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm>

[3]任友群,冯仰存,郑旭东.融合创新,智能引领,迎接教育信息化新时代[J].中国电化教育,2018,(1):7-14.

[4]朴钟鹤.教育的革命:韩国智能教育战略探析[J].教育科学,2012,(4):87-91.

[5]赵银生.智能教育(IE):教育信息化发展的新方向[J].中国电化教育,2010,(12):32-34.

[6]张进宝,姬凌岩.是“智能化教育”还是“促进智能发展的教育”——AI 时代智能教育的内涵分析与目标定位[J].现代远程教育研究,2018,(2):14-23.

[7]陈凯泉,何瑶,仲国强.人工智能视域下的信息素养内涵转型及 AI 教育目标定位——兼论基础教育阶段 AI 课程与教学实施路径[J].远程教育杂志,2018,(1):61-71.

[8][9]闫志明,唐夏夏,秦旋,等.教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国为《人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,2017,(1):26-35.

[10]龚维瑶.程序教学简介[J].心理科学,1965,(2):19-24.

[11](美)M·P·德里斯科尔著.王小明,等译.学习心理学——面向教学的取向(第三版)[M].上海:华东师范大学出版社,2008:52-53.

[12]邢新华.智能计算机辅助教学——ICAI[J].中国电化教育,1999,(6):8-9.

[13]左宪枝,陈雨.基于自适应学习系统的翻转课堂实践模式研究[J].中国教育信息化,2016,(10):18-22.

[14]Luckin R, Holmes W. Intelligence unleashed: An argument for AI in education[OL].
<https://www.pearson.com/news/blogs/CompanyBlog/2016/03/intelligence-unleashed-an-argument-for-ai-in-education.html>

[15]菅保霞,姜强,赵蔚,等.大数据背景下自适应学习个性特征模型研究——基于元分析视角[J].远程教育杂志,2017,(4):87-96.

[16]万海鹏,汪丹.基于大数据的牛顿平台自适应学习机制分析——“教育大数据研究与实践专栏”之关键技术篇[J].现代教育技术,2016,(5):5-11.

[17]张渝江.用自适应技术支撑个性化学习[J].中国信息技术教育,2013,(3):118-121.
[18]路鹏,丛晓,宋克,等.计算机自适应测试研究进展与展望[J].东北电力大学学报,2015,(3):82-90.
[19]亿欧智库.2018 人工智能赋能教育产业研究报告[OL].
<http://www.askci.com/news/chanye/20180305/135309119053.shtml>
[20]黄荣怀,刘德建,徐晶晶,等.教育机器人的发展现状与趋势[J].现代教育技术,2017,(1):13-20.
[21]李振,周东岱,刘娜,等.教育大数据的平台构建与关键实现技术[J].现代教育技术,2018,(1):100-106.

Research on the Artificial Intelligence in Education under the Background of Artificial Intelligence Application

LI Zhen[1] ZHOU Dong-dai[1,2] LIU Na[1] OU Yang-meng[1]

(1. School of Information Science and Technology, Northeast Normal University, Changchun, Jilin, China 130117;
2. Science and Technology Innovation Center in "Internet+" Education of Jilin Province, Changchun, Jilin, China 130117)

Abstract: The rapid development and wide application of artificial intelligence is affecting every aspect of human society deeply, which also promotes the education towards the era of intelligent education. In this context, this paper firstly analyzed the relationship among the artificial intelligence in education, artificial intelligence education and intelligent education, and focused the research on the artificial intelligence in education. Then, this paper reviewed the evolution process of artificial intelligence in education and divided the evolution process into five stages according to its historical development order. Meanwhile, based on the four major elements of artificial intelligence in education, the technical framework of artificial intelligence in education was constructed and its typical applications were analyzed. Finally, the future development path of artificial intelligence in education was presented from the four aspects of strengthening interdisciplinary research, perfecting educational data ecosystem, cultivating professionals of artificial intelligence in education, and deepening the application of artificial intelligence in education, expecting to promote the deep integration of artificial intelligence and education.

Keywords: artificial intelligence in education; intelligent education; technical framework; development path

---

*基金项目：本文为 2016 年度吉林省科技发展计划项目"基于云计算的教育公共服务平台构建系统"（项目编号：20160307006GX）的阶段性研究成果。

作者简介：李振，在读博士，研究方向为教育云和教育大数据，邮箱为 nenu_lizhen@qq.com。

收稿日期：2018 年 4 月 8 日

编辑：小米

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能在我国教育领域应用的可视化分析*

刘 勇 生晓婷 李 青

（北京邮电大学 网络教育学院，北京 100088）

摘要：人工智能为我国教育领域带来深刻变革，使教育向智能化方向发展。文章以 CNKI 数据库为研究对象，基于主题“人工智能”和“教育”、“AI”和“教育”进行检索后对 2006～2017 年间的文献进行可视化分析。文章首先利用 CiteSpace 可视化工具，基于关键词网络的关键节点进行研究热点和研究前沿分析，然后通过聚类算法对研究内容进行了详细讨论，最后探讨了人工智能对教育的影响，并对人工智能在我国教育领域的发展进行反思。

关键词：人工智能；教学技术；CiteSpace；可视化分析

【中图分类号】G40-057【文献标识码】A【论文编号】1009—8097（2018）10—0027—08【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2018.10.004

一 概述

人工智能（Artificial Intelligence，AI）的概念首次在 1956 年召开的美国达特茅斯会议上提出。自 20 世纪 70 年代起，许多国家都开展了人工智能的研究，涌现出了大量的研究成果。2016 年，在百度举办的“畅想教育科技高峰论坛”上，来自各领域的专家学者共同探讨了人工智能在未来教育的发展方向[1]。全球新经济行业数据挖掘和分析机构 iiMedia Research 发布的《2017 年中国在线教育行业白皮书》显示，人工智能/大数据技术将使大范围个性化教育成为可能[2]。美国新媒体联盟联合北京师范大学智慧学习研究院发布的《2017 中国高等教育技术展望：地平线项目区域报告》中指出，未来 4～5 年内，情感计算、机器人技术、机器学习等技术将对中国高等学校产生深远影响[3]，而这些技术都是人工智能领域中的主要研究内容。在教育领域，人工智能技术具有极大的创新潜力和应用前景，我国在教育人工智能领域进行了积极的探索和研究，有必要对这些研究成果进行梳理。

二 研究设计

本研究主要聚焦于我国教育人工智能领域的研究热点、研究前沿及关键词聚类这三个方面。本研究借助软件 CiteSpace，绘制了教育人工智能应用的知识图谱，并通过内容分析法对检索到的文献进行分析，从而对人工智能技术在我国教育领域中的应用进行了详细梳理和阐述。

1 数据来源

本研究以 CNKI 学术期刊全文数据库为数据来源，以“人工智能”和“教育”、“AI”和“教育”作为主题词进行检索，选定文献发表时间为 2006～2017 年，共获得文献 1186 篇，剔除无作者、无关键词、与主题相关度不高等无效数据，得到有效文献数量共 1086 篇，其中期刊 629 篇、硕博士学位论文 457 篇。

2 研究步骤

本研究首先将所筛选的文献数据经过 CiteSpace 自带的数据格式转换器进行预处理，再导入到 CiteSpace 中进行科学知识图谱生成。CiteSpace 的参数设置如下：时间段为 2006～2017 年，时间切片为 1 年，节点类型为“关键词（Keyword）”，分析数据的阈值为 topN%=50%，并采

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

用 Pathfinder 裁剪方法，最终生成相关图谱。

三 研究结果

1 关键节点分析

（1）热点分析

本研究首先运行 CiteSpace 使节点以年轮样式显示，然后进行关键词热点分析。本研究对高频词和中介中心性较高（取值高于 0.1、带有紫色圆环）的词进行综合分析从而判定热点。除去基本关键词“人工智能”后得到高频与高中介中心性关键词的网络知识图谱如图 1 所示，图 1 显示共有 9 个热点关键词，关键词右侧括号中的数值分别为该关键词的出现频次与中心性值。

上述 9 个热点关键词可大致归纳为四个方面：①信息技术方面，主要涉及“数据挖掘”、“Agent”和“自然语言处理”，这三个关键词对应相关的信息技术，说明在教育领域主要采用人工智能中的此类技术为教育提供服务；②教育理论知识方面，主要涉及“远程教育”和“在线教育”，这两种教育方式突破了时空界限，更多地运用网络技术与环境开展教育，用户规模巨大，并应用大数据进行数据挖掘，因此与人工智能技术的结合更紧密；③人工智能技术在教育领域中的典型应用，主要涉及关键词“智能教学系统”，通过分析学习行为，提供更好的学习路径；④关键词“智能制造”，它是由智能机器和人类专家共同组成的人机一体化智能系统，它使制造自动化的概念高度集成化、智能化，该热点在我国教育领域中主要应用于制造业的职业技能培训方面。

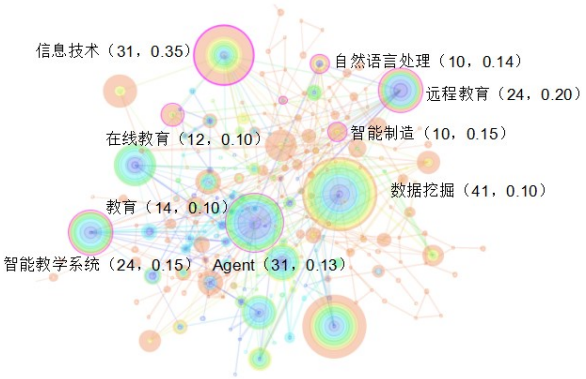


图 1 高频与高中介中心性关键词可视化图谱

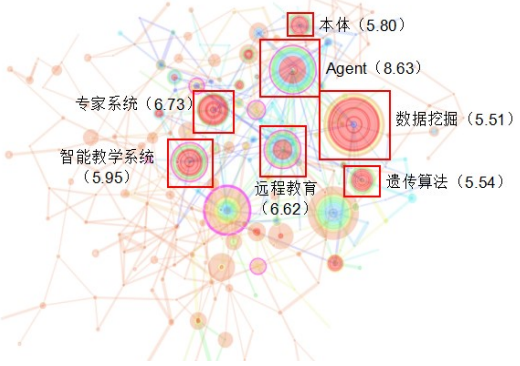


图 2 突现关键词可视化图谱

（2）前沿分析

本研究选择突现值＞5 的关键词作为前沿关键词，除去基本关键词“人工智能”后得到的突现关键词可视化图谱如图 2 所示。图 2 中方框示出的是突现值＞5 的 7 个突现关键词，关键词右侧括号中的数值为该关键词的突现值。为进一步从时间维度上显示前沿关键词演进的视图，本研究采用 CiteSpace 中“时区视图”的呈现方式展示出关键词的更新和相互影响，如图 3 所示。由图 3 可知，7 个突现关键词出现的时间集中在 2006～2007 年。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

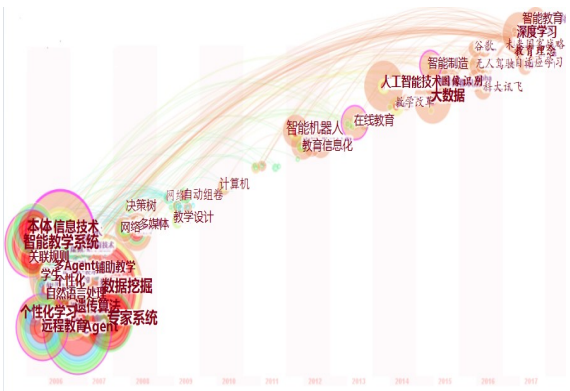


图 3 时间区域方式呈现的突现关键词可视化图谱

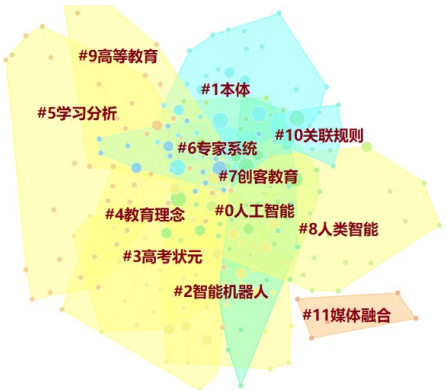


图 4 关键词聚类分析可视化图谱

Agent 的研究集中在 2006～2008 年，教育信息化的普及和远程教育的发展使得基于 Agent 技术的教育应用研究不断涌现。专家系统的突现时间集中在 2006～2012 年，在此期间，专家系统由最初的专业化解决专门问题到单学科专业型、应用型系统再到多学科综合型系统不断发展。本体的突现集中在 2006～2010 年，这一时期随着远程教育的发展出现了各种网络学习系统，创建了各种学习资源。遗传算法突现时间为 2006～2011 年，应用最多的是智能组卷。智能教学系统的研究集中在 2007～2012 年，人工智能不断从计算智能、感知智能向认知智能发展，智能教学系统也伴随新技术的出现而改善升级[4]。数据挖掘在教育领域中的突现出现在 2007 年，一直延续至 2015 年，是所有前沿关键词中时间跨度最长的，能够应用于远程教育、高等教育等多种教育形式，以及智能教学系统、教学评价系统、教学辅助系统等多种类型的教学系统，为实现个性化学习提供了强大的理论基础和技术支持。

2 聚类分析

本研究针对关键词网络通过对数似然率算法（Log-Likelihood Rate，LLR）进行聚类，并以该类中 LLR 算子取值最高的特征词的名称作为聚类名称，得到聚类结果如图 4 所示。由图 4 可知，共得到 12 个聚类，本研究将这 12 个聚类进一步归纳为三大类：教育领域中采用的人工智能技术、人工智能技术在教育领域中应用的产物、人工智能技术对教育理论的影响，下面分别从这三个方面对各聚类内容进行分析。

（1）教育领域中采用的人工智能技术——6 个聚类

#0 人工智能聚类下提取出的特征词有人工智能、虚拟现实、三维建模等。虚拟现实（Virtual Reality，VR）技术利用计算机产生的实时三维逼真图像，能高度模拟人在环境中的各种感知行为，让观察者有身临其境的感受，并很好地感知和研究客观事物的变化规律。尹伟等[5]从警务实战训练的角度，探索了 VR 的教学模式，如在公安现场执法教学中，教师可通过 VR 技术构建案件场景，让学员的语言控制、动作技能、武力使用在虚拟现实中最大限度地得到训练。由于 VR 技术在各领域中的应用越来越广泛，各高校也陆续开始研发相关课程并予以实施。卢梅丽等[6]对 VR 技术课程的教学改革进行了研究，通过讲授 VR 技术来培养高精尖职业技能型人才。

#1 本体聚类下提取出的特征词有本体、个性化学习、Agent、智能教学系统等。人工智能领域的学者 Neches 等[7]最早提出本体（Ontology）一词，认为本体是构成相关领域词汇的基本术

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

语和关系，以及利用这些术语和关系构成的、规定这些词汇外延的规则。Jiang 等[8]通过本体来实现学习者在学习过程中的个性化需求。Agent 一词在国内通常被翻译为“智能体”或“艾真体”，为实现个性化智能教学系统的应用提供帮助[9]。基于 Agent 的分布式和集中式网络教学模式，可以针对不同的学生个体提出相应的教学内容，较好地解决了传统教学模式中存在的一些问题[10]。

#5 学习分析聚类下提取出的特征词有学习分析、网络学习空间、自适应学习等。美国普渡大学构建的名为“课程信号（Course Signals）”的教师教学支持与学习干预系统，就是利用学习分析的各种技术手段帮助教师了解每个学生的学习情况，不断改进教学方法，并为学习者提供及时且具有针对性的反馈[11]。贺相春等[12]在明确网络学习空间系统架构的基础上，分析了系统的功能演变，提出人工智能驱动大数据分析、虚拟现实技术、可穿戴技术的交叉融合，使得原有的学习环境可以借助智能代理、智能导师、智能学伴等，为学习者提供智能化的学习服务。

#6 专家系统聚类下提取出的特征词有专家系统、推理机、计算机辅助教学（Computer Aided Instruction，CAI）等。专家系统可以在程序系统中存储某个专门领域的专家知识（知识库），并且拥有类似领域专家解决实际问题的推理机制（推理机），最终实现人机的互动（人机接口）。方利伟等[13]利用机器人语言设计了一个实时专家系统，它可以自动获取传感器信号，根据预先设置好的规则库进行推理，得到下一步执行的指令，从而控制机器人的行动。推理机一般在专家系统中用来控制、协调整个系统[14]。这些技术将人工智能理论变成实践并应用于 CAI 系统中，形成智能计算机辅助教学系统，可以帮助学生对大量知识进行选择、判断、处理。

#10 关联规则聚类下提取出的特征词有关联规则、遗传算法、试题库、智能组卷等。关联规则的挖掘算法被应用于包括教育在内的很多行业和研究领域。例如，通过改进的 Apriori 关联算法挖掘出高职院校教务信息中的规则，用于构建学生培养模型、成绩预警模型、教学质量评估模型等。此外，关联规则也可以对基于遗传算法的智能组卷系统进行考试数据的挖掘与分析[15]。余红朝[16]在分析传统的组卷算法和策略的基础上，结合遗传算法，以知识点为基本的考查点，把试题个数作为试卷最重要的约束目标，提出了改进的自动组卷算法，并在实际运行中证明自动组卷算法能快速生成质量相对较好的试卷。

#11 媒体融合聚类下提取出的特征词有媒体融合、科技革命、网络技术等。电子和信息技术的普及应用开启了第五次科技革命[17]。媒体融合指的是各种媒介呈现多功能一体化的趋势，信息传输通道变得多元化，报纸、电视等传统媒体与互联网、手机、智能终端等新媒体结合起来，为信息、知识的传播提供了不同形式、不同平台。如贾宁[18]基于物联网和移动互联网实现了一个校园教育互联系统，充分利用手机短信、定位、摄像头服务、射频识别等功能，使学生、家长、老师之间可以无缝连接沟通。

（2）人工智能技术在教育领域中应用的产物——3 个聚类

#2 智能机器人聚类下提取出的特征词有智能机器人、机器人教学、智能制造等。随着人工智能越来越多地被应用于教育教学中，类似朗读课文、点名、监考、收发试卷等这样的辅助性或重复性劳动可以由人工智能替代老师完成[19]。东京理科大学小林宏教授制造的仿人机器教师“萨亚”可以在面部呈现 6 种表情，会讲大约 700 个单词、300 个短语，并且可以对一些词语和问题做出回应，还可以学会讲各种语言[20]。除此之外，周兰菊等[21]从智能制造企业的岗位能力需求出发，分析了智能制造的特点和技术技能人才岗位能力需求的变化，并结合学校的实践，探索并提出了适合智能制造企业人才需求的高职人才培养的一些新举措。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

#3 高考状元聚类下提取出的特征词有高考状元、语音识别、科大讯飞等。2017 年，学霸君公司研发的智能教育机器人 Aidam 与两人一组的 6 名高考状元同台挑战了 2017 年高考数学试题，完成了整张试卷的解答，并按照评分标准得到了 134 分的最终成绩，三组高考状元分别得到 146 分、140 分、119 分[22]。科大讯飞是国内最大的智能语音技术提供商，广东高考英语的口语环节目前由科大讯飞提供的计算机语音技术完成考核，不需要再投入任何师资；在与广东省考生经过几年磨合后，2015 年即实现以机器评阅为主、人工审核为辅的全新评阅方式。另外，科大讯飞还推出了一款叫“e 天说”的英语学习应用，用于学生口语训练[23]。

#8 人类智能聚类下提取出的特征词有人类智能、李世石、谷歌公司、技术浪潮等。2016 年 3 月 5 日，谷歌公司的围棋人工智能 AlphaGo 在与韩国棋手李世石的一场轰动全球的“人机大战”中，以总比分 4:1 获胜，AlphaGo 的围棋世界排名由此跃升至世界第二。2017 年 5 月，中国棋王柯洁向 AlphaGo 发出了挑战，最终结果是 AlphaGo 获胜。虽然代表人类智慧的柯洁在比赛中以失败告终，但是这场比赛本身的历史意义远远超过其结果的胜负[24]。大家的讨论也使教育领域掀起了一股人工智能技术浪潮，为此，奚骏[25]提出教师要关注技术、辨别技术、引领技术，从而促进教育公平、助力教育创新、实现教育与技术的双赢发展。

（3）人工智能技术对教育理论的影响——3 个聚类

这 3 个聚类分别是#4 教育理念、#7 创客教育和#9 高等教育，而该大类下提取出的特征词有教育理念、创客教育、高等教育、远程教育等。由此可知，这三个聚类都侧重教育理论，涉及教育理念的转变。随着创客教育的兴起和教育信息化进程的加快，基于远程教学方式的个性化教育在教育人工智能领域占据重要地位。如在睿易云教学系统中，学习者课前自主学习和课后系统根据学习者的反馈重新制定课堂设计，通过这样的课堂设计理念，大大提高了教学效果[26]。国务院印发的《新一代人工智能发展规划》中指出，为了推进我国人工智能技术的发展，要大力推进编程教育并且设置人工智能相关学科，在教育中融入更多信息化元素[27]，创客教育为国家培养信息化创新型人才提供了一种有效的教育模式。如清华大学以创意、创新、创业“三创融合”的核心理念打造“三创”创客空间、开发多维立体化课程、开设创新创业学位教育、举办各类赛事及活动，为在全国高等院校中实行创客教育起到了引领示范的作用[28]。创客教育在高等教育中的应用使学生成为知识生态系统中的积极贡献者[29]，使他们能够创造性地思考问题、实践创新过程。

四 研究讨论

1 人工智能对教育的影响

通过上述 CiteSpace 对关键节点的可视化分析以及对于聚类后的文献分析，可以了解到人工智能对教育的影响主要体现在以下几个方面：

①人工智能作为教学目标和教学内容。目前，我国在中小学教学中设置编程课程来为学生的计算机编程能力打下基础[30]。此外，人工智能是涉及机器学习、自然语言处理等许多复杂技术的学科，所以在高等教育中，许多院校已经开设了人工智能学院、人工智能相关专业，以系统地培养专业性与研究性人才[31]。

②人工智能增进学生对学习内容的深度理解。教育信息化的发展使许多数字化的新媒体进入教室，教学内容通过多种方式呈现出来，帮助教师和学生更方便、更有效地进行传授和学习。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

虚拟现实技术出现后，课程内容发生了很大变化，不再是单纯的文字或者二维幻灯片，而是通过三维的物体、动画、视频等形式呈现，甚至现实中无法通过肉眼观看的内容（如电流的走向、人体血液的流动等）都可以在虚拟环境中实现，并生动直观地给学习者展现出来，从而增进学习者对学习内容的深度理解。

③人工智能助力教学评估。智能测评系统在全程参与学习者的学习过程后，对学习结果进行评价、测试和分析，并反馈结果，从而达到完善方案的目的。例如，目前国内外一些相对有影响力的智能导师系统都拥有测试和评估的功能，它们能记录并评价学习者的学习行为，并在这个过程中达到不断优化教学的目的[32]；在英语教学中，智能测评系统可以诊断学习者在英语写作中存在的错误，分析原因并采取纠正和指导措施，可以使用智能语音识别技术，代替人工进行口语考试等[33]。

2 人工智能在我国教育领域中的反思

基于上述可视化结果和内容分析，对人工智能在我国教育领域中的研究反思如下：

①加强人工智能背景下教师和技术人员的培养和深度合作。教师在教学活动中发挥着非常重要的作用，人工智能技术在教育领域的应用程度离不开教师对人工智能技术的理解。然而与人工智能中的技术发展相比，人工智能在教育领域中的应用存在一定的滞后性。究其原因，主要是人工智能涉及的技术非常复杂，实际应用中需要具有一定专业背景知识的人来实现其功能，而具有这种背景知识的专业人士又往往缺乏教育理论基础，因此应加强两个领域专业人士的沟通合作，才能开发出更智能化的教育产品。

②贯彻落实政府对人工智能的支持政策。自 2014 年以来，我国政府部门先后在各种场合和重要政府文件中强调人工智能发展的重要性。2018 年 4 月 2 日，教育部印发《高等学校人工智能创新行动计划》，引导高校以世界科技前沿为目标，强化基础研究，实现前瞻性基础研究和引领性原创成果的重大突破，进一步提升高校人工智能领域科技创新、人才培养和服务国家需求的能力[34]。在未来的几年中，要将优化高校人工智能领域科技创新体系、完善人工智能领域人才培养体系、推动高校人工智能领域科技成果转化与示范应用作为教育发展重点任务。

③重视人工智能教育带来的隐私和歧视问题。学生的学习行为数据是学生的隐私，在未来是否可以尝试让学生拥有自己的数据，并有权决定是否将其交给学校或其它教育机构来分析使用。另外，在智能教育平台的产业中要制定相应的隐私标准，让行业中的开发者和运营者有标准可循。此外，人工智能条件下的预测算法可能会产生不同程度的歧视。比如，学校非公开地尝试用机器学习的技术分析、预测学生的成绩，并通过这个结果来挑选或决定是否录取学生。当然我们不能说这样的方式是完全有偏见的歧视行为，但是相应的解释性工具是必须的，我们需要令人信服的理由来解释机器决策的结果。

五 结束语

作为 21 世纪的尖端科学技术之一，人工智能对教育领域的影响十分深远[35]。本研究基于人工智能在我国教育领域中近 12 年的文献研究，对研究热点和前沿进行了可视化分析，通过这样的方式直观、清晰地获取我们想了解的信息，并进行总结分析。此外，本研究还通过聚类分析对研究内容进行了讨论，据此探讨了人工智能对我国教育领域的影响，并进行了反思。

需要指出的是，本研究也存在一些不足：①本研究虽然尽量在文献的“质”和“量”上达

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

到平衡，但由于文献本身的主题词归类可能存在偏差，人工的数据筛选也存在偶然性，一些非学术类的文献可能会为研究的结论带来少量误差；②本研究虽然通过关键词、突现术语等可以推测出当前的研究热点和未来的研究趋势，但这样的概括分析具有一定的主观性，导致对未来研究方向的概括存在一定的局限性。基于此，在后续研究中，本研究会继续关注人工智能技术的发展，并追踪其在教育领域中的应用。

参考文献

[1]卢楠.从 IBM、百度、Udacity 等公司的尝试,看人工智能如何应用于教育领域[OL].
<http://www.jiemodui.com/N/63390.html>
[2]艾媒咨询.艾媒报告:中国成人在线外语教育行业白皮书[OL]. <http://www.iimedia.cn/59782.html>
[3]地平线项目.2017 新媒体联盟中国高等教育技术展望:地平线项目区域报告[OL].
<http://sli.bnu.edu.cn/a/xiazaizhuanqu/guojijiaoyuxinxihuadongtai/>
[4]陈凯泉,沙俊宏,何瑶,等.人工智能 2.0 重塑学习的技术路径与实践探索——兼论智能教学系统的功能升级[J].远程教育杂志,2017,(5):40-53.
[5]尹伟,姬艳涛.VR 虚拟现实教学模式探索——以警务实战训练应用为视角[J].公安教育,2017,(11):25-29.
[6]卢梅丽,龚昕.虚拟现实技术课程教学改革研究[J].教育现代化,2017,(39):65-66、87.
[7]Neches R, Fikes R E, Gruber T, et al. Enabling technology for knowledge sharing[J]. AI Magazine,1991,(3):36-56.
[8]Jiang X, Tan P. Learning and inferencing in user ontology for personalized semantic web services[C]. International Conference on World Wide Web. ACM, 2006:1067-1068.
[9]蔡自兴,贺汉根.智能科学发展的若干问题[J].自动化学报,2002,(S1):142-150.
[10]吴战杰,秦健.Agent 技术及其在网络教育中的应用研究[J].电化教育研究,2003,(3):32-36.
[11]郑旭东,杨九民.学习分析在高等教育领域内的创新应用:进展、挑战与出路[J].中国电化教育,2016,(2):2-7.
[12]贺相春,郭绍青,张进良,等.网络学习空间的系统构成与功能演变——网络学习空间内涵与学校教育发展研究之二[J].电化教育研究,2017,(5):36-42.
[13]方利伟,张剑平.基于实时专家系统的智能机器人的设计与实现[J].中国教育信息化,2007,(16):69-70.
[14]方毅.嵌入式仪表设计专家系统推理机设计与实现[D].杭州:浙江大学,2006:6-7.
[15]黄海.基于人工智能的考试系统研究与实现[D].成都:西南交通大学,2015:12.
[16]余红朝.基于遗传算法的组卷研究及题库系统实现[D].重庆:重庆大学,2008:20-51.
[17]余少华.“信息改变了美国”读后感——牢牢抓住全球第五次科技革命的战略机遇期[J].新远见,2012,(8):53-59.
[18]贾宁.面向智能终端的校园教育互联系统的研究与实现[J].计算机科学,2017,(s2):573-576.
[19]北京师范大学智慧学习研究院.2016 年全球教育机器人发展白皮书[OL]. <http://sanwen8.cn/p/34fFTTF.html>
[20]本刊编辑部.人工智能的教育应用[J].今日教育,2017,(9):11.
[21]周兰菊,曹晔.智能制造背景下高职制造业创新人才培养实践与探索[J].职教论坛,2016,(22):64-68.
[22]允中,量子位.直击高考人机大战:技术、争议与人族胜利[J].智能机器人,2017,(3):14-17.
[23]刘胜男.吴晓如:人工智能如何改变教育?[J].中国传媒科技,2015,(7):52-54.
[24]孙冰.“阿尔法狗”留下的兴奋与忧伤[J].中国经济周刊,2016,(12):84-85.
[25]奚骏.教师该如何应对“新技术热潮”[J].人民教育,2017,(20):8.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[26]季友勇.睿易云教学——引领教学大翻转[J].人民教育,2017,(12):83.
[27][30]国发〔2017〕35 号.新一代人工智能发展规划.[OL].
<http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm>
[28]李川. 清华大学创客空间考察学习及思考[A]. 中国武汉决策信息研究开发中心、决策与信息杂志社、北京大学经济管理学院.“决策论坛——企业党建与政工创新工作发展学术研讨会”论文集（下）[C].中国武汉决策信息研究开发中心、决策与信息杂志社、北京大学经济管理学院:《科技与企业》编辑部,2016:1.
[29]S·亚当斯贝克尔,M·卡明斯,A·戴维斯,A·弗里曼,C·霍尔给辛格,V·安娜塔娜额亚媗,殷丙山,高茜,任直,刘鑫驰,曹红岩,王济军,赵广元,邵恒.新媒体联盟地平线报告:2017 高等教育版[J].开放学习研究,2017(02):1-20+62.
[31]邢弈涵.这些国内高校已经成立人工智能学院,并开设了相关专业[OL].
< https://www.unjs.com/zuixinxiaoxi/roll/10382.html >
[32]冯黎.关联规则分析技术在高职院校教务管理中的应用研究[D].兰州:兰州大学,2009:20-21.
[33]刘清堂,黄景修,雷诗捷,等.PST 视角下智能导师系统的设计与新发展——以句酷批改网为例[J].现代教育技术,2017,(5):81-87.
[34]中华人民共和国教育部.高等学校人工智能创新行动计划[OL].
<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html>
[35]徐鹏,王以宁.国内人工智能教育应用研究现状与反思[J].现代远距离教育,2009,(5):3-5.

Visualization Analysis of Artificial Intelligence Applied in the Field of Chinese Education

LIU Yong SHENG Xiao-ting LI Qing

(School of Network Education, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing, China 100088)

Abstract: Artificial Intelligence (AI) has brought about profound changes to our country’s education and made education develop into the intellectualized direction. The article took China National Knowledge Infrastructure (CNKI) database as research object and conducted a visualization analysis of the literature between 2006 and 2017 based on themes of “artificial intelligence” and “education”, “AI” and “education”. Firstly, the visualization tool of CiteSpace was used to investigate the research hotspot and research frontier based on the key nodes of keywords network. Then, the research content was further discussed through the clustering algorithm. Finally, the influence of AI on education was analyzed, as well as the reflection on the development of AI in our country’s education.

Keywords: artificial intelligence; teaching technology; Citespace; visualization analysis

---

*基金项目：本文为北京市教育科学“十二五”规划 2016 年度课题“大数据时代教师数据素养能力构成和发展研究”（课题批准号：CCFA16119）的阶段性研究成果。

作者简介：刘勇，副教授，博士，研究方向为教育数据分析、数据挖掘，邮箱为 liuyong001@bupt.edu.cn。

收稿日期：2018 年 5 月 25 日

编辑：小西

文章编号:1006—9860(2021)01—0089—07

教育人工智能的下一步*
——应用场景与推进策略

杨晓哲，任友群

(华东师范大学 教育学部 课程与教学研究所，上海 200062)

摘要：人工智能的发展备受瞩目，而在教育领域中的研究与应用仍属刚刚起步。不少教育人工智能的研究与应用方兴未艾。该研究进一步定位教育人工智能的内涵，架构其技术框架，并指出八个教育人工智能的应用场景，分别是智能辅导、微格教学、自适应学习、沉浸学习、自动测评、课堂评价、数据决策、智能治理。从而提出教育人工智能的下一步推进策略：抓住关键应用场景，促进智能赋能；提升全员信息素养，促进教学创新；兼顾短期长远结合，促进多方协同；开好信息技术课程，建设教师队伍。研究为教育人工智能的下一步发展提出技术框架，应用场景与推进策略的建议。

关键词：教育人工智能；人工智能；应用场景

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

近些年来，人工智能在教育领域中的应用是一个被广泛热议的话题。2016年，美国在《人工智能研发战略规划》中指出，人工智能技术将进一步促进个性化学习[1]。2018年，日本发布了《人工智能战略草案》，全面推进培养日本中学生的数字素养和人工智能专业人才。2019年，美国国家科学基金会进一步发布了《人工智能研究院建设计划》，重点支持“智能教育”等六个方面[2]。2020年，欧盟委员会发布了《人工智能白皮书》旨在为“塑造欧洲数字未来”提出新的战略方向。我国也高度关注教育领域中的人工智能应用。国务院于2017年印发了《新一代人工智能发展规划》，指出“发展智能教育，利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革”[3]。五部委于2020年联合发布了《国家新一代人工智能标准体系建设指南》，进一步指出了人工智能在教育领域的主要方向与标准[4]。

教育人工智能指向人工智能在教育领域的应用与研究。尽管各方高度关注与重视，但客观来说，教育人工智能依旧鲜有突破。如何进一步定位教育人工智能的内涵与价值，建构教育人工智能的技术框架，抓住关键的应用场景，找准有效的推进策略，正是下一步发展的关键。

一、何为教育人工智能

人工智能作为一个新兴领域，通常来说，是指通过计算机模拟、产生、拓展人类的智能。人工智能的实现离不开对智能产生机理的元认知[5]。人工智能发展的过程中不断融入了信息论、控制论、神经生理学等相关学科领域的最新发展。人工智能历经三个重要的发展阶段，分别是符号主义、行为主义和连接主义[6]。符号主义是基于基本的符号与逻辑推理。行为主义主要采取强化学习等模型，在感知与控制中不断修正。而近十年来，随着算力的提升、数据的丰富，广泛采用的连接主义则更多地通过卷积神经网络和循环神经网络建立起自然语言处理、计算机视觉、模式识别等人工智能感知功能。

随着人工智能的发展，学者开始将人工智能分为三大类：弱人工智能，强人工智能，超人工智能[7]。弱人工智能是指那些擅长于单个方面的人工智能。比如战胜人类世界围棋冠军的人工智能AlphaGo也只是弱人工智能。虽然，AlphaGo会下围棋，但无法跨领域完成其他任务。而强人工智能，

* 本文系上海市教育委员会项目“上海市中小学在线教学开展情况及长效机制研究”(项目编号：14102-412224-20A02)阶段性研究成果。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

则是具备一定跨领域的智能，也就是说强人工智能具有一种宽泛的心智能力，能够对不同领域进行分析问题、解决问题，以及自我学习。进而有学者提出，超人工智能，并将其定义为在绝大多数领域中超越了人类智慧的总和，具备通用智能与社交能力，能够在不同智能体之间展开协作。尽管当前的人工智能在某些方面已经初步显现出“智能”的表征，但几乎所有的人工智能仍然属于弱人工智能[8]。短期内，我们还难以实现强人工智能或超人工智能，这也是教育领域内应用人工智能需要考量的定位。

国内外研究者围绕人工智能在教育中的应用展开论述。人工智能教学应用研究可以追溯到程序性教学机器[9]。在后续的发展中，逐步形成了智能导学、自动测评、智能代理等领域实践[10]。教育人工智能应聚焦于利用人工智能与教育过程深度融合，实现1+1>2的成效[11]。艾休克·戈尔(Ashock Goel)认为，人工智能可以代替教师回答学生们的问题。这种新的交互方式在线上课堂中采用，大多数学生甚至都没有察觉异样。杨现民等认为教育人工智能主要有三个方面：面向特殊人群的补偿性教育，针对常规性业务的替代式教育，服务个性发展的适应性教育[12]。余胜泉认为人工智能在教育中的应用不应高估也不应低看，要重在探索人工智能在教育场景中所扮演的教师角色[13]。闫志明等则认为，利用人工智能技术能够更加微观、更加系统、更加全面地揭示学习发生的机理，进而为学习创造新的方式与条件[14]。

根据前期研究与学者观点分析，笔者认为，人工智能在教育中的融合将从表面地辅助教与学的过程到重构教育系统。这就需要将人工智能更加深度地与学习科学、心理学、社会学、神经科学、教育学、教育技术等进行交融。在用人工智能重新表征学校内外教育教学的过程中，将促进开发者、研究者、管理者、教育者、学习者重新理解教育中的诸多要素，并反思背后的逻辑与机理。笔者认为，教育人工智能是运用人工智能技术，以全过程大数据作为基础，以机器学习等算法模型进行分析、模拟、预测与判断，构建自适应学习环境，形成人机耦合的教学生态，发现学习发生机理，为学习者创造新型学习条件，促进现代化教育智能治理。

二、教育人工智能的技术框架

结合教育人工智能的内涵与定位，构建整体的技术框架有助于人工智能在教育领域内的系统建构与应用研究。杨现民等认为：教育人工智能的技术框架应包含教育数据层、算法层、感知层、认知层、教育应用层[15]。根据前期的研究分析，笔者进一步构建了教育人工智能的技术框架(如图1所示)，包含四个层面，分别是：基础层、感知层、认知层、应用层。

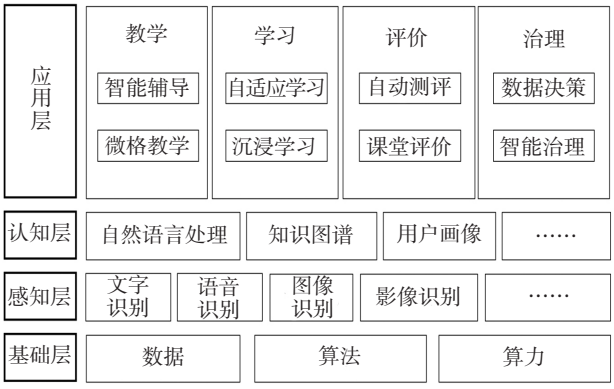


图1 教育人工智能的技术框架

(一)基础层

技术框架中位于最底部的是基础层，其包含数据、算法、算力三个主体。人工智能的发展离不开这三大基础要素。大数据被形象地称之为人工智能的“数据燃料”。人工智能在教育领域内的应用离不开教育大数据，离不开对数据的采集、整合以及进一步结构化的过程。表面上看教育的数据并不稀缺，既有学生个人信息数据、教师学校基础数据、教学过程性数据，以及教育管理行政数据。但是，教育数据稂莠不齐，错综复杂，离散分离。没有基础层对数据进行统一规范与对接，将难以“喂养”给人工智能系统。算法是人工智能最为核心的组成部分。在算法部分，已有不少算法模型可以直接采用与优化。采用机器学习、深度学习等领域内的算法，结合有效且多维度的数据，加之算力支持，共同构成教育人工智能的基础层。

(二)感知层

感知层让机器具备了像人一样的“五官”功能。该层涉及文字识别、语音识别、图像识别、影像识别等。通过感知层，使得系统能够对文字、语音、图像、视频等信息进行分析。例如，基于语音转文字技术，就能够对课堂中的语音进行文字转写，形成一种课堂做笔记的新方式。又比如，在智能手机上阅读电子图书，通过前置摄像头基于图像识别技术，可以采集与分析阅读者的面部，从而能够建立起文字段落与阅读者面部的关联。总之，这些分类的感知专项为后续的认知层与应用层提供重要发展前提。

(三)认知层

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

认知层是建立在感知层之上的架构，包含了自然语言处理、知识图谱、用户画像等。有别于感知层对某种数字化载体类型的识别，认知层则是更进一步的推理、诠释与理解。如果说感知层是看得到、听得到，那么认知层就是看得懂、听明白、能理解。认知层在教育领域内往往会整合教育的客观与主观经验。例如，对课堂教师提问进行分析。通过感知层可以对教师的话语进行语音转文字，在此基础上通过自然语言处理判断出哪些句子是教师的提问语句。再进一步结合教育大数据与专家评价标准，确定教师提问中哪些是有效问题，哪些是无效问题，并进一步划分课堂中问题的类型。认知层不是一个孤立的技术处理过程，而是结合教育的深度解析过程。

(四)应用层

教育人工智能的最顶层为教育应用层。当前的人工智能仍然属于弱人工智能，特别是在面对教育如此复杂的真实情境应用时，人工智能短期内还难以实现跨越多个教育场景的效果，形成教育中通用的人工智能。因此，明确教育人工智能的应用场景至关重要。笔者认为可以将教育应用层分为四大类，分别是教学、学习、评价、治理。在教学分类中，人工智能一方面充当智能教师角色，开展个性化智能导学；另一方面反过来对教师教学与教师教育提供智能指导与反馈。在学习分类中，人工智能侧重对于学生学习过程的支持，并结合新兴技术，构建人机耦合的新型学习环境。在评价分类中，一方面侧重于对于学习结果的自动化评价，另一方面关注课堂学习过程中的全方面多模态评价。在治理分类中，更关注教育管理者应用人工智能技术进行教育决策与动态智能治理。因此，四大类中典型应用场景分别是智能辅导、微格教学、自适应学习、沉浸学习、自动测评、课堂评价、数据决策、智能治理这8个方面。笔者将在下一部分进一步展开论述。

三、教育人工智能的应用场景

近五年来，随着人工智能逐步赋能各行各业，教育领域内逐步从“人工智能+教育”转向“教育+人工智能”的深度尝试与探索。这不仅代表着先后次序，更重要的是从教育的价值、目标、愿景、使命感与定位出发，结合具体场景，深入应用人工智能，释放其在教育上的效益。以下列举了八个目前已经有初步应用的教育人工智能场景，需要指出的是每个场景中教师、学生、管理者、技术人员都在扮演各自本来角色的同时，扮演着学习者或指导者的角色。

(一)智能辅导

早在20世纪70年代，智能导学系统(Intelligence Teaching System，ITS)就备受关注。智能导学系统在教学中扮演着引导学生学习的重要功能。早期的智能导学系统关注新手型学习者与专家型学习者的差异，并由此在重点环节中进行学习干预与引导。近些年来，随着人工智能技术的介入，智能导学系统借鉴了智能客服机器人的新形式，转为教育领域中的智能答疑。智能辅导在面向学习者学习的过程中，能够根据学习者提问进行语音识别，进而自然语言处理，并模拟人类导师风格进行人机对话等多种形式的自动化反馈。随着智能终端的普及、移动学习的兴起，智能辅导更多以一种线上教育中的虚拟形态出现。例如，利用人工智能自然语言处理系统进一步开发的智能写作助手，其扮演了学习者写作过程中的智能辅导角色。在建立亿级作文语料库的基础上，对作文进行不同水平的分级，并通过专家进行模型修正，能够针对学习者的文段逻辑、语段连贯、用词准确等给出辅导建议。从而，根据学习者的反馈再完善整体模型。

再比如，某智能钢琴AI系统，将人工智能系统嵌入实体钢琴中，并通过互联网实时同步数据。学生弹奏时，钢琴AI系统会自动判断弹奏的力度、旋律，以及节奏是否正确。通过大数据累计与人工智能分析，针对新手型学习者经常出现的错误关键点给予提醒。这种线上与线下互通的方式，使得智能辅导仿佛就在身边，如影随形。

(二)微格教学

在人工智能应用于教学方面，除了直接扮演起人工智能教师角色，同时也能够反过来促进教师的专业成长。特别是在教师职业培训中提供诸多智能反馈与指导建议。微格教学是一种利用现代化教学技术手段来培训师范生和在职教师教学技能的系统方法。微格教学实际上是提供一个练习环境，使日常复杂的课堂教学得以精简化，并能使练习者获得大量的反馈意见。从极其复杂多变的课堂教学中抽离出来，恰恰能够更加充分地结合人工智能技术，对教师教学给予更多可控制、有针对性、可操作性的指导。

在微格教室中，加装音视频采集装置，以及眼动仪、脑电波等设备，从而在技术架构中的基础层获取更多数据。在微格教室中能够更加准确地采集声音，进行语义分析；并能够更加高清地捕捉图像画面，进行表情识别与动作分析；加之其他数据类型结合算法的应用，使得人工智能在典型的微格教室中可以深入地展开微观与系统的教师教学模拟分

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

析。在微格的主控室中可以看到多个微格教室的过程性数据反馈结果与智能分析报告，有助于其他同行教师或专家进行基于数据采集点与人工智能反馈结果的点评、指导与教研。

(三)自适应学习

一直以来，教育者一直寻求某种方式，能够根据学习者的已有经验和水平，推送有效的学习资源以及适恰的学习路径，从而提高学习效率，促进学习者个性化发展。基于机器学习的算法，研究者进一步尝试以学习者为中心的学习系统，广泛采用知识图谱，构建学习者画像，为学习者学习提供精准化、个人化的学习资源、学习诊断，以及学习反馈。

例如，ALEKS自适应学习系统，为学习者提供一种个性化的学习方式，能够根据学习者自身的进度进行调整[16]。系统会尽可能地找出适合学习者的学习材料，帮助学习者在课程中自定步调地展开学习。ALEKS系统最早从数学内容起步，逐步在基础算术之外，加入了代数、几何、统计学、微积分等板块，并进一步覆盖化学、物理、会计学等科目。ALEKS最为鲜明的特点在于能够在短时间内进行精准的学生学习起点评估。系统内部具有完整的知识图谱，并构建起每个知识节点的对应题库。题库一开始由教研团队设计，之后采用机器学习算法，不断对题目进行演化变形，最终形成理论上无限的题库，为有效地诊断学习者学习情况提供了有力支撑。

通过分析已有的自适应学习系统，诸如ALEKS系统、Knewton系统、可汗学院等，其整体架构设计如图2所示。大多数自适应学习系统采用知识图谱作为重要切入口，来表征知识的网络复杂结构关系，并配套对应的题库与学习资源[17]。当学习者进入自适应学习系统之后，通过自身的学习就能够进一步形成个人的知识图谱情况，并于此诊断出个人的能力模型，进而结合背景信息与学习风格习惯形成学习者画像。与此同时，大量学习者进入学习系统学习，也会反过来迭代与修正系统的总知识图谱。在群体的不断贡献与迭代中，每一个学习者既是用户，也是系统学习过程数据的贡献者，最终形成更加适合每个人的大规模个性化学习体系。

(四)沉浸学习

近些年来，虚拟现实技术取得了进一步的发展。无论是虚拟互动场景构建，还是用户配套沉浸虚拟现实的头盔进入到拟真场景中，都为学习者创建了一个更加直观、更加多样、更加丰富的学习场景[18]。基于沉浸虚拟学习环境，通过人工智能技术，能够充分利用虚拟现实中对学习者过程性数据的全面采集与记录，进行无感测评与反馈，还能够模拟大量个性化交互，从而构建一个面向个体的智能学习空间[19]。

例如：AI虚拟现实博物馆。每个学习者戴上沉浸虚拟现实头盔之后，人工智能系统会根据学习者之前的偏好和经验，引导其参观符合自身兴趣的展品。不仅如此，在具体进行博物馆游览参观的时候，会根据学习者的年龄段、已有的相关知识调整解说的词汇量、难度等细节。还能够通过人工智能模拟其他参观者陪同学习者参观博物馆，并与之进行对话交流。

(五)自动测评

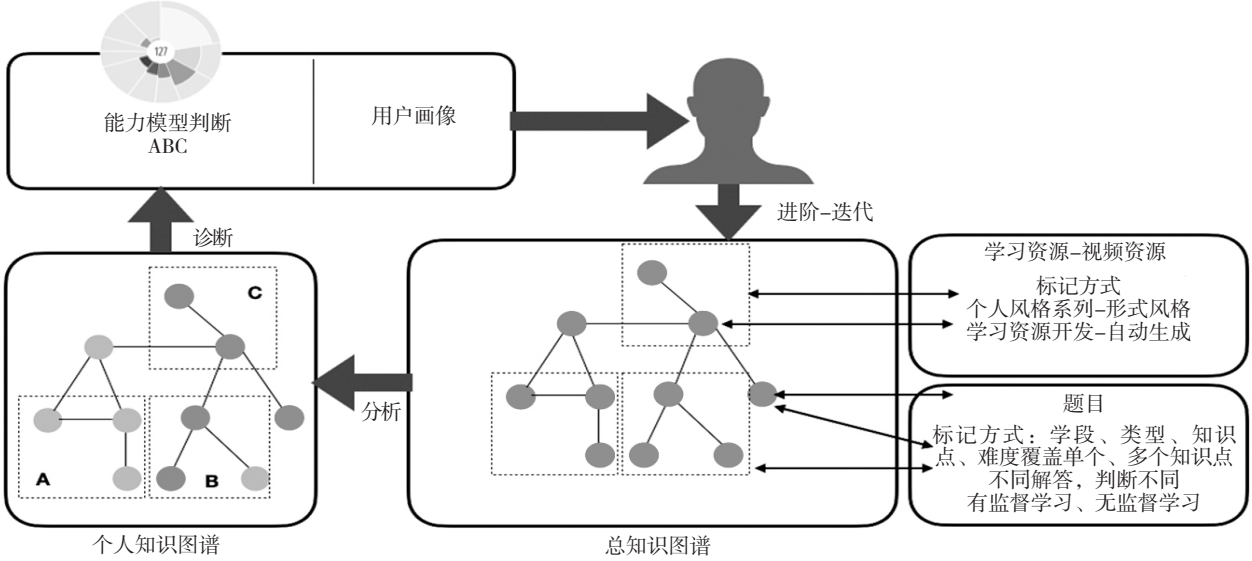


图2 自适应学习系统架构

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

计算机更擅长处理大量明确规则的事件，并且不会倦怠，无需休息。自动测评运用于教育评价领域将节省教师大量批改作业与试卷的时间。将教师从大量重复性工作中解放出来，关注于评价的设计，以及后续面对面的交流与反馈。结合人工智能技术，自动测评不再局限于客观题的指定判定，还能够针对一些主观题给出评分。运用自然语言处理，结合专家评价标准的综合模型，通过大数据训练，能够对诸如语文作文等主观性更强的题目进行测评。再比如，美国教育考试服务中心，早在2006年起就采用语音识别技术与自然语言处理，对考生托福口语考试中的发育准确度、词汇量、语法正确性进行自动判定[20]。

不仅如此，结合一定的可穿戴设备与仪器，自动测评也开始运用于体育考试，在其他学科也逐步尝试应用。例如：在物理、化学、生物实验操作考试中也开始能够通过人工智能系统进行评分。上海教委组织下，启动了探索初中物理、化学、生物中考考试的人工智能自动赋分。在不改变学生实验环境与实验器材的情况下，主要通过主侧多个摄像头，动态采集学生实验过程视频数据。在定义关键考评点，结合大量学生实验视频的分段训练下，能够对考生进行的特定实验进行自动化赋分。

(六)课堂评价

课堂依旧是教育教学发生的主要时空。但是，课堂又是极其复杂的教育空间。课堂中学生如何学习始终是一个“黑箱”。某种程度上，即使依靠大量的人力也难以进行大规模课堂观察与评估。故而，采用图像识别、语音识别、语义识别等对课堂进行分析，是人工智能在教育领域内应用的主要方向之一。华东师范大学课程与教学研究所团队对多模态课堂分析进行了试验性探索。多模态课堂分析是对课堂中的语音、图像、视频、空间、姿态以及多模态数据进行采集与分析，全方位追踪课堂轨迹，采用人工智能技术，提取与解析课堂多维度数据，进而实现智能诊断与智能反馈的一体化课堂教学与研究。

通过人工智能技术能够采集并分析出一系列课堂细化采集点，诸如学生举手次数、教师提问次数、学生回答次数、教师表情、学生表情等。但是这些细化的技术采集与分析结果，过于碎片化，如果没有有效整合与重组处理，难以形成有意义的课堂评价，反而容易陷入课堂监控与过度反馈。因此，人工智能技术运用于课堂评价，需要在尊重数据安全与信息伦理的同时，从细化的技术指标采集到整合的专项分析，从而能够对课堂评价与教学教研产生实质性价值。

(七)数据决策

从教育治理的视角切入，人工智能有助于教育部门建立数据中台，基于人工智能分析后的有关信息进行数据决策。不少地区的教育主管部门纷纷搭建平台，形成区/校/班/学生四级协同数据同步，建立区域内教学大数据基础，通过标准化数据管理和完整教学数据积淀为教育决策提供科学依据和有效支撑。教育大数据的全面采集，包括学生层面、学校层面、家庭层面、区域层面，从而通过机器学习等人工智能算法，能够构建学校发展画像分析、区域教育发展趋势预测、教师专业发展路径分析等。

(八)教育治理

以往的教育治理某种程度上很难连接起社会需求、技术发展变量，以及政治、经济、人文等相关因素。而在人工智能时代，教育治理不再仅限于教育系统的内部数据，从而进一步打破了教育数据壁垒。教育数据能够联通“城市大脑”，使得教育领域与社会、经济、科技、文化等领域协同，从而实现数字化、智能化、动态化、生态化。随着智慧城市的发展，智慧医疗、智慧交通、智慧生活将逐步与教育体系融通，教育治理也能够在动态中更好地融入智慧城市的整体建设中。

四、教育人工智能的推进策略

教育人工智能是一个跨学科、跨部门、跨体系的新兴探索领域。纵然我们鼓励自下而上的积极探索，但教育人工智能的推进策略，仍需更多地采取双向赋能策略，兼顾至上而下与至下而上相结合，兼顾教育主体与企业政府相辅相成，兼顾前瞻研发与实际应用顾全平衡。

(一)抓住关键应用场景，促进智能赋能

目前，人工智能的特性本身在于更擅长实现明确规则与目标的任务。因此，抓住核心的应用场景，才能够在深度融合中单点优化，挖掘并实现实际价值。应用场景的实现离不开教育信息化。教育信息化是教育人工智能的底盘。没有教育信息化，也就没有教育人工智能，也就没有教育现代化。在教育信息化2.0中所提出的以数据为基础、以体验为中心、以智能为导向也正是教育人工智能的发展方向[21]。抓住教育教学过程中的教学、学习、评价与治理四大方面，八个应用场景，重点突破，以点带面，促进人工智能对教育的实质性效益。

(二)提升全员信息素养，促进教学创新

人工智能在教育领域中的研究与应用，离不开教育管理者、教师，以及学生的信息素养提升。教

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

育管理者要有信息意识，能够基于数据展开决策判断，能够基于一定的人工智能算法预测模型制定政策。对于教师而言，人工智能并非要取代教师，而是重新分配与部署教师的专业角色与定位，从而实现教育现代化的新生态。技术不会取代教师，但技术会淘汰那些完全不运用技术的自我封闭群体。在新的“教育+人工智能”的发展机遇中，我们应更多地鼓励因地制宜，试探性地探索人机耦合的教学工作场景，避免教师进行大量重复的工作，提升机器智能与教学智慧的全方面整合。

对于数字化原住民的新一代学生来说，大量人工智能的应用并不新鲜，他们甚至会觉得人机对话、智能分析、自动评分、个性化推荐等人工智能应用稀松平常。虽然学生们非常熟悉也更加乐于结合人工智能的方式展开学习，但是学生的信息素养决定了他们应用人工智能展开学习的深度与广度。学生们需要提升在人工智能与数字化环境中自主、协作、探究的信息素养。学生能够对学习资源进行选择与判断，能够自主对学习材料进行再加工与整理，能够将人工智能视为学习伙伴甚至是学习共同体[22]。他们既不全听从于人工智能算法判定的结果，也不拒绝使用，而是在人机协调中综合判断，形成数字化学习与创新能力，提升信息素养[23]。

(三)兼顾短期长远结合，促进多方协同

教育人工智能本身就是一个跨界融合范畴。难以仅仅通过个别学校、个别教育者，甚至个别技术团队的努力实现重大进展，必然是一个需要高度整合的产业与事业。注重顶层设计，建立有效机制，确定具体明确的技术路线，联合政府、学校、企业等诸多方面必不可少。相关的教育部门要统筹协调，提供平台、条件、资源和环境，协调培训、教研、研究、信息化等部门，共同推进教育人工智能。

各方需要理清角色定位，避免各自独立研发，导致过度零起点开发与资源浪费。应该说教育专家和企业部门合作，是一种不可避免的跨界合作，双方各自优势明显，但关注点往往差异较大。专家更关注学术研究成果，企业则更关注投入与收益比，关注产生的经济效益。故而，双方需要相互理解，达成共识。因此，多方在相互协作中才能共同发展，取得教育人工智能的相关突破。与此同时，教育人工智能非常容易陷入巨大的效益陷阱中，被某种机械化的应试教育，卷入错误的方向。辩证看待与处理各方诉求，以学生发展为中心尤为重要。

(四)开好信息技术课程，建设教师队伍

随着人工智能在教育领域应用的不断深入，开设好信息技术等相关课程是持续性深入的关键。学生们不仅能够在小学、初中、高中的信息技术相关课程学习中提升信息素养，还能够掌握人工智能的相关知识与技能，奠定学生们面向人工智能时代的终身学习能力[24]。2017年全国高中信息技术课程标准出台，在必修与选择性必修板块中均凸显了人工智能学习模块[25]。目前，正在修订的义务教育阶段信息科技课程标准也将进一步加入人工智能与现代社会等相关课程模块。于此同时，信息技术课程的开设离不开广大信息技术教师，培养与建设信息技术教师专业队伍。这批教师也将是整个学校开展人工智能进一步应用的骨干力量。

五、总结与展望

从互联网到人工智能，每一次重大的新兴技术变革，都给各行各业带来思维转变的挑战与融合创新的机遇。教育人工智能的下一步发展，不仅仅是人工智能技术本身的进阶突破，而是以教育全过程大数据为基础，建构教育人工智能的技术架构，在具体的应用场景中形成实际性效益，从而构建自适应的学习环境、人机耦合的教学生态、现代化的教育治理。教育人工智能的下一步发展越来越离不开行之有效的顶层机制设计，离不开师生的信息素养提升。在具体可行的重要路线引领下，各方力量的协作投入，在小规模多试的过程中，教育人工智能逐步走向大规模部署的新阶段。

参考文献：

[1] National Science and Technology Council.The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic plan [EB/OL].https://www.nitrd.gov/pubs/national_ai_rd_strategic_plan.pdf,2020-10-09.

[2] 王正青,但金凤.人工智能技术在美国学校教学中的应用领域与推进策略[J].比较教育研究,2020,42(6):43-49.

[3] 国务院(2017).国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL].http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2017-07/20/content_5211996.htm,2018-01-25.

[4] 国家标准化管理委员会(2020).国家新一代人工智能标准体系建设指南[EB/OL].http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-08/09/content_5533454.htm,2020-07-27.

[5] González-Calero J A,Arnau D,et al.Intensive scaffolding in an intelligent tutoring system for the learning of algebraic word problem solving [J].British Journal of Educational Technology,2015,46(6):1189-1200.

[6] Minsky M L,Singh P,et al.The St. Thomas common sense symposium:designing architectures for human-level intelligence [J].AI Magazine,2004,25(2):113-125.

[7] Wikipedia.Artificial intelligence [DB/OL].https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence,2017-04-23.

[8] 莫宏伟.强人工智能与弱人工智能的伦理问题思考[J].科学与社

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

会,2018,8(1):14-24.
[9][15] Borko,H.Artificial-intelligence And Expert Systems Research And Their Possible Impact On Information-science Education [J]. Education for Information,2017,3(2):103-114.
[10] 袁利平,陈川南.美国人工智能战略中的教育蓝图——基于三份国家级人工智能战略的文本分析[J].比较教育研究,2020,(2):9-15.
[11] 张坤颖,张家年.人工智能教育应用与研究中的新区、误区、盲区与禁区[J].远程教育杂志,2017,35(5):54-63.
[12] 杨现民,张昊等.教育人工智能的发展难题与突破路径[J].现代远程教育研究,2018,(3):30-38.
[13] 余胜泉.人工智能教师的未来角色[J].开放教育研究,2018,24(1):16-28.
[14] 闫志明,唐夏夏等.教育人工智能(EAI)的内涵,关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,2017,35(1):26-35.
[16] 王硕烁,马玉慧.国外典型自适应学习平台的基本框架及其关键技术分析[J].开放学习研究,2018,23(1):48-54.
[17] 蒋鑫,朱红艳等.美国"教育中的人工智能"研究:回溯与评析[J].中国远程教育,2020,(2):9-20+48.
[18] Yang Xiaozhe,Lin L,et al.Which EEG feedback works better for creativity performance in immersive virtual reality:The reminder or encouraging feedback? [J].Computers in Human Behavior,2019,99(10):345-351.
[19] 杨晓哲,任友群.虚拟现实与脑电联动系统的开发及其教育研究功能探索[J].远程教育杂志,2019,37(1):47-54.
[20] VAJJALA S.Automated assessment of non-native learner essays: investigating the role of linguistic features [J].International journal of artificial intelligence in education,2018,28(1):79-105.
[21] 任友群,吴旻瑜等.追寻常态:从生态视角看信息技术与教育教学的融合[J].中国电化教育,2015,(1):107-113.
[22] 郭炯,荣乾等.国外人工智能教学应用研究综述[J].电化教育研究,2020,41(2):91-98+107.
[23] 杨晓哲,任友群.高中信息技术学科的价值追求:数字化学习与创新[J].中国电化教育,2017,(1):21-22..
[24] 任友群,隋丰蔚等.数字土著何以可能?——也谈计算思维进入中小学信息技术教育的必要性和可能性[J].中国电化教育,2016,(1):1-8.
[25] 任友群,黄荣怀.高中信息技术课程标准修订说明 高中信息技术课程标准修订组[J].中国电化教育,2016,(12):1-3.

作者简介:

杨晓哲:副教授,硕士生导师,研究方向学习科学、教育信息化、信息技术。

任友群:教授,博士生导师,研究方向教育政策、教育信息化、学习科学。

The Next Step of Artificial Intelligence in Education

—Application Scenarios and Promotion Strategies

Yang Xiaozhe, Ren Youqun

(Institute of Curriculum and Instruction, East China Normal University, Shanghai 200062)

Abstract: The development of Artificial Intelligence has attracted much attention, and the research and application in the field of education is still just starting. Many researches and applications of educational Artificial Intelligence are in the ascendant. This research further locates the connotation of educational Artificial Intelligence, constructs the technical framework of educational Artificial Intelligence, and points out eight application scenarios of educational Artificial Intelligence, namely intelligent tutoring, microteaching, adaptive learning, immersive learning, automatic assessment, classroom evaluation, data decision-making, intelligent governance. Therefore, the next step forward strategy for education artificial intelligence is proposed: grasp key application scenarios to promote intelligence empowerment; improve the information literacy of all staff and promote teaching innovation; take into account the short-term and long-term integration to promote multi-party collaboration; develop information technology courses and build the teaching team. This research proposes a technical framework, application scenarios and promotion strategies for the next development of educational Artificial Intelligence.

Keywords: educational Artificial Intelligence; Artificial Intelligence; application scenarios

收稿日期:2020年10月20日

责任编辑:李雅瑄

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI:10.13811/j.cnki.eer.2019.08.001

引领人工智能时代的教育跃迁：2019 年北京国际人工智能与教育大会综述

苗 逢 春

(联合国教科文组织总部，法国 巴黎 75007)

[摘 要] 文章综述了在中国北京召开的首届国际人工智能与教育大会的背景、研讨的重大专题、会议成果文件(即有关人工智能与教育的《北京共识》)的主要思想及其对教育政策和教学实践的指导价值。指出各国教育人工智能政策的制定应遵循以人为本、跨界协作、公平全纳三个原则，确保奠定法律法规保障、决策人员的意识与能力和培养高端人工智能人才三个基础。强调在规划教育人工智能政策时应审视人工智能和教育之间的交互作用，并通过政策引领人工智能与教育的良性互动和系统融合，即一方面，教育系统须预测和培养人工智能时代人人所需的技能和价值观以及不同层次的人工智能技能；另一方面，须借助人工智能的技术突破动态支持教育系统全领域的发展与跃迁，尤其确保教育系统核心要素的协调推进，包括借助人工智能创新教育供给方式、支持教育管理的不断更新换代、赋能教师与教学、提高学习质量与学习评价。

[关键词] 教育人工智能政策；人机协作智能；公平性和包容性；《北京共识》

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 苗逢春(1971—)，男，山东临朐人。副教授，博士，主要从事联合国教科文组织全球教育信息化领域的项目规划，并负责人工智能与教育的项目规划和实施。E-mail：f.miao@unesco.org。

一、会议背景：系统分析人工智能时代教育系统面临的挑战和机遇，规划引导教育的跃迁

人工智能(Artificial Intelligence，AI)已经跨界融合了新型算法、云计算、大数据、物联网、新材料等一系列前沿技术，其融合的技术图谱仍在迅速拓展。人工智能各单项技术近十年取得重大突破，而且跨越技术边界的融合尤其是人机智力协作等方面的融合愈益深入。人工智能技术已经在工业制造和交通等领域引发了全价值链的产业革命以及相应的社会变革。由此，越来越多的决策者认为，人工智能也具备在更广泛领域支持人类实现可持续发展及其所需社会变革的潜能。随着人工智能技术在生产、学习和生活中的迅速普及，人类社会正在加速进入一个人与人工智能共同生活和协同工作的时代，即人工智能时代。即将到来的人工智能时代提出的一个根本性问题是，教育系统如何确保每个个体获得与人工智能有效协同并能运用人工智能促进社会可持续发展的能力。

从宏观的角度看，人工智能给教育系统带来了以下三个方面的挑战和机遇：

第一，从教育政策规划的角度出发，如何发掘人工智能在优化教育供给、更新教育管理、赋能教师与教学、提高学习质量等方面的潜能，扩大教育普及率和确保学习质量；

第二，从外部人才需求的角度出发，为应对人工智能和自动化梯级替代低技能职业与任务，以及快速促生新职业导致的就业、创业技能的迭代变动，教育系统如何预测和培养人工智能时代生活和工作所需的技能；

第三，从人本的伦理观念和公平发展的角度出发，如何管控人工智能所进一步加剧的国际间和社会阶层间的数字鸿沟，以及更隐蔽、更泛在的隐私和伦理侵犯，并发挥人工智能的潜力，以促进教育的公平性和全纳性。

为了最大化实现人工智能可能带给教育系统的惠益，消除潜在风险，需要教育系统全系统协同及其

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

与各界的协作，调整甚至重构教育供给、教育管理、教学和学习的核心基础。

为协助各会员国应对上述挑战，联合国教育科学与文化组织和中国政府联合发起，2019 年 5 月 16—18 日在北京举办以“规划人工智能时代的教育：引领与跨越”为主题的国际人工智能与教育大会[1]。本次会议由中华人民共和国教育部、联合国教科文组织全国委员会和北京市人民政府共同承办。大会收到中华人民共和国主席习近平的贺信，会议由中国政府副总理孙春兰、联合国教科文组织总干事全权代表教育助理总干事、联合国教科文组织执行局主席和北京市市长分别致开幕词。会议仅接受受邀代表，共邀请了来自全球 120 多个国家和 20 多个联合国机构或国际组织的 300 多位正式代表，其中包括大约 50 位部长或副部长。国内应邀参会人员包括相关部委、各省市自治区、高校和研究机构及企业界的 250 位代表。会议期间，共有 120 多位专家、企业领袖和政府官员在 7 个全会和 16 个分会环节发表演讲和参与专题讨论。会议期间，还在会议现场、清华大学、中关村科技创新展示园区、北京十一中学分别组织了四场专题展览。会议最后通过了具有里程碑意义的有关人工智能与教育的《北京共识》[2]。本次大会是全球范围内迄今为止规格最高、代表性最广泛、主题最具前瞻性和引领性的大会。

会议以提前规划教育政策、引领人工智能时代所需的教育变革为总目标，研讨了人工智能演变的最新趋势及其对人类社会、经济和劳动力市场以及教育和终身学习体系的深远影响，审视了人工智能对于未来工作和技能培养的潜在影响，并探讨了其在重塑教育、教学和学习的核心基础方面的潜力。会议研制并最终通过了首个人工智能与教育全球性纲领问题的《北京共识》，会议的召开和所取得的成果文件将对该领域的政策制定、理论研究、实践创新和技术研发等产生深远影响。本文综述会议召开的背景、研讨的重大专题，并在各专题下，列举该专题涉及的重大战略问题、值得关注的人工智能应用场景或探索性项目和成果，最后介绍各国在该专题下达成的共识。

二、在全球可持续发展目标四——2030 年教育议程背景下，审视构建人工智能时代教育的未来新兴政策与战略

新兴的人工智能技术在重塑教育与学习方面具有变革性的潜力。但人工智能对教育与学习具有双重影响，既会带来惠益，也会带来风险，这在目前已成共识。面对人工智能时代的挑战和机遇来重塑教育系统，各国教育政策制定者需要以联合国及各会员国达成共识的 2030 年可持续发展目标（Sustainable Development Goals，SDGs），尤其是其中的可持续发展目标四（SDG 4）——2030 年教育议程的目标为标杆，审视人工智能的惠益与潜在风险。可持续发展目标四——2030 年教育议程的总目标是确保所有人都享有包容、公平和优质的教育与终身学习机会，并围绕总目标设定了各级各类教育的 17 个具体指标[3]。相较于联合国系统制定的、以 2015 年为目标年提出的全民教育（Education For All，EFA）议程，可持续发展目标四针对 2030 年的教育提出了更多且更有挑战性的具体指标。例如：不但要确保所有学龄儿童都享受义务教育，而且要确保义务教育的质量；建议各国把教育的年限下调到 1~2 年学前教育和普及一定年限的高中教育；扩大高等教育入学率；扫除文盲尤其是成人文盲；确保每个人都获得体面的生活和工作所需的基本技能；普及面向可持续发展的教育和全球公民意识教育；在教育中确保性别平等[3]。为实现 2030 年教育议程，世界各国尤其是发展中国家面临着巨大挑战。根据联合国教科文组织的统计，全球有 26200 多万学龄儿童和青年人失学，全球仍有 61700 万文盲人口，在撒哈拉以南非洲地区仅有不足 40%的女童完成 9 年基础教育[4]。

单纯依靠传统的教育供给、教育管理和教学资源提供方式，无法为实现 2030 年教育议程提供充足师资和各类教育资源，更无法克服各种阻遏弱势群体获得优质教育和终生学习机会的障碍。在各国寻找新型教育和终生学习供给方式时，人工智能的最新突破为教育界研制创新性的解决方案提供了新希望。有观点认为，人工智能有潜力帮助各国克服在实现可持续发展目标四方面面临的重大挑战。例如：借助人工智能承担教师的部分功能，填补部分师资空缺，并赋能贫困地区教师的教学，通过教育管理流程的自动化，优化教育资源分配以向弱势群体倾斜，分析学习模式并优化学习过程以确保学习质量，可以克服弱势群体接受教育的语言和地域等障碍。

为协助各国教育部长深化对人工智能积极教育潜能和潜在风险的认识，避免各国教育部门无证据、无规划地盲目跟风技术热点，联合国教科文组织通过本次会议重申实现 2030 年教育议程的重要性和紧迫性。进而敦促教育界、科技界和其他相关机构深入系统分析实现 2030 年教育议程的各项具体指标时所面临的挑战，规划教育系统对人工智能的宏观需求，展

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

望人工智能时代教育的可能性和具体应用场景。为此,会议组织了以“借助人工智能加速实现可持续发展目标四”的“部长论坛”和“展望人工智能时代教育的未来大会主旨演讲”两个最高级别的大会环节。

在“部长论坛”环节,中国教育部部长陈宝生做了题为《中国的人工智能与教育》的主旨报告,包括斯洛文尼亚副总理兼教育、科学和体育部部长在内的来自世界各个地区的 12 位部长,分享了相关国家在教育人工智能领域的政策规划和实施经验,并就以下问题分享了不同发展程度的国家面临的挑战和政策对策:人工智能有哪些最新发展趋势?人工智能的发展趋势正在如何重塑教育与学习?为应对人工智能带来的机遇与风险,如何规划政策、对策?

承接“部长论坛”环节提出的三个问题,大会特邀了教育界、人工智能界和教育人工智能领域的专家发表了主旨演讲,包括中国教育部副部长钟登华的《智能教育引领未来——中国的认识与行动》,伦敦大学学院教授及联合国教科文组织人工智能教席负责人约翰·肖维-泰勒(John Shawe-Taylor)的主题演讲,以及来自伟东集团、好未来教育集团和科大讯飞三个企业董事长有关人工智能前沿发展和教育解决方案的报告,以期为各国参会官员和业界代表提供人工智能应用于教育的前沿思考。

在教育系统运用人工智能潜能实现变革方面,会议达成的《北京共识》具体体现为:“致力于引领实施适当的政策应对策略,通过人工智能与教育的系统融合,全面创新教育、教学和学习方式,并利用人工智能加快建设开放灵活的教育体系,确保全民享有公平、适切且优质的终身学习机会,从而推动可持续发展目标和人类命运共同体的实现。”[2]同时,必须“认识到人工智能领域的复杂性和迅猛发展速度、对人工智能的多元化理解、宽泛的外延和各种差异较大的定义,以及在不同场景中的多样化应用及其引发的伦理挑战”[2]。

三、引导教育领域发展人工智能的政策制定:政策制定原则和主要政策构件

(一)在借鉴已有人工智能战略的基础上,确定教育人工智能政策制定的原则与政策构件

到 2018 年底,全球约有 18 个国家或经济体制定并开始实施人工智能战略,以应对人工智能的惠益与潜在风险[5]。这些新兴人工智能战略都具有跨学科和跨部门的特色,并侧重大同小异的共同政策领域,其中包括:工业 4.0 及其对劳动力市场的影响、人工智能研发、人工智能人才与相关技能培养、人工智能伦理、数据战略、政府服务中的人工智能、包容平等的人工智能应用等。虽然各国聚焦的战略重点、实施途径和筹资机制各不相同,但所有制定实施人工智能国家战略的先行国家都认可,教育既是国家人工智能战略的核心领域,更是实现该战略的核心支撑领域。因为,唯有教育能确保所有人形成在生活、工作和学习中人机协作所需的各项技能和价值观。具体到教育领域,尽管普遍认为人工智能具有深刻改变教育管理、教学和学习各个方面的潜力,然而,与工业制造、交通其他部门相比,对教育领域普遍利用人工智能带来的长期影响仍难以准确预测。在实现可持续发展目标四的各项具体指标时,教育政策制定者如何抓住人工智能提供的机遇,制定可与宏观教育政策和公共政策有机配合的教育人工智能政策,是各国教育决策人员面临的共同挑战。

为了应对这个挑战,大会的第一个主题性全会环节重点关注从新兴人工智能战略中汲取的经验教训如何为制定教育人工智能政策(AI in Education Policies)提供依据,该全会环节讨论的主要问题包括:从已经制定实施的国家人工智能战略中可汲取哪些可供教育人工智能政策参考的经验教训?如何通过系统性的规划来引导教育顺利完成向人工智能时代的转型?如何动员充足的资金、其他资源和跨界合作伙伴支持教育人工智能政策的制定与实施?在该主题全会环节,联合国教科文组织介绍了即将完成的《教育人工智能政策指南》,以及旨在协助各成员国培养人工智能时代合格教育政策制定人员的“为人工智能时代的教育最好准备的决策者(AI-ready Policy Makers)”项目。

在教育人工智能政策制定的指导原则方面,会议达成的《北京共识》体现了以下原则:

1. 在人类智能与人工智能的互动中强调以人为本的原则

“认识到人类智能的独特性。重申《世界人权宣言》中确立的原则,重申联合国教科文组织在人工智能使用方面的人文主义取向,以期保护人权并确保所有人具备在生活、学习和工作中进行有效人机合作以及可持续发展所需的相应价值观和技能。”[2]联合国教科文组织人本主义的人工智能应用原则具体包括四个方面:人工智能的开发应当为人所控、以人为本;人工智能的部署应当服务于人并以增强人的能力为目的;人工智能的设计应合乎伦理、避免歧视、公平、透明和可审核;应在整个价值链全过程中监测并评估人

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

工智能对人和社会的影响。

2. 在规划教育人工智能政策时强调跨界合作和全系统规划原则

认识到人工智能的多学科特性和跨界融合的技术特点及其广泛而复杂的影响，采取政府全体参与、跨部门整合和多方协作的方法，规划和治理教育人工智能政策。从终身学习的角度规划并制定与教育政策接轨和有机协调的全系统教育人工智能战略，确保教育人工智能与公共政策特别是教育政策的有机配合。

3. 基于实现可持续发展目标四时所面临的挑战，权衡政策重点，确保多元经费筹资机制

根据本地在实现可持续发展目标四及其具体目标以及其他可持续发展目标的工作中遇到的挑战，审慎权衡不同教育政策重点之间的优先级，确定政策的战略优先领域；充分认识到推行教育人工智能政策和工程的巨大投资需求；确定不同的筹资渠道，包括国家经费（公共和私人）、国际资金和创新性的筹资机制。还要考虑到人工智能在合并和分析多个数据来源，从而提高决策效率方面的潜力。

（二）借助人工智能促进教育全系统发展与跃迁的主要政策构件

支撑该专题性全会的讨论，会议围绕下面相关分专题组织了四个分会环节：

1. 规划教育人工智能政策，培养为采纳人工智能做好准备的决策者

为引导教育向人工智能时代转变，教育人工智能政策的制定应该首先审慎考察人工智能对教育核心基础具有何种影响，并以此为基础对教育系统的核心要素进行重新界定或补充。而教育的核心基础包括培养什么样的技能以及如何培养、教育的供给与管理、课程与结果认证，以及教学与学习的组织方式。为了最大限度地提高人工智能的惠益，并降低其给教育带来的潜在风险，教育决策者需要不断对政策进行学习，了解什么是人工智能，它如何在生活、工作和教育中得到利用，以及如何管理伦理和法律风险等。该专题分会探讨了有关教育人工智能政策的规划以及决策者应掌握的知识领域等主要问题：在利用人工智能构建教育与学习的未来并应对在各种环境下实现可持续发展目标的挑战中，应遵循哪些原则？如何做好更充分的准备并整合关键政策要素，以支持实现各项战略性目标？为引领人工智能时代教育政策和规划的设计，决策者需要掌握哪些基本的人工智能知识？

2. 发挥人工智能潜能，优化教育供给和教育管理

以大数据的重大突破为支撑点，人工智能技术已被证明有力量彻底改革学习课程的搜集整合和供给方式，并显现出变革教育管理和政策规划机制的巨大潜力。教育政策制定者和实践人员常需要了解如何利用数据改善教育的供给和管理。为有效利用数据推动变革，教育和培训提供者必须与教育技术产业建立全面伙伴关系。应摒弃教育技术产业只是商品和服务提供者的观点，转而开展更为丰富、更为根本性的合作关系，合作审视数据的潜力，规划和设计人工智能解决方案，以及制定指导框架。关注如何利用人工智能加强并改革教育的供给和管理。该专题分会值得探讨的主要问题包括：数据和人工智能技术如何改进各个等级和分部门教育（基础教育、职业技术教育与培训、高等教育和终身学习）的供给？利用人工智能提升教育管理信息系统（Education Management Information System，EMIS）的有效和变革性模式有哪些？利用数据促进教育的供给或管理，同时，特别注重支持最弱势群体教育的有效伙伴关系或协作模式有哪些？其中特别值得关注的领域是，如何借助人工智能促进难民教育的供给。

会议在该专题上达成的《北京共识》具体体现为："应充分认识到应用数据变革给予证据的政策规划方面的突破。考虑整合或开发合适的人工智能技术和工具对教育管理信息系统进行升级换代，以加强数据收集和处理，使教育的管理和供给更加公平、包容、开放和个性化。"[2]同时，"考虑在不同学习机构和学习场景中引入能够通过运用人工智能实现的新的教育和培训供给模式，以便服务于学生、教职人员、家长和社区等不同行为者"[2]。

3. 借助人工智能赋能教师和教学，确保人际互动在教学中的核心价值

虽然教师现在所承担的日常例行工作和低技能任务有可能被人工智能所取代，但教师作为一种职业近期内不会被机器取代。随着人工智能提供的辅助越来越智能化，并逐步替代教师承担教学中的低技能性机械重复任务，教师将更有可能专注于高技能的任务，包括更有针对性地管理教育资源，更加有成效和高效率的教学方法，以及更加完善的学习成果评估。因此，迫切需要探讨人工智能的运用会对教师的权利和工作条件产生何种影响，并依此对全系统的教师培训、教师职业生涯管理和教师职业发展支持进行变革或调整。此外，运用人工智能平台和工具有效支持教学并对教学变革的赋能方面，必须从教师的需要出发，解决他们在课堂上乃至范围更广的教育环境中面临的真正挑战，而不是由供应驱动的办法或对新技术

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的盲目追求所主导。

该专题分会探讨了在富含人工智能的教育环境中教师角色的动态变化,以及如何通过提高教师持续性的职业发展和教师职业生涯管理政策,协助教师适应人工智能时代的教学需求,其中包括:在日益富含人工智能的教育环境中,如何根据人机互动的新变化动态界定教师的角色以及教师职位所需的技能?如何相应变革职前和在职培训培养应对教师角色和职业定位的变化,并借助人工智能技术赋能教师? 在人工智能可以替代教师角色中低技能任务的新背景下,如何重新审视解决师资短缺问题的战略?值得关注的领域包括:人工智能助力教师教学创新、人工智能技术和学习分析法对教师教学的支持、利用人工智能增强教师教学能力、对教师在高人工智能环境中的工作权利的界定和保护。

会议在该专题上达成的《北京共识》主要体现为:"虽然人工智能为支持教师履行教育和教学职责提供了机会,但教师和学生之间的人际互动和协作应确保作为教育的核心。意识到教师无法被机器所取代,应确保他们的权利和工作条件受到保护。"[2]政府机构和教师培训部门应"在教师政策框架内动态地审视并界定教师的角色及其所需能力,强化教师培训机构并制订适当的能力建设方案,支持教师为在富含人工智能的教育环境中有效工作做好准备"[2]。政府机构和相关部门应 "将人工智能技能纳入教师通信技术能力框架,并就教职人员如何在富含人工智能的教育环境下工作开展培训"[2]。

4. 释放人工智能在改善学习成果和变革学习评价方面的潜能

机器学习的计算力已在主要需要狭义智能的任务中显示出超越或不逊于人类智能的能力,其中包括自然语言处理、面部识别以及人工智能作曲、绘画和写诗等。人工智能技术还被广泛用于自动教学中的评分和监考以及基于人脸识别的远程学习评估等。然而,关于人工智能如何改善学习成果、人工智能能否有助于学习理论界更好地理解和改进学习的有效性等方面,证据尚比较匮乏。人工智能在支持跟踪和认可不同环境中的学习成果,以及评估综合能力,特别是在非正规和非正式环境中所获能力并对此加以质量认证方面的潜力仍然有待开发。

该专题分会探讨了人工智能在提高学习质量、改善学习成果的潜能等方面的主要问题:如何利用人工智能改进核心科目的学习过程和学习成果以及培养跨学科能力?如何利用数据和人工智能技术推动对所有机构和国家的学习结果评价、认可的创新性方法?从终身学习的角度看,人工智能如何改进对先前学习的认证和验证? 值得关注的领域包括:教学中人—机混合系统的研发和应用效果、如何结合学科特点设计人工智能应用场景并释放人工智能提高学科学习成绩的潜能、人工智能能否以及如何提高跨学科综合能力的培养、如何借助深度学习等人工智能技术加深对人类学习规律的理解。

会议在该专题上达成的《北京共识》体现为:"动态关注人工智能在支持学习和学习评价潜能方面的发展趋势,评估并调整课程,以促进人工智能与学习方式变革的深度融合。"[2]不应罔顾学科和跨学科学习规律、学生隐私以及其他个人权益,在无实证支持下或家长和学生不知情的前提下,盲目推广商业利益驱动的人工智能学习系统,而应审慎验证使用人工智能的惠益明显大于其风险的领域,并在这些领域"考虑应用现有的人工智能工具或开发创新性人工智能解决方案,辅助不同学科领域中明确界定的学习任务,并为开发跨学科技能和能力所需的人工智能工具提供支持"[2]。同时,"支持采用全校模式围绕利用人工智能促进教学和学习创新开展试点测试,从成功案例中汲取经验并推广有证据支持的实践模式"[2]。在借助人工智能变革学习评价方面,"应用或开发人工智能工具以支持动态适应性学习过程;发掘数据潜能,支持学生综合能力的多维度评价;支持大规模远程评价"[2]。

(三)教育与培训系统对人工智能时代的反向支持:预测和培养人工智能时代生活和工作所需的技能

人工智能无所不在的渗透性普及伴随着新职业的增长以及低技能任务实现自动化所引发的失业率急剧上升,由此造成社会和政治紧张,同时,带来收入不平等日益加剧的风险。最近的一项全球评估显示 [6],到 2030 年,30%的"工作活动"可以实现自动化并被人工智能机器替代掉,相关职业或岗位的需求会锐减或消失。全球多达 3.75 亿劳动者可能会受到影响,蓝领工人首当其冲,随后是白领雇员和管理者,此后会涉及部分艺术产业从业者[6]。与此同时,人工智能及其他前沿技术正催生需要人类特有的创造能力、社会情感能力和人际互动等高技能工作岗位的增加。一方面,教育和培训系统需要为新毕业生提前准备胜任这些新生高技能工作岗位所需的技能;另一方面,需要对被从低技能岗位上替代掉的失业人员,在其技能发展的最近发展区内开展技能再造或技能提升,以期协助他们在需要较高层级的高技能岗位上实现就业和转型。

为了应对这个挑战,大会的第二个主题性全会环

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

节探讨了教育和培训系统主动应对劳动力市场变化的能力方面所面临的主要问题，其中包括：随着人工智能的出现，哪些职业面临着被替代的风险，哪些新型职业又正在被促生？教育和培训系统如何预测这些变化，以便同时对现有和新的劳动力进行培训，使其具备在人工智能时代取得成功的工作技能？私营部门如何参与职业技术教育与培训计划的治理、融资和管理？值得关注的领域和成果包括：人工智能时代的劳动力和劳动者的权益[7]、多层次分水平人工智能技能框架（面向所有人的人工智能素养，人工智能从业人员、人工智能开发人员、人工智能创业者、人工智能政策制定者等）、人工智能时代可持续发展的工作机会（国际劳工组织报告《为了更加美好的未来而工作》[8]）、人工智能技术在劳动力转型过程支持技能发展和工作技能需求的匹配[9]、如何动态界定人机协同智能（Human-AI Collaborative Intelligence）。

支撑该专题性全会的讨论，会议围绕下面相关分专题组织四个分会环节：

1. 预测未来工作，界定人工智能技能框架

人工智能和自动化改变了工业、服务业和农业三部门的价值链。与自动化引起的裁员和失业担忧相反，乐观主义的观点认为，技术正在使需要人类特有创造力的高技能工作数量增多，而在常规工作实现自动化之前，人类的这些创造力处于浪费或闲置状态。如果使下岗工人具备新工作所需的技能，那么各经济体和社会所受的源于自动化的冲击就会被缓解或通过产业和就业升级的方式解决。在这种情况下，教育和培训系统需要对工作前景有准确、可靠的认识，不断确定劳动力市场的技能需求并更新技能和资格框架，以便跟上富含人工智能的工作世界不断变化的要求。

该专题分会探讨了与预测未来工作、设定人工智能技术框架相关的主要问题：我们应如何评估人工智能和自动化对各种环境下就业和技能发展的影响？有哪些新兴的关于人工智能技能的国际、地区或国家框架？什么是核心的人机协作价值观和技能，包括在人工智能时代奋斗所需的人类特有技能？

会议在该专题上达成的《北京共识》主要体现为："注意到采用人工智能所致的劳动力市场的系统性和长期性变革，包括性别平等方面的动态。更新并开发有效机制和工具，以预测并确认当前和未来人工智能发展所引发的相关技能需求，以便确保课程与不断变化的经济、劳动力市场和社会相适应。"[2]

2. 人工智能技能在学校和教育机构课程中的主渠道培养

据估计，到2022年，将产生1亿多项管理人类与人工智能或算法之间协作的新职责[10]。对编程、人工智能应用程序开发等人工智能技能，以及创造性思维、解决问题和协商等计算机无法轻易掌握的人类特有技能的需求与日俱增。学校和职业技术教育与培训机构需要培养大量具有基本技能的毕业生和劳动者，以满足当下需要并为学习新技能打下适当基础。人工智能技能在学校和职业技术教育与培训机构的主渠道培养，需要将人工智能教学与创客实践、编程马拉松和基于挑战的共同设计人工智能应用程序等更实用的办法结合起来。

该专题分会探讨了学校和职业技术教育与培训系统如何回应有关提高人工智能素养，并打造一支后备人工智能劳动大军的主要问题方面的经验：将人工智能技能发展纳入中小学和职教机构主渠道课程的有效方法和模式有哪些？高质量的人工智能课程和必要的人工智能工具如何实现开放获取，以满足最弱势群体的迫切需求？值得关注的领域和项目包括：新加坡政府的"未来技能"（SkillsFuture）工程[11]、联合国教科文组织—爱立信人工智能技能培养项目、人工智能技能在中小学和职业教育机构的主渠道培养模式。

会议在该专题上达成的《北京共识》主要体现为："进行有效的人机协作需要具备一系列人工智能素养，同时，不能忽视对识字和算术等基本技能的需求。采取体制化的行动，提高社会各个层面所需的基本人工智能素养。"[2]因此，各国政府应"将人工智能相关技能纳入中小学学校课程和职业技术教育与培训以及高等教育的资历认证体系中，同时，考虑到伦理层面的内容和与之相关的人文学科渗透"[2]。

3. 现有劳动力的人工智能技能提升和终身学习机会

工业、服务业和农业三部门价值链的自动化和变化正在使传统和低技能的工作失去立足之地，取而代之的是新的数字化和高技能工作。对具有传统中级技能劳动者的需求量减少，招聘人员和雇主正在将目光转向具有基本或适当人工智能技能的工人。使下岗的成年人掌握可以学会的人工智能技能，将有助于他们找到需要略高技能的工作并提高其职业发展能力。许多公司正在采取积极主动的办法，提供技术升级和再培训计划，以使员工为将来的工作和由人工智能驱动的未来做好准备。

该专题分会探讨了为填补人工智能产业发展及其带动产业转型所需的人工智能技能鸿沟，各国应采

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

取的主要战略、主要问题包括:各国政府如何协调多利益攸关方伙伴关系并制定适当的筹资计划,以促进对成年低技能劳动者进行人工智能技能培训及提升的包容性培训?私营部门为将来的工作对员工进行技能再培训的成功模式有哪些?如何借助终身学习系统中的激励和认证机制(如代金券、培训基金和带薪学习假等)应对人工智能技能培训需求? 值得关注的领域和项目包括:基于人工智能技术的职业技术教育与培训课程搜索集成和在线支持 、基于实时大数据(工作机会、所需技能、劳动力市场波动等)打通求职者和雇主的信息通道[12]。

会议在该专题上达成的《北京共识》主要体现为:"重申终身学习是实现可持续发展目标四的指导方针,其中包括正规、非正规和非正式学习。采用人工智能平台和基于数据的学习分析等关键技术,构建可支持人人均能随时随地进行个性化学习的综合型终身学习体系,同时,尊重学习者的能动性。开发人工智能在促进灵活的终身学习途径以及学习结果累积、认证、发证和转移方面的潜力。"[2]同时,"意识到需要在政策层面对老年人尤其是老年妇女的需求给予适当关注,并使他们具备人工智能时代生活所需的价值观和技能,以便为数字化生活消除障碍。规划并实施有充足经费支持的项目,使较年长的劳动者具备技能和选择,能够随自己所愿保持在经济上的从业身份并融入社会"[2]。

4. 培养人工智能专业人员,促进高等教育中的人工智能研究

国家和组织发展人工智能并将其融入经济和教育领域的主要障碍之一是缺乏人工智能专业人员和人才。弥合国际人工智能鸿沟的关键是培养本地人工智能人才,包括培养一批具有设计、编程和开发人工智能系统专业知识的本地人工智能专业人员,以及管理和领导能力兼备的人工智能企业家。这需要在高等教育中引入新课程,包括工程技术学课程以及硕士和博士课程。政府机构、大学和合作伙伴需要解决短期和长期需求, 为在科学、技术、工程和数学(Science, Technology, Engineering and Mathematics, STEM)方面打下扎实基础,支持跨学科研究和培训,以加强能力建设。

该专题分会探讨了培养本地人工智能专业人员和培育创新所需行动方面的基本问题, 其中包括:如何评估和监测人工智能人才和专业人员的缺口?大学和机构的作用是什么?有哪些加速本地人工智能专业人员和人才培养的成功实践?如何动员青年人并增强他们的能力, 使其能够参与促进本地的人工智能创新? 值得关注的领域和项目包括:埃及设立的阿拉伯地区首个人工智能学院[13]。

会议在该专题上达成的《北京共识》主要体现为:"制定中长期规划并采取紧急行动, 支持高等教育及研究机构开发或加强课程和研究项目,培养本地人工智能高端人才, 以期建立一个具备人工智能系统设计、编程和开发的大型本地人工智能专业人才库。"[2]

四、确保人工智能在教育领域应用的公平性、包容性和透明性

人工智能和自动化导致财富和其他收益高度集中在少数几个国家和公司,助推了不平等的日益加剧[14]。人工智能技能和人工智能专业人员中男女性别方面的差距日趋扩大。如不进行政策干预,人工智能在教育领域的部署将加深数字鸿沟并加剧性别不平等。机器学习滥用个人数据的案例也加剧了人们对人工智能在各个领域被用来操纵个人资料的伦理、隐私和安全问题的担忧。教育机构、学生,尤其是儿童更容易受到这种威胁。令人极为关切的是,除欧洲外,其他所有地区均只有不到 40%的国家制定了全面的数据保护法[15]。

该专题性全会审议了应如何采取紧急行动并规划长期合作, 以确保人工智能革命成为一场弥合鸿沟、加强包容性、确保每个人收益的技术革命。讨论的主要问题包括:如何支持资源匮乏国家推动教育方面人工智能技术的发展?是否可以利用数据和人工智能解决方案突破弱势群体接受优质教育的入学障碍?在为了生活、学习和工作而获取和应用人工智能技术方面,有哪些促进性别平等的成功战略和计划? 全会重点展示了中国在通过推进"人工智能+教育",探索教育脱贫攻坚新路径方面的经验和成果。

1. 确保教育数据和算法的使用合乎伦理、透明且可审核

应通过监管框架保障以透明和可审计的方式使用教育数据和学习者的个人数据,但是严格的监管又不利于学习分析数据及其他潜在利益的获取。迫切需要破解提供教育数据与保护学习者个人数据的机密性和隐私之间的两难困境。有一种新兴技术可以实现分散化或分布式数据管理,使数据管理仍然在用户控制之下,而非集中控制。

该专题分会倡议在教育领域推进以人为中心和负责任的人工智能应用,并探讨了如何防控人工智能在教育、教学和学习中应用带来的伦理和隐私等相关风险。探讨的主要问题包括:世界各国已经通过了哪些

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

关于以负责任和合乎伦理的方式发展和部署人工智能的国际和国家框架，对商业模式有何影响？新一代人工智能技术能否保护学习者个人数据的机密性和隐私？如何阐明并预防在教育领域使用人工智能存在的隐患？值得关注的领域和项目包括：构建可信任的人工智能系统、人工智能对青年人的社会包容或排斥。

会议在该专题上达成的《北京共识》主要体现为：必须认识到“人工智能应用程序可能带有不同类型的偏见，这些偏见是训练人工智能技术所使用和输入的数据自身所携带的，以及流程、算法的构建和使用方式中所固有的。认识到在数据开放获取和数据隐私保护之间的两难困境。注意到与数据所有权、数据隐私和服务于公共利益的数据可用性相关的法律问题和伦理风险。注意到采纳合乎伦理、注重隐私和通过设计确保安全等原则的重要性”[2]。具体而言，政府机构和教育机构应“测试并采用新兴人工智能技术和工具，确保教师和学习者的数据隐私保护和数据安全。支持对人工智能领域深层次伦理问题进行稳妥、长期的研究，确保善用人工智能，防止其有害应用。制定全面的数据保护法规以及监管框架，保证对学习者的数据进行合乎伦理、非歧视、公平、透明和可审核的使用和重用”[2]。最重要的是，立法部门应“调整现有的监管框架或采用新的监管框架，以确保负责任地开发和使用用于教育和学习的人工智能工具。推动关于人工智能伦理、数据隐私和安全相关问题，以及人工智能对人权和性别平等负面影响等问题的公开辩论”[2]。

2. 通过欠发达国家优先战略，缩小国际间和社会群体间的人工智能鸿沟

在利用人工智能的潜力促进增长和可持续发展方面出现鸿沟的风险很高。需要齐心协力促进南北和北南南合作，在政府、大学和其他机构之间分享技能、知识、技术、算法和设施，以便确保人工智能的发展能为更多国家所利用。否则，就很可能出现全球鸿沟，进一步拉大差距。教育可以通过提高所有公民的人工智能基本素养、培养具备人工智能技能的学习者和研发人员来应对这些挑战。尤其需要提请最不发达国家的教育决策者关注人工智能。

该专题分会探讨了各国引进、改造外来人工智能技术和进一步开发本地人工智能技术及其教育应用程序的决定性因素，包括：教育如何弥合已有数字鸿沟和新生人工智能国际差距？如何动员联合国教科文组织和其他国际网络支持最不发达国家的人工智能教育的发展？已有哪些成熟经验？还需要关注哪些领域？在教育领域中推广人工智能应用的进程中，缺乏必备数字化基础的撒哈拉以南非洲国家和其他欠发达国家是否会被排除在外？本分会议题环节重点分享联合国教科文组织——中国信托基金项目在支持 10 个非洲国家培训教师教育信息化技能项目的先进经验[16]。

会议在该专题上达成的《北京共识》主要体现为：

（1）重申确保教育领域的包容与公平以及通过教育实现包容与公平，并为所有人提供终身学习机会，是实现可持续发展目标四——2030 年教育议程的基石；重申教育人工智能方面的技术突破应被视为改善最弱势群体受教育机会的一个契机。

（2）呼吁各国“确保人工智能促进优质教育和全民学习机会，不分性别、是否残疾、不分社会地位、不分贫富、不分民族或文化背景、无论地理位置。教育人工智能的开发和使用不应加深数字鸿沟，也不能对任何少数群体或弱势群体表现出偏见”[2]。

（3）敦促有关国际机构“基于各国自愿提交的数据，监测并评估各国之间人工智能鸿沟和不均衡性，并且注意到能够获取使用和开发人工智能和无法使用人工智能的国家之间两极分化的风险。重申解决这些忧虑的重要性，并特别优先考虑非洲、最不发达国家、小岛屿发展中国家以及受冲突和灾害影响的国家”[2]。

（4）呼吁各国际机构和各国政府“建立多利益攸关方伙伴关系并筹集资源，以便缩小人工智能鸿沟，增加对教育人工智能领域的投资。促进开源人工智能课程、人工智能工具、教育人工智能政策实例、监管框架和最佳做法的分享”[2]。

3. 促进人工智能领域性别平等并增强妇女权能

联合国教科文组织最近的一份报告显示，妇女和女童懂得如何利用数字技术达到基本目的的可能性比男性低 25%，懂得如何为计算机编程的可能性为男性的四分之一，懂得如何申请技术专利的可能性为男性的十三分之一[17]。还有证据显示，以人工智能专业人员的差距为特征的人工智能领域性别差距日渐加大。根据《2018 年全球性别差距报告》，全球只有 22% 的人工智能专业人员是女性[18]。此外，由于人类向机器学习系统提供了具有性别偏见的数据，人工智能应用程序目前证明有性别偏见。迫切需要将性别公平作为机器学习的一条基本原则，且迫切需要消除人工智能技能方面的性别差距。

该专题分会探讨了能够帮助妇女和女童在生活、学习和工作中生存成长所需的数字和人工智能技能的教育干预措施，探讨与人工智能领域性别平等相关的主要问题：如何防止人工智能领域的性别偏见？联合

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

国各机构、各国政府、非政府组织和私营合作伙伴如何合力提高妇女在人工智能专业人员中的占比?

会议在该专题上达成的《北京共识》主要体现为:“强调数字技能方面的性别差距是人工智能专业人员中女性占比低,且进一步加剧已有性别不平等现象的原因之一”[2],为遏制这一趋势,呼吁各国和各类机构应“致力于在教育领域开发不带性别偏见的人工智能应用程序,并确保人工智能开发所使用的数据具有性别敏感性。同时,人工智能应用程序应有利于推动性别平等”[2],“在人工智能工具的开发中促进性别平等,支持对女童和妇女开展人工智能技能培训和应用赋能,在人工智能劳动力市场和雇主中推动性别平等”[2]。

4. 利用人工智能促进教育面向弱势个体的包容性和公平性

教育的包容性是实现可持续发展目标四——2030 年教育议程的基石。应消除一切形式的排斥和边缘化,以及入学和学习成果方面的差异和不平等。在教育中利用人工智能的主要关注点之一,应该是因残疾、性别、社会经济条件、语言、难民或移民地位、地理位置而被边缘化的群体。在全球范围内,最弱势人口中有三分之一是移民,另外约有 1.3%是流离失所者。难民的小学入学率约为 61%,中学入学率约为 23%,而且据估计,三分之一的失学儿童身患残疾[4]。随着利用远程图像技术收集数据并根据数据分析优化资源配置的能力越来越强,人工智能为促进教育包容性提供了无限可能。基于人工智能工具,如自然语言处理工具、智能在线教程和语音控制助手,为突破最弱势群体获得包容和公平的受教育机会的障碍提供了手段。

该专题分会探讨了利用人工智能促进教育的包容和公平方面的基本问题:如何利用人工智能支持针对包括残疾人在内的最弱势群体的教育?人工智能应用程序可能加剧排斥和边缘化,以及获得教育方面的差异和不平等的风险有哪些?如何筹集资金并动员伙伴关系,使之作为利用人工智能促进包容和平等的先决条件,确保人工智能在教育领域的部署既包容又公平?值得关注的问题是,如何推进面向残障人士的全纳性人工智能应用。

会议在该专题上达成的《北京共识》主要体现为:“确保教学和学习中的人工智能工具能够有效包容有学习障碍或残疾的学生,以及使用非母语学习的学生”[2]。

五、面向未来的教育人工智能的监测评估和国际合作

会议还针对引领人工智能教育变革的研究、检测和评估达成以下共识:

一是教育系统就人工智能应用于教育会产生何种深远影响方面尚无系统性研究。为此,应支持就人工智能对学习实践、学习成果以及对新学习形式的出现和验证产生的影响开展研究、创新和分析。采取跨学科办法,综合教育学、心理学、脑科学、社会科学等领域的方法研究教育领域的人工智能应用。鼓励跨国比较研究及合作。

二是鉴于人工智能在能否有效提高学科学习、跨学科能力、综合能力和创造力方面尚缺乏严谨的科学依据,考虑开发监测和评估机制,衡量人工智能对教育、教学和学习产生的影响,以便为决策提供可靠和坚实的证据基础。

在中国政府的倡议和推动下,会议还就在教育人工智能领域建立广泛国际伙伴关系,借助人工智能构建未来教育达成以下共识:

一是在 2030 年教育议程全球执理会的架构范围内,协调集体行动,避免各国恶行竞争,通过分享人工智能技术、能力建设方案和资源等途径,促进教育人工智能的公平使用。

二是支持对与新兴人工智能发展影响相关的前沿问题进行前瞻性研究,推动探索利用人工智能促进教育创新的有效战略和实践模式,以期构建一个在人工智能与教育问题上持有共同愿景的国际社会。

三是确保国际合作有机配合各国在教育人工智能开发和使用以及跨部门合作方面的需求,以便加强人工智能专业人员在人工智能技术开发方面的自主性。加强信息共享和有良好前景应用模式的交流,以及各国之间的协调和互补协作。

四是通过联合国教科文组织已有国际会议并借助其他联合国机构,为各国之间交流有关教育人工智能领域的监管框架、规范文本和监管方式提供适当的平台,比如:建立一个“人工智能服务于教育”的平台,作为开源人工智能课程、人工智能工具、教育人工智能政策实例、监管框架和最佳做法的信息交流中心,推动开放源码人工智能资源和课程向所有人开放。

[参考文献]

[1] UNESCO. International conference on artificial intelligence and education [EB/OL].[2019-07-01].https://en.unesco.org/themes/ict-

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

education/ai-education-conference-2019.

[2] UNESCO. First ever consensus on Artificial Intelligence and Education published by UNESCO [EB/OL].[2019-07-05].https://en.unesco.org/news/first-ever-consensus-artificial-intelligence-and-education-published-unesco.

[3] UNESCO. Education 2030:incheon declaration and framework for Actionfor the implementation of SDG 4 [EB/OL].[2019-05-01].http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/education-2030-incheon-framework-for-action-implementation-of-sdg4-2016-en_2.pdf.

[4] UNESCO.Global education monitoring repport 2017/8[EB/OL].[2019-04-26].https://en.unesco.org/gem-report/sdg-goal-4.

[5] DUTTON T.Building an AI world:report on national and regional AI strategies [EB/OL].[2019-03-26].https://www.cifar.ca/cifarnews/2018/12/06/building-an-ai-world-report-on-national-and-regional-ai-strategies.

[6] McKinsey Global Institute. Jobs lost,jobs gained:what the future of work will mean for jobs,skills,and wages [EB/OL].[2019-04-26].https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages.

[7] FREY C.The technology trap capital,labor,and power in the age of automation carl benedikt frey [Z].New Jersey:Princeton University Press,2019.

[8] International Labor Organization.Report of the global commission on the future of work-work for a brighter future [EB/OL].[2019-04-26].https://www.ilo.org/global/topics/future-of-work/publications/WCMS_662410/lang--en/index.htm.

[9] European centre for the development of vocational training[EB/OL].[2019-05-02].https://www.cedefop.europa.eu.

[10] World Economy Forum. The future of jobs report 2018[EB/OL].[2019-04-26].http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf.

[11] Government of Singapore.Skillsfuture[EB/OL].[2019-04-26].https://www.skillsfuture.sg/.

[12] Burning glass technologies-real-time job market analytics software [EB/OL].[2019-04-26].https://www.burning-glass.com.

[13] University World News. First AI faculty unveiled at Global Forum [EB/OL].[2019-05-13].https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20190405064313832.

[14] McKinsey Global Institute.Notes from the AI frontier:modeling the impact of AI on the world economy[EB/OL].[2019-04-26].https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-AI-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy#part2.

[15] United Nations Conference on Trade and Development. Data protection and privacy legislation worldwide[EB/OL].[2019-06-21].https://unctad.org/en/Pages/DTL/STI_and_ICTs/ICT4D-Legislation/eCom-Data-Protection-Laws.aspx.

[16] UNESCO.Enhancing teacher education for bridging the education quality gap in Africa [EB/OL].[2019-04-26].https://en.unesco.org/themes/teachers/cfit-teachers.

[17] UNESCO. I'd blush if I could: closing gender divides in digital skills through education[EB/OL].[2019-07-01].https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367416.page=1.

[18] World Economy Forum. The global gender gap report 2018[EB/OL].[2019-04-26].http://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2018.pdf.

Leading Education Transformation towards the AI Era: Overview of 2019 International Conference on AI and Education

MIAO Fengchun

(Headquarters of UNESCO, Paris France 75007)

[Abstract] The paper reviews the background, main themes of the International Conference on AI and Education (16-18 May 2019, Beijing, China) with a specific focus on the main points of the conference outcome document, *Beijing Consensus*, and their implications for educational policies and teaching practices. It is pointed out that the development of AI policies in education in various countries should take a humanistic approach, carry out interdisciplinary and intersectoral cooperation, and enhance equity

(下转第 29 页)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

the most important views is that there is an inherent consistency between knowledge and thinking, which is often overlooked by the academic circle. From this point of view, this paper, with the help of SOLO taxonomy theory, explains that higher-order thinking is embodied in three aspects, including the relevance of thinking content, the richness of thinking structure, and the richness of thinking connotation as well. Moreover, design thinking is naturally situational, structural, and humanistic, which meets the basic requirements for the occurrence of higher-order thinking. Therefore, design thinking is an effective way to develop higher-order thinking.

[Keywords] Design Thinking; Higher-Order Thinking; Thinking; Genetic Epistemology

(上接第 14 页)

and inclusion of education. Meanwhile, the AI policies in education should ensure the three foundations of laws and regulations guarantee, awareness and capacities of policy makers and AI talents. The planning of policies should assess the interaction between AI and education and lead to positive interaction and system integration of AI and Education: on the one hand, the education system should be enhanced to anticipate and develop skills and values and different levels of AI skills needed by individuals living and working in the AI era; on the other hand, the policies should leverage the breakthroughs of AI to dynamically enable the system-wide development and transformation of education. In particular, efforts should be made to ensure the promotion of core elements of the educational system, including AI innovating the delivery education, AI enabling the upgrading of educational management, AI empowering teachers and teaching, and AI improving learning and learning assessment.

[Keywords] AI Policies in Education; Human-AI Collaborative Intelligence; Equity and Inclusion; *Beijing Consensus*

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI:10.13541/j.cnki.chinade.20190226.003

人工智能与特殊教育的深度融合设计*

□ 郭利明 杨现民 段小莲 邢蓓蓓

【摘 要】

随着智能时代的到来，人工智能与特殊教育的深度融合将成为教育发展的重要趋势。调研发现，目前已有一些人工智能技术开始应用于听视觉障碍者、听觉障碍者、视觉障碍者、自闭症患者及肢体残疾者这五类残障人士，为其学习及生活带来了便利。然而，这些人工智能应用目前仅仅针对这五类残障人士实现了缺陷补偿，我国特殊教育的发展仍面临五大现实难题：教材设计未考虑特殊儿童身心特征，质量有待提升；特教师资队伍薄弱，专业化水平亟待加强；学生残障程度不一，个性化教学仍需努力；学生障碍类型多样，便利化管理难以实现；医疗救助和健康诊断欠缺，学生健康保障水平需提升。为此，研究者尝试构建人工智能与特殊教育的深度融合框架，探讨利用人工智能技术破解特殊教育发展五大难题的思路。最后，结合前文人工智能与特殊教育的深度融合设计思路，文章反思在实践过程中可能面临的问题，并提出了相应的解决对策。

【关键词】 特殊需要的学习者；听觉障碍：视觉障碍；自闭症；专家系统；智能机器人；新一代人工智能发展规划的通知

【中图分类号】 G642.0 【文献标识码】 A 【文章编号】 1009-458 x (2019)8-00010-10

一、引言

1956年，美国达特茅斯学院（Dartmouth College）的麦卡锡（John McCarthy）等提出人工智能（Artificial Intelligence，AI）概念，指出要让机器像人一样认知、思考和学习（陈凯泉, 等, 2017）。人工智能一经提出便受到了狂热的追捧，但到了20世纪七八十年代，由于发展遇到瓶颈，人工智能开始遇冷，之后一直处在缓慢发展阶段。近年来，随着机器学习和深度学习算法的迅猛发展，人工智能再度回到人们的视野中，引起了一股“人工智能热潮”。2016年3月，谷歌计算机围棋程序AlphGo以3∶0的战绩完胜围棋高手李世石，这一事件使人们对人工智能的关注度持续高涨。2017年10月，智能机器人Sophia被沙特阿拉伯授予公民身份，成为地球上首位获得公民身份的机器人，这一事件使人们感叹人工智能发展的惊人速度。人工智能也成为各国发展重点，美国于2016年10月连续发布了《国家人工智能研发战略规划》和《为人工智能的未来做准备》两份报告（National Science and Technology Council, 2016），中国于2017年7月发布《新一代人工智能发展规划的通知》（国务院, 2017），英国则于2017年10月发布了《在英国发展人工智能产业》报告（The UK Government, 2017）。

随着技术的不断成熟，人工智能开始应用于教育领域，受到了教育研究者与实践者的共同关注。在研究领域，闫志明等人（2017）提出了教育人工智能（EAI），界定了其内涵，探讨了其关键技术与应用趋势；吴永和等人（2017）从应用形态、技术架构、业态趋势三个环节构筑了“人工智能+教育”的生态系统，意在创设“人人皆学、处处能学、时时可学”的智慧化教育环境，创新学习方式和教学模式，从而为师生及管理者提供恰当的、个性化的优质服务。在实践领域，有学校开始利用人工智能技术（比如语音识别、拍照搜题、智能批改等）和数据挖掘（Data Mining）技术来跟踪和监测学生的相关学习数据，从而支持个性化学习；教育人工智能产品也不断问世，如美国McGraw Hill Education公司的互动教材Learn Smart、智能教科书Smart Book，英国EZ Education

* 本研究受江苏省333工程科研基金资助项目（项目编号：333GC201702）、江苏省高校“青蓝工程”、江苏师范大学研究生培养创新工程研究生科研与实践创新计划项目“大数据时代教育数据隐私保护技术与策略研究”（项目编号：2018YXJ697）资助。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

公司的Doodle Maths数学学习测评平台，中国科大讯飞公司的智慧微课工具、智慧纸笔课堂、智慧作业平台、智慧组卷工具以及智学产品2.0等，这些产品为人工智能应用于教育领域奠定了坚实的基础。

总的来说，当前人工智能与教育的融合探索主要聚焦在基础教育和高等教育领域，并取得了一些成绩。作为整个国民教育的重要组成部分，特殊教育与人工智能的结合同样具有无限的可能性。随着智能时代的到来，人工智能与特殊教育的深度融合也将成为教育发展的重要趋势之一。基于此，文章尝试构建人工智能与特殊教育的深度融合框架，探讨借助人工智能技术破解特殊教育发展五大难题的思路，期望能为人工智能助力特殊教育创新发展提供一定的借鉴和指导。

二、特殊教育面临的突出问题

在我国，特殊需要的学生主要包括聋哑学生、听障学生、视障学生、智障学生、自闭症患者及肢体残疾者，这些学生由于先天或者后天缺陷的存在，在心理上、生理上及健康上存在问题。人工智能在特殊教育中大有可为，它可以延伸人类器官的功能。对于特殊学生而言，智力或者身体的不足可以借助技术实现缺陷补偿，凭借人工智能应用，增强其身体器官功能，缩小和主流人群的差距，实现向健全人的跨越。调研发现，目前国内外已有一些人工智能技术开始应用于特定的残障群体，为其学习、生活及健康带来了福利，如在国内，北京联合大学特殊教育学院利用科大讯飞听见语音转写系统为听障学生授课；哈尔滨点医科技开发出了情感智能机器人RoBoHoN来帮助自闭症患者进行康复治疗。在国外，罗纳德·科尔教授的团队研发出智能导学系统来帮助聋哑儿童进行词汇学习；牛津大学计算机科学系的一个团队研发出名为LipNet的新人工智能系统来帮助听力障碍者进行读唇，实现“听见”的可能；Aira公司将机器学习与智能辅助眼镜融合在一起，帮助视觉障碍者同步获取周边环境信息，为其学习和生活提供了帮助；英国一所小学使用一个类人智能社交机器人NAO来帮助治疗自闭症谱系障碍者（ASD）；俄罗斯ExoAtlet公司生产的“智能外骨骼（智能假肢）”能够帮助上半身完好的肢体残疾者完成基本的行走及一些特殊动作训练。

综上所述，这些人工智能应用目前仅仅针对这五类残障人士实现了缺陷补偿，而对于特殊教育中存在的一些其他问题并没有提供针对性的技术解决方案，比如：教材设计问题、特教师资队伍问题、个性化教学问题、便利化管理问题、学生健康保障问题。当下，我国特殊教育发展仍面临以下五大现实难题。

（一）教材设计未考虑特殊儿童身心特征，质量有待提升

特殊教育的教材需要经过特殊的处理，方可投入使用，以保证特殊学生能够理解其中的内容。目前，我国特殊教育中的教材基本上是基于普通教材改造而成，即在其基础上加入些许特殊教育成分，如盲文的添补、图片的特殊处理等。结合笔者之前对江苏、江西、海南三地特殊教育教师的了解及文献分析发现，有相当一部分地区特殊教育中使用的教材并未全面考虑特殊儿童的身心特征，如个性特征、心智发展、残疾状况等，因而设计不合理（白瑞霞, 2018），质量有待提升。特殊学生由于先天或后天因素而具有不同类型、不同程度的缺陷，学习不符合其身心特征的教材，对于他们来说尤为困难，甚至是不公平的。因此，教师教起来也会很困难，从而导致特殊教学质量低下，无法达到预定的教学目标。

（二）特教师资队伍薄弱，专业化水平亟待加强

专业化的特教师资队伍是特殊教育中一支必不可少的力量，但是，目前特教师资队伍相对薄弱。首先，专任教师数量相对较少（郭炯, 等, 2016）。根据教育部发布的《2017全国教育事业发展统计公报》数据显示，义务教育阶段全国特殊教育在校生27.08万人，面对如此庞大的特教学生群体，我国特殊教育学校专任教师5.3万人，同比增长0.3万人（教育部, 2017），每年特教师资数量的增长远远不够满足需求。其次，特殊教育教师结构不平衡，专业化程度低（冯帮, 等 2015）。特殊教育工作专业性极强，目前就学历层次而言，特教师资队伍主要以大专和本科为主，研究生层次极少；就职称而言，初级和中级占了很大的比重，高级极少；就专业背景而言，纵观全局，半数以上教师并不是特殊教育专业出身，而是其他学科的教师经过简单培训转行过来（张茂林, 等, 2015）。所有这些，在某种程度上限制了特殊教师的专业素质水准，影响了对特殊学生真正需求的发掘，不利于特殊学生的健康成长，不利于开发特殊学生的优势潜能。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（三）学生残障缺陷不一，个性化教学仍需努力

截至2016年底，我国已有49.2万在校特殊学生（搜狐网, 2016），其中，视力障碍学生3.61万人，听力障碍学生9.00万人，智力缺陷学生26.05万人，其他特殊学生10.51万人，数量庞大并且缺陷类型不一。因而在教学中就需要全面考虑特殊学生的身体状况、认知水平、个性特点、学习风格等（郑权, 等, 2018）。当前我国基本形成以“普通学校随班就读为主体、特殊教育学校为骨干、送教上门为补充”的特殊教育格局（教育部, 2017），并且教育部指出“随班就读”还将是特殊教育的前进方向。普通学校随班就读主要招收中度和轻度的听障、智障、视障、精神情绪障碍和肢体障碍等特殊学生。由于缺陷类型不一这一主要因素，再加上资源教室缺乏、教师精力有限，随班就读几近随班混读（丁勇, 2017），特殊学生的教学变得没有针对性，个性化教学仍需努力。同样，特殊学校也面临着类似的突出问题，尤以经济不发达地区为显著。我国特殊学校招生主要面对有限的特殊群体，一般主要是听视觉障碍学生、听障学生、视障学生、智障学生、自闭症患者。在教学过程中，虽然会进行分类教学，但是针对性不强，一般按照智力和听力是否正常来教学。调研发现，听视觉障碍儿童由于智力正常通常作为一类来教学；智障学生、脑瘫儿及自闭症学生因其听力正常而经常与听力完好的其他障碍学生混在一起教学，然后再进行个别康复训练，弥补缺陷。除此之外，特殊学校很少依据学生缺陷的不同及程度来进行“对症下药”式的个性化教学。

（四）学生障碍类型多样，便利化管理难以实现

一个受教育的正常学生需要依靠学校的制度和条例来进行管理，但这一方法用在特殊学生身上就会相对困难。特殊学生由于生理上的缺陷，可能自卑感强、缺乏自信心，到校后不愿与老师和其他学生交流，易引发问题（邱淑女, 2016）。生硬的管理条例加在他们身上，效果会适得其反。残障学生类型众多，个体差异较大，用统一的方式管理显然不精准、不便利，无法确保其在生活、风险及康复方面得到有效管理，如视障学生因其看不清或者看不见，在日常生活和学习中时时刻刻需要别人的帮助，在一定程度上消耗着众多人力，使管理难以接续进行；肢体残疾者因其行动不便，需要生活教师时刻盯着，以防意外发生，使管理的效率变得低下、管理的方式变得呆板。此外，特殊学生的生活自理能力有一定的不足，稍微超出教师的监管范围就很容易出现问题、尽管特殊学校已经做好了十足的准备，但特殊学生的不稳定性，使管理者很难走进其内心，意外事故时有发生，这成为学生便利化管理的一个阻碍，也是一个极大的挑战。

（五）医疗救助和健康诊断欠缺，学生健康保障水平需提升

随着我国经济的发展，国民物质生活有了一定的保障，特殊教育在医疗救助、康复、护理养育等方面有了一定的改善（张伟锋, 2013），但是问题依旧存在。首先，医疗救助不及时。医疗机构和特殊学校之间还没有形成无缝对接，多数情况下是依靠特殊学校人为监管学生的医疗健康，当特殊学生突发疾病时，无法第一时间得到医疗救助。其次，健康诊断频率低。特殊学生是一个弱势群体，他们的心理健康、生理健康、精神健康都需要时刻关注。对于东部地区的特殊学校而言，一般有一月一次的定期健康诊断，但是频率仍然相对较低，而中、西部地区特殊学校健康诊断频率更低甚至为零（张洁华, 等, 2016），此情况下特殊学生的健康不能得到及时关注，易产生问题，比如抑郁、肢体受伤等。医疗机构与特殊学校形成无缝对接的医疗救助是至关重要的，仅依靠特教学校的人为的监管可能会忽略某一个方面，从而产生难以预料的问题。适当和及时的健康诊断对特殊学生的健康成长是必不可少的，因为特殊学生不仅需要知识的熏陶和技能的培养，还需要一个安全、健康的成长环境。

三、人工智能与特殊教育的融合框架

（一）融合的指导思想

人工智能与特殊教育的融合将是智能时代教育发展的一大趋势。特殊教育是一个极其复杂的系统，人工智能与其深度融合有着科学的思想基础，即全纳教育理念、缺陷补偿理论及多元智能理论。

1. 全纳教育理念（Inclusive Education）

1994年，在西班牙“世界特殊需要教育大会”上通过的《萨拉曼卡宣言》中提出了全纳教育（Inclusive Education）的概念，指出“学校应该接

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

受所有儿童，特别是特殊需要学生”，并且对其思想和内涵进行了阐释（彭霞光, 2008）。全纳教育理念是联合国教科文组织一直提倡的全民教育的重要组成部分，同时也是全民教育思想的延伸与拓展，其本质是强调教育公平，重视弱势群体的受教育权利（周满生, 2008）。全纳教育理念提倡人权观、平等观、民主观、价值观及教学观，同时也提倡所有儿童的不同需求都能够得到满足。人工智能与特殊教育的深度融合旨在：让所有特殊人群有进入正常学习的可能，最大程度挖掘其潜能；让所有特殊人群能够有机会更高效地学习，最大程度发挥其价值；让所有特殊人群的不同需求能够有机会得到满足，最大程度实现其补偿效应。由此，全纳教育理念和人工智能与特殊教育的深度融合在一定程度上有了一个契合点，为人工智能应用于特殊教育领域指明了方向。

2. 缺陷补偿理论

缺陷补偿是特殊教育的重要理论之一，也是重要目的之一。所谓补偿，就是抵消损失，弥补缺陷（贾静元, 2016）。缺陷学一般用于学生在身体方面有缺陷的教育，主要包括四大领域：重听及耳聋教育、视力障碍或失明教育、智障儿童教育、语言障碍教育（贾静元, 2016）。缺陷补偿有两层含义：一是指用未被受损的机体去补偿已受损的机体，进而出现新的机体组合和新的联系；二是指运用新的技术手段治疗已受损机体，使其得到部分或者全面的康复（杨现民, 等, 2018）。麦克卢汉认为“媒体是人体的延伸”，信息可以通过媒体通道传递给受教育者。在智能时代，人工智能可以极大地延伸人类器官功能。凭借人工智能的应用，我们可以传递大致相同的信息给特殊学生，可以利用不同的人工智能信号帮助特殊学生获得适应社会的信息。同时，凭借人工智能技术可以开发出适应特殊学生的特殊工具来帮助其更好地接受教育。人工智能与特殊教育的深度融合将把缺陷补偿的价值发挥到最大，以人工智能技术弥补特殊学生身体或智力的不足，帮助其尽快回归主流社会。

3. 多元智能理论

著名教育心理学家霍华德·加德纳认为每个人都拥有八种智能，即语言智能、逻辑-数理智能、空间智能、运动智能、音乐智能、人际交往智能、内省智能、自然观察智能（Gardner, H., 1985）。传统的智力理论指出智力主要是以语言能力和数理逻辑为主、以整合方式存有的一种能力（王海荣, 2004），依靠标准化的纸笔测验来测量，这对于特殊学生来说显然是不利的（尹小琳, 等, 2005）。由于生理或心理上的缺陷，他们在这样的测验中不可能取得好成绩。多元智能理论为特殊教育开辟了一个全新的视角，即任何一个特殊学生都有其优势智能领域。特殊教育的目的之一是以特殊的训练让特殊学生克服自身缺陷，同时还要深入发掘特殊学生存在的优势智能，通过“扬长”的方式去“补短”。在特殊教育中，我们不仅要关注特殊学生不能做什么，还要关注特殊学生能够做什么，着眼于特殊学生优势智能的培养，真正的因材施教。人工智能与特殊教育的深度融合在于充分挖掘特殊学生的优势智能，从而帮助特殊学生培养一定的社会技能，也在于有针对性地实行个性化教学，满足不同的特殊需求。由此，多元智能理论为人工智能运用于特殊教育领域提供了清晰的思想指导与方向指导。

（二）融合的基本原则

人工智能与特殊教育的深度融合是一个复杂的融合过程，除了需要科学的指导思想以外，还需要遵循以下三个基本原则。

1. 主体性原则

在特殊教育中，特殊学生是学习主体，一切教学活动要始终围绕促进特殊学生的全面发展来进行。人工智能与特殊教育的融合要始终坚持特殊学生的主体性，做到技术服务于特殊学生的特殊需求、适应于特殊学生的不同缺陷。人工智能应用能够提供海量的学习资源给所有的学习者，特殊学生经过亲身体验获得理性知识，从而提高自己的能力。人工智能与特殊教育的融合强调每个学生都是能动的、发展的、独立的个体，每个学生都有着无限的发展潜能。人工智能技术的应用旨在充分挖掘其潜能，调动其主动性，培养其合作性与创造性，为师生交互建立一个良好的渠道。

2. 无差别原则

全纳教育思想为残障学生融入社会创造了历史性的、突破性的机遇，无差别原则打破了残障人与正常人之间的阻隔（董奇, 等, 2017）。无差别原则强调无论学生是否残疾，每一位教师及管理者都应该平等对待他们，并满足其正常需求。因为每个残障学生都享有平等的受教育权利，享有回归主流社会的机会。人工

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

智能与特殊教育的融合始终坚持无差别原则，用技术手段或者工具无差别服务于每一位残障学生，满足不同残障学生的特殊需求，将“每个孩子都是宝”的理念融入人工智能技术的应用中去，打破特殊教育与正常教育之间的壁垒，打破残障人与正常人之间的阻碍。

3. 个别化教育原则

个别化教育原则是指教育者根据残障学习者的身心特征，制订相应的教学安排，以激发学生的主动性、积极性来建构学习，并强化对残障学习者的个别化指导（兰继军, 等, 2003）。残障学生因其先天或后天存在的缺陷，个别化的教学是适合他们的最佳教学选择。智能时代的到来，使我们有更优越、更智能的条件针对残障学生的特点施以个性化的教学。人工智能与特殊教育的融合遵循个别化教育原则，针对不同类型的残障学生开发出适应其特点的人工智能应用，弥补缺陷，以实现个性化教学，发挥特殊教育的最大价值。

（三）融合的框架设计

随着技术的发展与智能时代的到来，人工智能或可有效解决特殊教育问题，促进特殊教育的创新发展，扫清特殊教育发展中的一些痛点与难点，助力特殊学生的成长与成材。本研究基于全纳教育理念、缺陷补偿理论及多元智能理论的科学指导，遵循主体性原则、无差异原则及个别化教育原则，构建了人工智能与特殊教育的深度融合框架（见图1）。

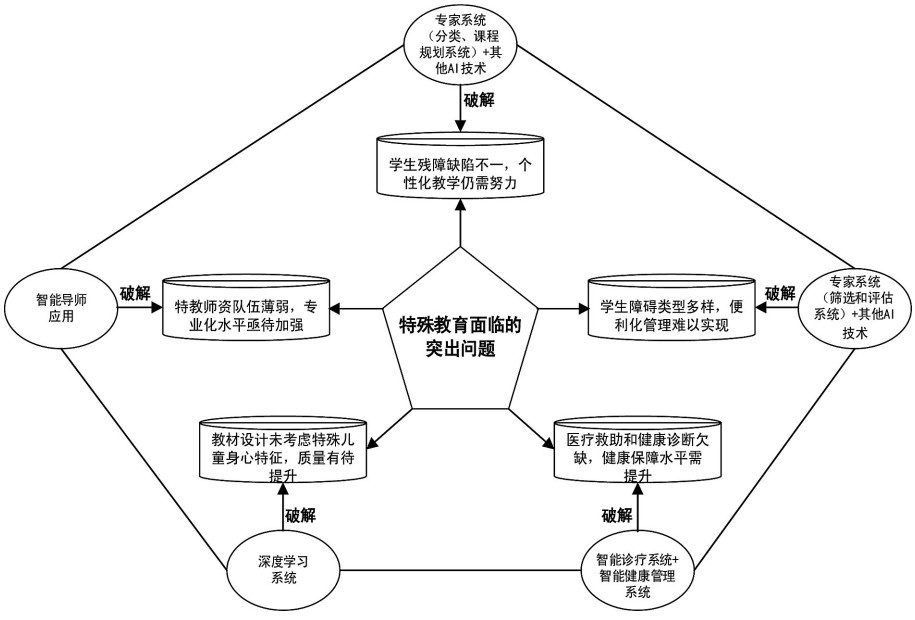


图1　人工智能与特殊教育的深度融合框架

人工智能与特殊教育的深度融合在于如何运用人工智能工具或者手段去解决特殊教育发展中存在的问题，以促进智能时代中特殊教育的新发展。该融合框架以特殊教育发展中面临的五大突出问题为核心，以人工智能工具或者手段为关键，利用人工智能技术逐一破解五大发展难题：运用深度学习系统的组织内容和内容交付功能来破解教材设计因素考虑不周全的问题，以提升教材及教学质量；利用智能导师应用来破解特教师资队伍薄弱的问题，以加强其专业化水平；运用专家系统（分类、课程规划系统）与其他人工智能技术的结合来破解残障学生缺陷不一、分类教学困难的问题，以凸显个性化教学；结合专家系统（筛选系统）与其他人工智能技术来破解残障类型多样带来的困难，以实现便利化管理；运用智能诊疗系统与智能健康管理系统来破解欠缺医疗救助和健康诊断的困境，以提升学生健康保障水平。

1. 破解教材设计因素考虑不周全的难题，提升教材及教学质量

人工智能可以帮助组织并合成内容，这种技术应用被称为深度学习系统。依靠深度学习系统，学校和教师能够创建教材和练习，适应特定课程和特殊学生的需求将成为可能。首先需要将教学大纲和特殊学生的相关数据，如学生年龄、学生的智力发展状况、学生的心理发展状况等导入深度学习系统中，然后系统中的算法可以通过引擎读取特殊学生的相关数据并匹配内容，最后系统会找到新的模式来生成符合学生身心特征的教科书。通过深度学习系统设计的教科书充分考虑特殊学生的身心特征情况，能够提升教材的质量，符合特殊学生认知发展水平，易于其理解教科书中的内容。例如，Scott r. Parfitt 的内容技术公司（CTI）利用这个系统使教育工作者能够组装定制的教科书（The Notion of Artificial Intelligence, 2016）。只要教育工作者导入教学大纲、教材和学生数据等，CTI 的引擎就

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

会读取和掌握内容并找到新的模式来填充教科书。目前CTI正在利用这项技术为高等教育服务，未来还会应用于特殊教育领域中。此外，智能时代中特殊教育教材的形式不再是单一的纸质化的固定课本，可能会朝着虚拟化、智能化等多样形式发展。依托人工智能技术，可以为不同障碍的学生订制适应其缺陷的教科书，比如：利用语音识别技术、语音合成技术、自然语言处理技术等设计能让视障学生“看得见”的教科书，科大讯飞利用语音识别技术推出的盲人有声电子书即是一个例子；应用智能导学系统（朱莎, 等, 2017）中的虚拟导师角色设计能让聋哑学生“会说话”的教科书；将人工智能技术与增强现实技术相结合设计能让行动障碍（肢体残疾、肌肉萎缩、发育残疾）学生“易操作”的教科书，如通过眼球的运动对虚拟化的教科书翻页、远距离手势操控教科书等；借助新人工智能系统读唇的功能（Assael, Y. M., et al., 2016）设计能让听障学生“听得见”的教科书，将教科书制作成视频嵌入该系统中，听障学生通过该系统的读唇功能来实现“听见”。这些特殊的设计为特殊儿童的学习带来了福祉，同时也为教师的教学带来了福音。倘若每一位特殊儿童都有适应其身心特征的教科书并且能够理解其中的内容，就能在一定程度上提升特殊教学的质量。

利用人工智能技术，依据特殊学生的身心特征，设计适应每个个体的教科书，能够提升教材的质量，实现“教材无障碍化”与缺陷补偿，使特殊学生的学习更加灵活、富有弹性，方便了特殊学生理解教科书的内容，有利于推动整个特殊教育的创新发展，提升教学质量，达到特殊教育的目的。

2. 破解特教师资队伍薄弱的难题，加强教师队伍专业化水平

智能导师是人工智能在教育领域的一个重要应用，它能够根据学生的兴趣、习惯和学习需求为其制订专门的学习计划（闫志明, 等, 2017）。同样，在特殊教育领域，智能导师也能够成为一位“速成”的专业化教师。智能导师通过自然语言处理、语音识别技术和人脸识别技术扮演特殊教师的角色，能够在特殊学生的学习、生活过程中，实时跟踪、记录和分析数据，实现自我的不断优化升级，以了解其特点和需求；甚至可以像想象中的朋友一样，陪伴特殊学生，并与其进行交流，适当的时候能够提供鼓励与建议以帮助解决问题，这样可以在短期内以人工智能技术手段来弥补特教师资队伍的薄弱，加强教师队伍专业化水平。例如，i宝公司开发的智能导师，不仅可以唱歌和跳舞，而且内存了丰富的教学资源，还能用语音与残疾儿童互动。并且，家长还可以借助远程摄像实现实时监护。语音与触控相结合的交互场景，也可以让视障儿童进行操作。此外，通过人脸识别技术可以对对象进行跟随追踪。结果表明，很多残疾儿童愿意与智能导师一起学习、交流。智能导师在这过一程中能不断收集残疾儿童的相关数据，如学习行为数据、互动交流数据等，并进行分析，形成专业性的报告。此外，结合智能导师与数据挖掘技术，智能化地向特殊学生推送适应其特性的学习资源与学习活动等，迫使虚拟化的智能导师趋向专业化。用教育大数据来剖析特殊学生，以了解其在生活上和学习上的真正需求，从而制订个性化解决方案，驱动个体的个性化发展（杨现民, 等, 2015），呈现专业化的特教水平。

在人工智能技术的帮助下，可以“快速”组建一支高水平、专业化、实力强的特教师资队伍。专业化的教师与智能化的智能导师相结合，既有利于发掘特殊学生的真正需求，从而满足其个性化需要，也有利于开发特殊学生的优势潜能、发展多元智能，从而培养一定的社会技能，最终有利于特殊学生的健康成长。

3. 破解残障类型和程度不一的难题，凸显个性化教学

专家系统（Expert System）是人工智能的一种发展，它结合了计算机存储专业知识的能力和一套通用的规则，旨在复制人类专家的决策过程（Hofmeister, Alan, M., Ferrara & Joseph, M., 1986）。国外研究表明，专家系统在特殊教育领域能够对特殊学生进行精准分类，凸显个性化的教学，如2003年，Georgopoulo等人（Drigas, A. S., & Ioannidou, R. E., 2012）提出了一种模糊的认知地图方法来鉴别特定语言障碍（SLI）；Jainism（Drigas, A. S., & Ioannidou, R. E., 2012）提出了一个名为感知器的学习障碍探测器（PLEDDOR）模型，用于识别阅读障碍、书写困难和数学计算障碍。专家系统主要是通过知识表示和智能推理来模仿人类专家，能够准确无误地将同一缺陷的学生归为一类，并且能够判别出缺陷程度、认知水平、个性特征及学习方式等，这为学校实施个性化教学提供了科学依据。不同残障的学生需

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

要不同的课程学习计划，以适应其学习需求。在分类的基础上，专家系统为各类障碍学生制定相应的课程学习计划成为可能。课程规划专家系统（Moore,G. B. & Others., A., 2001）能专门为特殊学生规划课程，只要将学生的残疾状况、心理和体能的数据以及兴趣等相关信息纳入系统，该系统的数据库就可以智能生成最符合学生学习需求的课程计划。依据精准的障碍分类及适应性的课程规划，采用人工智能技术帮助实现个性化教学，改善学习效果，使残障人士的学习发生无限可能。如智能导学专家罗纳德·科尔教授研发的智能导学系统（朱莎, 余丽芹和石映辉, 2017）依据聋哑儿童的特性来辅助教学。在该系统中有一个会说话的虚拟导师，当系统呈现不同的图片时，他会问“哪一个?”，聋哑儿童根据图片的特点进行选择，然后虚拟导师会说出图片的名称，接着聋哑儿童观察虚拟导师发音时舌头和嘴唇的位置及运动，并进行模仿，只有聋哑儿童正确选择图片且正确发音，训练才会结束。罗纳德·科尔教授的研究表明，在课堂上使用该系统，聋哑儿童不但能学会知识，而且表达能力也能提高。又如北京联合大学特殊教育学院利用科大讯飞“听见语音转写系统”为听障学生进行授课，教师说的每一句话都能实时、准确地呈现在特殊学生面前。实践证明，运用该系统后，不仅能提高讲课效率，还能解决手语课表达不精准的问题，学生学习成绩也得到了大幅提升。因此，无论是普通学校还是特殊学校，都可以用专家系统对特殊学生进行精准分类，规划最符合学生需求的课程，并且依据障碍类别、缺陷程度的不同采用人工智能技术实行个性化教学。

人工智能支持下特殊教育的教学会因技术的加入而变得不同。针对不同的学生制订不同的课程规划，辅之以技术的手段实现个性化教学，能够改善其学习效果，同时在一定程度上也能增加特殊教育教师的教学信心和成就感。

4. 破解障碍类型多样的难题，实现便利化管理

筛选和评估专家系统（Moore, G. B. & Others, A., 2001）通过知识表示和智能推理能对不同程度的残障学生进行筛选和评估，有助于管理者及教师便利化与个性化实现对特殊学生的生活管理、风险管理及康复管理。生活管理上，已有感知信息处理专家系统（SIPS）应用于视觉障碍学生的生活中，学生将嵌有该类系统的智能可穿戴设备佩戴在身上帮助检测障碍体，并且确定障碍物具体是什么，这样可以让视觉障碍学生在走路时及时调整路线，同时还能愉快地与朋友交谈；已有人工智能假肢辅助上身完好的肢体残疾者行走，甚至可以测量脉搏、电刺激、设定既定的行走模式、记录体征数据和行为数据等，为该类特殊学生的生活管理带来了极大的便利。风险管理上，专家系统结合市场上智能化可穿戴设备的定位与数据采集功能，可以实现家校的紧密联系与沟通交流，有助于家长及时了解自己孩子的动态，同时也有助于管理者及教师精准掌握特殊学生的位置，降低意外事故发生概率。采用数据挖掘技术分析专家系统背后的数据，深入了解特殊学生的内心世界，规避风险，铲除便利化管理的障碍。康复管理上，基于分类可以实现对不同的特殊学生进行诊断与治疗，帮助其尽快融入主流社会。国内外开始用人工智能技术（情感智能社交机器人等）来治疗自闭症患者，并且取得了不错的效果。自闭症患者最缺乏的就是社会沟通能力，而人工智能技术下的情感智能社交机器人可以很好地成为自闭症患者的伙伴，通过与其交流实时获取社交行为关键数据，并适时做出调整，以培养自闭症患者的语言能力、社会沟通能力、情绪智力等。例如，国外赫特福德郡大学自适应系统研究小组开发的情感智能社交机器人 Kaspar 能很好地帮助自闭症儿童进行学习，同时也帮助其康复并重新获得语言技能和社交技能；国内哈尔滨点医科技开发出情感智能机器人 RoBoHoN 来帮助自闭症患者进行康复治疗，效果显著，成为中国首家采用人工智能治疗自闭症患者的医疗机构。

采用数据挖掘技术与深度学习算法、智能推理技术，分析专家系统背后的数据以了解各类特殊学生甚至是每个特殊学生的生活习性、存在问题、发生风险概率等，能为其生活管理、风险管理、康复管理带来极大便利，从而推动科学化管理、个性化管理。

5. 破解欠缺医疗救助和健康诊断的难题，提升健康保障水平

在人工智能应用于医疗时，智能移动终端实现的智能诊疗、智能健康管理则是一个发展趋势，它能提升学生的健康保障水平。在特殊教育中，“人工智能+医疗”有着无限的可能。特殊学校与医疗机构合作，可形成无缝对接的医疗救助。医疗机构利用智能诊疗

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

系统对特殊学生进行定期或远程的疾病诊断，实现潜在风险和疾病的及时干预与医治。智能诊疗系统通过融合自然语言处理、认知技术、自动推理、机器学习、深度学习、信息检索等技术来模拟专家医生给出精确治疗方案，为特殊学生减少医疗成本并建立快速诊疗通道；同时，将智能诊疗系统与学生的智能化可穿戴设备相结合，对特殊学生实现实时精准定位，万一特殊学生发生意外，能够对其实施及时的医疗救助，将伤害降到最低。此外，智能健康管理将人工智能技术应用到健康管理的具体场景中，目前主要应用于风险识别、精神健康、健康干预等（51CTO网, 2017）。在特殊教育中，第一，智能健康管理系统通过数据库获取特殊学生的相关信息，并且通过数据分析识别出特殊学生疾病发生的风险，提供风险降低或预防的措施；第二，人工智能技术利用特殊学生语言、表情、声音等数据进行情感识别，从而对其做出精神健康诊断，如Affectiva公司研发出的情绪识别技术借助摄像头来捕捉用户的表情，然后进一步分析其情绪的状态或变化，从而给出精确的精神健康诊断结果；第三，运用人工智能技术定期对来自智能化可穿戴设备的特殊学生体征数据进行分析，定制健康管理计划，对其健康问题进行干预，如Welltok借助Café Well Health的健康管理平台，通过运用人工智能技术去分析可穿戴设备Map My Fitness和Fit Bit上的用户体征数据，提供个性化的预防性健康管理计划。在智能健康管理系统的应用中，假如一个特殊学生的健康即将出现问题，系统会自动弹出预警信息和提供干预方案，并及时通知教师进行干预。在人工智能技术的支持下，可以有效预防特殊学生健康问题的产生，比如抑郁、心理扭曲、精神问题等，学生的健康保障水平能够得到很大的提升。

人工智能破解特殊教育中医疗救助和健康诊断欠缺的难题有着得天独厚的优势，对于解决生成性问题，如意外伤害、抑郁、心理扭曲、精神问题等是非常有效的。

四、实施中可能面临的问题及解决对策

人工智能与特殊教育正在逐渐融合，利用人工智能技术破解特殊教育问题也会有进一步的发展与突破。面对特殊教育这一既复杂又特殊的系统，文章结合融合设计的思路，反思在实施过程中可能出现的问题主要有：人工智能技术难以在特殊学校落到实处；特殊教育教师对人工智能的应用价值、角色关系尚存疑惑，理念难以转变；以及其他层面的问题，如国家人工智能伦理法规欠缺，区域人工智能资源配置不均，企业人工智能产品不符合特殊学生需求。

（一）学校层面：人工智能技术难以落到实处

虽然特殊教育是最需要人工智能技术的领域之一（张坤颖, 等, 2017），但是面对突如其来的转变，特殊学校还没有做好充分的准备，使得人工智能技术难以落到实处，特殊教育发展面临的五大突出问题能否得到有效解决有待进一步验证。这一问题主要存在于以下三个方面：第一，特殊学校基础设施不完善，当前众多特殊学校尚处在数字校园建设中或还没开始建设数字校园，许多软硬件设备并不能满足人工智能技术的引进；第二，人工智能教师缺乏，特殊学校本就因为专业性人才的匮乏在一定程度上限制了发展，而面对人工智能浪潮的来袭，特殊学校并无人工智能教师去应对这一浪潮；第三，无成熟经验可借鉴，从全球范围来看，目前人工智能在教育领域中的应用刚刚起步，而应用于特殊教育领域的就更少。为此，特殊学校面对如此的“窘境”与复杂的融合设计方案，呈现“茫然无措”感。

特殊学校是人工智能运用于特殊教育领域的主要场所，唯有落实人工智能应用，其与特殊教育的深度融合才会有质性的发展。首先，学校要完善无障碍基础设施建设，为人工智能技术的引进与应用落实提供基本的保障。其次，学校要联合企业建立产、学、研、用相结合的特殊教育人工智能体系，借助企业的力量落实人工智能技术的应用，实现对特殊学生的评估与诊断、缺陷补偿、康复训练等。同时，学校在与企业合作的过程中要积极、主动引进企业人工智能人才以服务于本校人工智能的建设与发展。此外，学校要深入研究人工智能技术对特殊学生诊断与干预的支持作用，为特殊学生的个性化解决方案等提供充足的依据。再次，学校要定期对教师开展职后技术应用培训，培养优秀人工智能教师，鼓励有潜力的教师去人工智能企业、高校及科研院所进修。最后，学校要加强国际合作与交流，主动学习国外人工智能技术应用经验并落实，利用互联网、大数据、云计算、人工智能等新技术搭建全球特殊教育课堂平台，实现全球

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

特殊教育课堂的互联性与可及性；同时，学校需要拿出改革的勇气与魄力，引领一方，实现智能时代下特殊教育的创新发展。

（二）教师层面：对人工智能的应用价值、角色关系尚存疑惑，理念难以转变

特殊教育教师是人工智能与特殊教育深度融合的相关利益者之一，然而人工智能在教育领域的应用刚刚起步这一事实让教师对人工智能在特殊教育中的应用价值、角色关系尚存疑惑，使得教学理念难以转变。应用价值方面，人工智能在普通教育中的应用正处在初步的实践探索阶段，并没有太多可喜的成果显现。那么在特殊教育领域，人工智能是否真的可以优化教学设计、提升教学质量、实现便利化管理、凸显个性化教学、加强教师专业化水平等，这在教师心中是一个很大的问号。角色关系方面，教师对人工智能与教师之间的关系认识不到位。人工智能进入特殊教育课堂，教师对如何与机器配合完成一堂课的教学、谁又占据课堂的主导权等问题心存疑虑。此外，特殊教育教师还困惑于机器是否真的会取代他们。

特殊教育教师是人工智能技术运用于特殊教育领域的主要实践者。教师唯有转变教学理念，积极实践，提高应用人工智能的能力，努力成为一个紧跟时代步伐的特殊教育教师，方能破除心中的困惑与疑虑。首先，教师要关注人工智能技术的发展及其应用的行业领域，并积极寻求与人工智能技术专业人员进行合作，共同找出人工智能与特殊教育问题的契合点，利用人工智能技术来解决特殊教育问题，提升教学质量，加强自身专业化水平。其次，教师要积极主动参加教育人工智能的相关会议及培训，学习人工智能专题的在线课程等，拓宽视野，深化见解，转变教学理念，抓住机会打造出自己在人工智能与特殊教育融合这一领域的“品牌”。接着，教师需要意识到自己不仅是教学教师，同时还是康复教师，因此需要利用人工智能技术积极、主动、多元地发展自己的智能化康复技巧，进而形成人工智能环境下独特的智慧化、智能化康复风格。最后，教师要对人工智能的本质、应用方式与场景、人机关系有一个清晰的认识，提升在特殊教育领域应用人工智能的相关素养，比如：智能教学、智能决策、智能管理等，为构建人机结合新生态贡献一份力量。

（三）其他层面

人工智能与特殊教育的深度融合发展需要统筹多方力量、协同推进。结合前文融合设计思路，还有一些其他层面的问题值得考虑。其一，国家人工智能伦理法规缺乏，在特殊教育中如此大规模地应用人工智能，还需认真考虑如何保障弱势群体的合法权益；其二，区域人工智能资源配置不均，进而对推进特殊教育资源共享提出了挑战；其三，企业人工智能产品不适应特殊学生需求，影响为特殊教育服务的质量。

人工智能与特殊教育的深度融合是一项长期、复杂、艰巨的任务，唯有多方协同，方显效果。对于国家而言，需加快建立人工智能法律法规、伦理规范和政策体系，形成人工智能安全评估和管控能力，保障特殊学生的合法权益，确保人工智能在特殊教育领域中的有效运用。对于区域而言，需统筹好区域内人工智能资源的配置，并建立人工智能资源共享平台，打通区域特殊教育资源共享的通道，方便全区特殊学校及时了解并学习相关知识及技术，以便进一步将人工智能技术运用于特殊教育中。对于企业而言，应与特殊学校建立长期合作关系，全面深入了解特殊学生需求与状况等，不断革新技术，抢抓人工智能技术的关键点，提升无障碍人工智能产品的研发力度和创新能力，提升服务质量。

[参考文献]

51CTO网. 2017-04-10. 人工智能在医疗产业的五大应用场景及典型案例[EB/OL]. [2017-12-12]. http://cio.51cto.com/art/201704/536931.htm

白瑞霞. 2018. 融合教育背景下残疾儿童随班就读的合理发展[J]. 中国教育学刊(1):61-64.

陈凯泉,沙俊宏,何瑶,等. 2017. 人工智能2.0重塑学习的技术路径与实践探索——兼论智能教学系统的功能升级[J]. 远程教育杂志,35(5):40-53.

丁勇. 2017. 我国特殊教育现代化的发展趋势和特点[J]. 中国特殊教育(2):7-12.

董奇,方俊明,国卉男. 2017. 从融合到全纳:面向2030的融合教育新视野[J]. 中国教育学刊(10):31-35.

冯帮,杨茜. 2015. 中美特教教师城乡一体化的比较研究[J]. 中国特殊教育(3):59-64.

郭炯,钟文婷. 2016. 特殊教育信息化环境建设与应用现状调查研究[J]. 电化教育研究(4):26-35.

国务院. 2017-07-08. 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL]. [2017-11-10]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

贾静元. 2016. 河南省特殊教育信息化建设现状及对策研究[D]. 河南:河南大学.

教育部. 2017-07-10. 教育部发布2016年全国教育事业发展统计公报[EB/OL]. [2018-05-22]. http://www.moe.edu.cn/jyb_sjzl/sjzl_fztjgb/201707/t20170710_309042.html

教育部. 2017-07-28. 教育部等七部门关于印发《第二期特殊教育提升计划(2017-2020年)》的通知[EB/OL]. [2018-05-22]. http://www.moe.edu.cn/srcsite/A06/s3331/201707/t20170720_309687.html

兰继军,李国庆,柳树森. 2003. 论全纳教育的教育原则[J]. 中国特殊教育(6):10-14.

彭霞光. 2008. 全纳教育:未来之路——对全纳教育理念的思考与解读[J]. 中国特殊教育(12):3-6.

邱淑女. 2016. 论特教院校对残疾大学生的人性化管理[J]. 现代特殊教育(11):37-38.

搜狐网. 2016-06-11. 教育部公布2016年全国特殊教育发展情况[EB/OL]. [2017-11-15]. http://www.sohu.com/a/203810384_744795

王海荣. 2004. 多元智力理论在中学生物课堂教学中的应用研究[D]. 山东:山东师范大学.

吴永和,刘博文,马晓玲. 2017. 构筑"人工智能+教育"的生态系统[J]. 远程教育杂志,35(5):27-39.

闫志明,唐夏夏,秦旋,等. 2017. 教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J]. 远程教育杂志,35(1):26-35.

杨现民,王榴卉,唐斯斯. 2015. 教育大数据的应用模式与政策建议[J]. 电化教育研究(9):54-61.

杨现民,张昊,郭利明,等. 2018. 教育人工智能的发展难题与突破路径[J]. 现代远程教育研究(3):30-38.

尹小琳,张大均,陈旭. 2005. 关注个体差异发展优势智能——多元智力理论对特殊教育的启示[J]. 中国特殊教育(5):8-11.

张洁华,朱剑平,吴筱雅. 2016. 融合教育背景下上海市宝山区特殊教育医教结合管理机制的策略研究[J]. 中国特殊教育(1):16-21.

张坤颖,张家年. 2017. 人工智能教育应用与研究中的新区、误区、盲区与禁区[J]. 远程教育杂志,35(5):54-63.

张茂林,王辉. 2015. 国内特殊教育教师职业素质现况调查与分析[J]. 中国特殊教育(7):70-75.

张伟锋. 2013. 医教结合:特殊教育改革的可行途径——实施背景、内涵与积极作用的探析[J]. 中国特殊教育(11):1-6.

郑权,张立昌,郑汉柏. 2018. 特殊儿童个别化远程教育的设计研究[J]. 中国远程教育(03):27-33,79-80.

周满生. 2008. 全纳教育:概念及主要议题[J]. 教育研究(7):16-20.

朱莎,余丽芹,石映辉. 2017. 智能导学系统:应用现状与发展趋势——访美国智能导学专家罗纳德·科尔教授、亚瑟·格雷泽教授和胡祥恩教授[J]. 开放教育研究,23(5):4-10.

Assael, Y. M., Shillingford, B., Whiteson, S., et al. (2016, November) LipNet: End-to-End Sentence-level Lipreading[EB/OL]. [2018-05-22]. http: // www.oxml.co.uk/publications/2016 - Assael_Shillingford_LipNet.pdf

Drigas, A. S., Ioannidou, R. E. (2012) Artificial Intelligence in Special Education: A Decade Review [J]. *International Journal of Engineering Education, 28* (6): págs. 1366-1372.

Gardner, H. (1985) Frames of mind: the theory of multiple intelligences [J]. *Quarterly Review of Biology, 4* (3): 19-35.

Hofmeister, A. M. & Ferrara, J. M. (1986) Artificial Intelligence Applications in Special Education: How Feasible? Final Report. [J]. *Articulation Impairments, 153.*

Moore, G. B. & Others, A., (2001) Artificial Intelligence, Computer Simulation: Future Applications in Special Education. [J]. *Technological Horizons in Education, 14*: 74-76.

National Science and Technology Council. (2016, October) The national artificial intelligence research and development strategic plan. [EB/OL]. [2017-11-10]. http://www.360doc.com/content/16/1015/20/37334461_598685262.shtml

The notion of artificial intelligence is a thing of the past. (2016, October) The reality of artificial intelligence is a thing of today. [EB / OL]. [2017-11-25]. http://contenttechnologiesinc.com/

The UK Government (2017, October) Growing the artificial intelligence industry in the UK. [EB/OL]. [2017-11-15]. https://www.gov.uk/government / publications / growing-the-artificial-intelligence-industry - in-the-uk

收稿日期:2018-04-04
定稿日期:2018-06-28

作者简介:郭利明,硕士研究生;杨现民,博士,教授,硕士生导师,本文通讯作者;段小莲,本科生。江苏师范大学智慧教育学院(221116)。

邢蓓蓓,实验师,江苏师范大学化学与材料科学学院(221116)。

责任编辑　郝　丹

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Abstracts

Connectivism: the ontology of "Internet Plus Education"

Zhijun Wang and Li Chen

"Internet Plus Education", an emerging practice in ICT in education 2.0, is transforming both the institutional system and service system of education. The concept of educational ontology has developed with the development of educational practice. In the Internet plus era, education is achieving unprecedented openness and complexity, and we need to re-examine the origin of education. This study reviews the evolution of human education and the development of education ontology, and points out that education is a complex system, the complexity of which needs to be addressed. Analyzing the innovative features and essence of the "Internet Plus Education", the authors propose that connectivism is the ontology of "Internet Plus Education". There are three types of innovative practice of "Internet Plus Education": a. cognitive level connection – connection and innovation of cognition network, concept network and social network; b. pedagogical level connection – innovation represented by resource sharing, open university and blended learning; c. institutional ecology level connection – a new education ecosystem featuring new forms such as self-organization and community education. This study analyzes the value and the direction of education theory innovation based on connectivism ontology. This study develops connectivism from a learning theory in the digital age to the ontology of "Internet Plus education" system, which can draw people's understanding of education from scientific world to real life, paying more attention to the complexity of education in the living world. Based on the connectivism ontology, a new educational ecosystem is to be constructed, as well as an open and flexible lifelong learning system for learners, so as to meet the needs of social development of highly connected and artificial intelligent society and to lay the groundwork for the philosophy and educational theory system of "Internet Plus education".

Keywords: Internet Plus Education; educational theory; innovative practice; educational philosophy; educational informationization; ontology; connectivism; learning theory; ecosystem

Integrated design of artificial intelligence and special education

Liming Guo, Xianmin Yang, Xiaolian Duan and Beibei Xing

With the arrival of the intelligent era, the deep integration of artificial intelligence (AI) and special education will become an important trend in education. According to research, some artificial intelligence technologies have been used to assist the physically disabled, people with hearing, visual or hearing-visual impairment, people with autism and other physical disabilities. However, these AI technologies only provide defects compensation for these five categories of disabled people at present. The development of special education in our country still faces five major practical problems. First, the design of teaching materials does not take into account the physical and psychological characteristics of special children, and the quality needs to be improved. Secondly, the teaching staff for special education is still weak and the professional level needs to be strengthened. Thirdly, students' disabilities vary and individualized teaching needs to be facilitated. Fourthly, there are different types of students' disabilities and convenience management is difficult to be realized. And lastly, there is a lack of medical aid and health diagnosis and the students' health protection needs to be improved. The paper attempts to build a deep integration framework of artificial intelligence and special education, and explores the ideas of artificial in-

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

telligence in solving the five major problems in the development of special education. Some countermeasures are suggested to deal with these practical problems in the end.

Keywords: learners with special needs; hearing impairment; visual impairment; autism; expertise system; intelligent robot; *Development Plan for a New Generation of Artificial Intelligence*

Accurate alerting and prevention of online learning crisis: an empirical study of a model

Ying Shu, Qiang Jiang and Wei Zhao

It is conducive to accurate identification of students' learning crisis and providing accurate teaching to conduct comprehensive quantitative description of students' learning behavior, learning diagnosis, accurate alerting and prevention intervention. Adopting data mining and learning analytics technology, the authors analyze the non-interventional behavior data in online learning, including explicit procedural structural information (such as state of learning, learning interaction and learning performance, etc.) and implicit non-structural information (such as learners' mood), and identify the alerting factors of online learning crisis. This study constructs an accurate alerting model using Naïve Bayes classifiers, and classifies students in learning crisis with cluster grouping using quasi-experimental design. It also proposes two intervening strategies, emailing artificial intervention or intervening automatically in the learning environment. The results show that this model is able to identify the state of learning and trends of the learners, esp. the abnormal learners, and the intervening strategies can supervise the learners in their effective learning, resolve their learning crisis, and enhance personalized learning and teaching and administration.

Keywords: learning crisis; accurate alerting; learning prevention; learning analytics; data mining; online learning quality; big data; learning process

Open and distance education in the United States of America in a digital age

Michael Beaudoin

Nearly 50 years ago, prominent futurists urged universities to become aware of life 'beyond the stable state' and predicted that the information age would force academia to accommodate an 'accelerating pace of change.' Their prescient observations about the future have characterized American higher education for nearly 50 years, perhaps best exemplified by the role distance education (DE) has played in this process. DE's remarkable progression in the US arena began well before the electronic era, extending over a nearly-300-year period. It is a phenomenon that perhaps represents the most significant transformation within academe in a millennium, presenting exciting opportunities and formidable challenges. This article offers a descriptive analysis and commentary of key aspects of DE at the post-secondary level in the US, with perspectives gained from the author's 35 years of scholarship and practice in the field.

Keywords: technology-assisted learning; disruptive technology; trends; digital age; strategic asset; accreditation

(英文目次、摘要译者：刘占荣)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

面向人工智能创客教育的国际考察和发展策略

祝智庭[1] 单俊豪[2] 闫寒冰[1]

(1. 华东师范大学 开放教育学院,上海 200062; 2. 华东师范大学 教育信息技术系,上海 200062)

[摘要] 人工智能时代催生了人工智能技术的活力与深度应用。以深度学习、云计算、大数据、物联网为代表的人工智能技术为创客教育注入了鲜活的血液。目前,面向 K-12 学生的人工智能教育已逐步走向教育市场,线上平台提供虚拟的人工智能体验服务,线下主要以开源硬件或机器人的方式为学生带来先进的人工智能体验和教育服务。这些先进的技术服务将为创客教育带来新的生机,也对创客教育的课程设计、师资储备和空间建设提出新的要求。本文从人才培养出发分析了人工智能时代创客教育的人才培养目标,然后梳理了国内外人工智能教育产品或教育服务,最后从人工智能课程设计、师资建设及创客空间建设方面提出了发展建议。

[关键词] 人工智能; 创客教育; 国际考察; 发展策略

[中图分类号] G434 [文献标识码] A [文章编号] 1007-2179(2019)01-0047-08

一、引 言

2017 年 IT 行业报告提到: 2018 年,75% 的开发团队将在他们的一个或多个设计作品中应用人工智能技术。到 2019 年,美国家庭使用嵌入式认知的电子产品将超过 1.1 亿台。可见,人工智能技术无论在开发还是产品使用阶段都有广泛的应用前景。李开复等(2017)认为,人工智能指根据对环境的感知,做出合理的行动并获得最大收益的计算机程序。AlphaGo 围棋人工智能机器人击败了世界级围棋选手、无人机的普及以及无人车的试运行都标志着人工智能时代的到来。创新人才是推动人工智能时代有序发展的基石。创客教育的兴起让公众看到了“大众创业,万众创新”的希望火苗,面向人工智能时代的创客教育既是一种普惠式的全民科创体验活动,也是面向人工智能专业人才的精英化培养模式。人工智能时代的创客教育旨在培养有志于从事人工智能开发与创新的创客,这些创客不仅要有扎实的技术功底和敏锐的技术前瞻性,同时也应具备懂合作、善交流、不轻言放弃的创客精神。人工智能开放平台、智能机器人、物联网等新兴技术手段为创客教育提供开放新颖的体验和创意实践平台。学生由此从小就可以感受人工智能带来的科技动感,也可以快速上手开展人工智能小项目的实战研发。面向人工智能的创客教育需要兼顾普惠性和精英化课程体系,同时也需要开放多元的创客教师团队,需要 O2O 的创客空间作为环境支撑。

二、人工智能创客教育人才培养目标

人工智能时代的技术发展对教育教学内容、教学形式、师生关系和教育理念带来了质的变革和全

[收稿日期] 2018-12-25 [修回日期] 2018-12-26 [DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2019.01.005

[基金项目] 全国教育科学“十二五”规划 2014 年度国家一般课题“智慧教育环境的构建与应用研究”(BCA140051)。

[作者简介] 祝智庭,华东师范大学终身教授与教育技术学博导,研究领域: 教育信息化系统架构与技术标准、信息化促进教学变革与创新、技术赋能的智慧教育、面向信息化的教师能力发展、技术文化等(ztzhu@dec.ecnu.edu.cn); 单俊豪,华东师范大学教育信息技术学系博士研究生; 闫寒冰(通讯作者),教授,博士生导师,华东师范大学开放教育学院。

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

新的挑战。可以说,人工智能的兴起为教学形态带来了巨大的变化(许亚锋等,2018)。人工智能教育也成为"数字土著"一代的必修课。人工智能教育与信息技术教育相辅相成,传统信息技术教育以操作技能训练为核心教学目标,而人工智能教育则需要上升到素养层面,以培养学生信息素养为基本教学目标(陈凯泉等,2018)。人工智能为社会带来大规模、个性灵活的智能制造模式外,也带来了简单劳动力的大量替代。布朗德(Borland,2017)认为那些从事"创新、沟通和深度思考"的工作职位很难被取代。这表明社会迫切需要创新人才,人工智能教育应该将培养具备扎实技术素养的创新人才作为教育的终极目标。

创客教育起源于英国二十世纪末的创意产业大发展,其显著特征是政府推动和精英引领,即精英创造主导创客运动。随着政府、高校机构和基础教育集团的不断引导和对创新创造力孜孜以求的不断探索与追求,类似于美国"创客教育计划"、MIT Media lab,我国柴火、蘑菇云创客空间、北京景山中学、温州中学等机构纷纷开启了创客教育活动,真正意义上让创客教育从小众的精英创造变为普惠的大众创造(祝智庭等,2015a)。创客教育的核心是工匠精神,目标是培养具备创客素养的人,即培养善于运用技术手段,历经团队协作和反复实验完成创意作品和形成创意思维的创客(王佑镁,2017)。

从人工智能教育和创客教育的人才培养目标不难看出,两者存在高度的同质性:无论是人工智能教育还是创客教育,其核心目标都立足于培养善于运用技术的创新人才。人工智能教育关注创新人才运用智能技术进行个性化设计与创作,从而形成系统的创新技能和信息素养;创客教育则关注借助开源技术优势培养综合创新人才(雒亮等,2015b)。从工具本体角度看,人工智能技术为创客教育提供了个性、开放的生长土壤和资源支撑;从人才培养模式角度看,创客教育所培养的创新人才将助力未来人工智能的多元创新发展。笔者认为,面向人工智能的创客教育应以技术素养和综合创新素养为综合导向,培养既懂人工智能核心技术研发的技术性人才,也善于结合团队力量打造新型智能产品的综合性创新人才。

三、人工智能核心技术为创客教育赋能

(一)人工智能技术的衍生发展

2016 年 10 月,美国发布的《国家人工智能研发战略规划》报告展示了人工智能技术在农业、通信、教育、金融、政府服务、法律、物流、医疗和运输等 14 个领域的具体应用。大数据分析与挖掘、物联网、云计算和人机交互等人工智能核心技术带动了计算机视觉、机器学习、自然语言处理、规划调度、口语识别、智能机器人、过程优化、强规则系统等人类认知技术的发展(David,2014)。云计算和大数据、人机自然交互、机器人与智能控制、知识图谱、虚拟现实和增强现实、计算机视觉、自然语言处理以及机器学习成为了人工智能领域的核心技术。同时,人工智能技术的模块化和较强的封装性使得技术从精英化走向普惠化,这种技术难度的降低为不同等级的创客提供了低门槛、高质量产出的研发体验。目前,IBM、Google、微软、百度、腾讯、科大讯飞等人工智能技术龙头企业纷纷为创客提供人工智能开放平台,允许创客运用技术实现创意和灵感。

(二)人工智能开放平台为创客提供技术土壤

人工智能开放平台作为人工智能技术在网络空间的具体应用,扩大了人工智能技术的应用广度,同时也为创客提供了必要的体验服务和学习支持。

Intu 项目是 IBM 公司研发的人工智能在线实验平台。该平台旨在将机器学习技术引入 IBM Waston 人工智能系统,让不同技术级别的开发者将更多的计算机认知功能应用到智能设备开发中,创造更多自然的用户交互(Chirs,2016)。开发者能利用 IBM Waston 系统将人机对话、口语识别、语音和语言识别以及视觉识别等技术应用到自己的设备开发中。目前,树莓派已成功连接到 Waston 系统的云服务平台,实现数据可视化。IBM 在新闻声明中表示:Intu 项目的引入让完成特定任务的功能和动作更容易整合到智能设备中,比如在零售场景中协助客户,或者在酒店利用人工智能技术问候客人。在这个平台上,开发者可以在各种操作系统上建立认知体验——从树莓派(Raspberry PI)到 MacOS,从 Windows 到 Linux,不一而足。

Google 公司为各个级别的开发者提供了开源工具包(如 TensorFlow 和 ML Kit)和共享数据库,支持

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

其开展人工智能研究和产品研发。Google 公司也为初创业的公司提供丰富的教育资源和技术指导,服务不断发展的人工智能业务和应用程序生态系统。

Microsoft[①]也为开发者提供在线云服务人工智能平台及机器学习、认知服务和人工智能会话等技术服务,具体包含人工智能数据、人工智能计算、可编程逻辑器件以及图形处理器等基础设施,同时提供 Azure ML Studio 和 Ml Workbench 等编程和管理工具以及 Cognitive Toolkit 和 Caffe 等深度学习框架供开发者学习和使用。

百度人工智能教育实验室也开放了语音合成、语音识别、文字识别、人脸识别和图像识别等人工智能技术。以文字识别为例,学生可以将带有文字的图片传到平台上,平台将自动识别图片中的文字。多样化的人工智能技术将进一步服务于学生日常学习和创新活动。

科大讯飞公司也组织研发了人工智能开放平台,全面开放业界领先的语音合成、语音识别、语音唤醒、人脸识别、麦克风阵列等核心技术,支持"云+端"全环境应用,提供一站式人工智能解决方案。其核心技术已在移动应用、智能家居和可穿戴设备等领域广泛应用,用户可以在讯飞开放平台以及讯飞自营 APP 中体验学习。

腾讯人工智能实验室[②]依托腾讯的丰富应用场景、海量数据、强大计算能力和一流科技人才,专注于 AI 基础技术的应用探索。该实验室专注于计算机视觉、语音识别、自然语言处理和机器学习等人工智能技术的研究,并在社交、游戏、内容、平台等领域有着广泛应用。创客们已基于该平台成功研发了智能助手、客服机器人、腾讯 AI 围棋游戏、个性化推荐、聊天机器人等人工智能产品。

(三)人工智能融入机器人创客教育

我国学者彭绍东(2002)最早关注机器人教育研究。机器人教育的目标在于利用机器人优化教育效果及师生劳动方式。面向基础教育的机器人教育近五年来发展迅速,且往往融入创客教育的大背景中,学生通过对机器人进行编程和再设计,在了解相关结构和运动知识外也锻炼了学生的主动思考问题解决方案和创新思维能力。丹麦的乐高 Ev3、美国的 General robotics 是国际比较有名的机器人教育套件。随着蓝牙、红外和传感器等技术的普及和模块化,各类机器人教育套件也相继融合了这些先进的技术手段以实现与人工智能技术的逐步接轨。线上方面,对虚拟机器人的编程和设计也逐步成为机器人教育的另一重要实践分支。

实体机器人在创客教学中主要有两种操作模式:一是拼装+编程模式。这种模式需要学生完全或者部分按照机器人搭建手册完成机器人的主体结构,然后根据具体问题情景和功能要求对机器人的主机进行模块化编程。典型代表为乐高 Ev3 套件;二是完全封装+编程模式。这种模式要求机器人本体在物理结构上有较高的封装性,学生仅需要在电脑上对机器人进行编程以操控其行为或动作。典型代表有 Poppy3D 打印机器人。

虚拟机器人在创客教学中主要有体验和虚拟现实模拟两种操作模式。百度公司研发的人工智能实验室推出的语言识别技术,允许学生体验将音频转换成文字的智能操作,该操作准确率可达到 98% 以上;人脸识别技术可以识别图片中主体人物的性别、年龄、表情、脸型等特征。虚拟智能机器人设计平台"萝卜圈"[③]是典型的 3D 机器人在线互动平台,学生可在平台上进行模块化编程,设计 3D 虚拟现实项目。该平台同时引入物理引擎技术模拟真实世界的物体运动规律,极大地增强了学科知识整合程度,满足学生在线 STEM 创新学习需求。

(四)人工智能对接物联网创客教育

物联网指通过红外传感器、GPS 等信息传感设备将物品和互联网连接并进行信息交换,最终实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理(冯翔,2012)。拉吉夫(Lajiv,2018)指出,到 2020 年,企业将在物联网上投入 2500 亿美元。

比特实验室(bit@ Biuld)率先推出了物联模块编程平台,学生只需在手机或电脑上下载 APP,就可通过模块化编程实时控制其他电子模块,电子模块接收各种客观信息(如温度、光照等)并做出智能反馈。在新版本比特装备中,学生可通过 WIFI 或蓝牙方式自定义设计智能家居,收集生活环境数据。Google 近期也发布物联网、人工智能与云平台相同的创客工具箱。其中,Photon 微控制器是一款方便实用的物联网原型开发板,开发者可通过 Google 提供的系列开源代码包获得语音交互等人工智能技术服务(Vikvam,2017)。Makeblock[④]公司 2018 年推

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

出的 Makeblock Neuron 是一款面向创客和 STEM 教育设计的可编程电子积木平台，有 30 余种电子模块和 100 多种可能的交互效果。电子模块的功能覆盖声学、光学和动态交互模式，学生可通过在线编程平台对电子积木实现在线或离线编程，并通过手机接收和控制电子积木，实现真正意义上的物联互通。该公司还研发了 Mbot 可编程机器人套件和 Airblock 模块化可编程无人机等适合初级创客的开源技术工具。Seeed Studio[⑤]是一家提供模块化快速开发工具服务的公司，旨在为创客提供便捷开源的电子模块。该公司目前已成功研发了上百款包括声控、光控、磁控等物联网传感装置，为广大创客利用物联网技术进行创意活动提供丰富的技术资源。

从总体上看，人工智能教育产品呈现出功能模块化与服务精准化的趋势。技术门槛的降低为更多有志于开展创意活动但苦于技术壁垒的创客们提供了丰富多元的创新机遇。人工智能技术的另一趋势在于技术开放、服务精准，即先进人工智能技术代码的开放获取或打包分享，让功能服务导向的人工智能技术得以深化和多维度延伸，面向用户需求的技术服务更加精准。Google、百度、腾讯等世界级 IT 公司营造的开放包容的技术环境，为世界范围内的创客提供了人工智能核心技术服务，更突破了传统创客作品的技术局限，让创客作品真正与科技前沿接轨。

四、面向人工智能的创客课程

(一) 国际人工智能教育产业的发展

传统人工智能教育仅存在于高等教育和部分职业教育中。随着信息社会的发展和人才技能结构的转型，人工智能教育逐渐转向基础教育阶段。基础阶段人工智能教育的核心载体是青少儿编程教育。世界各国纷纷开展基础教育阶段编程教育的普及工作。美国前总统奥巴马 2012 年推出了“编程一小时”活动，扎克伯格和比尔·盖茨等为 3 万学生讲解基本编程概念。2013 年，英国前首相卡梅伦组织重构了中小学计算机科学教学大纲，以保证英国基础教育体系全部覆盖儿童编程学习；日本 2017 年发布的《新一期学习指导要领解说》，倡导中小学开展以编程为技术载体的 STEAM 教学；欧盟成员国至少有 15 个国家在基础教育阶段增设编程课程，9 个国家在小学开展编程教育。国外以项目式教学开展线下课程和线上课程已初具规模，很多教学者将人工智能与真实情境相联，帮助学生建构真实生活环境下的人工智能学习生态(George，2017)。

我国人工智能教育略晚于国外发达国家。不过，受惠于时代需求和政策引导，发展势头迅猛。2017 年，国务院发布的《新一代人工智能发展规划》报告指出“实施全民智能教育项目”“在中小学阶段设置人工智能相关课程”等，鼓励学校和社会逐步推广编程教育；2018 年，我国浙江省高考首次将信息技术纳入选考科目；同年，我国发布基础教育人工智能教材，内容涵盖人工智能发展历史、基本概念及应用案例。目前，我国低年段主要利用国外的热门语言 Scratch 和国内自主研发的 Kitten 语言开展浅层次的创意教学，在高年段及成人教育利用 Python、C++、Java 等语言进行深度的智能编程[⑥]。

编程环境和编程工具是编程教育的重要技术支撑，学生通过运用模块化编程和智能开源硬件技术创造性地设计智能产品，逐步提升创新能力和问题解决能力。封装好的编程模块和便捷化的智能硬件为青少儿编程带来了技术便利，降低了编程难度。目前，国际上无论是面向校内创客教育课程还是面向校外的创客技能培训课程都巧妙利用了这些开源编程技术，其中经典的是 Scratch 和乐高套件。

(二) 人工智能融合的创客课程建设

课程是人工智能在创客教育落地生根的重要抓手。创客课程的基本要素包括学习内容、活动项目、学习环境、网络资源和课程评价(杨现民，2016)。美国 Intel 未来教育运用设计思维的理念为 11～15 岁的青少年提供课外工程类创客教育体验。课程特点在于运用设计思维系统的问题解决流程和创意启蒙方法引导学生逐步成为创客(闫寒冰等，2017a；闫寒冰，2017b)。人工智能技术的发展为创客教育提供了先进、可持续发展的课程素材。Exploring robotics[⑦]是美国设计智能机器人及相关在线课程的教育科技公司，为美国 500 余所中小学提供创客教育系统的规划和实施方案。该公司设计了机器人体验、机器人编程和系统工程设计与发明三个阶段的渐进式课程。在高中教育中，2018 年 4 月，《人工智能基础(高中版)》教材正式发布，内容涉及图片识别、声音识别、视频识别、计算机写作和深度学习等

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能技术的原理和应用情景。在高校层面，美国北卡罗莱纳州立大学从创客空间建设、创客文化辐射、研讨学习、课程资源整合、作品展示分享和主题交流六方面实施学校创客教育体系(陈珊，2017)。从教育表现形态看，创客教育同 STEM 教育类似，在技术本体难度和整合难度上，可以分为科普教育、嵌入式课程、项目型课程和整合性学科(祝智庭等，2018)。从科普课程到整合性课程，课程特点呈现学习目标由体验导向转变为能力导向；活动组织形式从大班集体活动转变为小组多维深入研讨；学习环境由开放体验向项目聚焦转变。本文从学习目标构建、活动组织形式、学习环境和适用学段三方面剖析面向人工智能的创客课程建设思路。

科普教育阶段的人工智能创客教育主要以学生理解人工智能基本概念和开展互动体验活动为主。学生需要理解人工智能的发展历史和基本概念；了解人工智能核心技术的功能和服务对象；明确人工智能给社会和人们生活带来的便利。同时，学生需要在与人工智能技术的互动体验活动中感受人工智能的技术魅力。在此阶段，科技场馆和创客空间是学生线下体验活动的重要场所。同时，类似于百度人工智能实验室也为学生提供了线上体验人工智能技术服务。这一阶段的课程主要覆盖 K-6 年级学生，课程目标以体验为主，理论讲解为辅。

嵌入式课程强调人工智能入门技术与学校校本创客课程的融合。目前，我国各地均在开展以校本课程为单位的创客课程建设，需要学生掌握基本的编程技术以操控人工智能设备。同时，学生需要掌握基本的工程设计思想，了解工程设计的基本规范，掌握核心技能。这个阶段的课程载体以校本课程为主。学校建设的创客实验室是学生学习活动的线下场所，同时一些线上的开源人工智能编程平台也可为学生提供学习机会。教师可组织定期的线上研讨，与学生讨论课程作品的细节和答疑解惑。课程内容需要视学生的知识储备程度选择，包括但不限于 Scratch 编程、App inventor 编程、Arduino 编程、Python 编程等。课程以工程设计学习模式驱动，在保证培养学生基本编程素养的基础上提升学生工程设计思维和创意思维能力。

项目型课程是嵌入式课程的强化和拓展，强调技术的深入学习和工程设计理念的强化。该阶段的课程需要遴选对人工智能和高新科技感兴趣，同时有较强的技术基础和项目开发经验的学生。学生在教师的带领下深入学习技术，由模块化编程全面转为代码化编程。同时，教师需要加强学生的项目研发能力和工程设计规范训练。由于这个阶段课程的项目精度和深度继续增大，因此需要整合多方师资合理打造项目。项目需要同时兼备创新型和社会实用性，为后续各类科技竞赛做准备。这一阶段的课程主要在小学、初中和高中的高年段开设，也可以作为大学的普惠性课程。

整合性课程是在项目型课程的基础上，培养学生成熟技术素养和项目研发能力的跨学科课程。该阶段课程主要适用于大学生和研究生。该阶段学生已有较强的跨学科知识基础，但需要继续深入学习人工智能的相关编程技术和项目开发技巧，熟练运用系统设计思维方法实现项目转型升级和产品化。主要学习活动场所是高校创客空间，同时社会性创客空间也是大学生创客活动的重要场所。项目设计与转型升级以及产品化是整合性课程的重要学习目

表一 不同阶段创客课程的学习目标、组织形式、学习环境和适用学段

阶段	学习目标	活动组织形式	主要学习环境	适用学段
科普课程	理解人工智能的历史和基本概念；了解人工智能常用核心技术；明确人工智能技术在生活中的切入点，体会人工智能技术给生活带来的便利；体验人机交互、虚拟现实等人工智能技术。	在线体验与线下互动体验	虚拟环境 & 真实科技场馆 & 创客空间	K-6 年级
嵌入式课程	掌握基本的编程技术；掌握基本的工程设计思想；逐步形成创意思维；利用现有知识储备逐步完成学习项目。	线上体验学习 & 学校创客社团活动	学校创客实验室 & 线上虚拟创客实验室	4-12 年级
项目型课程	掌握核心的工程设计流程和计算思维思想；掌握先进的编程语言和项目开发策略；在多方力量的指导下完成项目研发。	线上交流 & 学校集中竞赛培训活动	学校创客实验室	小学、初中、高中高年段
整合性课程	掌握人工智能核心开发技术；运用系统的工程设计流程逐步实现人工智能产品；在导师指引下实现项目升级和推广	线上研讨 & 高校创客空间	高校创客基地，社会性创客空间	大学研究生阶段

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

标。该阶段的课程主要服务于学生日后自主创业和生涯规划，是大学双创教育的重要实践平台和人才诞生基地。

五、面向人工智能的创客师资建设

创客导师是从事创客教学或指导学生开展创客实践的教师。他们本身要热爱创客教育事业，热衷于创新科技、敢于实践、乐于分享，设法把各种创意转变为现实。创客导师不仅要有基本的技术知识和项目研发经验，还需要掌握先进的创客教学法、创客教学评价和管理知识以及整合技术的学科教学经验等(闫志明等，2018)。由于不同年级的创客教育有不同的知识深度和技术难度，因此创客导师的能力也要逐步提升。研究表明，创客导师与普通单学科教师不同，其知识储备和能力结构需要具备跨学科和多梯度的特点。从我国目前的人工智能发展速度和教师能力结构看，创客导师需要团队化而非孤军奋战。本文仍以创客教育的四阶段为主线，探讨各阶段创客导师团队的构成和具体能力指标。

在四个阶段中，课程内容的组织和整合能力是教师的基本技能，创客导师需要根据不同阶段的课程目标设计学科整合性和探索研究性相结合的课程内容。除科普课程外，创客导师还需具备运用系统工程设计流程安排教学活动的能力；创客导师也需要掌握过程性和总结性评价的基本方法，掌握运用评价数据分析学生能力提升的基本方法和技巧；创客导师的另一职责是熟练开展创客实验室教学设备的更新和维护，确保创客课程的顺利开展；最后是协调沟通能力。他们需要有效组织创客教学活动，积极协调学习小组关系，以及联系多方学校和社会资源以保证创意作品的产品化。

在科普课程阶段，创客导师需要掌握基本的人工智能基础操作，学会引导学生体验人工智能技术技巧；在嵌入式课程阶段，思维技巧培训是启发学生创造力的关键，因此面向学生创新思维技巧的训练是创客导师的另一重要技能；在项目型课程中，学生的成果主要以竞赛或创新项目形式呈现，导师需具备组织和指导学生竞赛的经验和能力；在整合性课程阶段，学生的创作产品已初具形态，具备一定的产品推广价值，因此产品推广和创新能力是该阶段创客导师的关键技能。

六、面向人工智能的创客空间建设

面向人工智能创客教育的创客空间应在满足基本人工智能技术需求的基础上，尽可能给予创客集体验、学习、实践、展示和推广为一体的多元创新服务。O2O 的创客空间模式同样适用于面向人工智能的创客空间的建设需求，为学生提供时间、空间和方式维度的无缝学习与创造体验(祝智庭等，2015b；雒亮等，2015a)。借鉴创客空间 2.0 的理论经验，面向人工智能创客教育的创客空间需具备体验营、常态化课程教学、创客工作坊、挑战赛和产品推广五个主体功能(雒亮等，2015a)。

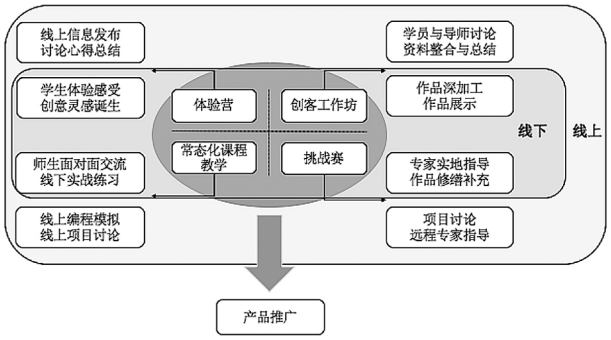


图 1　面向人工智能创客教育的 O2O 创客空间构建模型

在体验营阶段，学生主要在创客空间中完成人工智能体验活动。教师可以先在线上发布人工智能

表二　创客导师团队的构成和能力指标

课程类型	创客导师团队	通用能力指标	特色指标
科普课程	校内信息科技和劳动技术教师 & 科技馆工作人员	1) 课程内容组织和整合能力 2) 课程活动设计能力 3) 课程评价设计能力 4) 创客教学管理能力 5) 协调沟通能力	技术操作引导能力
嵌入式课程	校内信息技术教师 & 学校理科类教师		思维技巧训练能力
项目型课程	校内信息技术老师 & 校内理科优秀教师 & 公司外聘技术人员 & 大学专任教师		带队参赛能力
整合性课程	大学不同学科专任教师 & 公司优秀技术人员 & 产品推广人员		产品推广与创新能力

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

体验信息，学生根据兴趣爱好选择不同的体验活动。在线创客平台也为学生提供分享体验心得和完成体验总结，线上人工智能平台也为学生提供感受自然语言处理、深度学习、云计算等在线服务。线下是学生体验人工智能技术魅力和创意灵感诞生的主要场所，学生可近距离感受虚拟现实、深度学习给生活带来的便捷和科技魅力。

在常态化课程教学阶段，学生可根据学习任务选择线上或线下学习形式。在掌握编程技术后，教师需引导学生以创意项目的形式开发作品。此时，线上可作为讨论和资源分享的平台，线下主要涉及小组深入讨论和作品搭建与完善等环节。

在创客工作坊阶段，学生在线上可继续与导师深入交流讨论，也可以将项目的过程性资料上传整合。线下活动主要以作品深加工和作品展示为主。学生和老师需针对作品进行外观、结构和功能的深入优化。同时创客工作坊也需为师生提供展示交流的平台，不同组间可以交换意见，批判性地思考对方作品的优缺点。

在挑战赛阶段，学生在线上主要完成项目讨论和专家远程辅导等。学生需在规定时间完成作品功能的修正和补充，专家需亲临现场指导以保证在竞赛中，学生作品能得到较高的评价甚至取得奖项。

最后是产品推广。学生的人工智能作品经历了体验、学习、项目研发和挑战赛的层层磨练，部分作品的含金量可以满足推广和批量生产的要求。在这个阶段，学生和指导教师可组织相关专家团队撰写创业计划书或产品推广方案，也可借助各种社会投资基金推广人工智能产品。此时的创客空间已不局限于学校或社会性创客空间。广义上讲，人工智能作品的本身价值和未来市场前景都是创客空间的有效延伸。

纵观国内外创客教育实践，以人工智能技术为研发载体的课程不胜枚举，授课形式多样，授课内容囊括人工智能理论和技术学习与开发实战指导。我国基于设计思维的课程设计模式与创客导师培训弥补了传统创客课程“技术本位”的思维内涵缺失。因此，从课程研发和师资培训角度看，我国已拥有相对成熟的实践经验和前瞻性的国际视野。为充分响应李克强总理提出的“全民创业，万众创新”号召，深度构建面向人工智能的创客教育生态圈，增强创客课程的研究性、学生创新能力微认证开发以及各级创新赛事将成为未来创客教育研究的新方向。

（本文根据祝智庭教授2018年8月报告记录整理而成，闫寒冰教授研究团队梳理和充实了内容。）

[注释]

①The Microsoft AT(2018). Cloud-powered AI for every developer. [EB/OL]. [2018-11-30]. http://res.cloudinary.com/rok/image/upload/v1510834674/Nov%2016%2C%202017/111517_1756_ExcitingAIP1.png.

②Tencent AI Lab. Make AI everywhere [EB/OL]. [2018-11-30]. https://ai.tencent.com/ailab/index.html.

③萝卜圈(2018). 领先的3D机器人网络互动平台 [EB/OL]. [2018-11-30]. http://www.irobotq.com/website2/tour.html.

④Makeblock(2018). A programmable Electronic Building Block Platform for ioT and AI [EB/OL]. [2018-11-30]. https://www.makeblock.com/news-center/209030.html.

⑤Seeed(2018). We've lowered the barrier to manufacturing [EB/OL]. [2018-11-30]. https://www.seeedstudio.com/propagate.

⑥腾讯云.2018). 第一本人工智能中学教材来了！《人工智能基础(高中版)》编著历程 [EB/OL]. [2018-11-30]. https://cloud.tencent.com/developer/article/1143504.

⑦Exploring Robotics(2018). Exploring Robotics STEM pathway [EB/OL]. [2018-11-30]. http://www.exploringrobots.com/index.php/grade-levels/k-12-robotics-pathway.html.

[参考文献]

[1] 比特实验室(2015). 创新与世界同步 [EB/OL]. [2018-11-30]. http://www.mybitlab.net/CompanyProfile.aspx?id=49.

[2] Borland, J., & Coelli, M. (2017). Are Robots Taking Our Jobs? [J]. Australian Economic Review, 50(4): 377-397.

[3] 陈珊，韩芳(2017). 美国北卡罗莱纳州立大学创客教育及启示 [J]. 比较教育研究，39(1): 59-64.

[4] 陈凯泉，何瑶，仲国强(2018). 人工智能视域下的信息素养内涵转型及AI教育目标定位——兼论基础教育阶段AI课程与教学实施路径 [J]. 远程教育杂志，36(1): 61-71.

[5] Chirs, W. (2016). IBM is Bringing AI to the Maker Movement [EB/OL] [2018-11-30]. https://www.designnews.com/electronics-test/ibm-bringing-ai-maker-movement/41462170045587.

[6] David, S. (2014). What business leaders need to know about cogniticve technologies [EB/OL] [2018.11.30]. https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/cognitive-technologies/what-is-cognitive-technology.html.

[7] 冯翔，姜鑫，吴永和(2012). 物联网教育应用的标准建设研究 [J]. 华东师范大学学报(自然科学版)，(2): 42-51.

[8] George, G. (2017). Artificial intelligence, computational thinking, and mathematics education [J]. International Journal of Information and Learning Technology, 34(2): 133-139.

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[9] Google AI: Tools for everyone [EB/OL]. [2018-11-30]. https://ai.google/tools/.

[10] 国务院(2017). 国务院印发《新一代人工智能发展规划》[EB/OL]. [2018-11-30]. http://www.gov.cn/xinwen/2017-07/20/content_5212064.htm

[11] IDC(2018):2018 全球 IT 市场十大热门技术预测 [EB/OL]. [2018-11-30]. http://net.it168.com/a2017/1122/3180/000003180967.shtml,2017.11.27/2018.11.30.

[12] 科大讯飞(2018). 科大讯飞语音云平台 [EB/OL]. [2018-11-30]. https://sdk.cn/datas/680.

[13] 雒亮,祝智庭(2015). 创客空间 2.0:基于 O2O 架构的设计研究 [J]. 开放教育研究,21(4):35-43.

[14] 雒亮,祝智庭(2015a). 开源硬件:撬动创客教育实践的杠杆 [J]. 中国电化教育,(4):7-14.

[15] 李开复,王咏刚(2017b). 人工智能 [M]. 北京:文化发展出版社:25-37.

[16] 彭绍东(2002). 论机器人教育(上) [J]. 电化教育研究,(6):3-7.

[17] Rajiv,G.(2018). The power of three: AI,IoT and blockchain [EB/OL]. [2018-11-30]. https://www.livemint.com/Technology/IQT80RY789I3pXEHorFETI/The-power-of-three-AI-IoT-and-blockchain.html.

[18] Vikram,T.(2017). The new maker toolkit: IoT,AI and Google Cloud Platform [EB/OL]. [2018-11-30]. https://www.blog.google/products/google-cloud/new-maker-toolkit-iot-ai-and-google-cloud-platform.

[19] 王佑镁,王晓静,包雪(2017). 成为自造者:众创时代的创客素养及其发展 [J]. 中国电化教育,(4):10-16.

[20] 许亚锋,高红英(2018). 面向人工智能时代的学习空间变革研究 [J]. 远程教育杂志,36(1):48-60.

[21] 闫寒冰,单俊豪(2017a). 美国创客教育教材分析——以“Design and Discovery”为例 [J]. 中国电化教育,(5):40-46.

[22] 闫寒冰,郑东芳,李笑樱(2017b). 设计思维:创客教育不可或缺的使能方法论 [J]. 电化教育研究,38(6):34-40+46.

[23] 闫志明,孙承毅(2018). 论创客教师的知识基础 [J]. 教育研究,39(6):111-118+123.

[24] 杨现民(2016). 建设创客课程 “创课”的内涵、特征及设计框架 [J]. 远程教育杂志,35(3):3-14.

[25] 祝智庭,雷云鹤(2018). STEM 教育的国策分析与实践模式 [J]. 电化教育研究,39(1):75-85.

[26] 祝智庭,雒亮(2015a). 从创客运动到创客教育:培植众创文化 [J]. 电化教育研究,36(7):5-13.

[27] 祝智庭,孙妍妍(2015b). 无缝学习——数字时代学习的新常态 [J]. 开放教育研究,21(1):11-16.

(编辑:徐辉富)

International Investigation and Developmental Strategies for AI Maker Education

ZHU Zhiting[1], SHAN Junhao[2] & YAN Hanbing[1]

(1. *School of Open Learning and Education, East China Normal University, Shanghai* 200062, *China*;
2. *Department of Educational Information Technology, East China Normal University, Shanghai* 200062, *China*)

Abstract: *The era of artificial intelligence has given birth to the vitality and deep application of AI technology. Deep learning, cloud computing, big-data and LoT inject fresh technical blood into maker education. AI Education for k-12 students has gradually moved towards the education market. Online platforms provide virtual artificial intelligence experience services, while offline platforms mainly bring advanced artificial intelligence experience and education services to students in the form of open source hardware or robots. These advanced technical services will bring new vitality to maker education, and also add new requirements for curriculum design, teacher preparation and maker-space construction of maker education. Firstly, this paper analyzed the teaching objectives of maker education in the era of artificial intelligence from the perspective of talent training. Then, it sorted out the education products or education services of artificial intelligence at home and abroad. Finally, the authors put forward strategic development suggestions from the three aspects: AI curriculum design, coach group construction, and maker space construction.*

Key words: *artificial intelligence*; *maker education*; *international practice*; *developmental strategy*

?1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

技术赋能教育高质量发展：人工智能、区块链和机器人应用前沿

袁 磊　张淑鑫　雷 敏　覃 颖　张文超

（广西师范大学 教育学部，广西桂林 541004）

[摘要]　2021 年 6 月 8 日，OECD 发布的《数字教育展望 2021：用人工智能、区块链和机器人应用前沿》报告提出一个关键问题：智能技术如何改变教育？该报告通过对当下教育领域智能技术的分析，从学生学习、教师教学及学校管理三个方面指出智能技术对教育的赋能：在学生学习方面，自适应学习技术能够实现学生个性化学习，整体智能系统能关注特殊需求学生从而推动全纳教育发展，自动数字测量方法提高学生对数字学习技术的参与度；在教师教学方面，教育机器人的出现使教师角色开始转变，混合人工智能系统帮助教师高效管理课堂，数字技术应用于新的教学评价方式；在建立学校管理方面，建立学校和系统管理学习分析，早期预警系统以及区块链等技术的应用使学校管理更安全，组织系统覆盖更全面。智能技术有助于提升教育系统的有效性、公平性和成本效益，但需要合理利用。教育高质量发展不仅需要技术和研究协同驱动，还需要教师、学校领导和学习者的充分合作。本文分析技术在学生学习、教师教学、学校管理的应用现状后，总结了技术赋能推动教育变革、迈向教育实质公平以及教育伦理与价值问题，以期为我国高质量教育体系建设提供新思路。

[关键词]　高质量教育体系；人工智能；区块链；机器人

[中图分类号]　G434　　[文献标识码]　A　　[文章编号]　1007－2179(2021)04－0004－13

一、引　言

2020 年初，当各国关闭学校以应对新冠肺炎疫情时，学习变得数字化。此后一年，教师、学生和学校管理人员完成了数字教育的集体速成班。这也带来了许多负面影响。比如，技术与学习的分离导致技术层面的学习个性化无法真正落实；以数字技术为核心的世界产业结构的变化对人才培养提出了新的要求等。如何解决这些难题，创建数字化背景下的高质量教育？人工智能、学习分析、机器人等技术如何改变教育？OECD 发布的《数字教育展望 2021：人工智能、区块链和机器人应用前沿》报告讨论了这一系列问题，并着重探讨了智能技术如何改变课堂教育以及教育组织和系统的管理。该报告深入挖掘智能技术的有益用途，如实现学习个性化、支持有特殊学习需求学生的学习以及利用区块链进行文凭认证，并展望了后续研究面临的挑战和机遇。这些技术为教师、决策者和教育机构提供了实现教

[收稿日期]　2021-06-29　　[修回日期]　2021-07-15　　[DOI 编码]　10.13966/j.cnki.kfjyyj.2021.04.001

[基金项目]　全国教育科学规划 2021 年度教育部重点项目“基于优秀传统文化的儿童 STEAM 课程开发与实践研究”(DCA210313)。

[作者简介]　袁磊，教授，博士生导师，广西师范大学教育学部，研究方向：信息技术教育应用、STEAM 教育(9761541@qq.com)；张淑鑫，雷敏，覃颖，硕士研究生，广西师范大学教育学部，研究方向：信息技术教育应用；张文超，博士，广西师范大学教育学部，研究方向：信息技术教育应用。

[引用信息]　袁磊，张淑鑫，雷敏，覃颖，张文超(2021)．技术赋能教育高质量发展：人工智能、区块链和机器人应用前沿[J]．开放教育研究，27(4)：4-16.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

育数字化的途径,优化了教育的公平性和包容性。与其他领域一样,数字化正在改变教育。数据越来越多地用于管理教育系统,以制定针对性政策和推动创新。人工智能驱动的技术设备和解决方案越来越多地用于辅助教师或学习者在家学习。教育技术公司正在开发一系列新的解决方案。教育的传授和体验方式可能很快就会发生变化。这就带来了新的机遇和挑战,因为教育政策制定者和利益攸关方必须利用技术改善或改变教育。

数字化为教育提供了更多可能。教育一直都有丰富的数据,如成绩或学生旷课的信息,但如何利用数据帮助学生更好地学和教师更好地教,以及帮助教育行政部门决策提供信息却少有提及(OECD 2021)。教育与技术的关系一直困扰着众多学者和一线工作人员。OECD 发布的《数字教育展望 2021: 人工智能、区块链和机器人应用前沿》报告概述了数字技术的机遇与挑战和最新的智能技术解决方案后,重点介绍了智能技术如何改变课堂教育,支持教育组织和系统的管理。

《中国教育现代化 2035》行动纲要指出,教师队伍建设、教育信息化是推进教育现代化的有力支撑。基于这一精神,我们要积极应对信息化对教育提出的新要求,力促课程、教材、教育教学与信息技术有效整合,线上教育线下教育融合发展,提高教育质量; 要充分运用信息技术手段开展高质量的师资培训,不断提升我国师资队伍整体水平; 运用大数据助力教育评价改革,引领教育科学发展,为整体提升教育质量提供保障(管培俊,2021)。本文结合 OECD 报告,提出要发挥制度和技术优势,借力教育信息化,为人工智能时代的教育助力增益、赋能增效,为发展更加公平更高质量的教育作出新的贡献。

二、技术赋能学生学习: 个性、公平、包容

(一) 自适应学习技术: 促进个性化学习

自适应学习技术,如智能辅导系统,能够使用智能方法实现学生学习的个性化。该系统通过检测学生的知识或知识差距,为其诊断学习的适当步骤; 分析数据,诊断学习者的当前状态并预测未来发展; 智能辅导系统为学生选择适当的行动,如提供新的练习、新的课程单元或某种指导。这不仅能帮助学生获取知识,还能纠正学生的行为。

1. 检测: 跟踪学习者及学习环境

智能跟踪学习者及其环境的能力正在逐步提高(Baker et al.,2014)。学习者之间存在很大差异,这些差异被认为是个性化学习的指标(Azevedo,2019)。使用技术跟踪学习者的学习数据一直是研究的重点,同时,不同的数据源越来越多地被用来理解学习者的特征。这些多模态数据源可以被概念化为生理、行为和情境数据。

生理数据表明学生在学习过程中的身体反应,如通过心率、电子皮肤活动、血量脉搏、皮肤温度和面部捕捉软件评估学习者的状态,行为数据检测学生学习行为。数据获取的一个重要来源是日志,另一个来源是鼠标移动和键盘输入。这些数据列出了毫秒级的学习者 - 技术交互序列,留下了学习技术的活动轨迹。眼球运动表明能体现学习者学习过程的关注点,并可用于检测学习的注意力分配、多媒体资源的观看等(Mudrick et al.,2019)。可佩戴眼睛跟踪器可以评估学生学习过程中与物理物体的互动和社交互动。此外,特定的眼睛跟踪数据,如瞳孔放大和眨眼行为,与认知负荷和情感状态相关。情境数据来自于学习者与学习环境的学习技术、人和资源的互动。语音和视频记录包含学习者如何与环境互动的数据。这些数据虽然可以对学习过程进行深入分析,但它们主要依赖于研究人员对数据的编码、评分、注释、理解和解释。

因此,多模态数据源可用于推进学习者及环境的跟踪,这是自适应学习技术应用促进学习个性化的关键。

2. 诊断: 评估学习者的当前状态

下一步是分析数据,诊断学习者的当前状态并预测未来发展。特定技术可以对学习和发展的重要特征进行评估。自动语音识别技术可以持续检测学生如何学习阅读,可以分析儿童阅读中能正确识别的字母,分辨不同单词的速度等。基于这些特征,系统可以诊断儿童阅读能力的发展,并支持学生个性化学习。除了语音识别,眼睛跟踪数据也可以用来诊断学习者的阅读发展能力。

同样,学生书写技能的发展,甚至书写困难学生的技能发展也可以得到诊断(Asselborn et al.,2018)。阿瑟伯恩使用平板电脑和数字笔衡量学生的写作技能,记录与书写发展轨迹相关的重要特征,

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

如书写力度、笔压和笔倾斜。该方法可以提取多达56个与学生写作技能相关的特征,而这些特征可以转化为写作练习的辅导。

由此可见,人工智能技术和特定诊断工具的开发,有助于提高理解学习者和预测其未来发展的能力。这是自适应学习技术应用迈向学习个性化的第二步。

3. 行动: 选择适当的行动

最后一步是学习者诊断,并将其转化为优化学习的行动。自适应学习技术调整时,通常会采取三种行动: 第一种是分步式。在这种类型中,反馈根据学习者需求定制。学习者会收到详细的反馈,说明如何采取解决问题的特定步骤; 第二种是任务类。智能技术依据学生对先前问题的回答,为他们提供与当前知识库相适应的问题; 第三种是课程类型。教学主题的组织根据学习者调整。这需要深入选择适合学生发展轨迹的主题。例如,上面描述的阅读示例,其中调整是由阅读发展的广泛知识驱动的。这是自适应学习技术应用迈向学习个性化的最后一步。

总之,使用自适应学习技术的个性化学习是指教育越来越适应个体学习者需求的趋势(Aleven et al.,2016)。当学习环境适应学习者需求时,每个学习者的天赋都可以得到优化(Corno,2008)。传统课堂上,所有学生学习相同的课程,接受相同的指导,完成相同的任务,并在很大程度上获得相似的反馈。这种"工业"教育模式受到了广泛的批评,而技术发展可以支持学生学习向更个性化学习转变。

(二) 整体智能系统设计: 推动全纳教育发展

2000年,国际经合组织估计,约15%至20%的学生被认为有特殊教育需求(OECD,2000)。随着对儿童残疾认识的不断深入,人们发现儿童身体残疾的比率虽然有所下降,但发育残疾的比率显著增加(Zablotsky et al.,2019),有特殊教育需求的学生数量可能更多(Houtrow et al.,2014)。据估计,发育残疾的问题已经影响了美国17.8%的儿童(Zablotsky et al.,2020)。世界卫生组织的数据表明,在教育方面,残疾儿童与正常发育的同龄人相比处于不利地位。因此,支持有特殊需求的学生与促进教育公平息息相关。

技术能够为有特殊需求的学生提供支持,使包容性教育成为现实。支持有特殊需求学生的技术可以分为两类: 一类是旨在方便有特殊需求学生获取课程和参与典型课堂学习活动的技术。这种技术可以让有特殊需求的学生获得与正常同龄人相同的课程内容。例如,文本转语音功能能够为盲人或视障学生提供接触同龄人使用的课程材料的机会,使他们更容易在包容性的学校环境中学习; 另一类是旨在解决与儿童残疾相关的问题(通常不包含在标准学校课程内)的技术。这类技术的典型例子是针对自闭症学生的干预,支持他们社交和沟通技能的发展(Spiel et al.,2019)。

但是,为有特殊需求学生提供有效的技术支持是复杂的,因为学生需求会随时间的推移而变化。基于此,OECD报告提出了相关技术展望。首先,关注整体智能系统的设计。世界卫生组织强调确保残疾儿童获得倾听的重要性,但现实往往并非如此,尤其体现在新技术的设计上(W. H. O,2011)。因此,优先发展"整体智能系统"需要注意满足用户的真正需求,为用户设计,为环境设计。其次,人人共享的智能系统是技术重点。许多辅助技术对公立学校来说非常昂贵,且需要专门的硬件,而在多数情况下,这些硬件只能用于单一的教学目的。共享智能系统是解决这一问题的有效途径。报告以Dynamico助行器为例,该技术的研究人员致力于共享智能系统的研究,将为建立人人共享的智能系统提供启示(Hahn,2019)。最后,人类和人工智能技术的结合会给有特殊需求的学习者提供深度的适应性和个性化学习支持。将人工智能的最新技术及对特殊需求的最新理解嵌入现有的低成本技术,会为全球学习者带来公平、包容的机会。

(三) 自动数字测量方法: 提高学生对数字学习技术的参与度

提高学生持续参与学习已成为教育的关键目标,原因在于: 1) 参与是有意义学习的先决条件; 2) 保持参与涉及认知和社会情感技能,这些技能本身就是学习目标。数字技术的进步,包括先进的数据分析技术和创新的数字学习体验等,为测量评价、理论发展和教学干预开辟了新的途径,从而有助于学生持续参与学习活动(OECD,2021)。

学生参与研究大都集中在课堂和学校的传统学习上。《学生参与研究手册》详细阐述了这些学习

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

环境中和参与相关的系统问题(Christenson et al.,2012)。随着移动设备、互联网和社交媒体的发展,许多学习都通过数字媒体展开。这是一个挑战,因为学生与数字学习技术互动,通常是孤立的,让他们参与进来十分困难。例如,传统的慕课主要由观看视频、完成自动评分及在线讨论组成,在参与度和退出方面存在大量问题(Yang et al.,2013)。尽管人类教师或专家可以设计协作活动提高参与度,并在参与度出现下降时调整课程,但数字学习技术很难促进和维持所有学习者的有意义参与。即使一种学习技术最初成功地吸引了学生的注意力,但当新鲜感消退、学生陷入困境或最终出现厌倦感时,技术依旧无能为力。在理解参与和增加参与的干预措施方面,科学技术进步受到测量方法的限制。这些测量方法要么成本高昂,要么具有偏见和局限。在数字学习的背景下提高参与度首先面临的是测量和理论的挑战,而传感器等技术的进步有望帮助解决这个问题。

德梅洛团队提出了以先进性、分析性和自动化为中心的AAA方法(见图1)。这种AAA方法关注以人为本的参与操作,即关注学习过程中瞬时出现的情感和认知状态(D'Mello et al.,2017)。AAA测量方法步骤1是记录信号。当学生在特定学习环境中完成学习活动(步骤1a),接着根据信号计算表示学习特征(步骤1b)。例如,视频是个示例信号,其中包含微笑、点头、皱眉等特征,学生与学习技术的互动模式,即鼠标点击次数,为学生参与度提供了另一个强有力的信号。在步骤2中,反映参与的各种成分,从学生自身、外部观察者或通过其他方法获得心理状态的注释。步骤3涉及监督学习,它从传感器记录的信号中提取学习特征。学习特征和人类提供的注释组成计算模型,学习特征又和计算模型组成计算机生成的注释。步骤4将计算机生成的注释与人类提供的注释进行比较,以验证模型。

AAA方法有几个优势。首先,它是自动的,这表明它可以广泛和大规模应用。其次,它的分析结论趋于一致,因为它的测量数据由计算机提供,从而部分排除了参考、社会期望、默许和其他与观察者报告相关的偏见。最后,这些措施不受注意力瞬间下降或疲劳的影响。与视频编码,人工观察等相比,AAA方法大大减少了教育工作者的时间和精力,通过自动化数字测量方法,提高学生对数字学习技术的参与度。

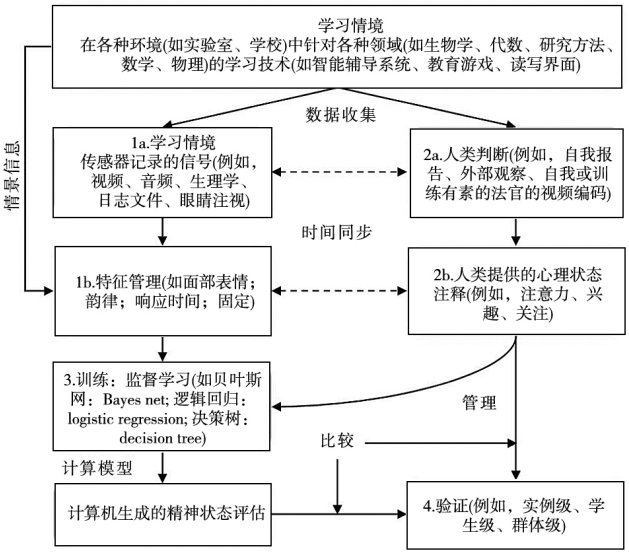


图1 数字测量方法

三、技术赋能教师教学:灵活、高效、创新

(一)教育机器人:技术赋能教师角色转变

教育机器人是推动智能教育发展的有力工具,受到教育界的广泛关注。原因主要有三个方面:其一,机器人独特的外表能吸引人的注意,使教学更吸引人;其二,机器人能代替教师完成某些教学任务。例如,教师受时间精力限制难以关注到每个学生,但机器人可以被用于小组教学和个人辅导,并在指导语言学习方面取得了不错的成果(Belpaeme et al.,2018);其三,机器人是实体形态。研究表明,机器人的物理存在和社会存在有利于学习(Li,2015)。

教育机器人(Educational Robotics)按照功能可分为社会机器人(Social robots)和远程呈现机器人(Telepresence robots)。社会机器人的外观通常十分具有视觉吸引力,它可以通过言语、面部表情或肢体语言与人交互(Bartneck et al.,2020)。社会机器人能够胜任教学助理、导师、同伴学习者等角色,它在教育中是最被看好的,它最实用的功能是作为一名导师。作为机器人导师,它可以给后进生提供针对性辅导,也可以向优等生提出高难度的挑战。此外,机器人通常被学生视为不带评判性的(Bhakta,2014),从而能有能效消除学生在回答人类导师问题时产生的焦虑心理。社会机器人另一个角色是充

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

当同伴学习者。研究表明,学伴机器人在支持学生书写练习(Lemaignan et al.,2016)和第二语言学习(Tanaka et al.,2012)等科目中十分有效,对提升成绩较差的学生学习效果显著。

远程呈现机器人是由人类操作员远程控制的机器人,将操作员的存在具体化为机器人化身,不仅可以支持师生的远程在线教学,还可以为因生病无法出席课堂的学生提供新的学习可能性。人类教师使用机器人远程授课可以自主控制机器人的传感器、摄像机、麦克风等,相比于固定摄像头的视频会议,教师可以获得更丰富的课堂感知,这也为探索新颖的教学形式提供了机遇。在挪威,许多远程呈现机器人的开发目标是让长期患病的学生与学校保持联系。例如,挪威 No Isolation 公司开发的 AV1 机器人是一种由学生操作的远程监控机器人。当学生因病不能上课时,AV1 可以代替学生上课。AV1 机器人配备了摄像头、扬声器、麦克风和互联网连接,让远程学生可以环顾教室,举手发言,甚至可以改变机器人的眼神来表达他们的情绪。

(二)混合人工智能系统: 技术赋能教师高效管理课堂

随着技术发展,教育领域应用的智能设备和数据大量增长,一个新的人机交互时代正在出现。未来学习将越来越追求个性化。同时,人类和人工智能在许多领域不断融合成所谓的混合人 - AI 系统。例如,自动驾驶汽车被设想为最终取代人类驾驶,但目前它们仅能辅助人类驾驶员(Awad et al.,2018)。为了区分全自动化所需的自动驾驶汽车的能力,汽车工程师协会阐述了自动驾驶汽车的 6 个自动化级别。6 个级别的自动化突出了自动驾驶汽车发展的不同阶段。从人类驾驶员到自动驾驶技术的过渡,每个级别都加大控制。随着级别的提高,人工控制会减少,自动驾驶技术的作用会增加。自动驾驶汽车的 6 个自动化级别的前三个级别中,人类人类驾驶员处于控制状态; 后三个级别中,人类控制切换到自动驾驶技术。在辅助驾驶(第 1 级)中,自动驾驶技术为驾驶员提供支持信息。在部分自动驾驶(2 级)中,自动驾驶技术在特定情况下控制驾驶。例如,在天气良好的高速公路上,人类驾驶员始终监控该技术。相比之下,在条件自动化(3 级)中,自动驾驶技术接管了控制权,但驾驶员应随时准备恢复控制。自动驾驶汽车目前的技术水平介于部分自动化和条件自动化之间。

然而,人工智能专家系统在医疗决策中支持但不能取代医生。混合系统的决定性特征是人工智能和人类决策之间的界限波动。自动驾驶汽车将驾驶任务交给人工智能,但在人工智能无法导航的复杂情境下,控制权会转移回人类驾驶员。在医学上,人工智能通常支持医疗决策。例如,在眼底医疗中,人工智能可以对眼底读片进行初步筛选,但人类医生仍然对患者进行最终诊断,并选择最合适的治疗方法。因此,完全自动化可能永远不适合教育和医疗等特定领域。目前,自动化水平还没有转化到教育领域。但这种模式有助于定位当前最先进的学习技术,以及在学校中应用这些技术。该模型可能有助于我们从人类控制的角度理解学校中技术的最新发展和日常使用之间的差距。因此,根据自动驾驶汽的六个级别推导出应用于教育技术领域的六个自动化级别(见图 2)。该模型下的线条代表了未来越来越多数据流在向完全自动化过程过渡。这些数据流可以支持学习者及其环境进行更准确的检测和诊断。在模型的顶部,人的控制水平在各层次上都是可视化的。平板电脑的指针代表教师控制的水平。双手放在平板电脑上,代表完全由教师控制,单手和无手的部分控制象征着没有或偶然的教师控制。眼睛代表教师监控的要求水平,范围从完全、部分、偶然到没有监控。警告三角形表示人工智能在关键时刻通知老师恢复控制的能力。

(三)数字技术应用: 技术赋能建立新兴教学评价方式

虚拟现实和增强现实、数字用户界面和体验设计、机器学习和人工智能及教育数据挖掘等技术快速发展推动模拟数字环境的改善,加速数字模拟和视频游戏设计的进步。这些技术为新一代标准化评价开辟了道路。传统的标准化测试可能是衡量数理逻辑的有效、可靠、公平和高效的方式,但不适合于衡量创造性思维或协作性问题解决等能力。基于游戏的评价可以衡量被测试者多方面的技能,如创造力、协作或社会情感技能,以及测试者在科学和数学等传统领域的“思维”能力。基于游戏的评价解决了传统评价的许多问题,并有可能与课堂教学更紧密地结合起来,利用教育技术日益发展的优势,利用

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

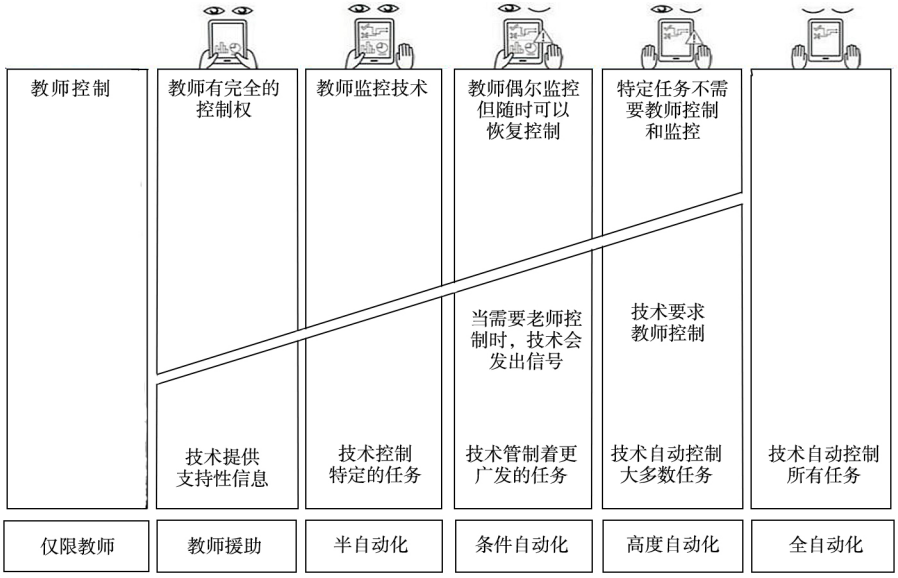


图2 教育领域的六个自动化级别

心理测量学、计算机化评价设计、教育数据挖掘和机器学习或人工智能作为技术依托开展设计。2001年,美国国家研究委员会将认知理论纳入教育评价体系,基于游戏或数字模拟的评估有可能挖掘出学生更深层次的理解和认知过程的证据。因此,通过游戏或与精心设计的数字用户界面的交互来解释流数据,研究人员可以评价学生如何着手解决问题,并可以获得针对性的反馈(Chung,2014)。例如,基于游戏的评价允许测试者搭建学习场景或构建数字模拟环境。在这些学习场景和数字模拟环境中,学生的推理过程可以通过游戏或与数字模拟环境中的元素进行交互来呈现,这个过程产生的数据可以用于教育评价的客观数据。他们可以利用这些新技术在学校收集数据,为决策和教学改进提供信息,从而提升其当前教育系统的能力。基于游戏或以数字模拟为中心的评价通过"遥测技术"收集数据,包括选择模式、搜索行为、按时完成任务等,在某些情况下,还包括眼动或其他生物特征信息。这些丰富的数据源可以用来分析学生完成任务时认知过程的依据。基于游戏的评估是一种特殊的形式,它们可以反映现实世界中的动态交互、结构复杂性和反馈循环。从长远看,综合评估系统应该依靠基于游戏和数字模拟的场景来评估学生如何整合和应用知识、技能和能力,这种形式最大的优势可能在于可以衡量学生的21世纪技能,如解决问题能力、协作能力。

四、技术赋能学校管理: 全面、开放、安全

(一) 防微杜渐: 建立学校和系统管理学习分析

数据正在成为推动教学创新的关键性力量(杨现等,2020)。随着教育数据体量的增加,数据存储和处理技术的改进,以及相关分析工具和算法的进步,教育组织开始接受学习分析技术。学习分析技术对教育组织的潜在好处一直是过去十年讨论的话题(Pistilli et al.,2010)。

教育组织中的学习分析可以更好地理解学习者群体,从而优化教学流程,其中包括分配关键资源来降低辍学率、提高保留率和成功率等。模式分析、数据分析、数据科学、学习分析、教育数据挖掘和机器学习等新兴技术为研究人员、教育从业者和决策者提供了机会。他们可以利用这些新技术在学校收集数据,为决策和教学改进提供信息,从而提升其当前教育系统的能力。预测和识别学生辍学因素和可能性便是这些新兴技术在教育领域的应用之一。以高中生辍学为例,虽然经合组织高中的总体平均毕业率为81%,但各国差异很大,墨西哥25岁毕业率低至60%,而希腊、韩国和斯洛文尼亚高达90%(OECD,2019)。因此,降低高中生辍学率是教育系统的优先事项。这需要利用学习分析技术预测哪些学生有可能在学校可能导致辍学问题。基于分析结果,学校可以为学生提供额外资源,帮助学生顺利完

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

成学业(Bowers et al.，2019)。目前澳大利亚、英国和美国的学习分析研究和实践，旨在解决与高效学习和识别风险学生相关的问题，以及监测和提高组织能力(Sclater et al.，2017)。

尽管有大量关于教育组织的学习分析优点研究，但实施全组织的系统分析研究十分有限(Buckingham et al.，2018)。学习分析如何影响学校和系统管理，可以以德国斯图加特霍亨海姆大学研究人员开发的教师诊断支持系统(TDSS)为例进行分析(见图3)。该系统的目的是帮助教师调整教学实践，以适应学生课堂需求。该系统允许收集以下数据: 1) 学生的个人特征，例如特定领域的知识和能力、情绪－动机特征; 2) 教学特征，如学习内容的特征; 3) 学生的学习经历和学习进展，如学生对主题情景的兴趣，关于主题的实际知识(Kärner et al.，2020)。学习分析为提高学习、教学、组织效率和决策提供了总结、实时和预测性的见解，但也面临着挑战。在规划和监控学习分析实施和组织变革过程方面领导力不足; 利益相关者(即行政部门)对计划的理解和承诺不平衡; 技术及教学人员对机构学习文化的普遍认识，未能达到推动学习及教学的预期效益; 教学人员、学生服务人员、技术人员等对学习分析的优缺点认识不足; 缺乏严格的经验证据证明学习分析的有效性以支持组织决策; 没有足够的政策、法规和实践守则规范学习分析技术在隐私和道德方面的问题(Tsai，2017)。

此外，建立早期预警系统也是学校和系统管理学习分析技术的一部分。以层次聚类分析热图(Hierarchical Cluster Analysis heat maps)为例(见图4)，将单个学生数据的模式聚类可视化，并将该信息与学生的整体成绩联系起来，不仅可以检查模式聚类，还可以检查聚类、学生和变量之间的差异。鲍尔斯(Bowers，2010)将HCA热图应用于美国两个小学区的188名学生的纵向历史评分。它对所有学生的数

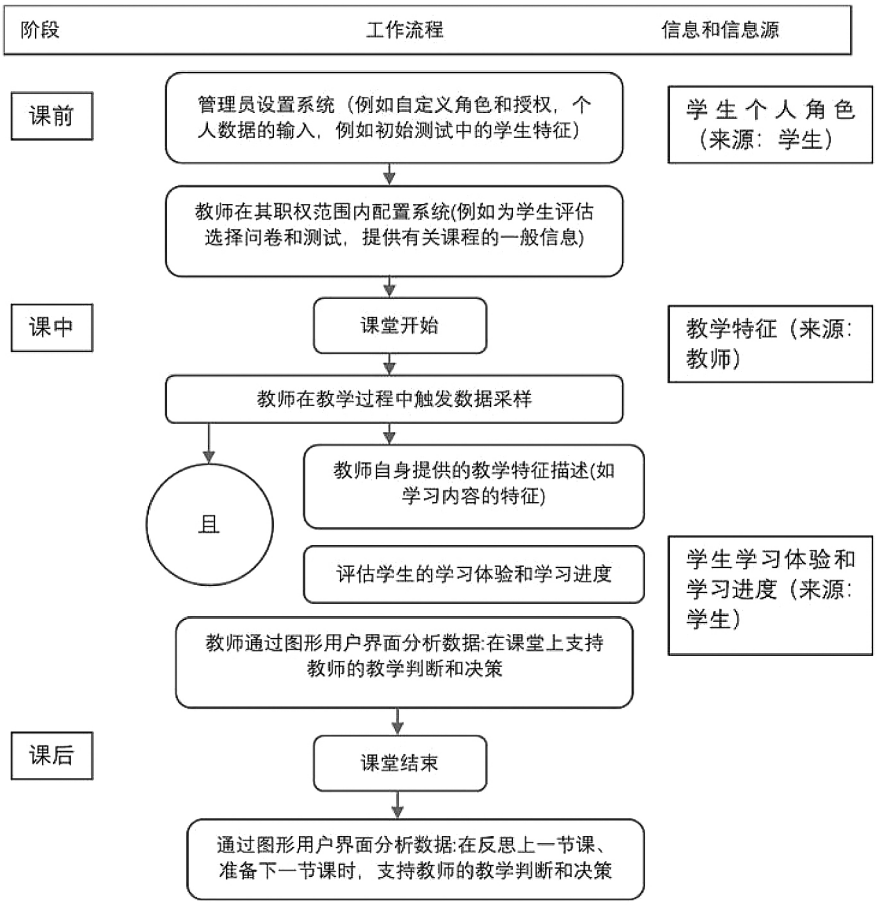


图3　TDSS概述图

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

据进行模式化，将学生从幼儿园到 12 年级所有科目的每门课程成绩可视化，并将它们与毕业、辍学及大学入学考试等联系起来。数据集的一行代表一个学生，列代表 K－12 年级的各科目，从左到右依次为核心科目如数学、英语、科学等，非核心科目如语言、体育等。学生在每个科目的分数都表示为从冷蓝(低于该科目在该年级的平均成绩)到灰色(平均)再到红色(高于平均成绩)的热图，白色代表无数据。左边是聚类树，较小的水平线代表行之间较高的相似度。右边的注释代表了二分结果或人口统计学变量。数据集模式分为两个大的集群，水平虚线上方和下方。成绩较高的学生(红色)一般不会辍学，最终会参加 ACT(美国高考)考试，成绩较低的学生(蓝色)辍学的次数较多，且不会参加 ACT。相较于传统的查看学生学习数据的方式，这种新兴的方式让决策者看到学生学习成绩的整体数据，这些数据随时间的推移和学生的变化而变化，有助于决策者为学生辍学创造更多可操作的干预措施。依赖于数据分析技术，一些早期预警系统预测辍学的准确率超过 80%。

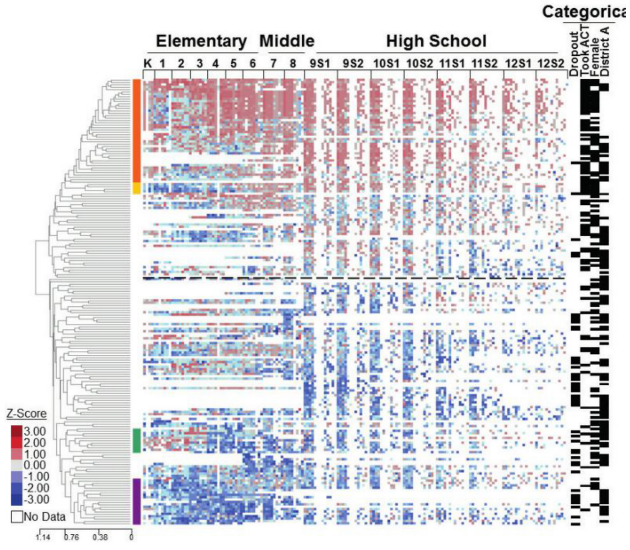


图 4　层次聚类分析热图(Bowers，2010)

(二) 区块链教育: 新的认证生态系统

区块链技术通过为数字货币交易提供分布式网络，正在彻底改变金融服务。教育认证生态系统的变革也受益于区块链技术的发展。在教育领域，使用区块链技术发布、分享和验证教育经验和资格的势头在全球范围内都很明显。区块链的联合验证和智能合同功能有可能实现教育业务流程的自动化，如证书转移、学历转移、证书等同建立等。到 2030 年，预计将有 700 多万学生出国接受高等教育(Holon IQ，2018)。但当前存在许多学术记录造假现象，这类问题限制了高等教育的国际化发展(OECD，2004)。基于分布式网络的区块链技术，具有使证书的验证速度更快、成本更低、过程更安全的特点，因此能够确保学术记录数据的完整性和可靠性。简而言之，区块链技术使任何人都可以验证个人或机构的声明，包括他们的特征和资格，且速度快、准确度高。这有助于消除记录欺诈，促进学习者和工作者在机构和地区之间的流动。

同时，以区块链为代表的新型数据治理技术，为解决当前教育政务数据开放问题，提供了安全、高效的路径。以联盟链为核心的教育政务数据开放平台，可以打通教育政务数据孤岛，允许教育行政部门通过分级分层共享数据，实现政务数据流驱动政务工作流，提高教育行政部门的服务效率; 还能优化教育行政部门之间的协同合作关系，厘清权利与责任，为教育利益相关者提供更好的教育政务服务体验，实现数据作为新生产要素的服务价值。

尽管区块链在教育领域的应用前景十分可观，但我们需要意识到区块链的局限性。首先，区块链部分功能具有可替代性。区块链技术能实现教育业务流程的自动化，但许多现有软件应用程序比它做得更好。以伍尔夫大学为例，该校最初尝试了各种区块链模型以期望实现学校管理的自动化，被誉为“区块链大学”(Jeffrey，2018)，但它最后还是放弃了区块链技术，选择更简便的基于 web 的 SaaS 应用程序。其次，区块链技术的应用需要建立链下社会共识。当学生转学时，其原有的学分会根据现有的学分规定或教育数据转移标准自动生成新的学分等价物。但不同学校往往有自己的学分规定，不愿承认统一标准下自动生成的学分等价物。换句话说，自动学分转移的障碍不是技术的，而是社会认同。

五、总结与思考

高质量发展是我国“十四五”时期发展的新主题，“建设高质量教育体系”是我国教育事业发展的宏伟蓝图。它以新发展理念为指导，以推动质量变革为目标实现我国教育走向高质量。人工智能、机

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

器人、区块链等新兴技术为教育高质量发展提供了新契机。人工智能可以作为教育整体变革的内生变量,推动“工业化教育”向“智能型教育”转变,促进教学方式创新、管理流程再造和评价体系重构(曹培杰,2020)。机器人教师作为教学者,旨在赋能、使能和增能人类教师,优化教学结构,构建新型师生关系,培养智能时代的学习者和教育者(张尧等,2019)。“区块链+教育”提高了生产要素的投入与配置水平,区块链技术可以通过“教育资源优化机制”“教育资源管理机制”“教育资源保护机制”等提高教育资源的配置效率(刘湖等,2020)。新兴技术的出现为我国各阶段教学的发展起到了积极的推动作用,对于特殊教育发展也具有促进作用。陈靓影(2020)认为智能机器人在孤独症儿童的教育干预领域具有重要作用,是一种非常有潜力的康复工具。5G 犹如网络“超级公路”它与新兴技术的融合,必将引发教师、学生、学习资源、学习环境等教育要素的深刻变革,将对教师教育理念、教学方式产生重大影响,也将教学内容和学习方式的重大转变(袁磊,2019)。尽管人工智能、区块链、机器人等新兴技术促进了教育的发展,推动了教育的变革,但我们仍然不能完全地依赖技术、信任技术,而是要以批判的眼光看待技术的发展。技术就像一把双刃剑,在利用其促进教育发展的同时也要尽可能避免弊端。因此,研究团队基于技术赋能学生学习、教师教学、学校管理三方面,重点探讨技术赋能下推动教育变革、迈向实质教育公平及教育伦理与价值问题。

(一)技术赋能推动教育变革

1. 促进个性化“教”与“学”

当前技术的发展使各行各业都在朝向个性化、自动化发展,教育领域也不例外,培养创新型人才,尊重其个性品质的发展成为关键。时代的发展要求学生在自主学习的基础上更加注重个性化学习,要求教师在教学活动中适应学生个性化学习方式,灵活创新教学模式。自适应学习技术的出现一方面可以帮助学生自我制定并执行学习计划、自主选择学习策略、对学习进行自我评估;另一方面为教师提供合适的教学方法、策略支持服务、学习资源支持服务及情感支持服务等个性化学习支持服务等。此外,技术的发展也关注到了特殊需求学生的学习参与度问题。不论是书写困难、行动困难或是阅读困难等,智能系统都可以更有效的帮助他们学习。在传统学习中,学生参与度一直是个难题,而技术发展使自动化测量学生参与度变成现实。这一系列的进步,推动了个性化“教”与“学”的发展。

2. 推进混合教学模式构建

混合式教学借助于媒体技术,为教学活动提供资源,将线上学习和线下学习结合,从而提升教学效果(李逢庆,2016)。在教师教学方面,技术赋能教育高质量发展体现在灵活、高效与创新,教学模式的建构应关注各方面的深度融合。如果说关注教学模式发展的多元性是横向聚焦,那么纵向聚焦则是关注教学模式的动态发展。以技术赋能教育为目的,教学模式主体应关注多元性,教学模式发展应关注动态性,探索人机协同等技术教学相融合的混合式教学模式构建。混合式教学模式可视为一个数字系统,教师与机器人是系统的“操作者”,机器人可以作为导师也可以作为助教。其次混合式教学模式下的媒体技术、线上线下学习方式、数字化资源等技术可以灵活处理分析学生学习过程中出现的差异,以达到更优的教学效果。

3. 教育管理体现现代化发展

从教育变革的历史可知,教育变革往往受思想或技术驱动,有时候思想的力量大一些,有时候技术的力量强一点。当前,以人工智能为标志的第四次工业革命,正引领人类进入新的智能机器时代。技术驱动教育变革有了更多可能性。在技术赋能下,人工智能、学习过程自动化和区块链技术有助于在数字教育市场推动全球教育的基础设施建设。到2030 年,技术在满足学生需求方面的重要作用预计将推动全球教育技术市场达到 10 万亿美元(Holon IQ,2020)。在所有经济体中,人们都强烈感受到了技术驱动的增值和再增值的需求。技术应用促进学校教育治理体系的现代化,早期预警系统和区块链技术帮助教育治理运行的安全化、教育治理过程的开放化。

在科技快速发展的背景下,全球教育格局正在迅速变化。亚洲和非洲发展中经济体的快速增长将推动教育部门的大规模扩张,为全球市场增加 3.5 亿名以上的高等教育毕业生和 8 亿名中等教育毕业生。各国教学能力亟待加强,需要新增超过 1 亿名新教师(Holon IQ,2020)。这对新技术来说是个重

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

大机遇。未来 20 年教育实践的变化将在很大程度上由人工智能的发展来决定。要实现技术在推动教育高质量体系建设的全部潜力,不仅需要技术和研究的驱动,还需要教师、学校领导和学习者本身充分合作。

(二) 技术赋能迈向教育实质公平

1. 推动教育信息化

教育信息化是教育现代化的先决条件,是建设教育强国新征程的必由之路。"人工智能 + 教育""区块链 + 教育""机器人教育""互联网 + 教育"等智能技术辅助教学的策略是教育信息化发展的重要表征之一。新时代追求"公平而有质量的教育",这就意味着未来教育的发展不仅需要"公平",也需要"高质量"。利用信息化促进教育公平已经成为现阶段的教育共识。在新冠疫情"停课不停学"的特殊条件下,信息化促进教育公平的发展也达到了前所有未有的跨越式发展(柳立言,2021)。智能技术的出现推动了教育信息化的发展,教育信息化的推进为智能技术创造了新的发展空间,二者相互耦合。新一代信息技术为教育信息化的发展赋能,持续推进信息技术与教育教学深度融合,促进教育信息化转型升级,为实现教育公平开辟新路径。

2. 促进城乡教育均衡

城乡之间、东西部地区、发达地区和落后地区之间教育发展不均衡问题突出,技术的发展为解决这一难题提供了条件。技术赋能教育将有效地支撑基础教育公平而有质量的发展,这也是推动基础教育优质均衡发展的核心动力(万昆等,2020)。如以技术为依托开展的"双师课堂""名师课堂""专递课堂"等促进城乡教育协同发展的教学模式,为教育发展落后地区提供与发达地区相同的教育资源和教育服务。通过技术手段,搭建网络平台突破时空的限制,将优质教育资源输送到教育发展薄弱地区,能够有效缓解这些地区开不起课、开不好课的问题。以技术赋能教育达到共享优质教育资源的目的,解决教育发展"不平衡、不充分"问题,促进教育公平。

3. 推进乡村教育振兴

2018 年,中共中央、国务院印发《乡村振兴战略规划(2018—2022 年)》,提出"积极发展'互联网 + 教育',推进乡村学校信息化基础设施建设,优化数字教育资源公共服务体系"(中共中央国务院,2018)。同年,教育部(2018)印发的《教育信息化 2.0 行动计划》明确指出,要"发挥技术优势,变革传统模式,推进新技术与教育教学的深度融合,真正实现从融合应用阶段迈入创新发展阶段"。在线学习、智能辅导系统、远程教学平台、人工智能等技术以其多路径供给、学习支持服务、智慧化与个性化指导等特点为乡村教育振兴发展提供新路径。随着技术变革教育的形式的不断创新,"三通两平台"、"教学点数字教育资源全覆盖"项目初步解决了乡村教学点教学水平不高的问题。这些措施提升了教育薄弱地区教育发展水平,对促进教育公平发展具有重要作用。在智能时代,要积极应变技术给教育带来的机遇和挑战,以技术发展作为推进乡村教育振兴的动力,实现传统教育模式向新时代智能教学模式转变,推动教育发展向高质量转变。

(三) 技术赋能下教育伦理与价值问题

人工智能技术、机器人、区块链等新兴技术的出现给高质量教育的发展提供了新的途径,但也带来了难以预测的技术伦理问题。技术应用的伦理问题逐渐受到全球关注,探讨技术伦理的发展,有利于为高质量教育发展提供支撑。

1. 开展技术伦理教育

学生首先需要具备权利意识,尽管大部分学生已意识到自己使用技术过程中具有知情参与权、信息自决权和撤销权,但如何使用和维护这类权利的认识依旧模糊(EDUCAUSE,2021)。课程教育作为培养学生综合素质能力的有效途径,应将技术伦理意识融入到计算机技术、人工智能、数据分析等技术应用类课程,也可以专门开设相应的技术伦理课程。此外,技术伦理讲座、信息安全知识竞赛、伦理辩论赛等课外活动也是开展技术伦理教育的有效方式。我国有悠久的历史文化传统,倡导的是"向善"的技术伦理思想。这一思想在防止人被技术异化、避免恶性竞争、保障公平等方面具有重要价值,是思考智能时代教育发展的原点,是创造美好生活的精神宝库,将为规避未来世界教育中技术应用的伦理风险贡献中国智慧(王嘉毅等,2020)。

2. 开展技术伦理评估

人们经常担忧未来教育是让人更像机器还是更像人?这一问题,又产生了更多基于技术使用的思考:信息技术知识快速迭代,个体对此应接不暇,这

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

使人更解放还是更不自由？虚拟现实技术融入生活，是让人贴近生活还是更远离？人工智能支持的个性化学习和评价，让人更同质化还是多样化？市场主导的教育资源布局，让未来教育变得更公平还是扩大差距……这一系列思考都是未来技术评估需要考虑的关键点(李芒等，2020)。在课堂教育中，教师作为技术使用的主体和主导者正面临着复杂的技术应用伦理问题。重构教师的知识结构，将伦理知识(包括技术伦理知识)作为新的教师知识构成要素引入 TPACK 概念框架，有利于为教师的技术伦理水平和教学实践评估提供全新的分析框架(邓国民等，2021)。作为技术本身，应当在技术的设计阶段进行伦理介入，评估各种因素对技术的作用和影响(王以梁等，2016)。

3. 制定技术伦理规约

“没有规矩不成方圆”，制定技术伦理规约才是保证技术合理使用的关键所在。技术教育应用的伦理风险主要来自于设计开发和实践应用两个环节(冯锐等，2020)。在设计开发阶段，研发人员需要遵循教育价值观指导下的技术规范和科学标准，避免出现错误的价值观引导倾向。在实践应用环节，人机协作需要相应教育政策和法规的规范，以“强制”的形式保证技术的科学应用，实现教育创新和隐私保护之间的平衡(杨现民等，2018)。

教育是培养人的社会活动，应当秉承以人为本的宗旨，按照“教育的逻辑”考量“技术”(安富海，2020)。但技术应用的伦理研究明显滞后于新技术的发展和应用(李晓岩等，2021)，构建技术支持教学的伦理框架是当前的重要任务，也是技术支持教学和谐发展的必由之路(刘智等，2021)。

[注释]

本文部分内容来自 OECD digital education outlook 2021: Pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots，报告网址 https://er.educause.Edu/-/media/files/articles/2020/1/er20sr201.pdf.

[参考文献]

[1] 安富海(2020). 教育技术：应该按照“教育的逻辑”考量“技术”[J]. 电化教育研究，41(9)：27-33.

[2] Aleven, V., Mclaughlin, E. A, Glenn, Glenn, R. A., & Koedinge, K. R. (2016). Instruction based on adaptive learning technologies [M]. Handbook of Research on Learning and Instruction: 522-560.

[3] Asselborn, T., Gargot, T., Kidziński, L., Johal, W., Cohen, D. Jolly, C., & Dillenbourg, P. (2018). Automated human-level diagnosis of dysgraphia using a consumer tablet [J]. NPJ Digital Medicine, 1(1): 1-9.

[4] Awad, E., Dsouza, S., Kim, R., Schulz, J., Henrich, J., Shariff, A., Bonnefon J. F., & Rahwan I. (2018). The moral machine experiment [J]. Nature, 563(7729): 59-64.

[5] Azevedo, R. (2009). Theoretical, conceptual, methodological, and instructional issues in research on metacognition and self-regulated learning: A discussion [J]. Metacognition and Learning, 4(1): 87-95.

[6] Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics [M]. New York: Springer: 61-75.

[7] Bartneck, C., Belpaeme, T., Eyssel, F., Kanda, T., & Abanovi S. (2020). Human-robot interaction: An introduction [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 185-252.

[8] Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social Robots for education: A review [J]. Science Robotics, 3(21): 1-10.

[9] Bowers, A. J., Bang A., Pan Y., & Graves, K. E. (2019). Education leadership data analytics (ELDA): A white paper report on the 2018 ELDA summit [J]. Online Submission, 3-40.

[10] Bowers, A. J. (2010). Analyzing the longitudinal K-12 grading histories of entire cohorts of students: Grades, data driven decision making, dropping out and hierarchical cluster analysis [J]. Practical Assessment Research and Evaluation, 15(7): 1-18.

[11] Buckingham, S. S. & McKay, T. A. (2018). Architecting for learning analytics. Innovating for sustainable impact [J]. EDUCAUSE Review, 53(2): 25-37.

[12] Christenson, S. L., Reschly, A. L., & Wylie, C. (Eds.). (2012). Handbook of research on student engagement [M]. New York: Springer Science & Business Media, 12-21.

[13] Chung, G. (2014). Toward the relational management of educational measurement data [J]. Teachers College Record, 116(11): 1-16.

[14] 陈靓影，王广帅，刘俐俐，刘乐元(2020). 人机交互技术在孤独症谱系障碍儿童教育干预中的应用[J]. 广西师范大学学报(哲学社会科学版)，56(3)：111-119.

[15] Corno, L. Y. N. (2008). On teaching adaptively [J]. Educational Psychologist, 43(3): 161-173.

[16] 曹培杰(2020). 人工智能教育变革的三重境界[J]. 教育研究，41(02)：143-150.

[17] 邓国民，李云春，朱永海(2021). “人工智能+教育”驱动下的教师知识结构重构——论融入伦理的 AIPCEK 框架及其发展模式[J]. 远程教育杂志，39(1)：63-73.

[18] D'Mello, S. K., Mills, C., Bixler, R., & Nigel, B. (2017). Zone out no more: Mitigating mind wandering during Computerized Reading [A]. Paper presented at the International Conference on Educational Data Mining [C], 1-8.

[19] EDUCAUSE. (2021). 2021 EDUCAUSE horizon report in-

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

formation security edition [EB/OL]. https://library.educause.edu/resources/2021/2/2021-educause-horizon-report-information-security-edition.

[20] 冯锐，孙佳晶，孙发勤(2020). 人工智能在教育应用中的伦理风险与理性抉择 [J]. 远程教育杂志，38(3):47-54.

[21] 管培俊(2021). 建设高质量教育体系是教育强国的奠基工程 [J]. 教育研究，42(3):12-15.

[22] Hahn，M. E.，Mueller，C. M.，& Gorlewicz，J. L. (2019). The comprehension of STEM graphics via a multisensory tablet electronic device by students with visual impairments [J]. Journal of Visual Impairment & Blindness，113(5): 404-418.

[23] Holon IQ. (2020). Education in 2030: Five scenarios for the future of learning and talent. Holon IQ and Quid. Available via Holon IQ [EB/OL]. [2020-11-17]. https://www.holoniq.com/global-student-flows.

[24] Houtrow，A. J.，Larson，K.，Olson，L. M.，Newacheck，P. W.，& Halfon，N. (2014). Changing trends of childhood disability，2001 - 2011 [J]. Pediatrics，134(3): 530-538.

[25] Jeffrey，R. Y. (2018). Academics propose a 'blockchain university'，where faculty (and Algorithms) rule [EB/OL]. https://www.edsurge.com/news/2018-10-25-academics-propose-a-blockchain-university-where-faculty-and-algorithms-rule.

[26] 教育部(2018). 教育部关于印发《教育信息化2.0行动计划》的通知 [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html.

[27] Karner，T.，Warwas，J.，& Schumann，S. (2021). A learning analytics approach to address heterogeneity in the classroom: The teachers' diagnostic support system [J]. Technology，Knowledge and Learning，(26): 31-52.

[28] Lemaignan，S.，Jacq，A.，Hood，D.，Garcia，F.，Paiva，A.，& Dillenbourg，P. (2016). Learning by teaching a robot: The case of handwriting [J]. IEEE Robotics & Automation Magazine，23(2): 56-66.

[29] Li，J. (2015). The benefit of being physically present: A survey of experimental works comparing copresent robots，telepresent robots and virtual agents [J]. International Journal of Human-Computer Studies，77: 23-37.

[30] 李晓岩，张家年，王丹(2021). 人工智能教育应用伦理研究论纲 [J]. 开放教育研究，27(3):29-36.

[31] 李逢庆(2016). 混合式教学的理论基础与教学设计 [J]. 现代教育技术，(9):18-24.

[32] 刘湖，于跃，蒋万胜(2020). 区块链技术、教育资源差异与经济高质量发展——基于我国高等教育资源配置状况的实证分析 [J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版)，49(1):145-158.

[33] 李芒，张华阳(2020). 对人工智能在教育中应用的批判与主张 [J]. 电化教育研究，41(3):29-39.

[34] 刘智，孔玺，王泰等(2021). 人工智能时代机器辅助教学: 能力向度及发展进路 [J]. 开放教育研究，27(3):54-62.

[35] 柳立言，秦雁坤，闫寒冰(2021). 信息化促进教育公平典型案例分析: 基于可持续发展的视角 [J]，电化教育研究，42(5): 32-39.

[36] Mudrick，N. V.，Azevedo，R.，& Taub，M. (2019). Integrating metacognitive judgments and eye movements using sequential pattern mining to understand processes underlying multimedia learning [J]. Computers in Human Behavior，96: 223-234.

[37] OECD. (2000). Inclusive education at work: Students with disabilities in mainstream schools. [EB/OL]. [2000-02-02]. https://www.oecd-ilibrary.org/education/inclusive-education-at-work_9789264180383-en.

[38] OECD. (2004). Internationalisation and trade in higher education [EB/OL]. [2004-8-18]. https://www.oecd-ilibrary.org/education/internationalisation-and-trade-in-higher-education_9789264015067-en.

[39] OECD. (2019). Education at a glance 2019: OECD indicators [EB/OL]. https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2019_f8d7880d-en.

[40] OECD. (2021). OECD digital education outlook 2021: Pushing the frontiers with artificial intelligence，blockchain and robots [EB/OL]. [2021-06-08]. https://doi.org/10.1787/589b283f-en.

[41] Pistilli，M. D.，& Arnold，K. E. (2010). Purdue signals: Mining real-time academic data to enhance student success [J]. About Campus，15(3): 22-24.

[42] Sclater，N.，& Mullan，J. (2017). Jisc briefing: learning analytics and student success-assessing the evidence [EB/OL]. [2017-02-08]. https://repository.jisc.ac.uk/6560/1/learning-analytics and student success.pdf.

[43] Spiel，K.，Frauenberger，C.，& Keyes，O. (2019). Agency of autistic children in technology research—A critical literature review [J]. ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)，26(6): 1-40.

[44] Tanaka，F.，& Matsuzoe，S. (2012). Children teach a care-receiving robot to promote their learning: Field experiments in a classroom for vocabulary learning [J]. Journal of Human-Robot Interaction，1(1).

[45] Tsa，i Y. S.，& Gasevic，D. (2017). Learning analytics in higher education-challenges and policies: A review of eight learning analytics policies [A]. Proceedings of the seventh international learning analytics & knowledge conference [C]. 233-242.

[46] 万昆，任友群(2020). 技术赋能: 教育信息化2.0时代基础教育信息化转型发展方向 [J]. 电化教育研究，41(6):98-104.

[47] 王嘉毅，鲁子箫(2020). 规避伦理风险: 智能时代教育回归原点的中国智慧 [J]. 教育研究，41(2):47-60.

[48] 王以梁，秦雷雷(2016). 技术设计伦理实践的内在路径探析 [J]. 道德与文明，(4):133-137.

[49] Yang，D.，Sinha，T.，Adamson，D.，& Rose，C. P. (2013). Turn on，tune in，drop out: Anticipating student dropouts in massive open online courses [A]. Proceedings of the 2013 NIPS Data-driven education workshop [C]: 14.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[50] 杨现民,周宝,郭利明等(2018). 教育信息化2.0时代教育数据开放的战略价值与实施路径[J]. 现代远程教育研究,(5):10-21.

[51] 杨现民,李新,晋欣泉(2020). 智慧课堂中的数据应用理路与策略设计[J]. 广西师范大学学报(哲学社会科学版),56(5):78-87.

[52] 袁磊,张艳丽,罗刚(2019). 5G时代的教育场景要素变革与应对之策[J]. 远程教育杂志,37(3):27-37.

[53] Zablotsky, B., & Black, L. I. (2020). Prevalence of children aged 3-17 years with developmental disabilitiesby urbanicity: United States, 2015-2018 [J]. National Health Statistics Reports,139:2-4.

[54] Zablotsky, B., Black, L. I., Maenner, M. J., Schieve, L. A., Danielson, M. L., Bitsko, R. H., Blumberg, S. J., Kogan, M. D., & Boyle, C. A. (2019). Prevalence and trends of developmental disabilities among children in the United States: 2009 - 2017 [J]. Pediatrics, 144(4):1-2.

[55] 张尧,王运武(2019). 机器人赋能未来教育的创新与变革——国际机器人教师研究综述[J]. 开放教育研究,25(6):83-92.

[56] 中共中央国务院(2018). 中共中央国务院印发《乡村振兴战略规划(2018-2022)》[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/201809/26/content_5325534.htm.

(编辑:徐辉富)

High-quality Developments in Technology-enabled Education: The Frontiers of Artificial Intelligence, Blockchain, and Robots

YUAN Lei, ZHANG Shuxin, LEI Min, QIN Ying & ZHANG Wenchao

(*Faculty of Education, Guangxi Normal University, Guilin* 541004, *China*)

Abstract: *On June* 8, 2021, *OECD released its Digital Education Outlook* 2021: *Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots, which raised a key question: How will smart technology change education? Through the discussion and mining of intelligent technology, this report points out the empowerment of intelligent technology to education from three aspects of students´ learning, teachers´ teaching and school management. In terms of student learning, adaptive learning technologies, such as intelligent tutoring systems, use intelligent methods to achieve personalized student learning, while assistive technologies that focus on students with special needs are key to making education more inclusive; From the aspect of teacher teaching, intelligent technology based on classroom analysis assists teachers in teaching. The emergence of telepresence robot makes the teaching form more flexible, efficient and innovative. In terms of establishing the school organization system, the early warning system and the application of block chain technology make the school management more secure and the organization system more comprehensive. Smart technologies contribute to the effectiveness, equity and cost-effectiveness of the education system, but they also need to be used wisely. High-quality development in education needs to be driven not only by technology and research, but also by full collaboration with teachers, school leaders and learners. Based on students´ learning, teachers´ teaching and school management, the research team proposed a multi-dimensional development path of high quality education guided by technology needs, supported by technology ethics and empowered by technology, in order to provide new ideas and new energy for the construction of high quality education system in China.*

Key words: *A high-quality education system; Artificial intelligence; Block chain; the robot*

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

国外教育人工智能研究主题及趋势分析*

——基于 Web of Science 文献关键词的可视化分析

张蓉菲[1] 赵磊磊[2] 李玥泓[1] 赵可云[1]

（1. 曲阜师范大学 传媒学院，山东日照 276800；
2. 江南大学 人文学院，江苏无锡 214122）

摘要：文章基于对 Web of Science 数据库中文献关键词的可视化分析，梳理并呈现了国外教育人工智能的研究主题和趋势，研究发现，目前国外教育人工智能的研究可概括为四个主题领域：基于自然语言处理的教育智能研究、知识管理与运算的可视化研究、机器教学的应用案例研究以及指向深度学习的自适应教育技术研究。另外，国外教育人工智能研究呈现三个趋势：基于大数据的机器学习研究、深度学习理念引领下的在线学习变革研究、智能识别技术支撑下的智能导师系统研究。文章通过对国外教育人工智能研究的主题和趋势进行可视化呈现，旨在揭示国外教育人工智能的研究现状，将为我国教育人工智能的研究与发展提供参考。

关键词：教育人工智能；可视化；主题；趋势

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009—8097（2019）12—0005—08 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2019.12.001

人工智能（Artificial Intelligence，AI）主要研究如何利用计算机模拟人的思维过程和智能行为，旨在探索人类智能活动的规律[1]。2019 年 3 月，联合国教科文组织发布《教育中的人工智能：可持续发展的挑战和机遇》报告，对人工智能与教育的愿景、目标、途径、挑战等诸多方面进行了阐述[2]。2019 年 5 月 16 日，国际人工智能与教育大会在北京召开，人工智能将如何深度改变教育的未来，成为较多学者的关注热点。教育人工智能是人工智能与学习科学结合而形成的一个新领域，重在通过人工智能技术，深入分析、理解教与学的内在规律与影响因素，进而为教学者与学习者的共同发展创造良性的教育条件，具有智能化、自动化、个性化等特征[3]。目前，我国教育人工智能尚处于起步阶段，面临教育数据在数量和质量上的“短板”、人工智能技术“嫁接”教育的难度大、人机信任不足以及缺乏人工智能教师与课程支持等难题[4]。为解决上述难题，本研究尝试利用共词聚类分析、共词网络分析等分析方法，对国外教育人工智能研究的主题和趋势进行可视化呈现，尝试揭示国外教育人工智能的研究现状，以期为我国教育人工智能的研究与发展提供参考。

一 数据获取

1 数据来源

本研究以“Educational Artificial Intelligence”or“Intelligent Teaching Agent”or “Natural Language Processing”or“Intelligent Tutoring System”or“Machine Learning”为主题，文献类型=Article，检索范围为 Web of Science 核心合集，检索时间段设为 2008 年 1 月 1 日～2019 年 9 月 15 日，通过人工剔除重复文献、与本研究主题不相关的文献，得到有效文献共计 1983 篇。

2 研究方法与工具

基于文献计量的共词可视化研究能够通过数据图表直观地反映出某一领域的研究主题和发

展趋势。基于文献筛选所得的 1983 篇有效文献，本研究采用 SATI 3.2 软件进行关键词词频统计以及共词矩阵生成，并筛选出高频关键词；同时，运用 SPSS 19.0 软件对高频关键词进行共词聚类分析，以明确国外教育人工智能领域的研究现状，并利用 Ucinet6 软件进行中心度统计分析和知识图谱分析，以预测国外教育人工智能研究的未来发展趋势。

3 高频关键词统计与矩阵生成

本研究使用 SATI 3.2 软件进行关键词数据统计，并将意思相近的关键词进行合并，剔除与本研究无关的关键词，选择出现频次≥5 的关键词作为高频关键词，共得到高频关键词 27 个，包括自然语言处理（Natural Language Processing）、机器学习（Machine Learning）、自然语言（Natural Language）、程序（Program）、学习（Learning）等，其中，自然语言处理出现频次最高。之后，本研究利用 SATI 3.2 软件，生成的高频关键词共词矩阵如表 1 所示，生成的高频关键词相异矩阵如表 2 所示。

表 1　高频关键词共词矩阵（部分）

	自然语言处理	机器学习	自然语言	程序	学习
自然语言处理	287	54	0	4	36
机器学习	54	236	12	17	0
自然语言	0	12	162	37	1
程序	4	17	37	161	1
学习	36	0	1	1	140

表 2　高频关键词相异矩阵（部分）

	自然语言处理	机器学习	自然语言	程序	学习
自然语言处理	0	0.8974	1	0.9276	0.9597
机器学习	0.8974	0	0.9772	0.9737	1
自然语言	1	0.9772	0	0.3561	0.9995
程序	0.9276	0.9737	0.3561	0	0.9763
学习	0.9597	1	0.9995	0.9763	0

二 国外教育人工智能研究主题类别

将表 2 所示的高频关键词相异矩阵导入 SPSS 19.0 中进行系统聚类分析，聚类方法选为组间平均距离联接，生成国外教育人工智能研究主题聚类图，如图 1 所示。对高频关键词进行主题类别划分，可将国外教育人工智能研究主题划分为以下四类：

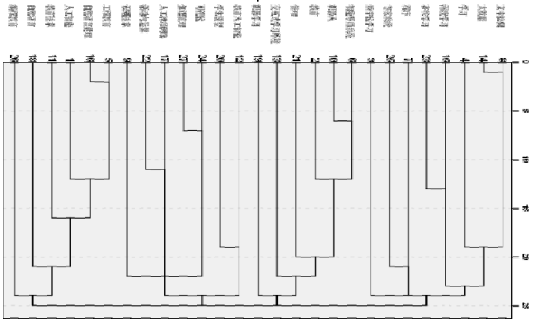


图 1　国外教育人工智能研究主题聚类图

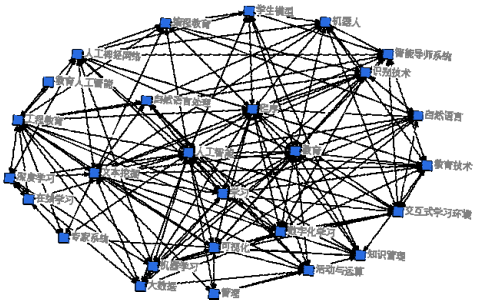


图 2　国外教育人工智能研究社会网络图

1 基于自然语言处理的教育智能研究

基于自然语言处理的教育智能研究主题涉及自然语言处理、编程教育、人工智能等关键词。在教育领域，自然语言处理技术最初应用于语法错误检测，随着技术的进步与发展，越来越多的

教育人工智能研究者，将自然语言处理应用于写作、阅读和知识获取等方面。基于自然语言处理的教育智能研究主要包括：①文本挖掘研究，主要致力于开发一种可通用、可重复使用的计算资源，实现复杂的自然语言处理，推动教学知识体系的智能生成。如 Samarakou 等[5]开发了用于提取文本理解和学习风格特征的数字化学习系统，以帮助学生认识自己的学习风格。②智能交互研究，主要涉及智能问答系统、计算机与学习者的多模态交流。如 Santos 等[6]以民族志资料为基础，通过对人工智能专家系统中的知识生产进行人类学研究，探讨了知识工程者的认识论立场，注意到其特征性缺失，并暗示它们在技术中的所得到的反映。③教育语料库的建设研究，不少学者指出，自然语言处理可为学习者提供具有细致语法与词典功能的高级语料库功能，它还针对读者未知的单词提供了词法分析和字典访问功能，可分析用户输入，并诊断句法错误[7]。④网络智能研究，作为科学研究和发展的方向，网络智能对教育人工智能的发展极为有利，其一些关键领域（如本体、适应性、个性化和代理商）已经吸引了大批教育人工智能研究人员，智能 Web 服务、语义标记、Web 挖掘等技术成为解决教育人工智能相关问题的关键支撑[8]。

2 知识管理与运算的可视化研究

知识管理与运算的可视化研究主要围绕知识管理模式和数据运算方法展开，引入“可视化”的理念，探讨了知识管理在教育人工智能领域的新进展，其涉及知识管理、活动与运算、可视化等关键词。一般而言，人工智能可解决知识管理中经常出现的三个问题：①信息超载；②非结构化信息问题；③隐形知识问题[9]。而要解决这三个问题，知识管理与运算的可视化研究正是问题破解的关键。概括来说，可以采取神经网络运算法、决策树法和遗传算法等，将超载信息核心化、非结构化信息结构化、隐形信息可视化。其中，Baradwaj 等[10]指出神经网络是由大量相互交织的神经元或组件组成，它们共同处理信息并解决问题，其可接收和分析类似生物神经系统的信息。在教育领域，因其可对学生进行分类、分享特征、模拟和追踪学习者的认知过程、从不精确或不清楚的源数据中提取意义而备受欢迎。决策树则经常用于对信息和知识的筛选、聚类，有利于提升教育决策的效率[11]。从用户采取行动的根节点开始，用户根据决策树学习算法递归分割每个节点，最终的结果是一个决策树，其中每个分支代表一个可能的决策方案及其结果。遗传算法的使用在理解最终用户的偏好和需求方面十分有效，因此在教育系统中越来越受欢迎。它通过遗传编程的全局搜索，可以帮助教育管理者理解不同教职工的工作风格、帮助班主任理解不同学生的学习风格，并生成可视化的分类图表，使教育者的决策方案和管理方案更具适应性[12]。概括来看，这三种知识管理与运算方法都具备可视化的特点，在实践中也形成了智能问答系统、人机交互系统等智能产品，在一定程度上促进了教育人工智能背景下知识管理方式的革新。

3 机器教学的应用案例研究

机器教学的应用案例研究主题涉及智能导师系统、机器人、教育、交互式学习环境、机器学习等关键词。有关机器教学的研究大多把目光聚焦于其应用的实践案例，且机器教学的应用案例研究主要从机器教学对教学环境的改善和教学方式的改善两个方面进行分析与讨论。其中，Michael 等[13]认为，机器教学的一大应用在于对教学环境的优化，构建交互式的深度学习环境，使学生在与周围环境的互动和反馈中实现自主学习，同时也减轻了教师的负担，使教师的注意力从事无巨细地管理学生转移到专注的教学上。Oshima 等[14]探讨了机器人如何作为智能导师辅助和支持小组开展合作学习。他们发现，学生与智能导师的互动风格与学习群体中的人类参与

者类似，并且学习者与机器人的互动产生良好成效；此外，机器人并没有配备任何智能学习软件，操作简便。任课教师可通过学生佩戴的生物传感器跟踪学生血容量、脉搏和皮肤电流反应的数据，监测同一小组是“同步的”还是“未聚焦的”，进而根据每位学生在小组中不同的表现予以个性化辅导。概括来看，机器教学的应用案例一般致力于使用复杂的数学运算来对真实学生建模，通过预测其学习行为，帮助教师们在不同的领域设计能够吸引学生学习和满足学生学习需求的课程计划，而且机器教学的未来巨大发展潜力将极有可能对教育发展与学生学习产生更多的变革性影响。但由于较多研究人员和开发人员沉浸于教育机器人的经济利益所带来的乐观情绪，人工智能相关问题的复杂性有可能被过度简化。教育机器人的教学应用应着重关注相应的伦理问题和经济利益，绝不可盲目乐观地推广与应用教育机器人教学[15]。

4 指向深度学习的自适应教育技术研究

指向深度学习的自适应教育技术研究主题涉及文本挖掘、大数据、学习、深度学习、在线学习、程序、专家系统等关键词。目前，有关指向深度学习的自适应教育技术研究主要聚焦于对教育数据挖掘技术和学习者分析技术的内涵、应用及不足之处的讨论。国际教育数据挖掘协会和学习分析研究协会的官方报告指出，教育数据挖掘和学习者分析都旨在编辑、整合、量化、分析从教育部门接收到的官方信息与数据，运用信息技术手段来提高对学区内学生学习风格的理解程度，并熟悉相对应的教学环境，使得学生的学习过程能够与教学环境相互融合、相互促进，最终为教育部门的决策提供依据[16]。Almohammadi 等[17]则提出了使用这项技术的主要障碍，即多数教育者和权威人士具备数据挖掘能力，但缺乏数据解释能力。因此，必须加强对工具使用者的培训，创设积极的学习环境，以“数据驱动方法”带动对技术工具的深度学习。概括而言，指向深度学习的自适应教育技术已经成为了变革中的必然组成部分，可以实现实时测评、根据能力水平推送相关知识点题目等多个功能；然而，由于其需依赖于相当完善的算法与规则才能精准得出分析结果并给予反馈，故需要依赖于大量的技术资本投入与脑力资本投入，这在一定程度上为指向个性化学习的自适应教育技术设立了极高的门槛，这也是未来指向个性化学习的自适应教育技术研究亟需解决的一大难题。

三 国外教育人工智能研究发展趋势

将表 1 所示的高频关键词共现矩阵导入 Ucinet 6 中，本研究得到高频关键词的网络结构图，如图 2 所示。一个领域的研究现状及其发展趋势常常用度数的中心性来衡量。通过网络图谱中度数的中心性分析得出，国外教育人工智能的研究主要集中在自然语言处理、文本挖掘、可视化、机器学习、智能导师系统、程序、计算思维等关键词所代表的研究领域。在线学习、大数据、管理、识别技术等关键词所代表的研究领域成为国外教育人工智能研究的薄弱环节。整体来看，国外教育人工智能的研究主要集中于基于自然语言处理的教育智能研究、知识管理与运算的可视化研究、机器教学的应用案例研究等领域。

若某节点的点中心度与接近中心度相对较低，而中间中心度相对较高能很好地代表该研究领域的未来发展趋势。基于此，本研究利用 Ucinet 6 软件对国外教育人工智能的关键词中心度进行统计，如表 3 所示。研究发现，大数据、在线学习、机器学习、智能导师系统、深度学习、识别技术、机器人等关键词的点中心度与接近中心度相对较低，而中间中心度相对较高，大数据与机器学习也具有较强的共现关系，深度学习与在线学习具有较强的共现关系，智能导师系

统与识别技术也表现出较强的共现关系。基于以上分析，基于大数据的机器学习研究、深度学习理念引领下的在线学习变革研究、智能识别技术支撑下的智能导师系统研究将成为国外教育人工智能研究的三大趋势。

表 3　高频关键词中心度统计分析结果（部分）

序号	关键词	点中心度	接近中心度	中间中心度
1	Intelligent Tutoring System（智能导师系统）	4.574	59.721	7.521
2	Big Data（大数据）	2.812	60.530	6.265
3	Robotics（机器人）	4.662	59.267	5.271
4	E-Learning（在线学习）	2.526	52.316	2.460
5	Deep Learning（深度学习）	3.760	65.415	2.671

1 基于大数据的机器学习研究

机器学习作为人工智能的核心部分，是计算机智能化的根本途径。随着大数据时代的到来，传统小数据的机器学习算法已不再适用，大数据环境下的机器学习研究成为教育人工智能未来研究的一大趋势，机器学习具有预测、聚类、文本挖掘和模式发现等功能，有利于在学习模型的构建、学习情况的精准预测和课程教学的有效管理等方面实现智能化与科学化。如 Garcia-Penalvo 等[18]使用机器学习算法建立了预测模型，基于大数据分析，提取描述模型的相关因素，并使用聚类分析影响学生就业的因素。Backer 等[19]认为，大数据技术的运用可以更深入地挖掘学习者特征，建构更为真实的学生模型，有利于教师与教育研究者更加全面地了解学习者和学习环境。深化基于大数据的机器学习研究，通过逻辑回归、决策树和神经网络等机器学习技术对收集的学生学习大数据进行分析，有利于科学探索、智能模拟人的学习机制，并有助于高效地从有效的信息和巨量的数据中获取隐性的、可理解的知识。

2 深度学习理念引领下的在线学习变革研究

深度学习的发展为在线智能交互式学习环境的变革创新带来契机，深度学习理念引领下的在线学习变革研究成为当前教育人工智能研究的一大趋势。目前，国外研究者将深度学习理念引入在线学习的变革研究，致力于实现在线学习的智能转型与质量升级。如 Jensen 等[20]经过反复研究，设计出深度学习模型，并将其运用于在线学习课程的设计与开发，指出深度学习模型能够有效地解决在线学习资源设计与生成方式、交互方式、评价过程中存在的问题，实现知识的有效建构；Mehmood 等[21]利用物联网、大数据、超级计算和深度学习技术开发 UTiLearn（泛在学习系统），致力于解决传统在线学习中数据分析与管理、系统交互、系统认知、资源规划的灵活性与可扩展性等方面的缺陷。深度学习理念为在线教育的智能化发展提出了诸多新的要求，其呼唤在线学习需在学生交互、知识建构、学生状态的实时感知等方面实现智能驱动。如何基于深度学习理念促进在线学习变革，是在线教育人工智能发展亟需深思的现实议题。

3 智能识别技术支撑下的智能导师系统研究

智能导师系统是人工智能教育应用的一个重要领域，它能够依据学习者的学习需求、学习习惯和学习偏好去制定专属的行动计划，从而优化学习者的学习过程，提升学习质量，促进个性化学习。随着信息获取与识别技术的不断更新与升级，智能识别技术成为智能教学系统升级的重要突破口，智能识别技术支撑下的智能导师系统研究成为当前教育人工智能研究的一大趋势。如 Mathews 等[22]研发了具有眼动跟踪功能的 EER-Tutor 智能导师系统，并将其应用于大学

的数据库课程，通过对 17 名本科生的实时眼动数据记录（内容关注点、关注时长）来分析其学习偏好和学习兴趣等信息；Jennifer 等[23]开发了一个用于提升学习者写作能力的智能写作系统，可以自动追踪学习者的写作情况，并运用语义识别技术对写作内容自动打分、提出修改意见。相较于传统系统，智能识别技术支撑下的智能导师系统更加关注语音、图像、面部表情、手势等非文本信息，能即时捕捉、识别用户的相关信息，并进行数据分析、模型构建和决策生成。

四 结语与展望

随着技术的不断更新与发展，计算智能、感知智能、认知智能等不同的人工智能领域与教育教学的融合将有可能不断实现突破与变革。本研究发现，目前国外教育人工智能的研究现状可概括为基于自然语言处理的教育智能研究、知识管理与运算的可视化研究、机器教学的应用案例研究、指向深度学习的自适应教育技术研究等四个主题领域。从技术应用的角度来看，自然语言处理、知识管理与运算、机器教学、自适应教育技术等人工智能技术的教育应用，正是计算智能、感知智能、认知智能等领域的重要体现。认知智能是人工智能的高级形态，是未来人工智能发展的突破口。而且，本研究发现，国外教育人工智能研究呈现以下三个趋势：基于大数据的机器学习研究、深度学习理念引领下的在线学习变革研究、智能识别技术支撑下的智能导师系统研究。这三种趋势也在一定程度上与教育认知智能发展的现实紧密相关，深度学习、大数据、机器学习、智能识别技术等智能理念与手段均在一定程度上指向教育认知手段、方式和过程的智能化。当前，研究者针对教育计算智能与感知智能相关的技术、产品、服务等方面的研究较多，而教育认知智能的相关研究相对较少，如何在概念、意识、观念方面实现认知的智能化恰恰是未来教育人工智能发展的关键之所在。

从一定程度上来说，国外较多学者认为人工智能确实能在一些方面推动教育教学发展。如人工智能可借助大量的云端资料和智能分析，为学生学习问题的解决寻找个性化的辅导策略[24]。但是，国外诸多学者对教育人工智能发展中所出现的问题（如教育人工智能的伦理和安全问题、人工智能教育适用程度的问题）也表达了担忧与顾虑。因此，我们既需审慎思考教育人工智能的“双面性”，更需明确未来教育人工智能理论与实践研究的定位、趋势与走向。尤其是当教育人工智能逐步走向教育认知智能阶段，人工智能技术与人类认知产生紧密关联，这会在一定程度上对人的思维、记忆、理解等方面的工作或生活产生影响。在此背景下，也有可能产生更多的教育焦虑。对于教育而言，“人”是根本，而人工智能是技术辅助，尽管教育人工智能已在数据处理、知识管理等“智商”方面超越人类，但它在情感、意识等“情商”方面尚未实现较大突破。在人工智能时代，尽管教育方式和师生关系发生了改变，但教育“立德树人”的本质目标不变，教育人工智能的发展不可背离此本质目标。

就教育人工智能的未来发展来说，我国需坚持把“立德树人”作为教育的根本任务，明确人工智能在如下几个方面功能的局限性：①在教育人才培养方面，尽管人工智能已经在教育人才培养方面发挥了一定程度的促进作用，但人工智能技术理应扮演教育辅助者的角色。无论教育人工智能如何发展，其始终是缺乏情感的技术产物，教师对学生的品德教育、师生间的情感交流很难被人工智能所取代。②在辅助教学方面，教育现场的环境复杂多变，教师只要学生一个眼神便有可能知道是否要继续下去，而同样的事情机器人可能要耗费许多时间来测验学生学的程度才能判断其是否已学会。③在班级管理方面，教师需维持良好的班级秩序，这中间涉及

许多情感的交流与人际互动。而将人工智能技术应用于学校秩序和班级秩序的维持，目前来说这并非易事，因为机器人不懂如何与人谈判，当遇到复杂多变的事情时也无法及时处理。④在学校行政管理方面，学校行政事务较为繁杂，一般牵涉较多部门，遇到行政上的阻碍也一般会动用人际网络来调解。而关于人际关系的调解与建立，目前人工智能尚无能为力。综上所述，我国教育人工智能的未来发展应将人工智能作为技术手段、将“人的发展”作为技术应用的核心关注点，需明晰教育人工智能功能的有限性，避免过度吹捧教育人工智能技术的应用与发展，以真正推进教育人工智能的科学化发展。

参考文献

[1]林晓峰,谢康.人工智能现状及其教育应用的理性思考[J].现代教育技术,2019,(8):12-17.

[2]郑勤华,熊潞颖,胡丹妮.任重道远:人工智能教育应用的困境与突破[J].开放教育研究,2019,(4):10-17.

[3]宁虹,赖力敏.“人工智能+教育”:居间的构成性存在[J].教育研究,2019,(6):27-37.

[4]杨现民,张昊,郭利明,等.教育人工智能的发展难题与突破路径[J].现代远程教育研究,2018,(3):30-38.

[5]Samarakou M, Tsaganou G, Papadakis A. An e-learning system for extracting text comprehension and learning style characteristics[J]. Educational Technology & Society,2018,(1):126-136.

[6]Santos F R, Notargiacomo P. Intelligent educational assistant based on multiagent system and context-aware computing[J]. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 2018,(4):236-243.

[7]Chen P H, Zafar H, Galperin-Aizenberg M, et al. Integrating natural language processing and machine learning algorithms to categorize oncologic response in radiology reports[J]. Journal of Digital Imaging, 2017,(2):178-184.

[8]Aparicio F, Morales-Botello M L, Rubio M, et al. Perceptions of the use of intelligent information access systems in university level active learning activities among teachers of biomedical subjects[J]. International Journal of Medical Informatics, 2018,(112):21-33.

[9]Liebowitz J. Knowledge management and its link to artificial intelligence[J]. Expert Systems with Applications, 2001,(1):1-6.

[10]Baradwaj B K, Pal S. Mining educational data to analyze students' performance[J]. International Journal of Advanced Computer Science & Application, 2011,(6):63-69.

[11]Lakshmi T M, Martin A, Begum R M, et al. An analysis on performance of decision tree algorithms using student's qualitative data[J]. International Journal of Modern Education & Computer Science, 2013,(5):18-27.

[12]Javadi A A, Rezania M. Applications of artificial intelligence and data mining techniques in soil modeling[J]. Geomechanics & Engineering, 2009,(1):53-74.

[13]Kennedy J, Baxter P, Belpaeme T. Comparing robot embodiments in a guided discovery learning interaction with children[J]. International Journal of Social Robotics, 2015,(2):293-308.

[14]Oshima J. Collaborative reading comprehension with communication robots as learning partners[J]. Proceedings of ICLS2012, 2012,(2):182-186.

[15]Hrastinski S, Olofsson A D, Arkenback C, et al. Critical imaginaries and reflections on artificial intelligence and robots in postdigital K-12 education[J]. Postdigital Science and Education, 2019,(2):427-445.

[16]Siemens G, Baker R S J D. Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration[A]. Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge[C].New York:ACM, 2012:252-254.

[17]Almohammadi K, Hagras H, Alghazzawi D, et al. A survey of artificial intelligence techniques employed for adaptive educational systems within e-learning platforms[J]. Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research, 2017,(1):47-64.
[18]Garcia-Penalvo F J, Cruz-Benito J, Martin-Gonzalez M, et al. Proposing a machine learning approach to analyze and predict employment and its factors[J]. International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence, 2018,(2):39-45.
[19]Baker R S J D, Yacef K. The state of educational data mining in 2009: A review and future visions[J]. Journal of Educational Data Mining, 2009,(1):3-16.
[20]Zhu C, Chen G. Deeper learning cycle(DELC) practiced in computer programming[A]. Proceedings of the 2014 International Conference on Education Reform and Modern Management(ERMM 2014)[C]. Paris: Atlantis Press, 2014:199-202.
[21]Mehmood R, Alam F, Albogami N N, et al. Utilearn: A personalised ubiquitous teaching and learning system for smart societies[J]. Piscataway: IEEE Access, 2017,(5):2615-2635.
[22]Mathews M, Mitrovic A, Lin B, et al. Do your eyes give it away? Using eye tracking data to understand students' attitudes towards open student model representations[A]. International Conference on Intelligent Tutoring Systems[C]. Heidelberg: Springer International Publishing, 2012:422-427.
[23]Taub M, Azevedo R. Using eye-tracking to determine the impact of prior knowledge on self -regulated learning with an adaptive hypermedia-learning environment[A]. ITS 2016 13th International Conference on Intelligent Tutoring Systems[C]. Heidelberg: Springer International Publishing, 2016:34-47.
[24]汪时冲,方海光,张鸽,等.人工智能教育机器人支持下的新型"双师课堂"研究——兼论"人机协同"教学设计与未来展望[J].远程教育杂志,2019,(2):25-32.

Topics and Trends of Foreign Educational Artificial Intelligence Research

——Visual Analysis of Literature Keywords in the Web of Science Database

ZHANG Rong-fei[1] ZHAO Lei-lei[2] LI Yue-hong[1] ZHAO Ke-yun[1]

(1. School of Communication, Qufu Normal University, Rizhao, Shandong, China 276800;
2. School of Humanities, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu, China 214122)

Abstract: Based on the visual analysis of literature keywords in the Web of Science database, this paper sorted out and presented the topics and trends of foreign educational artificial intelligence (AI). It was found that the current research status of foreign educational AI was summarized into four thematic areas of educational intelligence research based on natural language processing, visualization research of knowledge management and operation, application case research of machine teaching, self-adaptive educational technology research oriented to deep learning. Moreover, there were three trends in the foreign educational artificial intelligence research: machine learning research based on big data, online learning change research guided by the deep learning concept, and intelligent tutor system research supported by the intelligent recognition technology.

Keywords: educational artificial intelligence; visualization; theme; trend

---

*基金项目：本文为国家社会科学基金青年项目"农村留守儿童学习社会化的影响因素及新媒体干预机制研究"（项目编号：15CSH054）的阶段性研究成果。
作者简介：张蓉菲，在读硕士，主要研究方向为教育信息化，邮箱为zhangrongfei822@163.com。
收稿日期：2019年2月10日 编辑：小西

人工智能创新应用的国际视野*

——美国NSF人工智能研究所的前瞻进展与未来教育展望

□ 顾小清 李世瑾 李 睿

【摘 要】

前瞻性视野是落地人工智能技术应用的关键抓手。美国国家科学基金作为基础人工智能研究的主要非国防联邦资助者，在支持基础研究、推动创新智力资源、培育人工智能专项人才等方面发挥了主导作用。本文试图对美国国家科学基金资助的18个人工智能研究所进行系统分析，旨在明晰人工智能技术应用的国际视野与前瞻规划。研究过程中采用文本分析方法，梳理并规整其2020年以来资助的人工智能研究所，发现其主要聚焦于人工智能社会新产业、人工智能农业新治理、人工智能数字新生活和人工智能教育新生态四个重点领域。本文进一步挖掘人工智能教育生态图景，详尽阐释人工智能助力下的大规模个性化学习、多模态增强的学习力、教育公平的可持续性发展等研究。在此基础上，结合我国人工智能战略现状提出人工智能前瞻性研究的相关建议：立足社会生态，定位人工智能教育驱动下创新人才培养战略；回归学习本质，挖掘人工智能使能的大规模个性化学习变革；瞄准教育创新，探索知识创造和教育创新变革的智能方式；面向教育现状，寻求人工智能时代教育生态重构的技术路径。

【关键词】 人工智能应用；国际视野；美国国家科学基金；人工智能研究所；《新一代人工智能发展规划》；人工智能人才培养；人工智能教育生态；教育公平；大规模个性化学习

【中图分类号】 G420 【文献标识码】 A 【文章编号】 1009-458x(2021)12-0001-09

DOI:10.13541/j.cnki.chinade.2021.12.004

一、背景

《新一代人工智能发展规划》明确提出：到2020年，我国要实现人工智能总体技术和应用与世界先进水平同步；到2025年，人工智能基础理论实现重大突破，部分技术与应用达到世界领先水平；到2030年，人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平，成为世界主要人工智能创新中心（国务院, 2017）。这一发展规划体现出我国在大力发展人工智能理论、技术以及应用等方面的决心和抱负。同时，这也给教育研究者和实践者提出新的难题：人工智能对教育将会产生怎样的影响以及如何产生影响？如果说人工智能技术拥有改变教育的伟力，那么人工智能技术赋能教育的路向究竟何去何从？这些问题正是当下亟待正视和思考的问题，唯有厘清人工智能技术应用落地的领域抓手，才能使人工智能成为教育创新的一剂良方。

本研究团队围绕“人工智能促进未来教育发展”开展了诸多创造性工作，从人工智能时代的人才培养战略、人工智能使能的大规模教育变革、人工智能时代知识创造新方式、人工智能增能未来教师、人工智能时代教育生态的重构路径等方面架构了我国人工智能教育研究体系，并取得了丰硕的研究成果。在推进研究的进程中，本团队非常强调国际前瞻视野，在案例研究过程中发现，美国国家科学基金会（National Science Foundation，NSF）在支持基础研究、推动创新智力资源、培育人工智能专项人才等方面发挥了主导作用。作用之一是依托研究所搭建跨界平台，加

* 本文系2019年度国家社会科学基金重大项目“人工智能促进未来教育发展研究”（项目编号：19ZDA364）的阶段性成果。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

快人工智能知识转移。他们通过吸引高校、企业、研究院所积极参与人工智能跨界合作，以及借助创新资源的最大效力，超越了单个研究项目的深远影响，从而提升了人工智能领域发展的引领力与驱动力（刘笑, 等, 2020）。作用之二是战略引领与自由探索的动态融合，促进不确定性前沿交叉学科的延展与创新。人工智能研究机构在NSF获批之后，可结合实际研究需求，不受限制地动态调整资助主题内容，这也符合颠覆性技术进阶的发生规律。作用之三是遵从“知识创造力+社会影响力”的评估标准，最大限度地促进人工智能技术社会的扩散创新影响。NSF要求项目评审过程不仅关注研究应用的科学规范性，更重视对社会福祉与技术进步所具备的贡献度。

2020年8月26日、2021年7月29日，NSF围绕“人工智能”领域研究先后批准了18个人工智能研究所。值此契机，本团队通过系统审视美国人工智能研究在社会、经济、教育、科技等领域的前瞻性进展，探索人工智能研究所和创新生态系统研究集群的最新规划，以及如何建立加快研究成果转化、跨区域联盟和机构交流合作的内生机制，借此拓展和丰富我国人工智能教育研究的未来方向和规划思路，实现我国“有温度、可持续”的人工智能战略行动目标。

二、研究方法与过程

本研究采用文本分析的方法，梳理了2020年以来NSF官方网站（http：//www.nsf.gov/）所归档的人工智能专项研究所及其具体研究方向。首先，逐一浏览18个人工智能研究所的主要领导机构与合作者（David & Santhosh, 2020; Jason, 2021）。然后，依据研究目的、研究内容等，发现人工智能研究所重点关注人工智能社会新产业、人工智能农业新治理、人工智能数字新生活和人工智能教育新生态四个重点领域，并对其进行系统说明与解释，如表1所示。接着，研究者从四个领域版块中，找寻到与人工智能教育相关的四个研究所，即人工智能动态系统研究所、人工智能参与式学习研究所、人工智能优化研究所和人工智能成人学习和在线教育研究所。最后，进一步挖掘人工智能使能下的教育生态图景，旨在为未来战略规划和行动举措指明前进道路与优化方向。

表1　NSF人工智能研究研究所一览表

人工智能研究所名称	领导团队	研究目标
天气、气候和沿海海洋学可信人工智能研究所	俄克拉荷马大学诺曼分校	研发可信赖人工智能技术系统，对气候和沿海灾害进行建模、预测、分析和反馈
分子发现、合成策略和制造研究所	伊利诺伊大学厄巴纳–香槟分校	专注于人工智能技术工具研发，加速化学分子的自动化合成，以及制造生物活性化合物和新材料
大规模学习优化研究所	加州大学圣地亚哥分校	致力于大规模学习的优化，引领国家技术安全发展
机器学习基础研究所	德克萨斯大学奥斯汀分校	专注于深度学习算法和神经结构优化，为千万数量级的学生提供人工智能在线课程
人工智能与基础交互研究所	麻省理工学院	开展人工智能研究创新，重视技术的社会效应扩散
未来食品人工智能研究所	加州大学戴维斯分校	应用人工智能技术，将食品系统与生物信息学发展规律相匹配，实现食品产业链的外包联动机制
未来农业管理和可持续性人工智能研究所	伊利诺伊大学厄巴纳–香槟分校	应用人工智能技术，致力于实现农业链可持续发展目标
农业人工智能劳动力转型和决策支持研究所	华盛顿州立大学	应用人工智能技术，通过科学决策、动态预测等应对农业发展挑战
弹性农业研究所	爱荷华州立大学	通过数字孪生技术，采用正式和非正式活动教育，改善农业治理水平
网络组协作协助和响应式交互研究所	佐治亚理工学院	确保护理网络的协调有效性，提高生活福祉
环境计算学习智能网络基础设施研究所	俄亥俄州立大学	搭建网络基础设施，促进人工智能应用的民主化
下一代边缘网络与分布式智能研究所	俄亥俄州立大学	利用网络和人工智能之间的协同效应，设计高效、可靠、稳健和安全的下一代边缘网络
利用下一代网络的边缘计算研究所	杜克大学	开发具有开创性的人工智能边缘计算，致力于培养下一代网络领导者
学生人工智能团队人工智能研究所	科罗拉多大学博尔德分校	建立人工智能伙伴机制，激励和引导师生高效、愉悦地工作和学习
人工智能优化研究所	佐治亚理工学院	致力于人工智能学习的贯通式发展，培育人工智能高精尖人才
人工智能动态系统研究所	华盛顿大学	开展人工智能基础、机器学习算法的创新研究，提供基于证据的决策方案
人工智能参与式学习研究所	北卡罗来纳州立大学	基于多模态感知、自然语言处理、计算机视觉和机器学习，让学习者体验深度参与和基于故事的协作学习经历
人工智能成人学习和在线教育研究所	佐治亚研究联盟	研制人工智能技术标准，提高在线教育质量，实现教育的高位公平

三、人工智能研究所概览分析

从地域分布情况来看，2020年资助的7所人工

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

智能研究所呈现整体分散、内部聚合的分布情况。而2021年资助的11个研究所覆盖地域更加广泛，几乎包括了美国4/5的州，且呈现出整体聚集、局部分散的分布情况。通过进一步对比我们发现，18个人工智能研究所居多分布于美国沿海地区，而那里正是美国政治、经济和文化发达地区。同时，我们通过检索美国大学排行榜发现，18个人工智能研究所的分布与全美排行前25所高校的地域分布相类似。此外，人工智能研究所的合作单位也逐步递增，更有院校参与了多个人工智能专项研究项目，如佐治亚理工学院、俄亥俄州立大学、华盛顿大学等。这也说明了各个院校都意识到了人工智能技术与社会发展紧密关联，高度重视人工智能主题研究的探索。

可以说，人工智能研究所作为更广泛的社会节点，将人工智能技术应用与社会发展的方方面面连接起来，从新型社会产业到农业生态，再到数字生活经济和教育新生态，都发生了颠覆性变革。本文根据18个人工智能研究所的领域方向，将其分为人工智能社会新产业、人工智能农业新治理、人工智能数字新生活和人工智能教育新生态四个领域，并通过系统分析人工智能在诸多跨领域方向的布局与关键行动，以期为人工智能教育应用的科学落地提供有效举措的建议。

（一）人工智能社会新产业

1. 天气、气候和沿海海洋学可信人工智能研究所

人工智能天生处理大数据以及对不完全、不确定信息的推断能力，成为气候预测的有力武器。德克萨斯大学奥斯汀分校研究者开发了一种新的人工智能代理，通过对周围环境进行了一些“窥探”（占整个360度视野的不到20%）推断整个环境的其余部分。这个系统如此有效的原因在于，它不只是随机拍摄照片的方向，而是选择下一个镜头“窥探”后，可在下一张照片里添加整个场景的最新预测信息。这启示我们：人工智能的意义在于机器学习后能够快速预测未来相似场景的出现并帮助类似情况下问题的解决。

天气、气候和沿海海洋学可信人工智能研究所由俄克拉荷马大学诺曼分校领导，致力于研发可信赖人工智能技术系统，以对气候和沿海灾害进行建模、预测、分析和反馈。具体地讲，该研究所从人工智能基础应用出发，探测如何将多样化的原始数据转变为可操作的指导和预测。此外，通过人工智能培训项目，该研究所也为人工智能专业人才培育贡献力量。

2. 分子发现、合成策略和制造研究所

分子发现、合成策略和制造研究所由伊利诺伊大学厄巴纳–香槟分校领导，以实现基因结构和生物体的快速设计、制造、验证和质量控制等，即简化和加速分子合成和新材料的发现。他们在这个过程中，通过机器学习和人工智能工具，合成化学领域内更有效的分子创造解决方案。此外，他们还将分子设计过程与人工智能自动化合成相结合，以建成下一代具有化学合成和生物工程领域知识的科学家训练基地。

3. 大规模学习优化研究所

大规模学习优化研究所是加州大学圣地亚哥分校领导，由英特尔资助，旨在通过应对规模和复杂性等根本挑战实现“不可能的优化”目标。具体而言，该研究所通过人工智能技术，解决现代计算机科学技术无法解决的大规模优化问题，从而改善半导体的设计和操作。其成果优化将用于对国家发展至关重要的几个重点领域，包括半导体芯片设计、分布式机器人、计算机和通信网络，以及关联国家健康、繁荣和福祉的其他方面应用。同时，该研究所还制定了劳动力发展计划，并提升了从中学到高级研究人员的参与度。

4. 机器学习基础研究所

机器学习基础研究所由德克萨斯大学奥斯汀分校领导，致力于解决机器学习的基本挑战和应用，为更安全、更可靠的人工智能应用（如自动驾驶汽车等）提供基础。该团队通过研究新的理论，系统解释算法如何在实践中成功实现最佳解决方案，以将变化的数据融入环境中。在这个过程中，人工智能要完全复制大脑的决策过程，即科学理解神经网络是如何工作的，其关键在于数据的可解释性和算法的可靠性。

5. 人工智能与基础交互研究所

人工智能与基础交互研究所由麻省理工学院领导，致力于构建融合基本物理原理的人工智能，使数据分析选择更具针对性，以及探索物理概念和人工智能之间的协同作用，以提高对人工智能技术的基本理解，并利用这些技术改善神经网络架构等。同时，该研究所十分重视人工智能技术的社会效应扩散和伦理安全等，即期待利用人工智能技术优势帮助更多人提高幸福感和生活福祉。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（二）人工智能农业新治理

1. 未来食品人工智能研究所

未来食品人工智能研究所由加州大学戴维斯分校领导，遵循食品系统的生物学信息规律，实现了食品制造的绿色化、健康化等安全目标。利用人工智能技术能够科学显示食品信息的生物学规律，通过了解食品生成的具体过程从而解决分子育种问题，优化产量、作物质量以及抗病虫害等。同时，通过包容性教育和外联途径，该食品系统研究所也培育了大量掌握人工智能技术应用的新型职业劳动力。

2. 未来农业管理和可持续性人工智能研究所

未来农业管理和可持续性人工智能研究所是由伊利诺伊大学厄巴纳–香槟分校领导，致力于农业链的可持续发展目标。具体而言，通过计算机视觉、机器学习、软物体操作和人机交互等人工智能技术应用解决了农业领域的诸多挑战，如劳动力短缺、农作物生产率、环境复原力等。长期以来，该研究所持续与计算机科学、农业所、全球信息交换所等协同研究未来农业管理的发展趋势，以期实现人工智能赋能农业管理的跨领域合作交流。

3. 农业人工智能劳动力转型和决策支持研究所

农业人工智能劳动力转型和决策支持研究所由华盛顿州立大学领导，美国农业部与农业研究院提供支持，致力于农业领域的劳动力转型和决策支持。具体来说，应用人工智能技术，根据气候变化科学管理、动态预测农作物的生长周期和培育方法，从而提高水果和蔬菜作物的生产质量和产量。同时，积极调动计算机科学、农业领域的教师和科学家、农民、工人等参与科技农业研究项目，如开展人工智能在劳动力、水资源、气候变化等复杂农业问题上的应用，这也提高了下一代劳动力的技术水平，促进了人工智能人才培训的多元化和公平化。

4. 弹性农业研究所

弹性农业研究所由爱荷华州立大学领导，美国农业部和农业研究院提供支持。该研究所将应用人工智能技术帮助植物更好适应气候变化，同时多元联动合作伙伴，推动植物科学、农业经济学和人工智能的交叉研究，如采用人工智能算法、图像识别、数字孪生技术等，建立并预测植物生长的变化模型，从而实现农业生产的规模化、优质化、弹性化等质量发展目标。

（三）人工智能数字新生活

1. 网络组协作协助和响应式交互研究所

网络组协作协助和响应式交互研究所由佐治亚理工学院领导，亚马逊和谷歌提供部分资助，旨在开发人工智能系统，学习人类行为的个体模型以及研究它们如何随时间变化。在人口老年化趋于严重的社会中，该研究所开发的人工智能护理合作伙伴，让护理人员能够长期响应老年人不断变化的需求，有助于帮助老年人提高生活质量，同时考虑到患者和家庭的隐私问题，提高整个护理协调的有效性。

2. 环境计算学习智能网络基础设施研究所

环境计算学习智能网络基础设施研究所由俄亥俄州立大学领导，NSF全额资助。该研究中心聚焦于开发简化人工智能使用的方法，让研究人员使用人工智能的过程变得更加简单，并将其提供给更广泛的用户，如小型机构、当地社区研究人员或新型职业农民等。具体而言，研究人员基于自适应人工智能、知识图谱等领域的研究进展，计划建立一个可以在精准农业、动物生态学等领域“即插即用”的国家网络基础设施，从而增强了人工智能技术应用的循环性。同时，该所通过引进来自多学科背景的科学家以保障人工智能技术应用方案的可信度和包容性。

3. 下一代边缘网络与分布式智能研究所

下一代边缘网络与分布式智能研究所由俄亥俄州立大学领导，美国国土安全部部分资助。该所利用网络和人工智能之间的协同效应，设计出了高效、可靠、稳健和安全的后代无线边缘网络，并确保这些网络能够进行自我修复和自我优化，从而改善人工智能在智慧交通、远程医疗、分布式机器人和智能航空航天等领域的应用。此外，该研究所创造了一个研究、教育、知识转移和劳动力发展环境，进一步保障了美国在下一代边缘网络领域的领导地位。

4. 利用下一代网络的边缘计算研究所

利用下一代网络的边缘计算研究所由杜克大学领导，美国国土安全部部分出资。该研究所专注于开发具有人工智能功能的边缘计算，为网络边缘、云端用户提供更好的网络访问，同时还致力于控制网络的复杂性和成本。研究所汇聚来自七所大学的科学家、工程师、统计学家、法律学者和心理学家团队，其核心价值观是人工智能的道德和公平，致力于通过未来系统的设计、运行和服务培养多元化的下一代边缘计算

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

和网络领导者。同时，作为社区的一个联系点，该研究所率先开展协作、知识共享和转移，将新兴技术能力转化为新的商业模式和创业机会。

（四）人工智能教育新生态

1. 学生人工智能团队人工智能研究所

学生人工智能团队人工智能研究所由科罗拉多大学博尔德分校领导，致力于开发“人工智能伙伴”技术系统，即让学生与机器人在课堂上通过语言、手势、眼神和面部表情进行自然互动，促进深度合作学习。同时，“人工智能伙伴”基于自主感知、建模和促进协作学习的人工智能引擎，以及整合语音和非语言信号的新算法，能够识别学生的面部表情和手势，进一步评估学生的兴趣和参与程度，通过人工智能技术应用的个性化干预，为每位学生创造了更具包容性、更有吸引力的学习空间和交流方式，这也有助于大规模个性化学习的实现。

2. 人工智能优化研究所

人工智能优化研究所由佐治亚理工学院领导，英特尔出资赞助。该研究所将结合人工智能和数学优化原理，开发出可进行大规模决策的智能应用系统。这将有助于从生态系统的视角，联结人工智能、社会、教育一体化的前瞻视野。同时，人工智能优化研究所把人工智能技术与经典模型的优化技术相融合，以改善教育生态供应链的复杂运营和管理。此外，该研究所还为人工智能研究开拓了疆域和视野，将教育、研究、创业和公众广泛结合起来，开拓了人工智能在教育领域的应用前景。

3. 人工智能动态系统研究所

人工智能动态系统研究所由华盛顿大学领导，部分由美国国土安全部资助。该研究所致力于开展人工智能基础和机器学习算法等创新研究，专门用于实时安全和控制复杂的动态系统。具体地讲，通过将基于物理的模型与人工智能、机器学习方法相结合，为科学和工程领域的实时传感、预测和决策挑战提供基于数据的可解释方案，从而实现对复杂学习进程中的实时监督和有效干预。在这个过程中，训练可理解的教育数据模型至关重要，即如何基于现实语境解读数据模型的内涵意指和内隐风险，以及如何借助人工智能技术精准决策教与学的全过程等，这些将是未来人工智能系统研究的关键趋势。除了研究之外，该研究所还通过项目合作、设立人工智能学士学位、吸纳贤才等多元渠道，积极培育人工智能领域的未来研究人员。

4. 人工智能参与式学习研究所

人工智能参与式学习研究所由北卡罗来纳州立大学领导，NSF全额资助。该研究所致力于人工智能教育场景构建、智能场域优化等研究。如通过教育环境中的自然语言处理、计算机视觉和机器学习等，让学习者能够在以人工智能为中心的叙事学习环境中参与沉浸式学习。同时，丰富的人工智能虚拟代理和强大的传感联动活动组织，可作为校内和校外STEM教育创新的纽带，这也进一步促进了人工智能教育应用的范畴和规模。

5. 人工智能成人学习和在线教育研究所

人工智能成人学习和在线教育人工智能研究所由佐治亚研究联盟牵头，埃森哲提供部分资助。该研究所致力于人工智能教育产品研发，从而提高成人在线教育的质量。他们在这个过程中，借助人工智能技术优势，探索人类认知和学习理论的进阶规律，并以此为证据，积极干预学生的学习过程，进而提高学习效率和学习成就等。同时，该研究所与教育技术部门的合作伙伴共同采用虚拟助理推进在线学习，降低了学习的门槛和费用，一定程度上促进了教育的公平性。

四、人工智能与教育生态融合的前瞻性研究聚焦

总体来看，人工智能作为一种中介功能的技术，不仅会对社会新产业、农业新治理、数字新生活产生冲击，还具有改变和重塑教育生态系统的潜力。事实上，教育事业是促进社会发展的人力资本发动机。只有教育领跑，才能为社会发展提前做好人力资源布局，整个社会才能共享技术引发的经济回报。因此，为了科学审视人工智能与教育生态融合的前瞻性研究，我们需要基于智能社会的思维路径，从系统结构和功能层面重塑教育生态，并逐渐形成契合人工智能教育战略发展的适应性服务样貌。基于上述概览分析，我们发现人工智能时代教育的结构性重塑聚焦于大规模个性化学习、多模态增强的学习力、教育公平的可持续性发展研究等领域。

（一）人工智能使能大规模个性化学习的落地研究

“学习”是个人的，“教育”是规模化的，如何在规模化教育中实现个性化学习目标，成为我们需要破

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

解的教育难题。学习涉及“学什么”“怎么学”“在哪里学”“什么时间学”等核心问题，与之相应，大规模个性化学习的实现同样取决于能否解决时间、空间、目标、资源和路径等的个性化问题。人工智能技术的出现为大规模个性化学习在实践层面的实现提供了有利契机（Burden & Kearney, 2016; OECD, 2020）。一方面，人工智能支持的学习过程涉及行为、心理和生理等多模态数据，使学生的多维表现和学习过程以细粒度、可追溯的方式被记录和呈现，有助于学习资源和学习路径的个性化目标实现。另一方面，人工智能支持的数据挖掘过程严格遵循数据汇集、问题诊断、精准干预、全方位评估等流程，为形成性评价和预测性分析提供多元证据，经由精准画像分析、群体分层建议、学习诊断报告和个性化学习路径推荐等过程，能够建构“以学定教—因材施教—以评促教”的智适应教育生态圈。

成人学习和在线教育人工智能研究所正是利用人工智能技术优势，改善大规模在线教育的质量，尤其在新冠肺炎疫情期间，该研究将在线教育资源和课程内容融为一体，使教育能够随时、随地、随处传播（Southern Oregon University, 2020）。在这个过程中，将智能数据、知识图谱等嵌入在线学习系统，通过记录学习者的全过程动态化数据，及时为每位学习者推荐个性化的学习资源和学习路径。同时，利用人工智能技术，记录学习者多模态行为数据，如表情、文字、动态等，并通过数据清洗与处理流程，探索学习者认知发生的进阶规律，并给予积极干预与培训，从而优化了学习者的个性化学习体验，提升了学习过程的幸福感和有效性。此外，该研究所已经研发了人工智能双师系统，借助智能化的资源推送和活动组织，有效减轻了教师的教学负担。

（二）人工智能增强多模态融合的学习力提升研究

伴随人工智能计算智能、感知智能和认知智能等的深入发展，多模态学习分析成为可能。通过充分捕捉学习者课堂行为、面部表情、手势姿态等过程性信息，可更精准地判断学情以及更有针对性地为学生提供积极干预，从而有效提升学习者的学习力（熊红凯等, 2018; 陈凯泉, 2019）。其中，人工智能参与式学习研究所和人工智能动态系统研究所分别从多模态场景搭建和优质资源推送等视角，为我们展示了人工智能增强多模态融合的学习力领域的最新研究进展。

人工智能参与式学习研究所聚焦人工智能驱动的以叙事中心的学习、具体对话代理以及多模态学习分析（North Carolina State University, 2021）。其中，以叙事中心的学习，即利用人工智能技术驱动生成引人入胜的故事互动场景，并为学习资源推送、交流互动途径等提供了更加丰富生动的使能条件，从而激发学习者群体协作创造力的发生。具体对话代理，即基于自然语言技术、计算机视觉技术等，将表情、手势、坐姿等多种形态嵌入智能系统中，以支持与学习者的深度交流和互动，从而激发学习者注意力的持续投入，提高学习者有效学习成就的发生概率。多模态学习分析，即研究所通过课堂录播方式，采集学习者的对话、眼神、面部表情、手势和姿势等多模态数据流，并采用人工智能技术清洗、分析多模态行为数据，探索学习者、教师以及师生之间的交互规律，从而为有效教学设计和活动干预等提供证据。事实上，国内已有研究团队率先从技术赋能课堂的视角出发，深刻阐释了依托智能互联技术AIoT（Artificial Intelligence & Internet of Things）如何采集协作课堂、游戏化课堂、创客课堂和实训课堂等典型场景中的多模态教育数据（顾小清, 等, 2021）。

人工智能动态系统研究所通过提供大量开源教育材料，包括讲座、数据和代码包，以推进人工智能增强的学习力研究。为了覆盖更加广泛多样的学习社区，该研究所还将前沿在线讲座、训练营和讲习班等融入课堂学习任务中，有助于学习者从K–12到研究生阶段实现人工智能知识学习和实践技能掌握的贯通性（Kutz & Brunton, 2021）。具体来说，研究所提供的人工智能教育资源包括初级、中级和高级等不同层级，以及大学本科、研究生等不同学段。以研究生阶段的资源包为例，主要开设机器学习、动态系统控制等课程，并提供数据驱动科学与工程（Data–Driven Science and Engineering）、数据驱动建模与科学计算（Data–Driven Modeling & Scientific Computation）、应用线性代数和数值分析导论（Applied Linear Algebra and Introductory Numerical Analysis）复杂系统结构推断（Inferring Structure of Complex Systems）等领域的前瞻性研究资源。学习者可以通过在线方式，随时、随地、随处访问人工智能学习资源，具体资源共享架构如图1所示。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

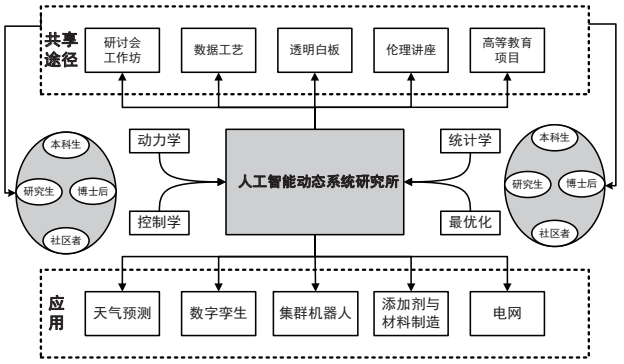


图1 人工智能动态系统研究所资源共享架构

（三）人工智能赋能教育公平的可持续性发展研究

教育生态是在外部社会环境和内部教育规律约束下，由教学方式、学习体验、管理服务、评估应用等多种要素有机结合并形成动态平衡的一种复杂系统。人工智能的发展，一方面推动外部社会环境变革，另一方面又直接影响多种教育要素，从而有力地推动教育生态系统的动态重塑。在这个进程中，如何为急遽变化、不可预知的未来提前布局具有胜任力的人力资本，实现高阶人才个性化的发展需求，既是重要考量又是艰巨挑战。

为构建公平而有质量的人工智能教育生态圈，人工智能优化研究所分别从机会公平、规模化决策和人工智能全纳教育等方面制定了积极的行动举措（McAleer, 2021）。

其一，为解决就业质量悬殊这一现实问题，该研究所提出了人工智能创新教育和劳动力发展行动规划，尤为重视佐治亚州黑人高中和大学以及加利福尼亚州西班牙裔服务高中和大学等地域的智能化认知水平。与此同时，该研究所积极与国家实验室和工程企业等协同制定实习方案，旨在建设多元化、包容性的交流社区，这也对人工智能技术服务的流动性和智能化人才的培养产生积极效应。

其二，研究所从教育生态的不确定性、动态发展性出发优化和协调数据驱动的模型方法，致力于在多线程环境中实现安全、可扩展的决策服务。同时，研究所采用紧凑型表示、数据压缩和概率建模等创新方法，将动态预测和支持决策等紧密结合，从而实现了大规模强化学习、分散优化流程以及数据驱动的设计服务目标。此外，该研究所重视提供跨领域的人工智能交流学习机会，广纳高等院校、研究机构、企业等多元支持联盟的协同力量，并将人工智能伦理安全、科学决策等纳入学习日程中。

其三，该研究所非常关注智能教育的扩大参与和劳动力培养，为学习者从K–12到研究生阶段贯通式教育持续提供支持。高中阶段的教育服务目标是让每位学习者尽早接触人工智能技术应用机会，具体实践支柱包括数据计算科学和人工智能学习训练营、课堂工作坊、大规模在线开放课程等三部分内容。截至目前，该研究所已通过五个在线营地为150名学习者提供了智能化实践服务。本科阶段的教育服务目标是增加人工智能领域的少数族裔人数，具体围绕佛罗里达州、乔治亚州、德克萨斯州和弗吉尼亚州等黑人院校，每年通过暑期夏令营的工作坊以及春秋学期的人工智能课程等，提高学习者的人工智能专业素养。研究生阶段的教育服务目标是让学习者获得人工智能就业机会，具体为通过与其他国家实验室和企业合作形式提供丰富多元化的实习机会。

五、教育视角的人工智能应用挑战及未来展望

提及未来，人们总是给予美好期待与无限探索。通过梳理NSF中心所资助的教育领域前瞻性研究我们可以发现，人工智能正在给未来社会以及人类发展带来新的可能，无论是国际视野的前瞻性研究，抑或是顶层规划的国家政策，都体现出未来将大力发展人工智能理论、技术和应用等方面的决心和抱负。

（一）立足社会生态，定位人工智能教育驱动下的创新人才培养战略

随着人工智能的不断发展，社会、经济、文化各领域均受到了剧烈冲击。智能技术和数据算法的不断升级，使得简单的机械工作逐渐被机器取代，社会发展对劳动力素质的要求进一步提高。换句话说，人工智能发展带来了社会全方位的变革，也对教育提前布局人力资本提出前所未有的要求（顾小清, 等, 2021）。因此，面对这一形势培养什么样的人才能应对未来社会的剧烈变化，是当前教育亟须解决的首要问题。从人工智能动态系统研究所基于证据决策的典型做法可以发现，人工智能时代专业人才的培育不仅依托智能化资源与内在价值认同等基础条件，也需要结合社会生态与文化情境的大力支持。目前我国积极提倡人工智能实验室和相关专业的设立，据不完全统计，人工

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

智能领域的国家级实验室有认知智能国家重点实验室、深度学习技术及应用国家工程实验室、类脑智能技术及应用国家工程实验室、智能技术与系统国家重点实验室、视觉与听觉信息处理国家重点实验室、模式识别国家重点实验室等。同时，清华大学、北京大学、上海交通大学、浙江大学等顶尖高校也纷纷设立人工智能学院，重点培养人工智能方面的优秀人才。这也启发我们，未来亟须立足社会生态发展概貌，充分调动多元支持联盟的协同行动，努力实现创新人才培育的贯通式、全纳式等需求样态。

（二）回归学习本质，挖掘人工智能使能的大规模个性化学习变革

每一次技术的发展都会重新定义学习者的角色，基于人机协同的自适应、个性化等学习新形态正在当前的教育环境中得以发展。可以说，人工智能技术融入的教育活动和组织形态，使得个性化学习空间、目标、资源和路径等正在成为可能，这也必定会对未来学习方式产生颠覆性的重塑作用（Ahmad, 2019）。具体来讲，人工智能增强的教育情境释放了学习者机械性的学习时间，同时基于技术支持，能够采集学习者全过程的规模化数据，从而科学干预有效学习的发生机制，提高学习者的学习体验与深度学习倾向。正如人工智能参与学习研究所证实，通过人工智能虚拟助理采集学习者对话、眼神、面部表情、手势等多模态数据流，能够引发师生协作交互的创新能力和生活方式。因此，我们可以预见，未来的学习将更多地走向基于自适应的个性化学习，未来的学校将会是一个注重个性、尊重学生发展的智慧孵化基地，在这种情境下如何充分借助人工智能技术优势回归学习的本质，促成大规模个性化学习的变革，将是后续研究的重要抓手。

（三）瞄准教育创新，探索知识创造以及教育创新变革的智能方式

人工智能技术的出现已经在社会、经济、文化等领域产生了颠覆性影响，尤其是在教育的服务组织方面，人工智能正在改变知识的内涵、生产方式和传播方式，进而推动教育变革。与此同时，技术的持续发展对知识本质的探究创造了更多的可能性，也为知识创造提供了拟真的条件和连接的资源。在NSF资助的前瞻性研究中，我们尤其感受到，在人工智能技术的助力下教育知识传播与生产途径正呈现出多源与多向的融合趋势。例如，在教育知识传播层面，由互联网大众普及化转向了智能时代的个性化推荐方式，这为教育的全民化、终身化和公平化等贡献了巨大力量。在教育知识生产层面，在技术与社会生态的互动支持下，非正式化、小众、颠覆性甚至冷门知识等可以随时进入教育研究视野中，开放性、包容性的知识呈现样态和创造方式也正在为教育系统的创新变革提供可行方向与加速催化作用。

（四）面向教育现状，寻求人工智能时代教育生态重构的技术路径

人工智能已经对社会产生了剧烈的震荡，伴随其在教育领域的延伸，人工智能对于未来教育必然会产生革命性的影响。在这种情势下，如何直面教育系统复杂变化的发展样貌，如何积极干预课程资源、教学服务、管理评价等方面与人工智能技术的融合路径，尝试构建适应性的学校智能教育实践模式和服务体制，以及如何规避人工智能教育生态中的安全和伦理风险等，如何突围技术生态的不强韧状态，正是我们需要正视并审慎对待的。事实上，我们可从三个方面寻找突围路径：一是从智能化学习场域出发，通过探讨人工智能对于学习场域变革所发挥的功效分析智能化学习场域的内涵和外延，从而明确智能教育的形态和特征，定义未来学习的可能发展样态和功能定位。二是根据不同阶段、不同类别教育的规律、特点和目的，分析其与人工智能深度融合的路径和方式，并从整体教育系统的角度构建符合中国国情、发扬中国特色的智能教育体制。三是重视人工智能技术应用研究成果的转化，打造“产—学—研”“家—校—社”等一体化的智能发展态势。总之，基于理性、客观的感知态度，借助多元协同的联盟优势，为正在发生并将持续发生的技术和教育创新提供支持，以形成基于人工智能的未来教育生态。

六、结语

人工智能对人类社会系统起到了革命性影响与变革作用，由此导致产业与人力资本结构发生了重大转变。教育生态如何去适应和应对这一巨大冲击进而在这种相互作用下推演和明确教育系统将被重塑至何种样态尤为关键。我们团队基于人工智能在社会、经济、教育、科技等领域的前瞻性进展，探索人工智能研究所的研究集群和创新性研究思路，旨在进一步明

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

晰人工智能在社会生态中的宏观定位，以及人工智能使能下的教育生态微观推演。在此基础上，本研究结合国情，从实践层面回应了人工智能教育驱动下创新人才培养、人工智能使能的大规模个性化学习、知识创造、教育创新变革的智能方式以及人工智能时代教育生态重构的现实路径，以期形成契合我国发展特色的人工智能教育战略。

[参考文献]

陈凯泉，张春雪，吴玥玥，刘璐. 2019. 教育人工智能(EAI)中的多模态学习分析、适应性反馈及人机协同[J]. 远程教育杂志，37(5)：24-34.

顾小清，蔡慧英. 2021. 预见人工智能的未来及其教育影响——以社会性科幻为载体的思想实验[J]. 教育研究，42(5)：137-147.

顾小清，王超. 2021. 打开技术创新课堂教学的新窗：刻画AIoT课堂应用场景[J]. 现代远程教育研究，33(2)：3-12.

国务院. 2017-07-20. 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL]. [2021-09-02]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm

刘笑，胡雯. 2020.《美国国家人工智能研究机构计划》的主要做法和启示[J]. 上海质量(6)：16-18.

熊红凯，高星，李劭辉，徐宇辉，王涌壮，余豪阳，刘昕，张云飞. 2018. 可解释化、结构化、多模态化的深度神经网络[J]. 模式识别与人工智能，31(1)：1-11.

Ahmad, T. (2019). Scenario based approach to re-imagining future of higher education which prepares students for the future of work. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning, 10*(1), 217-238.

Burden, K., & Kearney, M. (2016). Future scenarios for mobile science learning. *Research in Science Education, 46*(2), 287-308.

David., S, & Santhosh., R.2020-08-26. NSF advances artificial intelligence research with new nationwide institutes [EB/OL]. [2021-09-01]. https://www.nsf.gov/news/special_reports/announcements/082620.jsp

Jason., B. 2021-07-29. Expanding the geography of innovation: NSF AI Research Institutes 2021[EB/OL]. [2021-09-01]. https://beta.nsf.gov/science-matters/expanding-geography-innovation-nsf-ai-research-institutes-2021

Kutz., J.N., Brunton., S.2021-07-29. UW to lead new NSF institute for using artificial intelligence to understand dynamic systems [EB/OL]. [2021-09-01]. https://www.washington.edu/news/2021/07/29/uw-to-lead-new-nsf-institute-for-using-artificial-intelligence-to-understand-dynamic-systems/

McAleer., K.2021-07-29. UC Berkeley, Georgia Tech and USC launch new national AI research institute [EB/OL]. [2021-09-01]. https://engineering.berkeley.edu/news/2021/07/berkeley-20m-nsf-national-ai-research-institute/

North Carolina State University. 2021-07-29. The national science foundation AI Institute for engaged learning [EB/OL]. [2021-09-01]. https://www.aiengage.org/

OECD (2020). Back to the future of education: Four OECD scenarios for schooling, educational research and innovation, OECD Publishing, Paris. [EB/OL]. [2021-09-01]. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/178ef527-en.pdf?expires=1630976726&id=id&accname=ocid49026773&checksum=29042E003CB9EEDDDB60AB6299062547

Southern Oregon University. 2020-07-24. Artificial intelligence and adult learning [EB/OL]. [2021-09-01]. https://online.sou.edu/articles/education/artificial-intelligence-and-adult-learning.aspx

收稿日期：2021-09-19
定稿日期：2021-09-25

作者简介：顾小清，博士，教授，博士生导师；李世瑾，博士研究生；李睿，硕士研究生。华东师范大学教育信息技术学系(200062)。

责任编辑　郝　丹

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Abstracts

Innovation of NSF AI Research Institutes in AI application: forward-looking visions and affordances for education

Xiaoqing Gu, Shijin Li and Rui Li

Forward-looking visions are essential to effective application of Artificial Intelligence (AI) technology. The National Science Foundation (NSF), a major non-defense federal funder of basic AI research, plays a leading role in supporting basic research, promoting innovative intellectual resources, and cultivating AI specialists in the USA. This study attempted to make a systematic analysis of the work done by 18 AI research institutes funded by NSF with the aim of clarifying their perspectives on and forward-looking planning of AI application. The study went on to describe the ecological landscape of AI education, reviewing research outcomes in large-scale AI-assisted personalized learning, multimodal enhanced learning skills, and sustainable development of educational equity. It is argued that research by NSF AI research institutes has implications for China. Informed by the results of this systematic analysis, several strategies are recommended to promote AI in education in China in terms of innovations in talent cultivation, large-scale personalized learning, knowledge production, and education ecology re-structuring.

Keywords: artificial intelligence application; National Science Foundation; artificial intelligence talent cultivation; artificial intelligence education ecology; educational equity; large-scale personalized learning

Promoting equity in education through education informatization: policies, issues and recommendations

Shimei Han

Promoting equity in education is a basic education policy in China and education informatization is perceived as an important measure to achieve this goal. It is argued that education informatization can facilitate adequate allocation of educational resources, enhance access to high-quality educational resources to narrow digital divide between regions or urban and rural areas, and promote equity in education. Against the backdrop of the beginning of China's 14th Five-Year Development Planning period, this article examines China's efforts to promote equity in education through education informatization from the perspective of policy evolution and reviews problems arising over the years. Suggestions on allowing full play to the affordances of informatization for educational equity are also discussed in light of the current landscape and prospect of education informatization.

Keywords: education informatization; equity in education; "Three Accesses and Two Platforms"; basic national public education service; equity compensation; digital divide; open educational resource

Internet-driven reform of educational services supply: change in demand, type of transformation and development pathways

Liming Guo and Qinhua Zheng

As China's socioeconomic development has entered a new stage, it is essential to establish educational services supply methods and systems that are compatible with the new development pattern and to promote high-quality education development, meeting public demand for equitable and quality education. With changes in major barriers to education in China, the problem of structural imbalances in the supply and demand of educational services has become prominent, which has brought about changes in

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能教育应用的应然分析：教学自动化的必然与可能*

□ 张志祯 张玲玲 李 芒

【摘 要】

“智能化领跑教育信息化2.0”正逐渐成为教育信息化研究者与政策制定者的共识。但目前学校教育的自动化程度还比较低，学校是手工“工场”，而非机器生产的“工厂”，多数教育工作者并未感受到人工智能的冲击。为应对未来教育发展的需求，教育工作者需明确人工智能的基本原理与技术限度，需从宏观与微观层面把握人工智能与教育的关系。本文提出并系统阐述了人工智能与教育的三层次相互作用模型：①潜在作用层次，源于人类的知识和知识实践的纽带作用，改变知识实践方式的人工智能必然会影响主要是知识传播实践的教育活动；②直接作用层次，人工智能帮助教育实现教学自动化（人工智能教育应用）、提供课程内容，教育为人工智能培养人才、提供实践场域；③间接作用层次，人工智能更活跃，通过对个体、社会的影响提出新的人才培养需求，倒逼教育变革。在人工智能与教育相互作用的“推拉”效应、大规模教学个性化需求、教育机构降低成本分工细化等因素作用下，教学自动化具有逻辑必然性，而教育发展与教育信息化的需求、公众人工智能意识提升、前期教育信息化奠定了良好的基础、有利的宏观政策等因素，使教学自动化具有现实可能性。我国人工智能教育应用研究尚难支撑大规模教育智能化实践。人工智能教育应用研究亟待超越技术、产品开发与应用设想研究，亟待开展有关人机分工教学法的机制与效果及其对教育机构的全面影响的系统化理论研究与高生态效度的实证研究。

【关键词】 人工智能教育应用；教学自动化；人工智能；知识；知识实践；知识传播；知识应用；教育改革

【中图分类号】 G434 【文献标识码】 A 【文章编号】1009-458x(2019)1-0025-11

DOI:10.13541/j.cnki.chinade.20190114.002

近年来，人工智能技术的突破引发全球范围内产业结构与就业市场巨变的预期。人工智能成为大企业和国家发展战略的核心（国务院, 2017; 吴飞, 等, 2018）。科技、经济、社会的变化必然曲折影响到教育的目的、内容与方法。作为直指人类智能的通用技术，人工智能不但会通过劳动力市场的结构性变化倒逼教育变革，而且会直接作用于教育教学活动。2018年4月全国教育信息化工作会议提出“智能化领跑教育信息化2.0”（王珠珠, 2018）。近期，已有研究者关注这一主题（如: 潘云鹤, 2018; 贾积有, 2018; 刘德建, 等, 2018），但目前我国人工智能教育应用研究总体上处于起步阶段，尚难以支撑大规模实践。从教育教学立场出发的系统的理论分析工作亟待开展。人工智能本身抽象、复杂，相当多的教育研究者与实践者对人工智能的理解不准确，缺少对其技术限度的客观认识，这不利于人工智能在大范围内变革教育实践。

一、人工智能与知识实践自动化

（一）人工智能祛魅：内涵与误解分析

人工智能研究发轫于信息化浪潮席卷全球的前夜。1956年，美国东部的达特茅斯学院会议标志着人工智能作为独立研究领域的确立。这一标志性事件的背后是几方面力量的长期相互作用：一是控制论、信息论等学科的形成与发展丰富了人类对于机械系统与有机体行为的认识；二是刚问世不久的电子数字计算机惊人的数值计算和自动控制能力以及第二次世界大战期间现代科技展现出的令人瞠目结舌的军事力量刺激人们为计算机这一新工具寻求新的应用领域；三是才华横溢、志存高远的科学家对于人类智能行为的奥秘上下求索；四是掌握了充沛研究资金的外太空探索机构和军事机构对于以智能机器代替或者辅助人类个体在极端条件下进行工作存

* 基金项目：全国教育科学“十三五”规划课题“大学教学现代化的战略愿景与理论创新研究”（课题编号：BCA180085）。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在着热切的盼望。现实的需求、巨大的期望、领域开创者的乐观等因素使人工智能甫一呱呱落地便扶摇直上。随后60多年间，人工智能领域经历了几番大起大落。近年来，人工智能在历史上首次成为国家之间和大企业之间竞争的焦点，备受瞩目。

没有哪个学科像人工智能这样广受关注，同时又被普遍误解。“人造的智能”似乎威胁到每个人类个体，除了智能机器会抢走工作、破坏就业，能感知、会思考的智能机器威胁到“智人”的认知尊严与优越感。科幻文学与影视作品塑造出智能机器的种种社会形象，通常是阴暗的、反乌托邦的形象。因此，人们在谈到人工智能时难免会带上浓厚的感情色彩，但人工智能不是魔幻，也不是科幻，而是科学、工程和数学（Russell, et al., 2013, p. 28）。

首先，对于人工智能的误解源于研究问题的复杂多样性。人工智能研究包含许多子领域，从通用领域（如学习和感知）到专门领域（如下棋、数学定理证明、语言翻译、自动驾驶和疾病诊断）。Stuart J. Russell等（2013, pp. 3-4）将人工智能的定义分为四类，分别是以数学和工程方法建造“像人一样思考”、“像人一样行动”、能够“合理地思考”以及能够“合理地行动”的智能体（agent）。即人工智能专家希望对智能做出建构性阐释，也就是通过制作智能机器来理解智能的机制。与此相对却又相辅相成的是脑科学、认知神经科学研究者，他们通过分析性方法探索人类智能（松尾丰, 2016, p. 26）。周志华（2018）对人工智能研究与实践层次的划分（表1）反映了本领域的综合性与复杂多样性，凸显了其工程与数学本质。

表1 人工智能的研究与实践层次（周志华, 2018）*

交叉应用层	扫地机器人、聊天机器人、自动驾驶汽车、机器翻译、短文自动评分、智能教学系统等
平台系统层	机器学习系统平台（如TensorFlow等）、人工智能程序设计（如LISP、Python）、智能系统、机器人操作系统（如ROS）、计算机视觉平台（如OpenCV）等
支撑技术层	模式识别与计算机视觉、自然语言处理、自动规划、多智能体系统、启发式搜索、计算智能、语音信息处理等
内核基础层	知识表示与处理，机器学习
支撑学科	数学（线性代数+矩阵论，数学分析，概率论+数理统计，最优化方法，数理逻辑），语言学，信息论，控制论，认知科学（认知心理学、认知神经科学、脑科学，符号主义、联结主义），哲学（认识论）

* 据周志华（2018）概括而成，最末一行“支撑学科”为本文作者添加。

其次，对于人工智能的误解也源于人类语言在描述机器智能方面的局限，这导致“语义学”问题（斯加鲁菲, 2018, pp. 108-109）。“人工智能”以及“学习”“推理”“记忆”等人格化术语并不准确，还会造成不切实际的遐想。例如人和计算机都能“记忆”，但两者存在本质差异：人的记忆是建构性、整体性的，记忆与理解、情境、情感密不可分，既有显性水平，也有隐性水平，而且总是存在选择性扭曲、模糊、遗忘与强化；计算机的记忆只是在显性水平上对于给定数据进行原样存储。Jerry Kaplan（2016, p. 417）认为，1956年达特茅斯学院会议最引人瞩目的成果是选择“人工智能”作为领域名称。如果当时选择了更常规、不会对人类认知造成威胁的术语，例如符号处理（symbolic processing）或分析性计算（analytical computing），则这一领域的发展可能会更接近其实际情况——自动化或者自动控制的持续推进。当然，人格化术语的使用也是无奈之举，成熟如物理学，其术语也与日常语言保持着千丝万缕的联系（陈嘉映, 2018, pp. 193），只是专业人员需要对语言保持敏感，以准确地表达所要表达的含义。

最后，对于人工智能的误解还和过分乐观的预言以及广告宣传式的表达方式有关。例如，图灵奖与诺贝尔奖得主、人工智能与认知科学学科创始人赫伯特·西蒙（Herbert Simon, 又名司马贺），在1965年预言“20年内，机器将能够胜任人类承担的所有工作”（斯加鲁菲, 2017, p. 38）。50多年后，这一预言的实现似乎还遥遥无期。有关人工智能产品与技术的公开报道常常会有意无意省略技术的实现细节与智能设备的工作环境，而这些信息对于准确理解和评估人工智能技术的实际能力至关重要。有公司宣称其人工智能产品能为新闻稿件生成极具创意的标题，却不透露其工作细节。实际上，计算机扫描稿件内容后可能产生了几十个标题，其中合理、新颖的并不多，人类编辑挑选甚至润色修改后才能使用。另外，多数机器运作都需要人类为其创设适宜的环境（如同火车需要铺设铁轨），“长出了手脚的计算机”发现这个世界并不友好：许多在实验室中展现出神奇智能的设备，一旦离开特设的结构化环境，进入杂乱繁复、无结构的现实世界，马上变得莽撞笨拙，做出常人看来匪夷所思的行为（斯加鲁菲, 2017, pp. 120-127），如已经

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

进入寻常家庭的扫地机器人[①]。环境的结构化程度与智能设备的表现密切相关，但这一点通常在各种公开报道中很少提及。类似宣传报道累加起来，使公众心目中的人工智能的形象严重失真。

（二）知识实践与知识实践自动化

人类实践的目的性、技术性、制度性、历史性、文化性等特性决定了人类的实践要以知识为基础（石中英, 2001, p. 5）。知识作为人类认识活动的结果，其外延宽泛，形态多样，既有高度形式化、普遍的理论知识，又有难以言说、情境化、个体化的实践知识。从不同角度可将知识分为不同类别，以下四种分类有助于理解人工智能的工作机制与限度：第一，常识（common-sense knowledge）与专门知识（domain-specific knowledge，或称“领域知识”）。常识指其他人能够理解并认为是显而易见的事情（明斯基, 2016, p. 172），专门知识指仅与某一特定问题相关的知识。对于构建智能系统而言，专门知识相对更易获取，更易形式化，而常识则难以获取和表征（危辉, 等, 1999）。缺乏常识是当前智能系统无法提高其智能水平的重要原因，使得看似简易的任务也无法完全交给机器人去做（斯加鲁菲, 2017, p. 134）。第二，显性知识与隐性知识（或称“缄默知识”）。对于隐性知识的研究始于波兰尼，他指出“人所知的要多于其所能言说的”（Polanyi, 1957, p. 12）。显性知识指能够明确表达，尤其是易于形式化的知识，如MYCIN专家系统中以“IF... THEN...”形式存储的血液感染知识（松尾丰, 2015, p. 63）。隐性知识更多与复杂决策、动作技能或者情境感知相关联，是难以言说的直觉知识。利用机器学习方法从样例数据中学习到的模型有用，但难以解释，功能上与隐性知识十分契合。第三，陈述性知识与程序性知识。约翰·安德森（John Anderson）对于认知技能中陈述性知识与程序性知识的区分对于智能辅导系统的研发乃至认知心理学、教育心理学都有相当大的影响（索尔斯, 等, 2008, pp. 234- 235）。陈述性知识相当于语义知识，程序性知识是有关如何操作的过程知识（Anderson, et al., 1995）。第四，George Maccia提出智能系统应有三类智能：定量智能、定性智能和表现智能，分别以“知道那些（knowing that）”“知道那个（knowing that one）”“知道如何（knowing how）”为基础（Frick, 1997）。Theodore W. Frick认为当时（1997）的智能教学系统仅具备一定的表现智能，而完全不具备定性智能，因此缺乏常识，在教育中的作用有限，只能作为增强师生活动的媒体资源。20多年后，尽管技术有所突破，但人工智能系统仍不具备定性智能。

彼得·伯克（2016, p. 11）从知识社会学角度将人类的知识实践分为采集、分析、传播、应用四类。采集指用于萃取知识的“生的”原材料（数据资料）的收集与存储。电子信息技术广泛采用之前，采集活动通常是由探险家、博物学家亲入现场，带回实物标本、测量数据以及观察和访谈记录。分析通常在“书房”中完成，学者整理资料，通过对比、分类和概括发现模式、提炼规律。传播指知识在人类个体间、群体间的传递扩散。应用指将知识用于实践，指导行动，解决问题。应用并不仅仅是知识“消费”，在应用过程中行动者可能会产生对于问题、情境与知识的新理解，并可能将新知识回馈到社会的公共知识。当然，正如伯克所言（2016, p.11）这四类实践并不是截然分开的，知识采集、分析、传播本身就是知识应用。知识的采集与分析就是知识生产（创新），是科学研究的主要目标。作为问题解决核心的知识，比信息更“黏”，更难在人际传播，其应用效果更具有情境性和主体性（布朗, 等, 2003, p. 116）。

知识实践有赖于信息技术的发展。广义的信息技术包括语言文字（包括数字）等编码技术（格雷克, 2013, pp. 29-39）以及印刷技术、媒体技术（电影、录音、广播、电视等）、计算机网络技术（常规的数字信息处理与传输技术）、人工智能技术（知识处理技术）。语言文字使人类知识经验能够“类”化、概念化，可以脱离个体，在个体间、群体间、代际传播（叶澜, 2006, p. 7）。印刷技术是大规模教学活动开展的技术基础。媒体技术能够全面、真实地再现活动与场景，丰富了采集、传播知识的手段，扩大了知识传播面。但即使是电话、电影这样突破性的技术——人类历史上首次能够捕捉、存储、再现、传输声音和活动影像，也并未改变人在知识实践中的主体地位。计算机和通信技术具有交互性，能够表现出适应情

① 详细信息参见：“知乎”有关“扫地机器人轶事”的问答（http://www.zhihu.com/question/67489403），访问时间2018年10月。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

境和任务的灵活性，能够实现知识实践的浅层次自动化；与媒体技术不同，它不是实现了人类无法完成的任务（如活动影像再现、远程实时通话），而是做了以往专属于人类的工作（如计算、文字搜索、推理）。人工智能技术可以在一定程度上代替知识实践中人类个体的主体地位，能够实现某些知识实践的自动化（见表2）。

二、人工智能与教育的三层次相互作用模型

教育是有意识的以影响人的身心发展为直接目标的社会活动，学校教育是近代以来教育活动中的核心部分（叶澜, 2006, pp. 10-11）。教育与文化（广义的文化，包含科技）之间不是决定和被决定的关系，而是互相部分包含、互相作用、互为目的与手段的交融关系（叶澜, 2006, p. 167）。科技进步可促进教育发展，充实教育内容，改进教育手段，现代教育是繁荣和发展科技的重要手段和基本途径（黄济, 等, 2012, p. 30）。在这一框架下，审视当前几乎是最具活力与影响力的科技领域——人工智能与教育系统的相互作用，可以发现它们存在多层次的相互作用，这种相互作用可分为潜在作用、直接作用和间接作用三个层次（见图1）。

（一）层次一：潜在作用

人工智能与教育的潜在相互作用源自两者均植根于人类的知识与知识实践，即知识与知识实践是两者之间的纽带。同时，两者又都是知识领域的活跃要素，在复杂的相互作用过程中协同发展、演化，推动人类知识生产、传播与应用的发展。

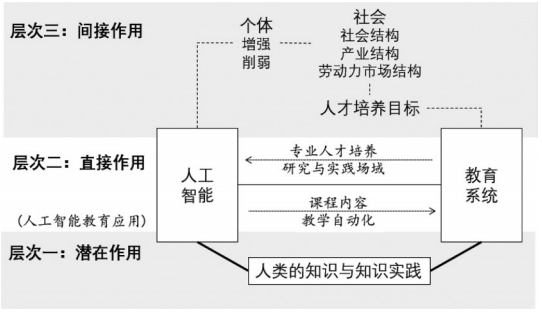


图1 人工智能与教育系统的三层次相互作用模型

知识是智能系统能够展现智能行为的原因，是系统行为的核心（危辉, 等, 1999）。人工智能的子领域知识工程专门研究面向计算机的知识获取、表示与利用（史忠植, 等, 1986; 化柏林, 2008）。吉仁泽（2006, p. 56）在分析心理学领域形成“人脑是一部计算机”这一隐喻的过程时发现，经济的变化（制造业和“计算部门”的大规模劳动分工）与启蒙运动时期所形成的“计算为智力的本质”这一观念的衰落，使数学计算降级为单调重复的任务，人们也随之将其从智力的概念中剥离了出去。观念的变化使得查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage）能够设想用机械计算机来代替人类计算者——这是电子计算机、人工智能研究的源头。

知识是教育的前提与基本内容。“知识与教育之间有着内在的关联。一方面，教育是筛选、传播、分配、积累和发展知识的重要途径；另一方面，知识又是教育的重要内容与载体，离开了知识，教育就会成为无米之炊，各种各样的教育目标也就无法达成。”（石中英, 2001, p. 1）知识的性质制约和影响教育活动的目的、课程知识的选择、教学过程以及教育学者对教育理论的建构（石中英, 2001, pp. 126-129）。

表2 人类知识实践及其支持技术

知识实践	举例	媒体技术	计算机通信技术	人工智能技术
采集	探险、科学考察、问卷调查、参与观察等活动；通过观察、测量、记录获取资料，也涉及资料的存储与运输	新的记录、呈现、存储形式，情境、活动的“高保真”历时跨空间再现	不同来源数据的数字化存储、传输与处理；传感器、伴随式数据收集扩展资料类型；大数据	采集过程中信息的智能预处理，如分类、选择与过滤，例如对象识别、对象跟踪、手写识别、语音识别等
分析	描述、比较、分类、阐释、评估、叙事、理论化等活动以从资料中“萃取”知识	资料呈现与记录	计算（统计）、检索、交流合作工具等辅助分析，提高分析效率与准确性	机器学习实现知识分析自动化：从数据集中发现模式，如人工神经网络训练
传播	博物馆、书籍、期刊、演讲、谈话、辩论、维基百科等场所与活动	信息存储、传输与呈现	交互式、大规模多媒体信息呈现，可具有一定适应性	特定领域的有限教学设计自动化，新闻稿自动写作，机器翻译，智能教学系统支持适应性知识传播（教学）等
应用	检索以及各领域利用知识解决实践问题		知识的有限应用，缺少灵活性	某些知识的灵活应用，如商品推荐、广告投放、智能教学辅导、下棋、人脸识别等

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

从知识实践的角度看，教育主要是系统、有组织、有计划的知识传播实践。“教育在严格意义上说并不是一种知识生产的机构，……在主要的方面，教育只是从一定的价值立场和价值需求出发，对人类已经获得的知识进行筛选、传播和分配，从而促进人类知识的积累和发展，促进青少年个体认识能力和实践能力的提高。”（石中英, 2001, p. 8）

教育与人工智能并不被动地被人类的知识与知识实践所决定。教育以塑造知识生产者、知识工人的知识、能力、人格、价值观等为基本途径反作用于人类的知识实践。作为当下最活跃的科研（知识生产）领域之一，人工智能以思想、算法、工程化方法与产品工具等多种成果改变着人类的知识与知识实践，逐步推动人类知识实践自动化的深度与广度，逐步使机器成为知识实践的新型主体。

（二）层次二：直接作用

人工智能对教育系统的直接影响主要有两方面：一是教学自动化，即采用人工智能技术的教学系统（智能教学系统）直接参与教育教学活动，由计算机完成部分教学任务，智能教学系统成为教育生态系统中的新型物种，直接改变教授、学习与管理的活动方式；二是直接成为课程内容，如我国《普通高中信息技术课程标准（2017版）》中的“人工智能初步”选择性必修模块（教育部, 2018），又如本科和研究生层次的人工智能专业或方向人才培养的专业课程（周志华, 2018）。

教育系统对人工智能的直接影响也有两方面：一是教育为人工智能发展与推广培养人才，除了直接相关的职业与高等教育阶段，就培养学生的科学探究精神和数学、科学与工程技术素养而言，基础教育阶段举足轻重；二是教育是人工智能重要的应用领域，为其提供了独特的研究问题与广阔的发展空间。

人工智能的教育应用或者说教学自动化，即人工智能与教育之间的直接作用，也即层次二，是本文的关注点。正是因为两者有密切的内在联系，人工智能的教育应用才备受研究者与政策制定者关注。本文后半部分还将整合三个层次的相互作用，结合教育的需求与实践现状，更详细地论述教学自动化的逻辑必然性与现实可能性。

（三）层次三：间接作用

“作为知识形态的潜在的生产力的科学和技术只有通过教育才能实现再生产。”（叶澜, 2006, p. 135）人工智能也是如此。但是，在当前人工智能与教育的间接相互作用中，人工智能更为活跃，它对教育的间接作用更受社会与教育工作者关注。人工智能推动各行业生产方式自动化，改变劳动力市场结构与产业结构，进而影响到社会结构，在这一过程中会提出新的人才培养需求。因此，本部分主要探讨人工智能如何借由对个体和社会产生影响，进而以变革人才培养目标为中介，间接作用于教育系统。

1. 人工智能对于个体的可能影响

人工智能对于个体的影响将是多样而深刻的。这里重点分析三个方面。

第一，人工智能刺激个体思考人的本质与存在的意义。智能机器的制造不但能够提供认识人类智能的新视角，而且“给人类带来存在论级别的巨变”（赵汀阳, 2018）。智能并非人类所独有，这将刺激总是寻求自身独特性的“智人”思考人的本质，这有望使人们重新关注“完整的生命的人”，而非仅关注“认知的人”；有望在新的层次上审视“人是目的”的意义与现实可能性。叶澜在20世纪末呼吁课堂教学突破“特殊的认识活动”的教学观，倡导“从生命的高度用动态生成的观点看课堂教学”，以焕发师生生命活力（叶澜, 1997）。这似乎是人工智能时代的先声，是教育理论研究者对于时代精神的敏锐体察。

第二，人工智能放大个体差异。“人工智能赋能×××”是近期常见的话语方式，“×××”多指代某一行业产业，但赋能最终必须发生在个体身上。“新的并且更复杂的技术长期以来都在以奖励思维敏捷、适应性强且往往年轻并受过教育的人的方式改变着工作环境和日常生活”（戈尔丁, 等, 2015, p. 125），人工智能也不例外。互联网、大数据与人工智能的结合，使个体能够掌握空前的数据与计算资源。当前，各领域都存在利用人工智能创新的交叉空白点，能够抓住这些点的个体其影响力将显著放大，即所谓被人工智能“赋能”。但需要明确的是，智能时代也同样是“人能弘道，非道弘人”。例如，斯坦福大学一位本科生在2015年创建了辅助违章停车上诉的法律咨询网站，2016年该网站进化为“法律机器人”，截至2016年6月底已帮助推翻了16万张停车罚单（张宸宸, 2016）。但是，人工智能在增强一些个体的同时，会削弱另外一些个体：使个体的技能过时，为个体制造“玻璃笼子般的舒适区”。机器代替人，不需要具

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

备人的所有能力，只需要具备完成特定工作所需的知识与技能即可（福特, 2015, p. 256）。人工智能将淘汰一些技能，导致“结构性失业”，使仅具有这些技能的劳动者处境不利。与蒸汽机等通用技术不同的是，人工智能威胁到了知识工作者（卡普兰, 2016, pp. 140–145），如自动法律案例检索使律师事务所对初级律师的需求大大减少（张宸宸, 2016）。此外，目前全球每天有大量个体沉溺于数字世界的游戏、社交、娱乐难以自拔，“玻璃笼子”知道他们最隐秘的需求，按时按需提供刺激，使相当一部分个体的娱乐、消费、阅读等活动可能变得日益狭隘，宛如温水中的青蛙，眼下的安逸换得长期的受控与受限。

第三，人工智能改变人类实践能力的结构。尼古拉斯·卡尔考察了自动化对于工作活动性质和工作者技能的影响，发现自动化重塑工作和工人（卡尔, 2015, p. 78），省力的设备不仅代替了部分工作，还改变了任务的性质：对于飞机、轮船等驾驶操作工作，自动化技术把人类从直接操作者变为观察者，降低了人类对于突发紧急事件的应对能力；对于医生、会计师等诊断决策工作，决策支持软件的采用降低了人评估复杂案例的能力。总体上，计算机自动化似乎阻碍了人类将任务自动化的心理能力，造成了人类个体技能的退化。

2. 人工智能对于社会的可能影响

作为与蒸汽机、电力、计算机等量齐观的“通用技术”，人工智能将对社会产生广泛而深刻的影响。人工智能可以提高生产自动化的广度与深度，可能会形成物质极大丰富的社会，为所有社会成员的“全面发展”奠定物质基础。但人工智能绝非仅能造成“乌托邦”式的社会，它对社会的长远影响还是未知的。已有人工智能研究人员公开表达了对人工智能技术被恶意应用的担忧（Brundage, et al., 2018）。这里仅概括分析人工智能应用对于社会价值观与经济的可能影响。

在价值观或伦理层面，人工智能会让“不可见的”可见，使“不明确的”明确，这可能凸显群体间的不平等，造成社会冲突。所谓让“不可见的”可见，指对于社会活动的伴随式数据收集、分析与呈现将使不平等现象显性化，刺激公众反思与批判。如亚马逊网站上的某些商品对于黑人社区不可见，呈现给男性的高收入招聘广告要显著多于女性（Yao, et al., 2018, p. 650），又如公开政务数据的统计分析使得对于美国警察普遍超速、知法犯法、凌驾于法律之上的怀疑变成确凿无疑的事实（涂子沛, 2014, p. 272）。所谓使“不明确的”明确，指随着人类活动自动化程度的提高，人工智能需要面对的“两难”伦理问题会越来越多。如自动驾驶汽车在危急时刻，优先保护车辆还是行人？人类个体面对这类情境时往往下意识地凭直觉做决策，决策过程近乎黑箱，但个体承担责任。人工智能仅在“显性”水平上做决策，行为规则该如何制定？且不说规则如何落实，单是规则明确化、显性化就足以引起激烈纷争，而法律领域已经在探讨智能机器成为非人类主体的可能性（余成峰, 2017）。

在经济层面，人工智能的影响有二：

一是自动化让资本拥有了劳动力，如何维持社会的可持续发展？技术发展已经改变了劳动力需求结构。以制造业为例，从流水线到自动组装的转变，劳动力需求总量下降，而且降低了对于直接操作机器从事生产的低技能工人的需求，提高了对于从事设备组装、调试、维护的“设备养护”高技能工人的相对需求（戈尔丁, 等, 2015, p. 171）。在脑力劳动领域，人工智能正逐步将原先附着于个体的知识提取出来，集中存储、管理。随着知识积累与技术进步，能自动解决的专业问题可能会越来越多。自动化程度的提高使资本能够同时占有生产资料和劳动力。这会破坏就业市场，撕裂当前的社会结构。在这种情况下，如何实现社会的长期稳定繁荣是个难题（福特, 2015, p. 280; 卡普兰, 2016, p. 164）。

二是自动化持续推进，社会、个体如何适应？人工智能一方面变革现有产业的生产方式与组织管理方式，改变劳动力需求结构；另一方面催生新的产业，产生新的就业机会。只是“人们总是很容易想像哪些工作被淘汰，但很难想像科技将带来哪些新的就业机会”（斯加鲁菲, 2017, p. 80）。不管对未来的具体预测如何，人们似乎一致认为未来社会分工将更为细致，同时社会愈加需要整体的合作；大规模分工与合作的社会机制、知识技能、信息技术基础设施已经具备；变革的速度会日益加快，越来越多的个体在其一生中会主动或被动地在多个工作中切换（经济合作与发展组织, 2005, p. 24; 柯林斯, 等, 2013, pp. 132–134）。这对个体的学习能力、通专结合的素质结构提出了更高的要求，即变革了教育系统的人才培养目标。

3. 人工智能与教育的间接作用

关于机械自动化（机器参与生产）对教育影响的

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

研究可追溯到马克思的分析。马克思认为机器大生产一方面使得劳动者必须成为“全面发展的人”，由于竞争和科技进步生产方式变革速度加快，工作岗位与技能新陈代谢频繁，“全面发展的人”才能快速适应劳动岗位转换，这对于产业与工人的发展都必不可少；另一方面，生产效率的提高为劳动者接受更多教育创造了条件，劳动者有了更多“闲暇时间”用于学习新知识与技能（黄济, 等, 2013, pp. 192-195）。

进入20世纪，人们对自动化的担忧总体上有增无减。20世纪50年代初，维纳预言自动化技术的发展将带来第二次工业革命（脑力劳动的自动化），这会导致致命的失业潮（维纳, 1978, pp. 141-142）。20世纪后半叶，国际社会对科技进步挑战的回应日益明朗：超越知识，发展学生的一般能力。1996年联合国教科文组织发布《教育——财富蕴藏其中》，重申终身教育及其“四个支柱（学会认知、学会做事、学会共同生活以及学会生存）”（联合国教科文组织, 1996, pp. 75-76），以实现21世纪个体与社会的可持续发展。裴娣娜于20世纪90年代提出主体性教育，强调教育应发展个体的主体性，即自主性、独立性与创造性（裴娣娜, 等, 2004）。进入21世纪，变革教育以实现经济社会繁荣成为各国政策的主流选择。由信息技术领域全球大公司主导提出的21世纪技能，强调学习与创新技能、生活与职业技能、ICT素养（特里林, 等, 2011, pp. 157-158）。因此，虽然对很多教育工作者而言，人工智能、自动化似乎是新鲜事物，但由于教育具有未来性、滞效性（叶澜, 2006, p. 311），教育政策更需要具有前瞻性，因此多年以来教育政策制定者和研究者就已经关注其影响了，在这方面近几年其实并无多少创新的观点。现在的教育目标已经体现出自动化、人工智能的影响：均强调未来世界的高科技、快速变化与不确定性，因此均重视学生的灵活性、适应性、学习力、自控力、创造力与交流合作能力。下面仅通过几个案例概括分析近年来基础教育领域和职业与高等教育领域人才培养目标的新特点。

在基础教育阶段，如何超越知识与技能，培养学生的一般能力？这是基础教育发展的国际性课题。2016年发布的《中国学生发展核心素养》致力于回答我国教育应培养什么样的人这个问题，即学生应具备的能够适应终身学习和社会发展需要的品格和关键能力有哪些。最终确立了三类六大学生核心素养：文化基础类的人文底蕴、科学精神；自主发展类的学会学习、健康生活；社会参与类的责任担当、实践创新（柴葳, 等, 2016; 汪瑞林, 等, 2016）。芬兰在2014年发布的《基础教育核心课程》中提出基础教育应以培养学生的横贯能力（transversal competence）为目标。所谓横贯能力是指由知识、技能、价值观、态度和意志所组成的实体，意味着在特定情境下应用知识与技能的能力（芬兰国家教育委员会, 2016, p. 594）。芬兰国家教育委员会认为应培养学生的七大横贯能力，即思考与学习能力，文化素养、沟通与自我表达能力，自我照料、日常生活技能与保护自身安全的能力，多元识读能力，信息技术能力，工作生活能力与创业精神，以及参与、影响和构建可持续发展未来的能力。其中，思考与学习能力是其他能力与终身学习的基础。

在职业与高等教育阶段，如何培养通达的专才？职业与高等教育可细分为不同层次，如中等职业教育、高等职业教育、本科教育、研究生教育等，但与基础教育相比均限于特定领域，相对而言是培养“专才”的，其面临的挑战是如何培养“通达”的专才。对于通达的需求源自于社会与个体两个层面。从社会层面看，越来越细致的分工呼唤更大规模的社会协作，在这一过程中需要有全局视野的人才来组织协调，这类人才需要有通达各个专业细分领域的眼光。从个体的层面看，“通达”者不但能够适应工作岗位转换，适应与学习能力强，而且更有可能发现“人工智能+原有产业”的空白点，具有更强的创新能力。对于大学而言，预判领域未来所需的人才知识结构变得更加紧迫。近期在我国大学本科教学改革中，强调基础性与通识教育是两个趋势。前者，如中山大学新闻学科的人才培养，看重基础性，“以不变应万变”，即新闻行业的许多传播手段会变，但文、史、哲、经济的基础知识不变，新闻领域采写编评的专业基础不变（黄达人, 2015, p. 164）；后者，如清华大学经济管理学院强调“塑造价值、培养能力、获取人类核心知识”的通识教育（黄达人, 2015, p. 135）。

三、教学自动化的必然性与可能性

对于人工智能的教育应用，本文有意采用“教学自动化”一词，意在强调三个方面：一是人工智能以研究自足地“感知、推理、行动”的智能系统为目标，应用于教育的智能系统通常可自主完成相对复杂

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的教学任务，“自动化”可突出其目标设定后无须人工干预、自主教学决策的能力与特色；二是“自动化”更能突出微观层面的人机关系，逼迫人们去思考教师与机器（计算机）的关系，如何分工协作，以及这对于学生、教师、学校、社会、家庭的可能后果，智慧教育、智能教育等术语属宏观层面，有利于建立共同愿景，在微观层面上它们会遮蔽人机分工的本质；三是本领域已有的研究与实践多数只关注教与学，尤其是更多仅关注学生对特定学科的学习，强调“教学自动化”符合人工智能教育应用研究的现实。

（一）教学自动化的逻辑必然性

教学自动化的逻辑必然性主要表现在三个方面：

第一，在人工智能与教育相互作用过程中产生的“推拉”效应使得教学自动化成为必然。所谓“推”，是指人工智能对个体与社会产生影响，使得人才培养目标在总体上强调核心素养、一般能力和通达等，以提高个体的学习力与适应性。培养这些品格与能力，需要学生具有分析与解决真实问题的经验，需要向学生提供个性化指导与反馈，这是学校现有教育模式难以大规模提供的，而智能教学系统有望大规模提供这类学习机会。“推”体现了人工智能对于教育的间接影响，即通过改变人才培养目标，从外部推动教育采用人工智能技术。所谓“拉”，由于人工智能与教育之间以人类的知识与知识实践为纽带，教育是知识传播实践，而人工智能技术可自动应用学科知识、教学法知识和学习者知识实现知识传播的自动化①，天然可用于支持教育活动。贾积有（2009, p. 8; 2018）认为，在某种意义上，人工智能研究与人类的教育活动是相同的，都是为了提高活动对象的智能，不同之处是前者旨在“教”以计算机为代表的人造机器，而后者“教”的对象是人类个体。这一观点对于深入认识人工智能、教育和知识三者之间的关系颇具启发性。顺着这个思路再向前推：被研究者教“会”了的计算机，是否可以教人类呢？从这个意义上讲，能够实现知识实践自动化的人工智能技术直接介入教育教学过程，提高知识传播的效率与效果，是必然的。

第二，教学过程的个性化指导需求使得教学自动化成为必然。教学过程是教育活动的核心，对于学生个体而言，教学过程是一个特殊的认识过程，其特殊性体现在这一认识过程是有指导、以学习间接知识为主、有教育性的认识过程（王策三, 2005, pp. 114–130）。郭华（2016）认为“教学的根本问题，是外部知识如何被学生获得、占有并转而成为学生个体的内在力量和精神财富的问题”，她提出“两次倒转”的教学过程：学生的认识过程是将人类认识过程“倒过来”的过程，在内容上学生的认识起点是人类的认识终点，在过程上是把“倒过来”的过程再“转回去”，即学生通过典型地、简约地经历人类认知过程的方式主动地全面占有人类知识。“倒过来”“转回去”的过程并不容易，学生需要个性化指导甚至“教练”式的指导，但是大规模个性化教学的成本很高。班级授课制自17世纪确立之后，饱受批评，但批而不倒，到现在为止依然是世界范围内学校教育的主流模式（王策三, 2005, p. 272），之所以如此，实施成本低是重要原因。常规计算机辅助教学（CAI）软件、在线课程（如慕课）作用有限的原因之一，是这些系统并不“理解知识”，不会“施展技能”，它们只是提供了预先设置好的“讲解”与简单的练习，教学的个性化、灵活性与适应性很差（Park, et al., 1987）。早在20世纪70年代初，Collins等（1975）就论述了智能教学系统开展个性化教学的优势。智能教学系统能够超越“讲解”，支持创建交互式智能学习环境，为学生提供灵活多样的“做中学”机会，计算机成为教练，使大范围“认知学徒”式教学活动成为可能，为学生提供“两次倒转”所需的切身体验与个性化指导。

第三，教育机构顺应社会分工发展潮流的需求使得教学自动化成为必然。劳动分工与专业化是提高生产效率的有效途径，自亚当·斯密（Adam Smith）揭示出这一规律后，社会分工愈加细密。学校经历了社会不断赋予其功能，而学校反过来持续借助社会力量为学生提供服务（如校服、能源、餐饮、信息化运维、部分特色课程等）的发展过程。在这个过程中，学校越来越像各类社会服务的把关人与过滤器，而不是什么都由自己提供的臃肿组织。但以往“外包”的

① 现有的智能辅导系统（Intelligent Tutoring System，ITS），如卡耐基–梅隆大学的CognitiveTutor（认知导师），是基于专家系统的智能交互式学习环境，系统可以自动解题，并能够辅导学生学习几何、代数等学科问题的解决。其教学单元的创作，需要人类知识工程师捕获领域专家（学科教师）的专业知识。系统可利用知识库中的知识为学生提供动态、个性化的辅导。参见Anderson（1995）。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

服务与学校的核心业务（教学）距离比较远，随着信息化的深入发展和混合教学活动的普遍开展，在挖掘教育教学大数据、开发个性化教学系统等方面，学校通常都需要借助外部专业力量才能完成。这些新的活动越来越贴近教与学活动的核心。一开始，学校的开放很可能是被迫的，因为学校不具备这样的专业能力（麦尔荀伯格, 等, 2014, p. 80）。在可预见的未来，为满足更高的人才培养需求，多数学校应该仍然需要面对专业能力不足以及降低成本的压力，需要寻求专业的第三方服务或者开放教育资源。随着智能开放教育资源不断丰富、教学平台日益成熟、众包观念被广为接受，有可能建立起新的价值协调网络，建立起以师生为中心的智能教学生态（克里斯坦森, 等, 2015, pp. 94－104; Heffernan, et al., 2016），这实际上是建立在互联网、大数据和人工智能基础上的更为动态开放、灵活自主的教育分工体系。

（二）教学自动化的现实可能性

尽管当前人工智能技术还存在缺乏常识（斯加鲁菲, 2017, pp. 134－140）、符号难以接地（松尾丰, 2015, pp. 77－78）、跨领域迁移难（Pinkwart, 2016）、高能耗（凯利, 等, 2016, pp. 107）等局限，尽管当前人工智能教育应用领域中以工程性研究居多，缺少高生态效度、大规模、严谨的教育应用研究，同时智能教学系统的设计开发难度大，尚未形成成熟的智能教育产品生态，但是由于存在广泛的现实需求，而且人工智能应用于教育的条件已经基本具备，因此，在未来人工智能可能会对各级各类教育，尤其是学校教育与开放教育，产生广泛而深刻的影响。

从教育与教育信息化来看，以下需求呼唤人工智能深度应用于教育领域：

第一，培养学生核心素养的需求。在以培养学生核心素养为目标的教学中，知识与技能掌握依然重要且不可跨越，但教学不能停留在此，还需要为学生提供丰富、系统的“动手动脑”解决真实问题的机会。强调培养学生的一般能力并不新鲜，至少在19世纪下半叶法国的中等教育就已经开始重视培养学生的判断力、推理力和思考力（涂尔干, 2006, pp. 332－334）。当前的主要挑战有两方面：一是规模，即不是面向极少数“精英”学生，而是要面向全体学生；二是一般能力包含的成分更复杂多样，外延更宽泛。当前学校教育中主流的班级授课制在为学生提供解决真实问题的经验这方面捉襟见肘，而智能教学系统可灵活创建多样的问题解决情境，这为大范围培养核心素养创造了条件。

第二，学校开展个性化教学的高成本难题。人们常将今天的学校比喻为“工厂”，强调其不顾学生个性的批量教学。这个比喻并不准确。目前学校更像工业化早期的手工“工场”，而非实现了机器大生产的“工厂”，教学活动基本上都是教师“手工”完成的，机器承担的任务并不多。这也许是个性化教学成本高昂的主要原因。人工智能在将教师从重复性低级劳动中解放出来、提高个性化教学效率、降低成本方面潜力很大。

第三，教育治理现代化的挑战。教育治理现代化是教育现代化的重要内容（秦建平, 等, 2016）。教育治理是面向教育领域的行动过程，是政府、企业和学校等多社会主体依托正式或非正式制度在主体间进行协调及持续互动的行动过程（刘来兵, 等, 2017）。数据是实现教育治理现代化的前提，在治理方式上由依据经验进行预判转为依据数据进行预测，在治理模式上从静态治理转向动态治理，在治理维度上由自上而下变成上下联动，在这种转变过程中人工智能不可或缺。

第四，教育信息化2.0实践创新的压力。教育部于2018年4月印发《教育信息化2.0行动计划》，明确提出我国教育信息化事业将进入“创新发展”阶段，要求因应智能技术发展，推进智能教育。作为教育部对于全国教育信息化工作的总体部署，这份行动计划无疑提高了人工智能教育应用研究与实践的紧迫性。

第五，在教育实践、政策与研究层面，存在诸多有利于人工智能教育应用大范围推进的条件：一是社会对人工智能的“意识水平”有所提升，公众预感到社会会因人工智能的发展而有大改变，变革教育以应对未来的观念被广为接受；二是人工智能技术快速发展，智能技术、产品与服务的性能、可靠性与可用性提高；三是欧美对人工智能教育应用已有40多年的深入研究与实践，他山之石可以攻玉，我们不完全是“摸着石头过河”；四是我国教育信息化建设已取得较大进展，在基础设施、资源建设、应用能力和机制建设等方面都为人工智能教育应用奠定了基础；五是我国教育信息化产业取得了巨大发展，在产品研发、集成与应用、服务支持等方面具备了能力；六是教育与产业政策支持和鼓励，而政策是人工智能教育应用的重要推动力量（刘德建, 等, 2018）。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

四、小结

作为仍处于快速发展中的研究领域，人工智能自身及其对经济、社会的最终影响还难以预知，但现阶段的人工智能技术已对社会生产生活产生了巨大影响，已成为教育工作者不可忽视的变革力量。要准确、全面地认识人工智能技术、把握它与教育的关系，需要突破智能教学系统开发的局限，以更广阔的视角全面分析人工智能与教育的相互作用。人工智能直指人类心智，它与教育活动都深深植根并紧密作用于人类的知识与知识实践，更容易直接介入教育教学过程。

历史地看，人工智能是一种可能对社会产生全方位影响的通用技术。就对教育的直接作用而言，已有的通用技术（蒸汽机、电力、计算机通信等）已为教育提供物质与能量、媒体与学习环境（如书籍、幻灯片、计算机、互联网），而新的通用技术（人工智能）有望成为新型“教育主体”，实现教学自动化。人工智能的教育应用更接近教育活动的核心，只是越靠近教育的核心活动，变革所牵涉的人、文化、制度的因素就越多，实现大范围的变革就越艰难。

尽管以本文提出的人工智能与教育三层次相互作用模型为框架的分析表明教学自动化存在逻辑必然性，尽管存在强烈的现实需求与利好的宏观政策，但是人工智能技术的外源性与学校教育体系的成熟、系统性决定了教育自动化之路绝非坦途。如同实验室出来的机器人，在面对无结构的现实世界时茫然无措，举止失当。条理分明的应然分析在充满价值冲突的实践“沼泽地”面前，常常显得苍白无力。但人工智能、教学自动化如同潘多拉之盒，一旦打开无法回头。研究先行成为当前解决教育教学重大问题的基本思路。人工智能教育应用研究亟待超越技术、产品开发与应用设想研究，亟待开展对于人机分工教学法的机制与效果及其对教育机构的全面影响的系统化理论研究与高生态效度的实证研究。本文仅分析了“应然”，但“实然”如何？当前的教学自动化在微观层面是如何实现的？教师能否起作用？应该如何起作用？如何评价与选择智能教学系统？人工智能对学校教育、开放教育会有何影响？等等。这些问题都需要进一步探讨。

[参考文献]

阿兰·柯林斯，理查德·哈尔弗森. 2013. 技术时代重新思考教育：数字革命与美国的学校教育[M]. 陈家刚，程佳铭，译. 上海：华东师范大学出版社.

彼得·伯克. 2016. 知识社会史（下卷）：从《百科全书》到维基百科[M]. 汪一帆，赵博囡，译. 杭州：浙江大学出版社.

伯尼·特里林，查尔斯·菲德尔. 2011. 21世纪技能——为我们所生存的时代而学习[M]. 天津：天津社会科学出版社.

柴葳，刘博智. 2016. 六大素养树立学生成长“标杆”[N]. 中国教育报，9-14(1).

陈嘉映. 2018. 哲学科学常识[M]. 北京：中信出版集团.

郭华. 2016. 带领学生进入历史：“两次倒转”教学机制的理论意义[J]. 北京大学教育评论，14(2)：8-26.

国务院. 2017. 国务院关于印发《新一代人工智能发展规划的通知》（国发〔2017〕35号）[EB/OL]. [2018-9-20]. www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content-5211996.htm

化柏林. 2008. 论知识管理与知识工程的差异性及其发展[J]. 图书馆杂志，27(11)：2-5.

黄达人. 2015. 大学的根本[M]. 北京：商务印书馆.

黄济，王策三，石中英，王本陆. 2012. 现代教育论[M]. 北京：人民教育出版社.

吉仁泽. 适应性思维：现实世界中的理性[M]. 刘永芳，译. 上海：上海教育出版社，2006.

贾积有. 2018. 人工智能赋能教育与学习[J]. 远程教育杂志(1)：39-47.

贾积有. 2009. 教育技术与人工智能[M]. 长春：吉林大学出版社.

教育部. 2018. 普通高中信息技术课程标准(2017版). 北京：人民教育出版社.

杰瑞·卡普兰. 2016. 人工智能时代：人机共生下财富、工作与思维的大未来[M]. 李盼，译. 杭州：浙江人民出版社.

经济合作与发展组织. 2009. 面向未来的学校[M]. 李昕，曹娟，译. 北京：教育科学出版社.

克莱顿·克里斯坦森，迈克尔·霍恩，柯蒂斯·约翰逊. 2015. 创新者的课堂——颠覆式创新如何改变教育. 北京：中国人民大学出版社.

克劳迪娅·戈尔丁，劳伦斯·凯兹. 2015. 教育和技术的竞赛. 陈津竹，徐黎蕾，译. 北京：商务印书馆.

联合国教科文组织. 1996. 教育——财富蕴藏其中[M]. 联合国教科文组织总部中文科，译. 北京：教育科学出版社.

刘德建，杜静，姜男，黄荣怀. 2018. 人工智能融入学校教育的发展趋势[J]. 开放教育研究，24(4)：33-41.

刘来兵，张慕文. 2017. 大数据时代教育治理现代化的内涵、愿景及体系构建[J]. 教育研究与实验(2)：30-35.

罗伯特·L. 索尔斯，M·金伯利·麦克林，奥托·H. 麦克林. 2008. 认知心理学[M]. 第7版. 邵志芳，李林，徐媛，高旭辰，何敏萱，等，译. 上海：上海人民出版社.

马丁·福特. 2015. 机器人时代：技术、工作与经济的未来[M]. 王吉美，牛筱萌，译. 北京：中信出版社.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

尼古拉斯·卡尔. 2015. 玻璃笼子——自动化时代和我们的未来[M]. 北京:中信出版集团.
麦尔荀伯格,库基耶. 2014. 大数据教育篇:教学与学习的未来趋势[M]. 台北:远见天下文化.
马文·明斯基. 2016. 情感机器——人类思维与人工智能的未来[M]. 王文革,程玉婷,李小刚,译. 杭州:浙江人民出版社.
潘云鹤. 2018. 人工智能2.0与教育的发展[J]. 中国远程教育(5):5-8,44.
裴娣娜,王本陆. 2004. 主体教育的理论探析(笔谈)[J]. 教育研究(6):13-15.
皮埃罗·斯加鲁菲(Piero Scaruffi). 2017. 智能的本质[M]. 任莉,张建宇,译. 北京:人民邮电出版社.
秦建平,张勇,张惠. 2016. 教育治理现代化及其监测评价研究[J]. 中国教育学刊(12):23-28.
石中英. 2001. 知识转型与教育改革[M]. 北京:教育科学出版社.
史忠植,杨至成,方健梅. 1986. 知识工程[J]. 计算机学报(9):241-248.
松尾丰. 2015. 人工智能狂潮:机器人会超越人类吗? [M]. 赵函宏,高华彬,译. 北京:机械工业出版社.
涂尔干. 2006. 教育思想的演进[M]. 李康,译. 上海:上海人民出版社.
涂子沛. 2014. 数据之巅——大数据革命,历史、现实与未来[M]. 北京:中信出版集团.
汪瑞林,杜悦. 2016. 凝练学生发展核心素养,培养全面发展的人——中国学生发展核心素养研究课题组负责人答记者问[N]. 中国教育报,9-14(9).
王策三. 2005. 教学论稿[M]. 第二版. 北京:人民教育出版社.
王珠珠. 2018. 教育信息化2.0:核心要义与实施建议[J]. 中国远程教育(7):5-8.
危辉,黄旗明,潘云鹤. 1999. 常识:知识获取的瓶颈[J]. 计算机科学,(26)9:17-19.
维纳. 1978. 人有人的用途[M]. 北京:商务印书馆.
吴飞,阳春华,兰旭光,丁进良,郑南宁,桂卫华,等. 人工智能的回顾与展望[J]. 中国科学基金(3):243-250.
叶澜. 2006. 教育概论[M]. 北京:人民教育出版社.
叶澜. 1997. 让课堂焕发出生命活力——论中小学教学改革的深化[J]. 教育研究(9):3-8.
余成峰. 2017. 从老鼠审判到人工智能之法[J]. 读书(7):74-83.
约翰·E. 凯利,史蒂夫·哈姆. 2016. 机器智能[M]. 马隽,译. 北京:中信出版集团.
约翰·马尔科夫. 2015. 与机器人共舞[M]. 郭雪,译. 杭州:浙江人民出版社.
约翰·希利·布朗,保罗·杜奎德. 2003. 信息的社会层面[M]. 北京:商务印书馆.
詹姆斯·格雷克. 2013. 信息简史[M]. 高博,译. 北京:人民邮电出版社.
张宸宸. 2016. 机器人:法律行业的终结者还是开路者? [J]. 读书(10):38-40.
赵汀阳. 2018. 人工智能"革命"的"近忧"和"远虑"——一种伦理学和存在论的分析[J]. 哲学动态(4):5-12.
周志华. 2018. 创办一流大学人工智能教育的思考[J]. 中国高等教育(9):52-53.
Russell, S. J. & Norvig, P. 2013. 人工智能:一种现代的方法[M]. 殷建平,祝恩,刘越,陈跃新,王挺,译. 第3版. 北京:清华大学出版社.
Anderson, J. R., Corbett, A. T., Koedinger, K. R. & Pelletier, R. (1995). Cognitive tutors: Lessons learned. The Journal of The Learning Sciences, 4(2), 167-207.
Brundage, M., Avin, S., Clark, J., Toner, H., Eckersley, P., Garfinkel, B. et al. 2018. The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation. https://maliciousaireport.com/blobby/go/3d82daa4-97fe-4096-9c6b-376b92c619de/downloads/1c6q2kc4v-50335.pdf
Collins, A. & Grignetti, M. 1975. Intelligent CAI. Final Report (1 March 1971-31 August 1975). Retriered October 10, 2018, from. https://eric.ed.gov/?id=ED114089.
Finnish National Board of Education. 2016. National core curriculum for basic education 2014. Helsinki: Next Print Oy.(kindle edition).
Heffernan, N. T., Ostrow, K., Kelly, K., Selent, D., Van Inwegen, E. G., Xiong, X., et al. 2016. The future of adaptive learning: Does the crowd hold the key? International Journal of Artificial Intelligence in Education, (26):615-644.
Kaplan, J. 2016. Artiticial intelligence: What everyone needs to know. New York: Oxford University Press. (kindle edition).
Park, O. & Seidel, R. J. 1987. Conventional CBI versus intelligent CAI: Suggestions for the development of future systems. Educational Technology, 27(5):15-21.
Pinkwart, N. 2016. Another 25 years of AIED? Challenges and opportunities for intelligent educational technologies of the future. International Journal of Artificial Intelligence in Education, (26):771-783.
Polanyi, M. 1957. The study of man. London: Routledge & Kegan Paul.
Yao, M., Jia, M., Zhou, A. 2017. Applied artificial intelligence: A handbook for business leaders. ISBN 978-0-9982890-5-2 (Kindle)(kindle edition).

收稿日期:2018-10-14
定稿日期:2018-11-14
作者简介:张志祯,博士,讲师,硕士生导师;张玲玲,硕士研究生;李芒,博士,教授,博士生导师。北京师范大学教育技术学院(100875)。

责任编辑 单 玲

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Abstracts

Chinese research literature on educational justice in the 21st century: using co-word matrix knowledge map to identify hot topics and trends

Xueyang Ding and Tianjun Cheng

Since the beginning of the 21st century, educational justice has gradually become the basic educational policy in China. This study set out to survey research in this field by analyzing 1,450 publications from 37 journals indexed in CSSCI (Chines Social Sciences Citation Index). A combination of co-word matrix, similar matrix, multi-dimensional scaling and knowledge mapping is used to identify hot topics and trends in the sample literature. Findings show that research in this field experienced three phases: re-start, rapid development and steady deepening. Also revealed by the findings are hot topics in such areas as justice of the education system, educational justice for special groups, modernization of educational justice theory and the role of technology in facilitating justice. Five themes emerge from the data, including educational justice for the disabled, educational justice in rural areas, educational justice in the education sector itself, higher education justice and educational justice in the age of "Internet Plus". Future research is likely to deepen study of core issues, widen the scope of comparative study, implement technology-facilitated justice and quantify evaluation of educational justice in educational policies.

Keywords: educational justice; educational justice research; co-word matrix; cluster analysis; knowledge map

A normative analysis of AI in education: the necessity and possibility to automate instruction

Zhizhen Zhang, Lingling Zhang and Mang Li

Artificial intelligence (AI) escalates the adoption of *ICT in Education Initiative 2.0*. This is a consensus among researchers and policy makers in the field of ICT in education. Nevertheless, schools have yet to become highly automated. Currently, schools continue to be "workshops" of manual labour rather than "factories" where machines do the manufacturing. Overall, educators have not felt the impact of AI despite the imperative for them to know the basic principles and technological limitations of AI and manage its use in education both at the macro and micro levels in order to meet the needs of future education development. A model of three-level interplay between AI and education is developed in this article. The article then discusses the model by defining and expounding these three levels: latent, direct and indirect action. It is argued that due to the push and pull effect of AI and education interplay, individualized demands in massive instruction, and the intention of educational institutions to lower cost and divide labour, automation of instruction is, logically speaking, necessary. On the other hand, automation of instruction is also possible because of the needs of educational development and the use of ICT in the field, the public's increasing AI awareness, good foundations resulting from earlier developments of ICT in education, and favourable macro policies. Nevertheless, China's application research has not produced sufficient outcomes to support massive implementation. It is pointed out that application research in this field should go beyond technology as well as product development and application. Directions for further research are discussed.

Keywords: artificial intelligence; AI in education; automation of instruction; knowledge; knowledge practice; knowledge application; educational reform

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

我国学习空间研究的进展与前瞻*
——兼论“人工智能+教育”视域下学习空间未来发展

塔卫刚[1,2] 张际平[1]

（1.华东师范大学 教育学部 教育信息技术学系，上海 200062；
2.新疆师范大学 教育科学学院，新疆乌鲁木齐 830017）

[摘 要] 在我国教育信息化深度推进的进程中，学习空间研究在理论和实践领域，都取得了较为丰富的研究成果。通过对相关数据库的学习空间文献进行系统性综述，发现我国学习空间研究总体上呈现三重分野：2013年是我国学习空间研究的重要分水岭；2013年之前呈现出思辨研究与综合研究的分野；2013年之后主要体现为团队特色研究的分野；在整体时间轴上，则体现为传统学习空间与网络学习空间的分野。推动我国学习空间研究的动力，主要来自技术助力、政策推动、学术共同体尽力、高规格学术会议推动、跨学科和国际借鉴五个方面。在“人工智能+教育”视域下，未来我国学习空间应在“基于智能技术整合的学习空间架构”和“基于智能大数据技术的学习空间教学”两方面进行深入研究，基于此的应用主要有学习资源进化机制、学习者画像分析、个性化学习干预和学习风险预警研究等。

[关键词] 学习空间；AI；人工智能+教育；研究进展；个性化学习；学习者画像分析

[中图分类号] G420 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2018)06-0031-10

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2018.06.004

一、研究背景与目的

随着互联网技术、云计算和人工智能技术的快速发展，以及各种智能移动终端的迅速普及，人们的学习、生活、工作方式发生了重大变革。特别是人们的学习方式，正突破原有学习空间的局限，延伸、拓展到世界的每一个角落，泛在学习、社交学习、智慧学习、正式学习与非正式学习等，日益成为人们践行的学习方式。在技术促进学习及学习方式变革的过程中，一个重要命题越来越引起研究者的关注，即学习空间，它已然成为教育领域中的一个重要研究议题。《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020年）》[1]明确指出，“信息技术对教育发展具有革命性影响，必须予以高度重视”。在其宏观指导下，《教育信息化十年发展规划（2011-2020年）》[2]中多次提及“信息化学习环境”；《教育信息化“十三五”规划》[3]中也多次提及“网络学习空间”。虽然国家政策文件中的用语有所差异，但它们所指涉的内涵却是相同的。

美国新媒体联盟历年发布的《地平线报告》，堪称全世界探索新技术发展趋势与教育应用的权威报告，其“高等教育版”更是旨在考察新兴技术对高等教育产生的潜在影响。该报告2015-2017年连续三年认为，学习空间的重构和重新设计，成为可能影响高等教育变革的关键趋势之一[4-6]。由此可见，学习空间既是一个重要的理论领域，也是一个鲜活的实践领域。那么，学习空间目前的研究现状如何？其作为一个新兴的研究领域，有哪些外在的和内生的发展动力？目前学习空间研究是否呈现出“重技术、轻学习”的问题？未来学习空间研究应该如何深入？这些都是迫切需要研究者厘清的问题。

我们从可检索的学习空间相关文献来看，虽然已有4篇综述类型的论文，但总体上它们都遵循一致的分析模式，如，运用内容分析和可视化呈现手段，从研究内容、研究方法、研究趋势等方面展开，但分析得都比较简单。鉴于此，本研究将从系统性文献综述的视角，尝试对上述问题进行较为系统的阐述。

系统性文献综述是国际上新兴的一种文献综述方法，它能够突破传统文献研究的局囿，将文献研究

* 基金项目：本文系新疆维吾尔自治区教育科学“十二五”规划青年课题“新技术新媒体环境下课堂教学互动模式研究”（项目编号：143077）的研究成果。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

由原来的单纯描述和简单批判，扩展为系统性的研究，因而，对某一领域研究进展的把握能够做到尽量精确、全面。在具体的操作流程上，主要有执行计划、检索文献、评估文献、抽取数据资料、整合数据和撰写综述等六个关键步骤[7-8]。我们将围绕“学习空间”这一热点选题，应用系统性文献综述的思想和方法，对学习空间的研究现状、研究重点、推进动力、发展趋势，尤其是在“人工智能+教育”全新背景下，对学习空间的未来发展，展开较为系统的阐述。这，无疑具有创新性价值。

二、学习空间的总体研究现状

为了较为全面地了解我国学习空间的研究现状，利用国内对各类文献收录较为全面的“中国知网”(CNKI)数据库，以“学习空间”为“篇名”进行“精确”匹配检索，截至2018年4月1日，共检索到相关文献827篇。

为了尽可能获取有价值的文献，我们通过阅读所有文献的题目、摘要和关键词等信息，进行初步数据清洗和筛选。数据清洗和筛选过程遵循以下基本原则：一是删除新闻报道类和学术宣传类文献；二是删除将“学习空间”分为两个不相干的词来理解的文献，如，“从传统建筑中学习空间处理手法”“学习空间向量”等；三是删除医学和脑科学中涉及的“学习空间”，如，“抑郁症大鼠海马GAP-43的表达及其学习空间记忆关系”；四是删除重复发表的文献。最终筛选出有效文献500篇，其中，包括433篇期刊论文、48篇硕博士论文（含4篇博士论文）、15篇会议论文(含4篇国际会议论文)和4篇报纸文献。

从文献随时间的分布来看，我国“学习空间”研究大致经历了如下三个发展阶段：起步阶段(1999-2006年)，年发文量低于3篇；缓慢增长阶段(2007-2012年)，年发文量介于6-15篇；快速发展阶段(2013-2017年)，年发文量超过60篇。

由此可以认为，2013年是我国学习空间研究重要的分水岭，2013年以前其研究缓慢，2013年以后学习空间研究以迅猛的态势发展。因此，我们将以时间和阶段划分为线索，对每个阶段的学习空间文献，从研究领域、重点和特征等方面进行阐述，以期呈现和把握学习空间的总体研究进展。

(一)起步阶段(1999-2006年)

该阶段每年刊发的有效文献数量低于3篇，总计13篇文献。从检索到的文献来看，我国对学习空间的研究最早出现在建筑学领域[9]，主要从建筑学和现代美学的视角对学校空间进行设计与规划。而真正从教育学视角对课堂学习空间进行研究，是始于2000年。随着计算机网络在学校教育中的逐步普及，网络环境孕育出一种新的学习空间。

聊城师范学院王广新老师最早对网络环境下的学习空间特征，进行了较为深入的分析。他指出，网络学习空间区别于传统课堂空间，具有三大显著特性：开放性、可控性和灵活性。同时，他还对网络学习环境中人际交往的特征进行了描述[10]。该研究正式拉开了网络学习空间研究的序幕。随后，陆续有研究者开始关注虚拟学习空间，如，梅家驹从学习经验获得途径(直接或间接)的角度，对虚拟学习空间和真实学习空间的特征和优缺点进行比较[11]；刘明祥从虚拟学习空间与真实学习空间融合的视角，提出了两者互补融合的思路和途径[12]。该阶段的研究成果虽然数量很少，但都颇具引领实践的理论深度和高度。

(二)缓慢增长阶段(2007-2012年)

该阶段每年刊发的有效文献数量介于6-15篇，总计53篇，年平均发文量8.8篇。总体来看，该阶段学习空间研究涉及的专业领域有建筑学（4篇）、图书馆学(5篇)、管理学(3篇)、计算机科学(3篇)和教育学(38篇)。

建筑学对学习空间的研究主要集中在建构主义思潮对建筑院校学习空间设计的影响[13]。图书馆学对学习空间的研究，主要集中在图书馆物理学习空间的设计[14]。管理学领域认为，学习空间是一种企业或组织实现知识创新和绩效创新的空间场所，具有知识深度与知识宽度两个表征维度[15]，以及紧密度与知识面两个特征[16]。计算机科学领域则通过运用工程学的方法，对学习空间进行系统设计、模型建构和技术实现，如有研究者提出，数字化学习空间架构应包括基础层、数据资源层、服务器层和应用层[17]。

教育学领域对学习空间的研究，主要体现在两个方面：一是将网络和多媒体视为一种新型技术，探讨其对传统学校空间、教学空间、课堂空间和课外空间产生的影响和变革，大多停留在思辨和浅层次的论述层面；二是将学习空间视为一个专门研究领域，对其进行较为深入的设计、开发、应用和评价研究。该类研究以华东师范大学张际平教授团队为领衔和核心，他们对学习空间的研究涉及未来课堂理论引荐[18-19]、“教育-社会-空间-技术”(PSST)的学习空间开发框架[20]、校园学习空间连续体宏观框架[21]，以及各种类型的学习空间开发与应用，如，多显示学习空间的开发与应用[22]、高互动学习空间(即未来课堂)

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的设计与构建[23]、多屏学习空间的设计与应用[24]、图书馆学习空间的设计[25]等。另外,该阶段召开的全国计算机辅助教育学会第十四届学术年会,还专门设有“学习空间研究”这一主题,进一步推动了该领域的深度交流。

(三)快速发展阶段(2013–2017 年)

该阶段每年刊发的有效文献数量介于 40–150 篇,总计 438 篇,平均年发文量为 87.6 篇。总体来看,该阶段学习空间研究主要涉及图书馆学领域和教育学领域,其中,图书馆学领域有 44 篇,教育学领域有 382 篇,其余 12 篇涉及管理学、语言学和建筑学等领域。根据研究需要,我们主要对教育学领域的学习空间研究文献进行甄别、筛选和多视角归类,而且认为机构或团队合作所得研究成果的质量更高。因而,通过“研究机构”标签来抓取有代表性、有价值的文献,最终获得 132 篇,约占该阶段总文献数量的 30%。通过对这些文献进行仔细研读,可以得出该阶段学习空间研究具有如下特征:

第一,学习空间研究的主体力量主要是几所师范院校。其中,华东师范大学的研究最早,研究成果也最多;西北师范大学的研究虽然起步晚,但 2017 年呈现爆发态势,当年发文量达到 13 篇;东北师范大学、华南师范大学和华中师范大学的发文,主要集中在 2015 年和 2016 年。

第二,2013 年是我国学习空间研究的重要分水岭。国家教育信息化政策的酝酿和出台,是推动我国学习空间研究快速发展的重要动力。2012 年 5 月,教育部副部长杜占元在“教育信息化试点工作座谈会”上的讲话中,首次提出“网络学习空间人人通”。同年 9 月,国务委员刘延东在“全国教育信息化工作电视电话会议”上的讲话中,再次强调推动“网络学习空间人人通”,促进教学方式与学习方式的变革。2013 年 1 月,在教育部关于印发《教育部 2013 年工作要点》的通知中,再次将加快推进“优质资源班班通”“网络学习空间人人通”列为工作重点。由此,加快了我国学习空间研究的进程。

第三,不同机构和团队对学习空间的研究既有共性,也体现出各自特色。共性主要体现在研究者对学习空间的研究,既涉及宏观的理论探索,如,政策解读、模型建构、范式转型、领域基础、研究综述;也涉及微观的实践应用,如,基于某种具体技术的学习空间设计、师生应用学习空间的效果和影响因素、学习空间与具体学科的应用案例等。

不同研究团队的研究特色也是泾渭分明。例如,华东师范大学的研究体现出两条路径:一是以张际平教授团队为代表开展的学习空间理论和实践研究,他们以原来的学习空间研究为基础,进一步深入分析了学习空间的特征要素[26]、研究进展[27]、领域基础[28],以及学习空间对教师教学[29]和学生学习[30]的影响因素等,并且他们开展的实践研究均以“未来课堂”项目实验室为依托;二是以祝智庭教授为首响应国家“三通两平台”和“网络学习人人通”政策的网络学习空间建构与设计,涉及建设框架[31]、信息模型[32]、云架构[33]、技术标准[34]等理论研究。

西北师范大学以郭绍青教授为首的团队,对学习空间的研究主要以理论研究为主,并以系列研究的形式产生了效应。他们围绕“网络学习空间内涵与学校教育发展研究”这一核心议题,在阐述网络学习空间系统构成与功能演变的基础上,将网络学习空间分为知识存储与共享学习空间[35]、交互与知识生成学习空间[36]、个性化学习空间[37]、智能化学习空间[38]。并在此基础上,深入论述了网络学习空间变革学校教育的路径与政策保障[39]。

东北师范大学以钟绍春教授和谢月光教授团队的研究为代表:前者以网络学习空间与具体学科相结合的应用研究为主,如,高中语文阅读[40]和初中物理[41]在网络学习空间中的设计研究;后者以个人学习空间的建构与应用研究为主,如,从多维视角(教育视角、学习视角、技术视角)构建个人学习空间模型,并以初中数学学科为例进行实证分析[42]。

华中师范大学研究团队对学习空间的研究主要聚焦在微观层面,以影响因素研究为主,涉及使用意向[43]、学习效果[44]、知识共享[45]、交互行为[46]、投入水平[47]等。由此可见,不同高校的研究团队从不同视角开展的理论和实证研究,进一步丰富了学习空间的研究深度。同时值得注意的是,国家政策和高校团队是两股推动学术研究深入的重要力量。

第四,技术对学习空间研究具有明显的支撑和促进作用。网络学习空间研究离不开技术的支撑,尤其是各种互联网技术的快速发展催生出各种类型的网络学习空间,如,各种虚拟现实技术、增强现实技术、人工智能技术、云计算技术等,使得学习空间的构造和支撑技术更加多样。此外,各种学习理论和教学模式对网络学习空间的研究,也在产生积极的影响,如,知识管理理论支撑网络学习空间的知识共享,活动理论支持和指导学习空间实践研究的设计与开展,慕课和翻转课堂教学模式能够与网络学习空间中的学科教学紧密联系。这些都在一定程度上

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

推动了学习空间研究的快速发展。

三、学习空间研究的重点聚类

为了对学习空间的研究现状有更为准确的把握，我们将通过关键词词频统计和关键词共现聚类两种方式，进一步进行可视化展示和分析。

(一)全部文献的聚类分析

由于关键词通常是为了文献标引工作，从学术文章中选择出来，用以表示全文主题内容、信息款目的单词或术语[48]。因而在文献计量研究中，关键词常常被用来分析某一领域的研究热点或趋势。通过对500篇文献的关键词进行统计(出现频次大于或等于10次的关键词，见表1)以及生成关键词共现网络(见图1)，可以发现，共现关键词出现了两个主要聚类：

表1 出现频数大于或等于10的关键词

网络学习空间	学习空间	个人学习空间	翻转课堂	小学数学	人人通	智慧课堂	自主学习
183	117	29	23	22	19	18	16
空间	教学模式	网络学习	图书馆	教学策略	教育信息化	高校图书馆	
15	15	14	11	10	10	10	

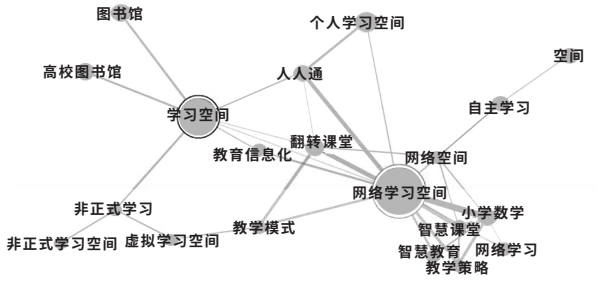


图1 500篇“学习空间”文献关键词共现聚类网络

一是学习空间，与之联系紧密的关键词有：图书馆、高校图书馆、非正式学习等，这反映出学习空间在图书情报领域和在非正式学习中，形成了较为一致的概念内涵和研究内容；二是网络学习空间，与之联系紧密的关键词有：智慧课堂、小学数学、翻转课堂、人人通、教学模式、教学策略和教育信息化等。这表明网络学习空间研究与近几年的研究热点，如，智慧课堂和翻转课堂联系非常紧密；或者说，智慧课堂和翻转课堂对学习空间的重构和变革起着重要作用，而且可能引发教学模式和教学策略的相应变化，其应用学科主要是小学数学。此外，网络学习空间研究与教育信息化，同“人人通”的国家政策规划及背景密切相关。

我们在对经过初步筛选的500篇文献，进行精读和分类的过程中发现，学习空间研究大致可以分为两个聚类：传统学习空间和网络学习空间，这与图1中的关键词共现聚类网络结果大致一致。

(1)传统学习空间研究，首先将学习空间理解为一个相对而互补的概念，如，课内与课外学习空间、书本内和书本外学习空间等，两个相对的学习空间对学生学习而言，则是一种互补关系。同时，课外学习空间和书本外学习空间涉及校园、图书馆、实验室、阅览室、博物馆、网络、社区、田野、社会等，这实质上是一种对传统学校教育理解，从狭义到广义的扩展和延伸。因而，在这一传统学习空间意涵的统摄下，该类研究主要聚焦于学习空间拓展理念研究、策略研究、比较研究和实效研究等。并且，该类研究文章主要刊发在普通的学术刊物上，发文作者多以小学和初高中学科教师为主，文章多以教学实践经验总结或案例报告的形式呈现。

(2)网络学习空间研究，将学习空间理解为一个专门的研究领域，它既可以独立于传统课堂学习空间、实现完全在线学习，也可以嵌入传统学习空间实现混合学习。网络学习空间是一种以新技术为驱动和支撑、以实现增强学习效果为目的的学习空间。在这一网络学习空间意涵的统摄下，该类研究主要聚焦于案例引荐、模式建构、设计开发、应用评价等方面。

其中，案例引荐涉及对国内外典型学习空间项目的引入和评析；模式建构涉及运用跨学科理念对传统课堂进行改造，或重构未来课堂和未来学习空间，或建构个人学习空间；设计开发涉及按照网络工程的一套开发流程，对网络学习空间系统进行开发，即将设计理念和模型转化为一个成型系统；应用评价涉及运用已有的、成熟的或新开发的学习空间系统，针对某一门课程开展的应用研究，既能体现网络学习空间对学生学习效果能否促进的影响及作用，也能体现网络学习空间系统的性能优良程度。该类研究主要刊发在核心期刊上，发文作者多以高校教师和研究生为主，文献质量较高，文献引用率也远远高于关于传统学习空间的研究文献。可以说，网络学习空间研究不仅扩展了教育技术学科的应用领域，而且其蓬勃发展态势也引领了其他学科的发展。

(二)核心期刊文献的聚类分析

由于网络学习空间的理论意涵和研究宗旨，能够较好地回归到教育技术对“技术促进学习”的本质追求，因此，我们以刊发在核心期刊上的学习空间研究文献为对象，再次对其进行筛选和聚类分析。文献检索和筛选的方法是：以核心期刊(北大核心)或CSSCI期刊为检索条件，以“学习空间”为题名进行

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

精确匹配，最终获得有效文献 132 篇。

对这 132 篇文献进行初步的关键词统计分析（见表 2），结果表明，“网络学习空间”的出现频数最高，为 42 次；而进行共现关键词聚类网络分析（见图 2），结果表明，仅出现了“网络学习空间”1 个聚类中心点，而且“人人通”与“个人学习空间”，“网络学习空间” 与 “人人通”“教育变革”“知识共享”“学校教育”“三通两平台”“影响因素”，“学习空间”与“未来课堂”“学习环境”之间，呈现出较高的共现频次（或强度）。这与图 1 中“网络学习空间”这一聚类中心点的关键词共现情况一致。

表 2　出现频数大于或等于 2 的关键词

网络学习空间	学习空间	个人学习空间	人人通	智慧学习空间	知识共享	影响因素	翻转课堂
42	40	10	8	6	6	6	6
学习空间密度	智慧教育	移动学习	三通两平台	教育信息化	教育变革	未来课堂	高校图书馆
4	4	4	4	4	4	4	4
学习共享空间	教学模式	学校教育	设计	创新绩效	云架构	学习环境	大学图书馆
3	3	3	3	3	3	3	3
创客空间	云计算	信息共享空间	自主学习	虚拟学习空间	课堂环境		
3	2	2	2	2	2		

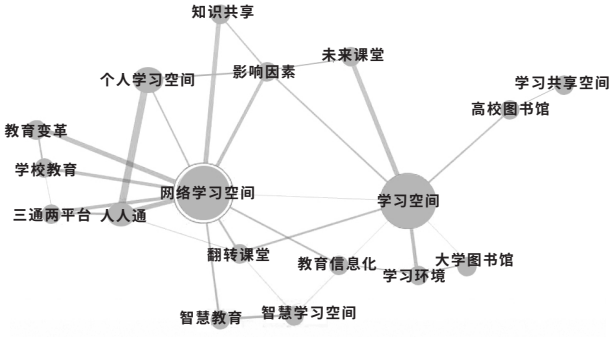


图 2　132 篇核心期刊“学习空间”研究文献的关键词共现聚类网络

值得注意的是，“网络学习空间”与“学习空间”之间的共现频次很低，与两者之间共同具有较强关联的关键词仅有“翻转课堂”和“影响因素”。出现这一现象，可能是因为作者在标注关键词时，很少同时将“网络学习空间”和“学习空间”作为两个不同的关键词来标注。但这也恰恰揭示出“网络学习空间”和“学习空间”两者研究关注重点的分野：学习空间更多从学习环境的视角对未来课堂进行设计、建构和研究；而网络学习空间更多从教育信息化政策视角对学校教育和教育变革进行探讨，从人本主义视角对个人学习空间进行设计，以及从知识共享视角对网络学习空间的影响因素进行分析。

四、学习空间研究的三重分野与五大推动力

（一）学习空间研究的三重分野

从上述系统性文献分析的结果来看，我国学习空间研究整体上呈现出三重分野（见图 3）。该分野以 2013 年为时间节点，2013 年之前呈现出思辨研究与综合研究的分野，2013 年之后主要体现为团队特色研究的分野，在整体时间轴上，则体现为传统学习空间与网络学习空间的分野。

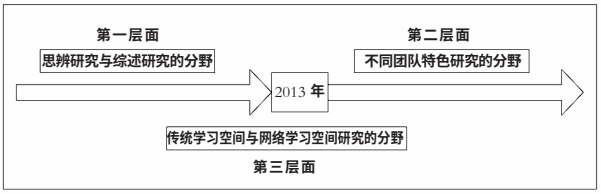


图 3　我国学习空间研究的三重分野

1.第一层面：2013 年之前思辨研究与综合研究的分野

从 1999 年学习空间作为一个完整意义的术语被提出，至 2012 年，学习空间研究体现出两种研究倾向：第一种是将当时的网络和多媒体视为一种具有变革教育的潜在新型技术，探讨其对传统学校空间、教学空间、课堂空间和课外空间产生的影响，主要停留在思辨和浅层次的论述层面；第二种是将学习空间视为一个专门研究领域，通过项目来推进和实施，研究涉及对学习空间的设计、开发、应用和评价，此类研究以华东师范大学张际平教授团队为领衔和核心，而且研究也较为深入。

2.第二层面：2013 年之后团队特色研究的分野

2013 年是我国学习空间研究的重要分水岭。随着“三通两平台”和“网络学习人人通”国家政策的正式提出，网络学习空间在学界掀起了一股研究热潮。师范学院仍然是学习空间研究的主力军，但不同师范院校研究团队的研究特色不尽相同。从文献分析的结果看，主要集中在华东师范大学、西北师范大学、东北师范大学、华中师范大学四所师范院校。

（1）华东师范大学以张际平教授和祝智庭教授团队的研究为代表，前者接续上一阶段的学习空间研究，在理论和实践方面进一步深耕细作，不仅涉及领域基础、范式转型、特征要素，还以“未来课堂”项目实验室为依托，面向学习空间对教师教学和学生学习的影响因素开展了实证研究；后者以国家“三通两平台”和“网络学习人人通”政策为先导，主要研究

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

网络学习空间的建设框架、信息模型、云架构、技术标准等。

(2)西北师范大学以郭绍青教授团队为代表,对学习空间从理论层面开展了系列研究,围绕“网络学习空间内涵与学校教育发展研究”这一核心议题,对网络学习空间的系统构成与功能演变、各种类型的学习空间特征、变革学校教育的路径与政策保障等,开展了颇有影响的研究。

(3)东北师范大学以钟绍春教授和谢月光教授团队为代表,前者以网络学习空间与具体学科相结合的应用研究为主;后者以个人学习空间的建构与应用研究为主。

(4)华中师范大学研究团队对学习空间的研究主要聚焦在微观层面,以影响因素研究为主,涉及使用意向、学习效果、知识共享、交互行为、投入水平等。综而观之,不同高校研究团队从不同视角(宏观与微观、理论与实证)开展的理论和实践研究,进一步丰富了学习空间研究的内容和深度。

3.第三层面:传统学习空间与网络学习空间的分野

通过上述系统性文献分析我们可知,无论从对全部有效文献的关键词共现聚类网络来看,还是从对核心期刊的关键词共现聚类网络来看,学习空间研究呈现出两个具有明显差异特征的聚类:传统学习空间和网络学习空间。

(1)传统学习空间研究将学习空间理解为一个校内与校外、课内与课外、书本里与书本外、学校与社会相对且互补的概念,本质上是对传统学校教育理解从狭义到广义的拓展。因而,在传统学习空间意涵的统摄下,与该类研究联系紧密的关键词主要有图书馆、高校图书馆、非正式学习等,而且该类研究主要聚焦于学习空间拓展理念研究、策略研究、比较研究和实效研究等。

(2)网络学习空间与技术的关系非常紧密,以新技术为驱动和支撑,以实现增强学习效果为目的。因而,在网络学习空间意涵的统摄下,与该类研究联系紧密的关键词主要有智慧课堂、小学数学、翻转课堂、人人通、教学模式、教学策略和教育信息,而且该类研究主要聚焦于案例引荐、模式建构、设计开发、应用评价、变革影响等方面。

(二)学习空间研究的五大推动力

第一,技术的快速发展是推动学习空间研究的重要驱动和支撑。无论是早期多媒体和网络技术的发展,推动了人们对学习空间的认知,还是时下各种新型技术,如,智慧技术、智能技术、云计算技术、大数据技术等的快速发展和普及应用,都对学习空间研究产生了重要的驱动和支撑作用。尤其是随着人工智能时代的到来,各种新型智能技术的整合,将可能为学习空间的变革研究提供新的支撑点和着力点,并促使教学理念迈向全纳教育,教学方式突出基于人机协同的精准教学,师生关系趋向平等与合作,教学内容由标准化转向定制化,教学组织形式更加灵活多样[49]。技术已然成为人们认识教育教学的重要方式、工具和手段,同时,也成为人们挖掘教育教学创新的重要途径。

然而,必须谨记的是,在技术推陈出新频率越来越快的互联网时代,我们应保持技术的理性主义,既认识到技术驱动、支撑和促进学习的积极作用;也要谨防技术可能带给人们的种种陷阱,或附庸技术,或盲目追随技术,甚至被技术所绑架。

第二,教育信息化政策的规划和制定,是推进学习空间研究的重要引领。“政策主导、高校参与、多方协同”的自上而下推进模式,一直以来都是我国教育研究的行动路线。在国际教育信息化政策的影响下,我国于 2012 年正式提出《教育信息化十年发展规划(2011–2020 年)》;2013 年,教育部在印发的《教育部 2013 年工作要点》中,将加快推进“优质资源班班通”“网络学习空间人人通”作为工作重点,由此,掀起了学习空间研究的高潮,这也是我国学习空间研究在 2013 年之后呈迅猛增长态势的重要政策动力。这一点从 2013 年华东师范大学祝智庭教授团队的“网络学习空间人人通”建设框架研究中,尤其体现出来。

2016 年,我国制定的《教育信息化“十三五”规划》中,又多次提及“网络学习空间”,由此,进一步推进了学习空间的研究广度和深度。这一点尤其体现在 2017 年西北师范大学郭绍青教授团队的网络学习空间内涵与学校教育发展系列研究中。

第三,高校学术共同体的建立和合作,是推进学习空间研究的关键动力。高校是学术产出的主要场所,而高校学术共同体,更是高质量学术产出的主要群体。学术共同体指具有相同或相近的价值取向、文化生活、内在精神和具有特殊专业技能的人,为了共同的价值理念或兴趣目标,遵循共同的行为规范而构成的一个群体[50]。共同体成员由于具有共同价值理念,遵循共同的研究规范,因而在团队领袖人物的引领下,能够充分发挥各自的研究专长,从而为领域贡献智慧成果。在 2013 年之后的学习空间研究中,若从学术共同体的视角进行分析,则华东师范大学、

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

西北师范大学、东北师范大学和华中师范大学四所师范院校形成了各自的研究共同体。他们从不同层面对学习空间进行了深入系统的研究，成为推动学习空间研究持续深入的关键动力。

第四，领域内定期的高规格学术会议，是增强学习空间研究影响力的重要途径，同时，也是彰显学科生命力和活力的重要标志。每一届学术会议都有明确的主题，通过专业协会和主办、协办单位的号召和精心策划，能够吸引全国各地的知名学者和优秀学子汇聚一堂，针对某一主题进行全方位的探讨和交流，共享学术大餐，共同推进学科的繁荣发展。从可检索的文献来看，“全国计算机辅助教育(CBE)学会”自2010年的第十四届学术年会开始，持续关注学习空间研究这一主题，并在2017年举办了“未来的学习空间：理论、技术与实践”专题研讨会，不仅推动了该领域的深度交流，同时也扩大了研究影响。又如，享誉我国教育技术领域的“教育技术国际论坛”至今已经连续举办了16届，论坛围绕每年的主题都会下设近几年学界重点关注的研究热点，研究者也会共聚一堂进行深度交流，共同推进学科发展。

第五，跨领域和国际借鉴也是推动学习空间研究的重要方式。虽然从某种意义上说，学习空间就是学习环境[51]，而且随着技术的发展，技术应用于传统课堂从而变革原有的学习环境，早已成为必然和学者们的共识。但是由于技术的介入，使得学习空间这一术语在变迁过程中，也必然增加了新的内涵统摄。这种内涵统摄主要来自两个方面：跨领域借鉴和国际借鉴。

早期的学习空间研究与图书馆学、建筑学具有较为明显的交叉联系，主要体现在教育领域中的学习空间，借鉴了建筑学中空间的意涵，而与经典的课外学习空间——图书馆，又具有诸多共性。在国际借鉴方面，由于国外学者主要关注技术增强的学习空间研究，并以项目实验室为依托[52]，因而，国内学者主要通过项目介绍、比较、总结、综述等方式，将学习空间研究引入。跨领域和国际比较借鉴，既是早期推动学习空间研究的重要方式，也是后续学习空间研究不断深入和走向国际化的基础。

五、人工智能视域下学习空间未来发展研究

既然技术的快速发展是推动我国学习空间研究的重要动力和支撑，那么，在各种互联网技术尤其是人工智能(AI)技术快速发展的时代，学习空间研究又将寻求怎样的发展路径，成为摆在研究者和实践者面前迫切需要解决的问题。

当前，人工智能技术已经上升为一种国家战略，成为世界各国争夺未来世界话语权的重要战略举措。继美国于2016年发布了《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》两份重要报告以来，我国也于2017年发布了《新一代人工智能发展规划》，而且明确提出要“搭建在线智能教育平台”“完善人工智能教育体系”“建立以学习者为中心的教育环境，提供精准推送的教育服务”[53]。由此可见，我国政府对人工智能之于教育的影响持积极肯定的态度。

2017年至今，我国学术界尤其是教育界对人工智能的关注也在持续升温。“人工智能+教育”[54-56]、“人工智能+新工科”[57]、“人工智能+职业培训”[58]，各种基于人工智能的讨论层出不穷。但是纵观已有研究，人工智能之于教育的研究，仍然主要聚焦于技术和教育两个层面，前者突出技术的智能特性，后者突出教育的本质特性。两者相辅相成，只是由于智能技术的进化发展，使得其能够相对更好地解决教育的复杂性、系统性和个性化的难题。因此，在人工智能时代，我国学习空间研究应在以下两个方面努力推进和创新：

(一)基于智能技术整合的学习空间架构研究

已有学者指出，“人工智能+教育”的通用技术框架，包括数据、算法和服务三层模式[59]，智能学习空间的一般构架包括基础支撑层、智能技术层和智能服务层三层架构[60]。鉴于人工智能涉及到的相关技术，以及根据已有学者的研究，我们认为，基于智能技术整合的学习空间构架，也应该包括基础数据层、算法层、感知层、认知层和服务应用层五层架构(见图4)。

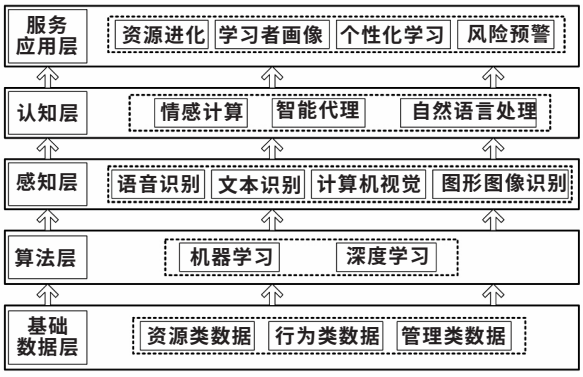


图4 基于智能技术整合的学习空间五层架构

可以看出，基础数据层包括学习空间研究涉及的所有数据，主要可归为资源类数据、管理类数据、行为类数据三类。基础数据层负责对该类数据进行

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

采集、传输、存储、加工。

算法层主要包括机器学习和深度学习两类算法，是各类人工智能技术得以实现的关键和核心。其中，机器学习主要关注资源智能推送、学习行为建模、学习绩效预测、学习风险预警等方面；深度学习主要关注语音识别、图形图像识别、文本识别等方面，而且其准确率均能达到很高水平。

感知层主要包括语音识别、图形图像识别、计算机视觉、文本识别等技术。借助该技术可以对学习空间的各类文本、音频、视频等数据进行静态和动态相结合的采集和处理。

认知层主要包括情感计算、智能代理、自然语言处理等技术，以期使机器更具智能，更好地处理学习空间中人机交互的情感缺失、交互不精准、缺乏个性化等弊端。

服务应用层主要服务于学习空间的各类教学、研究、管理和评估，其中主要包括学习资源进化、学习者画像分析、个性化学习干预和学习风险预警等四大方面。

(二)基于智能大数据技术的学习空间教学研究

在对人工智能技术进行深刻认知的基础上，如何开展基于智能大数据的学习空间教学与研究，才是教育技术研究者应该深耕细作的领域。在人工智能技术的支持下，学习空间教学研究主要聚焦以下几方面：

1.基于智能技术的学习资源进化研究

在未来的学习空间中，如何建立一种优胜劣汰的资源进化机制，对于学习者来说至关重要。“弥漫在信息的海洋中，却找不到所需的资源”，或许是所有互联网时代学习者的共同感叹。这也正是学习空间技术构架中，数据层的学习资源数据应该重点解决的问题。我们设想的学习资源进化，应该遵循这样的逻辑：首先，建立相互独立的学习资源最小单元，他们以相同的数据格式存储于“云”中；其次，学习者根据学习任务和个性特征，建立新的学习资源，随着学习资源数量和规模的增大，通过设置某种“阈值”来过滤价值不大的资源，以此实现进化。资源价值的判定，可以从基础性、使用频次、典型性等维度进行，实现技术可以采用标签技术、文本挖掘和可视化技术等。

2.基于智能技术的学习者画像分析

在未来的学习空间中，如何为学习者精准画像，是体现个性化学习的重要议题。学习者画像应由外在画像和内在画像两部分构成：外在画像数据包括学习者肖像、年龄、性别、兴趣、社交圈子等；内在画像数据包括学习风格、个性特长、学习需求、学习态度等。通过学习者的外在画像数据，可以识别出学习空间中的真实学习者，而内在画像数据可以通过各种智能技术来获取。例如，通过脑电图扫描来监测学习者的大脑活动，可以判断学习者的学习风格、认知特征和思维方式；通过眼动仪可以判断学习者的注意力特征和媒体使用偏好；通过脸部表情的图像识别技术以及心电图、皮肤电技术，可以判断学习者的外在表情和内心心理活动[61]。这些都是未来学习空间借助人工智能技术，能够深入拓展的研究领域。

3.基于智能技术的个性化学习干预研究

从近代教育的发展历史来看，高等教育经历了从精英化到大众化，再到终身化，最后到个性化的发展历程。换言之，实现真正意义上的个性化学习，是教育孜孜以求的奋斗目标。毋庸置疑，建基于各种智能技术的学习空间，为学习者的真正个性化学习提供了便捷。实现个性化学习的前提，是学习空间能够为学习者提供精准的个性化支持和干预。这种支持和干预都是人工智能技术的重要体现，学习空间应能根据学习者的画像数据，为其配备个性化的学习环境，提供个性化的学习资源，生成个性化的学习路径，推荐个性化的学习社群。

例如，以所罗门(Barbara A. Soloman)的学习风格分类理论为依据，以沉思型学习者为例，学习空间应自动为其提供安静舒适的学习环境(如，适宜的温度、湿度、光亮度、色调等)；根据学习者的学习基础和认知特征，为其提供经过进化机制筛选的学习资源。同时，根据学习过程数据生成个性化学习画像和动态学习轨迹，并为其推荐同质或异质学习伙伴社群，由此促进学习者的个性化和智慧化学习。

4.基于智能技术的学习风险预警研究

学习空间作为虚拟空间和现实空间的融合体，同样需要进行学习者的监督、评价和管理。我们认为，在以促进学习者个性化学习和发展为宗旨的学习空间中，如何依据学习者的画像数据和个性化学习轨迹，利用大数据和数据挖掘技术，来对学习者的学习状况进行预测和预警，是合理评价学习者和规避学习风险的重要内容。

鉴于当前已有一些基于大数据的学习分析系统，能够对学习者的学习过程进行可视化呈现、干预和预警，例如，通过对学习者的学习进度和阶段测试成绩设置预警阈值，可以自动提醒那些处于危险境地的学习者，但总体上其功能仍然非常受限。学习空间应充分借鉴人工智能技术，尤其是算法层面的机器学习和认知层面的情感计算和智能代理技术，在

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学习过程全面可视化、学习支持、干预及预警方面实现更大突破，切实为教师和管理者对学习者做出全面客观评价提供科学依据，真正助力学习者的个性化学习和发展。

六、结束语

学习空间作为教育领域尤其是教育技术领域的研究热点，近些年取得了较为丰富的研究成果。在研究步步深入的过程中，从综述、反思的视角来梳理和剖析学习空间研究的发展脉络、研究特征、研究重点，并为后续研究提出具有借鉴价值的研究方法论和建议，无疑也是学术研究的可行路径。

本文基于系统性文献综述的视角和思想，对CNKI数据库中关于学习空间研究的所有有效文献进行了系统梳理和分析，试图从研究概览、发展现状、研究分野、推进动力等方面进行深度剖析。同时，从“人工智能+教育”视域对学习空间的未来发展进行了展望，以期使未来学习空间的研究更加科学、理性、扎实，从而推进教学改革，促进学生真正发展。

[参考文献]

[1]教育部.国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)[DB/OL].[2017-12-25]. http://old.moe.gov.cn//publicfiles/business/htmlfiles/moe/moe_838/201008/93704.html.

[2]教育部.教育部关于印发《教育信息化十年发展规划(2011-2020年)》的通知[DB/OL].[2017-12-25]. http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s5892/201203/133322.html.

[3]教育部.教育部关于印发《教育信息化“十三五”规划》的通知[DB/OL].[2017-12-25]. http://www.moe.edu.cn/srcsite/A16/s3342/201606/t20160622_269367.html.

[4]NMC地平线项目，龚志武，吴迪，陈阳键，苏宏，黄淑敏，陈木朝，吴杰锋，焦建利. 新媒体联盟2015地平线报告高等教育版[J].现代远程教育研究，2015(2)：3-22+42.

[5]金慧，刘迪，高玲慧，宋蕾.新媒体联盟《地平线报告》(2016高等教育版)解读与启示[J].远程教育杂志，2016(2)：3-10.

[6]殷丙山，高茜. 技术、教育与社会：碰撞中的融合发展——2017高等教育版《新媒体联盟地平线报告》解读[J]. 开放教育研究，2017(2)：22-34.

[7]Jesson J K, Matheson L, Lacey F M. Doing Your Literature Review: Traditional and Systematic Techniques[M]. Los Angeles: Sage, 2011: 5-125.

[8]黄甫全，游景如，涂丽娜，曾文婕. 系统性文献综述法：案例、步骤与价值[J]. 电化教育研究，2017(11)：11-18.

[9]郑时龄，章明，华霞虹. 创造严谨而又丰富生动的学习空间——格致中学教学楼和复兴高级中学建筑设计[J]. 时代建筑，1999(1)：71-73.

[10]王广新. 网络环境下学习空间的特征分析[J]. 电化教育研究，2000(2)：58-62.

[11]梅家驹. 虚拟学习空间与真实学习空间[J]. 现代教育技术，2001(2)：10-13.

[12]刘明祥. 网络教育环境中虚拟学习空间和真实学习空间的有机结合[J]. 现代远程教育研究，2005(4)：60-62.

[13]俞泳. 基于建构主义的学习空间——美国几所建筑学院的系馆空间设计[J]. 新建筑，2009(5)：45-53.

[14]赵晓辉. 关于图书馆学习空间物理环境的研究[J]. 教育教学论坛，2012(21)：177-179.

[15]杨皎平，金彦龙，戴万亮. 网络嵌入、学习空间与集群创新绩效：基于知识管理的视角[J]. 科学学与科学技术管理，2012(6)：51-59.

[16]周长辉，曹英慧. 组织的学习空间：紧密度、知识面与创新单元的创新绩效[J]. 管理世界，2011(4)：84-97.

[17]袁玫.数字化学习空间的构建与探讨[C]//Proceedings of 2011 International Conference on Management Science and Engineering (MSE 2011)，2011：5.

[18]张际平，陈卫东. 教学之主阵地：未来课堂研究[J]. 现代教育技术，2010(10)：44-50.

[19]陈卫东，张际平. 未来课堂设计与应用研究——教育技术研究的一个新领域[J]. 远程教育杂志，2010(4)：27-33.

[20]陈向东，吴平颐，张田力. 学习空间开发的PSST框架[J]. 现代教育技术，2010(5)：19-22.

[21]陈向东，许山杉，王青，蒋中望. 从课堂到草坪——校园学习空间连续体的建构[J]. 中国电化教育，2010(11)：1-6.

[22]陈向东，高山，金文. 多显示学习空间的开发与应用[J]. 现代远距离教育，2010(6)：59-63.

[23]陈卫东，叶新东，秦嘉悦，张际平. 未来课堂——高互动学习空间[J]. 中国电化教育，2011(8)：6-13.

[24]胡娟娟. 多屏学习空间的设计与应用研究[D]. 上海：华东师范大学，2012.

[25]张田力. 图书馆学习空间的设计[D]. 上海：华东师范大学，2011.

[26]许亚锋，塔卫刚，张际平. 技术增强的学习空间的特征与要素分析[J]. 现代远距离教育，2015(2)：22-31.

[27][52]许亚锋，尹晗，张际平. 学习空间：概念内涵、研究现状与实践进展[J]. 现代远程教育研究，2015(3)：82-94.

[28]许亚锋，赵博，张际平. 论技术支持的学习空间的领域基础[J]. 现代教育技术，2015(8)：33-39.

[29]赵瑞军，陈向东. 学习空间对教师教学行为影响的研究——基于华东师范大学的“新型学习空间”[J].远程教育杂志，2017(4)：77-86.

[30]许亚锋，塔卫刚. 学习空间对学生学习的影响研究[J]. 远程教育杂志，2014(5)：82-89.

[31]祝智庭，管珏琪. “网络学习空间人人通”建设框架[J]. 中国电化教育，2013(10)：1-7.

[32]祝智庭，郁晓华，管珏琪，黄沁. 面向“人人通”的学生个人学习空间及其信息模型[J]. 中国电化教育，2015(8)：1-9.

[33]郁晓华，张莹渊，黄沁，祝智庭. 基于Cloud Card的个人学习空间云架构[J]. 中国电化教育，2016(7)：11-21.

[34]吴永和，管珏琪，余云涛，吴砥，蒋东兴，祝智庭. “网络学习空间人人通”技术标准研究[J]. 信息技术与标准化，2014(6)：40-43.

[35]张筱兰，郭绍青，刘军. 知识存储与共享学习空间(学习空间V1.0)与学校教育变革——网络学习空间内涵与学校教育发展研究之三[J]. 电化教育研究，2017(6)：53-58+70.

[36]张进良，贺相春，赵健. 交互与知识生成学习空间(学习空间V2.0)与学校教育变革——网络学习空间内涵与学校教育发展研究之四[J]. 电化教育研究，2017(6)：59-64.

[37]张进良，郭绍青，贺相春. 个性化学习空间(学习空间V3.0)与学校教育变革——网络学习空间内涵与学校教育发展研究之五[J].

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

电化教育研究 2017(7):32-37.
[38]贺相春,郭绍青,张进良,李泽林. 智能化学习空间(学习空间V4.0)与学校教育变革——网络学习空间内涵与学校教育发展研究之六[J]. 电化教育研究,2017(7):38-42+50.
[39]郭绍青,张进良,郭炯,贺相春,沈俊汝. 网络学习空间变革学校教育的路径与政策保障——网络学习空间内涵与学校教育发展研究之七[J]. 电化教育研究,2017(8):55-62.
[40]孙永强. 高中语文阅读网络学习空间设计研究[D]. 长春:东北师范大学,2015.
[41]唐烨伟. 初中物理网络学习空间模型设计研究[D]. 长春:东北师范大学,2015.
[42]庞敬文. 个人学习空间构建的模型及应用研究[D]. 长春:东北师范大学,2016.
[43]赵呈领,周凤伶,蒋志辉,梁云真. TAM 与 SDT 视角下网络学习空间使用意向之影响因素研究[J]. 现代远距离教育,2017(5):3-11.
[44]崔璐. "学习空间"影响学习效果因素分析[J]. 软件导刊(教育技术),2017(6):46-49.
[45]赵呈领,刘丽丽,梁云真,赵刚. 网络学习空间学生知识共享影响因素探析[J]. 开放教育研究,2016(3):82-88.
[46]梁云真,赵呈领,阮玉娇,刘丽丽,刘冬梅. 网络学习空间中交互行为的实证研究——基于社会网络分析的视角[J]. 中国电化教育,2016(7):22-28.
[47]张思,刘清堂,雷诗捷,王亚如. 网络学习空间中学习者学习投入的研究——网络学习行为的大数据分析[J]. 中国电化教育,2017(4):24-30+40.
[48]毕强,牟冬梅,王丽伟. 数字图书馆关键技术的比较研究[J]. 图书情报工作,2004(5):27-31+57.
[49][60]许亚锋,高红英. 面向人工智能时代的学习空间变革研究[J]. 远程教育杂志,2018(1):48-60.
[50]苌光锤,李福华. 学术共同体的概念及其特征辨析[J]. 煤炭高等教育,2010(5):36-38.
[51]焦建利. 学习空间及其发展趋势[J]. 中国信息技术教育,2016(17):20-21.
[53]国务院. 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[DB/OL].[2018-03-15]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.
[54][59]吴永和,刘博文,马晓玲. 构筑"人工智能+教育"的生态系统[J]. 远程教育杂志,2017(5):27-39.
[55]贾积有. 人工智能赋能教育与学习[J]. 远程教育杂志,2018(1):39-47.
[56]张进宝,姬凌岩. 是"智能化教育"还是"促进智能发展的教育"——AI 时代智能教育的内涵分析与目标定位 [J]. 现代远程教育研究,2018(2):14-23.
[57]许涛,严骊,殷俊峰,周斌. 创新创业教育视角下的"人工智能+新工科"发展模式和路径研究[J]. 远程教育杂志,2018(1):80-88.
[58]潘天君,欧阳忠明. 人工智能时代的工作与职业培训:发展趋势与应对思考——基于《工作与职业培训的未来》及"云劳动"的解读[J]. 远程教育杂志,2018(1):18-26.
[61]牟智佳. 学习者数据肖像支撑下的个性化学习路径破解——学习计算的价值赋予[J]. 远程教育杂志,2016(6):11-19.

[作者简介]
塔卫刚,华东师范大学教育信息技术学专业在读博士,新疆师范大学讲师,研究方向:技术增强的学习空间;张际平,博士,华东师范大学教育信息技术学系教授,博士生导师,研究方向:未来课堂、思维可视化。

Research Progress and Prospect of Learning Space in China: Also on the Future Development of Learning Space from the Perspective of "AI + Education"

Ta Weigang[1,2] & Zhang Jiping[1]
(1. Department of Education Information Technology, Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai 200062;
2.College of Education Science, Xinjiang Normal University, Urumqi Xinjiang 830017)

【Abstract】 In the process of educational informationization in China, the study of learning space has obtained a lot of research results in both theory and practice. By analyzing all the literature on learning space in CNKI database systematically, it is concluded that: the researches of learning space in China present three divisions in general. 2013 is an important year that watershed for the researches of learning space. Before 2013, the distinction between speculative research and comprehensive research was presented. After 2013, it was mainly embodied in the division of team characteristics. The overall time axis reflects the separation of the traditional learning space and the network learning space. The impetus to promote learning space mainly comes from five aspects: technical assistance, policy promotion, academic community's efforts, high specification academic conference promotion, interdisciplinary and international reference. Under the threshold of "AI + Education", the future study of learning space in China may focus on two aspects: the learning space architecture based on the integration of intelligent technology and the learning space teaching based on the technology of big data analysis. The applications mainly include the evolution mechanism of learning resources, the analysis of the learners' portrait, the intervention of individual learning and the study on early warning of learning risk.

【Keywords】 Learning Space; AI; AI + Education; Research Progress; Individual Learning; The Analysis of Learners' Portrait

收稿日期:2018 年 7 月 13 日
责任编辑:吕东东

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能时代的劳动教育：创新与调适

王海建
（华东师范大学 马克思主义学院，上海 200241）

[摘 要] 人工智能与劳动教育具有双方目标追求一致、技术诉求契合和价值生成同向的内在逻辑。人工智能时代的劳动教育创新，应以劳动教育内容智能化整合、劳动教育实践智能化发展和劳动教育要素智能化提升为目标，通过转换劳动教育的认知模式、坚持劳动教育的人文底蕴和厘清劳动教育的技术边界，回应人工智能时代劳动教育创新发展的迫切需求，提升新时代劳动教育的实效性。

[关键词] 人工智能 劳动教育 智能化
[中图分类号] G40-015 [文献标识码] A [文章编号] 1007-192X(2021)01-0103-05
DOI:10.16075/j.cnki.cn31-1220/g4.2021.01.018

人工智能是人们综合运用计算机知识、脑科学知识、心理学知识等，结合一定的场景和载体，对人的智能进行模拟、模仿、延伸，并进行实际应用的一门新技术科学。当前，人工智能深度嵌入社会的各个领域，以自己的方式推动着社会发展进程，像智慧城市、智能制造、智能汽车等，人工智能已成为当前社会发展的重要推动力量。中共中央、国务院颁布的《关于全面加强新时代大中小学劳动教育的意见》倡导在全社会开展劳动教育。在新时代开展劳动教育，应充分运用人工智能为劳动教育赋能，从理念、方式等方面对劳动教育进行理论与实践创新，在坚持社会主义劳动教育价值方向的基础上，提升新时代劳动教育的实效性。

一、人工智能应用于劳动教育的内在逻辑

人工智能应用于劳动教育，既是人工智能发展的内在需要，意味着人工智能应用的进一步拓展；也是劳动教育创新发展的必然需要，劳动教育要结合时代需要和技术发展方向开展相关教育活动，以适应社会发展对劳动者素质的要求。人工智能与劳动教育在目标追求、技术诉求和价值生成方面具有内在的一致性，人工智能进入劳动教育，可以形成叠加效应，推动劳动教育在新时代的创新发展。

1．人工智能与劳动教育的目标追求一致

人工智能的发展和应用，目标是模拟或“取代”人脑，开展更为复杂的研究和更为广泛的应用。从最初的解决单一问题（人机对弈）到目前的解决各类复杂问题，人工智能在不断开发、延伸人的智能，把人的智能提高到一个新的高度。同样，新时代劳动教育也是以开发人的智能为目标的。劳动教育的直接目标是让教育对象掌握一定的劳动知识，具备一定的劳动技能，适应社会发展对劳动者素质提高的要求。当然，新时代劳动教育的目标不限于此，劳动教育还要通过教育活动，让教育对象对自身的智力和能力有全面深刻的认识，特别是教育对象在掌握一定劳动知识的前提下，开展劳动实践活动，

[基金项目] 2020年度上海学校德育创新发展专项研究项目“人工智能赋能劳动教育研究”（项目批准号：2020-dycx-205）。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在实践中不断深化对自身智力和能力的认识，不断开发自身的智能潜能。由此可见，在目标追求上人工智能和劳动教育具有一致性，都是为了开发、延伸人的智能，使人具有更好的思考和行动能力。

2．人工智能与劳动教育的技术诉求契合

人工智能可以基于算法、机器学习、知识处理系统、自动程序设计等，在一定的应用场景中，根据用户的需求和特点，进行不断的自我优化、自我提升，以适应“应用场景”的变化和需要。在人工智能技术的自我适应发展过程中，不断有新技术、新应用被开发出来，技术发展是人工智能的基本诉求。新时代的劳动教育，也是以推进科学技术发展为诉求展开的。劳动教育要求教育对象掌握当前社会发展需要的科学技术知识、科学技术能力，能够运用这些知识和能力开展相应的劳动活动；劳动教育要求教育对象在掌握劳动知识和能力的基础上，进行创新活动，推动科学技术的发展和进步。劳动教育既是在一定科学技术的赋能下开展，又要推动科学技术的发展。因此，人工智能和劳动教育在推动科学技术发展的诉求上具有内在的一致性，人工智能赋能劳动教育，使劳动教育的质量提升到一个新的层级，劳动教育又反哺人工智能，以高素质的劳动者推动人工智能向更深层次发展。

3．人工智能与劳动教育的价值生成同向

人工智能生成价值的同时，改变着价值的生成方式。人工智能应用于制造领域，实现工业制造的智能化和自动化；人工智能应用于新闻传媒行业，能够通过大数据和算法，根据用户兴趣偏好有针对性地推送新闻信息，实现新闻传播的智能化和精准化；人工智能应用于教育行业，教育机器人和教育数据库能够根据教育对象的需求、兴趣、个性特点等因素，有针对性地推送教育内容和信息，实现教育的个性化发展。人工智能一方面推动各行业发展升级，直接创造价值，另一方面则不断改变价值生成的方式。无论是思想领域还是社会领域，过去的价值生成方式以单一化为主。例如，人类思想文化成果的形成，往往是某位思想家个人智慧的结晶。然而，在人工智能影响下思想文化成果的生成以融合化、集约化为主要特点，智能机器人通过数据抓取、分析、提炼和再造，把很多人的智慧融合起来，生成一种新型的思想文化成果。劳动教育同样也遵循直接创造价值和融合化生成价值的内在逻辑。一方面，劳动教育提升教育对象的劳动素质，使劳动者在劳动过程中提高生产效率，直接创造价值；另一方面，劳动教育提高整个社会的劳动生产力，使社会发展具有内生动力，推动社会整体进步。因此，人工智能进入劳动教育，能够产生协同效应，共同推动社会发展和进步。

二、人工智能时代的劳动教育创新

人工智能不断渗透到劳动教育中，改变原有的劳动教育模式，推动劳动教育的智能化转型。在此过程中，劳动教育中的教育者与教育对象的关系也发生了深刻变化。因此，人工智能进入劳动教育，使劳动教育的内容、实践场景、要素等都发生了变化，推动劳动教育的创新发展。

1．人工智能引领劳动教育内容智能化整合

劳动教育内容既包括劳动理论知识、劳动技能知识，也包括劳动价值知识、劳动思维知识、劳动观念知识等。在传统劳动教育中，对劳动教育内容的整合主要依靠教育者或教育对象。教育者在教育过程中通过劳动教育课程体系建设，对劳动教育内容进行整合；教育对象在接受劳动教育过程中，根据自身需要和自身的劳动知识结构，对教育内容进行整合。无论是教育者还是教育对象，在对劳动教育内容进行整合时，受主客观条件的局限，很难形成系统化的知识体系和价值逻辑。要克服这些问题，需要发挥人工智能的链式效应，对劳动教育内容进行智能化整合。一是建设劳动教育知识数据系统，提升劳动教育内容的系统性水平。要按照理论知识、技能知识等进行分类，把已有的文本、图片、视频、音频等不同形式的劳动知识进行数据化分类和存储，建立一个包含各种劳动教育知识的数据库。同时，使用人工智能的自动抓取功能，对网络劳动知识进行抓取、整理、分类和存储，充实数据库内容。劳动教育知识数据库系统采取动态管理的方式，根据社会生产力发展状况实时对劳动知识

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

数据进行增加、剔除和整合。劳动教育知识数据库建设，可以实现劳动知识点的系统化和集约化，教育过程中使用某一知识点时，能够自动生成该知识点的全部关联劳动知识。二是构建劳动教育数字课程体系，提高劳动教育内容的智能化水准。充分发挥人工智能的技术优势，构建数字化、视频化和虚拟化的劳动文化课程、劳动思维课程、劳动实践课程、劳动趣味课程等。劳动文化课程主要包括劳动教育的历史、劳动模范和先进劳动者的故事、劳动工具演变等，使教育对象了解劳动的发展历史和劳动文化，形成正确的劳动价值取向。劳动思维课程包括创新性思维、形象思维、逻辑思维等，让教育对象了解劳动背后的思维变化，为教育对象的劳动创造奠定思维基础。劳动实践课程包括认识劳动工具、掌握劳动过程、学习劳动技能等，让教育对象通过人工智能的虚拟劳动场景，开展模拟劳动，锻炼劳动实践能力。劳动趣味课程包括劳动小游戏、劳动魔方、劳动桥牌等，让教育对象在玩游戏的过程中学习劳动知识、掌握劳动技巧、提升劳动素养。三是提供劳动教育智能解决方案，推进劳动教育内容的个性化生成。人工智能时代要“实现教育范式的根本转换，从大规模标准化教育走向大规模个性化教育”，[1] 劳动教育亦是如此。人工智能下的劳动教育，教育者与人工智能、人工智能与教育对象、教育者与教育对象能实现三方互动。在人机交互的过程中，人工智能能够根据教育者的“授意”和教育对象的个性特点，自动生成符合教育对象需要的、系统化的、趣味性的劳动教育课程，并会随着教育对象的学习程度提升、学习兴趣变化、学习方向改变，自动调整教育方案，满足教育对象的不同时段、不同阶段、不同类型的劳动学习需要。

2．人工智能引导劳动教育实践智能化发展

劳动实践可以锻炼劳动者的劳动意志、培养劳动情感、提升劳动技能，劳动实践是劳动者劳动素质养成的主要途径。在传统劳动教育中，劳动实践的场景、工具、方式有很大的局限性，必须在生产一线、制造车间开展劳动实践活动。这就造成劳动教育中实践教育的缺乏或者脱节，要么没有条件开展劳动实践；要么是学校教知识，再到生产一线去实践。将人工智能运用于劳动教育，将劳动场景虚拟化，使劳动实践与知识学习无缝衔接，改变了过去的劳动实践模式，给劳动教育以新的实践思路。一是虚拟劳动场景设置，拓展劳动实践的空间。可根据劳动教育实践需要，结合虚拟现实技术（VR）和软件开发平台，设置集视觉、听觉、嗅觉、触觉等为一体的虚拟劳动场景，让教育对象足不出户，在教室或实验室就可以参与仿真劳动实践活动。如虚拟工厂系统，教育对象可以在虚拟工厂系统中“看到”与现实工厂一样的车间漫游场景、机床车床工作场景、工厂机器的运作场景等。虚拟劳动场景的设置，弥补了过去劳动教育缺乏实践场景的短板，为劳动教育的知识与技能融合、劳动者创新素质培养提供了更为广阔的实践空间。二是多种劳动工具应用，丰富劳动实践的方式。多种虚拟劳动场景的设置，能够让教育对象运用多种劳动工具。在机械制造虚拟工厂系统中，教育对象在教师的指导下，可以“操作”机床车床，进行切、割、磨、洗、钻等一系列劳动动作，像在现实工厂一样，锻炼自身的劳动技能，达到手、眼、耳在操作时的一致和协调。在田野劳动虚拟系统中，教育对象能够操作拖拉机、收割机等农业机械，且能够突破时间限制，在很短时间内体验农业生产从“种植到收割”的劳动过程，让教育对象对农业生产的技术和规律有更加全面系统的认识。在人工智能虚拟劳动实践条件下，教育对象能够使用多种劳动工具，锻炼多项劳动技能。三是融合劳动知识学习，提升劳动实践的深度。相比在课堂上教师的讲授、现实场所的劳动实践，虚拟劳动实践从感觉、触觉、听觉、视觉等感官上构建了一体化的劳动实践场景，“可以将人所身处真实环境中的真实感官刺激模拟甚至放大，使用户能够获得听觉、视觉、触觉、力觉等多重感知”。[2] 教育对象在虚拟劳动实践中，不仅能够体验不同的劳动场景、劳动工具，还能够从感官上感受到虚拟劳动实践场景中所嵌入的劳动知识、劳动价值、劳动理念等。教育对象在教师的引导下，一方面通过虚拟劳动实践不断锻炼自身的劳动技能，另一方面在虚拟劳动实践过程中学习更多的劳动知识。这一过程超越了传统劳动教育中知识教育

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

与实践操作之间的时间、空间限制，体现了人工智能时代劳动知识学习的新方式。

3．人工智能引发劳动教育要素智能化提升

劳动教育的要素包括教育主体、教育客体和教育介体。人工智能作为教育介体进入劳动教育，对教育者和教育对象产生了深刻影响。对于教育者来说，人工智能像“另一个教育者”一样，参与劳动教育的全过程，这对教育者提出了严峻的挑战。对于教育对象来说，人工智能提供了“无限”的劳动教育解决方案，需要教育对象及时适应人工智能时代的劳动教育模式，主动进行自我调整和适应。其一，教育者的角色需要重新定位，主导劳动教育的方向。人工智能时代的劳动教育，教育者角色呈现多样化和专业性相融合的特点。一是教育者角色呈现多样化发展趋势。人工智能时代劳动教育内容、教育课程、教育实践的智能化生成，给教育者以更多的自由时间，可以更好思考劳动教育的思维、价值、方向等宏观问题。此外，教育者还要结合需要，推动劳动教育情境创设，积极与教育对象开展交流，不断提升自身适应人工智能时代劳动教育的能力，参与教育对象学习的智能化评估，等等。二是教育者角色的专业性要求更高。要驾驭人工智能时代的劳动教育，教育者必须具备一定的跨学科素养，既要掌握所教授专业的知识，也要具有人工智能的基本知识和应用技能。此外，教育者还要具备创新素养、研究素养等，以便于人工智能时代劳动教育的开展。其二，教育对象需要及时自我调整，适应劳动教育的变化。人工智能时代劳动教育的教育内容、教育实践、教育者等发生的变化，必然要求教育对象及时自我调整，适应新时代劳动教育的新方式。一是教育对象自适应学习方式的养成。教育对象要转变学习思维方式和学习习惯，主动适应智能化课程教学、虚拟劳动教育实践等新型的劳动教育方式，能够运用一定的人工智能教育平台开展自适应学习。在自适应学习中，教育对象要能够熟练运用技术工具，对所需劳动教育内容进行搜索、抓取和使用。教育对象要能够积极开展人机、人际沟通，提升学习效果。二是教育对象自主评价模式的形成。人工智能时代劳动教育的自主化特点要求教育对象要有较高的自主学习评价能力，能根据人工智能劳动教育平台的智能评价系统开展评价，并结合教育者评价、社会评价，对自身的学习状况进行评估，为进一步学习提供依据。

三、人工智能时代的劳动教育调适

人工智能进入劳动教育，对劳动教育的教育理念、教育模式产生巨大冲击，推动劳动教育智能化创新。然而，人工智能并非“有百利而无一害”。在当前技术条件下，人工智能虽能替代人的某些“智能”，却不能替代人的情感、情绪等感性机能。因此，把人工智能引入劳动教育，既要主动转换劳动教育的认知范式，推进劳动教育理论革新，也要主动进行价值反思，明确技术边界，规避人工智能给劳动教育带来的负面影响。

1．理论自觉：转换劳动教育的认知范式

人工智能时代的劳动教育，在使用新技术、新工具对劳动教育进行改造升级的基础上，应结合人工智能在劳动教育中的应用，进行理论研究与理论创新。人工智能对于劳动教育的理论意义，主要体现在认知方面。在传统的劳动教育中，教育对象的认知着重于“看、记、践”，即通过直观感受和对知识的记忆背诵，在实践中加以验证，比较强调经验的作用，缺乏实证分析和科学依据。人工智能应用于劳动教育，使认知的科学依据、认知模式、实践方式等发生了重要转换。从认知的逻辑起点看，传统劳动教育认知的逻辑起点是教育者，教育者根据自身对劳动知识的理解，以严密的逻辑组织劳动知识，形成教育方案，开展教学活动。这固然能够让教育对象对劳动知识有全面、清晰的认知，却较少顾及教育对象的需要，也没有充分发挥教育对象的主动性和积极性，而教育对象的需要和主动性是影响劳动教育效果的核心要素。人工智能时代的劳动教育，教育方案是人工智能平台围绕教育对象的特点和兴趣形成的，认知的逻辑起点是教育对象，教育内容与教育对象需求精准契合，能够最大程度开发教育对象的劳动潜能。从认知的科学依据看，人工智能驱动劳动教育认知模式朝着科学化方向发

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

展。研究发现，人类对事物的认知和表达并非必须依靠语言。[3] 空间力、想象力等被引入劳动教育的认知中，让教育对象在虚拟的场景开展劳动知识学习和劳动实践，从而使劳动教育的认知方式更加科学、高效。从认知的载体看，在人工智能的赋能下，劳动教育的认知以情境式认知、浸润式认知为主。虚拟劳动场景的设置、教育对象模拟操作多种劳动工具、个性化劳动教育课程的生成、趣味性劳动教育课程的使用等，这些都给教育对象以虚拟的劳动体验情境和虚拟的劳动操作平台，教育对象通过体验获取劳动相关知识，对劳动知识和劳动技能的理解、掌握会更深刻和彻底。

2．价值根基：厚植劳动教育的人文底蕴

劳动教育的效果不仅体现为教育对象对劳动相关知识和技能的掌握，还包括提升教育对象对劳动的热爱和情感，是劳动知识、劳动能力与劳动情感在教育对象身上的统一。一方面，要发挥人工智能的技术优势，创新劳动教育的方式方法，提升教育效果；另一方面，要在教育过程中注重教育对象劳动情感的培养，体现劳动教育的价值理念和人文关怀，把教育对象培养为兼具技术与情怀的新时代劳动者。首先，要坚持以人民为中心的劳动教育价值理念。无论人工智能如何影响劳动教育，劳动教育以人民为中心的价值本质不会变化。坚持以人民为中心的价值观念，就是要通过人工智能赋能劳动教育，使教育对象接受更好的教育，从而为其创造美好生活奠定技术基础。人工智能对劳动教育高水平的技术支持，离不开人类社会的基本价值观念，只有用以人民为中心的价值观念统摄人工智能技术发展的方向，才能促进社会发展和人类社会进步。其次，要以人的协调发展为劳动教育的终极关怀。人的协调发展，就是人的“知、情、意”达成内在的统一。具体来说，就是在劳动教育时既要重视人工智能的技术优势，又要注重发挥人的能动性，让人工智能场景成为教育者、教育对象发掘自身劳动潜能的扩大器。人工智能时代劳动教育的终极关怀，是以人为价值目的，一切劳动教育理论和实践的构建都必须把人作为核心价值，只有这样人工智能时代劳动教育创新才能真正实现其价值和意义。

3．现实进路：厘清劳动教育的技术边界

人工智能对劳动教育模式的改变，既受自身技术发展的影响，也会受到劳动教育的价值方向、教育目标等要素的制约。因此，人工智能时代的劳动教育创新是有一定边界和限度的。首先，人工智能能极大推动劳动教育创新发展，但并非是万能的。人工智能在追求劳动教育技术升级、技术创新方面具有无可替代的价值。然而，人工智能常被人诟病的焦点也集中于此。由于人工智能过于追求技术的价值，过于强调技术带来的变化和技术的应用，容易消融社会的核心价值。因此，人工智能进入劳动教育不能凌驾于劳动教育的价值追求之上，而要实现价值理性与工具理性的动态统一。由于人工智能机器并非真正的人类，因此社会的“共识性知识和公共性信息难以进入算法化个体的认知领域”。[4] 这就需要在开展劳动教育时，必须坚持教育的初心和价值方向。其次，要坚持线上与线下相融合开展劳动教育。线下劳动教育具有情感性、传承性等优势，教育对象在与劳动模范、先进工作者等劳动榜样人物的交流中，既能学习他们身上的劳动知识和技能，也能学习他们身上所体现的情感和意志，这些精神素养是人工智能技术难以具备的，却是新时代优秀劳动者所必备的。因此，要充分发挥线上教育的技术优势和线下教育的情感优势，以技术促进劳动精神的传承，以劳动精神推动技术的革新，在更高层面上实现新时代劳动教育的目标和使命，为中国特色社会主义现代化事业培养更多的优秀劳动者。

参考文献：

[1] 袁振国．乘势而上，促进教育线上线下融合[N]. 中国教育报，2020-05-13.

[2] 何聚厚，梁瑞娜，韩广欣等．基于虚拟现实技术的深度学习场域模型构建研究[J]. 电化教育研究，2019 (1).

[3]Peter Gordon. Numerical Cognition Without Words: Evidence from Amazonia[J]. Science, 2004, 306(5695).

[4] 崔聪．人工智能时代思想政治教育的算法风险及其应对[J]. 思想理论教育，2020(5).

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

智能思政:思想政治教育与人工智能的时代融合

胡 华

(华南理工大学 马克思主义学院, 广东 广州 510640)

[摘 要]智能思政是思想政治教育创新发展的新形态。人工智能为思想政治教育带来事物、生态和思维的变革,但也存在"效用"与思想政治教育整体性、"规则"与思想政治教育人文性、"明道"与思想政治教育生命性之间的矛盾。为推进变革和纾解矛盾,智能思政应从彰显育人价值、浸润育人情境、增强育人效果三个维度明确"可用之器"与"向善之道"的发展定位,强化技术运行逻辑与思想政治教育的有机契合,推动思政育人与人工智能的双向赋能,进而实现思想政治教育与人工智能技术的时代融合。

[关键词]人工智能;智能思政;器以载道;时代融合

〔中图分类号〕G641 〔文献标识码〕A 〔文章编号〕1002-5707(2022)1-0041-06

人与技术的关系问题是马克思主义技术观的核心问题,"从事实际活动的人"[1]152 是研究的出发点。这是把握智能思政逻辑起点与现实意涵的重要遵循。智能思政是将人工智能引入思想政治教育领域而产生的新形态。它依托"数据+算力+算法"的定义法则,以数据化、自动化的呈现方式推动思想政治教育资源的优化配置、载体的及时更新和手段的方便快捷,助益思想政治教育实现"器以载道"。当然,在此过程中,还要有效规避人工智能可能诱发的情感交流弱化、价值需求淡化等问题,破除人与技术、价值理性与工具理性二元对立的片面思维, 进而推动思想政治教育与人工智能技术的时代融合,服务思想政治教育的守正创新。

一、人工智能:思想政治教育革新的重要因子

"事""体""道"是中国哲学的重要概念。"事"具有外显性,是供人使用的有形之物。"道"具有无形性,体现事物的内在本质和运行规律。在智能化时代,人工智能在思想政治教育中常以外显性的、中介式的方式来展现其技术优势。所谓"事不离道、道不离事;道寓于事、事彰显道"[2]141,即是此理。而"体"具有中介性,是贯通"事"与"道"的桥梁和纽带。如智能化的教学系统、课堂管理系统以及决策运行机制等。从"事""体""道"角度考察智能思政问题, 可以发现, 人工智能虽然在载体、手段等"事""体" 层面变革了思想政治教育的外在形态,但在彰显思想政治教育 "道" 这一层面的育人目标、育人本质、育人价值时,却未因外在形态的改变而发生根本改变。

(一)从"事"的角度看,人工智能促进了思想政治教育"事物"变革

思想政治教育的"事物"变革指向思想政治教育的工具及手段层面。从历史维度看, 在原始社会,人们依靠语言开展思想交流和劳作沟通,并在

本文为 2021 年度国家社科基金高校思政课研究专项项目"总体国家安全观融入高校思想政治理论课教学研究"(项目编号:21VSZ068)、2020 年度广东省高校思想政治教育课题 "网舆生态治理视阈下思想政治教育传播力研究"(项目编号:2020GXSZ071)阶段成果

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

协调合作的集体活动中形成社会实践，“成人礼”意义上的思想政治教育随之萌芽，“这一教育过程涵盖身体锻炼、道德教育、行为规范、意志品格训练和社会习俗教育等”[3]10。随着社会的不断发展，人们发明了文字、纸张，思想政治教育的书写载体得以优化，信息流传时间得以延长。近代以来，不论是信息时代的电视、电话、广播媒介，还是智能时代的算力、算法、大数据，都极大拓展了人们获取知识的来源和范围，信息的保存和传播也更加快捷高效。尤其是智能时代的到来，人工智能以其强大的数据运算、深度的学习能力，更为深刻地影响和改变着社会各领域的存在状态。这不仅是对人的智力水平的全面考验，也引发了对思想政治教育的深切思考。于思想政治教育而言，智能思政推动了思想政治教育工具、载体、手段的新融合，使思想政治教育打破物理时空限制，在开放性、延展性、传输性等层面得以增强，并成为思想政治教育的新“事物”。

（二）从“体”的角度看，人工智能技术优化了思想政治教育“生态”氛围

思想政治教育的“生态”氛围指向思想政治教育的社会环境层面。这一指向可以从两个方面加以把握。一方面，人工智能构成了思想政治教育生态的主要方式。近代以来，印刷工业兴起，人们利用印刷技术突破人际交流限制，大量快速地传播知识和信息，由此进一步拓展了思想政治教育的活动空间和资源供给。以班级授课为主要模式的学校教育生态逐渐形成，并在信息时代得到进一步巩固。在这一教育生态中，形成了以教师的“教”与学生的“学”为主要形式的思想政治教育活动和以考试评价制度、育人管理制度、实践活动制度为主要制度的思想政治教育制度等。另一方面，人工智能优化了思想政治教育的育人生态。“对人的智能或认知活动的模拟范围或类型不断扩展从而模拟能力不断提升”[4]的人工智能，经历多次迭代升级后，已逐渐由数据领域、算法领域演进到应用领域、服务领域。这种演进趋势对思想政治教育的深刻影响表现在，思想政治教育不再局限于“学”与“教”两个环节，而是打破时空限制，通过信息化、数据化、智能化的教育载体和平台，优化了思想政治教育主体、客体、介体、环境共同构建而成的生态系统，使思想政治教育呈现出个性化、泛在化、过程化的特征，从而在尊重个体的选择性、激发个体的能动性的过程中，重塑了思想政治教育“学以成人”的生态氛围。

（三）从“道”的角度看，人工智能技术推动了思想政治教育“思维”更新

思想政治教育的“思维”更新指向思想政治教育的内在本质和运行规律。人工智能推动思想政治教育“思维”更新，对思想政治教育的目标、价值、内容、本质产生了深刻影响。人们在智能时代，将变得更加自主和自由，也更加需要新的思维理念来应对日益原子化、技术化的生活方式。从思想政治教育角度看，如果人工智能的工具理性仅仅或过分追求思想政治教育秩序的规范化、思想政治教育流程的畅通化，而忽视对个体价值需求的满足或精神生命的完善，那么，人的精神需求多样性就会被束之高阁，思想政治教育的人文关怀也会荡然无存。作为合目的性与合规律性相统一的思想政治教育新形态，智能思政应将个体的主体性、技术的价值性、人的全面发展性三个方面有机结合起来。其中，人的主体性与技术的价值性要求智能思政应以工具理性为手段，凸现技术为人服务的根本价值；人的全面发展要求智能思政坚持以文化人，“凸现技术为人发展服务的特性”[5]。在三者有机结合的场域中，不断增强个体对人工智能的理解意识与接纳能力，引导个体形成正确的自我认知图谱与科学的技术运用思维，使个体由“数码人”向“载道人”转变，从而使智能思政发挥“对人的成长发展的积极作用和正向效应”[6]，彰显“道不远人”的思想政治教育意涵。

二、矛盾纠葛：智能思政应当规避的潜在风险

人工智能学者玛格丽特·博登曾对人工智能下了一定比较简练的定义：“让计算机完成人类心智能做的事情。”[7]3 虽然这一概念是一种描述性的表达，但也得到了学术界的认同和采用。从技术逻辑看，人工智能是“利用自己的学习能力实现对于人的智能和行为的模拟”[8]24 并以计算主义为主要呈现方式的技术形态。智能思政作为以数据与算

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

法为技术支撑、以技术逻辑为运行法则的思想政治教育新形态，要实现器以载道、学以成人的目标，就要把握好技术运用与思政育人的矛盾问题，防止出现技术异化情形。

（一）技术追求“效用”与思想政治教育整体性的矛盾

“效用”指向的是现代技术视域下思想政治教育的育人手段或载体。各式各样的现代技术运用到思想政治教育领域，推动着思想政治教育向着技术思政、科技思政、精准思政的方向发展。但技术天然具有工具理性，这种工具理性往往欠缺对思想政治教育人文精神的价值分析，造成思想政治教育主客体之间的割裂甚至对立，使得思想政治教育者在享受现代技术快捷高效的同时，逐渐形成了所有思想政治教育都要借助技术才能展开的技术依赖症[9]。现代技术渗透到个体生命依存的诸多领域，思想政治教育也不例外。尤其是人工智能的勃兴，极大推动了思想政治教育的现代化和信息化，智能化教具与传统教具相互补益，人机融合与人机协同模式席卷而来，使现代技术在作为数字原住民的现代个体生命发展过程中占据重要位置。然而，当人工智能成为思想政治教育的依赖甚至主宰时，人工智能就被赋予了过于“智”或“神”的色彩，演变为思想政治教育领域的“新宠儿”。在技术依赖症的惯性牵引下，“由技术理性主导的教与学将贬黜本真教育的生命意蕴”[10]，致使集生命性、价值性、社会性与技术性于一体的思想政治教育生态遭到破坏。

（二）技术遵循“规则”与思想政治教育人文性的矛盾

“规则”指向的是现代技术在思想政治教育领域中的运行标准和流程。以人工智能为代表的现代技术作为思想政治教育的技术承载，通过信息嵌入、代码驱动、算力运算、深度学习、数据输出的标准化规则和工艺化流程，持续生成思想政治教育的知识和信息。在智能思政视域中，标准化规则和工艺化流程发挥着规定性功能，即决定着数据和信息传输的量级、类型、方式和范围。事实上，这种标准化规则和工艺化流程缺少主体自觉意识，因而难以把握思想政治教育数据、信息的目标旨趣与运行意义。同时，正因标准化规则和工艺化流程在很大程度上规定了思想政治教育何以传播、如何传播、传播什么、传播多少但又无法理解数据、信息背后的目标与意义，使得思想政治教育内含的人文精神受制于标准化规则和工艺化流程的影响，只能在既定算法规则、流程框架、预设程序内运行，个体体验思想政治教育的人文精神只能借助冰冷的数据交易来呈现，造成思想政治教育人文精神无法充分感知外部世界，导致思想政治教育“很难在数据交易过程彰显其人文精神的社会关系向度”[11]。

（三）技术弱化“明道”与思想政治教育生命性的矛盾

“明道”指向的是现代技术蕴含的技术思维与技术价值。马克思以“现实的人”为逻辑起点探讨了近代工业社会中人与技术的关系问题，阐述了技术对于人的本质力量的深刻影响。现代技术渗透到社会文明的各个角落，思想政治教育作为传承文明价值、展现文明观念的阵地也因现代技术的广泛普及而发生深度变革。现代人在享用技术红利的同时，也容易陷入“技术的狂欢”，成为将个体生命嵌入现代技术中的“赛博人”，以至于现代技术反过来规约甚至宰制人的生命发展。从智能思政角度看，如果单纯从技术思维出发而不考虑技术背后承载的生命价值，那么，人工智能的运用至多停留在确立技术标准、明确技术规则、创设技术环境、优化技术手段、升级技术平台等外在层面，人的情感体验、价值选择、学习意义也只会被机械纳入机器“算法”之中，导致具有人格尊严、意义世界、精神需要的个体生命淹没在人工智能的“技术附魅”之中。一旦人的生命意义被技术蒙蔽，思想政治教育蕴含的人文精神、意义世界就会在人工智能的驱动下偏离启迪生命的正确轨道。在这个意义上，从“明道”维度考察智能思政，是思想政治教育协同人工智能发展的本体性思考，是找寻思想政治教育“安身立命”之所的必然性选择，也是思想政治教育坚守生命逻辑的前瞻性探索。

三、智能思政：“可用之器”与“向善之道”的时代融合

智能思政作为思想政治教育创新发展的新形

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

态，明确了“可用之器”与“向善之道”的发展定位。“可用之器”着眼于有效性原则，指向智能思政的技术应用效果。“向善之道”立足于价值性原则，指向智能思政的育人本质功能。实现“可用之器”与“向善之道”的时代融合，可以从彰显育人价值、浸润育人情境、增强育人效果三个维度加以展开。

（一）彰显育人价值：由外部引入转向内在生长

彰显育人价值有外部引入与内在生长两种路径。前者从智能技术出发，使思想政治教育被动改变自身以适应智能技术。后者从思想政治教育需求出发，引导思想政治教育主动选择与运用智能技术。而要彰显育人价值，必须走由外部引入转向内在生长的路径。

其一，在技术运用中聚焦育人价值。价值问题主要涉及需要与满足的效应关系，与人们的生成发展和生命完善息息相关。只有当现代技术引入到育人价值体系中并促使人们重新思考与革新这一育人价值体系时，现代技术才真正获得了“器以载道”的“身份认同”。在智能化社会，思想政治教育者要承认以人工智能为代表的现代技术驱动思想政治教育深度变革的必然性，且这种必然性要适应思想政治教育创新发展的现实需要。这意味着，智能思政在开展过程中，应充分彰显思想政治教育的建构性和超越性，“坚持价值性和知识性相统一，寓价值观引导于知识传授中”[12]β30。通过唤起个体对内心世界中生命意义与成长价值的体认，培养“志于道、据于德、依于仁、游于艺”的全面发展之人。从育人实践看，思想政治教育以立德树人为根本任务和中心环节，运用马克思主义理论的科学性、真理性与道义性引导个体把握现实世界，理解生命意义，“牢记生活是连续的、多样的且被体验的，而不是被计算的”[13]β3，引导个体在真心认同科学理论、正确把握历史规律、深刻认识基本国情的基础上，做心中有家国、有社会、有美德的时代新人。智能思政这种将知识传授与价值引领有机统一，德智体美劳深度融合的价值追求，超越了以工具理性遮蔽价值理性的单纯技术路径，拓展为一种超越“术”而培养“道”的高阶教育路径。

其二，在技术精神中涵蕴育人价值。当人工智能运用到思想政治教育领域时，作为技术运用者的思想政治教育者，不应将其仅仅视作工具、载体或手段的对象物。人工智能运用到思想政治教育领域的过程，应当是充分展现思想政治教育者育人目标、育人价值的过程。从这个意义上探讨智能思政的技术运用，人工智能就被赋予了技术精神的深刻内涵。技术精神从本质上看，“是由技术性质所决定并贯穿于技术行为之中的基本的精神状态和思维方式”[14]，并且内含价值理念和行为规范的理性自觉，使现代技术有了服务人之活动、满足人之需要的价值承载。将技术精神融入现代技术运用的过程，也是对技术运用有效规制和理性引导的过程。进言之，人工智能对教育价值需要的满足与否、是否契合个体成长发展，归根结底要看人工智能嵌入后，利用技术精神有效约束其适用性与符合规律性的程度。在智能思政视域中，要善于挖掘人工智能蕴含的技术精神，并将这种技术精神同个体精神世界有机联结，推动思想政治教育过程中的每一个体从外在约束转向内在驱动、从技术运用转向人机共生，从关注外在技术社会转向体验内在精神生命，使其在向内的“认识你自己”中更好地认识他人和社会，实现智能思政场域中思想政治教育者主导性和教育对象主体性的有机统一。

（二）浸润育人情境：从技术本位到人之本位

技术作为人的发明物，兼具自然属性和社会属性。自然属性难以排除技术异化的潜在风险，“技术的社会属性则决定着技术异化的人为性及可控性”[15]。智能思政视域中的人工智能，应当为思想政治教育主客体的双向互动创设良好条件，实现智能思政的育人情境从技术本位向人之本位转变。

其一，在技术运用中把握育人情境。“思想政治工作从根本上说是做人的工作”[16]β377，这项工作内在蕴含着育人、成人的价值内涵，将这种价值内涵融入人工智能并引导人工智能为“已”所用，必然会带来人工智能的情境变革。这种情境变革的关键在于是否有利于满足个体成长发展的价值需要。智能思政这一思想政治教育新形态，在很大程度上拓展了个体的学习情境和生命情境，丰富了个体的生命实践、增强了个体的自主学习动力，并促使思想政治教育主体在现实情境和虚拟情境深度结合的过程中，教育和培养生命自由发展之人。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

马克思曾主张人通过技术活动实现生命自由发展。他认为,人“具有有意识的生命活动”[17]205,人在以技术活动为手段的社会实践中实现意识自由与活动自由,并最终到达体悟生命自由的情境。智能思政视域中的情境,应当是以思想政治教育主客体之间的平等对话为主线、以情感交流为依托、以探究问题为导向、以个体主动学习为旨归。这样的情境在某种意义上就是一种“体悟生命自由”的情境。为达成这一情境目标,思想政治教育主体应“将虚拟网络场景与思想政治教育内容以及大学生的认知偏好有机结合,善于融‘教’于‘导’,寄‘情’于‘引’,将课本的理论知识转化为现实的人化叙事”[18],在教与导、情与理、人与物、器与道的交融中感受智能思政的情境魅力。

其二,在技术运用中展现育人使命。智能思政的展开过程是在思想政治教育过程中传播育人知识、内化育人精神、内化技术理性、展现育人使命的过程,这一过程并不局限于表层意义上的技术手段、技术工具、技术载体等技术运用层面,更关涉到个体成长发展和生命完善的育人使命层面。不管人工智能如何融入、以何种方式融入到思想政治教育,只有真正观照思想政治教育主客体的生活经验及生命意义,才能真正满足思想政治教育创新发展的时代需求。由此观之,智能思政应当激发个体在更高境界、更宽领域、更大平台追寻生命意义、把握时代脉搏、服务社会发展,才能引导个体在知识习得、素质提升、价值塑造过程中找到成长发展和生命完善的价值归宿。这意味着,智能思政必须打破时空限制、算法规制和算力钳制,融通思想政治教育走进人、培养人、发展人的现实意义,营造积极向上的育人环境,维系情感交融的育人关系,提供与时俱进的育人资源,运用显隐结合的育人方法,推动思想政治教育在个体具象化、立体化和生活化的认知建构过程中实现“润物细无声”的价值引领与使命担当。这亦是思想政治教育引导个体获得绵延不绝的精神动力的使命展现。

(三)增强育人效果:从注重流程到诉诸质量

无论开展何种思想政治教育,都要关注育人的质量和效果。质量和效果表现在对各种具体问题或活动流程的解决和优化程度。智能思政有利于缩短育人输出与育人目标间的差距,为提升育人质量预留实践空间,这也构成了智能思政增强育人效果的条件支撑。条件支撑只是增强育人效果的前置要素,而非终极目标。智能思政的终极目标在于通过缩短思想政治教育流程,优化思想政治教育情境,提升思想政治教育质量。也就是说,坚持增强育人效果的质量立场,坚守被人工智能工具理性遮蔽的育人本质,引导人工智能服务于个体的思想价值引领和全面发展需求,这才是智能思政增强育人效果的深层逻辑。

其一,增强育人效果是智能思政的根本目标。具体问题的解决或具体流程的优化固然重要,但这只是智能思政增强育人效果的外部呈现与阶段要求。要推动智能思政的深度发展,必须聚焦育人效果的内在价值与终极目标。这一内在价值与终极目标要求,必须将个体的思想价值引领、全面发展需求置于核心地位。智能思政作为“将智能信息技术与教育教学全过程进行深度融合”[19],是一种融人的智力、技术智能与思想政治教育于一体的思想政治教育新形态。智能思政通过手段、工具、载体层面以及理念、内容、形态等层面的变革,构建了蕴含强大智慧、凸显高阶智能、打破时空阻隔的思想政治教育生态系统。要充分发挥智能思政这一生态系统的育人功能,应以“现实的人”为逻辑起点,在思想政治教育理念上由技术理性向价值理性转变,在思想政治教育方式上由辅教辅学向双向互动转变,在思想政治教育载体上由技术场域向人机协同转变,推动个体“转识成智”“转智成德”,实现思想政治教育的便捷化、过程化与技术运用的人性化、生命化的有机结合,并通过智能思政挖掘个体的生命潜能、强化个体的主体意识,推动思想政治教育本身充满智慧,促进个体的全面发展及个体德性修养的提升。如此一来,智能思政就获得了技术运用适恰与育人效果增强双重价值的“身份认同”,达成智能思政集知识传承、人格塑造、生命完善于一体的发展目标,并在可用之维与增智之维两个层面为增强育人效果提供了强大动能和现实场域。

其二,人的主体地位是智能思政的效果指向。如同马克思技术观中将人与技术的关系视作核心问题一般,智能思政视域中的人与技术的关系问题也是其核心问题。技术作为人的本质力量的延

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

伸，虽然被赋予了技术精神的人文内涵，但更多时候扮演的还是对象性的工具或手段的角色。在现代社会，人的需求具有丰富性、多变性，人的发展具有动态性、全面性。人在满足生存需要的基础上，必然会关注自身本质力量的不断延伸，尤其关注现代技术发展对自身思想观念、价值选择和精神文化需求等层面的影响。人工智能作为现代技术的典型代表，如何实现人机与共，是个体审视自身思想观念、价值选择和精神文化需求必然会关注到的焦点问题。“人机与共，……是人机和谐、共建人机命运共同体的美好愿景。”[20]从这个角度考察智能思政，其最大意义“是让每个人在技术的帮助下，获得最大的自由，体现最大的价值，并从中得到幸福”[21]290。从这个角度出发，智能思政应充分尊重个体的主体地位和成长成才规律，注重引导个体在数据化的算法世界中明辨是非、崇德向善、坚守信仰、追求卓越，从根本上克服人简单将人工智能视作工具、手段的技术逻辑以及人工智能机械地将人视为对象、模型的算法逻辑。同时，智能思政应将技术运用融到“关心厚爱”与“严格要求”的辩证统一过程，以“严管”与“厚爱”有效克服在信息茧房、算法推荐“溺爱”与“放纵”背后隐匿的以群体性符号标定个体特征的数据化逻辑，促使有力量、有意义、有价值的人文关怀引导个体善待、善用人工智能，“赋予算法和数据以主体性必然要求，回归人的本质规定性，追寻人的主体性发展”[22]，引导个体超越对人工智能的外部依赖与被动接受，创设生命成长的主体境域，构建精神丰盈的主体世界。

参考文献：

[1] 马克思恩格斯选集(第 1 卷)[M].北京:人民出版社,2012.
[2] 何中华.马克思与孔夫子[M].北京:中国人民大学出版社,2021.
[3] 滕大春.外国教育通史(第 1 卷)[M].济南:山东教育出版社,1995.
[4] 肖峰.人工智能与认识论的哲学互释:从认知分型到演进逻辑[J].中国社会科学,2020,(6).
[5] 马鸿霞,朱德全.器以载道与学以成人:智能化时代教学价值的逻辑理路[J].中国电化教育,2020,(4).
[6] 杨威,耿春晓.人工智能时代思想政治教育发展的可能议题[J].思想教育研究,2021,(10).
[7] [英]玛格丽特·博登.人工智能的本质与未来[M].孙诗惠,译.北京:中国人民大学出版社,2017.
[8] 腾讯研究院,等.人工智能:国家人工智能战略行动抓手[M].北京:中国人民大学出版社,2017.
[9] 胡华,何小春.课堂教学技术依赖症的困境及其超越[J].教学与管理,2020,(21).
[10] 刘济良，马苗苗．智能时代下教育的困境与坚守——基于生命哲学的视角 [J]．教育发展研究，2021,(20).
[11] 吴凯.区块链赋能思想政治教育的技术逻辑、风险挑战与实践策略[J].思想教育研究,2021,(6).
[12] 习近平谈治国理政(第 3 卷)[M].北京:外文出版社,2020.
[13] [意大利]卢恰诺·弗洛里迪.在线生活宣言:超连接时代的人类[M].成素梅,等,译.上海:上海译文出版社,2018.
[14] 樊勇,高筱梅.技术精神:一种值得关注的精神形态[J].学术月刊,2011,(6).
[15] 张弘政．从技术的二重性看技术异化的必然性与可控性[J].科学技术与辩证法,2005,(5).
[16] 习近平谈治国理政(第 2 卷)[M].北京:外文出版社,2017.
[17] 马克思.1844 年经济学哲学手稿[M].北京:人民出版社,2018.
[18] 胡华．人工智能嵌入大学生思想政治教育的 SWOT 分析及应对策略[J].思想政治教育研究,2021,(4).
[19] 胡钦太,刘丽清,郑凯.工业革命 4.0 背景下的智慧教育新格局[J].中国电化教育,2019,(3).
[20] 张立文.和合人生价值论——以中国传统文化解读机器人[J].伦理学研究,2018,(4).
[21] 李开复,王咏刚.人工智能[M].北京:文化发展出版社,2017.
[22] 王贤卿.以道御术:思政教育对智能算法技术弊端的克服[J].毛泽东邓小平理论研究,2021,(2).

[责任编辑　许慎　许婵媛]

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

DOI:10.13811/j.cnki.eer.2021.01.001

教育人工智能(eAI):人本人工智能的新范式

祝智庭[1], 韩中美[2], 黄昌勤[2]

(1.华东师范大学 开放教育学院, 上海 200062;
2.浙江师范大学 教师教育学院, 浙江 金华 321004)

[摘 要] 人工智能是未来教育创新发展的重要推动力,遵循人本主义理念并形成人本人工智能教育新应用,将有力促成一种新型的研究与应用范式——教育人工智能(educational Artificial Intelligence,eAI)的形成。eAI 注重以人为本的协作教育理念,在智能技术的支持下,以人和机器的交互、协作为研究对象,理解教育活动并揭示其发生的规律,从而促进人和机器智慧的共同成长。因此,在以人为本理念的引领下,eAI 必将是人本人工智能的持续动力和新的研究范式,也是未来教育创新发展的新诉求。文章深度融合人本人工智能与教育,开展 eAI 的理论探究。首先,从人工智能、人在回路和奇点生态三方面阐释了人本人工智能的内涵,并解析 eAI 创新所需要的支持智能、增强智能和人机协同智能的一体化联动。在此基础上,剖析 eAI 的核心要素,构建了人本人工智能引领下 eAI 的研究框架,以人在旁路、人在回路和人在领路模式贯穿三大智能(支持智能、增强智能和人机协同智能)来透析 eAI 生态。最后,从基于混合智能的 eAI 环境、面向协同增智的 eAI 技术、底线思维引领下的 eAI 实践理性、面向设计思维的 eAI 创变力量、基于和谐共生的教育伦理等方面探寻了人本人工智能视域下 eAI 新范式,以期为构建人本人工智能视角下人机协同的 eAI 新生态提供设计思路和实践指导。

[关键词] 教育人工智能; 人本人工智能; 混合智能; 超学科; 研究框架

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 祝智庭(1949—),男,浙江衢州人。教授,博士,主要从事教育信息化系统架构与技术标准、信息化促进教学变革与创新、技术使能的智慧教育、面向信息化的教师能力发展、技术文化等方面的研究。E-mail:ztzhu@dec.ecnu.edu.cn。黄昌勤为通信作者,E-mail:cqhuang@zju.edu.cn。

一、引 言

人工智能是促进人类社会发展和科技进步的重要驱动力和战略技术,坚持“以人为本”是规范人工智能并促进其长足发展的基础。近年来,欧美发达国家纷纷出台相关政策,部署人工智能发展战略、制定行动计划,抢占人工智能技术发展的制高点[1]。国家宏观层面的战略政策是落实教育人工智能的重要保障,2017 年,我国政府发布了《新一代人工智能发展规划》,指明了人工智能发展的战略态势以及战略部署,强调把人工智能作为开展群体智能的协同与共享、人机整合与增强智能等技术研究列入关键共性技术体系[2]。随之而来,在以深度学习、类脑计算等智能技术助力下,发展以人为本的人本人工智能成为新趋势。2018 年,美国斯坦福大学人工智能实验室与视觉实验室负责人李飞飞启动“以人为本的 AI 计划(Human-Centered AI Initiative,HAI)”,认为人工智能的良性发展需要人文主义的指引,反映人类智能的深度,确保每一步都能正确地引导人工智能的发展,实现人机共轭共生[3]。2019 年,我国科技部首次提出人工智能治理原则,发布了《新一代人工智能治理原则——发展负责任的人工智能》政策,要求人工智能发展应以增进人类共同福祉为目标,应符合人类的价值观和伦理道德,促进人机和谐[4]。因此,人本视角下的人本人工

基金项目:2018 年教育部人文社科规划基金项目“大数据背景下网络学习空间的智能服务生态与应用模式研究”(项目编号:18YJA880027)

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

智能致力于实现“目中有人”和“始终为人”，合理驾驭人本人工智能，支持跨学科研究的广度，尤其是与教育的融合创新，使智能教育回归到育人本质，具有极其重要的现实意义。据此，笔者首创教育人工智能的新概念，简称 eAI（educational Artificial Intelligence），并将 eAI 的研究与应用视为人本人工智能的新范式。

笔者有理由相信，eAI 将成为未来教育创变发展的新动能，也应该成为 AI 时代的国家教育战略的组成部分。2019 年，联合国教科文组织发布《北京共识——人工智能与教育》，明确指出要支持对与新兴人工智能发展影响相关的前沿问题进行前瞻性研究，推动探索利用人工智能促进教育创新的有效战略和实践模式[5]。欧洲政治战略中心发布《人工智能时代：确立以人为本的欧洲战略》，坚持以人为本是人工智能与教育融合发展的基本准则，人本人工智能为未来教育的创新发展创造了新机遇，为 eAI 发展提供了最大可能；反过来，教育为人本人工智能的发展提供持续动力[6]。eAI 是坚持以人为本的人机协同发展理念，实现人机智慧的共创共生。因此，以人本人工智能作为推动未来教育的理念基础，需回归并坚持教育的育人本质，我们可以期待在人本视角下，eAI 能促进教育目标的高效达成，推进 eAI 的创新发展，并助力教育创新变革。

然而，现阶段的教育领域，人工智能技术所依赖的教育数据在数量与质量上均存在“短板”，智能技术对教育数据所蕴含意义的可解释性差，面向复杂多样教育业务的通用人工智能技术“嫁接”难度增大，由于教育多类型用户对人工智能技术存在应用价值困惑，造成人际信任危机难以消除等重大挑战性问题[7]。由此可见，人本人工智能赋能的 eAI 是破解上述教育难题的关键，尤其是 eAI 能够实现机器在数据处理、知识管理等“智商”方面和人在情感、意识等“情商”方面的有机统一。有鉴于此，本文以人本人工智能作为理论依据，深入阐释人本人工智能视角下 eAI 的内涵，提出 eAI 研究框架，促进构建基于人机协同的 eAI 新生态和新范式，以期对 eAI 发展提供借鉴。

二、人本人工智能理论阐述

（一）人性为王：人本主义理论教育观

人本主义理论教育观源于人本主义心理学。20 世纪初，行为主义和精神分析在教育领域占据着主导地位，其将学生视为“固化的”或“有缺陷的”，认为可以通过奖惩制度轻易地控制学生[8]。与之相对，以马斯洛和罗杰斯为代表的人本主义学派则强调人的自我实现，提出教育目的在于唤醒学生的潜能，助其发现并实现自我。在这一过程中，学生是学习活动的主导者，而教师只是辅助角色。基于此，人本主义理论教育观有了以学习者为中心的核心内涵，以主体性教学和自主式学习等方式最终达到培养全面、完整的人的教育目标。

对人本主义视域下师生关系的正确把握是理解人本主义理论教育观的重要前提。人本主义理论教育观倡导非指导性教学法，反对模式化教学，强调教师要做到“知情结合”，既是学习的引导者，又是给予爱与关怀的情感同行者，在人文主义关怀下师生双方都得以实现自我。综上所述，人本主义理论教育观本质上就是人本主义视域下的教与学，强调以学习者为中心，无论人工智能如何发展，人性为王都是未来教育的时代主题。德行、情感和自我实现等人类独有的特质应当受到极大的重视，必须以尊重彰显人性、保障人的基本权利、维护人类根本利益为前提，推动其个性化发展。

（二）人在回路：人本视角下人工智能产物

1. 人工智能

人工智能是一门研究如何制造出类人的智能机器或系统，以模拟人类活动和思维，延伸和扩展人类智能的科学[9]。近年来，人工智能的高速发展得益于三个要素：大数据的可获得性更高、计算能力更强大、算法更高端。人工智能技术和应用如图 1 所示。其中，教育数据层是 eAI 技术框架的基础层，包括数据采集与预处理等相关技术。算法层是实现各类 eAI 的核心，尤其是作为人工智能新锐力量的深度学习算法。深度学习是机器学习的子领域，是一种致力于学习给定样本的内在特征规律并加以表示的分析方法。感知层和认知层是在算法层的基础上，让机器可以读懂语音、文本、图片等多模态数据的含义，进一步实现更加高级的智能，如情感、认知层面的智能。人工智能技术在

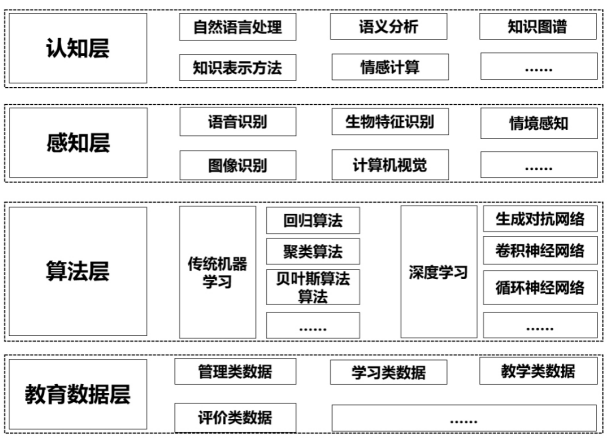


图 1　人工智能的技术框架

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

重塑社会各行各业智慧新形态过程中具有变革性潜力，但在其未来发展中也需要突破可解释性计算、小规模数据量的无监督学习等技术瓶颈。

人工智能技术正面价值实现的同时，必然伴随着负面价值。目前，人工智能的主流智能技术如神经网络就像一个黑箱，不能深入细致地理解学习是如何发生的，无法揭示学习发生的原因[10]。因此，需要人为参与协助机器寻觅打开黑箱的钥匙。另外，人工智能作为智能科技的强大引擎，使得部分教育研究者和践行者陷入技术泥潭，导致出现了人工智能会取代人类的异常恐慌和智能化未来社会的极度畅想等现象。因此，坚持以人为本是人工智能发展的基石，注重人文性和人性化发展，在与人类社会的融合过程中形成人本人工智能，引导以人在回路模式为主导的智能技术造福人类的同时，也将增强自身认知能力，从而促进对社会各领域发展机制的合理认识。

2. 人在回路(human-in-the-loop)

人本人工智能不再仅仅依赖机器自身学习，还需要以人类参与/反馈等人在回路的模式驱动机器更快达到期望的精确度，同时让人的工作更加有效率。现有如传统机器学习、深度学习等人工智能为代表的技术大多根据历史数据的模式预测未来并得到了应用，但在处理动态、非完整和非结构化信息上与人类相去甚远。特别是应用机器学习算法时需要选择合适的参数，经过反复尝试才能确定最优的步骤和参数，使得机器处理任务耗时情况严重。针对上述挑战，引入人的决策，结合机器学习、知识库，构建人在回路的人工智能备受关注。人在回路是指计算问题的求解需要人的参与或引入人的参与能提升问题求解的效果，需要人和机器的相互作用，是人工智能的可行成长模式[11]。以人在回路的方式，引入人的智慧决策，避免机器无效学习，增强机器自主学习能力。在新环境下，尤其是泛在移动情境下，给机器分析等带来诸多不确定性，如数据的选择、需求设定、学习资源匹配等，为应对这种复杂的应用场景和需求，需要建立人在回路模型，如图 2 所示。

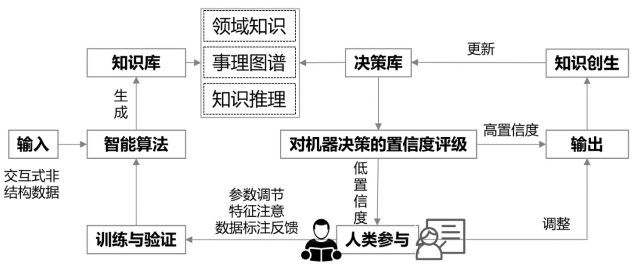


图 2　人在回路的人工智能基本模型

该模型的构建依赖于人机交互技术。面向大数据的人在回路体现在人参与计算的方式上。一方面，面向需要进行感知的终端用户，通过尽可能少的交互预测用户的意图；另一方面，面向社会化的群体，借助他们的认知识别能力提升机器智能的效果。以上人为参与与决策的核心是人机融合，机器的输入加入了人的高级认知和决策，尤其是对模糊不确定问题的分析，从而可以构建并不断更新领域知识库。有鉴于此，设计一个合理的知识库和决策库是研究的重点，知识库构建直接决定了机器增强智能的速度和准确性，尤其是知识推理部分。

3. 奇点生态

人本人工智能的实现以人在回路为技术核心促进社会的飞跃，尤其是类脑计算、群智计算、量子计算等前沿性技术融汇多个领域，促进了社会发展的指数级飞跃，并改变每个行业的存在形态，达到奇点时刻，形成奇点生态。奇点生态不是以线性增长方式发展，而是呈指数级趋势上升，即是常数的重复乘法，导致未来极大的不确定性[12]。因此，奇点生态需要技术手段加以辅助，预测未来什么时候发生什么事情，这就要求必须摒弃渐进式或线性思维，以指数思维构建未来的奇点生态。

(三)人机协同：人本人工智能核心

人机协同是人本人工智能发展的核心和突破口。机器智能是由人类制造的，所到之处无不构造人与自然、人与人的某种新的关系，如果希望机器在未来的世界中发挥积极的作用，正如人本主义所强调的人的核心地位，就必须以“关怀人类”为宗旨，创造人机协同的人本人工智能社会。人机协同始终以辅助人类的思维培养 AI 系统，而不是大规模替代人类，关键所在是能够分配资源和调整人与人之间的关系，能够有效链接物理世界与数字信息世界。智能机器、数字信息、现实世界作为新要素，拓展了面向人机协同的人机物理世界组成的三元空间，其中，数据和算力将成为创新的驱动力，体力活动和部分脑力活动可以由强大的机器智能等代劳，人类的行为和能力将被增强，将有更多的精力投入到品德培育和思维创新等工作中。

人本人工智能的核心是人和机器如何在人机对话中实现功能的互补和价值的匹配。机器依靠海量的数据和精准的运算能力，在人类参与下，使认知实现了个体产生到群体涌现的联结实现、知识生产、理解情感等高阶人机协同智能。机器通过对群体智慧的深度学习，掌握事物之间的关联，在弥补人类脑力不足的同时，提高知识生产的效率和精确性。因此，人机协

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

同重在优势互补，必须坚持以人为本，才能重塑人类社会主体客体间的多元和谐关系，如人机协同的任务分配、伦理价值和隐私保护问题等。

三、教育人工智能内涵阐释

eAI 被视为人本人工智能在教育领域的“领域智慧”，旨在于各种情况下为人类提供协助，其任务范围从纯粹的功能（如计算机辅助学习）到真正意义上的个性化（如自适应学习系统），经分析发现其本质为人本主义视域下的智慧融合，是各学科知识整合下的超越性学科新形态，也是支持智能、增强智能和人机协同智能联动的混合智能智慧。

（一）教育人工智能概念：基于人本人工智能的超学科形态

人本人工智能促进了 eAI 高端形态的形成。eAI 的形成和发展必须依托多学科、多人员的统一协调，具有超学科属性，被视为人本人工智能在教育领域的“领域智慧”。现有人工智能与教育的融合过分关注技术，导致教学理念存在偏差，难以真正理解学习是如何发生的，缺乏人文关怀，教育育人本质则难以凸显。因此，eAI 不仅需要计算机科学的支持，还需依托教育学、心理学、社会学和脑科学等多学科的交叉，注重多类型人员（技术人员、领导者、教师、政策制定者、学习者和其他教育相关社会成员）思想的碰撞，在促进人本人工智能和教育的融合中，提升人的知识技能，培养人的内在品质，塑造人的灵魂。

超学科视域下的 eAI 在智能技术的支持下，注重以人为本的协作教育理念，联合人本主义者、社会科学家与发展人工智能者等教育相关人员，探索人机协作形态下的教育活动和教育规律，从而使得各教育利益攸关方能够更清楚、更深入地理解：学习是怎样发生的；学习又是如何被外界因素（如社会、经济和技术等因素）所影响的；如何通过灵活地运用人工智能技术下的各项“智能”工具为学习者的学习活动提供支持。在 eAI 的形成过程中，可将其视为各学科知识整合下的超越性学科新形态，涵盖着学人工智能、用人工智能、创人工智能三个基本内核。

其一，学人工智能。新兴技术的出现与发展将人类历史推向人机协同的新时代。由此，出现了一个新的问题：教育如何促成个体完成新时代下的角色转换，即如何使个体有效利用人工智能促进社会的可持续发展。从个体适应未来社会发展和满足社会发展需要的角度来看，关键在于学习人工智能素养和学习人工智能相关知识。当下国内大热的 STEM 教育中就蕴含着学人工智能的典型范例。

其二，用人工智能。包括有型的机器工具（如笔记本电脑、iPad、智能手机）和无形的基于技术的学习系统和材料（如学习管理系统，教育软件和基于网络的资源）。其中，颇具代表性的应用范例有个性化学习平台 Knewton、适性深度学习平台 CLARITY、中国“高考机器人”等。

其三，创人工智能。如何在教学过程中有效利用人工智能技术一直是教育研究努力的方向，而如何创生出可有效利用的产品和服务则是教育人工智能的关注点，如开发智能学习系统或是研究教育人工智能引发的伦理、社会和哲学方面问题。

综上所述，eAI 就是秉承着以人为本的宗旨，在“学—用—创”的循环机制作用下，集合各学科学者与教育利益攸关者协同工作，通过各领域、各学科智慧的凝结来推动教育从数字化迈向智能化。在 eAI 时代，无论是抛弃技术支持的传统教学，还是抛弃育人本质的机器教学都不是人工智能时代教育的应然状态，要超越技术限制，回归教育本质，使教育发展理念走向协同化。

（二）教育人工智能：混合智能新境界

eAI 是在以计算机为代表的人造机器上实现的类人教育，是智能机器实现的与人类智能相关的功能总和，这些功能包括判断、推理、学习以及问题求解等。eAI 是混合智能在教育应用场景中达到的新境界。从与人类智能的关系角度来看，其发展是在“以人为本”思想指导下，从“支持智能”阶段过渡到“增强智能”阶段，最后达到“人机协同智能”阶段，如图 3 所示。然而，需要指出的是，在任何人工智能应用领域中，三类智能都不是各自割裂、独立存在的。基于其应用场景特点及需求，三类智能各自发挥着不可或缺的作用，形成一体化联动的效益最大化形态。

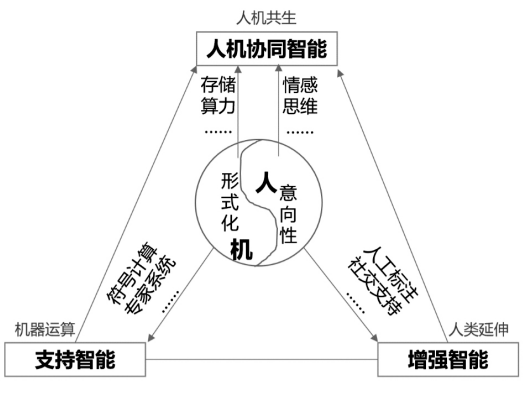


图 3　面向 eAI 的三大智能联动

1. 支持智能

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

在支持智能形态中,人工智能主要为数据驱动型智能,通过知识表示、符号计算、概率统计、自动推理、搜索方法等技术得以实现,其本质在于基于一定的规则执行标准化流程,以高速度与准确性完成复杂计算。在教育场域中,支持智能主要承担着简单辅助教学的角色。从学习者角度来看,支持智能能够向学习者提供诸如搜寻及下载丰富课程资源、向教师提交在线作业、与同伴开展同步、异步讨论等简易辅助功能;从教学者角度来看,支持智能能够帮助教师收集学习者学习数据、了解学习者学习进度、管理班级、分发课件资源等,充当助教角色;从管理者角度来看,支持智能主要提供学习者数据库建立、数字化教与学质量管理、校园管理系统建设等,促进校园的数字化、便捷化管理。总而言之,在如今智慧校园建设如火如荼的背景下,支持智能凭借丰富数据收集与统计以及海量信息储存与传输,早已融入教与学过程的方方面面,成为教育人工智能重要的基石部分。

2. 增强智能

增强智能实际上是人类智能的延伸,如对人类感知能力——听觉、视觉和触觉的延伸等,是人工智能发展到一定阶段的产物。有学者称其为智能放大器(IA,Intelligence Amplification),意在强调其对人类智能的扩增作用,即人类延伸。机器学习作为实现增强人工智能的主导技术,主要是计算机通过人工标注等人为参与来解析数据并从中学习,然后对真实世界中的事件做出决策和预测。在教育情境中,增强智能形态基于神经网络、监督学习、深度学习等技术,实现对教学事件的释义与解因,提供学习者建模与异常预测、情感补偿和学习全路径推荐等个性化学习支持服务。而随着机器学习研究的突飞猛进,增强智能将突破大规模混合情境下多模态数据采集与融合、智能化分析与可解释性计算等技术瓶颈,推动个性化学习向随行学习迈进,成为教育人工智能的中流砥柱。

3. 人机协同智能

人机协同是人本人工智能和 eAI 融合发展的可靠路径,两者的融合发展要以促进人的全面发展为导向,建立人机协同的教学方式、学习环境、评估监测等教育体系,促进人的知识技能、道德情操和价值观与机器协同发展。单靠机器代码学习真善美、道德等人之为人的品质,比较牵强,也会导致教育培养过程中的情感缺失和人文关怀缺失。同样的,教育利益相关者由于计算能力、记忆等局限,难以有效完成更深层次的语义识别及情感互动,导致人机双向互动无法开展。人类思维/智慧与机器无限制的存储、计算能力相结合,使人类从繁杂琐碎和重复性劳动中解放出来,通过人机智能协同,对任务进行重新分配,有更多的时间和精力从事高阶智能工作,如引领创新、品德培育等。因此,eAI 必须坚持人机协同,全链条推动教育创新,厚植面向 eAI 的人的创造性和机器的理解性,逐渐接近教育信息化的高端形态。

综上所述,支持智能、增强智能与人机协同智能将人工智能的逻辑性与教育利益相关者的灵活性相结合,共同实现为教育增知增智。支持智能重在知识性,在教育任务的驱动下,以人在旁路的方式让机器建模,赋予机器一定的能力。而增强智能重在以自然方式与机器交互,大幅度提升教育体验,涉及视觉(如人脸识别、图像识别)、听觉(如语音识别)、触觉(如指纹识别)等方面的智能。为了实现更高阶的教育任务,人机协同智能不再只作为 AI 代理,替代教育利益相关者处理机械、单调、重复的工作,而是作为 AI 助学/助教/助管,不断推进着两个“深度学习”(通过机器的深度学习并促进学生的深度学习)的良性互动。三大智能一体化联动,借助于 VR/AR、群智计算、情感计算等技术深度融合多样化异构学习平台、智慧课堂、在线直播等混合教育应用情境,取得更多有效的学习体验与成果,获得问题解决的实用知识与技能,从而构建起一个新型的智能化 eAI 生态。

四、人本人工智能引领下 eAI 框架构建

(一)人本人工智能赋能 eAI 的适切性

1. 人工智能时代教师的不可替代性

随着互联网、人工智能和大数据技术在教育领域的深度发展,大规模个性化教育已成为教育发展的主流趋势,人本人工智能赋能 eAI 并由此衍生出一系列人工智能的教育新应用,例如:匹兹堡大学的智能辅导系统被当作程序设计课程助教,帮助学生在线答疑;科大讯飞的智能阅卷系统可通过应用计算机完成对中文作文和主观问答题的自动评分;韩国的 Inkey 软件已在英语口语教学中推广使用。诚然,人工智能已经可以代替教师完成许多教学任务,但是“教育人工智能”并不能与“教师”划等号。从人本人工智能的视域来看,个性乃人类特有的并且在个体发展和社会群体互动的过程中起着相当重要的作用,而教师作为人类灵魂的工程师,相较于冰冷的机器,其对学生的影响不仅局限于行为层面,还有精神层面。因此,教育人工智能的出现并非为了替代教师,而是旨在赋能教师,促进教师有效教学。正如 2017 年底,时任教育部副部长的杜占元在题为《人工智能与未来教育的变

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

革》的主旨演讲中所强调的那样：教育具有特殊性，而教师也拥有机器难以取代的独特性，即使智能化进一步深度发展，也不会出现绝对性取代现象，人机结合或将成为智能时代的普遍形式，而人机结合的教育也可能成为未来教育的普遍形态。

2. 差异化教学到随性学习不可阻挡

人本人工智能赋能教育人工智能，推动教学从差异化教学、适性学习、个性化学习走向随性学习。早期教育大多以集体教学为主，而随着人本教育思想深入人心，人们逐渐意识到不同个体具有不同的认知水平和认知风格，并且传统的大班式教学不足以使学生的潜能最大化发展。由此，针对个体差异这一特性，研究者以差异化教学为多类型学习者提供与其能力相适应的学习条件。但是，差异化教学多依赖教师的观察和分析来对学生进行分组教学与路径规划，由此无法实现大规模的定制学习。而随着时代的推进，物联网、移动互联网、云计算、大数据与人工智能技术的蓬勃发展无疑使大规模定制学习的实现成为可能。基于此，“适性学习”和“个性学习”应运而生。适性学习是监测学生进步的技术，可以在任何时候利用数据来修改教学，它是个性化学习的运行部分，与学习分析密切相关。但其只关注到个体差异的个体特征、个体表现等方面，却忽略了个人发展层面的问题，而个性学习恰恰弥补了这一点。个性化学习是对学习者的学习速度和教学方法进行优化的教学，强调交互数据收集和解析后的个性化服务，其学习目标、教学方法和教学内容都可能因学习者的需求而有所不同。

但是，无论是适性学习还是个性化学习，虽已具备监视性与预测性等特点，但并不具备场景性和主动性。由此，多模态、场景化的“随性学习”理念开始成为教育人工智能的新使命。随性学习乃是兴趣驱动的学习，指学习者可以根据自己的兴趣，随时随处探究未知问题、寻求事物间的内在关系并进行意义建构，从而发展高阶思维和综合性问题解决能力。一方面，随性学习倡导对学生个体差异的关注应该是精细的、多维的、零时差的，既包括对个体特性的实现、场景情况的智能分析，也包括对学习路径的智能调整、对学习结果的精准评价。另一方面，随性学习强调利用人工智能技术分析环境对个人发展的影响与制约，如根据具体的情境，制定不同的学习路径，形成随时随地、无处不在的学习态势，旨在寻求全方位、多场景、个性化的方案以最大程度发展学生高阶思维能力，并在与现实世界的交互中培养适合未来社会发展的新世纪人才。至此，教育人工智能的价值取向趋于全方位评估学生差异，即以数据和场景的结合促进学习者与真实环境的交互，通过对不同个体和群体的多模态数据、情境化数据的采集、分析和诊断，促使教学模式从差异化教学、适性学习、个性化学习走向随性学习。

3. 数字智商培养的不可逾越性

随着智能时代的推进，基于数字智商的人才培养是社会进步的决定性因素。数字智商是有关数字能力的商数，是对信息素养、数字素养的深化与延续，也是引导提升数字能力、规避网络风险的行动指南[13]。所以，数字智商应该成为 eAI 时代必备数字能力的有效评价标准。显然，目前 eAI 及其在教育领域的发展并未处于齐头并进的状态，换言之，随着人工智能在教育领域的深入发展，eAI 教育水平却不足以满足数字智商发展需求，由此才导致网络风险指数频频走高。因此，为补足数字智商培养的发展鸿沟，需要通过人本人工智能来引领 eAI 教育，从个体发展的知情意行出发，聚焦于数字身份、数字使用、数字安全、数字保护、数字情商、数字交流、数字素养、数字权利八大领域，全方位构建起以人为核心的数字智商培养体系，以 eAI 的发展带动人的发展，再用人的发展弥补 eAI 的发展漏洞，双向互导，真正做到人与机器和谐共处、共存共生。

（二）面向人本人工智能的 eAI 核心要素

eAI 教育是由教育者、受教育者、教育环境、技术及其应用等多要素构成的一个复杂系统。面向人本人工智能的 eAI 包含多类型主体、人机物互联的教育环境、智能支撑技术与复杂应用场景几大核心要素，要素间的关联关系如图 4 所示。

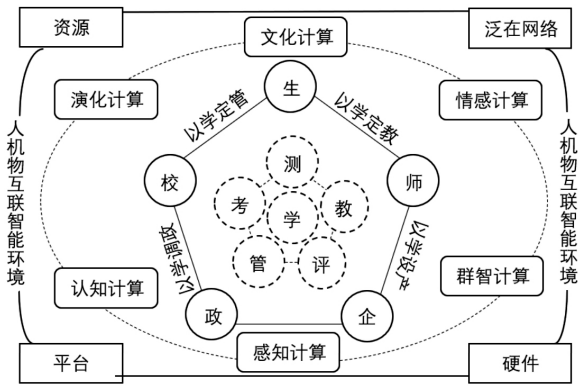


图 4　eAI 核心要素结构图

1. 多类型主体

eAI 囊括了包含教师、学生、学校、政府、企业等在内的多类型主体。人本主义思想强调以学生为中心，eAI 中的各类型主体将以不同范围的学习者全景画像为基础，全面考虑学习者差异化特性与需求，以

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

学定教、以学定管、以学调政、以学设产,依据学习者个性化发展需求提供适应性智能支持。与此同时,eAI 尤为强调人类智能的参与以完成复杂决策,各主体之间互联互通,在云端数据快捷访问技术的支持下,秉承教育一致性,发挥人类智能的创造性,推动贯穿学习者学业生涯全阶段的智能化管理与个性化个体发展。

2. 人机物互联的教育环境

人机物互联的教育空间建设是 eAI 的重要环境基础。面向人本人工智能的 eAI 教育空间应当具备无缝联通学习空间、敏捷感知学习情境、自然交互学习体验、精准适配学习服务、全程记录学习过程、开放整合数据资源六大特征[14]。借助高清摄像头、可穿戴式设备、智能终端等硬件设施,依托学习分析、云计算等智能技术,把简单繁琐的教学工作交给高速计算的机器,把复杂创造性的教学艺术委托给 AI 赋能的教师,充分实现教师教学机智与机器计算智慧的融合,驱使整体教育空间的高效联动,激发人机物群体协同智慧,为个性化智能服务提供坚实基础。

3. 智能支撑技术

智能支撑技术是 eAI 的核心支柱。缘于受教育对象——人的高度复杂性与多样性,而教育又是一项需要极大人类智能来从事或处理的高复杂领域,eAI 的实现需要更为“智能”的人工智能技术。为了实现对教与学全过程、多模态信息的细粒度分析以精准建立学习者全景画像,需要依托以人在回路为指导的感知计算、情感计算等技术,构建高效的全方位数据感知及全过程智能分析模型;依据智能分析结果,结合学习者差异化需求特性,借助以人在领路为指导的群智计算、弹性计算等技术,设计适性支持的教与学智能服务机制,提供合意式伙伴推荐、适时式学情预警、伴随式情感干预、必应式作业答疑等切实的智能助学服务。

4. 复杂应用场景

结合教与学情境需求与特点,eAI 能够应用于教、学、管、考、评、测等多种复杂场景,促进个性化教与学、自动化考与测、科学化评与管的实现。例如:针对“教”,将智能技术与教师教学机智有机结合,通过复杂教育决策实现群体协同增效;针对“学”,依据教学内容特点与学习者差异分析,规划个性化学习路径,学习者借助智能化实时反馈与指导,以彼(机器)之深度学习推动己(学习者)之深度学习,达到自适应随性学习;针对“评”,机器通过获取教师评价、同伴评价、学习数据等多方评价信息,学习多角度全方位的过程性评价模式,对标反馈结果实现良性循环,形成自动化多元学习评价;针对“管”,建立云端富数据类型学生档案,实现追踪式全过程学业管理。综上,eAI 应用将以人工智能为技术手段,以“人的发展”为智能技术应用的核心关注点,明晰 eAI 应用场景功能的广度与局限,从而真正推进教育人工智能的科学化发展。

(三)人本人工智能支持下 eAI 框架

人本人工智能视域下 eAI 主要以人在旁路、人在回路和人在领路模式融入支持智能、增强智能和人机协同智能中,并实现三大智能一体化联动,从而促进面向机器可为、人类可为和人机可为的 eAI 的应用,其研究框架如图 5 所示。该框架面向学科交叉教育、计算机辅助教育、智能化教育及数字智商教育等多类型教育,在教育目标和教育数据的驱动下,主要包括基于人在旁路/回路/领路的 eAI 和 eAI 应用。

1. 包容人为因素的 eAI 生态

eAI 的智慧性从低到高分为能记会算的支持智能,能听会说、能看会认的增强智能以及能理解会思考的人机协同智能。其中,支持智能的智慧性比较低,

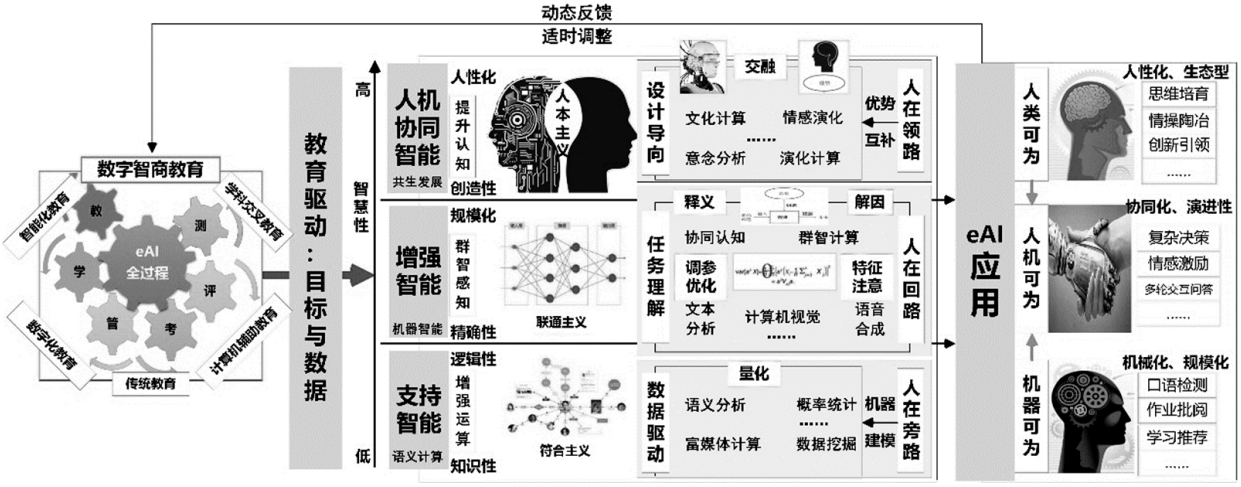


图 5　人本人工智能支持下 eAI 框架

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

多是通过数据驱动，通过概率统计、富媒体技术及语义计算，以人在旁路的方式学习教育的先进理念和经验后，循规蹈矩地做出决策或尝试做出新决策。智慧性稍高一点的则是增强智能，属于人类的延伸，以人在回路的模式参与机器处理任务的过程，提供教育全景式的精准画像。人在回路的 eAI 是教育利益相关者基于计算结果的输出做出主动接入，如在算法中人为参与调节参数实现优化，提供机器处理效率。另外，对于机器的不可解释性，通过人为注意达到解因和释义的效果。然而，增强智能不能理解教育中的情感等高级认知，需要人机协同智能赋予教育智慧。人机协同智能在设计思维的导向下以人在领路方式负责需要理解和思考的工作，如多轮交互问答、情感补偿等。人机协同智能需要人本人工智能的助力，以人在领路的方式理解教育任务，确保每一步都能正确的引导，引领其发展，密切关注其对人类的影响。因此，人在旁路、人在回路和人在领路三种方式的优劣，首先源自机器智能为人类提供的决策依据是否合理，其次取决于人类介入的时机和介入方式是否得当。由此可知，eAI 涉及的支持智能、增强智能和人机协同智能三者相辅相成，通过三者一体化联动，共同形成 eAI 的新型生态。

2. 面向人机的 eAI 应用

追求“为未来而教”的 eAI 不仅关注基本智能，更关注高阶智能，这往往需要通过解决复杂情境中的劣构问题来培育。由此，面向人机的 eAI 赋能应用重在协同，包括人际协同、人机协同。其中，人际协同在技术赋能下，从不会太过复杂的小组协作，到注重群体认知涌现、汇聚群体智慧的实践共同体的协同，最后到共同创造的社会网络的合作，三者对技术的依赖逐层递增。上述人际协同不再局限于师生、生生之间，而是全网的共同体。eAI 的人际协同必然会扩展到人机协同。人机协同的 eAI 涉及 AI 代理（机器可为：重复性工作）、AI 助手（人机可为：增强 AI 自动化处理）、AI 导师/伙伴（人类可为：增强创新和社会性）。AI 代理主要是面向机器可为，让教育主体从机械化、规模化的任务中解放出来（如作业批阅、学习推荐等），可以在培育学习者思维创新上投入更多的精力。面向人类可为重在思维培育、情操陶冶和创新引领等应用。而 eAI 时代需要人机协同完成复杂决策、情感激励等应用。人类可为和机器可为皆要求在技术上有颠覆性突破，如 AI 导师要突破认知智能，AI 伙伴要突破群体智能，特别是情感计算技术。

从上述人机协同可以看出，eAI 应用的核心离不开人的参与和决策，是 eAI 高效应用的关键。因此，根据笔者团队之前的研究成果[15]，构建人机协同的 eAI 应用决策机制，如图 6 所示。从教育的问题驱动开始，首先核验机器（系统/平台/机器人等）是否可以自动作出决策。如果不能，则以人在领路的方式开展数据启发的决策，具体流程为确定问题情境的目标（从多情境、多类型主体中选择可能相关的多模态数据以确定分析目标）、可行方案讨论（探寻面向目标的可行方案）、方案验证优化（探究每种方案内各要素的关联关系和因果关系并对各方案加以验证和不断优化完善）；如果机器可以作出决策，以人在回路的方式判别该决策是否合适；如果不合适，则依然进行数据启发的决策；如果合适，则采用机器的方案；如果介于二者之间，则修正不合适的部分，补充缺失的部分。最终形成的方案，如果有多个，可以给予自主选择的机会；如果只有一个，则直接执行。此过程皆保存在决策库中，形成决策知识。

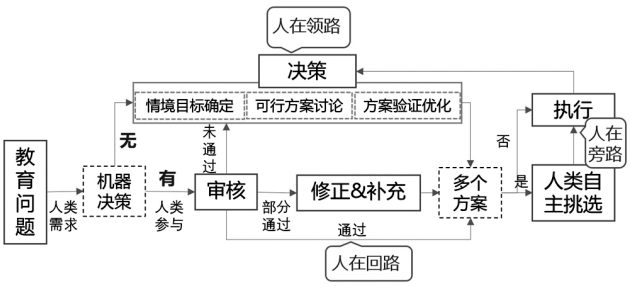


图 6　基于人机协同的 eAI 应用决策机制

总体而言，eAI 的核心还是遵循以人为本的理念，构建 eAI 生态体系，化解规模化教育和个性化培养的矛盾，实现 eAI 的教育效用，建设具有韧性的 eAI 生态，从而解决教育系统的脆弱性问题。

五、人本人工智能支持的教育人工智能新范式

（一）数据智慧：建设基于混合人工智能的 eAI 环境

建设基于混合人工智能的 eAI 环境是培植数据智慧的重要土壤，eAI 环境数据的数量和质量是发挥数据智慧的基础保障。混合人工智能强调人本人工智能与人员团队的交融，通过二者的协调配合最大化的发挥群体协同效益。eAI 时代随性学习具有教育内容离散性、学习方式随意性、学习时间零碎性以及知识获取碎片化等特征，加大了基于混合人工智能的 eAI 环境构建的难度。此外，由于教育领域具有弱规则特性，也为数据智慧赋能教育利益相关者带来了挑战。因此，健全的 eAI 环境需借助高清摄像头、VR/AR 等可穿戴式设备、电子白板等智能泛在终端，多情境搭建集全生命周期的适应性教育平台，建设人机物互联互通

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的生态化智能环境，实时获取教育全过程数据，如脑电/眼动等生理信号、行为数据等，为 eAI 精准分析和复杂应用提供强有力的环境和数据支持。进而，联合教师、学生等多类型主体的人类智能，剖析或者洞悉数据中隐含的教育因素，使得数据成为信息，最后跃升为知识，实现数据的“知如何”和“知最佳”智慧。

(二)协同增智：实现面向教育精准分析与理解的 eAI 技术生态

良性的 eAI 技术生态能够结合超复杂的教育应用场景嫁接最佳技术，实现教育利益相关者与机器的协同增智，是促进 eAI 技术生态发展的前提和基础。在技术的支持下，聚焦 eAI 的重大科学问题，如学习机制、技术的可解释性策略等，兼顾当前教育需求与未来教育的长远发展，需突破 eAI 应用基础理论等瓶颈，促进脑科学、心理学、计算机科学、教育学等基础理论或学科的交叉融合，为 eAI 可持续发展与深度应用提供强大科学储备。进而在理论的指导下，构建面向协同增智的 eAI 技术生态，包括面向行为的感知计算、面向态度的情感计算、面向关系的社交计算、面向知识的认知计算，以及面向集体思维、行为模式和共享价值的文化计算，实现 eAI 在教育领域的优化与创新价值。具体而言，eAI 技术生态包括 eAI 环境构建的 5G 等技术、面向教育全过程数据记录的区块链技术、教育理解和分析、群智计算、情感计算等技术，在技术的支持下实现人机的协同增智。协同增智是在教育全过程中，强调教育利益相关者与机器连同相应资源及个体共同完成某个任务或达成某种目标，从而实现人机的共同发展。根据协同增智的三个基本过程(人机交互、人机融合和人机共创)，针对教育分析与理解的瓶颈问题，需要突破面向人机交互的自然交互和行为感知等技术、面向人机融合的认知演化和情绪识别等技术、面向人机共创的群智计算和意念分析等技术，从而使得 eAI 的各种智能增强工具与教育利益相关者协同工作逐步成为主流。首先，人机交互。通过视觉、听觉、文字感知等感知技术，以人的语音/指纹/表情/姿势等多样化的指令，实现人与机器之间的基本交互。第二，人机融合。通过智能技术帮助行业专家总结知识，让人工智能能够为行业用户提供全天候的、稳定的、全面的智能服务。第三，人机共创。人工智能与行业专家共同探索，创造出新的产品、场景与服务，实现人与机器共轭共生。统而言之，面向教育精准分析和理解的 eAI 技术生态的最终目标是实现人的全面发展，规避“技术崇拜论”和“技术威胁论”，调和技术应用和人本主义的矛盾，通过人机协同高效地解决复杂问题，构建起开放兼容、稳定成熟的技术体系，同时加速技术转化，实现应用上的安全可控，实现人机的和谐共处。

(三)底线思维：基于数字智商的 eAI 实践理性

AI 时代，培养完整品格和创新能力是教育的首要任务，数字智商是未来教育培养的评价标准，因此，如何基于数字智商赋能实践理性是 eAI 的关键所在。人与机器都是实践的基本要素，互为主体和客体。人因为时间、空间、认知方面的三大局限，且生命时长、可触达的空间、工作记忆(内存)也极其有限，而机器恰好可以弥补这方面的不足。人工智能和人可以交互，互相之间可以理解，甚至于可以互相影响和改变，就像真正的人和人之间协作一样，从而实现 eAI 的实践理性。人机协同是实践手段，在于人与机器的相互作用过程，重在人类驾驭处理与人或者机器之间的理性形式。技术与智能机器将重塑现有工作方式，将机械化、重复性、自动化的教育工作交由机器完成，让教育利益相关者能够更好地着手机器所不能的情感交互、学生人格塑造、道德品质培养以及高阶思维能力提高等工作，从而使得教育利益相关者不断优化资源配置，实现实践理性设定价值的功能。更高的智能化程度，意味着 eAI 能力越强，人机协同能力也就越强，从而实践理性就必须考虑如何平衡人机任务，达到人与机器的共同发展，从而实现实践理性的道德层面的功能。因此，从价值和道德层面赋能 eAI 的实践理性，谨遵底线思维，始终坚持机器能做的事情机器做，需要人做的事情人来做，人机共做的事情一起做。人机协同使机器帮助人更高效地做出更好的决策。

(四)设计思维：赋能 eAI 的创变力量

设计思维，作为人类智能与人工智能的显著区别之一，是教学智慧至关重要的一部分。设计思维具有几乎能够创变万物的力量，是一种以人为中心的方略，能为棘手问题找到创新的实际解决方案[16]。设计思维具有专属的问题解决思路，移情(同理心，找准需求)——学会发现真实问题(重新定义，找准问题)——头脑风暴(创意问题解决方案)——把脑子里的想法“拿”出来试错优化(学会试错)——公开展示(收集建议)。我国工业设计之父、清华大学柳冠中教授甚至认为，“设计是第三种智慧”(第一智慧是科学，第二智慧是艺术)，这是一个客气的说法，其实设计才是第一智慧[17]。教师在教学情境中运用设计思维精准定位学习者需求，发掘潜在问题，通过发挥主观能动性提出创造性问题解决方案，并展开实践与总结。其过程蕴含了提问/启问、可视化表征、运用隐喻、设计学习

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

体验、巧用技术工具、角色扮演等多种艺术力量。从设计思维的问题解决思路来看，每一个教育事件呈现出点的多元性特点，而每一点也会继续分裂为若干个点，产生一生二、二生三、三生万物的效应，且各个点之间不断展开交流融通，具有自主性，也终将累积产生 eAI 时代的艺术力量。因此，饱含艺术力量的人类智能与充满理性力量的人工智能相辅相成，克服了单纯人工智能“有知识，没常识；有精度，没温度；有个性，没人性”的局限性，优势互补，相得益彰，赋能 eAI 完成复杂决策，发挥优化+创新的教育价值。

（五）和谐共生：重视 eAI 的伦理价值

坚持伦理规范是 eAI 发展的安全保障，为 eAI 提供安全引导和约束，确保 eAI 向善，有利于多类型教育利益相关者和机器实现和谐共生。eAI 凭借着强大的数据整合能力、数据分析能力与主动学习能力，推动智慧教育的跃升。但是，在 eAI 重塑了教育利益相关者与机器（物理环境和虚拟环境）关系的同时，也引发了各利益攸关方对于 eAI 的信任危机。在 eAI 的反噬效应下，eAI 的伦理问题频频发生，如 eAI 时代教育数据的隐私和安全监管、智能导师与真实教师间的角色冲突、人—机主导性波动、eAI 下学生学业的诚信度、eAI 适用程度的道德伦理问题等，致使 eAI 的伦理价值必须趋向和谐共生。因此，在 eAI 时代，坚持教育“立德树人”的本质目标不变，要加快完善 eAI 治理体系，制定和嵌入道德标准，打造更加强大、安全和值得信赖的 eAI 体系，实现真正健康向善的人机协同型 eAI。

六、结　语

随着智能技术的迅猛发展，坚持以人为本的人工智能与教育的深度融合、创新是目前各界高度关注的领域。eAI 时代悄然而至，也必将迎来人本人工智能缔造的教育新生态。本文对人本人工智能的核心内涵进行概述，并阐释了 eAI 的内涵。随后，贯彻支持智能、增强智能和人机协同智能一体化联动，构建了 eAI 框架，包括基于人在旁路/回路/领路模式的 eAI 及其面向人机的应用范畴。最后探析了人本人工智能引领下 eAI 的新型研究范式，为 eAI 的良性发展提供借鉴。然而，在人本人工智能视域下，eAI 必将衍生出一系列的理论和技术，如何将其融入教育生态，将是我们后续需要解决的首要问题。

[参考文献]

[1] 陈颖博，张文兰.国外教育人工智能的研究热点、趋势和启示[J].开放教育研究，2019，25(4)：43-58.

[2] 国务院.新一代人工智能发展规划[EB/OL].(2017-07-20).http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_ 5211996.htm.

[3] XU W. Toward human-centered AI：a perspective from human-computer interaction[J]. Interactions，2019，26(4)：42-46.

[4] 新华社. 发展负责任的人工智能：我国新一代人工智能治理原则发布 [EB/OL].(2019-06-17).http://www.gov.cn/xinwen/2019-06/17/content_5401006.htm.

[5] 中华人民共和国教育部. 联合国教科文组织正式发布国际人工智能与教育大会成果文件《北京共识——人工智能与教育》[EB/OL].(2019-08-28).http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/201908/t20190828_396185.html.

[6] European Political Strategy Centre.The age of aritificial intelligence：towards a European strategy for human-centric machines[EB/OL].(2018-04-13).https://ec.europa.eu/jrc/communities/en/community/digitranscope/document/age-artificial-intelligence-towards-european-strategy-human-centric.

[7] HOW M L. Future-ready strategic oversight of multiple artificial superintelligence-enabled adaptive learning systems via human-centric explainable ai-empowered predictive optimizations of educational outcomes [J]. Big data and cognitive computing，2019，3(3)：46.

[8] Chris Drew (2020). What is the humanistic theory in education?[EB/OL].(2020-11-01). https://helpfulprofessor.com/humanist-theory-in-education/.

[9] BAHRAMMIRZAEE A. A comparative survey of artificial intelligence applications in finance：Artificial neural networks，expert system and hybrid intelligent systems[J]. Neural computing and applications，2010，19(8)：1165-1195.

[10] ROSÉ C P，MCLAUGHLIN E A，LIU R，et al. Explanatory learner models：why machine learning (alone) is not the answer[J]. British journal of educational technology，2019，50(6)：2943-2958.

[11] HONEYCUTT D，NOURANI M，RAGAN E. Soliciting human-in-the-loop user feedback for interactive machine learning reduces user trust and impressions of model accuracy [C]//Proceedings of the AAAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing. 2020，8(1)：63-72.

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[12] 祝智庭,俞建慧,韩中美,黄昌勤.以指数思维引领智慧教育创新发展[J].电化教育研究,2019,40(1):5-16,32.
[13] 祝智庭,徐欢迎,胡小勇. 数字智能:面向未来的核心能力新要素——基于《2020 儿童在线安全指数》的数据分析与建议[J]. 电化教育研究,2020(7):11-20.
[14] 祝智庭,彭红超.技术赋能智慧教育之实践路径[J].中国教育学刊,2020(10):1-8.
[15] 彭红超,祝智庭.人机协同决策支持的个性化适性学习策略探析[J].电化教育研究,2019,40(2):12-20.
[16] PANDE M, BHARATHI S V. Theoretical foundations of design thinking—a constructivism learning approach to design thinking[J]. Thinking skills and creativity, 2020, 36: 100637.
[17] 柳冠中:设计是第三种智慧[EB/OL].(2017-11-28). https://www.sohu.com/a/209717857_184783.

Educational Artificial Intelligence (eAI): A New Paradigm of Human-centered Artificial Intelligence

ZHU Zhiting[1], HAN Zhongmei[2], HUANG Changqin[2]
(1.School of Open Learning and Education, East China Normal University, Shanghai 200062;
2.Department of Educational Technology, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang 321004)

[Abstract] Artificial intelligence is an important driving force for future educational innovation and development. Following the humanism and forming the new application of human-centered artificial intelligence (AI) in education will strongly contribute to a new paradigm of research and application---educational artificial intelligence (eAI). eAI focuses on the concept of human-centered collaborative education. With the support of intelligent technology, the interaction and collaboration between human and machine are taken as the research object to understand educational activities and reveal the laws of their occurrence, so as to promote the common growth of human and machine intelligence. Therefore, under the guidance of the concept of human-centeredness, eAI will certainly be a sustainable driving force and a new research paradigm for human-centered AI, as well as a new appeal of educational innovation and development in the future.In this paper, human-centered AI and education are deeply integrated to carry out the theoretical exploration of eAI. First, the connotation of human-centered artificial intelligence is explained from three aspects of artificial intelligence, human in the loop and singularity ecology, and the integrated linkage of supporting intelligence, enhancing intelligence and human-machine collaborative intelligence is analyzed for eAI innovation. On this basis, the core elements of eAI are analyzed, and a research framework of eAI led by human-centered AI is constructed from three perspectives of human in bypass, human in loop and human in leading. Finally, the new paradigm of eAI under the perspective of human-centered AI is explored in terms of eAI environment based on hybrid intelligence, eAI technology oriented to collaborative intelligence enhancement, eAI practical rationality led by bottom-line thinking, eAI creative power oriented to design thinking, and education ethics based on harmonious symbiosis, so as to provide design ideas and practical guidance for building a new eAI ecology of human-machine collaboration under the perspective of human-centered AI.

[Keywords] eAI; Human-centered Artificial Intelligence; Hybrid Intelligence; Super-discipline; Research Framework

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI:10.13811/j.cnki.eer.2020.04.009

人工智能支持下教育知识图谱模型构建研究

钟　卓[1]，唐烨伟[1]，钟绍春[2]，赵一婷[1]

（1.东北师范大学 信息科学与技术学院，吉林 长春　130117；
2.教育部数字化学习支撑技术工程研究中心，吉林 长春　130117）

[摘　要] 领域模型作为构建自适应学习系统的核心组件，引起了研究者的广泛关注。文章针对现有教育领域模型知识内容分散、能力刻画不足的问题，提出了能够建立知识、问题、能力三者间映射关系的教育知识图谱 KQA 模型。该模型由知识图式、问题图式、能力图式三层图式和知识内容、关联关系、映射关系、学习路径四个要素组成。利用基于机器学习的实体抽取、关系抽取、实体对齐等方法，从数据获取、知识抽取、知识融合、知识推理四个方面，提出了教育知识图谱 KQA 模型的构建方法。研究为知识图谱在教育领域的应用提供依据，对个性化学习的开展具有重要意义。

[关键词] 人工智能；知识图谱；模型构建；机器学习；学习路径；自适应学习

[中图分类号] G434　　[文献标志码] A

[作者简介] 钟卓（1987—），男，湖北仙桃人。博士研究生，主要从事智慧教育、数字化学习环境的研究。E-mail：382452265@qq.com。

一、引　言

近年来，深度学习、知识图谱、人工神经网络等人工智能技术的迅猛发展，驱动着社会从“互联网+”进入“人工智能+”新时代。《教育信息化 2.0 行动计划》中强调：“建立健全教育信息化可持续发展机制，构建网络化、数字化、智能化、个性化、终身化的教育体系。”[1]构建新型教育体系的关键在于个性化学习的开展，个性化学习的实现离不开自适应学习系统的大力支持。自适应学习系统的核心组件包括领域模型、用户模型、自适应模型、自适应引擎和呈现模型五部分[2]。领域模型是构建自适应学习系统的重要基础和核心要素，而构建语义清晰、结构完整、可扩充性好的领域模型是自适应学习系统面临的一个重要挑战。以知识图谱为代表的人工智能技术为教育领域模型构建提供了技术保障。《新一代人工智能发展规划》特别指出，“重点突破知识加工、深度搜索和可视交互核心技术，形成涵盖数十亿实体规模的多源、多学科和多数据类型的跨媒体知识图谱”[3]。因此，利用知识构建、知识挖掘、知识推理等技术，实现对教育领域模型的知识抽取、表达、融合、推理和利用，这是当前教育领域研究的重要课题。

二、教育领域模型构建现状分析

领域模型构建是指利用建模技术对领域知识进行标签化与序列化的过程，教育领域模型构建是指利用知识抽取、知识融合等技术对学科知识及知识之间关联关系建立联系的过程，其目的是为了让知识序列化，以便更好地促进教与学。教育领域模型构建常用到的方法有概念图（Concept Map）、知识地图（Knowledge Map）和知识图谱（Knowledge Graph），这三种方法都可以进行知识的表征与图式，但这三个概念容易混淆，现在进行一下辨析。

概念图最早是由 Novak 教授提出的组织和表征知识的工具，包括节点和连线两部分，用节点表示概念，用连线表示概念之间的关联关系[4]。概念图包括命题、概念、交叉连接和层级结构四个要素。概念图既能描述知识，还能对知识进行评价。Trowbridge 等人利

基金项目：教育部人文社会科学研究青年基金项目“‘互联网+’个性化学习路网构建模式及效果评价研究”（项目编号：19YJC880078）

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 1　　概念图、知识地图、知识图谱对比分析

维度	概念图(Concept Map)	知识地图(Knowledge Map)	知识图谱(Knowledge Graph)
概念内涵	一种组织和表征知识的工具	一种结构化的知识关系网络	一种揭示实体之间关系的语义网络
组成要素	节点和连线	节点、节点间的关系及可视化表征	实体、属性、语义关系
知识范围	针对简单的概念	针对明确的学习主题	涉及领域知识范围广泛
知识关系	相对简单,往往只有整体和部分关系	关联关系比较丰富,具有父子、前驱后继、包含等关系	知识关系为语义关系，关系更多的是通过知识推理挖掘得到
应用领域	知识表征、知识组织、知识评价	知识组织、知识关联、知识导航、知识搜索	智能搜索、深度问答、社交网络、知识库构建、知识推理

用概念图对大学课程进行了评价,分析学生对同一节课的知识理解差异[5];Ruiz-Primo 等人将概率图作为评估工具,发现学生的概念图被解释为代表他(她)的记忆(认知结构)中概念组织的重要方面[6]。

知识地图的概念最早是由 Dansereau 和 Holley 提出的一种知识的关系网络[7],知识地图能够将零散的知识组织起来形成序列化的知识,促进学习者知识建构。知识地图表示知识获取路径及知识间的关系,不仅可以表征知识体系结构，还能够帮助学习者精准定位所需知识。知识地图在教育领域主要应用在学科知识结构的体系化构建中。Kim 认为知识地图能够建立知识的关联关系,帮助知识结构化,便于知识理解[8];李艳红等人认为,知识地图能够帮助教师重塑学习内容和学习资源,有效体现学科体系、学习目标、学习活动的关联关系和层次关系[9];刘红晶等人认为,知识地图可以反映某个学科的知识结构,促进学习者生成关联化和网络化的学习思维[10]。

知识图谱最初是以科学知识计量为对象，通过图示化展现知识的结构关系，属于科学计量学的研究范畴[11]。知识图谱是结构化的知识语义网络,图谱中的节点表示实体,图谱中的边表示节点间的语义关系。三元组是知识图谱的通用表达方法,即 G={E,R,K},其中,E 是实体集合,R 是关系集合,K 是知识集合。Leo 等人认为，学科知识图谱作为知识点与知识点以及知识点与教学资源之间建立连接的语义网络，能够在学习资料语义关联、学习者模型构建、学习资源个性化推荐等方面发挥重要作用[12];李振等人认为,教育知识图谱是一种以知识元为节点,根据其多维语义关系进行关联,在知识层面和认知层面上表示学科领域知识和学习者认知状态,可用于知识导航、认知诊断、资源聚合、路径推荐的知识组织与认知表征工具[13];余胜泉等人认为,学科知识图谱是基于知识之间的语义关系所形成的知识之间的逻辑关联网,在此基础上,叠加教学目标、教学问题、认知状态,进而生成认知地图[14]。

在通用领域,知识图谱主要应用在大规模知识库和智能搜索引擎上。大规模知识库，知名的有 Metaweb 公司的 Freebase 知识库、维基媒体基金会主持的 Wikidata 知识库以及德国马普所科研人员研发的 YAGO 综合知识库；搜索引擎，知名的有谷歌 Google Search、微软 Bing Search 和百度知心。在教育领域,美国的 Knewton 公司利用知识图谱构建了包含概念及其先决关系的跨学科知识体系,清华大学联合微软研究院开发了开放学术图谱 Open Academic Graph，北京师范大学余胜泉教授团队研发了基于知识图谱的“智慧学伴”[15]。

根据上述分析,本研究对概念图、知识地图和知识图谱三个相似概念从概念内涵、组成要素、知识范围、知识关系、应用领域五个维度进行了对比分析,系统梳理出三者的相似性和差异性,对比分析见表 1。

综上所述,知识图谱相比概念图、知识地图,能够表达更加广泛的知识内容以及语义关联关系,而且构建的自动化程度较高。但经过文献分析发现,当前知识图谱在知识内容表示、学习者能力刻画、构建方法等方面仍存在以下问题:(1)在知识内容表示方面,现有知识图谱还是集中在基本知识点的描述,知识内容分散,缺乏以学科关键词为中心、其他关联词根据学科语义相关性结合在一起的知识单位——知识簇;(2)在能力刻画方面,现有知识图谱大多数是描述知识点内容与知识点之间的关联关系,对学习者能力的刻画还缺乏进一步研究;(3)在构建方法方面,现有知识图谱大多数还是采用领域专家人工构建的方法来完成,缺乏借助机器学习、深度学习、自然语言处理等人工智能技术的自动构建。

三、教育知识图谱模型构建

(一)教育知识图谱概念界定

教育知识图谱主要是利用知识图谱的方法来描述教育领域知识及知识间关联关系的集合。关于教育知识图谱的概念,学界还没有统一的定论,可以从教师教学、学生学习、学习服务的不同视角来剖析教育

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

领域知识图谱的内涵。

1. 教师教学的视角

教育领域知识图谱是知识与知识间关系形成的网络图[16],是教师进行教学设计、组织教学活动的“课程标准”。教师根据群体学生共性特征,参考教育知识图谱,设计符合大多数群体学生的教学安排,筛选适合绝大多数学习者的学习路径,真正做到大规模教育背景下的个性化教学。

2. 学生学习的视角

教育领域知识图谱是学生认知状态的图式体现,是支撑学生开展高品质个性化学习的“行动指南”。依据教育领域知识图谱,学生根据已有的知识水平、兴趣爱好、学习方法,选择个性化的学习路径,完成学习活动。

3. 学习服务的视角

教育领域知识图谱是个性化学习资源和学习路径推荐的服务平台[17],是构建个性化学习环境、开展个性化学习的“核心要素”。教育领域知识图谱在表征领域知识与知识关系的基础上,推理出知识之间前驱后继的关系,依据学习者个性特征(学习方式、认知水平、知识水平),以图式化的形式精准推荐学习资源与学习路径。

综上所述,本研究认为,教育知识图谱是一种以知识簇为节点,以问题为线索,以能力培养为目标,将问题解决或任务完成可能的方法有序组织,将所涉及的知识与方法相关联,通过问题解决和任务完成评测学科能力。这些知识、问题、能力集合以及知识之间、问题之间、能力之间的关联关系称为教育知识图谱。

(二)教育知识图谱 KQA 模型构建

基于教育知识图谱存在知识内容分散、能力刻画不足、构建技术自动化程度低等问题,本研究设计了教育知识图谱模型。学科教学的目的是通过学科知识的学习培养学生的核心素养,即学科的思维品质和关键能力[18]。学科能力发展通过分解问题任务来实施,并通过问题任务的完成来评估[19]。在学科教学中,需要将知识映射为学科的问题或任务,并通过问题解决与任务达成来刻画学科能力。知识、问题、能力及三者间的映射关系是教育知识图谱模型构建的前提依据,因此,本研究主要抽取“知识(Knowledge)”、“问题(Question)”、“能力(Ability)”三个关键词缩写,将该模型命名为教育知识图谱 KQA 模型(简称“KQA 模型”),如图 1 所示。在所设计的模型中,教学组织者和学习者分别位于模型中的两个顶端,由知识图式、问题图式、能力图式三个层面以及知识内容、关联关系、映射关系、学习路径四个要素支撑并连接起整个教育知识图谱 KQA 模型。

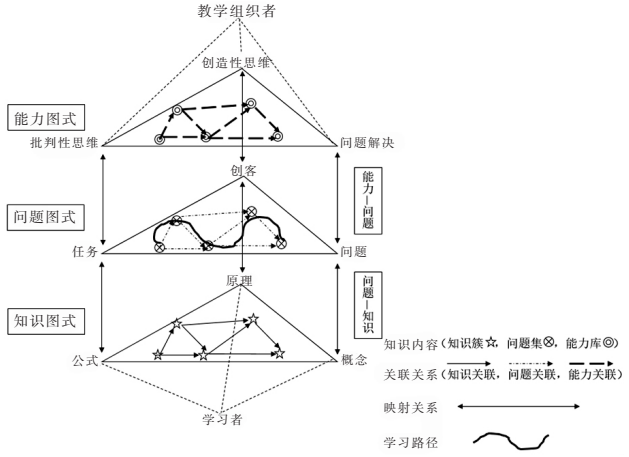


图 1 教育知识图谱 KQA 模型

1. 模型解释

模型的上顶点代表的是教学组织者,在教学中主要指教师,教师依据教育知识图谱开展教学设计,组织教学活动。下顶点代表的是学习者,在教学中主要指学生,学生依据教育知识图谱开展个性化学习。第一层级知识图式的三个顶点分别是概念、公式、原理,在知识图式上建立起概念、公式、原理之间的关联关系,并完成知识与问题的映射。第二层级问题图式的三个顶点分别是问题、任务、创客,教育领域的学科知识将转化为学科需要解决的问题、任务和创客,在问题图式上建立起三者之间的关联关系,并完成问题与能力的映射。第三层级能力图式的三个顶点分别是问题解决、批判性思维、创造性思维,通过问题完成或任务达成进行能力的刻画,并在能力图式上建立起三者之间的关联关系。

2. 模型运作机制

教育知识图谱 KQA 模型运作过程是一个动态平衡、循环迭代的过程,在三层图式中,需要一定的运作机制作用于该模型,且机制之间相互影响,从而保证整个模型的正常运转。本研究所提出的 KQA 模型主要包括三种运作机制:关联机制、筛选机制和优化机制,如图 2 所示。关联机制为知识与知识、问题与问题、能力与能力之间提供关联,并贯彻于教学活动的组织、开展、评价等各个环节;筛选机制通过知识、问题、能力之间的关联关系记录学习路径,筛选出群体学习路径;优化机制收集教学组织者和学习者利用模型开展教学活动的相关数据,利用人工智能技术进行优化,并重新组织关联关系,确保 KQA 模型的迭代进化。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

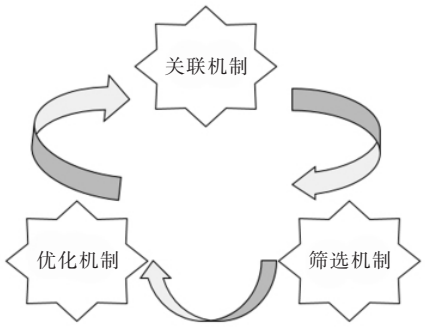


图 2　教育知识图谱 KQA 模型运作机制

3. 模型三层图式

教育领域学科的认识活动和问题解决活动可以概括为:学习理解活动、应用实践活动和迁移创新活动[20]。学习理解活动的关键要素有记忆、说明、观察、概括等,这些对应于知识理解层面;应用实践活动的关键要素有推理、证明、设计、分析等,这些对应于问题解决层面;迁移创新活动的关键要素有问题解决、模型建立、批判思考、想象创造等,这些对应于能力应用层面。为此,本研究从知识层、问题层、能力层三层图式构建了教育知识图谱 KQA 模型。

(1)知识图式

图式是学习者以往习得知识的结构。教育知识图谱的知识图示是描述学科知识与知识关联关系的语义网络图,将学科基本概念、公式、原理以知识簇的形式进行聚合,知识簇与知识簇关联关系通过形式化语义网进行描述。知识图示可以用通用三元组进行描述,其表示为:KG=(E,R,S),KG 为知识图式,E 为实体集合,R 为关系集合,S 为三元组集合。

(2)问题图式

用图式知识来描述与问题和问题类型有关的知识,是对问题图式较早的诠释。问题图式包括:特定类型的问题、解决问题的领域知识和解决问题的策略[21]。教育知识图谱的问题图式是学科问题及问题之间关联关系的集合。问题图式是连接知识图式与能力图式的纽带,问题图式梳理出学科核心问题集,并依据问题或任务的完成情况来评价学习者能力情况。问题图示表示为:$QG=(Q_i,R,Q_j)$,QG 代表问题图式,Q_i 是问题集中的第 i 个问题,Q_j 是问题集中的第 j 个问题,R 是问题集中的关系集合。

(3)能力图式

教育知识图谱中的学科能力是指学习者开展学科知识学习和问题解决所需要的心理调节机制,其本质是结构化、系统化的学科技能及学科经验图式。能力图示是学习者能力的可视化刻画,能力图式以问题图示为基础,通过对问题与任务的完成情况的诊断与评测,进而对学科能力进行量化与评估。能力图式是教育领域某个学科能力(学科核心素养)及其关联关系的集合。能力图式表示为:$AG=(A_m,R,A_n)$,AG 代表能力图式,A_m 是能力库中的第 m 类能力,A_n 是能力库中的第 n 类能力,R 是能力库中的关系集合。

4. 模型构成要素

KQA 模型主要由知识内容、关联关系、映射关系、学习路径四大基本要素构成。

(1)知识内容

根据联通主义理论,学习是知识结构中节点和关系重构的过程[22],知识内容是构成教育知识图谱最基本的单位,包括知识簇、问题集和能力库三部分。

知识簇是以教育领域基本概念、公式、原理为中心的知识词聚合,展示和描述与知识词相关的知识观念网络,关联以该知识词为中心的各个知识点的相关知识片段,形成基于词的知识点的簇状集聚[23]。

问题集包括教育领域的核心问题与典型任务,具体包括基本问题、组合问题和疑难问题三大类,基本问题通过筛选组合得到组合问题,组合问题通过凝练萃取得到疑难问题。问题集的构建是将知识体系的具体知识还原为需要其解决的问题或任务。问题集不仅要覆盖全面,还要精准简练。需要根据学科基本知识体系梳理学科内核问题集[24]。

能力库主要包括教育领域学科核心素养指向的学科高阶思维能力。布鲁姆认为,高阶认知指向分析、综合、评价;安德森认为,分析、评价与创造是高阶思维能力的核心要素[25];黄国祯认为,高阶思维能力包括问题解决、批判性思维、团队协作、沟通和创造性思维[26]。通过对国内外文献的梳理,本研究认为学科能力主要包括问题解决、批判性思维和创造性思维三项核心能力。学科问题解决能力形成的关键是,要有应用知识解决问题的探究环境,让学生有机会运用知识解决问题、完成任务。批判性思维能力形成的关键是让学习者能够运用批判性思维指导与规划疑难问题的完成。系统思维能力形成的关键是,系统设计不同层次学科内核问题及任务,分层次提供应用体验机会,全面系统监测学习过程和水平,及时反馈评价结果,帮助学生有针对性地调整学习方式和过程[27]。

能力库形式化表达为(A 代表能力):

$\{A_1,A_2,\cdots,A_n\}$

问题集形式化表达为(Q 代表问题、T 代表任务、C 代表创客):

$\{Q_1(A_i),Q_2(A),\cdots,Q_n(A_i)\}\cup\{T_1(A_i),T_2(A_i),\cdots,$

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$T_n(A_i)\}\cup\{C_1(A_i),C_2(A_i),\cdots,C_n(A_i)\}$

知识簇形式化表达为(Kb 代表知识)：

$\{K_{b1}(Q_i\cup T_i\cup C_i),K_{b2}(Q_i\cup T_i\cup C_i),\cdots,K_{bn}(Q_i\cup T_i\cup C_i)\}$

知识内容形式化表达，如图 3 所示。

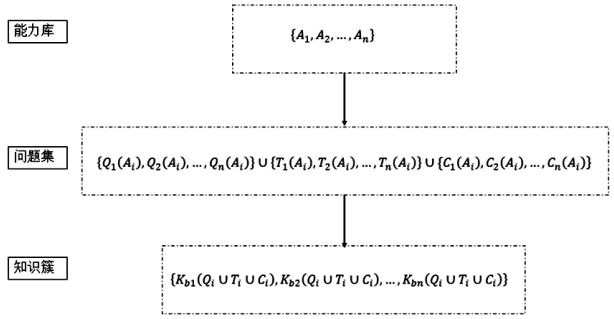


图 3　知识内容形式化表达

(2)关联关系

知识构建的关键在于有意义学习，而有意义学习的关键是能够将新知学习与已有知识之间建立联系。教育知识图谱中关联关系主要包括知识与知识之间、问题与问题之间、能力与能力之间的关联关系。

知识与知识之间的关联关系主要存在于学科基本概念、公式和原理中。学科知识之间的关系常见有父子、兄弟、前后等关联关系。问题与问题之间的关联关系主要存在于基本问题、组合问题、疑难问题的组合和凝聚上，常见关联关系包括一对多、多对一和多对多。能力与能力之间的关联关系主要指问题解决能力与批判性思维能力之间的关联关系和问题解决能力与创造性思维能力之间的关联关系。问题解决能力是学科能力中的关键能力，学习者需要结合其他学习者的观点，反思自己的问题解决方案，提出创新性的问题解决方案[28]。

(3)映射关系

本文构建的 KQA 模型，不仅能够表示知识之间的关联关系，还能刻画教育领域的学科能力。但是，学科能力是一个较为抽象的概念，难以进行直接描述。如何对能力进行量化和评估，是一个较大的挑战。要想刻画能力，需要在学科能力与问题或者任务之间建立映射关系，即能力发展通过分解任务来实施，并通过任务的完成来评估。

KQA 模型的映射关系包括知识映射问题和问题映射能力两个方面。知识映射问题是指把教育学科中常见的基本概念、公示、原理映射为问题集中的基本问题、组合问题和疑难问题。问题映射能力是指把问题集中的问题与任务映射为学科应具备的能力，通过问题与任务的完成情况来测量能力的形成程度。映射关系如图 4 所示。

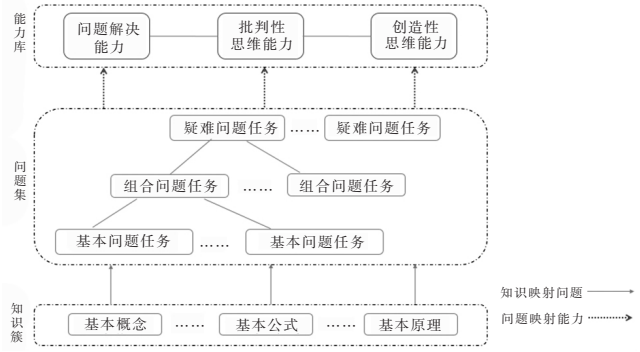


图 4　KQA 模型的映射关系

(4)学习路径

关于学习路径的概念界定，可以从知识学习和问题解决两个视角对其进行内涵解析。从知识学习的视角来看，学习路径是学习者在学习过程中选择或被选择的一系列概念和活动的序列集合[29]。从问题解决的视角来看，学习路径是在智慧学习理念的指导下，以问题为线索，经历分析、构想、抉择、评价、归纳等智慧学习过程所包含的学习活动的设计和对活动序列的组织[30]。综合上述观点，本研究认为，教育知识图谱的学习路径是学习者为达成能力目标，基于学科知识簇，以内核问题为线索，支持学习者经历问题发现、方案构想、方法抉择、能力转化等过程的问题解决或任务完成的序列集合。学科能力的量化是根据学科问题解决和任务完成情况进行评估。学习者为达成能力目标，需要从一个问题解决状态到另一个问题解决状态，问题解决状态之间存在若干个学科核心问题或任务。学科能力形成的关键是要有运用知识解决问题或完成任务的体验环境，知识学习分为三种方式：听讲

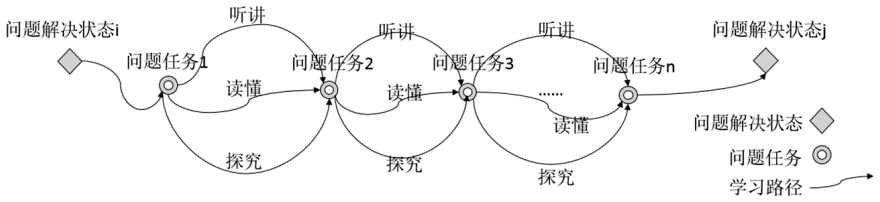


图 5　KQA 模型的学习路径

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

式、读懂式、探究式,问题解决或任务完成可以通过提供听讲、读懂、探究的体验环境实现突破[31]。对每一个问题都会有三种可能的突破方式。总的来说,从一个问题解决状态到另一个问题解决状态,就会存在多条学习路径,学习路径如图 5 所示。

四、教育知识图谱构建方法

知识图谱构建主要研究如何从海量数据中抽取指定的实体,并根据实体信息构建结构化的实体与实体之间的关联关系[32]。徐增林等人从知识抽取、知识表示、知识融合、知识推理四个方面提出了知识图谱的构建方法[33];黄恒琪等人提出了一种自底向上的知识图谱构建方法,包括数据获取、知识抽取、知识融合、知识加工[34]。教育知识图谱构建的关键在于,利用知识抽取、知识融合等技术抽取出教育领域中的实体,并建立实体间的关联关系。教育领域知识来源广泛,多数知识以非结构化数据和半结构化数据进行存储,如何将这些数据利用自然语言技术识别出实体(数据获取)是教育知识图谱构建的首要任务;如何从庞杂的教育领域知识中自动抽取出教育领域的概念、公式、原理(实体抽取),并解决实体语义链接的问题(关系抽取),是教育知识图谱构建的第二任务;由于教育领域知识存在知识质量良莠不齐、来自不同数据源的知识重复、层次结构缺失等问题,如何将来自不同知识库的同一实体融合在一起(知识融合),是教育知识图谱构建的第三任务;如何在已有知识库基础上进一步挖掘隐含的知识,从而丰富、扩展知识库(知识推理),是教育知识图谱构建的第四任务。通过对国内外文献的分析,在 KQA 模型基础上,本文利用人工智能技术中基于机器学习的实体抽取、关系抽取、实体对齐等方法,从数据获取、知识抽取(实体抽取、关系抽取)、知识融合、知识推理四个方面提出 KQA 模型的构建方法,教育知识图谱 KQA 模型构建方法如图 6 所示。

(一)数据获取

教育领域知识的数据获取来源主要有三类,第一类是非结构化的数据,这类数据大多以文本形式进行存储,如教学设计、导学案、试题库等;第二类是半结构化的数据,如专题网站、在线学习课程等;第三类是结构化的数据,如专业教育机构开发的教学系统。结构化数据可以直接使用;非结构化数据需要进行实体识别处理;半结构化数据需要通过包装器学习半结构化数据的抽取进行处理[35]。

(二)知识抽取

知识抽取是构建教育知识图谱 KQA 模型的基础,知识抽取包括实体抽取和关系抽取。

1. 实体抽取

实体抽取是指从教育领域知识库中提炼基本概念、公式、原理和学科问题或任务的过程。实体抽取的常见方法有三种:基于规则的抽取、面向开放域的抽取和基于机器学习的抽取[36]。基于规则的抽取需要组织数量众多的领域专家编写实体抽取规则,覆盖面不足;面向开放域的抽取需要数量巨大的原始语料,难以操作;基于机器学习的抽取是利用机器学习算法对原始语料进行训练,将机器学习算法和规则模型相结合,不仅自动化程度高,而且还能提高准确性。

在本研究中,能力库由于受教育领域知识影响较大,主观性比较强,不适合利用机器学习技术进行自动抽取,需要组织教育领域学科专家、教研员、一线教师进行人工抽取。将利用基于机器学习的方法对知识簇和问题集进行实体抽取。知识簇的实体抽取采用条件随机场模型(Conditional Random Fields,简称 CRF)实现。假设需要标注的实体序列为 X,状态序列为 Y,实体抽取的问题可以转化为,求解 P(Y/X)取最大值的状态序列,在随机变量 X 取值为 x 的条件下,随机变量 Y 取值为 y 的条件概率计算公式如式(1)所示:

$$P(y|x)=\frac{1}{Z(x)}\exp\{\sum_{i,k}\lambda_k t_k(y_{i-1},y_i,x,i)+\sum_{i,l}\mu_l s_l(y_i,x,i)\} \quad (1)$$

其中 Z(x)为归一化项,其计算公式如式(2)所示:

$$Z(x)=\sum_y\{\sum_{i,k}\lambda_k t_k(y_{i-1},y_i,x,i)+\sum_{i,l}\mu_l s_l(y_i,x,i)\} \quad (2)$$

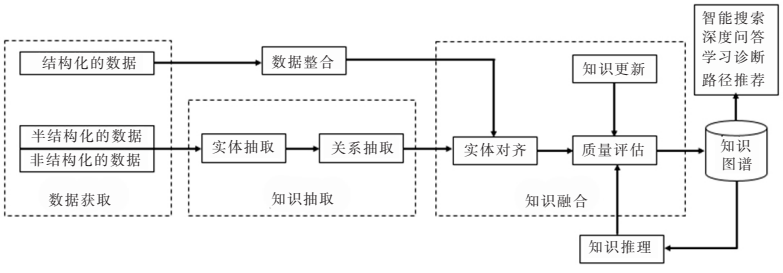


图 6 教育知识图谱 KQA 模型构建方法

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

问题集的实体抽取采用 KNN（K-Nearest Neighbors）算法实现，KNN 算法包括 KNN 训练和 KNN 预测两部分。KNN 训练过程为：定义训练集 t_s，初始化分类器 l_k，$l_k=\emptyset$；定义训练器 $t\in t_s$，定义词语、标签配对 $pari(w,c)\in t$；得到一个特征向量 $\vec{w}$，$\vec{w}=repr_w(w,t)$；把特征向量 $\vec{w}$ 和配对 c 增加到分类器中，$l_k=l_k\cup\{(\vec{w},c)\}$，最后返回 KNN 分类器 l_k。

KNN 预测过程为：获得 KNN 分类器 l_k，特征向量 $\vec{w}$，初始化 nb，向量 $\vec{w}$ 的邻居向量 nb 如式(3)所示：

$$nb=neigbors(l_k,\vec{w}) \tag{3}$$

计算预测类 c^*，c^* 的计算如式(4)所示：

$$c^*=argmax_c\sum_{\vec{w},c'\in nb}\delta(c,c')\cdot\cos(\vec{w},\vec{w'}) \tag{4}$$

计算标记置信度 cf，cf 的计算如式(5)所示：

$$cf=\frac{\sum_{\vec{w},c'\in nb}\delta(c,c')\cdot\cos(\vec{w},\vec{w'})}{\sum_{\vec{w},c'\in nb}\cos(\vec{w},\vec{w'})} \tag{5}$$

2. 关系抽取

教育领域知识经过实体抽取后，还需要对实体之间的关联关系进行提取，这样才能生成具有语义信息的知识网络。关系抽取是从教育领域知识库中萃取各种依赖关系的过程，是构建教育知识图谱的必要保障。在教育知识图谱中，关系抽取主要包括关联关系抽取和映射关系抽取两部分。

本研究中，关联关系抽取采用马尔可夫逻辑网 MLN(Markov Logic Network)实现，马尔科夫逻辑网的计算公式如式(6)所示：

$$P(X=x)=\frac{1}{Z}\exp\left(\sum_{i=1}^{F}w_i n_i(x)\right) \tag{6}$$

其中，$n_i(x)$ 表示规则 F_i 的取值为真的对应闭规则的个数。特征函数是 $n_i(x)$。势函数是 $\exp(w_i n_i(x))$，表示第 i 个团(规则)的可信程度。规则的权重越大，满足规则的闭规则个数越多，说明当前取值 x 在这个规则下越可信。

映射关系抽取采用开放信息抽取原型系统(TextRunner)进行抽取，人工标记训练集，利用实体关系分类模型对开放数据进行分类，依据分类结果训练贝叶斯模型来抽取映射关系，映射关系三元组包括 {K,M,Q} 和 {Q,M,A}，K 代表知识集，M 代表映射关系，Q 代表问题集，A 代表能力集。

(三)知识融合

知识融合是知识组织的高层次表现形式[37]，知识融合最常用的是实体对齐技术。本研究采用基于机器学习的实体对齐方法，其基本流程为：(1) 数据预处理：利用语法正规化和数据正规化对原始数据进行预处理；(2)分块：从给定的实体对中，选出潜在匹配的候选项；(3)记录链接：从属性相似度和实体相似度记录链接；(4)相似度计算：利用聚类算法计算相似度；(5)结果输出：输出知识融合结果。实体对齐流程如图 7 所示。

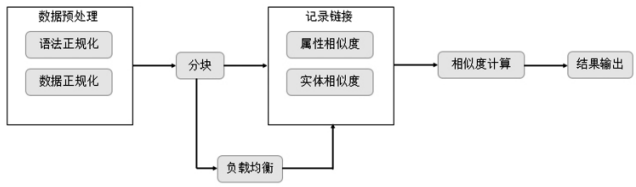


图 7　KQA 模型实体对齐流程

(四)知识推理

本研究采用基于图的推理中 Path Ranking 算法来实现教育知识图谱的知识推理，挖掘知识图谱中的学习路径。其基本思想是，将教育知识图谱的问题图式视为图，其中问题或任务为节点，关联关系为边，从初始问题解决状态开始，在图上随机游走，如果能够通过某个路径到达目标问题解决状态，则挖掘出初始问题解决状态和目标问题解决状态的学习路径。假设有任意关系路径 $P=R_1\cdots R_l$，指定一个种子节点 $S\in domain(P)$，一个路径约束随机行走定为 $h_{s,p}$。如果 P 是一个空路径，则定义如式(7)所示：

$$h_{s,p}(e)=\begin{cases}1,\text{if } e=s\\0,\text{otherwise}\end{cases} \tag{7}$$

如果 $P=R_1\cdots R_l$ 是非空，则让 $P'=R_1\cdots R_{l-1}$，定义如式(8)所示：

$$h_{s,p}(e)=\sum_{e'\in range(P')}h_{s,P'}(e')\cdot P(e|e';R_l) \tag{8}$$

一般来说，给定一组路径 $P_1,\cdots,P_n$，可以将每个节点 e 视为节点的路径功能 $h_{s,p}(e)$，用线性模型对节点排序，其计算公式如式(9)所示：

$$\theta_1 h_{s,p_1}(e)+\theta_2 h_{s,p_2}(e)+\cdots\theta_n h_{s,p_n}(e) \tag{9}$$

当 θ_i 接近路径的权重时，通过以下得分函数，对查询节点 s 相关的节点 e 进行推荐，其计算公式如式(10)所示：

$$score(e;s)=\sum_{P\in P}h_{s,p}(e)\theta_P \tag{10}$$

五、结　语

教育领域模型是教育领域构建自适应系统的关键和基础，也是该领域研究中长期存在的瓶颈问题。本研究针对知识内容粒度模糊、学习能力刻画不足、构建方法效率低下等问题，从知识图式、问题图式、能力图式三个层面，围绕知识内容、关联关系、映射关系、学习路径四大关键要素，构建了教育知识图谱

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

KQA 模型，为知识图谱在教育领域的应用和智慧学习环境构建提供了基础。一方面，该模型可以助力智慧教学的有效实施，智慧教学实施的关键在于精准确定教学目标和筛选、优化适合课堂教学的群体学习路径。教师依据教育知识图谱 KQA 模型，可以清晰地了解学科知识、问题、能力的关联关系，在此基础上，依据学情分析，精准确定教学目标。教育知识图谱汇聚了不同学科的共性学习路径，教师可以根据学情分析，筛选、优化群体学生学习路径，支撑智慧教学的顺利实施。另一方面，该模型可以助力智慧学习高效构建，智慧学习开展的关键在于能够为学习者提供个性化的学习路径，即向学习者推送最适合的学习资源、学习活动序列和学习任务等，促进学习者个性化学习。学习者依据 KQA 模型，借助知识簇聚合学科核心知识，以知识簇的形式推送学习内容，解决学习内容粒度较粗的问题；借助问题集中的基本问题、组合问题、疑难问题，以问题或任务形式倒挂学习资源，让学习资源精准解决学习问题，促进智慧学习的高效构建。此外，该模型还可以为教育资源体系构建提供重要参考，资源体系是资源组织与存储的结构方式，高品质的个性化学习离不开优质教育资源的大力支持，离开了优质资源的教师会出现“巧妇难为无米之炊”的困境。如何借助教育知识图谱 KQA 模型，对资源学科分类、资源应用情境、资源适用对象、资源媒体格式、资源呈现形态进行分析，构建新型的教育资源体系，还需要深入探索。

[参考文献]

[1] 中华人民共和国教育部.教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知[EB/OL].[2018-04-18].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html.

[2] 姜强.自适应学习系统支持模型与实现机制研究[D].长春：东北师范大学，2012.

[3] 中华人民共和国国务院. 新一代人工智能发展规划 [EB/OL].[2017-07-20].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.

[4] NOVAK J D, GOWIN D B. Learning how to learn[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

[5] TROWBRIDGE J E, WANDERSEE J H. How do graphics presented during college biology lessons affect students´ learning? [J]. Journal of college science teaching, 1996, 26(1):54-57.

[6] RUIZ-PRIMO M A, SHAVELSON R J. Problems and issues in the use of concept maps in science assessment [J]. Journal of research in science teaching, 1998, 33(6):569-600.

[7] HWA L J, AVIV S. Knowledge maps for e-learning [J]. Computers & education, 2012, 59(2):353-364.

[8] KIM S, SUH E, HWANG H. Building the knowledge map: an industrial case study [J]. Journal of knowledge management, 2003, 7(2):34-45.

[9] 李艳红，赵波，甘健侯.基于知识地图的 MOOC 课程开发[J].现代教育技术，2015，25(5)：85-90.

[10] 刘红晶，谭良.基于知识地图的 MOOC 学习共同体的学习研究[J].中国远程教育，2017(3)：22-29，79-80.

[11] 陈悦，刘则渊.悄然兴起的科学知识图谱[J].科学学研究，2005(2)：149-154.

[12] LEO Y, UREN V, MOTTA E. SemSearch: a search engine for the semantic web [J]. Lecture notes in computer science, 2006, (10):238-245.

[13] 李振，周东岱.教育知识图谱的概念模型与构建方法研究[J].电化教育研究，2019，40(8)：78-86，113.

[14] 余胜泉，李晓庆.区域性教育大数据总体架构与应用模型[J].中国电化教育，2019(1)：18-27.

[15] 余胜泉，彭燕，卢宇.基于人工智能的育人助理系统——“AI 好老师”的体系结构与功能[J].开放教育研究，2019，25(1)：25-36.

[16] 杨开城.论课程的易理解性与知识建模技术[J].电化教育研究，2011(6)：10-14.

[17] 李振，周东岱，王勇.“人工智能+”视域下的教育知识图谱：内涵、技术框架与应用研究[J].远程教育杂志，2019，37(4)：42-53.

[18] 史宁中.推进基于学科核心素养的教学改革[J].中小学管理，2016(2)：19-21.

[19] 姜强，赵蔚，刘红霞，等.能力导向的个性化学习路径生成及评测[J].现代远程教育研究，2015(6)：104-111.

[20] 王磊.学科能力构成及其表现研究——基于学习理解、应用实践与迁移创新导向的多维整合模型[J].教育研究，2016，37(9)：83-92，125.

[21] 陈刚，舒信隆.问题图式在物理问题解决教学中的应用[J].课程·教材·教法，2009，29(7)：57-61.

[22] 王佑镁，祝智庭.从联结主义到联通主义：学习理论的新取向[J].中国电化教育，2006(3)：5-9.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[23] 王华伟,周和玉,韦靓,郑林,张然,王海泉,于雷.基于领域知识词网的学科知识簇实现初探——以武汉理工大学自动化学科知识簇建设为例[J].情报理论与实践,2012,35(9):5-8.
[24] 钟绍春,唐烨伟.人工智能时代教育创新发展的方向与路径研究[J].电化教育研究,2018,39(10):15-20,40.
[25] 安德森.学习、教学和评估的分类学——布卢姆教育目标分类学(修订版)[M].皮连生,译.上海:华东师范大学出版社,2008:1-20.
[26] LAI C L, HWANG G J. Effects of mobile learning time on students' conception of collaboration, communication, complex problem-solving, meta-cognitive awareness and creativity[M]. Geneva:Inderscience Publishers, 2014.
[27] 钟绍春,唐烨伟,王春晖.智慧教育的关键问题思考及建议[J].中国电化教育,2018(1):106-111,117.
[28] 王靖,崔鑫.深度学习动机、策略与高阶思维能力关系模型构建研究[J].远程教育杂志,2018,36(6):41-52.
[29] KARDAN A A, EBRAHIM M A, IMANI M B. A new personalized learning path generation method: ACO-Map[J]. Indian journal of scientific research, 2014, 5(1): 17-24.
[30] 赵琳,解月光,杨鑫,贾云,张琢.智慧课堂的"动态"学习路径设计研究[J].中国电化教育,2017(11):1-6.
[31] 钟绍春.构建信息时代教育新模式[J].电化教育研究,2019,40(4):23-29.
[32] 魏玉良.互联网人物摘要知识图谱构建方法研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2019.
[33] 徐增林,盛泳潘,贺丽荣,王雅芳.知识图谱技术综述[J].电子科技大学学报,2016,45(4):589-606.
[34] 黄恒琪,于娟,廖晓,席运江.知识图谱研究综述[J].计算机系统应用,2019,28(6):1-12.
[35] 漆桂林,高桓,吴天星.知识图谱研究进展[J].情报工程,2017,3(1):4-25.
[36] 孙镇,王惠临.命名实体识别研究进展综述[J].现代图书情报技术,2010(6):42-47.
[37] 徐绪堪,房道伟,蒋勋,苏新宁.知识组织中知识粒度化表示和规范化研究[J].图书情报知识,2014(6):101-106,90.

Research on Constructing Model of Educational Knowledge Map Supported by Artificial Intelligence

ZHONG Zhuo[1], TANG Yewei[1], ZHONG Shaochun[2], ZHAO Yiting[1]
(1.School of Information Science and Technology, Northeast Normal University, Changchun Jilin 130117;
2.Ministry of Education Digital Learning Support Technology Engineering Research Center, Changchun Jilin 130117)

[Abstract] As a core component of constructing adaptive learning system, domain model has attracted wide attention of researchers. In order to solve the problem of scattered knowledge content and insufficient ability description in existing educational domain models, this paper proposes a KQA model of educational knowledge map which can establish the mapping relationship among knowledge, problem and ability. This model consists of three schema of knowledge schema, problem schema and ability schema and four elements of knowledge content, association relationship, mapping relationship and learning path. Using the methods of entity extraction, relation extraction and entity alignment based on machine learning, this paper proposes the construction method of KQA model of educational knowledge map from four aspects: data acquisition, knowledge extraction, knowledge fusion and knowledge reasoning. This study provides a basis for the application of knowledge map in the field of education and is of great significance for the development of personalized learning.

[Keywords] Artificial Intelligence; Knowledge Map; Model Construction; Machine Learning; Learning Path; Adaptive Learning

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DOI:10.13811/j.cnki.eer.2019.08.014

面向人工智能时代儿童编程教育行动路径

——基于日本“儿童编程教育发展必要条件”调查报告

孙立会， 刘思远， 李曼曼

（天津大学 教育学院，天津 300350）

[摘 要] 与学校体系、学科相融合是人工智能时代儿童编程教育的发展图景。文章以日本文部科学省开展“儿童编程教育发展必要条件”调查为研究对象，以数据分析形式探讨了儿童编程教育学校化的困难与应对措施。研究发现：日本推行儿童编程教育的困难主要有信息不足、人才不足与预算不足，推行困难随实施程度的深入由信息不足向预算不足转变；时间不足、教师负担过重也是重要的阻碍因素。其应对措施体现在制定规划纲要与开展培训相统一，实现编程技术、教学方法和心理辅导相统一，纳入正常课程体系与教材教法建设相统一，多元支持体系与细化内容相统一四个方面。在此基础上，提出推进我国儿童编程教育深度发展的建议：在政策层面，制定规划纲要、搭建发展平台；在理论层面，要明确儿童编程教育的社会价值、强化一线教师对儿童编程教育的重视、正确认识并遵循儿童编程教育发展规律；在学校实践层面，强化儿童编程教育理念宣传、教材编制、师资培训、外部合作、评价标准，在学习国际经验的同时立足本土创新。

[关键词] 人工智能；计算思维；儿童编程教育；学校化；政策建议

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 孙立会（1985—），男，吉林白城人。副教授，博士，主要从事儿童编程教育研究。E-mail：sunlh777@163.com。

一、引 言

面向人工智能时代，儿童编程教育作为培养儿童数字技能、计算思维的重要方式，成为教育改革与深耕的发力点[1]。儿童编程教育自 1968 年 Logo 语言始[2]，相继衍生出 Scratch[3]和有形机器人编程[4]等知名编程工具。半个世纪以来，围绕儿童编程工具的各项研究活动不断推陈出新，并逐步深入学校课堂，成为儿童编程教育发展的主流趋势。各国也纷纷制定政策规定以加速儿童编程教育与学校体系的深度融合，如美国计划十年普及中小学编程教育，英国政府规定 5~16 岁儿童学习编程，日本到 2020 年全面实现小学编程教育必修化[5]。同时，我国于 2017 年出台的《新一代人工智能发展规划》也指出，应在中小学阶段设置人工智能相关课程、逐步推广编程教育[6]。未来儿童编程教育将逐步实现由个体层面的自组织学习到学校层面的系统融合式学习，像语文、数学基础性学科一样成为助力儿童发展的基石，儿童编程教育深入学校体系才是效益最大化的未来取向。

当前我国儿童编程教育学校化进程尚处于起步阶段，全国范围内目前仅南京、重庆[7]等地出台了落实学校层面编程教育的相关政策，但儿童编程教育学校化如何开展及进程中可能会遇到的问题尚不明确，相关主题研究较少。日本是实施儿童编程教育的先进国家之一，2018 年 2 月，日本文部科学省开展“儿童编程教育发展必要条件”的调查研究，通过对 3513 个教育委员会内小学实施儿童编程的情况分析，总结出儿童编程教育学校推行中存在的问题和应对措施[8]。本研究旨在对日本儿童编程教育调查报告进行深入分析，总结出日本小学推行儿童编程教育的总体困难、阶段性困难和应对措施，力求还原推进编程教育学校化的完整过程，以期对我国

基金项目：全国教育科学“十三五”规划 2019 年度国家青年课题“非计算机化与计算机化儿童编程教育的理论与实践研究”（课题编号：CCA190261）

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

儿童编程教育学校化深度发展提供借鉴。

二、日本儿童编程教育发展的困难

(一)推行儿童编程教育的总体困难

对日本教育委员会内小学实施儿童编程教育的调查分析,总结出推行儿童编程教育的 10 项困难,并根据困难特征总结为信息不足、人才不足、预算不足,见表 1。信息不足与人才不足是学校发展儿童编程教育的最大困难,尤其是缺乏儿童编程教育的目的、理念和负责的人才,“儿童编程教育的目的、理念等基本信息不足”(60%)、“教育委员会和学校负责编程教育人才不足”(53%)在困难中占比最高,表明在儿童编程教育起始阶段,学校对儿童编程教育认识、实践经验和指导人才的把握尤为缺乏。

表 1　　儿童编程教育面临的困难及分类

儿童编程教育面临的困难	类别
①儿童编程教育目的、理念等基本信息不足	信息不足
②找不到适合教材	
③找不到编程教育指导案例	
④不清楚学校推进儿童编程教育需要什么样的支持	
⑤教育委员会和学校负责编程教育人才不足	人才不足
⑥缺乏培训儿童编程教师的指导者	
⑦想与企业、大学等外部合作,但找不到可合作的机构	
⑧ICT 等设备维护预算不足	预算不足
⑨教材预算费用不足	
⑩研究培训预算费用不足	

(二)推行儿童编程教育的阶段性困难

根据小学实施儿童编程教育的进展特征,将其划分为四个阶段:尚未实施具体措施、实施前研究与讨论、正在进行讨论和教师进修、正在实施课程,并依据调研报告指出每一阶段困难的特殊性与侧重点,如图 1 所示。

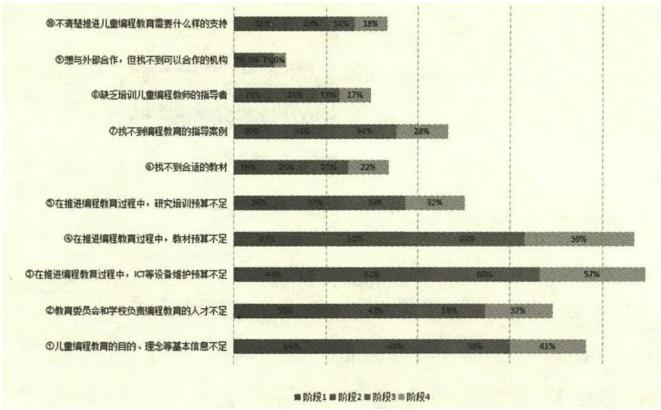


图 1　四阶段儿童编程教育学校化的困难

1. 尚未实施具体措施

对儿童编程教育指导思想不清楚、缺乏负责编程教育人才是“未实施具体措施”阶段的主要困难。79% 的教育委员会认为,信息不足是学校不能实施儿童编程教育的理由,其次是人才不足和预算不足。其中,“儿童编程教育目的、理念等基本信息不足”占 64%,与“找不到合适教材”等其他信息相比,该阶段最重要的是明确儿童编程教育理念。教育委员会和学校是否有负责编程教育的人也是该阶段急需考虑的问题。在预算不足中,ICT 设备维护预算明显高于教材预算和培训预算。因此,在“尚未实施具体措施”阶段,学校应首先考虑儿童编程教育指导思想、负责人才和硬件设施等内容。

2. 实施前研究与讨论

与阶段 1 相比,信息不足中“儿童编程教育目的、理念等基本信息不足”(48%)比值下降,“找不到合适教材”(25%)、“找不到编程教育指导案例”(34%)比值上升。这表明该阶段开始关注教育过程中所需要的教材和范例。人才不足在该阶段不太明显,进入讨论阶段标志着教育委员会和学校负责编程教育人员已确定,但又尚未涉及教学研修等事项,因此,人才不足并非该阶段的重点。预算不足的问题成为关键,尤其是 ICT 等设备维护预算不足和教材预算费用不足两方面。硬件设备维护预算不足的问题更为明显。该阶段中应处理好儿童编程教育学校化过程中所需要的资源、设备和案例。

3. 正在进行讨论和教师研修

该阶段预算不足的问题持续显著,但教材费用预算(63%)已超过硬件设备维护预算(60%),开发适合编程教育活动的教材迫在眉睫。同时,教师研修的要求使得“找不到编程教育指导案例”(34%)和“找不到可进行研修的人”(12%)比值上升。从阶段 2 到阶段 3 相关参与者的关注视角由关注信息不足转移到预算不足,教育委员会组织和教师参与研究的过程中,教材预算、设备维护预算成为关注的焦点。

4. 正在实施课程

在实施儿童编程课程中,教材、硬件设备、师资培训、编程教育的负责者与指导者都是课程实施的影响因素,其中教材预算费用不足(59%)、找不到合适教材(22%)加剧了儿童编程教材建设的艰巨性;ICT 等设备维护预算不足直接限制了编程活动的开展;研究培训预算费用不足(32%)、缺乏儿童编程教师的指导者(17%)使得教师培训陷入困境。儿童编程教育课程实施对预算、信息和人才各方面要求较高,上述问题需在课程实施前得以解决。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

除上述十项困难外，儿童编程教育在学校发展中还存在其他困难：(1)时间不足。学校既缺少适应运行ICT设备的时间，又因教师本身繁忙很难确定和调整培训时间，以至于教师没有机会了解编程教育、参与编程培训、开展编程实践。(2)教师负担过重。编程教育实施中人力资源不足，而学校教师本身繁忙，过重的教学、行政工作难以应付编程教育培训与教材研发。(3)课程过于耗时。例如英语等课程教学十分耗时，与日常教学的时间限制和进度要求产生冲突。因此，学校除处理好信息不足、人才不足和预算不足的问题外，还更应关注课程设置与教师的真实需求。

三、推行儿童编程教育的措施研究

(一)政府支持：制定规划纲要与开展培训相统一

2016年4月，日本文部科学省确立“为未来能力而学、培养学生逻辑思考方式”的儿童编程教育目标；2017年2月，又将小学编程教育写进新一轮《小学学习指导纲要》；2018年3月，出台《小学编程教育实施步骤》(第一版)，强调编程教育要结合各学科特点融入逻辑思考能力，其中，课程、教材、师资培训是实施儿童编程教育的重要环节。

各教育委员会是开展儿童编程教育的主要力量，绝大多数教育委员会计划在2018年完成儿童编程教育研讨工作，2019年主要开展编程教育师资培训。此外，教育委员会还提出以下措施：设立教育委员会主办的程序设计讲座；有效利用ICT设备实施编程教育；探讨编程教育所需要的机器和教材；在假期开展儿童编程教育讲座，并计划到2019年教师能熟练掌握ICT设备以实施编程教育活动。

(二)师资培训：实现编程技术、教学方法和心理辅导相统一

编程教育师资培训主要包括技术层面和方法层面。84%的教育委员会对Scratch等编程工具的编程语言和教育程序设计机器人进行了培训，主要是指可视化编程软件和教育人形机器人实际操作的熟练程度；35%的教育委员会涉及编程教育实际授课中指导方法的培训，以模范学校为先行学校，对其他教师进行指导方法的培训或通过远程控制进行模拟课程，为授课教师提供建议。随着儿童编程教育实施水平的提升，师资培养应逐渐倾向指导方法层面。此外，师资培训还包括编程教育信息介绍、教师编程意识培养和教师负担疏导等内容。教师实施儿童编程教育不仅要会操作软件、授课方法，更要从思想和意识上重视编程教育，并掌握合理分配时间与精力的技巧。

(三)课程实践：纳入正常课程体系与教材教法建设相统一

学校落实儿童编程教育需将其纳入正常课程体系中。日本小学融入儿童编程教育的课程有国语课程、社会综合实践、音乐图画课程、理科示例单元、体育等。儿童编程教育课程内容可分为三大类：(1)工具性，如在国语课程中用动画来展现四字成语，以帮助学生理解成语的含义；(2)主题性，在音乐图画课程中设定研究主题，例如“春”，让学生通过声音、颜色和动作表达“春”主题，不限形式；(3)活动性，在体育课程中学生按照编程要求开展游戏等活动。小学编程教育课程并非完全依赖编程软件，而是允许学生在多种形式的活动中体验编程教育过程。儿童编程教育与各科目相结合仍需解决的问题是“教材建设”[9]，其次是“指导方法”和“外部人才的应用方法”。在各课程领域问题调查中，教材建设(89%)和指导方法建设(57%)的比值最高，这表明儿童编程教育无论在哪一科目中实施，对教材与指导方法的需求都极为迫切。

(四)外部支持：多元支持体系与细化内容相统一

日本儿童编程教育的外部支持主要来自公司、大学等领域，援助内容涵盖七部分，集中表现为人才培养、人才支持、教材提供等，如图2所示。儿童编程教育实施程度越高，获得的外部支持越多，且由教师培训向教材、课程转移。阶段2(实施前研究与讨论)，“外部力量接受相关教师的研修与培训”比值最高，为8%；阶段3(正在进行讨论和教师研修)，师资培训情况提升，比值为23%。阶段4(正在实施课程)，除师资培训比值持续升高外，教材、设备、指导支持等方面也出现显著变化，“提供编程教育教材”比值猛增至34%。

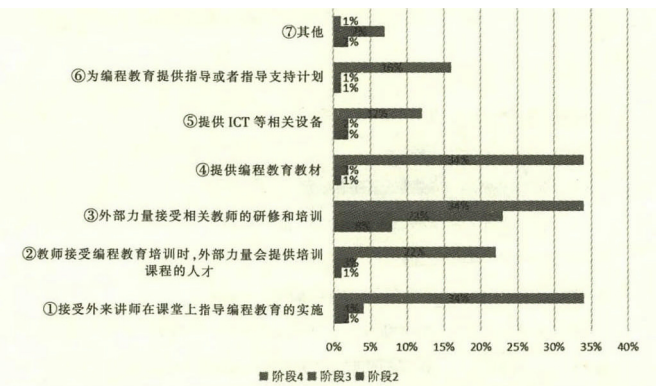


图2　编程教育三个阶段外部支援情况

各教育委员会对外部支持的期待不断细化。除当前教师培训与人员派遣外，教育委员会期待教师研讨会以示范课、模拟课程的形式教授编程教育具体的教学方法，并介绍教学实例；外来指导人员建立全日制

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的儿童编程教育发展体系,以临时工身份分配到班级内部。在教材开发中,教育委员会提出要联合大学等科研机构开发综合性和主题性的教材,并制定编程教育学习必需品和学科相关计划。同时,教育委员会期待与企业建立长期合作机制,为儿童编程教育设备、案例指导、教学评估提供平台。

四、启示与建议

根据“儿童编程教育发展必要条件”的调查可知,第一,信息不足、人才不足是儿童编程教育学校化早期的最大困难。随儿童编程教育实施深入,实施困难由信息不足转为预算不足,硬件设备预算不足转为教材预算不足。第二,推行编程教育措施需从政府、师资培训、课程教材和外部支持四方面考量,构建政府、学校与外部力量的合作体系。结合我国儿童编程教育“萌芽”状态和人工智能时代发展趋势,文章从政府层面、理念层面和学校实践层面提出建议。

(一)政府层面

1. 制定规划纲要,提供政策保障

儿童编程教育发展离不开国家层面政策支持,国家层面的顶层设计是儿童编程教育发展的前提。面对人工智能对青少年计算思维的诉求与儿童编程教育发展层次低的现状,从国家层面上讲,首先,要有发展儿童编程教育的意识和计划,将儿童编程教育纳入教育规划视野和学校系统,将编程能力作为儿童的基本素养;其次,国家应针对儿童编程教育制定相应的规划纲要,并以纲要形式明确儿童编程教育的实施范围、形式,甚至细化到课程领域、教师能力、教学活动等方面,既要指导编程教育的开展,又要明确规定编程教育的标准和要求;再次,国家应制定儿童编程教育必修化计划,逐步由地区试点推广为国家课程,成为全国儿童的必修内容;最后,在全球化背景下,我国儿童编程教育的发展需与其他国家相互借鉴,并从国家层面建立相应的合作对接关系,确保儿童编程教育的国际性与世界性。

2. 搭建发展平台,提供发展资源

在儿童编程教育理念和国家规划纲要指导下,各地方教育部门应成为儿童编程教育发展的重要力量。我国各地方教育部门应从以下方面为儿童编程教育搭建平台:第一,地方教育部门积极传达开展儿童编程教育的重要性,使学校管理层和教师从思想上认识到开展儿童编程教育的必要性,并将其融入课程体系中。第二,地方教育部门要对儿童编程教育的内涵、理念、指导思想展开深度剖析与解释,从而使学校有的放矢,明确编程教育开展的方式和内容。第三,地方教育部门要加强学校管理层和教师层的培训。目前我国儿童编程教育实施范围较小、程度尚浅,大多数学校和教师不了解、更不会开展编程教育。对此,教育部门应加强引进并培养编程教育人才,充实编程教育师资队伍。第四,资源与预算是决定儿童编程教育能否顺利开展的保障。资源包括资金、预算、教材、指导案例等内容,地方教育部门要积极提供学校编程教育开展的配套设施,保障教育资金充足,在各项基础设施中做到不掉队。

(二)理论层面

1. 明确儿童编程教育的社会价值

编程教育可提高学习者理论思维能力并将思维能力可视化[10],从而在实践中产生深邃的科学思想[11]。在人工智能时代,信息素养、计算思维、编程能力是社会需求与人才供应的方向,也是新时代个体必不可少的核心素养。已有研究表明,在计算思维能力方面打下坚实基础的儿童,在解决问题时更为高效辩证。但形成计算思维、编程能力不是一蹴而就的,需要对学生从小培养。研究表明,4 岁的儿童就能学习简单的计算机编程概念,这些概念加强了儿童的认知技能,如数字感、读写能力和创造力[12]。

但现实是,我国儿童编程教育并未有机会彰显这一人才培养潜力。尽管当前信息技术课程已出现在课程表中,但在基础教育中并未实质性落实。编程教育实施所面向的主体仍是高等教育的部分学生,教育方式更注重计算机工具的实用性。基于这一现实,要实现儿童编程教育“学校化”“日常化”“普及化”,首先要明确编程教育的社会意义,宣传编程教育理念,使之成为国家、社会、公民发展的基本需求。

2. 强化一线教师对儿童编程教育的重视程度

麻省理工学院 Resnick 等人发现,儿童编程教育的最大挑战不是来自技术方面,而是来自文化和教育方面。只有改变对编程教育的看法,才能回归编程教育的本质目的[13]。在国家政策与政府推动下,儿童编程教育要以文件、报告等形式出现在中小学,但编程教育落地首先要解决思想冲突并完成认知同化。倘若教师认为编程教育干扰了正常教学活动、增加了教学负担,那么就很难调动教师、学生和管理人员参与编程教育的积极性,其实施效果会大打折扣。归根结底,每堂课上的编程活动都是教师理解下的编程教育。因此,在全学校、全社会范围内培养教育者的编程教育意识,使得编程教育像语文、数学、英语等基础学科一样“深入人心”,使教师像具备语言技能、计算机技能一样具有编程教育思维与能力,在推行编程教育成功案例的同时,

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

要提升每一位教育者的编程素养，只有这样才能确保每一堂融入儿童编程的课程的成功实施。

3. 正确认识并遵循儿童编程教育的推进规律

发展儿童编程教育首先应把握其推进流程与变化规律。对日本儿童编程教育的现状分析及阶段划分，在于使我国学校充分认识实施编程教育可能要经历的阶段、不同阶段的特征及编程教育所面临的阶段性困难，以便学校在开展儿童编程教育前做好充足的心理准备，制定相应规划与应对措施。

在认识规律的基础上，学校更应尊重编程教育的演进逻辑。笔者对日本儿童编程教育的分析发现，部分学校儿童编程教育发展较快，但大多数学校进展缓慢，仍存在编程教育目的、理念不清等问题。面对阶段性发展差异，学校建设要脚踏实地，结合自身情况与特点，以点带面，从而实现编程教育的全面普及。同时，学校要正确对待不同阶段中编程教育存在的问题，例如：日本儿童编程教育在阶段 1 和阶段 2 的主要矛盾是信息不足；阶段 2 到阶段 3，预算不足的问题逐渐超过信息不足，成为主要矛盾；而阶段 4 的主要矛盾较为分散，很多问题都成为该阶段的关注点，教材预算不足是矛盾的主要方面。遵循儿童编程教育规律有两个层面的理解，既要在不同阶段有不同的侧重点，又要切实解决该阶段内存在的问题，为下一步编程教育发展奠定基础。

（三）基于学校的实践层面

1. 强化编程教育理念、目的等信息的宣传指导工作

“编程”并非新兴事物，但在中小学开展儿童编程教育对人们来说较为陌生。儿童编程教育理念、目的不明确很容易带来以下误导：第一，在传统计算机编程影响下，人们对编程的认识多局限于抽象的英文代码，自然以不懂为名产生排斥心理；第二，即使理解儿童编程教育的内涵，仍存在教（学）什么、怎么教（学）等困惑，Rustam 等人在研究中证明新手和没有相关背景的学生学习编程教育并不容易[14]；第三，在儿童编程教育实施中，教师和管理人员在毫无经验的情况下仍面临课程设置、教材建设、资源获取、师资培训等挑战，倘若处理不当，可能会导致编程教育浮于表面的结果。69% 的日本小学未实施儿童编程教育，最大的原因在于信息不足。因此，在儿童编程教育学校实践中，首先要进行编程教育理念、目的等基本信息的宣传，并引进优秀的编程教育实践人才进行指导。

在学校层面，首先，应通过理论学习掌握编程教育的基本理念、目的与内涵，使教育管理者、教师、学生理解开展儿童编程教育的必要与必然；其次，引进成功且成熟的案例，以观摩和实地学习的形式，把握编程教育开展的整体流程，并就课程设置、教材建设、人才培训开展研究与讨论；最后，学校要以强有力的措施落实儿童编程教育，并结合学校特殊性，构建符合自身发展的编程教育体系。

2. 积极尝试儿童编程教育课程与教学活动

课程是学生接触儿童编程教育的主要形式。第一，制定适合学科课程的儿童编程教材是教师顺利开展编程课程的关键。在教材内容上，儿童编程教育并非教给学生深奥的编程代码，而是一种依托社会综合实践和学科知识的编程思维。结合日本儿童编程教育课程领域，教材内容应尽可能丰富，既要从综合学习时间、小组合作等实践中提取编程知识，又要与数学、语文、英语等具体科目相结合，增强儿童编程教育教材的趣味性和可读性。从教材编制方法上讲，由于儿童编程教材中既有编程知识，又有学科知识，所以需专业计算机教师和学科教师共同研究，把学编程转换为用编程学的理念，并基于该理念将编程的基本概念和思想融入学科知识中，为教师开展儿童编程教育课程提供参考书目。第二，开展非计算机化编程教育活动。儿童编程教育实施的重点是向学生传授编程思想，而不仅仅是学习计算机程序。非计算机化编程是在具体的学与教中模拟编程，运用纸、笔和卡片等传统学习工具进行教学和游戏[15]。在教学实践中，教师要创设学生学习计算机程序的现实环境，并将教学内容与儿童编程教育融合，通过提供各种游戏使学生轻松掌握创建编程程序的能力。目前我国儿童编程教育培养方式以 Scratch 等可视化编程工具为主，虽然许多研究表明，Scratch 等图形化编程工具在教育环境中对学生的逻辑与计算思维有显著改进[16]，并可以极大地提高学生的编程兴趣，但学生长期使用编程软件面临与使用任何计算机软件相同的物理风险（如对视力）。如果学习活动时间适当，并实现线上与线下编程活动相结合，利用真实材料进行互动，允许学生使用编程设备四处走动，学生不仅能更直观感受编程活动，还能降低长期使用计算机带来的风险[17]。总之，儿童编程教育的核心思想是使学生在体验问题解决过程中积极思考、尝试、归纳和总结，从而培养逻辑思维和编程思想，提高问题解决能力[18]。

3. 完善儿童编程教育的师资培训

学科教学由接受过正规专业培训的教师进行，儿童编程教育也需由接受过专业培训的编程教师授课才能保证质量。因此，需对当前大学生或教师进行培

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

训,培训内容主要包括编程工具的使用(包括非计算机化编程),将编程思想与学科知识整合。具体措施包括:(1)邀请讲师,通过可视化编程软件或机器人进行程序设计、流程控制等基本概念的讲解及编程软件的使用、作品设计等指导。接受培训的大学生或教师只有在程序设计过程中获得有趣的编程体验,才能产生真实不同的想法,并深入到具体学科领域实地教学。(2)在理解编程基本思想基础上,通过具体的教学案例进行实际授课及教学方法的培训。(3)进行编程思想与学科知识整合的培训指导,通过具体案例和非计算机化编程工具,使受培训的大学生或教师能在培训后对学科知识进行程序化,在学科知识中融入编程思想,并在实际授课中通过适当的教学方法,将其传授给学生。(4)除技能外,教师更要合理安排时间以有效排解压力。学校除对教师管理采取相关措施外,更要注重教师心理素质与健康,将其作为教师培训的一部分。

4. 形成外部支持与学校互为支撑的合作体系

我国要实现儿童编程教育学校化深度发展,仅靠学校自身是无法完成的。借鉴日本儿童编程教育外部支持经验,学校应依托国家和地方政府提供外部合作平台,积极实现与社会组织的连接,构建学校、政府、企业和高等院校四位一体的合作体系。首先,编程教育需政策引导、制度保障及必要的资金支持,没有制度与资金保障,基础教育因面临激烈的升学压力,很难推行编程教育课程化。其次,编程教育需依靠科研院所、高等教育机构获得相应的人才、教材及教学方法。现阶段,我国儿童编程教育发展水平较低,很难在中小学内部找到适合负责编程教育活动的人才,因此,学校需得到高等教育机构和科研院所的人才与教材支持,并获得相应的教学技能培训,同时,中小学也为高等学校、科研院所提供了实践平台。最后,开展儿童编程教育需要编程工具等硬件设施,与公司企业联合显得十分重要。例如:乐高集团积极参与 Scratch 编程环境和机器人编程项目,所开发的乐高积木与编程教育工具形成独具特色的品牌效应,以有形编程工具帮助低龄儿童形成编程逻辑与思维,在支持学校编程教育课程的同时,提高企业的经济效益与社会效益。

5. 加快构建儿童编程教育评价标准与评价体系

评价是衡量事物好坏的重要依据。但当前国际儿童编程教育尚未形成明确的评价标准和系统的评价体系。Brennan 等人尝试构建不同框架对 Scratch 项目进行静态代码分析,监测项目脚本中的编程错误[19]。Guanhua Chen 等人基于计算机科学教师协会计算思维的评价框架,开发了评估五年级学生 CT 的工具,以考察不同项目对学生 CT 成长的影响[20]。除对编程项目本身评价外,Dylan J. 等人还通过观察的评估技术了解学生在编程活动中所获得的计算思维[21]。已有研究从编程项目、编程工具和编程教育效果三方面评价入手,使得儿童编程教育本身更加科学有效,但目前儿童编程教育评价标准的研究较少,即何种评价方法能准确有效地了解儿童编程教育项目的好坏与学生编程思维的提高与否,这也是儿童编程教育推广难、效果不明显的重要原因之一。因此,建立对编程项目本身的评价与学生学习效果的评估框架,将以更有效的形式实现编程教育教学和儿童编程教育的推广。当然,建构儿童编程教育评价体系与评价标准是一个国际难题,但更因如此,我国要从中小学实践、教育机构教学经验以及儿童编程教育理论研究多方面相结合入手,借鉴国外评价模式,在修订和完善中开发属于本土化、创新性的儿童编程教育评价标准与体系。

6. 学习国际经验与自主创新同步进行

虽然我国也正积极推进儿童编程教育,但没有较完善的量化研究,也无法用数据回答:(1)哪种编程环境和学习资源适合哪一学龄段的学习者;(2)儿童编程教育与其他学科之间的关系如何;(3)学习者在学习中或教授者在教学中会遇到哪些困难;(4)何种学习(教学)方法更适合儿童编程教育;(5)教师应达到什么标准,才能在儿童编程教育中起主导作用。诸如此类的问题,在国际相关期刊中或多或少都有研究。美国塔夫茨大学研究了机器人编程对儿童早期编程排序能力的影响及排序能力、班级规模、教师使用技术的经验之间的关系,证明了教师培训和专业发展计划的必要性[22]。Amanda Strawhacker 等人发现,灵活、支持性知识和鼓励编程探索的教师对促进儿童学习更有效率[23]。软件编程环境的可用性还不足以将其顺利整合到学校实践中,还需实验验证的教学方法、学习资源、课程标准、教师支持等。基于此,借鉴先进儿童编程教育经验,我国儿童编程教育将“站在巨人的肩膀上”,以更高的起点构建儿童编程教育课程。但高起点也要立足本土实践,每个国家的国情和发展现状都不同,儿童编程教育要想真正在我国“扎根发芽”“遍地开花”,一定要通过自主调研、研究讨论、自主创新等形式适应中国甚至地区特色,以国际的标准、他国的经验和国家、地区、校本特色共同推动编程教育在我国迈入正轨,实现所有儿童均具有解决不确定问题的编程素养。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[参考文献]

[1] 张进宝,姬凌岩. 中小学信息技术教育定位的嬗变[J]. 电化教育研究,2018(5):108-114.

[2] MCNERNEY T S. From turtles to tangible programming bricks: explorations in physical language design [J]. Personal and ubiquitous computing,2004,8(5):326-337.

[3] RESNICK M,MALONEY J,MONROYHERNANDEZ A,et al. Scratch: programming for all [J]. Communications of the ACM,2009,52(11):60-67.

[4] BERS M U,HORN M S. Tangible programming in early childhood: revisiting developmental assumptions through new technologies[M]. Charlotte: Information Age Publishing,2010.

[5] 利根川 裕太,佐藤 智. 先生のための小学校プログラミング教育がよくわかる本[M]. 东京:翔泳社,2017.

[6] 国务院. 国务院印发《新一代人工智能发展规划》[EB/OL].(2017-07-20)[2019-05-12].http://www.gov.cn/xinwen/2017-07/20/content_5212064.htm.

[7] 重庆教育委员会. 重庆教育委员会印发《关于加强中小学编程教育的通知》[EB/OL].(2018-10-09)[2019-05-12].http://makeryun.com.cn/policy_document/201809/00001310.html.

[8]日本文部科学省. 关于促进儿童编程教育发展必要条件[EB/OL]. (2018-02-15)[2019-05-12].http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1406307.htm.

[9] 松田 孝. 小学校の「プログラミング授業」実況中継[M]. 东京:技術評論社,2017.

[10] 黒上 晴夫,堀田 龍也. プログラミング教育導入の前に知っておきたい思考のアイディア[M]. 东京:小学館,2017.

[11] 童英哲. 理论思维概论[M]. 陕西:西北大学出版社,1985.

[12] CLEMENTS D H. The future of educational computing research:the case of computerprogramming [J]. Information technology in childhood education annual,1999,1(1):147-179.

[13] MALONEY J,RESNICK M,RUSK N,et al. The Scratch programming language and environment [J]. ACM transactions on computing education,2010,10(4):1-15.

[14] WU-YUIN H,SHADIEVA R,WANGB C U. A pilot study of cooperativeprogramming learning behavior and its relationship with students´ learning performance[J]. Computers & education,2012,58(4):1267-1281.

[15] 小林 祐紀.コンピューターを使わない小学校プログラミング教育“ルビィのぼうけん"で育む論理的思考[M]. 东京:翔泳社,2017.

[16] 傅骞,解博超,郑娅峰. 基于图形化工具的编程教学促进初中生计算思维发展的实证研究[J]. 电化教育研究,2019(4):122-128.

[17] CORDES C,MILLER E. Fool´s gold:a critical look at computers in childhood[EB/OL].(2000-02-20)[2018-11-20].http://drupal6.allianceforchildhood.org/fools_gold.

[18] 孙立会,周丹华. 国际儿童编程教育研究现状与行动路径[J]. 开放教育研究,2019(4):23-35.

[19] BRENNAN K. New frameworks for studying and assessing the development of computationalThinking [C]//Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association. Vancouver: AERA,2012:1-25.

[20] CHEN G,SHEN J,BARTH C L,et al. Assessing elementary students´ computational thinking in everyday reasoning and robotics programming[J]. Computers & education,2017,109(3):162-175.

[21] PORTELANCE D J,BERS M U. Code and tell: assessing young children´s learning of computational thinking using peer video interviews with ScratchJr [C]//Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children. Medford: ACM,2015:271-274.

[22] KAZAKOFF E,BERS M. Programming in a robotics context in the kindergarten classroom:the impact on sequencing skills[J]. Journal of educational multimedia and hypermedia,2012,21(3):317-391.

[23] STRAWHACKER A,LEE M,BERS M. Teaching tools,teachers´ rules:exploring the impactof teaching styles on young children´s programmingknowledge in ScratchJr[J]. International journal of technology and design education,2017,17(2):347-376.

(下转第 128 页)

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

practicality of SHEILA framework, and summarizes the challenges in the field of learning analytics at home and abroad, as well as the application of SHEILA framework. Meanwhile, this paper carries out a comparative analysis of four European higher education institutions that have applied the SHEILA framework to develop learning analytics policies. The results show that ethical and safety issues as well as institutional and management issues are the main challenges in the development of learning analytics in China. The SHEILA framework can provide evidence to support policy-making, assess the quality of existing learning analytics initiatives, promote dialogues among key stakeholders and provide information for the policy-making process. Finally, based on the practical application of SHEILA framework, this study proposes that the application of SHEILA framework in China needs to focus on the assessment of the readiness of learning analytics, the responsibilities of stakeholders and institutional data management, the school leadership of organizing informatization, and experience sharing and case promotion, which provides theoretical guidance for the policy-making of learning analytics in China.

[Keywords] Policy of Learning Analytics; SHEILA Framework; Case Comparison; Policy Suggestions

（上接第 120 页）

Approach to Programming Education for Children in the Age of Artificial Intelligence: Based on Investigation Report of Japan´s "Necessary Conditions for the Development of Children´s Programming Education"

SUN Lihui, LIU Siyuan, LI Manman
(School of Education, Tianjin University, Tianjin 300350)

[Abstract] Integration with school system and discipline is the future of children´s programming education in the era of artificial intelligence. The research takes the investigation of "necessary conditions for children´s programming education" in the MEXT as the research object, and discusses the difficulties and countermeasures of school-based children´s programming education in the form of data analysis. The research results show that the difficulties in implementing children´s programming education in Japan mainly include lack of information, talents and budget. The difficulty of implementation varies from insufficient information to insufficient budget with the deepening of implementation. The lack of time and excessive burden on teachers are also important obstacles. The countermeasures are reflected in the unification of the planning outline and training, the integration of programming technology, teaching methods and psychological counseling, the integration of the normal curriculum system and teaching materials, and the unification of the multiple support system and refinement content. Based on that, suggestions are put forward to promote the in-depth development of children´s programming education in China: at the policy level, formulating planning outlines and build development platforms; at the theoretical level, clarifying the social value of children´s programming education, strengthening teachers´ attention to children´s programming education, understanding and keeping to the development rules of children´s programming education; at school practice level, strengthening the propaganda of children´s programming education, textbook development, teacher training, external cooperation, evaluation criteria, and learning international experience while based on local innovation.

[Keywords] Artificial Intelligence; Computational Thinking; Children´s Programming Education; Schoolization; Policy Recommendations

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

“人工智能+教育”的驱动力与新指南*
——UNESCO《教育中的人工智能》报告的解析与思考

李宏堡 袁明远 王海英

(南京师范大学 教育科学学院,江苏南京 210097)

[摘 要] 人工智能正加速袭来,不断冲击着人们的生产、生活、学习等各个领域。在“智能+”时代的背景下,教育该如何有效应对?学校该如何培养面向智能化时代的创新性人才?教育该如何应用人工智能技术来提升自身的内涵与促进发展?2019年3月,联合国教科文组织(UNESCO)发布了《教育中的人工智能》报告,无疑成为世界各国进行“人工智能+教育”变革的驱动力与新指南。该报告以促进教育的个性化、公平性和包容性,驱动教育管理步入全新的轨道,以及帮助学生为“就业革命”做好准备作为战略目标,从构建人工智能时代的教育生态系统、建设与发展教育科学中的人工智能、开发与利用教育大数据三条路径,指导各国政策制定者、教育者、相关研究人员、教育企业等开展“人工智能+教育”实践。对应我国当前人工智能的教育应用现状,需要进一步树立以人为本的人工智能教育政策观;探索有中国特色的“人工智能+教育”之路;以交叉学科与跨界思维培养“人工智能+X”人才;培育人工智能时代公民的基本素养与智能素养;尽快为教育大数据的安全立法,并加强对教育大数据的监管。

[关键词] UNESCO;人工智能;人工智能+教育;教育变革;学生创新能力;教育大数据;智能素养;跨界思维

[中图分类号] G434 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2019)04-0003-10

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2019.04.001

一、引言

早在上世纪50年代,人工智能(AI)概念便已诞生。进入21世纪以来,随着互联网、大数据、云计算、区块链等技术的发展,新一代人工智能(也称AI 2.0,以下本文的人工智能均指AI 2.0)在全球范围内蓬勃兴起,从早期IBM公司研制的深蓝(Deep Blue)计算机战胜国际象棋大师卡斯帕洛夫(Kasparov)到2016年阿尔法狗(AlphaGo)的一战成名,人工智能作为新一轮科技革命的引擎,为公众所熟知,不断缔造着科技创新的新“风口”,甚至被称之为自工业革命以来最伟大的技术变革。[1]

近年来,伴随着人工智能的全面渗透,教育领域正接受着前所未有的挑战,人工智能的教育应用,自然也成为各国学者研究的热点。联合国教科文组织(The United Nations Education Scientific and Cultural Organization,UNESCO)作为全球最具权威的大型国际教育文化组织,一向十分重视教育、科学、文化等的前瞻性研究,尤其关注“人工智能+教育”的影响与发展趋势。早在2016年,联合国教科文组织便与世界科学知识与技术伦理委员会联合发布了《机器人伦理初步报告(草案)》,专门探讨了智能机器人的制造和使用,以及可能带来的社会与伦理道德问题。2017年6月,联合国国际电信联盟还举办了主题为“人工智能造福人类”的全球峰会,讨论了如何借力人工智能推进全球教育、平等、健康等。

2019年3月,联合国教科文组织(UNESCO)正式发布了《教育中的人工智能:可持续发展的挑战和机遇》(*Artificial Intelligence in Education Challenges and Opportunities for Sustainable Development*)这一报告,比较系统地总结了世界各国人工智能的教育应用情况及相关经验,成为驱动未来全球“人工智能+教育”健康发展新指南。这如同在21世纪来临之际,UNESCO发布的《教育:财富蕴藏其中》一样,提出教育与学习为迎接新世纪挑战,需要着力于“四个学会”。今天,在面对人工智能不断“入侵”的时代发展节点,这一报告的发布,无疑具有重要的战略意义。

当前,人工智能正与教育大数据、机器智能(如,教育机器人、智能学习伙伴等)、个性化的智能学习

* 基金项目:本文系全国教育科学“十三五”规划课题“我国非营利性民办园制度建设研究”(编号:BFA170056)的阶段性研究成果。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

分析技术等携手，不断地改变着传统教育教学的样态与内涵。世界各国纷纷将人工智能视为经济与社会发展的关键助力，并先后发布了人工智能的国家级战略：2016 年，美国率先发布了《为人工智能的未来做准备》《国家人工智能研究与发展战略规划》等报告；2018 年，美国还在白宫召开了“人工智能峰会”，强调用 STEM 教育、培训和终身学习等途径培养人工智能新型人才。在欧洲，英国从 2017 年初起，连续推出《人工智能：未来的决策机会与影响》《在英国发展人工智能》等报告；法国近两年也发布了《国家人工智能战略》《人工智能战略》等。2018 年，欧盟制定了《欧盟人工智能》计划；2019 年，欧盟又发布了《人工智能伦理准则》。在亚洲，日本和韩国分别提出了《人工智能技术战略》和《人工智能发展战略》。一时间，在人工智能的赛道上，竞争日趋白热化。

面对新一轮科技发展的时代背景，2017 年 7 月，国务院印发了《新一代人工智能发展规划》，提出了面向 2030 年我国新一代人工智能发展的指导思想、战略目标、重点任务和保障措施；2018 年 4 月，教育部又发布了《高等学校人工智能创新行动计划》，进一步指出面对新一代人工智能发展的机遇，高校在培养创新性人才、科技创新等方面的目标与任务。尤其是 2019 年 5 月，“国际人工智能与教育大会”在北京召开，世界各国代表共聚一堂，共同探讨人工智能时代全球教育的发展之路，并发表了《人工智能北京共识》。

总之，在以人工智能为代表的“第四次工业革命”的新浪潮面前，联合国教科文组织（UNESCO）发布的《教育中的人工智能：可持续发展的挑战与机遇》这一报告，可谓正逢其时。该报告进一步明确了全球范围内“人工智能+教育”的价值和助推国家发展的战略意义，提出了发展中国家实施人工智能教育的可行路径等，这也为我国今后进一步开展“人工智能+教育”理论研究与实践，提供重要的参考。

二、报告的总框架与战略目标

《教育中的人工智能：可持续发展的挑战与机遇》报告，根据各国人工智能的教育应用现状和未来发展愿景，提出了发展人工智能教育的战略目标及其实施路径，报告的总体框架如图 1 所示。

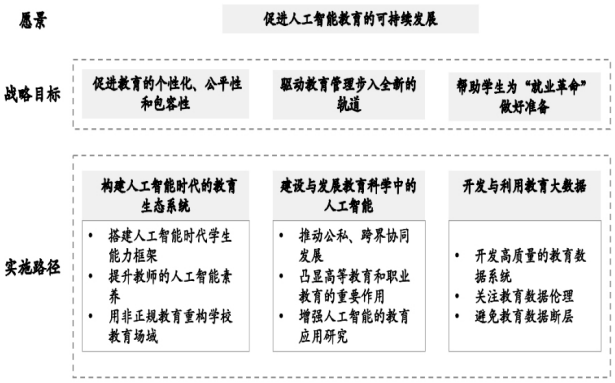


图 1 UNESCO《教育中的人工智能》总体框架

在战略目标上，该报告主要指向三个方面：

（一）促进教育的个性化、公平性和包容性

人工智能可以通过各种方式帮助实现学生的个性化学习和教师的个性化教学，这首先归功于教育数据挖掘和学习分析技术的支持。一方面，基于搜集到的学习数据，每位学生的学习计划、优势与劣势、学习偏好等内容能够被准确地计算，在此基础上，人工智能算法可以进一步引导学生在学习不同内容时，运用不同的学习策略，从而改善学生的学习体验，提高学习效率，真正实现个性化的学习。另一方面，人工智能还能减少教师的部分日常事务，增加有效教学时间，使教师的教学更加个性化。在人工智能支持的双师型模式（Dual-teacher Model）中，教师可以利用 AI 虚拟教师助手接管日常性事务，以解放教师的精力，使其更专注于对学生的指导和一对一的交流；同时，教师也能留有余力帮助班内的困难学生。

除了教育的个性化，人工智能技术还能提供更加公平、包容的教育机会。计算机支持下的协作学习（Collaborative Learning）是 21 世纪的一场教育革命，它让学习者能够无视所处环境，在不同时间、不同地点进行学习。人工智能时代计算机协作学习的核心，在于在线异步讨论小组（Online Asynchronous Discussion Group）。机器学习和浅文本处理等人工智能技术，可以对在线异步讨论小组进行监控与记录，并为教师提供学习者远程讨论的信息，使教师能对学习者开展远距离的指导，为其提供切实有效的支持。这意味着，偏远地区、教学资源不充足地区和有特殊需要的学生，能够享有更公平的教育机会。

除此以外，人工智能技术还能通过计算地理信息、教育背景等开放数据，以实现教育机会公平。如，智利的研究人员利用 127 名学生的特点及其地理位置创建算法，开发出一个“教育机会地理数据系统”，能够有效预测学生的辍学情况。

（二）驱动教育管理步入全新的轨道

在追求循证研究的今天，数据驱动决策（Data-

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Driven Decision Making）成为学校和地区教育改革工作的中心任务之一。数据是教育管理的基础，基于教育数据，教育管理部门和学校能够更好地制定与实施决策，并适时地改进决策。

教育管理信息系统（Education Management Information Systems，EMIS）是一项有组织的信息和文档服务，主要用于收集、存储、处理、分析和传播教育规划和管理信息。一个设计良好、运作良好的教育管理信息系统，能够帮助教育管理部门及时获得有效信息，制定可行和适宜的教育计划与政策，以及监测和评估教育过程与结果。人工智能赋予了教育管理信息系统以新的功能，基于该系统，人工智能技术可以自动分析其中的各项教育数据，动态生成各学校、地区甚至国家的教育大数据报告。

同时，人工智能算法还能根据各地方的具体情况，将数据信息进一步转化为适宜的教育决策，从而因地制宜地改善各地区的学校教育。例如，阿联酋教育部推出的“数据分析平台”，该平台涵盖了1200多所中小学和70多所大学，覆盖的学生总数超过120万。平台收集的数据包含课程、教师职业发展、学习资源、教育反馈、国际评估（如，PISA、TIMSS）结果等。在数据分析部门进行处理后，这些数据可被用于进一步开发、完善机器学习算法，以促进教育系统研究的可持续发展。

在人工智能的支持下，教育管理信息系统将从简单的学校行政数据管理系统，转变为一个综合的、动态的学习管理系统，和一个能够有效支持教育部门管理的决策系统。

（三）帮助学生为“就业革命”做好准备

人工智能在给社会发展带来便利的同时，也可能会带来如约瑟夫·熊彼特（J. A. Schumpeter）所说的“创造性的破坏”，这种破坏最直接地体现在就业上。回首以往，在人类历史中曾发生了三次重大技术革命，进而导致了以机械化、电气化、信息化为主要特征的产业变革，每一次都因失业率高攀而引起“机器替代人”的争论。[2]这一次，人工智能来势汹汹，被人工智能取代的既有可能是那些具有较高劳动生产率、增长率的现代型服务业，如，金融业；也有劳动生产率增长缓慢或停滞的行业，如，教育、艺术等行业。[3]未来，人工智能对就业市场的冲击可能是全领域的，甚至是重构一种全新的产业生态，因而，它对就业的影响也是革命性的。

企业对技术革新常常是最敏感的。这一方面创造了新的就业机会，另一方面也对劳动者提出了更高的要求。这意味着教育领域必须及时跟进，主动出击，帮助就业者做好充分准备。根据2018年“经济学人”情报部门（The Economist Intelligence Unit）的调查，当今世界没有一个国家真正做好了全面迎接人工智能时代的准备。因此，各国需要未雨绸缪，革新教育培养目标，搭建人工智能的教育新“起点”，做好人工智能时代就业的教育应对，培养具有人工智能素养和适应人工智能时代的创新人才，以促进国家经济、社会的可持续发展。

三、“人工智能+教育”共生发展的实施路径

为了实现“人工智能+教育”的战略目标，需要利益相关者各方的协作配合。为此，《教育中的人工智能：可持续发展的挑战和机遇》提出了实现人工智能可持续发展愿景的三大途径，每个途径又由具体的子目标和行动策略构成。

（一）构建人工智能时代的教育生态系统

人工智能迈进教育领域，不仅改变了以往教育活动的时空结构，改变了学习资源的分布形态，更改变了教育者和受教育者之间的关系。教育生态系统也因此被重新塑造。

1.搭建人工智能时代的学生能力框架

人工智能对未来就业提出了诸多的挑战，学习者必须要未雨绸缪。这意味着各级各类学校应审视自身的教育目标，对应该培养什么样的学生进行重新界定。当前，构建数字和人工智能驱动的世界教育新课程，成为培养未来应对人工智能技术挑战人才之关键，各国在努力超越“信息通信技术”“数字化技术”等概念，尝试对“人工智能素养”进行定义。

根据2018年的《全球教育监测报告》（*Global Education Monitoring Report*，*GEM Report*），数字化素养（Digital Literacy）被认为是当今世界信息搜集和交流所需的基本技能。数字化素养一般是指通过数字设备和网络技术，安全、适当地访问、管理、理解、集成、交流、评估和创建信息，以具备参与经济和社会生活的能力。它包括计算机素养、信息通信技术素养、信息和媒体素养等方面，[4]在一定程度上涵盖了人工智能专业人才的要求。据此概念，《全球教育监测报告》构建了数字化能力国际框架，并将其作为各国青年数字化技能素养培养的最低标准（见表1），它能够在理论上帮助各国制定人工智能专业人才素养标准和评估人工智能专业人才能力。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表1 人工智能时代学生的数字化能力框架[4]

能力领域（7个维度）	具体能力描述（25个内容要素）
1 硬件与软件基础	1.1 掌握硬件基础知识，如开/关、锁定装置，为设备充电等 1.2 掌握基本的软件知识，如用户帐号和密码管理、登录、隐私保护等
2. 信息与数据	2.1 能够浏览、搜索、过滤信息和数据内容 2.2 能够对信息和数据内容进行评估 2.3 能够管理信息和数据内容
3. 沟通与协作	3.1 能够用数字技术与他人交互 3.2 能够与他人共享数字技术 3.3 能够用数字技术参与公民事务 3.4 能够用数字技术与他人合作 3.5 掌握网络礼仪 3.6 能够管理数字化身份
4. 创建数字化内容	4.1 能够开发数字化内容 4.2 能够整合与细化数字化内容 4.3 了解数字化内容的版权和许可 4.4 掌握编程能力
5. 安全	5.1 能够保护设备 5.2 能够保护个人数据和隐私 5.3 能够维护个人健康和幸福 5.4 能够保护环境
6. 问题解决	6.1 能够解决技术性问题 6.2 能够确定需求并利用技术解决 6.3 能够创造性地运用数字化技术 6.4 能够鉴别数字化能力间的差距 6.5 具备计算思维
7. 相关的职业技能	具备操作特定领域（如工程设计）专业硬件/软件所需的知识和技能，能够使用学习管理系统提供的在线或混合课程

2.提升教师的人工智能素养

人工智能在课堂和教学中的广泛应用，意味着对教师提出了更高的要求。培养具有人工智能素养的学生，更需要具备相应素养的教师。人工智能时代的“智慧”，使过去的“以教师为中心”的教学，逐步转向“以学习者为中心”的学习，学生不仅参与教学，同时也创造着知识。在未来，教师至少应学习并掌握以下五种能力：第一，了解如何运用人工智能系统促进学生学习，学会对人工智能教育产品进行合理评估与应用；第二，学会数据分析，了解如何解释人工智能系统所收集到的学生数据并提供有效反馈，以推进后续的学习与教学；第三，学会管理人力资源和人工智能资源；第四，能够利用人工智能应对日常的重复性任务；第五，指导学习者习得一些未来不易被机器所取代的技能和能力。[5]

我们需要指出的是，教育与人工智能必须是一种合作共生的关系，教师与人工智能技术人员应建立合作共同体，且教师在其中应被给予充分的自主权。部分技术专家可能仅将教学看作是传播知识，从而忽视教师对学生学习过程中所提供的支持，忽略教学的创造性，[6]甚至进一步认为人工智能可以替代教师而存在。然而，虽然人工智能技术在实施某些常规和管理任务上，确实能够为教师节约一些时间与精力，但人工智能算法所获得的数据，只有通过教师才能转化为实时的反馈、有效的干预和个性化的指导，才能够真正促进学生的发展。因此，即使未来人工智能在教育领域全面覆盖，教师的角色仍然不可或缺，甚至比过去更为重要。在人工智能的支持下，教师能够将更多的精力投入到职业的创造性、移情性和启发性等方面。因此，人工智能相关研究人员应积极与教育工作者合作，搭建起人工智能技术与教育间的桥梁，一同创造新的“人机协同”教育之发展可能。

3.用非正规教育重构学校教育场域

正规教育并非人工智能学科建设的唯一途径。在现代移动信息技术的影响下，人的学习越来越不受时间、地点等的约束。[7]大规模开放的在线课程和在线学习平台，是开展人工智能相关技能培训的另一重要渠道。当前，MOOC、可汗学院等在线学习平台，已经汇聚了来自世界顶尖大学的人工智能教育在线课程。数字化平台在培养人工智能学科人才的同时，也在利用人工智能相关技术完善其自身。比如，将自然语言处理和机器学习技术用于批改在线课程作业、分析学生的在线学习情况等。除了上述一些正式的学习平台，目前，也出现了许多社区式的非正式在线学习系统，比如，编程学习社区（如，Scratch，GitHub）、技术问答论坛（如，StackOverflow）、国际性社群网站（如，DeviantArt）等。

无论是正式还是非正式学习，在线学习平台可以在四个方面为“人工智能+教育”发展带来良性循环：第一，用户在学习平台中的使用数据、课程选择偏好等信息，可以帮助构建全球型的人工智能教育数据库，使人工智能教育研究更加全球化；第二，用户在学习平台中可以自行组合，开展同步或异步学习，使得学习的灵活性大大提高；第三，线上的各类人工智能职业培训，能够为学习者提供更多终生学习的机会；第四，教育研究人员还可以利用此类在线学习平台，实施一些人工智能相关的教育研究和实验。

鉴于这些在线学习平台的出现时间较短，现在对于平台收集的数据有效性研究，仍道阻且长。在衡量、研究这些平台的有效性时，关键绩效指标的定义与选择非常重要。目前，多数平台使用的仍是简单的量化指标，如，学生的参与率、持久度、完成度、满意度等。在人工智能技术的帮助下，未来在线学习平台

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

将尝试制定更多样、更复杂的评估指标体系,收集到的数据也将更加全面、准确,从而更好地发挥人工智能的技术优势。所以,无论从哪一个方面来看,在线教育在一定程度上已经打破了传统知识的“围墙”,改变了整个学校教育的时空场域,进而推动着教育教学模式的革新。

(二)建设与发展教育科学中的人工智能

随着人工智能“风口”的逐渐来临与增强,各国在利用人工智能技术变革教育场域的同时,也在不断利用教育变革并推动人工智能学科的建设与发展。作为一门新型的学科,人工智能的存在与发展,具有特殊性和复杂性。

1.推动公与私、跨界的协同发展

教育部门是制定与实施国家人工智能战略的关键。面对人工智能的不断发展,教育部门实质上既是需求方又是供应方。一方面,人工智能对推动教育变革具有重要作用,教育部门需要利用人工智能技术来培养更优秀的、适应于社会需求的国家公民,促进整个国家的可持续发展;另一方面,教育部门也需要根据人工智能的发展需求,不断调整教育培养方案,改革学科、课程和教学方法,以推进人工智能学科与技术的不断进步。

美国学者E·S·萨瓦斯(E. S. Savas)提出,政府应该更多地作为“掌舵者”而非“划桨者”,政府是释放市场力量的催化剂,应利用机制鼓励私人机构和非营利机构来实现政策目标。[8]当前,由于公共教育部门的财力和技术能力的限制,人工智能的教育推进大多来自于私营企业,已有部分私营企业利用大数据、智能算法等技术,让教与学焕然一新。在这样的形势下,人工智能学科发展无法仅依靠政府一方推进,公私合作是加强人工智能培训和研究的关键步骤。

不仅如此,各国各学校还应与产业界、研究界共同探索发展人工智能教育。如,法国承诺投资15亿欧元促进法国高校与企业及其他研究机构的合作,建立人工智能研究伙伴关系网络。[9]韩国提出了十年支持计划,预计投入约430万美元建造人工智能研究中心;同时,拨款20亿美元帮助高校与企业共建人工智能研究机构。[10]在共同的发展愿景下,政府与私营部门、产学研三界可以尝试构建人工智能研究伙伴关系,这不仅有助于共同建立并完善人工智能生态系统,而且有助于更好地了解劳动力市场的需求,使教育改革与社会需求保持一致、人工智能教育与社会发展保持一致。

2.凸显高等教育和职业教育的重要作用

人工智能作为全球新科技革命发展的重要制高点,常被视为当今国际竞争的关键领域,而高等教育是各国政府提高自身人工智能技术、应对国际竞争的关键途径。目前,各国高校的人工智能学科普遍尚在建设当中,现有的相关人才数量已无法满足人工智能产业对高水平人才日趋增长的需求。无疑,人才是决定一个国家人工智能产业发展最重要的资源,人工智能在赋能教育变革的同时,教育也应推动人工智能的发展。

高等教育对一个国家人工智能产业的发展起着重要的促进作用,它不仅能够直接培养人工智能人才,推动人工智能科研创新,还能够将研究转化为可被应用的成果,实现从学术界到产业界的转型。目前,已有不少国家将人工智能纳入到高等教育体系之中。如,法国将人工智能研发和相关人才培训视为关键,重点加强本硕博阶段的人工智能课程开发,建立了人工智能研究实验室,增设人工智能研究人员,用政策吸引国内外相关人才。[11]韩国计划从2020年开始,每年培养5000名人工智能专业的大学生,预计到2030年新增50000名人工智能专家。[12]可见,制定人工智能人才培养计划、设置专项课程、完善学科学位体系建设、加强学院间资源共享与合作等,已成为各国高等教育发展人工智能的主要途径。

另一条重要途径是职业教育,这既包括职前教育,即职业院校教育,也包括职后的教育培训。目前,职业院校教育的主要困境在于其中部分专业正面临被人工智能所替代的潜在威胁。从某种程度上来说,人工智能把人从繁复、机械的操作中解放出来,并将人推向了更富有创造性、设计性、灵活性的工作岗位。从这个角度来看,职业教育应对接未来社会发展的趋势,主动淘汰和升级部分专业,着力培养人工智能大类专业的应用人才。职后教育主要针对转岗和再就业人员的培训,让课程更具实用性和针对性。如,新加坡在2016年启动了“技能创造未来”(Skills Future)计划,为25岁以上的每一位公民提供价值500新元的学分,在500家政府资助的培训机构开展技能培训,包括数据分析、技术支持服务、数字媒体、网络安全等八类课程。[13]

3.增强人工智能的教育应用研究

技术变革教育的潜力是巨大的,但这似乎一直作为一种口号而存在,由于各种原因,技术并没有像人们所预料的那样改变教育本身。事实上,人们对于

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

技术将在何种程度上作用于学校教育，即哪些技术可以带来更优的教与学等方面知之甚少。人工智能似乎正在快速进入教育领域，但在不同国家和地区，对处于不同社会经济发展水平的人群，人工智能的教育应用究竟会有多大功用，仍缺乏普遍的证据。在现有的文献中，鲜有关于人工智能对教学实际效用的研究。甚至有一种趋势，是把人工智能作为改善偏远贫困地区经济和社会基础建设条件的代名词。我们非常需要增强人工智能教育应用的实证性研究，而要有效地做到这一点，不仅需要资金支持，还需要严格的教育监测与评估。

众所周知，技术创新能否在战略上被重视、在实践中被采纳，最终取决于用户和受益者对该技术创新性优势的认知，而这又与其当前的目标和任务息息相关。[14]如果将此原则应用于教育领域，那么，人工智能至少需实现以下目标：第一，推动学习模式变革，如，以更个性化的方式学习；第二，帮助学习者获得更优的学习结果；第三，帮助学习者学到不同的东西，即实现只有技术革新才能实现的学习目标。当前，人工智能的教育应用至少确定这三类目标，并将其转化为具备可行性的技术策略，最终才可广泛应用。

同时，在教育的具体情境中，研究策略的可行性至关重要。由于教育现象十分复杂且具有多面性，现在的主要问题不在于是否应该在教育中使用人工智能，而应是充分考虑到教与学的现状，教师和研究人员应该创造和使用哪些人工智能解决方案，来应对学生不断变化的学习要求。也就是说，人工智能只有被恰当地嵌入到教与学的实践过程中，才可能产生正向的教育效果。

（三）开发与利用教育大数据

教育大数据的收集、管理与分析，是当下人工智能教育应用的核心内容之一，开发与管理教育大数据也是重塑教育系统、实现教育创新与变革的重要内容。

1.开发高质量的教育数据系统

数据是人工智能时代教育变革的核心要素之一。在今天的大数据时代，建立“高质量”的教育数据系统（EMIS），是促进“人工智能+教育”可持续发展的前提和基础。

所谓“高质量”的教育数据系统，至少需具备三个特征：首先，教育数据应准确而可靠。数据的准确性和可靠性是开展数据分析的前提，如果没有可靠的数据，算法便无法正常工作，而不准确的数据可能会得出毫无意义的结果，甚至是对教师教育、学生学习造成负面效果。第二，数据应保持不断更新，且能保证一定程度的开放。数据使用的程度至少在一定程度上决定了数据质量，[15]数据越有用，利益相关者就越有动力保障数据的准确与及时。第三，数据应该完整地呈现弱势群体的教育情况，使教育系统能够基于弱势群体的教育劣势来制定相应的教育方案。根据2016年“联合国儿童基金会”的一项研究显示，在接受调查的40个国家中，有19个国家缺少残疾儿童的相关数据，弱势群体数据的缺失，可能带来教育发展的恶性循环。[16]

2.关注教育数据伦理

随着数据科学的出现与应用，使得人们从关注“信息伦理”逐渐转向了关注“数据伦理”，大规模地收集、制作、分析和传播教育数据可能引发的道德伦理问题，是人工智能时代的重大挑战之一。“导致伦理问题的并非硬件本身，而是其中的软件与数据”。[16]“联合国贸易和发展会议”2016年的一项研究显示，公众对使用和收集个人数据的系统似乎越来越不信任，潜在的数据泄露隐患，让人们担心自己所填写的数据在未来会被挪作他用。[17]

英国社会学家安东尼·吉登斯（Anthony Giddens）对风险社会进行了类型化区分，他将风险类型区分为外部风险和被制造的风险两种。外部风险即由于传统或者自然的不确定性和固定性所来的风险，被制造的风险则体现了人为性，具有再生和循环蔓延的特征。[18]教育大数据面临着更多“被制造的风险”，主要表现在：第一，教育数据保护不够严密，学生与教师的隐私被侵犯。教育数据相当于是学生和教师的“教育名片”，利用算法可以从中计算出行为人的个体特征、性格特质等，甚至预测人的行为。而且数据一旦收集，便无法“遗忘”，所以长远的危害程度无法预测。第二，收集教育数据的途径不正当、不透明，没有获得数据来源的同意权。如果缺乏数据收集方式的合法性规定，在当事人不知情的情况下收集教育数据等同于窃取。第三，教育数据问责体制不健全。因此，及早建立教育数据安全相关的法律法规体系，是保障个人教育信息数据安全的重要环节。

3.避免教育数据的断层

在未来，掌握教育数据是实施良好教育教学的前提与基础，教育数据对于每个国家、每所学校和每位教育工作者来说，都至关重要。教育数据的断层，一方面是指教育数据的单方面垄断，如果某一方掌握教育数据的垄断权，会导致数据分配不公平，不仅会影响后续的教育教学，还可能会引发一系列社会矛盾；另一方面，教育数据断层可能进一步加剧教育

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的不公平问题。作为文化资本的教育大数据，给予着人们基本的教育信息，人们通过教育掌握某项技能、习得某种素养，甚至是革新人的思维和观念。一旦出现区域性的数据断层，便可能在后发地区的群体中产生“数字鸿沟”“技术鸿沟”和“智能鸿沟”。[19]所以，对发展中国家来说，避免教育数据的断层，是实施“人工智能+教育”所面临的一大挑战。

四、对我国发展“人工智能+教育”的思考与启示

从上述对联合国教科文组织发布的这一报告的分析，我们可以清晰地看到：人工智能教育已经成为当今助推全球教育发展的重要驱动力与核心力量。发展人工智能教育，事关国家安全和社会经济的可持续发展，人工智能技术与教育的结合，已成为未来国际竞争的主要着力点。

近年来，我国陆续出台了《新一代人工智能发展规划》《高等学校人工智能创新行动计划》《教育信息化 2.0 行动计划》《中国教育现代化 2035》等文件，全面推动了我国人工智能教育研究与应用探索。在研究领域，“人工智能+教育”也逐渐受到我国学者的关注。学者们从理念上探讨了人工智能与教育的辩证关系和人工智能时代的教育样态，[21-22]从实践层面提出人工智能对智能教学、人才培养、学科建设等方面的可能影响；[23-26]也有学者提出，人工智能可能给教育应用带来一些潜在的风险和威胁。[27-28]总体来说，目前我国在人工智能教育的研究与应用上，仍较为粗线条，甚至存在片面化、狭隘化，一部分原因在于人工智能技术本身还处于不断进化的过程中，对其意涵理解把握尚不全面。

我们应清醒地认识到，人工智能是一个模拟人类能力和智慧行为的跨领域学科，[29] 它涉及到计算机科学、生理学、语言学、心理学等多个领域。人工智能可以从行动和思考两个维度来进行定义（见图 2）。[30]在图 2 中，顶部象限涉及思维过程和推理，而底部象限涉及行为。左侧“类人化”的定义主要用对“人类表现”的忠诚度作为衡量标准，强调对人类行为的观察和假设；而右侧“理性”是用“理想的表现”来衡量，主要强调数学、工程学等学科的综合。

当前，我国人工智能教育的研究与应用还较为狭隘，主要集中在“类人化思考”与“类人化行动”上，大多处于弱人工智能阶段。同时，人工智能的教育应用也缺乏人工智能的整体认识观，具有“追热点”“贴时髦标签”的味道，导致当下的一些研究较为散乱、碎片化，存在一定的重复性。

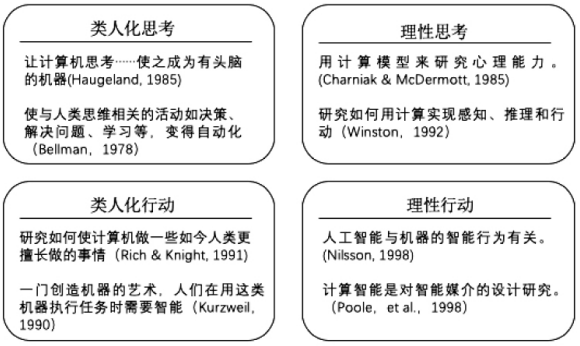


图 2 人工智能的结构维度[30]

为此，我们必须重视和研究联合国教科文组织发布的《教育中的人工智能：可持续发展的挑战与机遇》这一报告，将“人工智能+教育”提高到国家战略高度，合理把握并运用人工智能赋能教育变革，培养大量高精尖的人工智能教育人才；同时，也应直面人工智能可能带来的诸如教育公平、教育决策、教育数据、隐私与伦理等挑战，切实强化相关研究。

（一）树立“以人为本”的人工智能教育政策观

人工智能的教育应用看似具有众多的可能性，也可能带来颠覆性的结果。但并非完全如此，任何新技术的应用都是一把“双面刃”，比如，如果边缘和弱势群体的教育权益没有获得充分重视，则可能会被排除在人工智能教育之外，从而产生新一轮的“数字鸿沟”与“智能鸿沟”。[31]如今，部分发达国家十分重视人工智能的教育应用，但这也带来一些消极影响，比如，有的学校在学生入学时选择利用人工智能技术来设置门槛，或是使用算法来进行招生选拔。这样做，一方面缺乏充分的理论依据；另一方面，由于数据库可能偏向某一类、某一地区的学生，而其他不具备该能力的学生，则被非自然的“隔断”分开，从而引发新的教育不公平或歧视问题。

我们认为，坚持以人为本，努力维护教育的公平性和包容性，应是我国人工智能教育政策的基本价值观。现有研究显示，当前将人工智能引入教育领域主要存在着七种障碍，包括：信息通信基础设施不充足、电源不可用、网络不可靠、数据成本高昂、学习者不具备基本的相关能力、语言沟通不畅、文化不适宜。[32]作为发展中国家，这些障碍在我国的教育情景中可能更为突出。在未来，有效使用互联网将成为最基本的人权之一，[33]为了弥补地区、群体间的差异，我国尤其应注意人工智能时代的教育公平问题，加

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

大力度建设新一代教育基础设施，缓解社会经济地位、性别、种族和地理位置等方面的不平等，缩小贫富地区之间的教育和性别差距，积极利用人工智能的解决方案，为弱势群体提供公平的教育机会，以确保教育中人工智能的应用体现包容性与公平性。

（二）构建具有中国特色的“人工智能+教育”生态系统

人工智能是一场推动经济增长与科技进步的新技术革命，也是当下创新发展的先导力量。在教育领域，随着人工智能的渗透与不断影响，将催生新的教育样态，教育转型将进一步带动社会、经济的全面转型。从国际经验来看，人工智能的教育应用既需要政府牵头和雄厚财政的支持，也需要产业界、教育界和科研界的共同推动。目前在国际上，教育领域的人工智能发展大多来自私营部门。Pearson、McGraw-Hill、IBM、Knewton、Coursera 等公司，正在通过用大数据、个性化学习、智能算法等改变着传统的教学模式与课程生成方式。一些科技初创企业的兴起，也在推进人工智能教育普及方面发挥着重要作用。各国政府纷纷努力增强与私营部门在人工智能方面的教育合作，这不仅是为了协作与共享资源，也是确保学校培养目标与劳动力市场的需求协调一致。

在当前人工智能发展的赛道中，我国各领域也在通力合作，共同推动人工智能的教育应用，部分领域逐渐从“追赶”进入到“跟跑”，一些领域还实现了“领跑”。[34]所以，在当前的发展态势下，怎样凸显“人工智能+教育”的中国特色成为关键。根据教育部的统计，我国 2018 年约有 51.89 万所学校，各级各类学历教育在校生约 2.76 亿人，专任教师约有 1673 万人。[35]海量的教育教学大数据是我国的核心数据资源之一，将成为我国实施与发展人工智能教育的重要基础和保障。但与此同时，我国在发展“人工智能+教育”上仍存在一些结构性的障碍，如，基础的教育技术设施不完善、人工智能师资缺乏、人工智能教育产品多集中在下游较为低端产业和服务领域等。为此，我国政府需戒骄戒躁，努力做好“人工智能+教育”产业的前瞻性规划与政策扶持，取长补短，凸显“人工智能+教育”的中国力量，努力打造起对人工智能友好接纳的新型教育生态系统。

（三）以交叉学科与跨界思维培养“人工智能+X”人才

众所周知，人工智能时代的人才培养，绝非是在某一学科领域或针对某一单一技能展开，而是多学科知识、能力、素质的跨界与综合。也就是说，人工智能的竞争，最后都体现在人才的竞争。人工智能研究固然需要多学科、多领域的联合攻关、协同创新，但更需要我们培养具有前瞻性眼光，贯通语言学、脑机制、计算机等人工智能基础理论的复合型、跨领域人才，只有这样才能从根源上实现领跑。所以，人工智能的未来发展，需要打通不同学科之间的传统壁垒，使之成为连接不同学科的桥梁与纽带。

当前，我国各阶段教育培养模式仍以分科教育为主，尤其是在高中教育和高等教育阶段，人才培养的效益总体比较低下，已经无法满足当前人工智能人才的培养需求。与此同时，各级各类学校在培养学生的综合素养方面，如，问题分析与解决、数据处理、沟通和合作等还十分欠缺。伴随着人工智能、大数据、云计算、5G 网络等领域的快速发展，过去教育“划地经营”式的发展模式已逐渐不适时宜，应重新审视专业、学科之间的边界问题，完善人工智能培养规划和学位体系，探索构建符合智能化时代的“新工科”“新理科”和“新文科”。即需要以跨界视野与思维，大量培养复合型、创新性人才，从而更好地推动我国“人工智能+教育”的可持续发展。

（四）培育人工智能时代公民的基本素养，尤其是智能素养

近年来，人工智能在制造、医疗、交通、通讯、住宅等领域迅速普及，这一方面为人们带来了极大的生活便利，但另一方面也意味着每个人都需要准备迎接新的风险和承担新的责任。当人类逐渐步入人工智能时代，一些过去常见的职业、习以为常的生活方式、学习与交互方式等正在发生翻天覆地的变化，我们有责任帮助每一位公民有效了解和掌握人工智能时代的“生存之本”。正如微软首席技术官凯文·斯科特(Kevin Scott)所指出的，在未来，了解人工智能会让人们成为更好的公民，才能不被人工智能之类的东西所取代。[36]

进入智能化时代，新的科学技术与应用不断刷新着人们原有的知识体系和认知维度，所以，我们应重视培育智能时代公民生存与发展所需的一些基本素养，如，信息素养、设计思维、计算思维、交互素养、数据素养、终身学习素养等。这意味着未来的学校教育应重点关注此类素养之养成，从源头上推动人工智能和整个社会的协调发展。这些素养，我们可以用智能素养来统领，即智能素养的普及与人工智能的创新同等重要，公民智能素养的整体提升是国家可持续发展的基础，培养具备高水平智能素养的人才

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

是未来国家建设与发展的关键任务。为此,我国需要加快与“人工智能友好对接” 的基础教育设施建设,拓宽“人工智能类素养”的培养渠道,尤其是应革新“智能+”时代的教育培养目标,将普及智能素养和培养智能创新人才,作为国家发展的优先战略目标。

(五)尽快为教育大数据的安全立法,加强教育大数据监管

人工智能看似是缺少“温度”的科学技术,为此,如何将之有效应用于教育仍需要考量。越来越多的研究表明, 人工智能赋能教育变革的重点就在于大数据。教育人工智能(EAI)重在通过运用人工智能技术更深入、更微观地审视、理解学习是如何发生,又是如何受到外界社会经济、物质环境、科学技术等因素影响,进而为学习者的高效学习创造条件。[37]伴随着大数据、云计算、人机交互等人工智能关键领域的突破,数据安全问题已然成为“房间里的大象”,无法为我们所忽视。数据安全问题不仅仅在于技术本身,更在于数据资源的开放、流通和应用而导致的各种风险和危机。[38]当前,部分国家已纷纷采用立法的方式来维护数据安全, 如,《美国消费者隐私权利法案(草案)》《德国联邦个人数据保护法》《欧盟数据保护通用条例》《俄罗斯联邦个人数据法》等。

正如前述, 教育大数据系统是我国的核心数据之一,由于数据采集、建构、应用与分析过程较为复杂, 教育大数据系统的安全管理与系统维护不容忽视。当前,我国教育大数据面临着诸多安全隐患。比如,由于缺乏相应的法律法规与问责体系的保障,我国教育大数据监管体系尚不健全, 存在数据安全标准不规范、数据安全相关技术不成熟等问题,人们对数据伦理和数据隐私也不甚重视, 这些都使人工智能的教育应用面临潜在的风险。根据发达国家的经验,未来我国在数据安全上,一方面要保护教育大数据,谨防教育平台的数据将被少数机构霸占,破除教育大数据的人为分割或垄断; 另一方面也要积极保护个人的教育数据,如,安装必要的保护装备、做好教育数据安全知识普及等, 以全力保障学生与教师的隐私安全不受侵犯。其中,最关键的是要建立完备的“数据问责体系”,即通过法律法规等强制措施,确保教育大数据免受网络侵害和非法滥用。

[参考文献]

[1]吕文晶,陈劲,刘进.第四次工业革命与人工智能创新[J].高等工程教育研究,2018(3):63-70.

[2]王君,张于喆,张义博,洪群联.人工智能等新技术进步影响就业的机理与对策[J].宏观经济研究,2017(10):169-181.

[3]谭洪波.人工智能能够根治鲍莫尔病吗?[N].光明日报,2017-12-19.

[4]Mnos A, Silvia M. A Global Framework to Measure Digital Literacy [EB/OL].[2019-04-02]. http://uis.unesco.org/en/blog/global-framework-measure-digital-literacy.

[5]Luckin R, Holmes W, Griffiths M, Forcier L B. Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education [EB/OL].[2019-04-02]. http://oro.open.ac.uk/50104/1/Luckin%20et%20al%20-%202016%20-%20Intelligence%20Unleashed.%20An%20argument%20for%20AI%20in%20Educ.pdf.

[6]Bali M. Against the 3A's of EdTech: AI, Analytics, and Adaptive Technologies in Education[EB/OL].[2019-04-02].https://www.chronicle.com/blogs/profhacker/against-the-3as-of-edtech-ai-analytics-and-adaptive-technologies-in-education/64604.

[7]Woolf B P, Lane H C, Chaudhri V K, et al. AI Grand Challenges for Education[J]. AI Magazine, 2013(4): 66.

[8]E·S·萨瓦斯.民营化与公司部门的伙伴关系[M].北京:中国人民大学出版社,2017:64-68.

[9]Campus France.Intelligence Artificielle: Un Plan National à l.5 Milliard D'euros[EB/OL]. [2019-03-21].https://www.campusfrance.org/fr/intelligence-artificielle-plan-macron-Ai-for-humanity.

[10]Sharma Y. Boost to University-industry AI Research Collaboration [EB/OL]. [2019-04-02].http://www.universityworldnews.com/article.php?story=20181012084845359.

[11]Villani C. Donner Un Sens à l'intelligence Artificielle: Pour Une Stratégie Nationale et Européenne[EB/OL].[2019-04-02].https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/9782111457089_Rapport_Villani_accessible.pdf.

[12]Government of the Republic of Korea. Mid-to Long-Term Master Plan in Preparation for the Intelligent Information Society: Managing the Fourth Industrial Revolution[EB/OL].[2019-04-01].http://www.oecd.org/going-digital/ai/initiatives-worldwide/.

[13]SkillsFuture[EB/OL]. [2018-12-24].http://www.skillsfuture.sg/.

[14]Monjon S. Diffusion of the Innovations and Uncertainty: How can the Adoption of a New Profitable Technology be Delayed?[J]. Document de Travail, 2001.

[15]Orr K. Data Quality and Systems Theory[J]. Communications of the ACM, 1998(2): 66-71.

[16]UNICEF. Guide for including Disability in Education Management Information Systems [J]. Technical Guidance. New York: Education Section Programme Division, UNICEF, 2016.

[17]Floridi L, Taddeo M. What is Data Ethics?[EB/OL].[2019-02-26]. https://royalsociety publishing.org/doi/full/10.1098/rsta.2016.0360.

[18]UNCTAD. Data Protection Regulations and International Data Flows: Implications for Trade and Development [EB/OL].[2019-04-02].https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/dtlstict2016d1_en.pdf.

[19]安东尼·吉登斯.失控的世界[M].南昌:江西人民出版社, 2001:22.

[20]冯仰存,任友群.教育信息化2.0时代的教育扶智:消除三层鸿沟,阻断贫困传递——《教育信息化2.0行动计划》解读之三[J].远程教育杂志,2018,36(04):20-26.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[21]唐汉卫.人工智能时代教育将如何存在[J].教育研究,2018,39(11):18-24.
[22]贾积有.人工智能与教育的辩证关系[J].上海师范大学学报(哲学社会科学版),2018 (03):25-33.
[23]汪时冲,方海光,张鸽,马涛.人工智能教育机器人支持下的新型"双师课堂"研究——兼论"人机协同"教学设计与未来展望[J].远程教育杂志,2019(02):25-32.
[24]潘天君,欧阳忠明.人工智能时代的工作与职业培训:发展趋势与应对思考——基于《工作与职业培训的未来》及"云劳动"的解读[J].远程教育杂志,2018(01):18-26.
[25]何伟光,唐玉溪.一流本科教育:迈向人工智能时代的变革[J].中国电化教育, 2019(03):120-126.
[26]李德毅,马楠.智能时代新工科——人工智能推动教育改革的实践[J].高等工程教育研究,2017(05):8-12.
[27]薛庆水,李凤英.人工智能教育应用的安全风险与应对之策[J].远程教育志,2018(04): 88-94.
[28]侯浩翔,钟婉娟.人工智能视阈下教育治理的技术功用与困境突破[J].电化教育研究,2019(04):37-43+58.
[29]Luckin R, Holmes W. Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education [EB/OL]. [2019-04-03].https://www.pearson.com/news/blogs/CompanyBlog/2016/03/intelligence-unleashed-anargument-for-ai-in-education.html.
[30]Pedró F, Subosa M, Rivas A, Valverde P. Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development [EB/OL].[2019-03-26].https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994?posInSet=1&queryId=c30b3fe6-903a-4122-90f7-4dbd9c45b9d1.
[31]Hilbert M. Big Data for Development: A Review of Promises and Challenges[J]. Development Policy Review, 2016(1): 135-174.
[32]Nye B D. Intelligent Tutoring Systems by and for the Developing World: A Review of Trends and Approaches for Educational Technology in a Global Context [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2015(2): 177-203.
[33]Mutoni D. A Revolutionary Connectivity: Internet Access as the Ultimate Human Right and Socioeconomic Force[M]. Washington DC: New Degree Press, 2017:5-8.
[34]丁雅诵.下一代人工智能在哪里? [EB/OL].[2019-4-12].http://www.cac.gov.cn/2019-03/31/ c_1124307144.htm.
[35]教育部.教育改革发展取得新的突破性进展[EB/OL].[2019-2-27].http://www.moe.gov.cn/ fbh/live/ 2019/50340/mtbd/201902/t20190227_371423.html.
[36]微软 CTO:了解人工智能是 21 世纪有知识公民基本素质[EB/OL].[2019 -5 -27]. https://tech.sina.com.cn/it/2019 -01 -21/doc -ihrfqziz9627343.shtml
[37]闫志明,唐夏夏,秦旋,张飞,段元美.教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,2017(1):26-35.
[38]连玉明.中国大数据发展报告[M].北京:社会科学文献出版, 2017:233.

[作者简介]
李宏堡,南京师范大学教育科学学院在读博士生,研究方向:教育政策、教育社会学;袁明远,南京师范大学教育科学学院在读硕士生,研究方向:教育政策、教育社会学;王海英,南京师范大学教育科学学院教授,博士生导师,研究方向:教育政策、教育社会学。

Driving Forces and New Guidelines of "Artificial Intelligence + Education": The Explains and Thinkings of UNESCO Report "Artificial Intelligence in Education"

Li Hongbao, Yuan Mingyuan & Wang Haiying
(School of Educational Science, Nanjing Normal University, Nanjing Jiangsu 210097)

【Abstract】 Artificial intelligence is fleetly coming, constantly impacting people's production, life, learning and so on. What changes should education make in the context of Intelligence + Age? How should schools train innovative students in the era of AI? How should education apply artificial intelligence technology to enhance its connotation and development? In March 2019, UNESCO released the report *Artificial Intelligence in Education*, which undoubtedly became the guide and driving force to promote the reform of "Artificial Intelligence + Education" in the world. This report aims at promoting the individuality, fairness and inclusiveness of education, driving education management to a new level, and helping students prepare for the "employment revolution". It guides policy makers and educators through three paths: building an educational ecosystem in the era of artificial intelligence, building and developing artificial intelligence in educational science, and developing and utilizing big data in education. The practice of "artificial intelligence + education" has been carried out by relevant researchers and educational enterprises. According to the current situation of the application of AI in education in China, we need to further establish the people-oriented policy of AI education; to explore the way of "AI+ education" with Chinese characteristics; to cultivate "AI+X" talents with interdisciplinary disciplines; to cultivate the basic literacy and intelligent literacy of citizens in the era of AI; and to legislate for data security as soon as possible, strengthening the supervision of educational data.

【Keywords】 UNESCO; Artificial Intelligence; Artificial Intelligence+Education; Educational Change; Students' Innovative Ability; Educational Big Data; Intelligent Literacy; Cross-border Thinking

收稿日期:2019 年 5 月 22 日
责任编辑:陶 侃

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能赋能教育评价：“学评融合”新理念及核心要素*

□ 张 生 王 雪 齐 媛

【摘 要】

人工智能时代是在以物理世界为主的世界上新增了一个数字世界，人们的生活、生产和学习方式发生了重大改变，生产力的巨大变革必然带来生产关系和上层建筑的变革。为应对这一变革，教育必然从知识技能的培养转向学生核心素养的养成，教育评价也必然转向以促进学生核心素养的发展为核心。本文首先从诊断为核心的评价现实困境出发，提出了学评融合的评价新理念，其次从理论层面介绍了人工智能时代学评融合的重要价值和意义，详细阐述了学评融合的概念、内涵与核心特征，最后从实践层面建构了人工智能时代学评融合的评价框架，提出生成与展示、参与评价活动、反思与改进三个学评融合理念下评价作为高阶思维学习活动的核心阶段，并尝试构建各阶段的核心要素，为数字世界学生评价能力的发展与测量、评价系统的研究与研发以及教学实践活动提供具体、可操作的依据。

【关键词】 学评融合；评价理念；核心素养；人工智能；评价改革；评价能力；教育评价

【中图分类号】 G40-058.1 【文献标识码】 A 【文章编号】 1009-458 x (2021)2-0001-09

DOI:10.13541/j.cnki.chinade.2021.02.001

一、问题提出

中共中央、国务院2020年印发了《深化新时代教育评价改革总体方案》(以下简称“方案”)。《方案》指出，教育评价事关教育发展的方向，要系统推进教育评价改革，努力培养担当民族复兴大任的时代新人。十九届五中全会指出要加快推进教育现代化的新征程。随着以人工智能、大数据、互联网+为代表的现代信息技术的迅猛发展，崭新的数字世界成为人们工作、生活和学习的重要场所，生产力与生产关系的变革使得大量机械性、重复性的职业被数字世界提供的算法服务所取代，伴随着劳动力被大量解放人工智能时代对人才有了全新要求，教育也必然聚焦到以创新能力、批判意识等高阶思维培养为核心的育人过程上来。在物理世界与数字世界双重发展的基础上，教育评价急需实践创新（齐媛, 等, 2020），而实践创新的根本源于评价理念创新，深入研究学评融合的新理念、新方法和新技术以及运用新模式是促进评价改革落地的关键。

在理论发展的不同阶段，评价的关注点处在由诊断到学习、由外部到内部、由知识到能力的逐步发展变化中。基于评价实施的不同目的和方法，Earl（2003, p. 26）最早区分了关于学习的评价、为了学习的评价和作为学习的评价。关于学习的评价也被叫作“总结性评价”，是指教师在教学单元结束时使用评价对学生的学习结果进行检查（O’Farrell, 2009, p. 7），其目的是向学生或父母报告学生在学校的学习进度，通常通过班级内该生相对于其他学生的排名来实现。为了学习的评价是形成性评估的代表术语，是一个以学习为导向的过程，可以促进学生接受并基于反馈采取行动，最终改善和增进对学习的理解（Bennett,

* 本文系国家自然科学基金联合基金重点项目“基于‘天河二号’超级计算机的教育系统化监控评估、智能决策仿真和应用研究”（项目编号：U1911201）的研究成果。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2011; Wiliam, 2011）。为了学习的评价将重点从总结性评价转为形成性评价，从判断到描述（Bennett, 2011），对学生进入下一阶段前尽快转变其错误理解至关重要。作为学习的评价聚焦学生的元认知能力和素养发展（Earl & Giles, 2011），鼓励学生积极参与评价过程，同时参考学生的既定学习目标，主要通过自我评估、自我监控和自我调节来缩小他们自身的学习差距并确定下一步的学习计划和个人目标。Earl（2003, p. 28）指出，在作为学习的评价中学生间几乎不存在比较，它要求教师从知识的传授者转变为学生学习的引导者，让学生体会理解自我的“认知过程”以帮助学生在学习中学会监控和及时调整。虽然Earl（2003, p. 28）认为作为学习的评价是为了学习的评价的一部分，但也有部分学者认为它应该是一种独立的教学评价方法（Gottlieb, 2016, p. 23），为了学习的评价更具公共性、交互性和教学性，突出了实践社区的本质，而作为学习的评价相对私密、个人和更具反思性，抓住了自我调节学习的特征（Allal, 2019; Lam, 2018）。

尽管为了学习的评价和作为学习的评价对学习者的积极作用得到认可，但在教学实践中迫于考试和升学的压力关于学习的评价往往更受关注（Muchlis, Ibnu, Subandi, & Marfuah, 2020）。不仅作为学习的评价由于对提高学生学业成绩的局限性而很少被实践（Knight, 2002），为了学习的评价（形成性评价）也被认为有减少的趋势，未能发挥其潜能（Gibbs & Simpson, 2004）。例如在课程中各种评价任务分配不均匀，测验往往鼓励记忆或表面的学习方法（Ramsden, 2003），无法支撑学生高阶思维能力的发展（Rust, Price, & O’Donovan, 2003）。作为学习的评价和为了学习的评价的共同特征就是反馈的使用，无论采用内部反馈还是外部反馈，二者都指向发展学生的元认知能力和达成学习标准的意识（Andrade & Brookhart, 2016, pp. 293–309）。但在实践中反馈通常是无效的，主要原因在于反馈不及时（Carless, 2006）以及反馈的数量和迭代周期有待提高（Taras, 2006）。另一个值得关注的问题是学生对两种评价的感知，特别是它是否会增加学生的额外负担。一些学生可能会将某些类型的形成性评价解释为没有分数的额外工作，或者认为它们是没有必要的（Yorke, 2003）。

教育评价改革与发展的困境催生理念的创新。评价应当是多件事情的集成体（Boud, 2000）。在人工智能时代，评价应同时涵盖诊断和学习的目的，既要评估学生成绩，也要通过评估使他们提高；它的评价标准既要有筛选价值，也要涵盖个体的增值性评价；评价的结果既要传递显性信息，也要传递隐性信息。本文基于评价改革的需求和人工智能时代的特点，从理论和实践层面提出学评融合的评价新理念，以促进学生核心素养的发展为目标，推动评价活动科学、大规模、常态化地开展。

二、学评融合的概念、内涵与核心特征

（一）学评融合的概念与内涵

学评融合是基于数字世界的教育，统筹评价的学习性和诊断性为一体，强调以多种方式促进学生主动发展的一种评价新理念。强调通过数字世界将评价融入学生的学习活动过程中，鼓励人人展示分享成果、人人参与系列评价活动，基于评价过程与评价数据不断反思改进，促进学生自身核心素养的发展；通过数字世界记录的学习过程数据和评价过程数据，建立各种模型来计算学生认知、社会性、心理等多方面素养的发展，再以可理解的方式呈现出来。具体如图1所示。

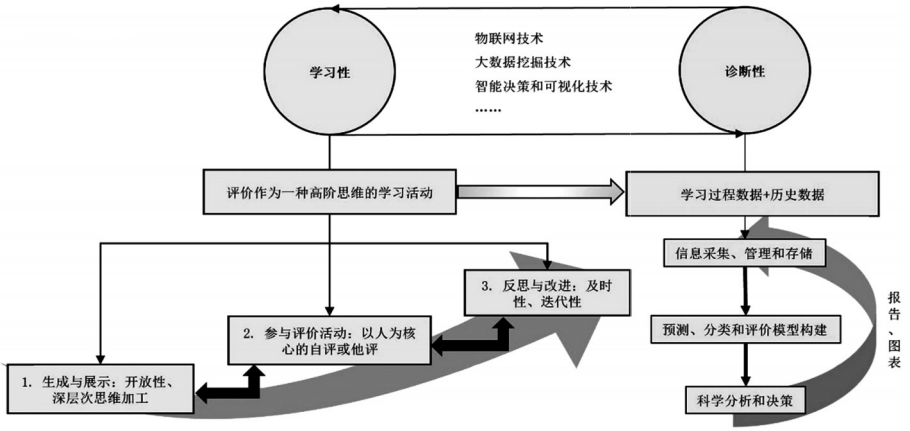


图1 学评融合的评价理念

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（二）学评融合的核心特征

学评融合的评价理念不同于传统的评价理念，它有五个典型特征：一是强调评价的学习性和诊断性的融合；二是强调评价是一种高阶思维的学习活动；三是强调基于学习过程数据、利用人工智能大数据分析技术来开展过程性评价；四是强调基于数字世界开展学评融合；五是强调进步和成功的评价，保持学生与生俱来的好奇心。

1. 强调评价的学习性和诊断性的融合

先发挥评价的学习性功能，再基于学习过程数据进行数据建模评价，是学评融合的首要特征，也是区别于传统先诊断再改进的评价理念，其评价的流程更简捷，更加指向学生核心素养的发展。

以往评价实践更多地关注终结性评价，即作为诊断性的评价，其评价流程如图2所示。学生一般会经历从测验、评价、反馈到改进的过程，虽然其对一般认知能力的考察已颇有成效，但由于在物理世界中教师的课堂时间和展示空间均有限，不仅不能展示每一位学生创作的过程和结果，更难为每一位学生提供个性化的反馈和指导，学生的改进效果不尽如人意。因此，本文提出学评融合的评价新理念，其评价流程如图3所示，即依托数字世界，将评价各核心要素融合于学习活动中，以学生为主体，鼓励人人参与展示、人人参与对他人的评价，让每一位学生都能在评价活动中提高核心素养，在评价反馈中进一步改进学习。

图2　关注诊断特征的评价流程

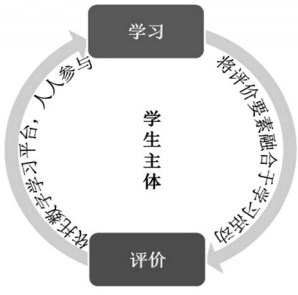


图3　学评融合的评价流程

2. 强调评价过程是一种高阶思维的学习活动

学评融合强调评价过程是一种高阶思维的学习活动，是对学生元认知、心理理论的常态化训练与实践。

学评融合强调学生在原有认知展示基础上，在阅读他人作品、评价并提出改进意见的过程中，思维得到再一次升华，思维的深度与广度得以发展。评价过程也是关注他人的创作背景、思维模式、总结他人优势与不足的过程，是对同伴深度认识的过程，是“知彼”的思维过程，这不仅是一种高阶思维的发展，也是学生社会性发展的一种方式，是直接指向学生核心素养发展的一种新的评价。学生在大量评价他人作品的过程中逐步认识到事物的多面性，再在改进自己作品的过程中认识到自己思维过程的优势和不足，通过这一“知己”的思维过程逐步树立创新意识，保持自己的特点与不同，在追求共性的基础上追求个性的发展，思维得以螺旋式上升，核心素养得以发展。最终通过评价活动达到“知己知彼”的目的，思维境界得以提升。

3. 强调基于学习过程的诊断评价

学评融合强调基于学习过程的诊断评价，即利用大数据、人工智能技术、学习分析技术对学生的各种行为进行计算、建模和可视化，具有实时性、动态性、发展性和可理解性的特点。

评价作为高阶思维学习活动会产生大量的学习过程数据，包括学生的个人基本信息、学生的作品数据、浏览数据、评价数据、修改数据以及过程中的时间点和时长等时间维度的数据。结合学生的历史数据，如作业考试成绩、学习风格、人格特质、兴趣特长等学习品质数据，通过物联网技术、大数据挖掘技术和智能决策与可视化技术，建立学生的认知发展、学业发展、社会性发展等不同方面的计算模型，构建一系列的决策预警分析模型，并基于不同地域和群体特征构建不同的学习者特征模型，可以动态地诊断、决策反馈。不仅能够描述学生的当前发展状况，展示一定时期内学生各方面的发展，还能对未来的发展进行模拟推演，从而及早采取有效措施调整教育教学。

4. 强调对数字世界的运用

学评融合必须基于数字世界开展，才能有效发挥数字世界展示、分享、交流、评价、自动计算、智能

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

决策和可视化的优点，才能让学评融合更加常态、更加精准和更加科学，才能有效促进深度学习和基于数据建立现代治理制度与体系。

在人工智能时代，数字世界的时空泛在、物理世界的时空拓展，人人展示、同伴评价、个人反思与改进可以常态化开展，评价内隐于学生的学习过程成为可能，学评融合的高阶思维特点可以得到常态化的训练和发展。同时，数字世界对学习过程能够自动记录、存储，结合不同的目的建立不同的计算模型，开展智能化的诊断，自动及时反馈。另外，数字世界能够大规模、常态化、个性化地进行分析，不仅能给个人提供有针对性的学习过程报告，提出有针对性的建议，助力个性化学习的开展，还能支持科学管理与决策，及早发现区域性、群体性问题，及早进行模拟推演，快速科学决策，进而大幅度、大规模提升教育教学质量。

5. 强调保持学生的好奇心

保持学生的好奇心是学评融合最关键的特征。评价是为了更多地让学生体验自身的进步和成功，保持学生与生俱来的好奇心，保持高效的学习动力，减轻学生的负担。在学评融合理念下，人人展示自己的优点和不同，人人发现他人的优点和不同，发现他人的美和成长，进而营造一种积极向上的育人氛围。

传统的评价理念受制于测试与学习分离，整个评价过程主要是教师在开展，学生则是被动地参与评价，教师更加关注成绩优秀的学生，而对其他学生的表现视而不见。同时，由于时空限制大多数学生的努力程度会被忽视，评价开展得越多，排名靠后的学生受到的负向激励越多，学生参与学习的兴趣、动机越难以保持上升。由于学生不能参与评价过程，学生思维无法得到提升，使得学生的认知停留在原有水平，不能有效改进自己的作品，只能照搬教师眼中的优秀作品，学生不仅无法获得成就感，更会产生无力感和失败感，潜移默化学生会觉得自己不行，进而丧失学习的兴趣和动机。另外，先评价诊断再改进的评价理念还会加重师生的负担。诊断的评价是为了测而测，这就形成了多种测评系统、多方测评主体的一同参与，加重了教师和学生的负担。如果基于这个理念强化过程性评价，只会简单增加终结性评价的频率和采集点，要求教师和学生提交大量的照片、文件等过程性资料，不仅不能有效改进教学，反而会加重学生、家长、教师和学校的负担，难以持续，也难以发挥以评促学的作用。

三、学评融合中学的实施阶段与核心要素

学评融合在实践层面和操作层面依赖数字世界的运用，重点强调评价的学习功能和诊断功能，核心前提是评价的学习性的运用，因此本文聚焦评价的学习性的阶段和核心要素。具体而言，评价作为一种高级思维的学习活动，有生成与展示、参与评价活动、反思与改进三个核心阶段和多个核心要素，如图4所示。

（一）生成与展示及其核心要素

学评融合理念落地的基础是强调学生思维的生成与作品的展示，强调教师要利用数字世界重构育人环境，优化学与教的方式，强调学生从消费为主到生成为主，形成为了生成而消费的新型学与教方式。在学

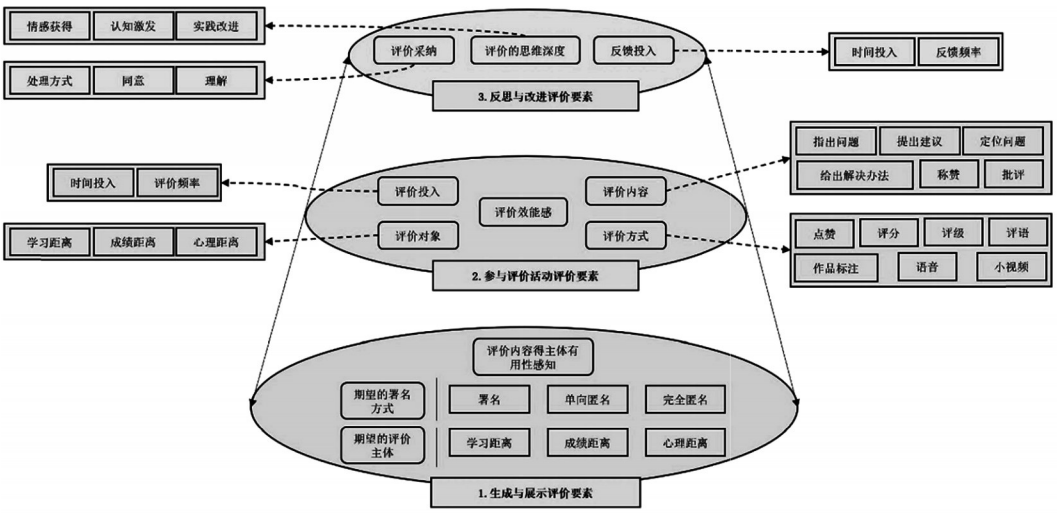


图4　学评融合中评价作为高阶思维学习活动的要素框架

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

生生成的基础上强调人人展示，这可以是在物理世界展示，当然，更强调在数字世界的常态化展示与分享。即便作业是选择题一类客观性、标准化的任务，也需要教师开展基于答题板的任务设计，学生基于选择分布来进行深度思维。例如，我能否说服他人同意我的选择是对的？我能否判断他人思维的局限导致的错误选择？我要修改我的答案吗？学生基于答题数据开展深度的讨论和学习，选项分布如图5所示。

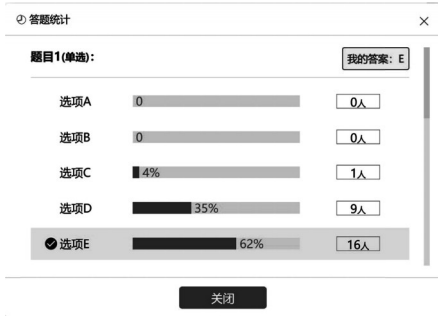


图5　答题版的选项分布可视化

生成与展示是学生参与评价活动的前提条件，学生在评价过程中关注的核心要素是学生对署名方式、评价主体和评价内容有用性的心理期望与感知。

1. 期望的评价署名方式

同传统的面授课堂相比，学评融合理念下的评价活动内置于数字化学习空间，更关注对他人作品的理解与评价。在交互环境中，评价的署名方式对学生生成与展示的行为和心理都存在影响（张倩, 2007）。随着同伴互评逐渐成为一种有效的评价方式（李菲茗, 2018），圈子效应和权威效应也逐渐凸显，即给自己的好友较高分数或给平时表现好的同伴较高分数。这种效应与评价的署名方式密切相关（舒存叶, 等, 2015），学生期望的署名方式从某种角度而言反映了依赖该效应的倾向，进而影响生成与展示部分的投入程度。对同伴互评的形式进行分类，从评价者、被评价者角度可以分为署名、单向匿名和完全匿名。以往研究发现，完全匿名和单向匿名条件下的评价更具有批判性，且不存在显著差异，但是评价质量不如署名条件下的评价（Yong Zhao, 1998; 王佑镁, 2006）。因此，学评融合理念下的评价要关注学生期望的评价署名方式，体现个性化。

2. 期望的评价主体

学评融合强调学教并重的教学理念，评价活动也更加注重主体的多元化。评价主体在同伴互评中占有重要地位，而学生自身期望的评价主体也将潜在影响学生的生成投入和评价内容的有用性感知等。该部分评价主体的分类将同下文中对评价对象的分类，不同学生期望的评价主体具有差异性，学评融合理念下的评价应该在捕捉这种个性化差异的基础上设计精准的评价主体推荐功能。

3. 评价内容的有用性感知

不同的评价内容具有不同的作用，如激励性评价有助于激发学生的积极性和创造性等，但研究也显示，不同环境下同一评价内容的作用也不是一成不变的。例如，随着年级的增长男生会更倾向于选择“客观”的评价，而女生则相反，有从“客观”转向“称赞”的趋势。因此，富有不同个性特征的学生对不同评价内容的感知是学评融合理念下的评价需要关注的，在此基础上考虑教师、同伴、家长等不同多元主体的参与，将评价内容和评价主体衔接，确定不同学生对评价内容的主体有用性感知，推动评价的落地实施。

（二）参与评价活动及其核心要素

学评融合理念落地的关键是以人为核心开展自评或他评的学习活动，鼓励跨学科的教研方式，核心就是评价是以人为出发点。自评或他评都是学生主动参与评价的象征，也是从他人角度制定战略，将开放性的生成转变为客观的价值判断。其中，面对同一开放性的生成任务，衡量每个人的要求和标准也应不同，故以人为核心的增值评价便自然得到关注。无论是自评还是他评都要求学生主动参与，评价的方式也多种多样，涵盖了点赞、打分、评级、评语等，在学生主动参与评价的过程中多种思考问题的角度和方式都会对其形成冲击，这就促使学生不再停留在原有简单认知上，而是会萌发出更深层次的理解、困惑、迷茫。同时，学生的主动参与也会让其更加了解评价标准，有利于师生关系和同伴关系的发展。

参与评价活动作为学评融合评价的核心，各要素的合理、共生发展是重中之重。从功能上可以将参与评价活动的核心要素划分为基本要素和关键要素两部分。评价对象、评价方式和评价内容是表征评价活动参与情况的基本要素，评价投入和评价效能感是表征参与评价活动质量的关键要素。

1. 评价对象

评价对象分为评价者和被评价者，从关系角度看包括学习距离、心理距离和成绩距离三种类型。学习

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

距离是指物理世界中的距离，可以分为同桌、同一学习小组的人、学习小组之外的人和其他同学等；心理距离是指亲密关系所带来的距离，可以分为好朋友、普通同学和我不喜欢的同学等；成绩距离是由平时的学习表现所塑造的距离，分为平时成绩好的人、平时成绩一般的人和平时成绩不太好的人。近期关于中小学生的评价活动现状调查显示，在学习距离中评价其他同学的比例最高，高达37%；在心理距离中评价好朋友的比例高达80%；在成绩距离中评价平时成绩好的比例高达58%。这说明现阶段的评价还未合理、公平地考虑三个距离的评价对象安排。同时，也加重了同伴评价中的圈子效应和权威效应的发生风险。

2. 评价方式

数字世界让学评融合理念下多样化的评价方式成为可能。在以往的学生互评中，以评分反馈和评语反馈为主，而学评融合理念下的评价方式包括点赞、评分、评级、评语、价值判断、答题板的运用等，评价的媒体包括文本、语音、小视频和作品标注等。其中，不同的评价方式表征了学生参与评价时的不同思维层级。了解学生的评价方式喜好并结合不同评价方式在不同教学阶段的适用性进行合理设计将有助于提升评价活动效果。

3. 评价内容

评语内容可以从评价者和被评价者的角度分为评语焦点和评语形式两个层面，评语焦点分为关注语言类和关注内容类，评语形式分为认知特征类和情感特征类（Patchan & Schunn, 2015; Gao, Schunn, & Yu, 2019）。本文讨论广义下的评价，只关注评语形式。认知特征类是一些可采纳评语，如“指出问题”“提出建议”“定位问题”“给出解决办法”。情感特征类主要指“称赞”“批评”两类评语。“指出问题”是明确、直接指出作品中的问题或错误的评语。Matsumura等（Matsumura, Patthey-Chavez, Valdes, & Garnier, 2002）发现指出写作文本整体性问题更有利于采纳和修改。“提出建议”是针对项目问题或错误给出的修改意见，其特点是笼统、不具体（Nelson & Schunn, 2009），如“请你再好好想一想”。“定位问题”是明确指出问题的具体位置，如“我认为这句话跟前面有点重复”，有利于被评价者理解问题进而采纳评语（高瑛, 等, 2019）。“给出解决办法”是提供如何修改或提高作品质量的评语，收到该评语的被评价者极有可能提高采纳率并改进作品质量。总的来说，相较于情感特征类，认知特征类对学生后续评语采纳和修改影响最大（Patchan, et al., 2015）。同时，不同类型的评语使学生产生的情绪体验也有显著差异（柏宏权, 等, 2019）。这就要求在设计学评融合理念的评价活动时要合理利用不同类型的评价内容。

4. 评价投入

评价投入是评价他人作品时的时间投入和评价频率。两者都表征了学生自评或评他活动的参与度，是学评融合理念下评价活动量的表现。由于学评融合理念更注重学生的评价生成，因此在评价投入中将主要关注评价频率。Chen和Tsai分析了同伴评价的频率对作品质量的促进作用。结果显示，在前两轮的学习中评价频率会影响学业成绩，但在第二轮到第三轮中的影响不明显。李艳燕等（2020）的研究发现，小组成员发帖越多，成员之间的社交网络越联通，越对小组成绩有重要影响。因此，较好的设计评价的频次是学评融合理念下的评价需要关注的要素。

5. 评价效能感

评价效能感是指学生基于对自身评价能力的主观评价而形成的一种自信感。是在评价活动中，学生相信自己给出的评语经过了仔细思考、对他人很有用、有充分的依据、符合一定标准等。目前，关于评价效能感的研究较少，但与其相近的自我效能感和评价行为间的研究表明，自我效能感可能是影响学生评价行为的一个重要因素（Hsia, Huang, & Hwang, 2016）。Wang和Shu-Ling（Wang & Wu, 2008）等基于社会认知理论的视角，在探索同伴评价以及自我效能感对网络学习的影响时发现，自我效能感作为影响自我调节学习的关键变量之一，与学生的评价行为、学习策略的使用均存在显著的相关性。

（三）反思与改进及其核心要素

学评融合质量的提升要求及时性和迭代性的反思与改进。不管是从评价还是从支持自我调节学习方面看，大多数研究的重点还很少聚焦反思阶段（奥尔加·维伯格, 等, 2020），而学生利用评价行为表现信息在反思阶段做出改进也至关重要。在参与评价活动后，学生将发现很多相似或完全不一样的作品，进而明白有很多思考问题的角度和方式，由此拓展了思维的广度，在此基础上的反思和改进将是又一次认知升

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

华，它需要学生有元认知的加工。在该阶段学生虽然知道会有其他的想法和观点，但并不会完全参照、变成它们，而是会潜移默化地吸收某些优点，进而将自己的作品发挥出特色。也就是说，评价行为让改进更容易。

反思与改进的核心要素可以从表征学生态度的评价采纳要素、表征学生行为的反馈投入要素和表征学习过程的评价思维深度要素三个方面进行归纳。

1. 评价采纳

评价采纳是判断学生间互动有效性的一个重要环节（高瑛, 等, 2019）。学评融合理念的评价强调以人为中心和评价的增值性，因此，被评价者的评价采纳行为是说明该评价高质量进行的重要标志。同时，在评价和采纳之间很有可能存在某种潜在中介对反思与改进行为产生影响，从认知、情感和行为三个角度出发，与评语采纳关系密切的分别是“理解”“同意”“处理方式”，但研究结果不一（Patchan, Schunn, & Correnti, 2016）。“理解”是指一种认知上了解或解释意义及因由的能力。“同意”是指情感上对评价信息或评价能提高改进质量的认同。“处理方式”是行为上对待评价信息的及时性。因此，学生“理解”“同意”“处理方式”的程度和及时性应在设计学评融合理念的评价活动时被考虑。

2. 反馈投入

反馈投入是学生在得到他人评价后，进行反馈的时间投入和频率。两者都表征了学生在参与评价活动后进行反思与改进的广度，是学评融合理念下评价活动质量的保障，同时对促进评价活动三个部分的螺旋上升具有重要作用。由于学评融合理念更注重学生的反馈生成，因此在反馈投入中将主要关注学生反馈的频率。

3. 评价的思维深度

学评融合理念的评价关注学生高阶思维能力的培养，而培养效果的表征与评价的思维深度密切相关，即学生在评价活动中的情感获得、认知激发和实践改进程度。情感获得即学生在多大程度上觉得评价他人时很开心、很有成就感等。认知激发即学生在多大程度上认为评价拓展了自身视野、激发了灵感等。实践改进是学生对评价能够让自己更好地完成作品、看到不同解决办法、更加了解评分标准的认可程度。高阶的评价思维深度是学评融合理念的发展目标，因此在设计评价活动时要充分考虑学生评价思维深度的发展状况。

四、小结

本文面向人工智能时代下的教育评价变革，提出了新的学评融合理念，并详细阐述了学评融合理念的概念、内涵与五大特征，提出了学评融合中评价的学习活动落地的实施框架和核心要素。当然，学评融合的落地还需要更多的探索研究与实践。

一是学评融合理念强调自下而上的评价改革，是针对一线实践层面提升质量而设计的一种新型评价体系。当前我国的教育评价体系还处在不断完善的阶段，在国家、省级层面开展大规模的以诊断为核心的终结性评价有其必要性，但不能停留在知识技能掌握的导向上，要强调和关注对学生核心素养的评价，快速获取学生发展的状况、特点，并挖掘背后的成长规律。

二是学评融合理念的落地有利于实践一线提升教育水平，提高教师的育人能力。建议更多研究者能够聚焦评价的学习功能的研究，避免过度强调评价的诊断性，导致学生、家长、教师、学校的评价负担不断加重，但评价改进却原地踏步。研究人员可以更多地利用PISA数据、我国对外发布的质量监测数据以及已有的研究数据，加强基于评价数据改进的能力，提出可切实落地的实践方法，助力我国基础教育质量的提升，助力学校育人方式的转变。

三是期待更多的评价第三方聚焦利用数字世界科学诊断、科学提升学生的核心素养，强化评价的学习性，建立有利于学生、教师发展的评价环境，尤其在加强过程性评价、探索增值性评价的背景下，科学推进、科学实践，不做应试教育的助推器，而是探索开展有利于学生发展的评价活动，基于学习活动数据，利用人工智能、大数据等优势研发科学的计算模型和个性化学习模型，开展大规模的质量提升与科学诊断。

虽然学评融合理念能够提升学生的高阶思维能力，解决以评促学低质、低效的问题，但在当前教学实践中仍可能存在诸多挑战：一是对学评融合理念的理解不够，不能构建基于学评融合理念的育人生态；二是数字世界的建设不够，很多地方由于多种原因还

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

不具备常态化、大规模开展的条件，不少地区目前还处在物理世界育人的阶段，欠缺对数字世界育人的规律和方法的认识和运用，不具备基于数字世界常态化育人的条件和能力，学评融合的落地还有待于更多、大规模的研究和实践。

[参考文献]

奥尔加·维伯格，默罕默德·哈利勒，马丁尼·巴斯，肖俊洪. 2020. 在线学习环境下的自我调节学习和学习分析实证研究述评[J]. 中国远程教育(12)：28-41，58，93.

柏宏权，李婷. 2019. 同伴互评中评语类型对情绪体验的影响研究[J]. 电化教育研究，40(04)：92-98，111.

高瑛，汪溢，Christian D. Schunn. 2019. 英语写作同伴反馈评语采纳及其影响因素研究[J]. 外语电化教学(02)：17-24.

李菲茗，李晓菲，黄亚平，等. 2018. 训练对同伴互评评分准确性的影响——以"三维动画设计与建模"课程为例[J]. 中国远程教育(05)：63-67，78.

李艳燕，彭禹，康佳，等. 2020. 在线协作学习中小组学习投入的分析模型构建及应用[J]. 中国远程教育(02)：40-48，77.

齐媛，张生. 2020. 学评融合：落实评价改革的重要路径[N]. 中国教育报，10-31(03).

舒存叶，张海萍. 2015. 网络环境下同伴评价影响因素的实证研究[J]. 电化教育研究，36(02)：89-93.

王佑镁. 2006. 电子学档中同伴评价的实验研究[J]. 电化教育研究(02)：62-65.

张倩. 2007. 网络环境下同伴匿名评价实证研究[J]. 电化教育研究(07)：55-57，71.

中共中央、国务院. 2020-10-13. 中共中央 国务院印发《深化新时代教育评价改革总体方案》[EB/OL]. [2020-11-10]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/202010/t20201013_494381.html

Andrade, H., & Brookhart, S. M. (2016). The role of classroom assessment in supporting self-regulated learning. In D. Laveault & L. Allal (Eds.), *Assessment for learning: Meeting the challenge of implementation*. Berlin , Germany : Springer , Cham

Allal, L. (2019). Assessment and the co-regulation of learning in the classroom. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, 27* (4), 1-18.

Bennett, R. E. (2011). Formative assessment: A critical review. Assessment in Education: Principles, *Policy & Practice, 18*(1), 5-25.

Boud, D. (2000). Sustainable assessment: rethinking assessment for the learning society, *Studies in Continuing Education, 22*(2), 151-167.

Carless, D. (2006). Differing perceptions in the feedback process, *Studies in Higher Education, 31*(2), 219-233.

Earl, K., & Giles, D. (2011). An-other look at assessment: Assessment in learning. *New Zealand Journal of Teachers' Work, 8*(1), 11-20.

Earl, L. (2003). *Assessment as learning: Using classroom assessment to maximize student learning.* Thousand Oaks, CA: Corwin.

Gao, Y., Schunn, C. D. D., & Yu, Q. (2019). The alignment of written peer feedback with draft problems and its impact on revision in peer assessment. *Assessment and Evaluation in Higher Education, 44*(2), 294-308.

Gibbs, G. & Simpson, C. (2004). Conditions under which assessment supports students' learning, *Learning and Teaching in Higher Education, 1*, 3-31.

Gottlieb, M. (2016). *Assessing English language learners: Bridges to educational equity: Connecting academic language proficiency to student achievement* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin.

Hsia, L., Huang, I., & Hwang, G. (2016). A web-based peer-assessment approach to improving junior high school students' performance, self-efficacy and motivation in performing arts courses. *British Journal of Educational Technology, 47*(4), 618-632.

Knight, P. (2002). Summative assessment in higher education: practices in disarray, *Studies in Higher Education, 27*(3), 275-286.

Lam, R. (2018). Understanding assessment as learning in writing classrooms: The case of portfolio assessment. *Iranian Journal of Language Teaching Research, 6*(3), 19-36.

Matsumura, L. C., Patthey-Chavez, G., Valdes, R., & Garnier, H. (2002). Teacher feedback, writing assignment quality, and third-grade students' revision in lower-and higher-achieving urban schools. *The Elementary School Journal, 103*(1), 3-25.

Muchlis, Ibnu, S., Subandi, & Marfuah, S. (2020). Students' Result of Learning at Chemistry Department through Assessment of, for, and as Learning Implementation. *International Journal of Instruction, 13*(2), 165-178.

Nelson, M. M., & Schunn, C. D. (2009). The nature of feedback: How different types of peer feedback affect writing performance. *Instructional Science, 37*(4), 375-401.

O'Farrell, C. (2009). *Enhancing student learning through assessment.* Dublin, UK: Institute of Technology.

Patchan, M. M., & Schunn, C. D. (2015). Understanding the benefits of providing peer feedback: How students respond to peers' texts of varying quality. *Instructional Science, 43*(5), 591-614.

Patchan, Melissa M, Schunn, Christian D, & Correnti, Richard J. (2016). The Nature of Feedback: How Peer Feedback Features Affect Students' Implementation Rate and Quality of Revisions. *Journal of Educational Psychology, 108*(8), 1098-1120.

Ramsden, P. (2003). *Learning to teaching in higher education* (2nd ed.). London, UK: Routledge.

Rust, C., Price, M. & O'Donovan, B. (2003). Improving students' learning by developing their understanding of assessment criteria and processes, *Assessment and Evaluation in Higher Education, 28*(2), 147-164.

Taras, M. (2006). Do unto others or not: equity in feedback for under-

（下转第16页）

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

台，体现了我国政府立足新的时代背景，对全面发展的人所应具备的创新精神与实践能力等综合素质的重大关切。在推动信息技术与教育深度融合的历史新时期，深入探索智能评价机制、理论体系、建模方法与关键技术，将学习视为复杂的现象，探究不同认知因素、社会情感因素、背景变量等因素影响学习的规律，助力真实教育需求的满足，既是难得的历史机遇，也是教育技术人理应具备的使命担当。

[参考文献]

陈丽，逯行，郑勤华. 2019. “互联网+教育”的知识观：知识回归与知识进化[J]. 中国远程教育(07)：10-18，92.

冯成火. 2020. 高考科目改革的轨迹与推进策略——兼论新一轮高考改革的深化与完善[J]. 中国高教研究(05)：78-82，102.

国务院. 2020-10-13. 中共中央国务院印发《深化新时代教育评价改革总体方案》[EB/OL]. [2020-12-10]. http://www.gov.cn/zhengce/2020-10/13/content_5551032.htm

国务院. 2017-07-20. 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL]. [2020-12-10]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm

黄荣怀，刘德建，刘晓琳，徐晶晶. 2017. 互联网促进教育变革的基本格局[J]. 中国电化教育(01)：7-16.

中国教育和科研计算机网. 2020-12-11. 雷朝滋：智能技术支撑教学改革与教育创新[EB/OL]. [2020-12-20]. http://www.edu.cn/xxh/focus/li_lun_yj/202012/t20201211_2055540.shtml

田爱丽. 2020. 综合素质评价：智能化时代学习评价的变革与实施[J]. 中国电化教育(01)：109-113，121.

新华网. 2020-09-22. 习近平：在教育文化卫生体育领域专家代表座谈会上的讲话[EB/OL]. [2020-11-22]. http://www.xinhuanet.com/politics/leaders/2020-09/22/c_1126527570.htm

张琪，李福华，孙基男. 2020. 多模态学习分析：走向计算教育时代的学习分析学[J]. 中国电化教育(09)：7-14，39.

张琪，王红梅. 2019. 学习投入的多模态数据表征：支撑理论、研究框架与关键技术[J]. 电化教育研究，40(12)：21-28.

张琪，王红梅，庄鲁，赖松. 2019. 学习分析视角下的个性化预测研究[J]. 中国远程教育(04)：38-45，92-93.

张琪，武法提. 2018. 学习仪表盘个性化设计研究[J]. 电化教育研究(02)：39-44，52.

Albert, R. S., & Runco, M. A. (1999). The history of creativity research. In R. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp.16-31). New York: Cambridge University Press.

Wu, F., & Lai, S. (2019). Linking prediction with personality traits: a learning analytics approach. *Distance Education, 40*(1),1-20.

Matthews, G., Deary, I. J., & Whiteman, M. C. (2003). *Personality traits*. New York: Cambridge University Press.

Lai, S., Sun, B., Wu, F., & Xiao, R. (2020). Automatic Personality Identification Using Students' Online Learning Behavior. *IEEE Transactions on Learning Technologies, 13*(1), 26-37.

收稿日期：2020-12-22
定稿日期：2021-01-04

作者简介：张琪，博士，教授，硕士生导师；王丹，硕士，讲师。淮北师范大学教育学院(235000)。

责任编辑　刘　莉

（上接第8页）

graduates, *Assessment and Evaluation in Higher Education, 31*(3), 365-377.

Wang, Shu-Ling, & Wu, Pei-Yi. (2008). The role of feedback and self-efficacy on web-based learning: The social cognitive perspective. *Computers and Education, 51*(4), 1589-1598.

Wiliam, D. (2011). What is assessment for learning? *Studies in Educational Evaluation, 37*,3-14.

Yong Zhao. (1998). The Effects of Anonymity on Computer-Mediated Peer Review[J]. *Internati-onal Journal of Educational Telecommunications, 4*(4), 311-345.

Yorke, M. (2003). Formative assessment in higher education: moves towards theory and enhancement of pedagogic practice, *Higher Education, 45*, 477-501.

定稿日期：2020-12-23

作者简介：张生，博士，副教授，博士生导师；王雪，硕士研究生。北京师范大学中国基础教育质量监测协同创新中心(100875)。

齐媛，博士，助理研究员，中国教育科学研究院(100088)。

收稿日期：2020-11-22

责任编辑　刘　莉

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Abstracts

AI-enabled educational assessment: an integrated approach to assessment of, for and as learning

Sheng Zhang, Xue Wang and Yuan Qi

In the era of Artificial Intelligence (AI), a digital world is added to the physical world, which has brought about radical changes in the way people live, work and learn, thus resulting in transformation of relations of production and superstructure. In light of this transformation, the focus of education will have to shift from teaching knowledge and skills to fostering core literacies, which will become the primary purpose of assessment. This article sets out to analyze the dilemma of diagnosis-centered assessment and proposes an integrated approach to learning and assessment. It makes a theoretical case for the approach in the AI era by illustrating its concept, connotation and defining features. It also develops an assessment framework which is comprised of three key stages of higher order thinking activities, i.e., generation and demonstration, engagement in the assessment activities, reflection and improvement. Key elements in each stage are identified to facilitate assessment of, for and as learning.

Keywords: assessment of, for and as learning; assessment concept; core literacy; Artificial Intelligence (AI); assessment reform; assessment skill; educational assessment

Educational assessment in the intelligent era: implication, role and pathway

Qi Zhang and Dan Wang

Educational assessment impacts the overall quality enhancement and supply-side reform of education. It is argued that educational assessment should evolve accordingly by taking advantage of big data and intelligent technology to address problems of existing assessment practice. This article focuses on the "whole person" assessment with learning as the main target, and expounds on how education assessment should adapt to the changing learning modes and the multi-dimension learning outcomes. It explores the pathway of "knowing students", "implementing teaching" and "developing overall quality", drawing upon Confucius philosophy of education. It then goes on to discuss the role of intelligent technology-enabled assessment in terms of learning engagement assessment, identification of students' personality and characteristics, innovation assessment, and expression ability assessment. The article concludes by arguing that the reform of educational assessment should be in line with the nature of education and make appropriate use of technology to deliver the goals of assessment.

Keywords: intelligent technology; educational assessment; individualized teaching; knowing students; scene calculating; model-building

Online teaching and innovation of Chinese elementary and middle schools during COVID-19: an interactive teaching perspective

Yijun Wu and Li Chen

Face to face teaching is not possible when schools are closed during COVID-19. In response to the initiative of "Disrupted Classes, Undisrupted Learning", online teaching becomes the most important option to guarantee learning continuity in elementary and middle schools, resulting in an unprecedented mass online teaching practice. This study reports on a qualitative analysis from an interactive teaching perspective of 100 cases selected from the BNU collection of excellent online teaching classes in prima-

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能应用于教育的新进展*

王海芳[1] 李 锋[2]

（1．华东师范大学 课程与教学系，上海 200062；2．华东师范大学 中小学信息技术教育研究中心，上海 200062）

【摘要】随着人工智能的发展，其研究成果对人类的经济、社会与文化产生了重要影响，日益受到教育研究者的关注与重视。该文阐述了目前在教育中应用较为广泛与活跃的六个人工智能应用研究领域及其在教育中应用的新进展。

【关键字】人工智能；教育；进展

【中图分类号】G40-057 **【文献标识码】**A **【论文编号】**1009—8097（2008）13—0018—03

人工智能是一门综合的交叉学科，涉及计算机科学、生理学、哲学、心理学、哲学和语言学等多个领域。人工智能主要研究用人工的方法和技术，模仿、延伸和扩展人的智能，实现机器智能，其长期目标是实现人类水平的人工智能。[1]从脑神经生理学的角度来看，人类智能的本质可以说是通过后天的自适应训练或学习而建立起来的种种错综复杂的条件反射神经网络回路的活动。[2]人工智能专家们面临的最大挑战之一是如何构造一个可以模仿人脑行为的系统。这一研究一旦有突破，不仅给学习科学以技术支撑，而且能反过来促使人脑的学习规律研究更加清晰，从而提供更加切实有效的方法论。[3]人工智能技术的不断发展，使人工智能不仅成为学校教育的内容之一，也为教育提供了丰富的教育资源，其研究成果已在教育领域得到应用，并取得了良好的效果，成为教育技术的重要研究内容。

人工智能的研究更多的是结合具体领域进行的，其主要研究领域有：专家系统、机器学习、模式识别、自然语言理解、自动定理证明、自动程序设计、机器人学、博弈、智能决策支持系统、人工神经网络和分布式人工智能等。[4]目前，在教育中应用较为广泛与活跃的研究领域主要有专家系统、机器人学、机器学习、自然语言理解、人工神经网络和分布式人工智能，下面就这些领域进行阐述。

一 专家系统

专家系统是一个具有大量专门知识与经验的程序系统，它使用人工智能技术，根据某个领域中一个或多个人类专家提供的知识和经验进行推理和判断，模拟人类专家的决策过程，以解决那些需要专家决定的复杂问题。[5]专家系统主要组成部分为：知识库，用于存储某领域专家系统的专门知识；综合数据库，用于存储领域或问题的初始数据和推理过程中得到的中间数据或信息；推理机，用于记忆所采用的规则和控制策略的程序，使整个专家系统能够以逻辑方式协调地工作；解释器，向用户解释专家系统的行为；接口，使用户与专家系统进行对话。近几十年来，专家系统迅速发展，是人工智能中最活跃、最有成效的一个研究领域，广泛用于医疗诊断、地质勘探、军事、石油化工、文化教育等领域。

目前，专家系统在教育中的应用最为广泛与活跃。专家系统的特点通常表现为计划系统或诊断系统。计划系统往前走，从一个给定系统状态指向最终状态。如计划系统中可以输入有关的课堂目标和学科内容，它可以制定出一个课堂大纲，写出一份教案，甚至有可能开发一堂样板课，而诊断系统是往后走，从一个给定系统陈述查找原因或对其进行分析，例如，一个诊断系统可能以一堂 CBI（基于计算机的教学，computer-based instruction）课为例，输入学生课堂表现资料，分析为什么课堂的某一部分效果不佳。在开发专家计划系统支持教学系统开发（ISD）程序的领域中最有名的是梅里尔（Merrill）的教学设计专家系统（ID Expert）。[6]

教学专家系统的任务是根据学生的特点（如知识水平、性格等），以最合适的教案和教学方法对学生进行教学和辅导。其特点为：同时具有诊断和调试等功能；具有良好的人机界面。已经开发和应用的教学专家系统有美国麻省理工学院的 MACSYMA 符号积分与定理证明系统，我国一些大学开发的计算机程序设计语言、物理智能计算机辅助教学系统以及聋哑人语言训练专家系统等。[7]

目前，在教育中，专家系统的开发和应用更多的集中于远程教育，为现代远程教育的智能化提供了有力的技术支撑。基于专家系统构造的智能化远程教育系统具有以下几个方面的功能：具备某学科或领域的专门知识，能生成自己的提问和应答； 能够分析学生的特征，评价和记录学生的学习情况，诊断学生学习过程中的错误并进行补救教学；可以选择不同的教学方法实现以学生为主体的个别化教学。[8]目前应用于远程教育的专家系统有智能决策专家系统、智能答疑专家系统、网络教学资源专家系统、智能导学系统和智能网络组卷系统等。

*基金来源：本文系“浦东新区教师教育创新基地”——《基于中小学教师专业发展的网络课程建设与应用研究》课题的研究成果
收稿日期：2008 年 9 月 18 日

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

二 机器人学

机器人学是人工智能研究是一个分支，其主要内容包括机器人基础理论与方法、机器人设计理论与技术、机器人仿生学、机器人系统理论与技术、机器人操作和移动理论与技术、微机器人学。[9]机器人的发展经历了三个阶段：第一代机器人是以 “示教—再现”方式进行工作；第二代机器人具有一定的感觉装置，表现出低级智能；第三代机器人是具有高度适应性的自治机器人，即智能机器人。目前开发和应用的机器人大多是智能机器人。机器人技术的发展对人类的生活和社会都产生了重要影响，其研究和应用逐渐由工业生产向教育、环境、社会服务、医疗等领域扩展。

机器人技术涉及多门科学，是一个国家科技发展水平和国民经济现代化、信息化的重要标志，因此，机器人技术是世界强国重点发展的高技术，也是世界公认的核心竞争力之一，很多国家已经将机器人学教育列为学校的科技教育课程，在孩子中普及机器人学知识，从可持续和长远发展的角度，为本国培养机器人研发人才。[10]在机器人竞赛的推动下，机器人教育逐渐从大学延伸到中小学，世界发达国家例如美国、英国、法国、德国、日本等已把机器人教育纳入中小学教育之中，我国许多有条件的中小学也开展了机器人教育。

机器人在作为教学内容的同时，也为教育提供了有力的技术支撑，成为培养学习者创新精神和实践能力的新的载体与平台，大大丰富了教学资源。多年来，我国中小学信息技术教育的主要载体是计算机和网络，教学资源单一，缺乏前瞻性。教学机器人的引入，不仅激发了学生的学习兴趣，还为教学提供了丰富的、先进的教学资源。随着机器人技术的发展，教学机器人种类越来越多，目前在中小学较为常用的教学机器人有：能力风暴机器人、通用机器人、未来之星机器人、乐高机器人、纳英特机器人、中鸣机器人等。

三 机器学习

机器学习是要使计算机能够模仿人的学习行为，自动通过学习来获取知识和技巧，[11]其研究综合应用了心理学、生物学、神经生理学、逻辑学、模糊数学和计算机科学等多个学科。机器学习的方法与技术有机械学习、示教学习、类比学习、示例学习、解释学习、归纳学习和基于神经网络的学习等，近年来，知识发现和数据挖掘是发展最快的机器学习技术。机器学习（自动获取新的事实及新的推理算法）是使计算机具有智能的根本途径，对机器学习的研究有助于发现人类学习的机理和揭示人脑的奥秘。[12]

随着计算机技术的进步和机器学习研究的深入，机器学习系统的性能大大提高，各种学习算法的应用范围不断扩大，例如将连接学习用于图文识别，归纳学习、分析学习用于专家系统等，大大推动了在教育中的应用，例如在建构适应性教学系统中，用机器学习与朴素的贝叶斯分类器动态了解学生的学习偏好，有较高的准确率[13]。基于案例的推理（case-based reasoning，CBR）是一种新兴的机器学习和推理方法，其核心思想是重用过去人们解决问题的经验解决新问题，在计算机辅助教育方面，已经出现了基于CBR的图形仿真教育系统，并且，针对个体特征的教育教学方法研究也有所突破。[14]另外，数据挖掘和知识发现在生物医学、金融管理、商业销售等领域的成功应用，不仅给机器学习注入新的生机，也为机器学习在教育中的应用提供了新的前景。

四 自然语言理解

自然语言理解就是研究如何让计算机理解人类的自然语言，以实现用自然语言与计算机之间的交流。一个能够理解自然语言信息的计算机系统看起来就像一个人一样需要有上下文知识以及根据这些上下文知识和信息用信息发生器进行推理的过程。[15]自然语言理解包括口语理解和书面理解两大任务，其功能为：回答问题，计算机能正确地回答用自然语言提出的问题；文摘生成，计算机能根据输入的文本产生摘要；释义，计算机能用不同的词语和句型来复述输入的自然语言信息；翻译，计算机能把一种语言翻译成另外一种语言。由于创造和使用自然语言是人类高度智能的表现，因此对自然语言处理的研究也有助于揭开人类高度智能的奥秘，深化对语言能力和思维本质的认识。[16]

自然语言理解最早的研究领域是机器翻译，随着应用研究的广泛开展，也为机器人和专家系统的知识获取提供了新的途径，例如由MIT研制的指挥机器人的自然语言理解系统SHRDLU就可以接收自然语言，进行人机对话，回答关于桌面上积木世界中的各种问题。同时，对自然语言理解的研究也促进了计算机辅助语言教学和计算机语言设计等方面的发展，例如“希赛可”网络智能英语学习系统，这个基于网络的“人-机”语境的建立，突破了普通英语教师和传统的单机的多媒体教学软件所能具备能力限制，也比建立于网络的“人-人”语境更具灵活性，可以为远程学习者提供良好的英语学习支持，在国内第一次系统地将用自然语言进行的人机对话系统应用在计算机辅助外语教学上，在国际上也是一种创新。[17]

五 人工神经网络

人工神经网络就是在对大脑的生理研究的基础上，用模拟生物神经元的某些基本功能的元件（即人工神经元），按各种不同的联结方式组织起来的一个网络，其目的在于模拟大脑的某些机理与机制，实现某个方面的功能，例如可以用于模仿视觉、模式识别、声音信号处理、控制、故障诊断等领域，人工神经元是人工神经网络的基本单元。[18]人工神经网络有两种基本结构：递归（反馈）网络和多层（前馈）网络，两种主要学习算法：有指导式学习和非指导式学习。

人工神经网络从模拟人类大脑神经网络的结构和行为出发，具有大规模并行、分布式存储和处理、自组织、自适应和自学习能力，特别适合于处理需要同时考虑许多因素和条件的、不精确和模糊的信息处理问题，[19]这使人工神经网络

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

具有更大的发展潜能，目前已经开发和应用的人工神经网络模型有30多种。人工神经网络在教育中的应用大多是与教学专家系统相结合，以此来改进教学专家系统的性能，提高智能性，使其在教学过程中对突发问题具有更好的应对能力。人工神经网络在学校管理中也得到应用，例如采用误差反传算法（BP）的多层感知器已应用于高校管理之中。

六 分布式人工智能(Distributed Artificial Intelligence，DAI)

分布式人工智能是分布式计算与人工智能结合的结果，研究目标是要创建一种能够描述自然系统和社会系统的精确概念模型，主要研究问题是各Agent之间的合作与对话，包括分布式问题求解和多Agent系统两个领域。[20]分布式人工智能系统一般由多个Agent组成，每个Agent又是一个半自治系统，Agent之间及Agent与环境之间进行并发活动并进行交互来完成问题求解。[21]由于分布式人工智能系统具有并行、分布、开放、协作和容错等优点，在资源、时空和功能上克服了单智能系统的局限性，因此获得了广泛的应用。

分布式人工智能中的Agent和多Agent技术在教学中的应用逐渐受到关注。在教学中引入Agent可以有效地提高教学系统的智能性，创造良好的学习情境，并能激发学习者的学习兴趣，进行个性化教育。目前，Agent和多Agent技术多用于远程智能教学系统，通过利用其分布性、自主性和社会性等特点，提高网络教学系统的智能性，使教学资源得到充分利用，并可实现对学习者的学习行为进行动态跟踪，为学习者的网络学习创造合作性的学习环境。在网络教学软件中应用Agent技术的一个典型是美国南加利福尼亚大学（USC）开发的教学代理Adele（Agent for Distance Education - Light Edition）[22]。Agent技术在网络教学软件中取得的良好效果，促进了研究者对分布式人工智能在教育中的应用研究。

综上所述，科学技术的发展将会推动人工智能技术在教育中应用的广度和深度。从人工智能的应用趋势来看，人工智能在教育中应用的扩展可以通过以下三个方面进行：一是人工智能与其他先进信息技术结合。人工智能已经与多媒体技术、网络技术、数据库技术等有效的融合，为提高学习效率和效度提供了有力的技术支持，而引起教育技术界广泛关注。[23]例如人工智能技术通过与多媒体技术相结合，可以提高智能教学系统的教学效果；与网络通讯技术相结合，可以提高和改进远程教育的智能性。二是人工智能应用研究领域间的集成。人工智能应用研究领域之间并不是彼此独立，而是相互促进，相互完善，它们可以通过集成扩展彼此的功能和应用能力。例如自然语言理解与专家系统、机器人的集成，为专家系统和机器人提供了新的知识获取途径。三是人工智能的研究和应用出现了许多新的领域，它们是传统人工智能的延伸与扩展，这些新领域有分布式人工智能与 Agent、计算智能与进化计算、数据挖掘与知识发现以及人工生命等[24]，这些发展与应用蕴藏着巨大潜能，必将对教育产生重要的影响。

技术发展不断发挥着引导教育技术研究的作用，一种新兴技术的出现总是会掀起相应的研究热潮，引发对技术在教育中应用的探讨、评价以及与传统技术的对比。[25] 人工智能作为一门交叉的前沿学科，虽然在基本理论和方法等方面存在着争论，但从其研究成果与应用效果来看，有着广阔的应用前景，值得进一步的开发和利用。

参考文献

[1] 史忠植,王文杰.人工智能[M].北京:国防工业出版社,2007:1.

[2][11][18][19] 《计算机与信息科学十万个为什么》丛书编辑委员会,计算机与信息科学十万个为什么(8):人工智能[M].北京:清华大学出版社,1998:5,189,78-79,84.

[3] 任友群,胡航.论学习科学的本质及其学科基础[J].中国电化教育,2007,(5):1-5.

[4][21] 蔡瑞英,李长河.人工智能[M].武汉:武汉理工大学出版社,2003:12-13.

[5][12][15][20][24] 蔡自兴,徐光祐.人工智能及其应用(第三版)——研究生用书[M].北京:清华大学出版社,2007:12-14,19-20.

[6] [荷]山尼·戴克斯特拉,[德]诺伯特·M. 西尔,[德]弗兰兹·肖特,等.任友群,郑太年主译.教学设计的国际观第2册:解决教学设计问题[M].北京:教育科学出版社,2007:67.

[7] 任友群.技术支撑的教与学及其理论基础[M].上海:上海教育出版社,2007:42-43.

[8] 路利娟.应用专家系统提升现代远程教育的智能化[J].中国教育技术装备,2007,(12):79-80.

[9] 陈恳,杨向东,刘莉等.机器人技术与应用[M].北京:清华大学出版社,2007:6.

[10] 关注机器人幼儿教育——访鲍青山博士[DB/OL].<http://today.hit.edu.cn/articles/2005/05-30/05173238.htm,2008-8-26.>

[13] 柏宏权,韩庆年.机器学习在适应性教学系统中的应用研究[J].南京师范大学学报(工程技术版),2007,7(4):76-79.

[14] 杨健,赵秦怡.基于案例的推理技术研究进展及应用[J].计算机工程与设计,2008,29(3):710-712.

[16] 自然语言理解[DB/OL].<http://www.intsci.ac.cn/ai/nl.html,2008-8-15.>

[17] 贾积有.人工智能技术的远程教育应用探索——“希赛可”智能型网上英语学习系统[J].现代教育技术,2006,16(2):26-29.

[22] Erin Shaw, W. Lewis Johnson, and Rajaram Ganeshan, Pedagogical Agents on the Web[DB/OL].<http://www.isi.edu/isd/ADE/papers/agents99/agents99.htm,2008-8-27.>

[23] 马颖峰,肖晓飞.AI教育应用研究的回顾与反思一一我国教育技术界十年AI应用研究回眸[J].现代教育技术,2006,16(4):76-79.

[25] 祝智庭,孟琦.从美国博士学位论文元分析看教育技术研究趋向[J].电化教育研究,2002,(12):47-50.

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2020)02—0037—06

论人工智能教育的未来发展：基于学科建设的视角

刘 永，胡钦晓

(曲阜师范大学 教育学院，山东 曲阜 273165)

摘要：人工智能是引领世界未来、改变全球格局的战略技术，人工智能的迅猛发展迫切需要人工智能教育的及时跟进。人工智能教育水平的高低决定了一个国家在世界新一轮科技革命中所处的地位，具有极其重要的意义。通过加强人工智能教育构筑我国人工智能发展的先发优势成为当前亟需思考和解决的问题。从学科建设的视角来审视人工智能教育的未来发展，既有理论价值也有现实意义，更具有实际可行性。针对人工智能教育的知识特点和发展现状，该文提出了从规划学科布局、完善学科建制、构建学术共同体、培育学科文化四个层面入手推进人工智能教育未来发展的实践路径。

关键词：人工智能教育；学科布局；学科建制；学术共同体；学科文化

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

1956年达特茅斯会议开启了人工智能元年。经过60多年的发展，人工智能迈入新时代。我国如何抢抓机遇，提升人工智能教育水平，打造人工智能发展先发优势，成为当前亟需思考和解决的问题。有学者指出，“在新一代人工智能发展浪潮的冲击下，一场颠覆人类学习理念和方式的智能革命正悄然兴起”[1]。教育部部长陈宝生同志在2019年5月国际人工智能与教育大会的主旨报告中也提出，要通过顶层设计、政策鼓励、加快改革等多种形式推动人工智能教育的快速发展。但与时代发展和国家需求相比，我国人工智能教育还存在诸多问题和不足，其中最关键的就是人工智能教育体系尚不完备，虽然在“高等教育及科学研究等各个领域均获得发展，但这种发展更多的是技术的发展，缺乏各个学科的统一协调，没有形成人工智能的一级学科”[2]。教育主管部门清醒地看到了这个问题，2018年4月，教育部实施《高等学校人工智能创新行动计划》，决定“支持高校在计算机科学与技术学科设置人工智能学科方向，推进人工智能领域一级学科建设，支持高校在‘双一流’建设中，加大对人工智能领域相关学科的投入，促进相关交叉学科发展”[3]。由此可见，无论是现实需要，还是国家政策，推动人工智能教育的学科化建设是必由之路和必然选择。所以，从学科建设的视角来审视人工智能教育的未来发展，既有迫切的理论价值，也有重要的现实意义。

关于学科要素和学科建设内涵的界定，古今中外的学者有不同见解，沃勒斯坦认为学科的形成可以从三方面内容来考量：学术范畴的清晰、组织结构的完善和学科文化形成[4]。学术范畴主要是指学科研究的知识领域、特有的研究方法等，组织结构主要是指学科建制。方文先生认为“学科发展史是学科理智史和学科制度史的双重动态史”[5]，这里的学科理智史也主要是指学科研究对象的不断充盈或者分化，研究方法不断丰富改进的过程。费孝通先生认为学科的建设需要具备5个要素：学会、专业研究机关、各大学的学系、图书资料中心、专门出版机构[6]。由此可见，虽然学界对学科界定和学科发展有着不同的视角，但是最核心的观点都关涉这几个要素：研究领域(知识范围)、学科制度(组织结构)、学科文化(承载学科文化的学者队伍)。结合学科的核心要素，根据人工智能教育的知识特点、现实需求和发展远景，对于其未来发展的思考主要从学科(知识)布局、学科建制、学术共同体和学科文化四个层面展开。

一、规划人工智能教育学科布局

随着时代的不断演进，推动社会进步、科学发展、技术突破、经济增长、文化传承创新等越来越多的以“问题为中心”的形式出现，解决问题所需的是跨学科、多学科的知识和成果，“特别是在高科技领域，研究的对象和课题大都具有多学科的

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

特点”[7]。基因工程、纳米技术、量子力学等新兴技术的发展都需要跨学科、多学科的通力协作，人工智能教育更是如此。人工智能本身具有深度融合性、高度交叉性、极度复杂性，兼具技术属性和社会属性的特点，决定了人工智能教育必须有赖于多学科的交叉整合，不辞众流，方为江河。

(一)强化基础理论学科地位

每一门学科的基础理论是推动该学科发展的基石和源头活水，“如果没有人工智能基础研究的支撑，应用层面上的技术创新和产业创新都将是‘无源之水’”[8]。人工智能有其不同的发展阶段。由于理论和技术的限制，目前尚处于弱人工智能阶段，但是人工智能的发展是朝着强人工智能和超人工智能方向前进的。因此，人工智能的发展追求模仿人的思维习惯、人的行为方式、人的存在状态，甚至人的情感情绪呈现，也就是无限接近甚至达到或超越人类智能。基于此，未来人工智能需要具备高级算法、深度学习、语言认知、类脑推理、思维决策、自主协同、自动反应等多种系统性、综合性能力，人工智能教育的基础理论至少要涉及数学、计算机科学、语言学、逻辑学、心理学、脑科学、认知科学、统计学、物理学、工程学、自动化、系统科学等多门学科。没有众多基础学科在理论上的突破性进展，人工智能向高阶迈进只能是空中楼阁，因此，完善人工智能基础理论学科建设至关重要。但是在学术功利化、学者短视化、学校绩效化愈发严重的当下，基础理论学科因其学术周期长、见效慢而备受冷落。对于短平快应用技术的盲目崇拜，在很大程度上遮蔽了人工智能教育最该聚力的方向。未来的人工智能教育者应耐得住寂寞，在基础理论学科上不遗余力，唯有此，才能在新一代人工智能重大理论创新上打下坚实基础，才能在无人领航、无既定规则的境遇中创立引导理论，先发制人。

(二)重视前沿理论学科和应用学科

如果没有前沿理论和应用学科的发展，基础理论学科也将缺乏内生动力和理论转化的场域。人工智能最终还是要落实到应用上，人工智能教育也应关注技术的应用层面。人工智能作为新兴领域几乎囊括了所有最前沿的理论和技术应用。从高级机器学习、量子智能计算、类脑智能计算到智能计算芯片、神经和认知科学等关键技术，人工智能教育要在多个前沿领域内加大投入力度，坚持创新引领，力争突破应用理论瓶颈，在前沿理论上走在前列，在技术上占领制高点，构建起开放兼容、稳定成熟的技术体系，同时加速技术转化，实现应用上安全可控。

(三)推进人文社会学科的积极介入

人工智能的发展超越了传统科学技术的范畴，模糊了传统意义上的物理界限，涉及到伦理、道德、经济、法律、情感、心理等多个领域，需要社会科学、人文科学的全方位介入、深层次参与。人工智能的发展会带来一系列前所未有的问题，比如大量失业带来的社会焦虑，美国学者认为“未来10到20年间，美国将有47%的工作因为自动化而处于高风险类别”[9]，言外之意，就是47%的工作将被机器所取代，更为关键的是：“我们经常认为自动化主要影响低技能、低工资的角色，但我们发现，即使是经济中收入最高的职业，如财务经理、医生和高管(包括首席执行官)，也有大量活动可以自动化”[10]。不仅是重复性、低技能的工作将被人工智能取代，创造性、高级别的职业也面临同样的境遇，那么，该如何面对大范围失业带来的种种社会问题？比如，人工智能行为给法律带来的难题，无人驾驶汽车出现车祸，责任该如何认定，法律该如何追责？比如，人工智能对大数据的运用将导致个人隐私逐渐趋于消亡，每个人的行为活动、兴趣爱好、生活习惯、社交网络甚至生命体征都被大数据记录，人几乎成为无任何遮掩的透明体，如何限制和约束对于个人隐私数据的滥用等等。这些问题的解决终将要依赖于人文社会科学价值在人工智能教育中的充分挖掘、渗透和应用。人工智能教育要开展人工智能法律规范、伦理道德、心理干预、社会安全、风险评估等问题研究，制定前瞻性解决方案，积极应对人工智能发展过程中可能出现的各种挑战。

二、完善人工智能教育学科建制

学科的产生源于社会对知识的需要，学科的发展与社会需求之间是相互建构的过程，推动学科发展的主要途径之一就是不断完善学科建制。人工智能的迅猛发展需要人工智能教育学科建制的与时俱进。沃勒斯坦所指的组织结构和费孝通先生的五要素主要是就学科建制而言。完善人工智能教育学科建制主要从设立学系(学院)、设置学位点、设置课程专业、创建学会、创办学术刊物等方面聚焦用力。

(一)推动人工智能学院建设由规模数量向内涵质量转变

在国家政策的支持和引导下，近两年国内许多高校积极整合资源，纷纷成立人工智能学院，继2019年4月22日、6月1日中国人民大学和北京师范大学成立人工智能学院后，到目前为止，人工智能

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学院已有近40家。人工智能学院的成立在有效利用资源，推动人工智能教育向“文理兼通”“中西合璧”“产学交融”方面迈进发挥了积极的作用。但是，不可否认，为数不少的人工智能学院只是在原来计算机科学学院或者信息工程学院基础上改头换面而已，真正能够整合利用的也不过是与计算机学科相近的信息与通信工程、控制科学与工程等仅有的几个学科，离人工智能发展的要求还相去甚远。人工智能学院的建设任重道远，由数量向质量转变，由规模向内涵转向是当务之急。

(二)以学位点建设为抓手，提升人工智能教育层次

目前，人工智能还不是一级学科，人工智能高级人才的培养主要借助于工学门类计算机科学与技术一级学科下面的“计算机软件与理论”与“计算机应用技术”两个二级学科。在这两个二级学科下面，不同高校根据实际情况，设立与人工智能相关的多个研究方向，例如：数据库理论与系统、大数据管理与系统、云计算和大数据管理技术、文本信息检索和数据挖掘、逻辑与计算机基础理论、人工神经网络、数据库与智能信息检索、机器学习、计算机视觉等；也有的高校，如北京师范大学在“计算机应用技术”下面，直接设立“人工智能”方向。但是，人工智能教育无法单独授予学位的现实，在很大程度上制约了人工智能高层次人才的培养。虽然教育部门明确提出要推进人工智能领域一级学科建设，但是目前还没有实质性进展。国家相关部门应尽快论证推进在人工智能学院独立设置人工智能学位点。

(三)完善优化人工智能专业、课程设置

2019年，北京科技大学、上海交通大学等35所高校获得首批建设人工智能专业的资格，标志着“人工智能”正式进入本科教育序列。在设置“人工智能”专业之前，相关专业教育依托于相近本科专业，比如北京大学、复旦大学等高校开设的智能科学与技术专业，北京大学、上海理工大学开设的机器人工程专业，南京大学、南昌理工学院开设的集成电路与集成系统专业，还有诸如“数据科学与大数据技术”专业、“大数据管理与应用”专业等等。虽然与人工智能相关或相近的专业数目不少，但是有的学校由于跨学科支撑不够、学时限制等原因，导致其毕业生专业知识相对单一，与传统计算机专业毕业生区分度不大，还不能满足社会对人工智能人才的需求，正如有的用人单位所说的“需要复合型人才，仅仅会编程是不够的”[11]，这也充分暴露了目前人工智能相关专业教育形式大于内容的尴尬。在课程方面，现状是“即便不考虑课程数量，仅从已开设课程的内容来说，也与人工智能人才培养的需求有很大距离”[12]。因此，要真正实现设立“人工智能”专业的初衷和目标，应积极开展“新工科”“新文科”“新医科”“新农科”的研究实践，实现人工智能与其他学科专业教育的真正融合交叉。在这一方面，西安交通大学提供了可资借鉴的经验，该大学构建了包括八大课程群的人工智能教育课程体系，每个课程群中又相应设置人工智能的现代方法、认知心理学、神经科学基础、先进机器人控制、仿生机器人、人工智能、社会与人文、人工智能哲学基础与伦理等多门课程[13]，为重构人工智能教育新的课程体系，做出了有益的探索和尝试。教材是课程的载体，科学的课程体系需要高质量的教材支撑，有实力的高校和科研机构应积极组织力量编写适合中国国情的高水平人工智能相关教材。

(四)建设高层次人工智能教育平台

在学会建设方面，成立于1981年的中国人工智能学会，在推进人工智能教育、普及、交流等方面作了大量卓有成效的工作，但是还没有建立起覆盖全国的组织网络体系，各专业委员会的职能和作用发挥还有很大提升空间。更早成立的中国自动化学会(1961年成立)充分发挥平台优势，汇聚了一大批业内最顶尖的科学家，在推动自动化科学技术的繁荣发展、普及推广、人才培养等方面作出了突出的贡献，但是学会关注的领域还需要进一步增强与人工智能教育的适切性。目前，人工智能教育领域专门的学术刊物相对缺乏，虽然中国人工智能学会出版有《智能系统学报》，中国自动化学会创办有《模式识别与人工智能》《自动化学报》《机器人》《计算技术与自动化》等刊物，哈尔滨工业大学办有《智能计算机与应用》，但对于发展迅猛的人工智能来讲，专业期刊数量不足、质量不高、针对性不强的现状在很大程度上影响限制了同行间的学术交流、智慧碰撞，也不利于人工智能教育学术共同体的打造。有实力的高校、科研机构应积极创办高水平学术期刊，为人工智能教育的交流、传播、普及、提升创设阵地和平台。

三、构建人工智能教育学术共同体

学科建设发展的核心要素是人，“各种学科就是具有各自思维风格的思想群体”[14]，基于共同的价值取向、学术理念和表达方式而形成的、为实现学科发展共同愿景汇聚在一起的学术群体是学科发展的基础。由于人工智能教育尚处于发展初

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

级阶段，更由于学科的多样性、交叉性、综合性，知识的跨越性、复杂性、专业性等特点，人工智能教育所需要的知识不可能由单个人或者少数人全部掌握，单以人工智能教育所需的一门基础理论——数学为例，至少要用到数学分析、数理逻辑、概率论+数理统计、线性代数+矩阵论和最优化方法等知识，而大多数数学教授精只能精通于其中一个领域，所以要把一门课程教授好，需要多位教师协同完成，人工智能教育涉及多门学科知识，在此意义上，把精通各自领域内知识的专家学者、各类人才整合在一起构建学术共同体，对于人工智能教育来讲尤为重要和迫切。

(一)精准引才，做大增量

根据人工智能发展战略和学科建设需要，加强人才引进工作的计划性，以提升整个国家人工智能教育水平为目标，加大高端人工智能人才海外引进力度，使人才引进与国家学科布局相结合，而不是国内高校之间为了一己之利，为了自己的学科排名互挖墙脚。针对当前人工智能教育人才紧缺的学科领域，精准引进在国际上真正有话语权和影响力的青年才俊、学术翘楚和国际顶尖科学家、高水平创新团队，形成我国人工智能人才高地。充分利用国家现有人才政策和各类人才奖励支持计划，对于特殊人才，实行“一事一议”，开辟专门渠道、绿色通道、实行特殊政策。建立灵活多样的人才引进机制，既可以全职引进，也可以柔性引进，“不求所有，但求所用”。同时，要持续加大精力投入，强化“猎头”思维，善于发现人才、动员人才、聚集人才。

(二)整合人才资源，优化存量

既要突破常规引进外部人才，也要倍加珍惜现有人才，给所有人才提供公平公正的竞争环境、一视同仁的发展机会和并行同轨的薪酬待遇。以人工智能学院为平台，以人工智能教育需求为导向，整合优化培养现有人工智能教育人才，有计划地提升现有人才的教学科研能力和学术水平，不断畅通教师成长发展通道，优化整个师资队伍的职称、学历、学缘、年龄结构。增强自主培育高水平人工智能创新人才和团队的能力，因才施策，有计划、有重点地“选苗”“育苗”，挖潜“增值”，尤其是对有可能成为人工智能领军人才的有潜质青年学者，重点培养，积蓄后备力量。还要通过建设实验室、基地平台，不断改善教学科研条件，优化学术环境，稳定教师队伍。

(三)提高人工智能人才培养质量

构建人工智能教育学术共同体，本科生和研究生既是重要组成部分，也是生力军，因此培养优秀的本科生和研究生是基础性工作。要向课堂要质量，“让人工智能技术真正融入教学过程和课程内容”[15]，营造智能教学氛围，培养学生人工智能意识和思维；以设立“人工智能”专业为契机，以实施“卓越工程师教育培养计划”(2.0版)为抓手，“重点培养贯通人工智能理论、方法、技术、产品与应用等的纵向复合型人才，以及掌握‘人工智能+’经济、社会、管理、标准、法律等的横向复合型人才”[16]；与推动人工智能一级学科建设同步，充分发挥人工智能学院和相关研究机构的作用，完善人工智能人才培养体系，提高教育质量，为梯队建设和人才储备打下坚实基础。

(四)完善评价制度，坚持多元导向

在考核评价、职称晋升上，应根据人工智能学科的综合性、交叉性、应用性等特点，实施分类评价、同行评价、第三方评价等多维度的评价方式，避免“一把尺子量到底”“几篇文章定乾坤”，切实破除“五唯”(唯论文、唯帽子、唯职称、唯学历、唯奖项)现象。在新技术不断变革的时代，创新精神和创造能力比单纯的知识积累和论文写作能力更重要，要树立重创新、重贡献、重实绩的评价导向。只有如此，才能最大限度保护和激发人工智能教育学术共同体的积极性，才能为尚在发展初期的人工智能教育提供良好的生存环境和浓厚的学术氛围。

四、涵育人工智能教育学科文化

“人工智能发展既需要科学科技的力量，也需要文化文明的力量”[17]。尽管“学科文化是难以把握的”[18]，但是其能量和作用是巨大的，学科文化凝聚着一个学科的非凡智慧和精神追求，是学科的精髓所在，是引领学科发展的无形力量。如果人工智能发展是一辆高速行驶的列车，那么人工智能教育的学科文化就是刹车片和方向盘，调整、控制、引领人工智能在正确的道路上前进。人工智能发展的不可预知性引发了民众的种种担心、质疑和忧虑，更有甚者对将来人工智能高度发达后人机难辨、机器代替人类产生深深的恐惧。面对人工智能发展带来的认知危机、伦理困境甚至可能存在的潜在威胁，培育具有包容性、引领性、生命力和影响力，符合人类普世价值和存在哲学的人工智能教育学科文化至为重要。

“学科文化与学科知识是紧密相连的。一方面，学科文化是渗透、体现在学科知识之中的，学科知识也影响、决定了学科文化的部分内容”[19]。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

针对人工智能教育的知识特点、学科特点和未来愿景，人工智能教育学科文化至少应具备以下几层内涵。

(一)尚融通

学科文化的融通性体现了学科发展的气度和眼界。人工智能教育的多学科、跨学科特点决定了其学科文化必须具备融通不同学科文化的能力。无论是自然科学、社会科学还是人文科学，不同的学科具有不同的历史积淀和学科文化，人工智能教育要在最大程度上求同存异、开放包容，在最大范围内汲取多学科文化的营养，在最大限度上实现所涉及学科文化的相融相生，从不同学科文化的“各美其美”，到“美人之美”，最后达到“美美与共”。人工智能教育学科文化的融通性是推动学科不断向前发展的内生动力。面对人工智能发展带来的各种跨越地域和文化边界的世界性难题，人工智能教育应该站在人类命运共同体的高度去积极寻求解决方案，通过融通文化的熏染努力将人工智能塑造成与人类和谐共存的力量。

(二)尊伦理

“只要未来人类依然想着与其他智能体的无碍交流，那么，构建出一个人类与机器人共同认可的伦理规范将是必经之路”[20]。伦理道德是维持人类自身秩序和存在意义的内在价值体系和行为指南，人工智能的发展可能会引发从未出现过的、全新的伦理道德课题，因为“人工智能没有像人那样的社会属性和社会关系，机器的自主性是技术性的，没有道德自主性”[21]。人工智能教育的一个重要职责就是加强伦理道德教育，积极构建伦理道德多层次、多角度、多面向的判断结构，以有形或无形的力量引导人工智能的发展以遵守人类基本伦理道德规范为前提，“以共同的价值观和道德观为基础，为全人类的利益服务”[22]。正如欧盟(EC)发布的人工智能开发使用伦理草案中提出的要“尊重基本权利，尊重法律法规、核心原则和价值观，以确保‘伦理目的’”[23]。培育尊崇伦理道德的人工智能教育学科文化是保证人工智能的发展与人类的发展同行同向的有效方式。

(三)守法度

除了伦理问题，人工智能发展引发的另外一个备受关注的问题，就是法律问题。未来，智能机器或者机器人将会成为众多行为的主体，这对现行法律体系带来了巨大的挑战。如果机器人违法，法律该如何惩罚？惩罚是否又具有意义？同时，人工智能的发展让违法犯罪变得更加容易，甚至难以防范，比如现在已经广泛应用的移动支付在大数据智能算法面前其安全性将变得异常脆弱，不法的人工智能可以通过分析购物软件、理财软件的使用频次、时长等，通过手机号码、生日等个人信息关联和比对，破解使用密码，甚至盗用指纹和面部识别信息，以达到自己的非法目的。大数据在人工智能时代稍有不慎就会成为违法犯罪的帮凶，面对未来种种不可预期、难以想象的法律问题，在人工智能教育中始终渗透倡导遵纪守法意识是最根本也是最重要的先手棋。人工智能教育肩负着培养人工智能研发、应用人才的重任，培育守法度的学科文化是正向影响人工智能从业者的直接有效途径。

(四)重人本

无论人工智能如何发展，必须以彰显人性、尊重人性、保障人的基本权利、维护人类根本尊严和利益为前提。随着人类对人工智能依赖性不断增强，人的学习、判断甚至生存等基本能力随之弱化，人的剥夺感、失落感、无价值感愈发强烈，人工智能一定程度上“弱化了人类社会主体地位，随着技术的深入和普及，人们的被剥夺感将愈发强烈”[24]。人工智能教育应以保护人之为人的最宝贵、最稀缺、最值得珍视的东西，守护人类不同于机器的存在意义为己任。培育重人本的学科文化，就是要在冰冷的机器时代，让人类的情感、想象力、创造力、价值感依然温暖地存在着，用具有人性温度的人文精神推动人工智能围绕人类自身创造价值。

五、结语

人工智能成为当今主要国家争夺新一轮科技革命制高点的重大战略，是国际竞争新的焦点，也是推动经济发展的新引擎。中国虽然是世界第二大经济体，但在人工智能教育整体水平上与发达国家还有一定差距。面对激烈的竞争态势，国家必须把握重大历史机遇，顶层设计、高瞻远瞩，以学科建设为引领，多措并举、齐抓共管，不断提升人工智能教育水平，不断增强对人工智能发展的支撑能力、推动能力、引领能力，为建设教育强国、经济强国奠定基础。

参考文献：

[1] 尹睿,黄甫全等.人工智能与学科教学深度融合创生智能课程[J].开放教育研究,2018,24(6):70-80.
[2] 臧红岩.“负责任创新”:人工智能教育之基[N].中国社会科学报,2019-06-06(05).
[3] 教育部关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html?from=groupmessage&isappinstalled=0,2018-04-03.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[4] 沃勒斯坦.王昺等译.知识的不确定性[M].济南:山东大学出版社,2006.
[5] 方文.社会心理学的演化:一种学科制度视角[J].中国社会科学,2001,(6):126-136.
[6] 费孝通.略谈中国的社会学[J].社会学研究,1994,(1):2-8.
[7] 金吾伦.跨学科研究引论[M].北京:中央编译出版社,1997.
[8] 庄茁,由小川等.打开学科围墙,拓展专业空间——迎接人工智能的挑战和机遇[J].中国高新科技,2019,(1):46-49.
[9] FREY,C.B.,OSBORNE,M.A.The Future of Employment:How Susceptible are Jobs to Computerisation?[J].Technological Forecasting and Social Change,2017,(114):254-280.
[10] CHUI,M.,MANYIKA.J.,et al.Four Fundamentals of Workplace Automation[J].McKinsey Quarterly,2015,(3):1-9.
[11] 梁森山,王阳等.寻味人工智能教育:祛魅之下的实践与思考[J].中国信息技术教育,2018,(2):4-11.
[12] 周志华.创办一流大学人工智能教育的思考[J].中国高等教育,2018,(9):52-53.
[13] 郑南宁.面对人工智能挑战 人才培养的下一步该如何走[J].中国大学教学,2019,(2):9-13.
[14] 伯顿·克拉克.王承绪等译.高等教育学新论[M].杭州:浙江教育出版社,2001.
[15] 何伟光,唐玉溪.一流本科教育:迈向人工智能时代的变革[J].中国电化教育,2019,(3):120-126.
[16] 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm,2017-07-20.
[17] 刘爱生.人工智能时代的高等教育变革——解读《不惧机器人:人工智能时代的高等教育》[J].现代大学教育,2019,(1):46-52.
[18] 伯顿·克拉克.王承绪等译.高等教育系统——学术组织的跨国研究[M].杭州:杭州大学出版社,1994.
[19] 刘小强.学科建设:元视角的考察——关于高等教育学学科建设的反思[M].广州:广东高等教育出版社,2011.
[20] 牟怡.传播的进化:人工智能将如何重塑人类的交流[M].北京:清华大学出版社,2017.
[21] 宋灵青,许林.人工智能教育应用的逻辑起点与边界——以知识学习为例[J].中国电化教育,2019,(6):14-20.
[22] 张慧,黄荣怀等.规划人工智能时代的教育:引领与跨越——解读国际人工智能与教育大会成果文件《北京共识》[J].现代远程教育研究,2019,31(3):3-11.
[23] 熊璋.人工智能教育:我们的责任与使命[N].中国教育报,2019-05-25(03).
[24] 毛子骏,黄膺旭.人工智能同经济社会发展融合中的潜在风险研判与应对研究[J].电子政务,2019,(3):18-26.

作者简介:

刘永:讲师,在读博士,研究方向为高等教育管理(zhuochengwd@126.com)。

胡钦晓:教授,博士,博士生导师,副校长,研究方向为高等教育原理、高等教育史(huqinxiao2006@163.com)。

On the Future Development of Artificial Intelligence Education: from the Perspective of Discipline Construction

Liu Yong, Hu Qinxiao

(Faculty of Education, Qufu Normal University, Qufu Shandong 273165)

Abstract: Artificial intelligence (AI) is a strategic technology that leads the future of the world and changes the global pattern. The rapid development of AI urgently needs AI education to keep pace with the times. The level of AI education determines the position of a country in the new round of scientific and technological revolution in the world. It is an urgent problem to construct the first-mover advantage of the development of AI by strengthening the education of AI in China. To examine the future development of AI education from the perspective of discipline construction has both theoretical value and practical significance. In view of the knowledge characteristics and development status of AI education, the practical path to promote the future development of AI education is putting forward from four aspects: planning discipline layout, perfecting discipline organizational system, building academic community and cultivating discipline culture.

Keywords: Artificial Intelligence Education; Discipline Layout; Discipline Organizational System; Academic Community; Discipline Culture

收稿日期:2019年11月13日
责任编辑:李雅瑄

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

教育人工智能:前沿进展与机遇挑战

刘 进 钟小琴 李学坪

【摘 要】人工智能作为新的技术驱动力正引发第四次工业革命,其技术转化和实践应用在科技和教育领域掀起了一场全新的改革浪潮。本文从人工智能技术角度出发,研究了当前人工智能在教育领域的技术和应用转移,从教、学、考、评、管五大应用场景梳理分析了目前教育人工智能的前沿进展,并对其发展趋势进行了预测。未来在教育领域,人工智能技术将促进教师角色改变,推动素质教育改革和教育研究走向科学;同时,人工智能技术本身的不完善及潜在的道德伦理问题也是不容忽视的挑战。

【关键词】人工智能 教育 AIEd 前沿 挑战

人工智能(Artificial Intelligence, AI)大举"进军"教育领域,全球正经历一场深刻的教育人工智能(Artificial Intelligence in Education, AIEd)革命。但与此同时,教育学科对AI的研究却严重滞后于AI知识发展与实践应用,教育学界对AI的最新进展关注不够,对AI在教育领域的理论创新与实践追踪不足,对AI与教育发展之间的深层联系剖析不深,以及对AI究竟将带来哪些教育变革、AI如何促进教育变革、AI与教育融合将带来哪些机遇和危机等关键问题都未做出明确回答,这为中国AIEd发展带来隐忧。本文尝试对全球AIEd的前沿进展展开梳理,对AIEd的最新理论与实践成果进行分析,对教育与AI的深层联系做出回答,为新时期中国面向AIEd革命抢抓历史机遇、规避可能问题提出发展建议。

一、从AI到AIEd:技术转移的基本态势

2016年AlphaGO战胜人类围棋冠军之后,全球范围内的Web+、云计算、神经网络、机器学习等AI基础技术不断进步,AI迅速进入高速发展的"第四阶段"。世界范围内的高校、科研机构、科技公司等争先恐后建立AI实验室,着力促进更深层次的AI研究,并迅速推进AI在教育、经济、金融、交通、安防等领域的应用。相比于前几次AI热潮,本轮AI技术革命已不再停留于概念和理论阶段,而是通过技术转化和实践应用,引起社会结构、经济布局和生产生活的根本性变革。[1]教育是本轮AI技术革命的中心,AI将极大改变中国教育发展道路,学界对此应保持清晰认知和高度重视。

(一)AI技术的教育迁移态势。

AI起源较早但此前却几经波折、发展缓慢。近年来由于深度学习等技术突破,AI得以再次崛起并成为本世纪初最重要的技术革命之一。[2]AI涉及计算机、神经网络、控制、自动化等多学科领域[3,4],不同学科对AI的理解不尽相同,相关概念尚未统一。客观而言,当前阶段不能过度夸大AI"智"的部分,而主要应将其理解为一种"能",并且仅限于在人工控制情况下能够代替人类完成某些工作的人工系统或机器能力。2006年,Hinton等人提出的深度学习技术是本轮AI跨越式发展的关键,2016年利用深度学习技术AlphaGo打败人类棋手正式开启了AI的新发展热潮。当前AI已成为衡量国家科技实力的制高点,各国出台了大量政策规划以应对AI时代到来并试图占领AI高地,比较重要的有美国的《国家AI研究发展战略规划》报告、日本的社会5.0"超智能社会"计划、英国的"现代工业战略"计划、欧盟和欧洲机器人协会的SPARC计划等。[5]企业层面的技术应用是本轮AI发展的特点之一,比如谷歌、IBM、百

收稿日期:2019-12-20

基金项目:国家自然科学基金面上项目"'一带一路'学术人才向中国流动的开放式'推—拉'模型——人工智能方法的应用"(71774015)

作者简介:刘进,北京理工大学人文与社会科学学院副研究员,北京理工大学国际争端预防和解决研究院研究员,博士;钟小琴,北京理工大学人文与社会科学学院2019级硕士研究生;李学坪,京东方科技集团有限公司大数据研究员。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

度等公司的 AI 产品已经应用到了人脸识别、搜索引擎、无人驾驶等多个技术领域，未来 AI 发展将有望在教育、经济、政治、法律等非传统 AI 技术领域取得更大突破。中国在 AI 领域起步较晚但发展势头迅猛，改革开放后中国 AI 研究逐渐起步并在专家系统、遗传算法、自然语言理解（汉语）等领域积累形成一定成果（如吴文俊在几何机械证明领域提出了数学机械化理论）。中国是本轮 AI 技术革命的核心参与国，尤其在 AI 技术应用实践方面独占鳌头，企业也是中国本轮 AI 发展的核心机构，相关实践应用案例很多，比如腾讯机器人记者 Dreamwriter 开始撰写新闻稿替代人类文字编辑工作，蚂蚁金服打造智能客服机器人来实现惠及大众的金融服务，商汤科技成功开发了人体模式识别技术等。2016 年中国政府出台了《“Web＋”人工智能三年行动实施方案》及《机器人产业发展规划纲要（2016 年—2020 年）》等关键政策，标志着 AI 将作为最重要的未来技术推动“中国制造 2025”的实施和实现。2018 年 AI 首次被写入中国政府工作建议、第二次被写进政府工作报告，中国开始明确提出“产业级的 AI 应用”，这标志着中国 AI 发展已从研究阶段逐步跃升到研究与产业应用并重阶段。

从 AI 技术发展的基本趋势来看，教育是受 AI 冲击最大的行业[6]，也是 AI 进入最早、进入最深也最有可为的领域之一；这一方面源于 AI 深度学习等技术原理的良好技术迁移能力，向教育等经济社会发展的关键领域进行技术迁移是本轮 AI 发展的关键特征。当前 AI 在教育领域的技术转移才刚刚开始但已经展现出巨大潜力，且 AI 向教育领域的技术转移速度正显著加快，AI 各传统母学科与教育学科的创新边界正在被打破，教育有望从 AI 的技术应用领域变为 AI 的原始技术创新领域，教育在 AI 技术创新活动中的主体地位正得到加强，正在形成更大规模的 AIEd 技术创新大潮。这另一方面也源于各国对 AIEd 发展的政策布局，各国 AI 发展竞赛正从单纯的技术研发、实践应用开始转向以政策布局等“软实力”竞争，各国已有 AI 政策布局大都包含教育要素，教育已逐渐走向本轮 AI 技术创新的全球中心。

（二）AI 应用的教育迁移态势。

教育是一个包含数亿人口、涉及亿万家庭的关键民生领域。AI 在教育领域的微小进步，都可能极大改变教育生态、极大提高教育效率、极大影响教育结果乃至有效干预教育公平。AI 是一个多学科交叉前沿科学，主要涉及专家系统、模式判断、自动定理证明、智能数据库系统、自然语言处理、人工神经网络等研究范畴[7]；本轮 AI 技术革命更重要的意义在于其高度应用属性，AI 从理论走向实践、从实验走向产业，这将真正改变人类生活和行为方式。举例来看，在交通行业，AI 正围绕无人驾驶和城市智慧交通集中发力，Waymo 和特斯拉等公司集合了环境感知、标识识别、行为决策、神经网络模糊控制等 AI 关键技术，所形成的无人驾驶技术将可能彻底改变人类出行方式，英伟达 Metropolis 平台和杭州阿里云城市大脑等公司利用实时智能视频分析技术来管理交通、分析路况、监管道路维修，将大幅提高城市运行效率。在金融行业，AI 正逐步代替以往人工操作的服务方式，实现了服务客户、协助决策、风险防控、监督管理等过程的智能化。蚂蚁金服等公司已通过 AI 对贷款、保险、客服、征信等业务进行了创新改革，支付宝利用 OCR 技术改造的证件审核系统将校验时间缩短至 1 秒并提升了 30％的通过率，智能机器人已经包揽了 95％的远程客服和在线客服工作量。[8]在医疗行业，AI 围绕智能诊疗、医疗机器人、智能影像识别、智能药物研发和智能健康管理等已取得突破性进展，IBM Watson 等机器人已经可以自动阅读医学专著、论文和临床报告等并给出诊疗方案，IBM 研发的达·芬奇临床手术机器人已在全球装配 3000 多台并完成 300 万例手术[9]；科大讯飞研发的医学影像辅助诊断系统以高达 92.3％的平均召回率刷新记录，可有效用于肺结节和乳腺钼靶的影像筛查[10]；Atomwise 公司使用深度学习算法筛选出 820 万种药物研发的候选化合物并在很短时间内就找到了可能对埃博拉病毒有抑制效果的两种候选药物；Next IT 公司开发的慢性病患者虚拟助理 APP 已经可以有效用于评估病情并提供个性化健康方案[11]；Cognoa 公司研发的儿童自闭症 AI 诊断系统可较好用于自闭症检测。[12]

从 AI 应用原理和应用范围来看，与传统创新显著不同之处在于，AI 应用具有高度迁移能力。比如上述非教育领域的 AI 应用成果在经过适当改造后也可能迅速进入教育领域，这也将为 AIEd 发展带来无限机遇。举例来说，上述有关 IBM Watson 机器人的自动文献搜寻和撰写技

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

术,完全可以用于教育领域的文献查阅、文献分析乃至文献综述自动撰写、学术论文自动撰写等领域,这将可能极大提升人类学习和科研效率。上述有关 AI 在医疗领域的个性化解决方案,也完全可以迁移到学生的个性化学习教育。进入 AI 时代,教育应进一步解放思想,密切追踪各类 AI 发展的前沿技术和应用创新,通过制度设计,系统遴选并论证各类技术与应用向教育领域迁移与转化的可能性与具体路径,为 AIEd 发展提供多元渠道。

(三) AI 在教育领域的直接应用态势。

本轮 AI 发展涉及到的深度学习等核心技术,将有可能从本源上回答"人类是如何学习的"等教育学基本问题,在教育领域形成大量的 AI 应用场景,极大推动 AIEd 发展。正如斯坦福大学 Byronson 教授在 2017 年美国教育科技峰会上所指出的,"科学技术在打破时域空域限制的同时,还可以更好地融合人的教育体验和情感思想,从而真正触及教育的根本"[13],AI 正使得人类教育活动发生本质改变。

如果从广义的 AI 与人类教育和知识生产的关系角度来看,当前全球范围内,AI 在教育领域的大量研究和应用所催发形成的 AIEd 概念[14],其核心在于两方面:一是通过 AI 在教育领域的高效率、多功能性和个性化的应用,促进自适应学习环境的发展;二是通过准确的计算、明晰的体现形式,有效表达人文社会科学中无法量化的知识,让 AI 成为重要的技术手段以破解"学习黑匣子"。[15]如果从狭义的 AI 和教育技术发展的视角来看,大致可以把中国的教育信息化发展分为三个阶段:前两个阶段分别是"手段创新阶段"和"平台创新阶段",而在 AI 时代,中国教育即将进入第三个阶段,即"超越现实阶段"[16],将通过 AI、数据挖掘分析、模拟仿真、3D 打印、脑机接口等技术的应用,实现模拟实验教育、情景交际、探究学习、个性化教学等,对教育目标、方式等产生根本影响[17],其中 AI 被认为是最有潜力和影响力的教育信息化技术。

《地平线报告》(NMC Horizon Report)是全球信息技术与教育融合发展的风向标,2018 年 NMC 地平线报告(高等教育版本)指出了推动高等教育变革的关键趋势、重大挑战以及高等教育技术的重要发展。[18]可以发现,教育领域的信息化发展正迅速从移动学习过渡到 AI 阶段,未来

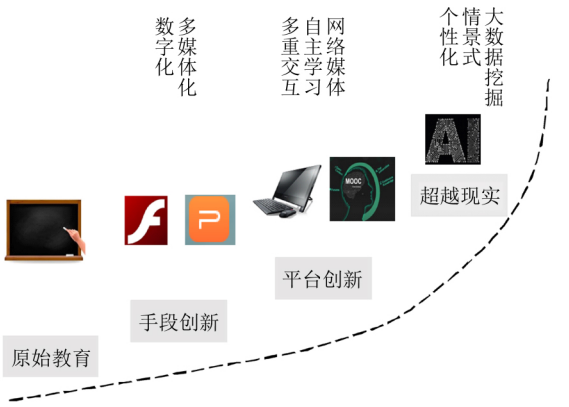


图 1 教育信息化发展阶段

4-5 年将会通过 AI 与混合现实技术的结合,实现对所有教育阶段的全方位影响;可以认为,AIEd 是未来推动教育信息化改革的关键力量。

表 1 NMC 地平线报告:2018 年高等教育版

	报告主题	报告内容
加快采用高等教育技术的关键趋势	长期(5 年及以上)	推进创新文化、跨机构与跨部门合作
	中期(3~5 年)	开放教育资源、新形式跨学科研究
	短期(1~2 年)	重视学习测量、重构学习空间
阻碍高等教育技术应用的重大挑战	可应对的挑战	真正的学习体验、提高数字素养
	有难度的挑战	组织设计适应未来工作、推进数字公平
	严峻的挑战	经济政治压力、重新思考教育者角色
高等教育技术的重大发展	上线时间(1 年以内)	分析技术、创客空间
	上线时间(2~3 年)	AI、自适应学习技术
	上线时间(4~5 年)	混合现实、机器人

二、教育人工智能的研究与应用前沿举例

当前 AIEd 已实现了多领域的研究与应用突破,对这些细分领域进行深入研究,有望追踪 AIEd 研究前沿,预判 AIEd 发展态势,分析 AIEd 研究和应用的基本原理,更深入考察 AI 在教育领域的各类创新方向和创新应用,从而更准确把握本轮 AIEd 的基本规律,为 AIEd 相关制度安排与政策设计提供有效参考。AIEd 与整个 AI 发展紧密联系,涉及方向较多且不同方向研究和应用进度不一。为更深入分析 AIEd 的应用现状并预测其未来的发展趋势,本研究从教、学、考、评、管五个应用场景对 AIEd 的应用发展进行系统研究。

AIEd 覆盖教、学、考、评、管全流程,针对教学机构、教师、学生等不同主体构建不同的教育 AI 场景,广泛应用于各个学龄段以及职业教育、在线教育等各类细分领域,比较典型的是课堂教学辅助、拍照搜题、走班排课、智能化批改、在线自动测评系统、教育机器人等。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

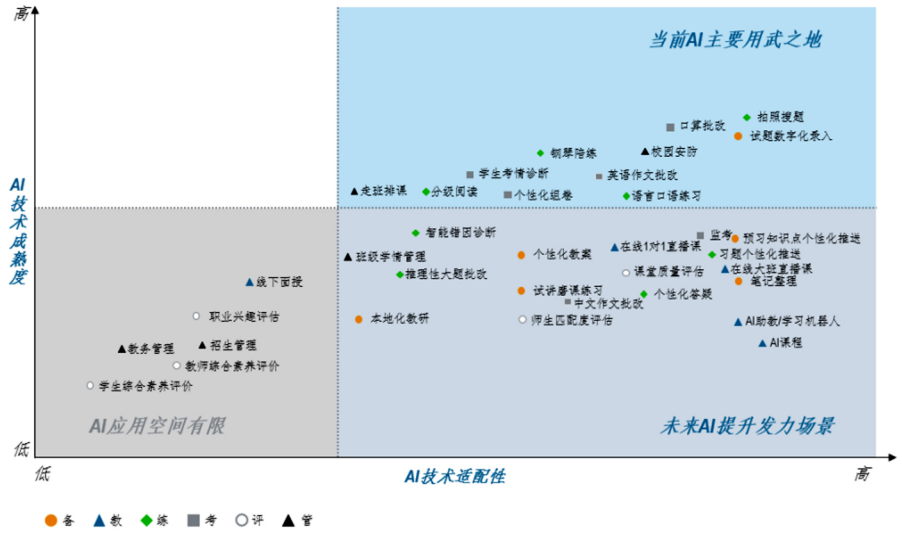


图 2　教育 AI 场景散点图

来源:《智能教育创新应用发展报告》

（一）教。

1. 课堂教学辅助。

针对课堂教学现存问题[19]，基于人脸识别、语音识别、动作识别、情绪识别、眼球识别等技术构建的监课系统采用“真人教师＋AI 助手”的课堂辅助系统，可以做到课程全覆盖，既能对学生的考勤、课堂表现及专注度进行监测分析，也能对教师的教学质量进行智能评估，即时生成课堂评估报告并快速反馈，教师可实时调整授课内容和方式，保证了高质量、全交互的在线课堂体验，从而形成了课上有行为、行为有识别、识别有产出的完整监课闭环。例如，以英国 Century Tech 公司、好未来的 GodEye 为代表的监课系统从学生课堂行为出发，通过捕捉多维度的课堂数据评估学生的专注度和接受度，精准定位学生课堂异常学习状态，并为每位学生生成详尽的个性化课堂报告，助力教师掌握学生现阶段学习状态，大量节省了教师学情评价的时间；接入教学系统后的 GodEye 已将原来不足 10％的课堂教学评估覆盖率提升至 100％，质检效率提升 50 倍。[20]针对教师授课情况，学而思网校“AI 老师监课系统”深度融合语音识别和表情识别两大技术，从课堂表现的“亲和力”“清晰度”“流畅度”“互动”“重点”等几个维度，对教师授课情况进行实时数据化、可视化评估，教师可根据评分实时调整授课内容和方式，保证了教学质量。[21]AI 监课系统在课堂教学中得到了大量运用。杭州第十一中学上线“慧眼”，通过“刷脸”完成走班选课模式的考勤，通过“阅读”学生的动作表情分析学生上课状态，监督课堂教学；重庆二十九中启用 AI 分析评估系统 Faceminded，进行课堂实时表情分析，精确判断学生学习理解程度。

此外，AI 技术还使课堂个性化教育成为可能。2018 年好未来推出的行业首创 AI 课堂解决方案 WISEROOM 对“学”和“习”进行拆分，课上由“优质 AI 教师”教学，课后由真人教师辅导，保证了对学生的精细化辅导和个性化关怀。[22]

2. 智能虚拟现实的仿真教学环境。

AI 技术与大数据、云计算、虚拟现实（VR）、增强现实等技术有着天然联系。AI 技术的发展使 VR 变得更加“智能”，不仅可以模拟还原真实世界的某些情境，建设智能虚拟现实的仿真教学环境，还能够极大地提高虚拟世界的效果以及用户的交互体验，持续为学习者提供支持和辅导，更自然地对用户行为进行反馈，帮助学习者克服困难，从而大幅提高学习成效，实现了学校实体和虚拟学习空间的更深度融合，使教学将更加具有沉浸感、交互性、构想性和智能化。例如学而思网校将 VR、AR 技术引入教学场景，应用于物理化学教学中不便于操作的危险实验或真实环境中不可操作的实验；此外虚拟教学助手还可以扮演教师、辅导员、同学等虚拟人物，基于特定的教学模型，“他们”可根据教学状况提出恰当的问题，与学生一起协作完成学习任务。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(二)学。

1. 个性化智能教学系统。

智能教学系统(Intelligent Teaching System,ITS)是 AI 在教育领域研究最早和应用最广泛的技术方向之一。基于 OCR 识别、自然语言处理、数据挖掘等技术,ITS 在整个学习过程中能够提供智能推荐服务,学情分析服务,错因诊断以及决策支持服务。举例来说,当前在国际上影响较大的 ITS 是由孟菲斯大学 AI 研究所历经十五年研究开发的 AutoTutor 系统,它通过自然语言与学生对话进而帮助他们学习物理和计算机知识,此外还可通过识别面部表情和身体姿势自动跟踪学习者的认知和情绪,并以自适应方式对认知失衡和认知混乱进行干预以促进深度学习。该团队结合当下最前沿的 AI 成果对 AutoTutor 系统进行补充研发和更新,已经衍生出十余种智能教学系统如 AutoMentor,DeepTutor,Guru,MetaTutor,ARIES,SKOPE-IT 等。[23]目前 ITS 与元认知技能训练、情感探测、眼动指标、3D 模拟等结合,已被广泛运用于物理、生物、医学、批判性思维、阅读、写作、书法等领域。[24]自适应学习系统是从智能教学系统发展而来的,是 AI 在教育领域中的新应用[25];自适应学习系统能够应对用户不断变化的学习和知识状态,实时互动寻找最优方案。该系统在学生实时交互大数据的基础上构建学习模型,进行学习分析、推荐学习资源、采取相应教学策略,从而使学生达到个性化学习的目的。国外自适应学习起步早,应用广,涵盖了包括早幼教、K12、高等教育及职业教育领域,如 kidaptive,AdaptedMind、I-Ready、area9、LINGVIST,Knewton 等(图 3)。举例而言,Knewton 在全球的教育、语言培训及企业培训得到了广泛的运用,其主要的运行流程是在 Knewton 平台基础上嵌套机构和学校的学习系统,将自己的课程材料以 Knewton 的体系数字化,通过科学采集教学数据,精准识别每个学生的薄弱知识点,通过评估学生对材料的掌握程度,动态推荐合适的学习路径和内容,以满足学生个性化的学习需求,并预测未来的学习程度,保障高效的学习效果。[26]国内自适应产品代表有专注于 K12 领域智能个性化辅导的松鼠 AI,在线 1 对 1 深耕初高中数学的学吧课堂,积累庞大语音数据库的英语流利说,留学考试辅导机构智课网等。伴随着 AI 程度的加深,接下来将是 AI 助力自适应教育的黄金十年。

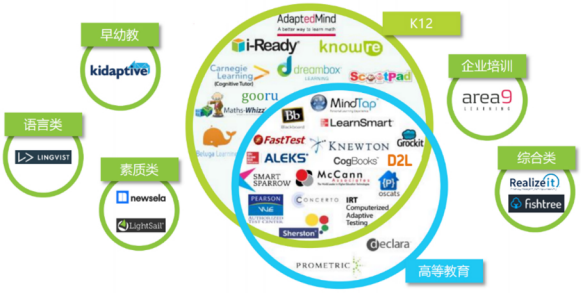


图 3 国外主要自适应产品

来源:艾瑞咨询研究院

2. 拍照搜题。

基于图像识别、自然语言处理、数据挖掘等技术,以作业帮、小猿搜题、作业精灵为代表的 AIEd 产品支持学生拍照搜题,在海量题库中快速检索对应解析方法及详细的解析过程,同时还通过精细化的知识图谱和标签快速识别出学生的薄弱知识点,为学生提供及时有效的个性化指导。截止 2018 年底,基于 1.8 亿题库数量的作业帮已覆盖全国各省市区,累计激活用户 4 亿以上,月活跃用户超 1.2 亿,平均每年为用户提供累计超过 350 亿次作业辅导和知识讲解,超过 5 亿次"举一反三"练习,答疑讲解超过 100 万小时。[27]

(三)考。

2018 年 9 月的注册会计师综合阶段考试中,教育机器人被首次应用于考场监考[28],美国高考(ACT)也在全球首次机考中部署应用了智能化考试监考机器人。由知名考试机构全美在线(ATA)投入使用的智能监考机器人将 AI 技术和大数据技术引入考试、考场、考生管理和舞弊监督,基于计算机视觉感知技术可对数以万计的考场视频中的考生动作进行分析,借助大数据比对抓取疑似作弊行为,从而建设智能考场的 AI 感知分析体系,全面提升了监考效率与考试的公平性。[29]

教育机器人除了应用于监考外,还广泛应用于其他场域,按照应用场景和服务对象可分为十二类教育机器人:安全教育机器人、智能玩具、儿童娱乐教育同伴、家庭智能助力、STEAM 教具、课堂机器人助教、机器人教师、远端控制机器人、特殊教育机器人、工业制造培训机器人、手术医疗培训和复健看护。其中家庭生活领域和学校场域中使用较多且前者应用需求明显高于后者[30];从适用对象来看,面向学生的需求高于面向其他群体的需求。随着 STEM 教育理念的推广和 AI 技

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

术的发展，具有多学科性质的教育机器人顺应潮流产生并广泛应用于 K12 阶段课内外教学和各类科技创新活动中。目前面向 K12 阶段的教育机器人主要为 STEM 教育提供辅助教学的服务，可分为模块、类人、飞行、移动四个系列。教育机器人的最新进展显示，外观、听觉能力、视觉能力、认人能力、口说能力、情感共鸣与情绪以及人机互动是目前主要的七个研究方向。[31]

近几年，伴随着国家战略和家庭对教育重视程度的上升，教育机器人的市场呈现出迅猛的发展势头。2018 年全球教育机器人市场规模约为 9.55 亿美元，较上年同比增长 16.61%，其中中国教育机器人市场规模约为 7.5 亿元，约占全球市场的 10%-12%，较上年增长 29.53%[32]；《2019 全球教育机器人发展白皮书》显示，预计 2023 年教育机器人的市场规模将达 841 亿美元。[33]

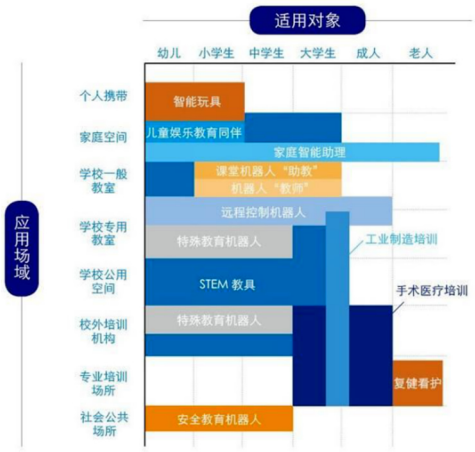


图 4　十二类教育机器人产品的运用情况

来源：《2019 全球教育机器人发展白皮书》

除了监考以外，AIEd 还在出卷、阅卷以及考情分析等领域大有作为。基于数据挖掘等 AI 技术，AIEd 可对题库中已被结构化的数据进行分析、组合，为教师提供满足不同班级学情的考试题目，提升出卷效率。AI 技术还可帮助教师实现客观题及部分主观题自动批改与赋分，通过海量数据对比还可自动筛选疑似雷同答卷，大幅提升阅卷效率及公平性。

（四）评。

1. 智能程序测评研究。

经过数十年的发展，程序在线测评系统可从语法、结构、功能、整体复杂度四个角度对程序作业进行关键字分析、编程风格分析、错误侦测及剽窃侦测。目前程序测评系统基本都嵌套在编程教学软件中，用于课堂教学、线上作业提交与批改、在线考试等。

本文列举了近年来较重要的编程测试系统（表 2）。举例来说，作为全球范围内研发智能化动态操作试题系统和提供智能考试方案的先驱，全美在线开发的 e-Testing 系统早在 2002 年就用于本科院校和职业院校的 IT 人才培养；2016 年苹果推出了基于 ipad 的编程训练平台 Swift Playgrounds，使用苹果的 Swift 程序语言对初学者进行编程教学；印度在线测试平台 HackerRank 可支持多种程序语言对专业 IT 技能人才进行编程能力评估；猿圈（Oxcoder）测评是 2014 年创立的一款采用 SAAS 模式的在线程序员能力测试系统；2017 年高校邦发布国内首款集教、学、练、测、评于一体的实境编程教学产品，填补了高校编程教学中编程实践缺失、编程能力难评价的空白。[34]

从发展趋势来看，随着 STEM 教育理念的发展，针对少儿编程的广阔市场呈现井喷式的增长，各大科技公司开始将游戏融入编程测评系统，如美国青少年编程教育产品 CodeCombat、Scratch、Tynker 和 CodeMonkey，将教学过程设置为游戏关卡，以难度递增的游戏情景指导使用者渐入式学习。

中国的"傲梦""编玩边学""编程猫"等一系列编程平台也借鉴了美国的游戏化方式。

2. 智能口语测评研究。

语音识别、声纹识别、语音合成及自然语言处理等 AI 技术的发展，尤其是深度学习方法在这一领域的突破，促使无文本语音评测具有实现使用的可能，在口语考试和语言训练版块得到了全面的应用。口语测评系统是在情景对话模式的基础上，覆盖口语学习、训练、测试等多种场景，实现一体化智能语音评分。举例来看，在英语口语测评方面，2016 年爱赛达课与中欧和谐联合发布了 PTE 在线学习、测评与教学管理系统——"PTE 测评学习工具"，实现了教学和测评过程的数据化[35]；日本 EduLab 公司与英检协会共同研发的在线英语交流能力测试系统 CASEC（Computerized Assessment System for English Communication）能够根据测试者的表现动态调整题目难度，并在考试后迅速反馈结果，被京都大学、关西大学、乐天、花王等高校和企业引进使用[36]；2015 年

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2　　近年部分自动程序评测产品表

应用产品	发布时间	创办人/公司	功能概述
HackerRank	2013	Vivek Ravisankar	支持多种语言、面向专业 IT 技能人才编程能力评估的在线测试平台
猿圈(Oxcoder)测评	2014	北京猿圈科技有限责任公司	采用 SAAS 模式的在线程序员能力测试系统
Swift Playgrounds	2016	Apple. Inc	用于苹果自主使用的 Swift 程序语言面向初学者的编程教学
PTA|程序设计类实验辅助教学平台	2016	杭州百腾教育科技有限公司	针对社会对 IT 人才的需求,通过专业化的平台和标准化的评测为高校和企业提供计算机专业能力培养、人力资源评价和推荐服务
高校邦	2017	慧科集团	用于高校实境编程教学,在考虑学习者个性化学习的同时提高编程教学的时间域上效率和空间域上的受众最大化
Scratch	2008	MIT	支持少儿图形化、代码和算法编程教育;AI 双师教学,满足线上线下师生协同操作教学;具有个性化教、互动性强、反馈及时等优点;课程设计游戏化,“编程+学科”及“编程+兴趣”创造学习场景,激发孩子想象力与创造力
Tynker	2012	Tynker. Inc	
CodeCombat	2012	CodeCombat. Inc	
CodeMonkey	2013	Yishai B Pinchover	
傲梦	2014	上海傲梦网络科技有限公司	
编程猫	2015	深圳点猫科技公司	
编玩边学	2016	深圳市编玩边学教育科技有限公司	
北京极客晨星科技发展有限公司	2016	北京极客晨星科技发展有限公司	
VIPJr	2017	iTutorGroup	
西瓜创客	2017	杭州弦音信息科技有限公司	
VIPCODE	2017	VIPCODE 科技公司	
Bmcode	2017	北京启迪开智教育科技有限公司	
核桃编程	2017	北京聪明核桃教育科技有限公司	
小码王在线	2018	杭州小码教育科技有限公司	
WeCode	2018	北京科达思教育科技有限公司	
妙小程	2018	上海耕子教育科技有限公司	

外研社与科大讯飞合作推出针对高校外语教学的 FIF 测试系统,这一系统集成语音技术、机器翻译等技术,支持在线全程信息管理和智能化评阅[37];2016 年美国 Blue Canoe 公司推出了在线学习平台和移动终端 Blue Canoe Learning,为非英语母语学习者提供发音纠正和商务口语培训。在汉语口语测评方面,以驰声语音评测技术为代表的中文口语评测技术不仅支持中文发音练习,还能进行标准声、韵、调的发音纠错训练,已广泛用于国际汉语口语教学测试,并于 2019 年应用于青少年古诗词朗读背诵辅导。大批汉语学习平台也不断涌现,如北京易言科技有限公司的 ChineseSkill;2017 年沪江实时教育互动平台 CCtalk 还承办了 Mario 教育的国际汉语教师资格认证考试 IMCPI 和汉语培训模块。本文列举了近年来影响较大应用较广泛的一些自动口语评测产品(表 3),基本功能都是听说练习和评价测试,但在形式上有游戏化、语音交流、影视剧配音、图像标记等多种模式。

表 3　近年来部分自动英语口语评测产品表

应用产品	发布时间	创办人/公司	功能概述
Busuu	2008	Busuu Online S. L.	通过移动和在线平台,开发创新的技术方法来改善人们学习语言的方式
Babbel	2009	Lesson Nine Gmbh	基于学习者已有的知识设计新的语法和词汇学习内容,训练学习者的大脑高效学习模式
Anki	2010	Anki. Inc	支持图像、音频、视频和科学标记;包含语言学习测试功能
Quizlet	2011	Andrew Sutherland	用于创建和归类在线记忆卡,还可帮助学习者掌握重视地理、解剖和建筑等视觉效果的学科
英语魔方秀	2013	魔方天空科技(北京)有限公司	通过英语短视频配音实现口语训练测试的目的,纠正发音、断句等
Hello Talk	2014	深圳市天创科技有限公司	采用即时通讯工具的形式,主要以 language exchange 为主,机器辅助翻译
英语流利说	2014	海流利说信息技术公司	采用闯关游戏和学习者互动的形式完成口语的学习和训练
Memrise	2015	Memrise. Inc	可进行口语、单词、流行文化等的学习
扇贝口语	2016	扇贝网	主要有跟读模仿、听音复述、智能打分、精彩解析等几个功能供学习者提高口语水平

3. 智能作业评测研究。

基于统计技术、光学字符识别技术、潜在语义分析技术、自然语言处理等技术的作业自动评阅系统不仅可以评判语言的表层特征,还能够评判其内容质量和篇章结构质量;越来越多的自动评阅系统被应用到日常教学和大型考试中,帮助教师高效批改中英作文、客观题、简答题、口算等题目,在提高评阅效率的同时也提供了个性化的学习能力诊断报告。[38]其中,英语写作自动评价在线写作训练平台应用最广泛,国际上以 PEG、E-

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

rater、Writing Roadmap、My Access !、Criterion、Holt Online Essay Soring、IEA 等系统为代表[39]，国内以新东方作文批改网、冰果英语作文智能评阅系统、句酷批改网等为代表，东方讯飞教育科技有限公司的 RealSkill 还支持作文拍照上传批阅。在汉语作文批改方面，2016 年，中国语言智能研究中心发布了面向中小学生、海外华裔、二语学习者三类群体的中文作文智能评测系统及汉语写作教学综合智能训练系统，借助语言大数据可对作文自动评级、打分、纠错；目前中文评测系统还支持涉黄涉暴内容检测。[40]表 4 总结了近年来比较有代表性的作业智能批改系统，其中 NoRedInk、WriteLab、Quill、句酷等可用于家庭作业的布置与批改并生成学习报告以供解读学习者情况；少数自动测试系统如 Grammarly、TurnItIn 等还可用于检查是否剽窃。

（五）管。

1. 课堂管理：选课排课。

新高考改革实行的选科选考制度使走班教学模式成为大势所趋，6 选 3 的选考科目政策导致多种选课组合，原来的“一班一课表”变成“一人一课表”，学校管理困难、资源匮乏、教学模式和教学评价调整难度大等需求痛点成为走班教学模式亟待解决的问题。以 101 教育为代表的智慧课堂走班排课系统将师生管理、课程、教学、场景、技术、经验深度融合，定制学生专属个性化课表，打通了包括排课、课表优化、冲突调整、发布课程的完整闭环，高效解决了分班问题[41]；此外通过脑 AT 技术测试、数据挖掘等方式还可分析学生的学力、性格、兴趣和职业倾向，从而进行生涯规划指导，科学选科，探索与专业选择衔接更加紧密的大学先修课程内容及实施策略，智能化提升学生对知识的统筹与应用能力。[42]

2. 校园管理：智慧校园。

AIEd 将实现校园场景和校园主体全覆盖，将极大地提高教育管理的效率和科学性。[43]以商

表 4　近年来部分自动作文评测产品表

AEE 系统	发布时间	创办人/公司	面向对象	功能概述
Grammarly	2009	Grammarly. Inc	网络用户	安装 Add-on 在浏览器上，自动帮助核对文法、标点符号、语句结构、检测是否抄袭以及改善词汇选择等
TurnItIn	2010	iParadigms LLC. Inc	教育机构	主要帮助教师检查抄袭问题，可加标注
NoRedInk	2013	Jeff Scheur	学生/教师/家长	加入游戏元素提升学生兴趣，即时反馈、重复练习、个人化学习内容设计
OpenEssayist	2013	英国开放大学	学生	对文字进行文义摘要和形成性评量，对论文结构、关键字词进行分析总结并形成可视化图表反馈
WriteLab	2013	WriteLab. Inc	学生/教师	从字词的选择、重点、结构、清晰度、连贯性和基调等几个角度分析文章存在的问题，并提供修改意见
WriterKEY	2013	Keys2Engage. Inc	学生/教师	面向师生两大群体，有注册权限限制；用于改善英文写作授课、学习和批改过程
Quill	2014	Peter Gault	学生/教师	协助教师的英文写作教学，即时反馈并给出动态建议，系统自动批改后会显示学习历程供学生和教师参考
Linggle	2008	台湾国立清华大学	网络用户	创新搜索引擎，加注词性，侦测写作错误
新东方作文批改网	2009	新东方教育科技集团	网络用户	点击式作文批改工具；可进行交流互动，给出反馈报告；也可用 Voice Grading 进行音频批改
冰果英语作文智能评阅系统	2011	浙江大学外国语言文化与国际交流学院	学生/教师	从词汇、语法、文风和内容对英语作文进行批阅
句酷批改网	2012	北京词网科技有限公司	学生/教师	针对英语作文中的拼写、语法、搭配错误给出修改建议，生成学期/学年报告；抄袭检测
极致批改网	2013	北京创新伙伴教育科技有限公司	网络用户	为个人用户提供各类英语写作和口语批改服务；为高等院校提供英语写作与口语批改平台的内容研发、产品设计与技术开发服务；为机构及企事业单位提供英文文书润色外包服务
i-Write	2014	外语教学与研究出版社	学生/教师	从语言、内容、篇章、结构和技术规范对大学生英语进行自动评阅
英语作文智能批改	2016	猿辅导	网络用户	支持拍照上传，通过手写体识别生成作文文档并进行简单的语法错别字、语句批改
RealSkill	2017	东方讯飞教育科技有限公司	网络用户	满足网页、App 及拍照上传等终端作文写作；支持针对托福、雅思等出国留学考试的智能写作批改和口语评测
IN 课堂	2017	中国语言智能研究中心	网络用户	为中英文作文打分、评级、纠错，并提供范例指导
希沃智能助教	2017	广州视睿电子科技有限公司	网络用户	多题型智能阅卷、多维度智能分析，全面快速总结，课后讲解、查漏补缺

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

汤科技为代表的企业通过 AI 教材、教师培训、AI 实验室和机器人以及 AI 交流展示平台,解决了“如何教”“谁来教”“如何学”“如何评价”等问题,形成了较为完善的 AI 教育产业链,涵盖了教师教学、学生学习与评测、内容管控等不同教育场景,搭建了全学龄段的 AI 实践平台。此外,伴随着人脸识别、物联网等技术逐步进入校园,以腾讯、思科为代表的智慧校园解决方案面向学生、教师等多个主体实现了身份认证、信息采集、课堂考勤、校园安全、后勤服务的一体化管理,涵盖管理、办公、学习、生活等多方面,覆盖教务处、学生处、保卫处、医务室等多部门,智慧校园解决方案通过构建智能感知校园环境,实现了多场景数据的互通;在为师生提供极大便利的同时,也满足了校园常态化管理需求。

三、教育人工智能未来发展的主要趋势与挑战

当前,深化 AIEd 的应用是顺应时代科技发展和迎合未来人才需求的必然趋势。AI 协助教育可实现一对一个性化教学、合理利用教学资源、自动化测评以及对学生综合素质的多元化培养,使教育从本质上、形式上、结果上发生巨大变革。未来 AIEd 将遇到重重挑战还是会顺应趋势继续影响教育,值得我们进一步思考和探索。

(一)发展趋势。

1. 将促进教师角色转变以适应新的教学环境。

未来,教师的角色会因 AIEd 的应用发生巨大转变。首先,信息获得途径的扁平化使得教师不再拥有知识信息上的优势,教师成为教学活动的引领人而非权力中心、教学内容的设计师而非传播者,教师和学生同处于知识学习平台使得自上而下的教育模式不再适用;其次,从繁重的作业评阅、考试判别等简单重复活动中解放的教师,需要更多专注于学生个性化的教案设计和全面发展的策略研究。故随着教育适应时代发展,教育培养目标和学习范式发生改变,教师需要紧跟潮流适应全新的教学环境,从而更好地发挥作为重要教育主体的作用。

2. 将加快 AI 落地素质教育,促进培养闭环的完成。

新高考背景下学校管理亟待变革,作为教育改革的重要内容之一,素质教育迫切需要新一代综合素质评价系统实现从指标构建、评价方式、采集方案、诚信体系到结果公示的全业务流程覆盖。通过科学整合应用现代教学理论和 AI 技术,未来 AIEd 将突破为应试教育服务的桎梏,成为素质教育普惠化、智能化的有力推手。构建与学校常态化教育教学活动结合的数据采集方案,通过科学有效的内容监管和诚信体系完整记录学生成长数据,开展过程性评价和终结性评价;引进学生、家长、学校、第三方等多元评价主体,并能够基于国家和区域标准提供评价结果的智能试算[44],形成及时反馈与有效干预的闭环体系,辅助教育主管部门科学决策,从而实现对学生探索能力、分析能力、学习能力的综合培养,科学、公平地开展学生综合素质评价,指导与促进学生综合素质的全面提升与发展。

3. 将促进教育研究方法变革,推动教育研究走向科学。

AI 技术革命的到来将可能成为教育学科研究方法变革的“分水岭”,教育学科有望通过面向 AI 的研究方法实现“自我救赎”,通过方法论重构、研究技术和工具创新,摆脱当前的学科危机和方法危机,实现教育研究方法的颠覆性创新,最终实现教育学科重构,推动教育研究走向科学。大数据研究是教育科学研究的关键方法,经过十余年的教育信息化发展,中国各级各类教育拥有采集数据的各类终端技术系统,已积累了包括师生教学行为等海量教育大数据资源,这些数据时间跨度长、维度多、体量大。[45]教育学研究具有大数据采集和分析的天然优势,如能加深与新东方、科大讯飞这样的教育机构和科技公司的战略合作,促进数据与技术的结合,则将可能形成系列化的科学研究结论[46],并直接将大数据研究结果迅速运用到教育活动当中。在此基础上,以机器学习为代表的 AI 方法具有大数据、强运算、擅长追踪和可重复等特点,具有自主学习能力,能够形成具有自我更新功能的大数据库,进而发展出更好的教学战略。

(二)关键挑战。

1. AI 技术本身不够成熟。

AI 本身存在的问题和争议在给 AIEd 提供机遇的同时也带来了一系列挑战。受技术成熟度的限制,基于同理心、情绪以及长期互动的技术研究还处于相对初级的阶段;在产品服务对象方面,很多 AI 技术只是应用在儿童教育领域;同时,AIEd 在很多场域的应用大多还处于概念性阶

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

段，市场应用多样性潜力还有待挖掘。

2. AI 潜在的道德伦理问题缺乏法律制度规范。

现阶段 AI 正朝着能够真正地推理和解决问题的强 AI 发展，但强 AI 缺乏政策引导和权威监督，所引发的伦理、道德问题令人担忧。举例来说，AI 技术的实现是建立在大量的数据训练集和自动判别筛选上的，尤其在具有鲜明个性特征的教育领域上，海量教学数据被用于 AIEd 产品的开发，并作为底层数据基础，这使得学生和教师社会交际、教学行为习惯等隐私被泄露的风险急剧增加，数据安全受到质疑，任何技术发展都不应该以牺牲人类隐私为代价，因此需要做好数据保护的工作，保证师生对自身数据绝对的所有权和控制权，并寻求在立法和道德规范上加强对私人数据的管理和保护，将数据被泄露和滥用的可能性降至最低。

3. 过度依赖 AI 可能导致教育附庸化。

AIEd 的高速发展使得目前教育进入了全面技术时期，教育对技术的依赖也呈现出了愈演愈烈的态势；在教育产品方面研发仍偏向于技术，产品同质化现象严重，不能兼顾生产优质的教育内容。同时，过度依赖 AI 而忽略教师的经验知识和脑力劳动、学生的学习能力和创新思维，可能导致教师失去教学能力，不再在教学策略和立意上精进；学生失去独立思考的动力和训练，沉溺于工具的完备性而不能培养健康全面的人格和品行。教育的宗旨不再是培养人而成为培养 AI，教育有可能完全变成 AI 的奴隶和附属品。

总体而言，AIEd 所带来的机遇大于挑战，极大地影响了全球教育改革和发展的方向和步伐，有力提高了教育信息化的智能水平，作为双向反馈的另一环，教育也必须主动地顺遂潮流，实时更新教育目标和内涵，适应 AI 技术带来的阶跃，培养更多的中坚人才为未来 AI 技术充实后备力量，实现育人成人的最终目标。

参　考　文　献

[1]陈劲，吕文晶. 人工智能与新工科人才培养：重大转向[J]. 高等工程教育研究，2017(6)：18-23.

[2] 刘进，吕文晶. 人工智能创新与中国高等教育应对(上)[J]. 高等工程教育研究，2019(1)：52-61.

[3] 张炜，吕正则，吴蓝迪，等. “智能科学和技术”引领工程教育发展新动向——中国工程院李德毅院士访谈录[J]. 高等工程教育研究，2017(1)：123-126＋132.

[4] 张廷，杨国胜. “人工智能”课程教学的实践与探索[J]. 计算机教育，2009(11)：133-134＋60.

[5] 梁迎丽，刘陈. 人工智能教育应用的现状分析、典型特征与发展趋势[J]. 中国电化教育，2018(3)：24-30.

[6] 李德毅，马楠，秦昆. 智能时代的教育[J]. 高等工程教育研究，2018(5)：5-10.

[7] 尼克. 人工智能简史[M]. 北京：人民邮电出版社，2017：24-173.

[8] 阿里研究院. 云栖大会：阿里巴巴人工智能应用的五部曲[EB/OL]. https：// www. toutiao. com/a6340510588662644994/？spm＝a2c4e. 10696291. 0. 0. fc5c19a40Doex2，2016-10-12.

[9][11] 腾讯研究院. 浅析 5 大应用场景案例：AI 或在医疗领域率先落地[EB/OL]. http：// www. robot-china. com/news/201704/13/40521. html，2017-04-13.

[10] 科大讯飞. 科大讯飞刷新 LUNA 医学影像国际权威评测世界记录[EB/OL]. http：// www. sohu. com/a/162775556__336009，2017-08-07.

[12] 雷锋网. Cognoa 人工智能平台获 FDA 批准用于自闭症筛查[EB/OL]. https：// med. sina. com/article__detail__103__2__41719. html，2018-02-26.

[13] 郭大成. 以素质教育引领高校人才培养的思考[J]. 中国高等教育，2011(Z3)：12-15.

[14] 陈凯泉，沙俊宏，何瑶，等. 人工智能 2.0 重塑学习的技术路径与实践探索——兼论智能教学系统的功能升级[J]. 远程教育杂志，2017，35(5)：40-53.

[15] 闫志明，唐夏夏，秦旋，等. 教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J]. 远程教育杂志，2017，35(1)：26-35.

[16] 卫荣，马锋，侯梦薇，等. 人工智能在医学教育领域的应用研究[J]. 医学教育研究与实践，2017，25(6)：835-838.

[17]黄小玲. 大健康背景下情景式和探究式融合教学法在健康经济学教学中的应用[J]. 医学教育研究与实践，2017，25(2)：182-184.

[18] SAMANTHA ADAMS BECKER，MALCOLM BROWN，EDEN DAHLSTOM，et al. Veronica Diaz，and Jeffrey Pomerantz[R]. NMC Horizon Report：2018 Higher Education Edition. Louisville，CO：EDUCAUSE，2018.

[19] 郑庆华. 人工智能促进智慧教育，提升人才培养质量[J]. 高等工程教育研究，2019(4)：128-132.

[20][22] 科技部新一代人工智能发展研究中心 & 罗兰贝格管理咨询公司. 智能教育创新应用发展报告[R]. 北京：科技部新一代人工智能发展研究中心，2019.

[21] 亿欧. 学而思网校发布“AI 老师”系列新产品，用人工智能重新定义课堂[EB/OL]. https：// www. iyiou. com/p/

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

115881.html，2019-10-21.

[23] The University of Memphis. AutoTutor[EB/OL]. https://www.memphis.edu/iis/projects/autotutor.php，2019-12-11.

[24] 高红丽，隆舟，刘凯，等.智能导学系统 AutoTutor：理论、技术、应用和预期影响[J]. 开放教育研究，2016，22(2)：96-103.

[25] 吴伟敏，陈佳艳.国内自适应学习系统的研究现状综述[J].江苏商论，2018(3)：120-124.

[26] 艾瑞咨询.中国人工智能自适应教育行业研究报告[R].上海：艾瑞咨询研究院，2018.

[27] 中国新闻网.《2018 中国互联网学习白皮书》：作业帮以人工智能构建普惠教育平台[EB/OL].[2019-04-10]. http://www.chinanews.com/business/2019/04-10/8804729.shtml.

[28] 南方都市报.揭秘人工智能监考：对比海量数据捕捉雷同答案，预防考试作弊[EB/OL]. [2018-11-19]. http://www.oeeee.com/mp/a/BAAFRD000020181119117479.html.

[29] 中国新闻网.智能机器人监考在注会考试中投入应用[EB/OL]. [2018-09-21]. https://baijiahao.baidu.com/s?id=1612216738954956029&wfr=spider&for=pc.

[30][33] 北京师范大学智慧学习研究院 & 互联网教育智能技术及应用国家工程实验室. 2019 全球教育机器人发展白皮书[R].北京：2019 世界机器人大会，2019.

[31] 前瞻产业研究院.2018 年中国教育机器人行业发展现状分析 技术应用市场有待挖掘[EB/OL]. [2019-01-17]. https://bg.qianzhan.com/report/detail/459/190117-231f63dd.html.

[32] 前瞻网.前瞻机器人产业全球周报第 21 期：蜘蛛侠？苏宁物流"外骨骼机器人"618 亮相[EB/OL]. [2019-06-05]. https://baijiahao.baidu.com/s?id=1635461608735309017&wfr=spider&for=pc.

[34] 腾讯教育.高校邦全国首发实境编程教学产品 开启交互慕课的智慧学习时代[EB/OL]. [2017-03-02]. https://edu.qq.com/a/20170302/025762.htm.

[35] 怡彭.爱赛达课牵手 PTE 发布混合式学习系统，要帮培训机构实现"数据化管理"[EB/OL]. [2016-10-21]. https://www.jiemodui.com/N/62630.html.

[36] 怡彭.深耕测评业务十六年，这家 ATA 式的日本企业开始布局中国市场[EB/OL]. [2016-10-27]. https://www.jiemodui.com/N/62659.html.

[37] 阿群.外研社与科大讯飞合作推出针对高校外语教学的 FIF 测试系统[EB/OL]. [2015-05-29]. https://www.jiemodui.com/Item/13554.

[38] 梁茂成，文秋芳.国外作文自动评分系统评述及启示[J].外语电化教学，2007(5)：18-24.

[39] SHERMIS M D，BURSTEIN J. Hand book of automated essay evaluation：current applications and new directions [J]. Language Learning & Technology，2013，18(2)：65-69.

[40] 段栩雯.汉语作文自动评级、打分和纠错智能评测系统发布[J].江西教育，2017(14)：25.

[41] 鲸媒体.101 教育推出选课走班产品"智能排课"，依托人工智能算法推送个性化选课方案[EB/OL]. [2018-12-08]. http://www.sohu.com/a/280533323_361784.

[42] 北国网.新高考改革受阻 人工智能排课系统破局[EB/OL]. [2018-11-15]. http://hunan.ifeng.com/a/20181115/7030984_0.shtml.

[43] 刘进，吕文晶.人工智能创新与中国高等教育应对(下)[J].高等工程教育研究，2019(2)：62-72.

[44] 王金旺.科大讯飞付瑞吉：成熟应用于大规模考试的智能评阅系统，需要怎样的技术支撑[EB/OL]. [2019-07-22]. https://www.leiphone.com/news/201907/x7tPS47fQz1mPS51.html.

[45] 唐亮.人工智能给未来教育带来深刻变革[N].中国教育报，2018-01-04(002).

[46] 汤贝贝，薛彦华.大数据背景下高等教育治理转型：机遇、挑战与应对策略[J].重庆高教研究，2019，7(2)：77-86.

Artificial Intelligence in Education：Progress，Opportunities and Challenges

Liu Jin，*Zhong Xiaoqin*，*Li Xueping*

Abstract：Artificial Intelligence (AI)，as a new driving force of technology，is promoting the fourth industrial revolution. Its application has led to a new reform in technology and education field. This paper，from the perspective of AI，studies the technological and application transfer in education，and analyzes the cutting-edge progress of AI in five main application fields，namely teaching，learning. examinations，assessment as well as management. In the future education，AI will play a role in changing the roles of faculty and making education reform and education research more scientific. At the same time，the shortcoming and potential ethical problems of AI will also bring challenges.

Key words：Artificial Intelligence；education；AIEd；cutting-edge；challenge　　（责任编辑 任令涛）

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

·理论探索与实践·

教育人工智能:让未来的教育真正拥有“智慧”

王运武,张 尧,彭梓涵,王胜远
江苏师范大学智慧教育学院 江苏省教育信息化工程技术研究中心,江苏 徐州 221009

【摘要】:人工智能与教育领域的深度融合将会显著提升教育生产力,让未来的教育真正拥有“智慧”。经过近70年的发展,人工智能理论和技术逐渐成熟,人工智能产品日益丰富。尤其是近年来,教育人工智能研究和实践应用呈现井喷式发展,教育人工智能产品也发展迅速,涌现了诸多典型应用案例。我国高度重视人工智能发展,将人工智能上升为国家战略,大力推进教育人工智能创新应用,实施全民智能教育项目。教育人工智能未来发展需要加强政策引导和标准规范,推进教育人工智能技术创新,推进人工智能与教育产生深度融合效应,做好人工智能变革教育的准备。

【关键词】:人工智能时代;人工智能技术;教育人工智能;教育人工智能潜能;深度融合效益;智慧教育

【中图分类号】:G40-057 【文献标志码】:A 【文章编号】:1004-5287(2018)02-0117-09

【DOI】:10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201802001

Educational artificial intelligence: Let the future education really have the" wisdom"

Wang Yunwu, Zhang Yao, Peng Zihan, Wang Shengyuan
School of Wisdom Education, Jiangsu Normal University; Educational Informatization Engineering Technology Research Center of Jiangsu Province, Xuzhou 221009, *China*

【Abstract】: The deep integration of artificial intelligence (AI) and education will significantly improve the productivity of education and make the future education really have" wisdom". After nearly 70 years of development, the theory and technology of AI have become mature, and AI products are becoming increasingly abundant. Especially in recent years, educational AI research and practice applications are showing blowout development. The rapid development of educational AI products has brought many typical application cases. China attaches great importance to the development of AI, lifting AI to be the national strategy, vigorously promoting the application of educational AI, and implementing the national intelligent education programs. In future development of AI, we need to strengthen policy guidance and standardization, promote technological innovation of educational AI, promote the deep integration effect of AI and education, and make preparations for AI-reformed education.

【Key words】: artificial intelligence age; artificial intelligence technology; educational artificial intelligence; potential of educational artificial intelligence; benefit of deep integration; wisdom education

2016年开启了人工智能走向主流的元年,2017年被业界称为人工智能商业化、产品化应用元年。近年来,人工智能技术对社会各领域的影响越来越深刻,逐渐在金融、个人助理、安防、电商零售、自动驾驶、教育等领域产生了重要应用。无人驾驶、无人超市、百度大脑、机器人、AlphaGo战胜人类、脸部识别、智能音箱、人脸支付等正在走进人们的生活、学习和工作。未来4~5年,人工智能将会成为教育领域采

基金项目:2015年江苏高校哲学社会科学重点研究基地重大项目“江苏智慧教育发展战略与政策建议”(2015JDXM022);江苏师范大学2016年研究生培养质量工程项目专业学位研究生教学案例库建设“学习科学案例库”(Y2016ALK0109);江苏师范大学2017年研究生培养质量工程项目研究生教材“教育变革力与创新创造能力培养”研究成果。
收稿日期:2018-03-19
作者简介:王运武(1980-),男,山东东阿人,副教授,博士,硕士研究生导师,主要研究方向:教育信息化、智慧教育、智慧校园、学习分析、综合素质评价、学习科学与技术、战略规划、思维训练。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

纳的关键技术，人工智能将会与教育深入融合，引发教育的深层次变革。

1 人工智能上升为国家战略

1.1 人工智能的起源与发展

人工智能起源于 20 世纪 50 年代。1950 年，马文·明斯基（人工智能之父）和邓恩·埃德蒙建造了世界上第一台神经网络计算机。同年，阿兰·图灵（人工智能之父）提出了“图灵测试”，即如果一台机器能够与人类开展对话而不能被辨别出机器身份，那么这台机器就具有智能。1956 年，约翰·麦卡锡提出了“人工智能”一词，这被人们看做是人工智能正式诞生的标志。

1956 年之后，人工智能迎来了发展的第一个高峰期（1956—1970 年），研究人员树立了机器向人工智能发展的信心。20 世纪 70 年代，人工智能进入第一次低谷（1970—1980 年），人工智能停滞不前。1980 年，“知识库＋推理机”组合的专家系统使得人工智能重新崛起（1980—1990 年）。20 世纪 80 年代之后，人工智能再次陷入低谷（1990—2005 年）。1986 年，Rumelhart 和 Mc Clelland 提出目前应用最广泛的 BP（back propagation）神经网络。2006 年，Geoffrey Hinton 提出了深度学习的神经网络，打破了 BP 神经网络发展的瓶颈。近年来，移动互联网、大数据、超级计算、传感网、脑科学、学习科学、教育神经科学、仿生学等新理论和技术飞速发展，人工智能迎来了第三次发展高峰（2006 至今）。

目前，人工智能主要有三个学派[1]：符号主义（又称逻辑主义、心理学派、计算机学派）、连接主义（又称仿生学派、生理学派）、行为主义（又称为进化主义、控制论学派）。人工智能发展阶段主要有四种分类：第一种，按照人工智能的主流技术，分为推理时代（1950—1970 年代）、知识工程时代（1970—1990 年代）、数据挖掘时代（2000 年至今）三个阶段；第二种，按照人工智能的驱动力分为人工智能 1.0：技术驱动、智能 2.0：数据驱动、智能 3.0：情景驱动三个阶段；第三种，按照人工智能的实质，分为计算智能、感知智能和认知智能三个阶段；第四种，按照是否有意识，分为弱人工智能和强人工智能。强人工智能具有意识、自我和创新思维等[2]。

1.2 人工智能上升为国家战略

2013 年以来，全球掀起人工智能研发高潮，中国、俄罗斯、美国、日本、英国、德国等世界科技强国纷纷出台了相关战略、计划（如表 1 所示），将人工智能上升为国家战略，力争抢占人工智能制高点。2015 年，杰瑞·卡普兰（Jerry Kaplan）出版《人工智能时代（人机共生下财富、工作与思维的大未来）》[3]，引发了人机共生新生态。腾讯、英特尔、微软等企业也纷纷启动人工智能发展战略。

人工智能发展进入了新阶段，人类社会进入了人工智能时代。人工智能成为国际竞争的新焦点；人工智能成为经济发展的新引擎；人工智能带来社会建设的新机遇；人工智能发展的不确定性带来新挑战[4]。人工智能时代即将来临，将会对教育、经济、文化和社会发展等产生重大影响。

2 国家高度重视教育人工智能

2.1 人工智能与教育人工智能的内涵

人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。人工智能融合了计算机科学、移动互联网、大数据、超级计算、传感网、脑科学、学习科学、教育神经科学、仿生学、社会科学等前沿综合学科。人工智能的目标是希望机器能够拥有类人的智力，可以实现识别、认知、分析和决策等多种功能。人工智能的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。

教育人工智能是人工智能与教育科学、教育技术学、学习科学、教育神经科学等交叉而形成的研究领域。教育人工智能的本质是人工智能与教育领域的深度融合，促使学习、教学和管理更加智能化，让未来的教育真正拥有“智慧”。人工智能的迅速发展及其在教育领域的深入应用，将会在很大程度上提升教育的智慧化水平。随着人工智能的发展，未来的计算机将可能不被视为工具，而是作为大脑的第三个半球，人与设备之间将会建立平等、共生的伙伴关系[5]。

2.2 国家大力推进教育人工智能创新应用和全民智能教育项目

中国政府高度重视人工智能战略，致力于打造世界级人工智能创新中心。人工智能被纳入了国民经济和社会发展规划纲要，并两次写进政府工作报告。2017 年 6 月 21 日，中国人工智能产业创新联盟成立，致力于打造人工智能产业生态链。2017 年 7 月 8 日，中国发布了第一个人工智能规划—《新一代人工智能发展规划》，提出“围绕教育、医疗、养老等迫切民生需求，加快人工智能创新应用，为公众提供个性化、多元化、高品质服务”“实施全民智能教育项目，在中小学阶段设置人工智能相关课程，逐步推广编程教育，鼓励社会力量参与寓教于乐的编程教学软件、游戏的开

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

发和推广”。2018 年 3 月 5 日,李克强在《政府工作报告》[6]中提出“做大做强新兴产业集群,实施大数据发展行动,加强新一代人工智能研发应用,在医疗、养老、教育、文化、体育等多领域推进‘互联网+’”。

表 1　世界各国人工智能战略

	发布机构	发布时间	人工智能战略
中国	国务院	2015 年 7 月	国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见
	国务院	2016 年 3 月	国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要
	发改委	2016 年 5 月	“互联网+”人工智能三年行动实施方案
	国务院	2017 年 3 月	2017 政府工作报告
	国务院	2017 年 7 月	新一代人工智能发展规划
	国务院	2018 年 3 月	2018 政府工作报告
俄罗斯	联邦政府	2017 年 7 月	俄罗斯联邦数字经济规划
新加坡	国家研究基金会	2017 年 5 月	国家人工智能核心(AI.SG)计划
美国	国家科学基金会	2011 年 6 月	国家机器人计划
	白宫科技政策办公室	2016 年 10 月	为人工智能的未来做好准备
	白宫科技政策办公室	2016 年 10 月	国家人工智能研究与发展战略规划
	白宫科技政策办公室	2016 年 12 月	人工智能、自动化与经济
	情报高级研究计划局	2017 年 7 月	人工智能与国家安全
	国家科学基金会	2017 年 1 月	国家机器人计划 2.0
英国	技术战略委员会	2014 年 7 月	RAS2020 年国家发展战略
	科学技术委员会	2016 年 9 月	机器人技术与人工智能
	科学办公室	2016 年 11 月	人工智能:未来决策制定的机遇与影响
欧盟	欧盟委员会	2013 年 10 月	人脑计划
	欧盟委员会	2014 年 6 月	机器人研发计划
	欧盟委员会	2016 年 1 月	机器人技术路线报告
法国	经济部与教研部	2017 年 3 月	人工智能战略
德国	联邦政府	2011 年	工业 4.0 战略
	联邦政府	2015 年	升级版工业 4.0
	经济部	2015 年	智慧数据项目
日本	经济产业省	2015 年 1 月	机器人新战略
	文部科学省	2016 年 1 月	第五期科学技术基本计划
	文部科学省	2016 年 5 月	人工智能/大数据/物联网/网络安全综合项目
	学术振兴会	2017 年 3 月	人工智能产业化路线图

2.3　教育人工智能纳入国家自然科学基金课题

2018 年 1 月,国家自然科学基金委员会在“F 信息科学部”中增设“F0701 教育信息科学与技术”,并设立了 10 个研究方向:教育信息科学基础理论与方法、在线与移动交互学习环境构建、虚拟与增强现实学习环境、教学知识可视化、教育认知工具、教育机器人、教育智能体、教育大数据分析与应用、学习分析与评测、自适应个性化辅助学习。大力支持人工智能、教育学、机器人学、学习科学与技术、教育神经科学、虚拟现实、增强现实等学科的交叉研究,以创新的思维和方法破解教育领域的科学问题。

3　教育人工智能研究现状

3.1　国外教育人工智能研究现状

截至 2018 年 3 月 15 日,Web of Science 数据库统计(以“标题”为检索项搜索“Education“AND”Artificial Intelligence”)显示发表教育人工智能的文献共 33 篇(如图 1 所示)。2017 年发表文献最多,达到 10 篇,2016 年 5 篇,2012 年 3 篇,1993 年和 2015 年各 2 篇。1984、1985、1992、1994、2000、2003、2006、2009、2011、2014、2018 年各 1 篇。2016 年之前发表的教育人工智能论文很少,2016 年、2017 年教育人工智能论文呈现井喷式发展。

2014 年,Kose U 出版著作《人工智能在远程教育中的应用》[7],认为人工智能在远程教育中的应用旨在研究利用计算机来弥补学生和教育工作者之间的差距。在远程教育中,应该运用人工智能技术来支持

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

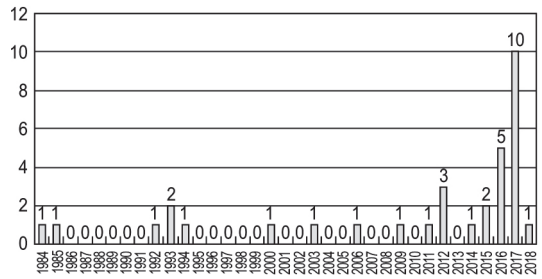


图 1 1984—2018 年国外教育人工智能文献统计

远程教育，或者运用不同的智能系统改善远程教育。

人工智能时代的来临，高等教育将会受到人工智能、机器人技术和自动化等多方面的挑战[8]。未来，众多的工作将会被机器人所取代，机器人和自动化正在影响世界经济发展。高等教育不仅要研究人工智能、机器人技术和自动化技术，还应该研究它们对社会、商业、经济和人类的影响。未来将要出现的强人工智能，会使高等教育的培养目标可能会发生改变，高等教育下的教学和研究重点也将会改变。高等教育的学生可能会追求他们的兴趣和爱好（如艺术、历史、音乐、哲学等），因为现在学生所训练的许多工作将会由机器人完成。

在特殊教育领域，人工智能技术被认为是最有价值的技术之一。在过去的十年中，一些重要的研究正在使用人工智能系统对具有特殊教育需求的学生进行教育。这些工具的目的是加强儿童与环境互动的方式，以促进学习并丰富他们的日常生活。它们使用人工智能方法进行准确诊断和迅速干预行动。人工智能应用工具已经成功应用于解决特殊教育领域的问题。但是，特殊教育所涉及的问题仍然很多，尽管如此，人工智能一直被认为是一个有前途的特殊教育辅助工具[9]。

自从 2011 年开始，哈萨克斯坦苏莱曼·德米雷尔大学计算机工程系的计算机工程教育教学采用混合学习方法[10]。通过使用远程教育技术的学习管理系统（LMS）实现混合学习，以基于 C 语言教学的智能程序支持相关教育过程，目的是改善相关课程的教育过程和专业的教育方法。人工智能支持的混合式学习教育计划使教师和学生都体验到更好的教育过程。

人工智能技术在教育领域中不断创造出新的方向。其中最典型的应用，如自然语言处理中使用人工智能进行英文写作自动评分，完成学生作业评估等任务[11]；人工智能技术还被用于解决手写识别、内容表达和话语结构分析等方面的问题[12]；并应用于智能信息检索[13]、智能代理[14]、更广泛的专家系统领域[15]、机器人技术[16]、智能虚拟环境、语音和图像识别等新兴领域。

3.2 国内教育人工智能研究现状

随着大数据、云计算和移动互联技术等新兴科学技术的日益成熟，在中国特色教育信息化发展道路中，人工智能的研究和应用得到快速发展，人工智能越来越受到政府和专家学者的重视。人工智能已不再只局限于计算机技术领域，正在成为各行各业的焦点话题。人工智能在教育行业的应用正在不断深入，“人工智能＋教育”逐渐受到关注。

目前，关于教育人工智能的著作很少，仅有 2018 年，朱永新、袁振国、马国川出版的著作《人工智能与未来教育》[17]。2018 年 3 月 15 日，CNKI 统计（按照篇名“人工智能”＋“教育”检索）显示共发表教育人工智能文献 285 篇（如图 2 所示）。其中，124 篇期刊论文、62 篇教育期刊论文、86 篇报纸文章、8 篇国内会议论文、2 篇国际会议论文、3 篇硕士论文。2006 年之前，发表的教育人工智能论文很少，2016 年、2017 年教育人工智能论文呈现井喷式发展。这与国外教育人工智能研究趋势呈现一致性。

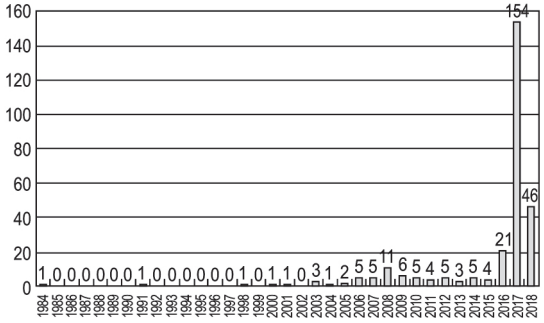


图 2 1984—2018 年中国教育人工智能文献统计

早在 1984 年，王正旋首先在《计算机科学》发表论文《人工智能技术在教育中的应用》[18]，阐述了人工智能可以应用于教学管理、成绩分析等方面，人工智能的理论和方法可以在计算机辅助教学中得到广泛应用。1991 年，金嘉康[19]阐述了人工智能和专家系统是美国教育技术未来发展趋势；1998 年，金嘉康[20]探讨了人工智能被引进教育训练后对促成以学生为中心的教学模式产生的积极影响。目前，2003 年，张剑平发表的论文《关于人工智能教育的思考》[21]获得最高引用频次（54 次）；闫志明、唐夏夏等发表的论文《教育人工智能（EAI）的内涵、关键技术与应用趋势—美国＜为人工智能的未来做好准备＞和＜国家人工智能研发战略规划＞报告解析》[22]获得了最高的下载频次（引用 25 次，下载 13 658 次）。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

教育人工智能 124 篇期刊论文关键词聚类分析如图 3 所示。目前,人工智能在教育领域中的应用已经涉及学习过程、信息技术、智能教育、智能教学系统、远程教育、教育技术、人工智能教育、计算机辅助教学、未来教育、在线教育、网络教育、教育模式、教学效果、人才培养、个性化学习、思维能力等。

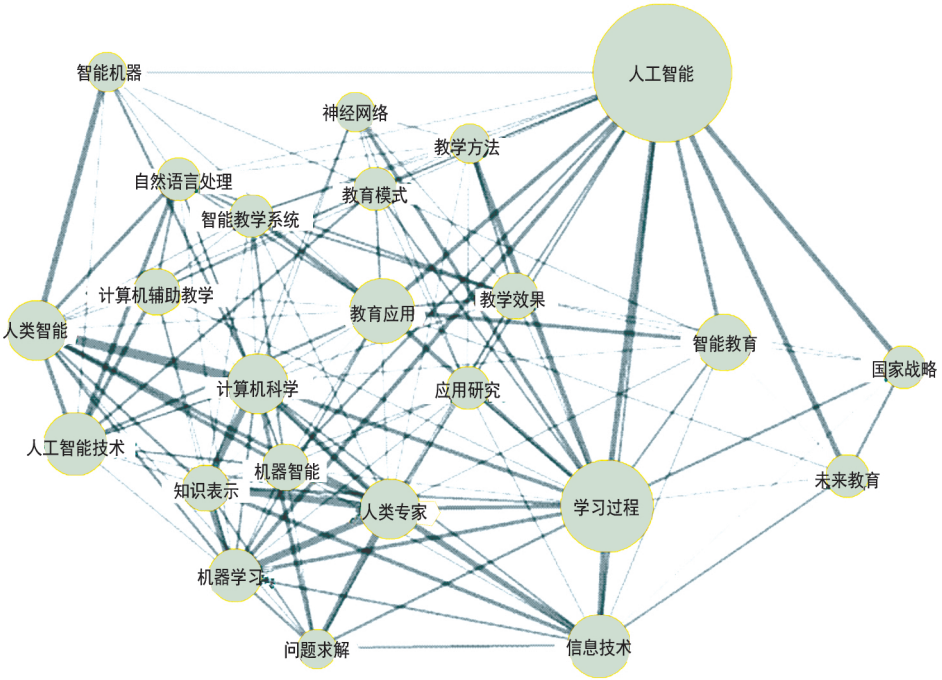


图 3　教育人工智能论文关键词聚类分析(出现频次 5)

目前,教育人工智能开始从关注技术本身发展逐渐延伸到教育的各个领域。教育人工智能研究还亟待深入,仍有一些复杂的问题有待进一步思考和解决。例如:人工智能的应用需要受到道德与伦理的制约,而目前在这些方面的研究甚少;人工智能技术在教育某些领域的应用是否恰当,研究者的认知思路需要进一步深化和改进;人工智能在教育领域的应用与经典教育理论相分离,缺乏联系与支撑,是否可以开拓新领域的教育理论等。

4　教育人工智能典型应用

4.1　教育人工智能代表性产品

随着人工智能技术的不断发展,教育领域对运用人工智能技术助力教育的变革产生了强大的信心。近年来不断涌现出通过高校自主研发、科技公司研发、校企合作研发等多途径的教育人工智能产品,按照功能和使用情景可以分为六大类,如表 2 所示。

4.1.1　智能教学平台(系统)　智能教学平台是基于计算智能技术、学习分析技术、数据挖掘技术以及机器学习等技术,为教师和学生提供个性化教与学的教学系统。其主要的特点是运用人工智能技术智能化分析学习者所学内容,构建学习者知识图谱,为学习者提供个性化的学习内容以及学习方案;支持自适应学习,实现学习内容的智能化推荐。

Newsela[23] 是美国一家教育科技创业公司推出的一款将新闻与英语学习融为一体的智能教学平台。其主要通过数据挖掘技术获取学习者的阅读内容,并通过科学算法衡量学习者的阅读水平,抓取来自各大主流新闻媒体的新闻内容,改写其词汇的难度后推送给不同阅读水平的学习者。Knewton[24] 是美国 Knewton 公司开发的自适应教学平台,其包含了推荐课程内容功能、预测性的学习数据分析、内容数据分析等三大主要功能,以为全球学习者提供预测性分析及个性化推荐。科大讯飞公司致力于用人工智能推动教育变革,其推出的畅言智慧校园平台,主要依托人工智能技术和大数据,为师生提供一个全面的智能感知环境和综合信息服务平台。其中,则包含了智慧课堂、智能考试、智慧学习、智慧管理和智慧环境五大核心业务。

4.1.2　全面智能测评　智能测评强调通过一种自动化的方式来测量学生的发展。所谓自动化就是指由机器担任一些人类负责的工作,包括体力劳动、脑力劳动或者认知工作[25],注重实时跟踪与反馈,并且提供可查看问题和量表级别的统计数据,依据学习者学

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

习过程中收集的各类数据，对学习者的学习行为实时跟踪，以此对学习者学习表现及效果进行评价。

表 2 教育人工智能代表性产品分析

教育人工智能产品分类	特 点	代表性产品	所属公司或机构	主要支撑技术
智能教学平台（系统）	辅助个性化教与学，因材施教	Newsela	Newsela	计算智能技术、学习分析技术、数据挖掘技术
		Knewton	Knewton	
		乂学教育	上海乂学教育科技有限公司	
		畅言智慧校园	科大讯飞股份有限公司	
全面智能测评	实时跟踪与反馈，查看问题和量表级别的统计数据	批改网	北京词网科技有限公司	学习分析技术
		Gradescope	UCBerkeley	
		MathodiX	MathodiX	
拍照搜索在线答疑	快速识别图像并分析检索所需内容	Volley	Volley	图像识别、机器学习和自然语言处理技术
		小猿搜题	北京贞观雨科技有限公司	
		学霸君	上海谦问万答吧云计算科技有限公司	
智能语音识别辅助教学及测评	使用自然语言来回答问题并帮助用户完成搜索等任务来辅助教学，用于口语测评	畅言智能语音教具系统	科大讯飞股份有限公司	语音识别、自然语言理解与分析技术
		51talk	北京大生知行科技有限公司	
		微软小冰	Microsoft	
		Watson	IBM	
		Siri	Apple	
教育机器人	辅助教学，培养创新思维和动手能力或智能教育，成长陪伴，私人管家	阿尔法超能蛋机器人	科大讯飞股份有限公司	计算智能、机器学习、自然语言理解技术
		EV3 机器人套装、WeDo2.0	乐高公司	
		小帅智能机器人 5.0	海尔集团、远威润德智能科技有限公司	
		Dash & Dot 编程机器人	Wonder Workshop	
		“未来教师”机器人	网龙华渔教育	
模拟和游戏化教学平台	虚拟真实场景，智能化追踪行为，提供沉浸式学习	治趣临床—医学病例模拟诊疗平台	武汉泰乐奇信息科技有限公司	虚拟现实、机器学习技术
		Revel	Pearson higher education	

2 000 万人在使用的批改网是一个用计算机自动批改英语作文的在线系统，可以精准客观地判断和点评语法、词汇以及文章结构等，并给出具体的反馈和修改建议。Gradescope 是加州大学伯克利分校创建的用于大学教师对学生进行智能测评的软件，通过扫描上传、网上评分、查看结果、返回分级四个阶段进行快速评分，并附有详细的反馈信息。与其类似的还有 MathodiX，但它是美国一款专门针对数学进行实时学习效果评测网站。

4.1.3 拍照搜索在线答疑 拍照搜索在线答疑是学习者在学习中遇到疑惑时，可利用手机拍照功能拍下题目或是教材内容上传搜索即可获取题目及教材中包含的各类知识点。在此过程中，基于人工智能技术的软件可快速识别图片或文本信息，为学习者快速、高效地提供最需要的学习资源。整个过程无需人工参与，完全利用图像识别技术、机器学习技术和自然语言处理技术自动地为学生提供搜索题目中所包含的知识要点以及难点。

美国的 Volley 可以让学习者用手机摄像头拍摄教材内容或作业题目，并立即显示要点、难点、先修知识，除此之外还提供在线课堂或学习指南的链接等相关的辅助学习资源。中国典型的产品则是小猿搜题和学霸君，同样是拥有拍照搜索和在线答疑功能的在线 1 对 1 辅导产品，不仅可快速提供搜索的要点信息和推荐学习资源，还可以运用机器学习技术精准分析学生的知识点掌握情况，构建知识体系。

4.1.4 智能语音识别辅助教学及测评 智能语音识别主要是运用基于语音识别技术和自然语言分析与理解技术来智能化识别和理解人类语言，实现人机交互。在教学过程中，尤其是作为语言类学习课程，智能语音识别技术不仅可以辅助教师进行教学，还可作为测评工具。比如支持学习内容标准带读，学习者可针对中文或英文进行发音练习和评估。它在一定程度上减轻了教师的教学负担，同时学习者也可及时获得发音是否标准的反馈和修正建议，因此大大提高了评估的科学性以及教学的效率。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

微软小冰、IBM 的 Watson、苹果的 Siri 都具备很高的自然语言理解能力。微软小冰可用于学习者的口语练习。Watson[26] 可通过自然语言理解技术,分析所有类型的数据,包括文本、音频、视频和图像等非结构化数据。通过假设生成,透过数据揭示洞察、模式和关系,将散落在各处的知识片段连接起来,进行推理、分析、对比、归纳、总结和论证,获取深入的洞察以及决策的证据。通过以证据为基础的学习能力,能够从大数据中快速提取关键信息,像人类一样进行学习和认知,并可以通过专家训练,在交互中通过经验学习来获取反馈、优化模型、不断进步。通过自然语言理解技术,获得其中的语义、情绪等信息,以自然的方式与人互动交流。科大讯飞推出的畅言智能语音教具系统和北京大生知行科技有限公司的 51talk 同样具有辅助教学及测评的功能,在教学方面支持学习者进行跟读、测评并获取修正建议。

4.1.5　教育机器人　教育机器人是为学习机器人相关知识或为利用机器人开展教育教学,而专门设计的一种服务机器人。教育机器人是强人工智能产品,具有较强的互动和沟通能力,能够扮演教师、学习同伴、助理或顾问等多重角色,并与使用者进行互动和提供反馈。在提高学生学习兴趣,培养学生分析能力、创造能力和实践能力等方面发挥着重要的作用。

阿尔法超能蛋机器人是一款早教机器人,能够通过思考、眯眼笑、惊叹等不同的眼神变化,表达人所要表达的情绪和状态,与孩子主动互动,内置儿童课程资源以及国学教育内容、英语教育内容,既是陪伴宝宝的玩具,也是开发智力和帮助学习的工具。Dash & Dot 编程机器人和乐高公司的 EV3 机器人套装、WeDo2.0 作为学习工具,具有较强的编程功能,能够培养孩子的编程思维。“未来教师”机器人则可以成为教师助手,帮助教师完成课堂辅助性或重复性的工作,如,朗读课文、点名、监考、收发试卷等[27]。

4.1.6　模拟和游戏化教学平台　模拟和游戏化教学平台运用虚拟现实、计算机视觉、机器学习等技术,为学习者打造一个模拟仿真的学习环境,为操作性技能的训练提供模拟化练习。

治趣临床医学病例模拟诊疗平台,是一个在线医学虚拟教学与培训平台,通过虚拟人模拟医学诊疗过程,提高医学生的临床思维能力。Revel 是一款沉浸式数字学习工具,即让学习者获得 3D 音频和沉浸式视觉效果,更有利于对抽象、不易观察的学习内容进行观察和学习。

4.2　教育人工智能典型应用案例

4.2.1　人工智能支持精准化阅读　75%以上美国 K-12 学校使用的阅读学习智能教学平台—Newsela,为学者提供实时评估、同步词汇学习、融合学习者其他途径和资源等功能。阅读内容分为三个大类:图书馆、新闻、文本集,如图 4 所示。每一大类有包含了大量丰富的小主题。在图书馆分类中则包含了艺术与文化、科学与数学、宗教与哲学、政府与经济等。而同样的内容则会根据不同的阅读者以不同形式呈现,词汇也将根据学习者的阅读水平做出相应的调整,这些功能都是基于人工智能技术实现的。

图 4　Newsela 阅读分类

Newsela 为初等教育专门创建了一流的阅读材料和学校课程内容相结合的阅读内容,并提供 5 个阅读级别,整个目录的内容区分为 2～6 年级。每篇文章会有 5 个 Power Words,即学生将要学习的新词汇,完成阅读之后可测试练习增强学习效果。教师可以通过实时的数据收集,跟踪学生的学习进度,及时调整自己的教学进度、方法、内容等。

4.2.2　教育机器人扮演教师和学伴角色　小帅智能机器人 5.0 是一款针对儿童早教的智能机器人,主要具有三大功能:第一,智能教育功能。它与云端相连,具有语文、数学、英语、儿歌、故事、百科知识等海量教育资源。强大的云端后台服务功能每天都在不断学习、进化、存储、自我更新。第二,成长陪伴功能。该机器人用人工智能科技和语音交互功能相结合,可与孩子进行对话,讲童话故事,寓言故事,背古诗等,在陪伴孩子的同时全面开发智力,增强孩子的探索想象能力。第三,私人管家功能。可以为孩子制定科学的学习计划,依据孩子的自身需求,制定写作业、背课文的时间安排。小帅智能机器人辅导家庭作业。

4.2.3　人工智能助力名医培养　治趣临床—医学病例模拟诊疗平台,其远程云端将动态生成“虚拟病人”,用户通过手机终端接诊,并模拟临床问诊、体检、辅检、诊断、治疗等,“虚拟病人”的“病情演变”将完全

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

由用户自行把控。之后，系统将智能分析出用户的“临床思维”存在哪些问题，进入该系统可对虚拟病人进行问诊、体检、辅检、诊断治疗等一系列操作。该平台一定程度上可以改变目前大部分医学生通过纸质答卷、病例讨论、文献阅读的形式学习临床知识的现状，为传统理论学习和真实临床实践之间构建一座“桥梁”。

与此类似的还有 DxR clinician，该软件采集了数百个真实的患者资料，并由专家及人工智能编写为特定病例。这些病例涵盖广泛的临床问题，软件可记录假设和测试解释，最终做出诊断和计划治疗等行为数据，在复杂的评分工具支持下，用于教育教学和医学生临床思维的评估[28]。

5 教育人工智能未来发展

5.1 教育人工智能的未来潜能

技术与教育的深度融合体现在学校教育层面上，将会表现为人工智能对课堂教学的深层次变革。智能辅助系统和教育机器人将实现技术融合效应的潜能，技术与教育的融合效应值得期待。人工智能所具有的灵活性、包容性、个性化和有效性等特征，将最大限度地与教育教学有效结合，具体在以下领域中发挥潜能[29]：人工智能将释放教师生产力，成为教师角色转变的催化剂；智能教学系统应用领域将从自然学科拓展到社会科学、管理学等学科，更广泛地应用于教育培训和职业教育；人工智能将会成为教师角色转化的催化剂，智能辅助系统和教育机器人将会承担教师的课堂、课堂讲授、答疑辅导、作业批改等重复性任务；人工智能将会促使教师的能力结构发生重构，激发教师的研究和创造能力；人工智能将会促使建立人—机协同管理的新机制；人工智能将会打破单一的学习空间和场景，创新人—机协作学习、游戏化学习、移动学习、虚拟学习、实景学习等学习方式，识别学习者的认知和情感状态，促进学习者从消极情绪向积极情绪转化，提高学习者的学习动机，激发学习者的学习潜能。人工智能与未来教育的深度融合，将会显著提升教育生产力，促进教育发生结构性的变革，让未来的教育真正拥有“智慧”。

5.2 对教育人工智能的未来建议

5.2.1 加强教育人工智能的政策引导和标准制订 目前，中国发布了《新一代人工智能发展规划》《教育机器人安全要求(GB/T 33265-2016)》，但是还缺乏教育人工智能的发展规划和标准。教育人工智能未来发展亟须政策引导和标准规范。此外，教育人工智能还需要加强人工智能相关法律、伦理和社会问题研究，建立保障人工智能健康发展的法律法规和伦理道德框架；教育人工智能未来发展亟须营造良好的产业环境，打造产业生态，完善人工智能教育体系，实施全民智能教育项目，充分激发人工智能在教育领域的潜能；在国家政策的引导下，各地方教育部门应该结合当地教育情况出台相关的政策推动教育人工智能的应用与推广，依托人工智能提升教育生产力。

5.2.2 推进教育人工智能技术创新 从技术层面看，人工智能技术从过去仅能实现计算智能，到当今逐步实现感知智能，并不断向认知智能靠近。教育人工智能产品也从过去的专家系统、智能代理等应用转向智能自适应教学系统、虚拟和游戏化平台、智能测评系统、智能机器人等产品的开发和应用。尽管目前市场上所谓的教育人工智能产品层出不穷，但是大多数产品仍然主要停留在计算智能阶段。即使部分产品涉及到感知智能阶段，运用了图像识别、语音识别等技术，但仍然还不够成熟，尚有很大的发展和利用空间。

因此，在教育人工智能技术方面应该深入发展感知智能阶段的图像识别、语音识别、手势及表情识别等核心技术，并且突破认知智能阶段的机器学习、自然语言理解、计算机视觉、机器人等技术。最为关键的是要将最新人工智能技术迁移到教育领域，结合教育的需求和教育中存在的实际问题，有针对性地发展教育人工智能关键技术，而不仅仅是针对人工智能技术本身进行研究，这也就需要人工智能技术领域的专家和教育领域的专家合力完成。

5.2.3 推进人工智能与教育产生深度融合效应 人工智能应用于教育领域，主要是与学校教育、家庭教育和社会教育的深度融合。只有如此，人工智能才能大规模、大范围地推动教育信息化创新发展，促使未来教育真正拥有“智慧”。人工智能与教育的深度融合，需要从实际出发，将教育人工智能产品与学校学习、家庭学习和社会学习真正融合，探索新型教学模式、教学设计模式、学习模式、管理和评价模式等。人工智能与教育深度融合，产生融合效应值得期待。

5.2.4 做好人工智能变革教育的准备 为了更好地迎接人工智能时代，促进人工智能与教育产生深度融合效应，学生、家长、教师、教育行政人员等必须做好人工智能变革教育的准备。以教师和学生为例，作为教师，首先应该积极地去尝试运用人工智能技术支持的系统或工具来辅助教学，并且结合自己的课程性质

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

和特点设计个性化的课程教学,力求创新;其次,要在积极引导学生尝试新的事物,在提高学生的学习主动性、学习兴趣等方面做出努力;最后,作为教师要与时俱进,跟上时代的步伐,积极学习关于人工智能方面的基础知识内容。作为学生,则应该积极跟随教师的指引,使用各类智能化学习工具。除此之外,还应该善于使用支持自学的各类智能化应用,以提高自身学习效率,提升自我学习能力,比如英语单词、口语学习等智能化 App 应用。

参考文献

[1]黄伟,聂东,陈英俊.人工智能研究的主要学派及特点[J].赣南师范学院学报,2001(3):73-75

[2]舒跃育.人工智能发展处于弱人工智能阶段[N].中国社会科学报,2017-04-25(005)

[3]Kaplan J. Humans Need Not Apply: A Guide to Wealth and Work in the Age of Artificial Intelligence[M]. New Haven: Yale University Press, 2015: 1-16

[4]国务院.新一代人工智能发展规划[EB/OL].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm,2017-07-08

[5]王运武,杨萍.《2017 地平线报告(高等教育版)》解读与启示—新兴技术重塑高等教育[J].中国医学教育技术,2017,31(2):117-123

[6]李克强.政府工作报告[EB/OL].http://www.gov.cn/guowuyuan/2018-03/05/content_5271083.htm,2018-03-05

[7]Utku Kose, Durmus Koc. Artificial Intelligence applications in distance education[M]. Hershey: IGI Global, 2014: 1-5

[8]Siau K. Impact of Artificial Intelligence, Robotics, and Automation on Higher Education[EB/OL].http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1579&context=amcis2017,2018-03-21

[9]Drigas A S, Ioannidou R E. Artificial Intelligence in Special Education: A Decade Review[J]. Inter J of Engineering Edu, 2012, 28(6): 1366

[10]Yigit T, Koyun A, Yuksel A S, et al. An Example Application of an Artificial Intelligence-Supported Blended Learning Education Program in Computer Engineering[EB/OL]. https://www.igi-global.com/chapter/an-example-application-of-an-artificial-intelligence-supported-blended-learning-education-program-in-computer-engineering/126702,2018-03-21

[11]McAlister M J, Wermter S. Rule generation from neural networks for student assessment[C]. Inter Joint Conference on Neural Networks, Washington, USA, 1999(6): 4269-4273

[12]Hu G P, Zhu B, Sheng Z C, et al. Application of Artificial Intelligence for Automatic Evaluation in Education Field [J]. Inform Technol & Standard, 2017(11): 27-29

[13]Drigas A, Vrettaros J. An intelligent tool for building e-learning contend-material using natural language in digital libraries[J]. WSEAS Transact on Inform Sci and Appl, 2004, 1(5): 1197-1205

[14]Alexandru A, Tirziu E, Tudora E, et al. Enhanced education by using intelligent agents in multi-agent adaptive e-learning systems[J]. Studies in Inform and Control, 2015, 24(1): 13-22

[15]Liao S H. Expert system methodologies and application-sa decade review from 1995 to 2004[J]. Expert Sys with Appl, 2005, 28(1): 93-103

[16]Alimisis D, Moro M, Arlegui J, et al. Robotics & constructivism in education: The TERECoP project[C]. EuroLogo, 2007(40): 19-24

[17]朱永新,袁振国,马国川.人工智能与未来教育[M].太原:山西教育出版社,2018:1-10

[18]王正旋.人工智能技术在教育中的应用[J].计算机科学,1984(2):33-34,16

[19]金嘉康.美国教育技术未来发展趋势—人工智能(AI)研究和专家系统发展情况简介[J].外语电化教学,1991(2):3-5

[20]金嘉康.人工智能与教育训练[J].外语电化教学,1998(4):8-10

[21]张剑平.关于人工智能教育的思考[J].电化教育研究,2003(1):24-28

[22]闫志明,唐夏夏,秦旋,等.教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势—美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,2017,35(1):26-35

[23]Newsela. Instructional Content Platform[EB/OL]. https://newsela.com/company/,2016-11-09

[24]Knewton. The best in Adaptive Learning Technology[EB/OL].https://www.knewton.com/,2018-03-21

[25]Ed Felten. Preparing for the Future of Artificial Intelligence[EB/OL]. https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/05/03/preparing-future-artificial-intelligence,2016-05-03

[26]IBM. Watson[EB/OL]. http://www-31.ibm.com/ibm/cn/cognitive/outthink/,2011-02-14

[27]北京师范大学智慧学习研究院.2016 年全球教育机器人发展白皮书[EB/OL].http://sanwen8.cn/p/34f FTTF.html,2016-11-25

[28]卫荣,马锋,侯梦薇,等.人工智能在医学教育领域的应用研究[J].医学教育研究与实践,2017,25(6):835-838

[29]黄荣怀.人工智能在教育有多少潜能可挖[N].中国教育报,2018-01-13(003)

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

思想政治教育有效利用人工智能的分析

武东生　郝博炜

[摘　要]近年兴起的人工智能第三次浪潮取得了诸多突破性进展，基于大数据、深度学习、强算力的优势，人工智能以更为广泛和深入的方式开始参与人类学习、工作和生活的重塑。目前，思想政治教育在努力实现与人工智能的结合并在一些工作领域取得若干成效的同时，面临了许多挑战和实际问题。思想政治教育应以我为主融合人工智能的发展成果，努力塑造和培育具有主动学习力、沟通力和创造力的“人工智能时代的原住民”。

[关键词]思想政治教育　人工智能　有效利用

[中图分类号]G641　　[文献标识码]A

[作者简介]武东生，南开大学马克思主义学院教授、博士生导师；郝博炜，南开大学马克思主义学院博士研究生（天津　300350）。

“人工智能”的概念最初是在 1956 年达特茅斯会议上提出的，原指“拥有模拟能够被精确描述的学习特征或智能特征的能力的机器”。[1]经过 60 多年的进化，人工智能已经在诸如语音翻译、无人驾驶、医学影像等领域取得了实质性发展。今天，所谓“人工智能”，是指由人工设计的装置，为了完成人所规定的任务，这种装置具有通过人工设计的算法和由人工直接或间接提供的数据所学习形成自主感知、认知和决策的能力。尽管人工智能还面临着数据、能耗、语义鸿沟等发展瓶颈，但它已经深度走入了人们的学习、工作和生活场景，开始实际地参与人类学习、工作和生活的重塑。

人工智能的发展在促进时代进步，为人类的学习、工作和生活注入新动能的同时，也给人们的社会生活特别是经济增长、国家安全、社会交往等诸多方面带来了新的挑战。在党和国家的工作中，思想政治工作被喻作经济工作和其他一切工作的“生命线”，一向受到高度重视。今天，无论有关工作者是否关注人工智能的发展、如何看待人工智能与思想政治教育的关系，在人们的社会生活中居于显要位置的思想政治教育，将不可避免地受到人工智能直接或间接的影响。在人工智能快速进步

[基金项目]教育部人文社会科学研究规划基金项目“改革开放以来思想政治教育学术史研究”（16YJA710023）阶段性成果。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的背景下，思想政治教育与人工智能相结合的实然状态如何？当下的人工智能及其进一步的发展，给思想政治教育带来了怎样的机遇和挑战？立足“教育史上的重要拐点”，[2](P63)思想政治教育者深入思考并认真回答这样的问题，从而切实承担在培养“人工智能时代的原住民”过程中的应尽责任，无疑有十分重要的现实意义。

一、思想政治教育与人工智能相结合的实然状态

人工智能有机融入思想政治教育，不仅能显著提高思想政治工作的效率，还可能深刻改变思想政治工作的传统生态，这源于人工智能拥有强有力的三大基石——大数据、深度学习和强算力。

大数据。数据是一种资产，是一种待挖掘的资源。信息的数字化增加了人们对生活世界的了解，使人们以某种新的方式感知事物、预测事物的变化和发展。大数据是信息的集合，它不仅具有数据量巨大的特征，还具有多维度和完备性两个特征。多维度即通过分析不同维度的信息来加以认识和进行预测，如天气的预测要通过分析空气湿度、气压信息、云图信息等多个维度的信息来实现。完备性即全面地统计、收集齐事物某一方面乃至全部的数据，如把近 14 亿人的面孔或指纹甚至所有的基本信息全部收集齐就是典型的完备数据。

深度学习。如果说大数据是原材料，那么深度学习就是原材料加工过程。通过深度学习，人工智能在分析大数据的基础上，可以自己就某一事物分析特征、发现规则。传统的计算机需要专家来预设操作路径与模型，而人工智能可以通过深度学习自主实现模型的渐进性总结。同时，人工智能的深度学习还具有接受外部反馈的能力，可以通过与外界广大用户的频繁沟通互动，改进、提升自己现有的知识理解水平，逐渐向真实的人类思维和智慧接近。

强算力。大数据给深度学习提供了充足的素材，而这些素材的加工处理则离不开强算力。人工智能的深度学习建立在大量数据的综合分析上，同样量度的数据，运算越快，单位时间内尝试的次数就越多，结论也就越准确，能够积累的经验也就更丰富。因此，强算力对人工智能不断提升智能水平的重要性不言而喻。

近年来，越来越多的思想政治工作者表现出对快速发展着的人工智能的兴趣，以十分积极的姿态在自己的工作中引入人工智能，使人工智能在思想政治教育领域的应用范围不断扩大。自主在线学习平台、自动化测评系统、智能导师系统等已经走入实际的思想政治教育教学场景，使思想政治教育朝着“智能化”方向快速迈进。自主在线学习平台是根据学生在线学习的课堂表现、作业完成情况等历史学习数据，预估学生未来的学习表现，智能化地为学生推荐最合适的学习内容和学习方法。自动化测评系统在教学活动中统计学生回答问题的正确率、发现集中错误点等，达到在教学活动结束时及时将学生学习情况反馈给教师，使教师能在第一时间回应学生的疑问，弥补教学过程中出现的知识漏洞。依靠自主学习平

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

台和自动化测评系统，思想政治教育者通过人机交互的教学方式，一方面全方位掌握本专业领域的科研成果，不断扩大为学生传授知识的广度与深度；另一方面根据评价系统的自动评测，快速接收学生对课程内容掌握程度的反馈，从而及时调整授课内容的重难点设置、改变教学策略和采用更适宜的方法。

目前，人工智能进化的第三次浪潮已经步入应用发展期，在一些特定领域取得了引人注目的进展。然而，就总体而言，今天的人工智能还是一种专用（弱）人工智能，其发展水平仍处于“没有人工，就没有智能”的阶段。一方面，弱人工智能没有自我意识，只能按照人类设定的程序在特定领域完成任务，不具备独立意愿和自我诉求，缺乏综合的学习能力，只能在某一特定方面发挥作用，解决单一的问题。另一方面，尽管人工智能模拟、延伸、扩展了人的部分智能，在综合能力方面大大超越了一般机器，但人工智能的本质是计算，[3]弱人工智能只具备科技属性，不具备人类所特有的社会属性和心理属性。人是一种理性动物，更是一种情感动物，人有七情六欲、有理想信念、有使命担当；人工智能毕竟是一种毫无人类感情、只懂得冷冰冰的数据的理性机器。人与人之间的对话会带有言外之意，人工智能却只理解语句的表面含义，无法弄懂其深层含义。此外，人工智能也无法辨别幸福、快乐、满足等这些类似的情感间的差异。这些因素都降低了人工智能对很多事情的判断水平，导致其仅能与人类进行单一、浅易的沟通。

弱人工智能缺乏创造力、复杂沟通力和综合学习力的“人性缺失”，使得它在当前与思想政治教育的结合只局限于教育教学领域的浅表层面，侧重于增进知识与技能的单向传授。在有效的思想政治理论教育教学过程中，内容上的针对性和方式方法上的因材施教，重要性不言而喻。教育教学真正做到有针对性和因材施教，需要施教者对参与教育教学过程的各种因素有充分的了解和把握。在目前思想政治理论教育教学中，人工智能譬如自主在线学习平台，只用作对学习者某些方面静态信息的统计分析，像学生学习进程、质量等，未能获取和处理学生在实际学习情景中的动态信息，更没有收集整理涉及教学的各种因素的完备数据，因此而推荐的学习方案，对学习者的个性化服务存在着精准性不佳的问题。大数据技术体系的理论支撑是概率论，统计分析学生数量、学习章节进度、作业正确率、集中错误点等获取的数据并不足以使教育者充分把握学生真实的学习状况，单凭自动化评测系统的人工智能来设计教学过程、决定教学策略和选择教学方法，教育教学难免缺乏针对性，教育教学过程也难以做到因材施教。

当前的思想政治教育，主要集中在实际的教育教学过程中引入和使用人工智能，思想政治教育与人工智能的相结合，还停留在浅表的层面上，对改进和提高思想政治教育的作用还很有限。同时，人工智能作为一种新技术介入思想政治教育，还造成教和学过程中的一些新问题的产生。

学习信息膨胀、碎片式学习流行、“浅学习”现象产生。人工智能的发展实现了知识的无障碍共享与实时更新，但也带来了学习信息的爆炸式增长。学习信息

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

是无限的，大众的学习时间却是有限的。现代社会，人们工作生活的空间场景不断变化，产生了许多碎片化时间。对知识的渴求使得大众对这些碎片化时间也高效利用，以扩充自己的知识储备，而人工智能为此提供了前所未有的便利条件。然而，在这种碎片化的时间和不断变化的空间中，人们不大容易学习到深奥的、系统的知识。客观世界的丰富性、信息内容的无限性与大众学习时间的有限性，导致了浅学习现象的产生。浅学习就是指学习时不经过深度思考，采取一种跳跃式的、只选取部分重点内容学习的方法，结果是囫囵吞枣、一知半解。这种学习追求的是短暂的心理愉悦和自我满足，好似只要是自己浏览过的知识，自己就能全部熟练掌握。浅学习是一种浏览式、扫描式的学习，其局限性在于造成了知识的表象化，使知识很难呈现出系统性、逻辑性、完整性。久而久之，可能“知道分子”越来越多、而有思想的“知识分子”越来越少。

学习过程“泛机器化”严重，消解学习者自主学习和思考能力。思想政治教育非常注重培养学生的辩证思维能力，鼓励学生独立自主地思考和探索，把庞杂的信息升华为有益的知识，并通过这一过程，提升学习者深刻认识问题和有效解决问题的能力。通过人工智能，学习者可以超越个人有限的知识背景和认知偏好，进行客观的学习诊断和个性化学习方案设计。这种学习方式虽然能提高学习效率，但也在一定程度上消解了学习者的自主学习与思考能力。一方面，由于学习者和教育者在知识储备方面与智能机器人无法比拟，学习者一旦遇到学习难题，就会倾向于利用互联网络计算机搜索答案，他们对新媒体上某些知识的“典藏极简精华版”更是青睐有加。大部分学习者不会再像以往的学习者一样，在寻找问题答案的过程中，字斟句酌经典、分析比较各种文献，锻炼自己的思维能力。他们对知识的获取、学习与领悟，更多的是片段化的、断连的，而不是全面的、连贯的、系统的，轻易得到问题的解答，导致他们的学习能力和思考能力不断被弱化。另一方面，学习者们经常浏览的学习信息，是后台看不见的程序代码一点一点记录下我们的浏览习惯而呈现出的“猜你喜欢”，尽管学习者阅读了大量信息，但这些信息在本质还是自己已经明晰的知识，学习者为此浪费大量的学习时间。这种学习过程中的“泛机器化”——智能机器参与了学习信息的检索供给、学习内容的核心提取、学习方案的设计修改等学习的全过程，增加了学习者对智能机器的依赖度，减弱了学习者的自主学习动力，使学习者很难进行知识创新与知识创造。

二、快速进步的人工智能给思想政治教育带来的机遇与挑战

近代以来，科学技术在高速发展的过程中，几乎每一项重大的发明创造，都会以兼具机遇和挑战双重属性的形式呈现在人们面前。人工智能在当前的发展尤其具有这样的特点，它在促进社会进步、给人们的生活、学习和工作带来实在益处的同时，内在地包含着人们不能不予以重视和认真回答的“问题”。从“机遇”

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的视角看，人工智能的发展可能这样影响思想政治教育：

借助人工智能，深入细致的个性化思想政治教育成为可能。思想政治教育的工作对象是有着不同个性的人，他们在家庭背景、成长经历、知识水平、兴趣爱好、生活习惯等方面，存在着这样或那样的差别。因此，真正有效的思想政治教育，应该遵循“一把钥匙开一把锁”的道理，根据工作对象的实际情况有针对性地给予具体的引导和帮助。思想政治工作者要符合这样的要求开展工作，就需要对自己的工作对象有全面、深入、细致的了解。而在今天的实际工作中，思想政治工作者却很难做到对自己的工作对象有充分的认识。如高校辅导员，他们与大学生之间是一对多的关系，每一位辅导员都承担着引领和帮助少则几十、多则数百名学生的责任。全方位深层次地去了解学生，既需要通过时间的积累，又需要通过事件的检验。时间和机会的有限性导致辅导员全面、深入了解每名学生的可能性微乎其微，他们不得不把辅导和帮助的重点放在个别同学身上，而对其他同学予以近乎无差别的统一式教育管理。基于大数据优势的人工智能具有强大的逻辑思维和数据处理能力，思想政治教育者能够通过应用人工智能，广泛、深度搜集工作对象的信息，多维度地、完备地进行综合立体分析。这样一来，思想政治教育者不仅减小了搜集对象信息的压力，还能够把用来搜集信息的时间转移到深入分析对象特点和精细制定引领帮助对象的个性化方案上。可以说，人工智能时代的到来，使思想政治教育者为每个工作对象提供个性化引导和帮助具有了可能性。

为思想政治工作者的自由发展创造条件。思想政治教育者为了引导帮助工作对象正确认识和解决面临的问题，促进其提升综合素质、实现全面发展，不仅需要掌握丰富的多学科知识，如思想政治教育学知识、心理学知识、管理学知识、社会学知识等，需要具备突出的综合能力，如教育教学能力、人际沟通能力、信息技术应用能力等，为了使自己的工作贴近对象的真实需求、赢得工作对象的基本信赖，还需要实际地深入对象的学习、工作和生活，对于工作对象所从事的活动有相当的认识和理解。这就是说，思想政治教育者理应具备很高素质并且在一定的领域达到“全知全能”。为了达成这一目标，思想政治教育者一直在投入大量的时间和精力，往往是以牺牲自己宝贵的自由时间为代价来应对完成工作的要求。长期在巨大压力下以“疲于奔命”的方式工作，结果势必造成相当数量的思想政治教育者产生疲惫无力感、形成职业倦怠，而这样的结果又将对工作对象造成消极影响。“每个人的自由发展是一切人的自由发展的条件。”[4](P294)素质只能由素质来培养，教育者的高素质是教育培养高素质人才的基础。借助人工智能，思想政治教育者将以前所未有的方式扩展知识、提高能力，利用人工智能，思想政治教育者可以从繁琐、简单重复的事务性工作中解放出来，获得更多的自由时间。这样一来，思想政治教育者可以把更多的时间和精力集中到需要具备创新创造能力和复杂沟通能力等人工智能所无法承担的工作中去。

发现思想政治教育教学新规律。深度学习是人工智能的一大优势，其最大的

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

特点在于人工智能可以基于大数据的分析，自己在无限的数据中分析特征、发现规律。如今天被人们广为知晓的人工智能机器人 AlphaGo，尽管它的开发团队中并没有围棋大师，但它用两年时间分析学习了 30 万盘人类历史上高手的棋局，从中总结出了围棋对弈的规律。通过不断与“自己”对战，它还发现了比基础棋谱更多的打法，最终战胜了人类的围棋世界冠军。值得一提的是，人工智能通过深度学习总结的规律，有些是大家普遍认可的规律，也有一些是人类从未发现却确实存在的规律。如此一来，人工智能就有可能帮助思想政治教育者发现新的教育教学规律，使教育者摆脱传统经验的束缚，形成新的教育思维，创新工作，提高实效。

如果说以上所述，都可算作思想政治教育发展的可能“机遇”，那么，人工智能在当前的发展及其未来前景带来的“问题”，都具有现实性。这些“问题”并不一定直接关涉思想政治工作的开展，但积极关注并对它们予以正确的解答无疑是思想政治工作者应尽的职责。这些极具挑战性的“问题”主要是：

过度夸大科学技术的作用。本来，伴随科学技术的快速发展，社会一直存在着过于夸大科学技术的作用、主张某种形式的科学技术决定论的思想和观念。今天，科学技术具有决定意义的思想和观念，又以或者认为人工智能的发展构成威胁、或者主张相信人工智能乃至崇拜人工智能的形式表现出来。人工智能“威胁论”认为，人工智能的快速发展，将会使人类许多的工作机会消失，譬如教育者将会被人工智能所取代，甚至人类将面临着被人工智能支配和统治的危险。人工智能“崇拜论”则认为，人工智能可以克服人类个体这样或那样的缺点，在诸多领域具备强于人类的素质和能力，如在教育教学活动中，应全方位地应用人工智能技术，教育者要尽量少参与教育教学过程。这两种观念呈现方式不同，前者消极、后者积极，共同的特点是认定科学技术本身的决定性意义，把科学技术变成了异己的“偶像”。

实际上，关于人工智能的这样两种思想和观念，并非完全毫无根据的猜测。人工智能是人类为了追求美好生活而创造出的科学技术，它会根据大数据和深度学习，给每位用户制订最适合本人的学习、工作、生活方案。这无疑会提高人们学习和工作的效率，大大改善人类的生活。但当人工智能普遍应用，特别是人工智能发展到强人工智能的阶段，则有可能不再是机器依赖于人类，而是人类依赖机器；不再是人类控制机器，而是机器通过统计、分析、总结，“控制”人类的成长与前进。而这样一种可能的趋势，在今天实际生活中已经以端倪的形式有所显露。人们不难观察到，当代青少年是在各种机器的陪伴下成长的。当遇到学习、生活上的问题时，相较于父母和老师，他们中相当一部分更倾向于选择向机器去咨询、学习；他们在学习之余的其他活动也更多地选择了由机器来陪伴。这种长时间的人机交互极易使得成长发育中的青少年在心理和行为上出现某种变异。另一方面，人工智能没有反思功能，倘若作为重要基石的大数据出现偏差，那么依靠深度学习得出的错误结论，将会直接把人引向歧途。“微软聊天机器人 TAY 在推特上玩耍了 24 小时，就学会满口脏话、种族歧视、性别歧视”。[5](P122)倘若青少年的陪伴者是类似于

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

TAY 那样的机器人，那就很难保证他们能够走向正确的人生道路。

对可能出现“无用阶级”的强烈担忧。人生的价值，包含了满足个体自我和满足社会的需要两个方面。人是社会存在物，一个人只有在满足社会需要的同时，并通过对社会需要的满足，才能真正满足自己的需要，同时，个体的自我价值也只有在社会中才能得到实现和证明。如果一个个体没有任何社会价值，那么谈论自我价值也就没有任何意义了。所谓“无用阶级”，就是人工智能快速发展后形成的丧失了价值的人。他们原本的工作被人工智能所取代，已有的创造价值的知识和能力不为社会所需要，在实际的社会生活中既不能创造价值，也没有什么话语权，结果是因“无用”而在一段时间内、甚至在很长时间里都无法重新找回、实现他们的自我价值，对自身的存在产生严重质疑。

主张科学技术至上，漠视人的主体性。在当代，包括人工智能在内的具有高、精、尖特性的科学技术快速渗透进人们社会生活的方方面面，以经济、便捷、高效的形式满足大众各种各样的需求，“科学”作为真理的表征成为人们学习、工作、生活的重要标准。以此为背景，极度推崇科学技术、甚至以科学技术本身为“信仰”，作为一种“隐性”意识形态对人们的思想产生影响，导致在人们的实际生产和生活中出现人文关怀缺失、人的价值迷失的问题。譬如，相信并依赖科学技术本身，认定像人工智能就不仅能认识和解决自然科学的问题，还可以解答人们社会生活中的道德和政治问题。再如，把科学技术应用中出现的问题全部归结为科学技术发展得不充分，认为随着科学技术的进一步发展，已有的问题均可以迎刃而解。这种以先进的科学技术为旗号的意识形态，借大众信服科学技术发展对人类社会的巨大贡献，论证和维持其自身的合理性，以一种非强制性的方式实现对人们思想和行为的操控，造成人对工具理性的极端推崇和对价值理性的漠视。而人工智能的快速发展和应用，尤其是它在一些特定方面显示了远超人类的能力，大大地推动了科学技术决定论的社会影响，使人们自觉不自觉地接受科学技术的“控制”。

三、人工智能时代思想政治教育者的责任担当

一方面，人工智能作为一门科学，涉及自然、人文、社会的多种学科的理论和方法，关于人工智能的实质及其科学界定、尤其是人工智能的发展前景还存在许多的争议；另一方面，人工智能的快速发展、巨大进步及其在人们的学习生产和生活领域的广泛使用，对包括思想政治教育活动在内的人们的物质生活和精神生活产生实际影响是不争的事实。因而，面对今天的思想政治教育主要是以技术介入的方式利用人工智能的优势方面，譬如获取教育教学过程某一因素、某些方面的精准数据，面对弱人工智能的应用给人们的社会生活带来的积极或消极、显性或隐性、局部或整体、暂时或长久的影响，面对可能的强人工智能的出现对人们学习、生产和生活方式的革命性改变等疑惑和讨论，立足于新的时代条件下开

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

展有效的思想政治教育，思想政治教育如何适应人工智能的发展，怎样掌握科学技术变革性发展成果与教育培育时代新人的关系，就是从事思想政治教育的工作者必须积极思考和认真作答的问题。

牢固树立育人为“道”、技术为“器”的发展理念。引入和使用已有的人工智能可以改进和提高思想政治教育的工作实效，人工智能的进一步发展将对思想政治教育形成更为广泛和深刻的影响，甚至改变思想政治工作的传统生态。思想政治工作者对此当然应该抱持积极的态度，重视并主动促进思想政治教育和快速发展的人工智能相结合。在此过程中，思想政治工作者必须牢固树立育人为“道”、技术为“器”的工作理念，充分认识思想政治教育与人工智能的所谓“融合”，并不意味着二者结合为一项新的活动，更不是将传统的思想政治工作融入到人工智能中去，而是以育人作为全部工作的立足点，自觉以我为主吸纳、利用不断发展着的人工智能。开展思想政治工作，目的在于引导和帮助人们提高思想政治素质、培养良好的道德品质，积极利用人工智能只能服从服务于实现这样的目的，无论怎样的科学技术，只是更有效地进行思想政治教育的手段、媒介。在开展思想政治教育教学的活动中，要摆脱技术理性主义的纠缠，改正“为了技术使用技术”“只有技术没有人”的偏向，努力避免在应用高新科学技术的过程中丢失了本应有的工作旨向，使思想政治工作不再服务于育人、而是服务于科学技术、服务于机器。

始终坚持以人为本，充分发挥思想政治教育在释疑解惑、消除错误认识、引导人们正确对待科学技术上的重要作用。思想政治教育是在思想领域开展的政治工作，而全部的政治都应秉持以人为本的原则、成为促进人向着自由全面发展的美好生活迈进的力量。我们关于加强和改进思想政治工作的这一理念，同样适用于发展当代以人工智能为代表的科学技术。人类开发利用先进的科学技术必须遵循以人为本的原则，科学技术越是进步，就越要求人类对保障自身主体地位有高度的自觉。人们发明和创造人工智能，目的是使其服务于人的生活，无论人工智能发展到何种程度，都不能改变它与人类的这种从属关系。面对科学技术的飞速发展和巨大进步带来的实际问题，特别是像人工智能的未来发展所提出的挑战，思想政治工作者有责任引导和帮助人们澄清认识，树立正确的观念，努力消除科学技术至上论作为一种意识形态对人们的影响甚至某种“控制”。

不断增强社会性情感的培养，减少工具理性对人的消极影响。人工智能是一种理性的技能，尽管基于大数据的深度学习和经验的积累，它能够产生类似于人类的情感，但这种情感是建立在程序和算法之上，最多只能称作“理性的情感”，与人类基于社会生活而形成的情感有质的不同。人类个体可以经过学习训练而有同样的思维逻辑和相当的思维能力，但人类不仅是一种理性动物，使人迥异于机器的人性包含了十分丰富的内涵，实际上“人性”只是人类个体所具有属性的概括，每一个人类个体都有着独一无二的个性并因此而无法为机器所超越。在人工智能快速发展的

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

时代，思想政治工作者应在积极利用人工智能的同时，特别注意借助人工智能的优势增进人文素质的培育，譬如在思想政治理论课堂这个主渠道上，利用人工智能总结分析学生的学习兴趣点，采用学生喜闻乐见的授课风格，以情动人、以理服人，增强教育教学过程的吸引力、亲和力和感染力，使学生主动参与到师生互动中，提升课堂效果；还可以利用虚拟现实技术，开展体验式教学活动，通过模拟、体验各种情景，让学生在虚拟世界体会到真实生活中的情感，体悟人与人、社会、自然、自我之间的关系，引导学生整合自己的认知与情感等因素，帮助学生实现思想和道德的内化。再如，在日常进行的思想政治教育中，教育者可以凭借人工智能大量获取工作对象的信息数据，发挥自己的共情能力，构建可以沟通交流的“情感场”，设身处地地理解对象的真实情感与想法，通过情感传递、情绪感染等，引导对象实现对一定思想道德观念的认同。同时，思想政治工作者还应充分发挥思想政治教育引导帮助人全面发展的作用，针对人工智能被广泛使用过程中出现的问题，如部分青少年因长期的人机交流而导致在心理和行为上的某种变异，既晓之以理又动之以情，使青少年的知、情、意、行均衡进步，德、智、体、美、劳全面发展。

大力培育主动学习、善于沟通、富于创造的能力。伴随人工智能的发展，人类的很多工作都可能被具有高级人工智能的机器所替代。然而，正如同工业革命以来机器自动化的广泛使用并没有造成“无用阶级”的普遍产生一样，人工智能的发展并不必然带来“无用阶级”的大量产生。在积极发展和使用人工智能的同时，减少乃至避免“无用阶级”的产生，是一个涉及社会许多领域的复杂问题，但解决问题的根本之道则在于人的教育培养。在科学技术发展日新月异并深刻影响人们的学习、工作和生活的今天，思想政治工作者必须高度关注社会发展对人的素质和能力提出的要求，着力培育能够有效应对未来挑战的人。

前文已经提到，人工智能的快速发展和广泛应用，已经在一定程度上起着消解学习者的独立思考能力和主动学习能力的作用。而人不被人工智能所取代，恰恰在于人通过独立思考和主动学习而获得高强的适应能力。破解这一“悖论”，需要今天的思想政治教育引导和帮助人们充分认识自主、积极学习的重要性。数据只是一种信息，人应该利用数据，而不是被数据牵引。学习者应明晰自己的价值定位，学会筛选、过滤、屏蔽信息，通过自主思考，主动探索自己需要的知识。面对层出不穷的新技术，学习者不能坐以待毙，等待被动学习，要树立主动学习的理念，努力了解科学进展，掌握前沿技术，只有这样才能不怕被机器所取代，实现人机和谐。其次，要培养良好的沟通力。沟通力既包括人与人的沟通，也包括人与机器的沟通。“未来，90%的同事将是看不见的机器。”[6]人与人沟通时，要考虑对方的心理特征、个体需求及现实生活等情况，争取实现信息共享，达成相互理解。人与机器沟通时，也要以尊重、理解、信任为基础，构建平等的沟通关系，既不排斥机器，也不膜拜机器，更不盲目顺从机器，实现人与机器的有效互动。最后，要具有创造力。作为人类发明的科学技术，发展人工智能的一大原

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

则就是机器绝对服从、服务于人类。人类使用人工智能来延展自己的体力和脑力，解决实际面临的问题，但不允许它拥有独立的批判性思维，创造问题。人类可以在全新的思维范畴下创造新的知识，人工智能则更多是大量储存和运用人类赋予的知识。“如果人们为了获得工作机会而要与机器智能展开竞争，那么就需要利用人类独有的能力，利用创造力”。[7](P27)

参考文献

[1] Mccarthy J, Minsky M L, Rochester N, et al. *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*[J].Journal of Molecular Biology，2006，（1）.

[2] 富兰·迈克尔，兰沃希·玛丽亚.极富空间：新教育学如何实现深度学习[M].于佳琪等译.重庆：西南师范大学出版社，2018.

[3] 陈钟.从人工智能的本质看未来发展[J].探索与争鸣，2017，（10）.

[4] 马克思恩格斯选集，第 1 卷[M].北京：人民出版社，1995.

[5] 李彦宏.智能革命——迎接人工智能时代的社会、经济与文化变革[M].北京：中信出版社，2017.

[6] 刘凯，胡祥恩，王培.机器也需要教育？论通用人工智能与教育革新[J].开放教育研究，2018，（1）.

[7] 泰德·丁特史密斯.未来的学校[M].魏薇译.杭州：浙江人民出版社，2018.

On the Effective Utilization of Artificial Intelligence in Ideological and Political Education

Wu Dongsheng　Hao Bowei

Abstract: In recent years, the third wave of artificial intelligence has made many breakthroughs. Based on the advantages of big data, deep learning and strong computing power, artificial intelligence starts to participate in the remolding of human learning, work and life in a broader and deeper way. At present, ideological and political education is facing many challenges and practical problems while trying to realize the combination with artificial intelligence and making some achievements in some work fields. In combination with the development of artificial intelligence, ideological and political education should focus on itself and strive to shape and cultivate “the aborigines in the era of artificial intelligence” with initiative learning, communication and creativity.

Key words: ideological and political education, artificial intelligence, effective utilization

［责任编辑：郑　端］

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

人工智能在儿童学习障碍教育中的应用研究综述*

王永固[1] 王蒙娜[1] 李晓娟[2]

(1.浙江工业大学 教育科学与技术学院，浙江杭州 310023；
2.浙江财经大学 心理健康教育与咨询实验教学中心，浙江杭州 310018)

[摘 要] 人工智能(AI)技术在儿童学习障碍领域的应用日趋丰富。但相关文献内容显示，目前国内外仍缺少对该领域的系统性综合研究。通过概述人工智能技术的发展、学习障碍的含义、成因和分类，分析人工智能技术在儿童学习障碍教育中最有代表性的应用研究，包括诊断、干预、评估和服务四个方面。研究发现：人工智能技术能够改善患有阅读障碍、书写困难、数学障碍、自闭症等儿童的病症，能够作为克服学习障碍的技术手段，服务于学习障碍儿童的教育。通过总结人工智能技术应用于儿童学习障碍教育的研究现状及其趋势，可以为相关研究提供有益的借鉴和参考。

[关键词] 人工智能；AI；学习障碍；诊断；干预；评估；服务

[中图分类号] G420 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2018)01—0072—08

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2018.01.007

一、引言

人工智能(Artificial Intelligence，AI)是涉及众多领域的一门交叉学科，其目的是使机器能够拥有像人类一样的思考能力。进入21世纪以来，人工智能技术逐步成熟，应用领域越来越广泛，教育领域就是其中之一。在教育领域，国内外众多研究者积极开展人工智能技术在儿童学习障碍领域的研究，并取得了突破性的进展。Hilles和Naser[1]的研究表明，人工智能技术能够为学习者探索学习任务提供有效的指导，使学习过程更加适合学习者的学习特点。目前，学习障碍儿童的数量越来越多，儿童学习障碍成为教育学、心理学和临床医学共同关注的一个科学难题，已严重影响了学习障碍儿童的学业成绩和核心素养发展。

可喜的是，在过去十年中，国内外很多学者和研究机构开始探索人工智能技术应用于儿童学习障碍研究，并取得了丰富的理论和应用研究成果。但是，笔者查阅国内外的文献数据库发现，到目前为止，国内外学术界尚缺少人工智能在儿童学习障碍教育中的系统性研究综述，这将影响人工智能技术在儿童学习障碍领域的深入研究。

鉴于此，本文以“人工智能”和“学习障碍”为关键词，查阅Elsevier Science Direct、Springer Link、Wiley-Blackwell、SAGE、Google学术和CNKI等全文数据库，检索相关学术论文49篇。基于以上文献数据对国内外相关研究进行文献分析，综述相关研究的现状，预测未来发展趋势，以期推进人工智能技术在儿童学习障碍教育中的应用研究。

二、国内外相关理论框架

(一)人工智能技术

自1956年人工智能被提出以来，其技术的发展，经历了最初发展的热潮，到20世纪70-80年代进入发展的低谷期，再到90年代的缓慢发展等几个阶段，近几年又重新引起了人们的关注。特别是，2016年基于深度学习的AlphaGo战胜了围棋世界冠军李世石，再一次激起了人们对人工智能的兴趣。现在，人工智能已经被视为推动社会快速稳定发展的主要核心技术力量之一[2]。目前，人工智能在某种程度上为人类的生活与工作带来了极大的便利，并占据越来越重要的地位。人工智能研究的领域广泛，涉及如机器视觉、人脸识别、指纹识别、虹膜识别、视

* 基金项目：本文系国家社会科学基金“十三五”规划2016年度社会学一般课题“残障儿童‘家庭—社会’融合型关爱长效机制构建及制度创新研究”(16BSH139)的研究成果。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

网膜识别、智能搜索、专家系统等内容。这些人工智能都具有较低的智能化程度，由于不具备人类随机应变的能力，只能按照事先编译好的指定程序对机器下达命令。但随着科学技术的快速发展，未来的人工智能技术将会达到一个新的高度。但其具体发展方向并不是人为所能控制的，而是根据时代发展的需要必然会出现的[3]。

(二)学习障碍的含义

“学习障碍(Learning Disability，LD)”一词是指广泛的困难所导致的学习问题[4]。学习障碍通常由未知的因素造成，这些未知因素影响大脑接收和处理信息的能力，导致学习障碍儿童无法像正常发展儿童一样快速学习。Julie 和 Balakrishnan 认为，学习障碍是一种影响儿童大脑的神经系统疾病，削弱了儿童执行一项或多项特定任务的能力[5]。学习障碍与阅读或写作能力不足有关，是精神发育迟滞的一种精神疾病。Jordan 等人认为，受学习障碍影响的儿童在行动不迟钝、智力也不迟钝的情况下，他们可以有正常或高于平均水平的智力。虽然他们可能在阅读、识字或数学方面存在障碍，但这并不意味着学习障碍儿童不聪明。在现实中，个别的学习障碍儿童比普通儿童更具智慧[6]。学习障碍因个体而异，不同学习障碍儿童表现出不同的学习问题，目前，学习障碍仍无法治愈，但在正确的帮助下，学习障碍儿童能成功的学习。

“学习障碍”一词最早由美国 Samual·Kirk 在 1963 年知觉障碍儿童基金会的研讨会中提出，由于得到众多学者的认同，“学习障碍”一词就统一了过去对这类障碍的各种名称[7]。1975 年，“学习障碍”一词得到美国《所有残疾儿童教育法》(94 -142 公法)的认可，该部法律强调学习障碍是指与注意、记忆、理解和运用语言有关的一种或几种基本心理过程的异常，导致儿童在听、说、读、写、思考或数学运算方面有显著的学习困难。这些异常包括书写障碍、轻微脑功能失调、阅读障碍和语言障碍等情形。但是，学习障碍不包括因动作障碍、视觉、听觉、智能不足或社会文化、环境、经济等不利因素所造成的学习问题。此后，“学习障碍”一词得到社会的广泛认可并成为教育学、心理学和儿童精神病学等领域共同研究的课题[8]。

到目前为止，虽然关于学习障碍的定义有很多，但它们并无实质的不同。其中影响较大、运用范围较广的是学习障碍委员会 1981 年的定义，它将学习障碍定义为：“一组由内外因素综合作用导致的异常，表现在听、说、读、写、思考、推理或计算能力的获取和使用上存在问题”[9]。在学术界未对学习障碍进行统一明确的界定前，常把“学习障碍”与“学习困难”两个词混用，然而两者在范围上不完全相同，后者较前者范围更加广泛，还包括由于智力不足、文化、环境、经济等不利因素所造成的学业不良。

目前我国学术界对学习障碍尚未有统一的定义。在前人文献的基础上，本研究将学习障碍(LD)概念界定为：(1)学习障碍儿童在听、说、读、写、思考、数学运算等方面存在显著的学习困难；(2)学习障碍儿童基本不存在智能不足现象，有些甚至比正常儿童聪明；(3)其原因是个体内在的脑伤、轻微脑功能失调所致；(4)大多数学习障碍儿童在社交技能方面有明显缺陷；(5)需要排除由于智能不足、听觉障碍、视觉障碍、动作障碍等或由于受文化、环境、经济等不利因素的影响，未能接受正规教育的原因所造成的学习方面的障碍。

(三)学习障碍的成因

在内部因素方面，儿童学习障碍的成因包含学习动机、意志力薄弱和归因等三个方面：50%的学习障碍儿童对学习不感兴趣，缺乏正向的学习动机；学习障碍儿童难以克服学习过程中出现的困难，遇到问题容易退缩，缺乏正面应对的勇气；在归因方面，学习障碍儿童常把成功归因于难度低或运气等外部不可控因素，而把失败归因于能力或智力等内部不可控因素，这使其将困难看作是对自身能力的威胁，常常采用逃避的方式处理。

在外部因素方面，儿童学习障碍的成因包含家庭环境、外部态度和社会文化环境等三个方面：一是家庭环境影响，良好的家庭环境和民主的教养方式为儿童提供更多的互动和学习支持，儿童更容易对学习产生浓厚的兴趣，没有厌学情绪，不易出现学习障碍[10]；二是学校教师教学态度和期望的影响，学校环境对儿童产生一定的影响，教师的言行、教学方法对儿童有重要的影响，若教学方法不当，儿童容易丧失学习乐趣[11]；三是社会文化环境，发达地区的学习障碍儿童的数量明显低于文化落后地区儿童的人数，社会文化环境影响儿童的发展[12]。

(四)学习障碍的分类

儿童学习障碍的表现因人而异，不同的儿童表现出不同的学习问题，因此给儿童学习障碍的分类带来一定的困难。到目前为止，学术界尚没有形成一

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

致的分类标准。其中,学术界主要采纳美国学者 Kirk 在 1989 年提出的学习障碍的分类。Kirk[13]将儿童学习障碍分为两大类,即发展性学习障碍(Developmental Learning Disabilities)和学业性学习障碍(Academic Learning Disabilities)。

发展性学习障碍是指儿童在正常发育过程中在知觉、视觉、听觉和语言功能等方面出现异常,多与大脑信息处理过程的问题有关[14],包含五种类型:(1)视听觉障碍(Visual Perception or Auditory Perception Disabilities):听觉障碍影响儿童的阅读、写作和拼写的能力,视觉障碍儿童难以分辨物体形状和颜色的细微差别,无法识别字母和数字。(2)记忆障碍(Memory Disabilities):再现所见所闻或亲历过的事件时的障碍。(3)运动障碍(Motor Disabilities):指儿童在身体的协调方面存在问题,包括粗大的运动技能(奔跑、跳跃)和精细的运动技能(写作、绘画)。(4)认知能力障碍(Cognitive Disability):指在记忆、语言、计算、视觉空间、理解判断等方面存在一项或多项受损,影响个体学习和日常生活。(5)语言障碍(Language Disabilities):儿童的语言能力发育迟缓、复述故事的能力差、言语的流畅度低,在理解词语和句子含义方面存在困难。

学业性学习障碍是指儿童在阅读、写作和计算等能力存在异常,学习障碍儿童的阅读能力、写作能力、计算能力低于正常发展儿童。首先,阅读障碍有两种类型,一种是难以理解字母和单词之间的关系;另一种是无法掌握单词、短语和段落的含义。其次,写作障碍包括两种类型:一种是在形成文字和单词本身方面存在障碍;另一种是在文字意思的表达方面存在障碍。最后,儿童的计算障碍因人而异,一个儿童的计算能力会受到语言学习障碍、视觉障碍或记忆障碍等困难的影响。计算障碍儿童可能在组织数字、操作符号的顺序方面存在困难,例如,儿童在 5+5=10 和 5×5=25 这两个算式中的计算符号区别障碍即可能受到视觉障碍的影响。

三、人工智能在儿童学习障碍教育中的应用

学习障碍儿童常常表现为在听、说、读、写、理解、社交等方面存在缺陷,身心处于低能、失能和不能的状态,这不利于他们的学业成绩和核心素养发展。从需求和适配度层面来看,学习障碍儿童在听觉能力、语言理解能力和社交能力等方面的发展,更需要人工智能技术的介入、辅助和支持[15]。认知科学家和人工智能先驱 Minsky 指出,人工智能可以根据个体特定的情境及其需求开发出个性化的教学机器。这通过与学习障碍儿童进行对话,帮助学习障碍儿童理解问题或达到某个目标[16]。

近年来,人工智能开始应用于儿童学习障碍教育领域中,作为优化和提升学习障碍的诊断、干预、评估和服务四种关键应用的方法和技术,可以促进学习障碍儿童学业成绩的提高,帮助学习障碍儿童核心素养的改善。

(一)诊断

全国健康访问调查(2004 年)数据显示,我国约有 8%的儿童和青少年存在学习障碍[17]。目前,由于对儿童学习障碍尚没有明确的诊断标准,所以对其的诊断仍是一个难题。美国的心理、教育和医疗领域的工作者主要基于儿童的知识和学业成绩的差异,来评断其是否患有学习障碍。已有研究证明,人工智能技术可以用于儿童学习障碍的诊断,且具有良好的效果。基于国内外相关研究文献分析,本研究发现,儿童学习障碍诊断可采用人工智能技术的算法、应用模型和系统平台进行。

1.提出儿童学习障碍诊断的 AI 算法,可以提高儿童学习障碍的诊断精度

目前,学术界提出两种儿童学习障碍诊断的 AI 算法,分别是深度学习算法和支持向量机 SVM 算法。2008 年,Wu 和 Huang 等人提出使用人工神经网络分类器诊断学习障碍,通过实验研究证明,人工神经网络分类器能诊断出超过 50%的学习障碍儿童,优于基于统计技术的传统诊断方法[18]。随后,Anuradha 等人使用“SVM”人工智能算法开发出更准确、更省时的注意力缺陷多动障碍(ADHD)诊断平台。该平台的 SVM 模块提供医生用来诊断病症的问卷调查,通过使用 SVM 算法来诊断儿童是否患有注意力缺陷多动障碍(ADHD)[19]。由此可见,AI 算法能够提高学习障碍儿童诊断的精度。

2.构建儿童学习障碍的诊断模型,探索学习障碍儿童智能诊断的新方法

1990 年,Geiman 和 Nolte 提出了儿童学习障碍分类的专家系统模型[20]。2008 年,Arthi 和 Tamilarasi 报道了一种基于人工神经网络(ANN)技术的自闭症诊断模型,该模型将原始的自闭症数据转换成合适的模糊值,并将这些数据作为神经网络的输入;该诊断模型采用了较为成熟的 k-近邻算法,用于预测儿童自闭症的研究中[21]。2013 年,徐影、李怀龙和谢家

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

奎等结合学习障碍诊断领域的知识特点、专家问题求解的思维过程和推理过程的特点，开发了适合于学习障碍诊断的推理模型[22]。在该模型中，用户首先输入自己的病症，进入诊断推理程序，接着系统自动将输入的个人症状与专家系统中数据库进行初步匹配，然后向用户呈现诊断结果，包含学习障碍的相关信息，最后向用户推荐对应的干预治疗方法。

3.开发儿童学习障碍诊断的专家系统，学习人类专家诊断学习障碍的思维与经验

2003 年，Georgopoulos 等人提出特定言语障碍诊断的模糊认知图（Fuzzy Cognitive Map，FCM）方法。模糊认知图是一种使用符号来描述和建模复杂系统的软计算方法，其目的是为专家医生提供一个特定言语障碍与阅读障碍和自闭症的鉴别诊断。因为在许多情况下，言语障碍具有与其他学习障碍相似的症状而难以辨别。该系统在四个临床病例中进行测试，取得令人满意的结果[23]。2006 年，Wu 和 Meng 等人开发了第一个诊断学习障碍的人工智能“专家系统”，其目标是模拟人类专家求解问题的思维过程，以解决学习障碍诊断中的各种问题[24]。2009 年，Hernández 等人介绍了一个诊断儿童学习困难的专家系统，该系统包括一系列心理学评估策略组成的知识库。研究者试图找出输入变量（年龄，性别，教育水平）和输出变量（精神运动方面、智力方面）之间的关系。该专家系统能为其用户提供认识学生心理素质的可能性，研究结果发现，80%的评估人员认为该系统能高效地诊断儿童的学习障碍[25]。2012 年，ElSayed 研制了一个用于学习障碍儿童诊断的智能代理分类系统。该系统为提供学生的教育学和心理学特征，也能产生最佳的教育活动解决方案。该系统为班主任提供了讨论心理功能和学习技能的工具，在该系统的语义网络知识库中包含一系列策略支持心理和教学的评估。教师可根据专家分类知识库中获取的样本得到争端经验，对学习障碍儿童进行分类[26]。

（二）干预

一个可靠而有效的诊断是帮助儿童克服困难的第一步，诊断的目的是为了干预过程的开展。干预是学习障碍儿童教育的重要组成部分，因为干预过程能够更加明确地指导学生的学习。目前的一个重要研究方向是使用人工智能技术对学习障碍儿童进行干预教育。研究发现，大部分研究围绕运用人工智能技术开发系统平台对学习障碍儿童进行干预的主题展开。根据学习障碍儿童的分类，我们将系统分为发展性学习障碍干预系统和学业性学习障碍干预系统。

1.发展性学习障碍干预系统解决儿童的视听觉、注意力、认知能力、记忆、言语等发展性障碍问题

2003 年，Schipor 等人创建了一种基于模糊专家系统的言语治疗（CBST）系统，使用模糊专家系统开发其架构，帮助言语障碍儿童获取最佳治疗方案，向言语障碍儿童提供更多的干预时间[27]。2006 年，Sebe 等人基于视觉和音频线索实现情绪联合识别，这种人机交互应用系统不仅能够识别六种基本情绪，包括快乐、惊喜、愤怒、厌恶、恐惧和悲伤，而且能识别其它情感状态，包括兴趣、无聊、混乱和沮丧。该研究对患有言语障碍和情绪障碍的自闭症儿童提供积极有效的干预训练[28]。

2007 年，Riedl 等人设计了一个帮助高功能自闭症谱系障碍儿童学习社交技能的智能系统。该系统通过呈现社交场景游戏，例如，支持儿童以角色扮演的方式完成社会情境中的任务，采用人工智能技术减少专家应用干预策略时手动创作的负担，取得了显著的干预成果[29]。2008 年，Drigas 等人在实施“Dedalos”项目中，面向以英语为第二语言的听觉障碍儿童，采用智能分类系统评估学生的言语能力，动态设置教学内容，为听觉障碍儿童的学习提供一个完整的支持系统，消除他们的入学障碍[30]。2016 年，Galina 和 Assem 等开发了视觉障碍儿童远程智能学习系统，该系统考虑视觉障碍儿童的心理、生理特征和学习信息，采用智能统计方法处理多维数据，为视觉障碍儿童的远程学习提供智能化的学习环境[31]。

2.学业性学习障碍干预系统解决阅读、拼写、书作、数学等学习活动的心理障碍

2001 年，Melis 等人介绍了一种基于 Web 的 ActiveMath 数学智能辅导系统（ITS），用于数学学习障碍儿童。ActiveMath 允许儿童在自己觉得舒适的环境中学习，使用人工智能技术生成自适应课程，学生可以建模、反馈以及互动练习。在 ActiveMath 中，儿童通过对自己掌握的概念进行自我评估来启动他/她的学生模型，然后选择学习目标和场景，并根据自己掌握程度调节课程，“眼睛追踪器”能详细追踪儿童的注意力和阅读时间。对该系统多年的实验研究证明，智能辅导系统（ITS）在数学学习障碍儿童的学习过程中具有积极的干预作用和效果[32-34]。2010 年，Gonzalez 等人设计了一个用于检测分析数学问题中错误的自动平台，支持学生个性化反馈。该方法

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

适用于所有学生，尤其是那些有特殊教育需要的学生，如，唐氏综合症患者的加法和减法算术运算。该系统的错误检测算法，能够收集、分析学生和平台之间的交互数据，然后把输出提供给教师。此外，该系统还包含教学策略模型，将学生在练习中所犯的一系列错误返回给学生，帮助学生认识到他们自己的错误。该系统在患有唐氏综合症儿童的实验结果中获得证实，其能帮助学习障碍儿童在数学练习中获得较高的正确率[35]。

2010 年，Baschera 和 Gross 开发一款面向拼写障碍儿童的适应性拼写训练系统。该系统基于推理算法观察儿童的错误行为，评估每个规则对学生的难度，引导学生重复训练拼写错误的单词。对该系统在两个大规模的用户研究中进行测试，结果显示，拼写障碍儿童经过一段时间训练后，其拼写错误率显著降低[36]。2013 年，Adalberto 等人提出了一种旨在使用人工智能技术帮助教师、心理学家和教育家支持阅读障碍儿童学习的方法。该方法可以适应每位儿童的个体需求而产生相应的学习任务。在任务执行的同时，机器学习系统将收集和处理数据，分析学生在阅读和写作时的学习过程，模糊系统将根据机器学习系统收集的数据提出适当的任务，进而输出一个适应性的任务，激励阅读障碍儿童执行相应的阅读任务[37]。

(三)评估

学习障碍会导致儿童难以学习和使用某些技能。调查发现，学习障碍对入学儿童的影响率为 15%，因此，对学龄前和学龄期儿童进行学习障碍评估是一项重要且急迫的工作。基于儿童学习障碍的成因和分类，学习障碍儿童的症状具有高度相似性，因此，学习障碍儿童评估需要选择合适的评估工具。文献分析发现，国内外已有学者将 AI 应用于学习障碍儿童的评估工具中。通过 AI 评估工具来帮助教师或家长观察孩子的学习水平，能提高教师或家长的评估能力，使学习取得良好的成效。本部分介绍人工智能中算法、模型、系统在学习障碍儿童评估中应用研究。

1.应用人工神经网络(Artificial Neural Network，ANN)评估和预测学习障碍儿童

人工神经网络是 20 世纪 80 年代以来人工智能领域兴起的研究热点，在儿童学习障碍评估中应用逐步深化。2008 年，Pavlopoulos 等采用神经元网络方法支持学生开展自我评估，借助计算机程序逐步优化。在该研究中，记录和分析了学生在虚拟学习环境中单个和多个问题中的答案，评估了五个学习领域的答案：语法/句子结构、阅读、写作、字母识别和字母顺序和拼写/词汇。研究结果发现，应用虚拟学习环境的遗传编程神经网络(GPNN)方法对所有在上述领域存在障碍的学生都是有效的，并且特别适用于身体或感觉障碍的个体[38]。2010 年，Kohli 提出了一种使用人工神经网络(ANN)识别诵读困难的方法，这是首次尝试人工智能解决儿童阅读障碍识别的应用。该项研究对 2003-2007 年间潜在阅读障碍学生的评估结果进行测试，测试输出的实验结果发现，使用测试数据获得的初步结果相当准确，该平台能应用于实际的阅读障碍儿童的预测评估[39]。2013 年，David 和 Balakrishnan 报道了人工神经网络(Artificial Neural Network，ANN)和自适应神经模糊推理系统 (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System，ANIFS)两种智能方法以预测适龄儿童的学习障碍，并为学习障碍儿童预测开发了有效的工具[40]。

2.基于人工智能构建应用模型开展儿童学习障碍评估

2004 年，Rebolledo-Mendez 和 Freitas 提出 NeuroSky MindSet (MS) 应用模型，MindSet 是美国 NeuroSky 公司推出的基于其先进的 BCI 技术的一款“意念耳机”，能适用于所有人群，尤其可被应用于注意力缺陷多动障碍(ADHD)儿童。NeuroSky 由带有三个电极的头戴式耳机组成，能够读取儿童脑电信号作为输入以评估儿童的注意力水平。该应用模型在大学一年级本科生的测试结果表明，测量结果和被试自我报告的注意水平之间存在正相关[41-42]。2009 年，Jain 等人提出了一种基于感知器的学习障碍检测器模型 (Perceptron based Learning Disability Detector，PLEDDOR)。该模型是一个人造神经网络，使用基于课程的测试可以识别儿童的阅读障碍、书写障碍和数学障碍[43]。该系统在印度 240 名儿童的测试结果表明，该模型能够有效地评估学生的学习障碍。

3.基于人工智能系统收集的学习任务和社交活动数据开展儿童学习障碍评估

2007 年，Livne 介绍了一种自动评估学生数学问题答案的在线解析系统。在学习期间，学生被要求提供数学问题的答案，解析器分析学生提供的答案，立即反馈他们的错误，并提供准确的评分，该系统适合数学学习困难和学习障碍学生[44]。2009 年，Dawn

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

等人提出使用行动研究方法开发了一个基于 Web 的集体智能应用程序系统(DDtrac)。DDtrac 系统允许教师收集学生在学习任务和社交活动中的数据，并分享有关的见解，用于评估学习障碍学生的进步程度和学习支持改善决策。该研究在 40 名特殊教育专业人员的调查结果表明，与发育障碍人士合作的教育工作者、临床医生、家庭、父母或其他专业人员可以从实时数据跟踪和决策支持中获得由 DDtrac 应用程序提供的有效教学反馈[45]。

(四) 服务

结合学习障碍儿童的学习支持需求，随着移动互联网、云计算和大数据等新技术的发展，人工智能技术应用将依托云计算和大数据向学习障碍儿童、教师和家长提供越来越个性化的学习支持服务。

1.基于云计算的人工智能技术为学习障碍儿童提供更智慧的学习支持服务

基于云计算，利用语音识别技术、图像识别技术和移动 APP，人工智能技术能够更好地服务于学习障碍儿童。2010 年，基于讯飞开放平台面向阅读障碍的争渡软件，实现通过语音操作电脑，帮助实现读屏功能，在国内供阅读障碍者访问互联网使用；讯飞与香港失明人协进会(NVDA)联合开发的粤语版读屏软件，成为粤语区阅读障碍者的学习软件。2015 年，讯飞推出“听见”产品，将老师教学演讲内容完整的转成文字，并在课堂上实时展示，辅助听力障碍儿童更好的理解教学内容。目前，该软件已在多个特殊学校的课堂情境中应用，相较于原来的手语教学，现场语音识别极大地扩展了课堂的信息量，对听力障碍儿童教学提供了沟通与交流的便利。

综上所述，云计算汇聚了人工智能技术的分布式计算能力，共享互联网的海量学习障碍相关资源[46]。在移动网络中某个节点输入学习障碍儿童病症时，基于云计算的人工智能技术能够快速准确的查找出某一类学习障碍儿童的成因和症状，甚至模拟学习障碍儿童的神经系统受损情况，提供与其相匹配的诊断结果和干预方法，为学习障碍儿童的干预训练提供强有力的技术支持。

2.基于大数据的人工智能技术能为学习障碍儿童提供更精准的学习支持服务

目前国内外学者普遍认为，“大数据”是继云计算和物联网之后的 IT 产业的又一次重大技术变革[47]。在学习障碍儿童的教育中，基于大数据的人工智能技术的应用体现在三个方面：一是根据学习障碍儿童自身的学习需求，基于原始数据提供给儿童适合其能力的学习内容；二是持续采集学习障碍儿童在学习过程中生成的数据，针对儿童在学习过程中的障碍问题，形成适合每位儿童自身发展的干预措施[48]；三是记录儿童在学习过程中的行为数据，这些数据表面看起来毫无规律，但当数据累积到一定程度时，对这些数据进行分析，就能找出学习障碍儿童的行为规律。因此，基于学习障碍儿童的学习行为大数据的挖掘、分析和建模，能够更准确地把握学习障碍儿童的个体特征，从而精准的诊断、干预、评估和服务学习障碍儿童。

四、结论与展望

本研究检索国内外人工智能技术在儿童学习障碍教育中的相关研究文献，分析人工智能技术在学习障碍儿童的诊断、干预、评估、服务四个方面的应用：(1)人工智能中的 SVM 算法、深度学习算法、诊断模型和专家系统已应用于学习障碍儿童的诊断中，以提高学习障碍儿童诊断的精度。(2)基于人工智能技术的发展性学习障碍干预系统和学业性学习障碍干预系统已得到较多的应用，用于提升学习障碍儿童干预教学的质量和效率。(3)人工神经网络算法、应用模型和智能系统作为儿童学习障碍评估的方法和工具，以增加学习障碍儿童评估的精度。(4)基于云计算和大数据的人工智能技术已被应用于学习障碍儿童学习支持服务中，以提升学习障碍儿童支持服务的智慧度和精准度。由此可见，人工智能技术有助于准确的诊断和预测儿童学习障碍，为学习障碍儿童干预与评估提供智能化和个性化的干预方法[49]，提供更加智慧和精准的学习支持服务。

目前，从人工智能技术在正常发展儿童教育中的应用来看，人工智能技术实现教育教学的自动化、网络化、智能化和个性化的研究越来越多。但是，人工智能技术在儿童学习障碍领域中的研究文献和研究成果相对偏少，研究问题和范围相对较小[50]。鉴于此，未来的研究应将人工智能领域最新的研究方法和技术应用于特定学习障碍儿童中，结合学习障碍儿童的特征和学习需求，优化现有的人工智能算法，深化人工智能技术在特定学习障碍儿童的诊断、干预、评估和服务中的应用研究，优化现有的 SVM、ANN 和深度学习等算法，设计更有效的诊断、决策和评估模型。基于云计算和大数据研制智能系统，帮助

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学习障碍儿童克服发展性障碍,并在学业成绩和核心素养方面取得更有效的发展。

[参考文献]

[1]Hilles M M, Naser S S A. Knowledge-based Intelligent Tutoring System for Teaching Mongo Database [J]. European Academic Research, 2017,4(10):8783-8794.

[2]马玉慧,柏茂林,周政.智慧教育时代我国人工智能教育应用的发展路径探究——美国《规划未来,迎接人工智能时代》报告解读及启示[J].电化教育研究,2017(3):123-128.

[3]韩晔彤.人工智能技术发展及应用研究综述[J].电子制作,2016,(12):95.

[4]Drigas Athanasios, Ioannidou Rodi-Eleni. A Review on Artificial Intelligence in Special Education[J]. Communications in Computer and Information Science,2013,(278):385-391.

[5]Julie M D, Balakrishnan K. Significance of Classification Techniques in Prediction of Learning Disabilities[J]. International Journal of Artificial Intelligence & Application,2010,1(4):111-120.

[6]Jordan N C, Kaplan D, Locuniak M N, et al. Predicting First-Grade Math Achievement from Developmental Number Sense Trajectories[J]. Learning Disabilities Research & Practice, 2007, 22(1):36-46.

[7]Kirk S A. Behavioral Diagnosis and Remediation of Learning Disabilities[J]. In Proceedings of the Conference on the Exploration into the Problems of the Perceptually Handicapped Child,1963,29(2):1-7.

[8]杜高明,黄娟.学习障碍的界定及社会建构说[J].中国特殊教育,2008(12):82-87.

[9][美]罗伯特,威廉特.学习障碍的矫正[M].杨重明译,1967(英文版).

[10]王道阳,宋冉,殷欣,曹果果.学习障碍成因与干预研究进展[J].教育生物学杂志,2016(1):39-43.

[11]吴汉荣.儿童学习障碍的预防及矫治[J].中国学校卫生,2003(5):425-427.

[12]许政援,沈家鲜,吕静,等.儿童发展心理学[M].长春:吉林教育出版社,1996.

[13]Mary S Kelly, Catherine T Best, Ursula Kirk.Cognitive Processing Deficits in Reading Disabilities: A Prefrontal Cortical Hypothesis[J]. Brain and Cognition,1989,11(2):275-293.

[14]梁威.国内外学习障碍研究的探索[J]. 教育理论与实践,2007(21):57-60.

[15][50]张坤颖,张家年.人工智能教育应用与研究中的新区、误区、盲区与禁区[J].远程教育杂志,2017(5):54-63.

[16]Minsky M L, Singh P, Sloman A. The St. Thomas Common Sense Symposium: Designing Architectures for Human-level Intelligence [J]. AI Magazine, 2004,25(2):113-125.

[17]National Health Interview Survey, 2006.[EB/OL].[2017-06-01]. http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr_10/sr10_227.pdf,extracted on Jan. 16th, 2006.

[18]Wu T K, Huang S C, Meng Y R. Evaluation of ANN and SVM Classifiers as Predictors to the Diagnosis of Students with Learning Disabilities[J]. Expert Systems with Applications, 2008, 34(3): 1846-1856.

[19]J Anuradha, Tisha V, Ramachandran, K V Arulalan, B K Tripathy. Diagnosis of ADHD Using SVM Algorithm[C]// The Third Annual ACM Bangalore Conference, 2010:1-4.

[20]R M Geiman, W L Nolte. An Expert System for Learning Disability Diagnosis[C]// 1990 IEEE International Conference on Systems Engineering, Pittsburgh, PA, USA, 1990:363-366.

[21]Arthi K, Tamilarasi A. Prediction of Autistic Disorder Using Neuro Fuzzy System by Applying ANN Technique[C]// International Journal of Developmental Neuroscience,2008,26(7):699-704.

[22]徐影,李怀龙,谢家奎.儿童学习障碍诊断专家系统的推理模型设计与系统开发[J].现代教育技术,2013(3):105-108.

[23]Georgopoulos V C, Malandraki G A, Stylios C D. A Fuzzy Cognitive Map Approach to Differential Diagnosis of Specific Language Impairment[J]. Artificial Intelligence in Medicine,2003,29(3):261-278.

[24]Wu T K, Meng Y R, Huang S C. Application of Artificial Neural Network to the Identification of Students with Learning Disabilities [C]// International Conference on Artificial Intelligence,2006:162-168.

[25]Hernadez J, Mousalli G, Rivas F. Learning Difficulties Diagnosis for Children's Basic Education using Expert Systems[J]. WSEAS Transactions on Information Science and Applications,2009,6(7):1206-1215.

[26]K N Elsayed. Diagnosing Learning Disabilities in a Special Education by an Intelligent Agent based System[C]//Computer Science and Electronic Engineering Conference(CEEC), Colchester, 2012:7-12.

[27]Schipor O A, Pentiuc S G, Schipor M D. Improving Computer based Speech Therapy Using a Fuzzy Expert System[J]. Computing and Informatics,2003,22:1001-1016.

[28]N Sebe, I Cohen, T Gevers, T S Huang. Emotion Recognition Based on Joint Visual and Audio Cues [C]// Proceedings of the 18th International Conference on Pattern Recognition, 2006:1136-1139.

[29]Riedl M, Arriaga R, Boujarwah F, Hong H, Isbell J, Heflin L J. Graphical Social Scenarios: Toward Intervention and Authoring for Adolescents with High Functioning Autism[C]// AAAI Fall Symposium,2007.

[30]Drigas A S, Kouremenos D, Vrettaros J. Teaching of English to Hearing Impaired Individuals Whose Mother Language is the Sign Language[M]. Springer Berlin Heidelberg,2008:263-270.

[31]Samigulina G, S Shayakhmetova Assem. Smart-System of Distance Learning of Visually Impaired People based on Approaches of Artificial Intelligence[J]. Open Engineering,2016,6(1).

[32]Melis E, Andres E, Budenbender J, Frischauf A, Goguadze G, Libbrecht P, Polle M, Ullrich C. ACTIVEMATH, A Generic and Adaptive Web-Based Learning Environment[J]. International Journal of Artificial Intelligence,2001,24(4):1-25.

[33]Libbrecht P, Melis E. Methods to Access and Retrieve Mathematical Content in ACTIVEMATH[J]. Springer Berlin Heidelberg, 2006: 331-342.

[34]Melis E, Siekmann J. ACTIVEMATH: An Intelligent Tutoring Sys-

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

tem for Mathematics[C]// Artificial Intelligence & Soft Computing-icaisc, International Conference,2004:91-101.

[35]Gonzalez C S, Guerra D, Sanabria H, Moreno L, Noda M A, Bruno A. Automatic System for the Detection and Analysis of Errors to Support the Personalized Feedback[J]. Expert Systems with Applications, 2010(37):140-148.

[36]Baschera G M, Gross M. Poisson-Based Inference for Perturbation Models in Adaptive Spelling Training[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2010(20):1-31.

[37]Nadia Milena Arévalo, Sandra Dolores Beltrán,Yuri Lizeth Chavarro, Alix Lorena Medina, Edwin Herazo, Adal-berto Campo-Arias. Prevalence of Alcohol Problem Drinking Among the Indigenous Population in Colombia[J]. Revista Colombiana de Psiquiatría,2013,42(4):320-323.

[38]J Pavlopoulos, J Vrettaros, G Vouros, A S Drigas. The Development of a Self-assessment System for the Learners Answers with the Use of GPNN[C]//World Summit on the Knowledge Society: Emerging Technologies & Information Systems for the Knowledge Society, 2008(1):332-340.

[39]Kohli M, Prasad T V. Identifying Dyslexic Students by Using Artificial Neural Networks[J]. Proceedings of the World Congress on Engineering, London, U.K, 2010,2183(1):118.

[40]David J M, Balakrishnan K. Learning Disability Prediction Tool Using ANN and ANFIS[J]. Soft Compute,2014(18):1093.

[41]Rebolledo-Mendez G, De Freitas S. Attention Modeling Using Inputs from a Brain Computer Interface and User-generated Data in Second Life[C]// The Tenth International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI 2008), Crete, Greece,2008.

[42]Rebolledo-Mendez G, Dunwell I, Martínez-Mirón E A, Vargas-Cerdán M D, de Freitas S, Liarokapis F, García-Gaon a A R. Assessing NeuroSky's Usability to Detect Attention Levels in an Assessment Exercise[C]// International Conference on Human-computer Interaction,Part I. LNCS, 2009:149-158.

[43]Jain K, Manghirmalani P, Dongardive J, Abraham S. Computational Diagnosis of Learning Disability[J]. International Journal of Recent Trends in Engineering 2009,2(3).

[44]N Livne, L Nava, O Livne, C Wight. Can Automated Scoring Surpass Hand Grading of Students'Constructed Responses and Error Patterns in Mathematics?[J]. MERLOT Journal of Online Learning and Teaching, 2007,3(3).

[45]Dawn G. Developing a Collective Intelligence Application for Special Education[J]. Decision Support Systems,2009,47(4):455-465.

[46]刘成新,张松,苌雨.我国教育技术领域云计算研究现状述评[J].电化教育研究,2014(3):41-45.

[47]何克抗.大数据面面观[J].电化教育研究,2014(10):8-16.

[48]祝智庭,沈德梅.基于大数据的教育技术研究新范式[J].电化教育研究,2013(10):5-13.

[49]Drigas A, Ioannidou R. Artificial Intelligence in Special Education: A Decade Review[J]. International Journal of Engineering Education, 2012,28(6):1366-1372.

[作者简介]

王永固，博士，浙江工业大学教育科学与技术学院教授和副院长,系本文通讯作者,研究方向:特殊教育信息化、互联网+教师专业化发展;王蒙娜,硕士研究生,浙江工业大学教育科学与技术学院硕士研究生,研究方向:特殊教育信息化;李晓娟,博士研究生,副教授,浙江财经大学马克思主义学院思政教研室主任,研究方向:特殊儿童心理发展与教育、大学生心理健康教育。

http://dej.zjtvu.edu.cn

Application of Artificial Intelligence in Children Learning Disabilities Education

Wang Yonggu[1], Wang Mengna[1] & Li Xiaojuan[2]

(1. School of Educational Science and Technology, Zhejiang University of Technology, Hangzhou Zhejiang 310023;
2. Psychological Health Education and Consulting Experimental Teaching Center, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou Zhejiang 310018)

【Abstract】 Artificial intelligence(AI) technology is increasingly used in the field of children learning disabilities. However, the relevant literature shows that there is a lack of systematic and comprehensive research on this field at home and abroad. Through an overview of the development of artificial intelligence, the meaning of learning disabilities, genesis and classification, this paper analyzes the most representative researches and applications of artificial intelligence technology in education of children with learning disability, including diagnosis, intervention, assessment and services. Studies have found that artificial intelligence technology to improve children with dyslexia, dysgraphia, mathematics disorders, autism and other disorders and can serve as a tool to overcome the learning disabilities and serve the education of children with learning disabilities. By summarizing the research status and trend of the application of artificial intelligence technology in children learning disabilities education, this paper aims to provide useful references for relevant researches.

【Keywords】 Artificial Intelligence; AI; Learning Disabilities; Diagnosis; Intervention; Assessment; Services

收稿日期:2017 年 12 月 18 日
责任编辑:陈　媛

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能时代劳动教育的价值省思与超越

杨颖秀（东北师范大学教育学部，吉林 长春 130024）

摘要　人工智能时代呼唤新的劳动素质，对学校劳动教育提出新的挑战。面对挑战，我们有必要重新审视劳动教育的价值，实现劳动教育新的超越。人工智能时代，劳动教育应该更加重视培养学生的反思精神、创新精神和合作精神，超越劳动精神和劳动技术的分离、劳动教育与德智体美的分离、体力劳动与脑力劳动的分离、劳动主体与劳动客体的分离，更好地提升学生的综合素质。

关键词　劳动教育；“五育并举”；人工智能；劳动素质；劳动精神；劳动智慧
中图分类号　G63
文献标识码　B
文章编号　1002-2384（2019）05-0023-03

（请扫本刊二维码）

人工智能是通过计算机模拟人的思维和智能，使其在更高层次得以应用的技术，它与基因工程、纳米技术共同成为人类21世纪的三大尖端技术。人工智能在为人类尤其是教育带来诸多便利的同时，也正在对人的劳动素质提出更高的要求。因此，随着人工智能的迅速发展和广泛应用，中小学校需要对劳动教育作出新的价值审视和实践超越。

一、人工智能时代呼唤学生新的劳动素质

人类社会经过原始文明、农耕文明、工业文明、信息技术尤其是人工智能的不断演进，在不同的历史阶段表现出不同的劳动特征。马克思针对工业文明带来的人的劳动属性的变更指出：“大工业的本性决定了劳动的变换、职能的更动和工人的全面流动性。”[1]时代在更替，规律在继续，人工智能不仅将信息技术时代推向前进，也加剧了人与人之间社会结合的变革和人的全面流动性，并由此带来劳动形式的变换和职能的更动，这一切必然对学生的劳动素质提出新的挑战。

首先，人工智能呼唤学生新的劳动精神和劳动智慧。人工智能的应用需要更智能化的劳动者，这是一个信息技术智能不断变革更新的过程。劳动，包括体力劳动和脑力劳动，是人类创造物质财富和精神财富的活动。对劳动的界定表明，学校的劳动教育是一个更广泛的概念，而不是简单的体力劳动。学生在学校的学习活动以课程设计为标准，可以分为掌握学科知识的活动和掌握实践技能的活动，这两方面的活动都是体力劳动和脑力

图片由广东省广州市第八十九中学提供

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.

劳动的过程。在人工智能时代，学生要以更勤奋的精神和坚韧的态度不断学习，掌握知识结构，理解知识内核，恰当运用信息技术，灵活使用计算机软件，抵御各种不利信息的干扰，使人工智能为发展自己的劳动精神和劳动智慧服务。

*其次，人工智能时代呼唤学生新的劳动态度和劳动习惯。*学生的劳动态度反映其行为的倾向性或准备状态，可以通过学生学习的注意状况、情绪状况、意志状况体现出来；学生的劳动态度也可以反映学生的学习动机和参与程度。人工智能时代提供了多种多样的信息和选择，学生的注意力会越来越多地被各种信息所干扰，其学习态度、学习习惯和学习效果都会在不同程度上受到这些信息的影响，就更需要学生形成新的适应人工智能时代变化的劳动态度和劳动习惯。

*最后，人工智能时代呼唤学生新的劳动意识和劳动品质。*劳动的深刻意义在于创造人类文明，推进社会的发展。人工智能带来的智能化劳动在减轻学生各种劳动强度的同时，也会影响学生对劳动意义和劳动内涵的理解。而对劳动的片面认识则容易导致学生忽略智能化劳动必须具有的辛勤付出、诚实作为和不断创新的劳动品质，忽略智能劳动更需要的合作共享、协同创新的劳动条件。

二、人工智能时代凸显劳动教育新的育人价值

从人工智能对学生劳动素质的挑战来看，其不仅要求学生熟练掌握计算机技术，也要求学生对应用于人工智能的各种信息作出价值判断，这为劳动教育增添了特殊的意义。

*首先，劳动教育可以培养学生的反思精神。*21世纪的中小学生被称为数字技术时代的“原住民”，[2]他们熟悉应用数字技术的环境，但对为什么使用数字技术却无力作出恰当的价值判断。在数字技术的使用中，复杂的脑力劳动往往变成了简单的技术劳动，数字技术本身和数字技术应用对人的身心发展的不同影响成为劳动教育研究的新课题，而如何使学生正确认识应用人工智能的价值是研究要回答的核心问题。因为这种价值不仅在于使学生强身健体，更在于使学生养成动脑思考的习惯。这就需要在人工智能的应用中，引导学生准确判断人工智能的优势，反思人工智能的劣势，激发学生的反思精神，体现人工智能在学校教育中的劳动价值。

*其次，劳动教育可以培养学生的创新精神。*我国中小学生处于“少子化”时代，事事受到来自长辈的关爱和帮扶，由此产生的惰性正在削弱他们的动手动脑能力。人工智能的应用又会在一定程度上强化学生的这种惰性，形成学生对现代技术的依赖。而学校中的劳动教育形式是灵活多样的，可以使学生从双重依赖的惰性中解脱出来，帮助学生体验其中的快乐，培育热爱劳动的情感，形成劳动的智慧。也就是说，简单劳动和复杂劳动并不是截然割裂的，二者可以通过教育达成统一。反思与勤奋是创新知识的必要条件，如果学生能在劳动教育中养成乐于反思和勤奋创新的精神，那么这将为人工智能的技术创新带来新的生机，促进人工智能时代向前推进。

*最后，劳动教育可以培养学生的合作精神。*不可否认，人工智能应用中的人机互动很可能减少班级教学组织形式的集体合作机会，削弱学生的合作意识，减少思维碰撞的创新几率，影响学生合作素养的提升。劳动教育可以通过改进教学环境和智能软件，创造机会增进学生之间的合作，通过多种劳动形式创造条件培养学生的合作意识和技能，使其学会正确审视和妥善处理自己与他人、个体与集体、我国与他国之间的相互关系，提升其合作共赢的国际化素质。

三、人工智能时代劳动教育需要新的超越

劳动教育的价值是永恒的，提高学生的劳动素养是学校教育教学活动的重要责任。我国的教育方针从来没有否认劳动教育在人的身心发展中的重要作用，但在人工智能时代劳动教育需要有新的超越。

*第一，超越劳动精神和劳动技术的分离。*2018年9月，习近平总书记在全国教育大会上明确指出：“要在学生中弘扬劳动精神，教育引导学生崇尚劳动、尊重劳动，懂得劳动最光荣、劳动最崇高、劳动最伟大、劳动最美丽的道理，长大后能够辛勤劳动、诚实劳动、创造性劳动。”这一指示颂扬的是新时代的劳动价值、劳动精神、劳动品质和创造性的劳动成果。劳动教育要体现这一指示的精髓，就不能将劳动精神和劳动技术相分离，因

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为劳动精神不是抽象的，而是通过辛勤劳动、诚实劳动和创造性劳动得以体现的。一个完整的人不可能仅有生存的理念而没有生存的技术，反之亦然。人工智能技术与教育教学和学生生活的融合，更加考验学生劳动精神的提升。崇高的劳动精神将引导学生克服对新技术的各种认识障碍，使新技术更好地为人类社会的生存和发展服务。同时，在新技术发展不能迅速普及的情况下，劳动精神也将引导学生正确选择自己的职业，尊重技术性职业，平等看待从事各种职业的人，形成正确的劳动观和人生观。

第二，超越劳动教育与其他各育的分离。学界对教育方针的表述在历史上出现过多次讨论，讨论的焦点之一是德、智、体、美、劳的相互关系。习近平总书记在新时代提出的“要努力构建德智体美劳全面培养的教育体系”具有深刻的意义，使教育方针超越对德、智、体、美、劳各育的机械划分，从分离走向融合。劳动教育与各育的融合体现了教育和管理活动的系统性规律，这与国际社会的STEM或STEAM课程的系统建设如出一辙。劳动教育首先是劳动精神和劳动品质的教育，这无疑是如何做人的道德教育。其次，劳动教育也是反思精神和创新精神的教育，是掌握劳动技术的教育，这不仅是道德教育也是知识和能力的教育，而知识的学习和能力的提升又离不开健康的身心和强壮的体魄。同时，以各种学习活动为特征的劳动教育，也无法排除学生对精神美和物质美的欣赏和判断。所以从劳动的内涵出发，学校为创造物质文明和精神文明而设置的各种学习知识和技能的课程，都是通过学生的劳动完成的。劳动教育在提高学生综合素质中的融合作用，使各育能够收到1+1>2的效果。这种融合不仅遵循教育和管理过程的规律，也在系统思考的实践行动中提升学生的认识能力。从“1”看“无穷大”，从微观看宏观，从世界看自我，劳动教育与各育的融合必然促进学生德智体美劳综合素质的提高。

第三，超越体力劳动与脑力劳动的分离。苏霍姆林斯基曾经指出，劳动不只是铲子和犁，而且是一种思维。[3]无论是体力劳动还是脑力劳动，无论是传统意义上的劳动，还是人工智能时代的劳动，其意义都不仅仅在于学会对劳动工具的使用，更重要的是对人的思维的锤炼，人们正是在劳动过程中学会手脑并用创造财富的。所以体力劳动与脑力劳动本来就是无法分离的，“劳心者治人，劳力者治于人”的传统观念在现实中已经无法延续。人工智能背景下的劳动教育从技术手段上更有助于为学生创造以劳动经验理解思维过程的条件，有助于在简单劳动和复杂劳动的交叉转换中提升对劳动的认识和思维的历练。正如大国工匠精神，虽然表现为手工性的体力劳动，却彰显复杂劳动的精湛技艺和超人的智慧，衬托劳动过程改变心智模式的创新思维。学校的劳动教育如果实现了体力劳动和脑力劳动的融合，也就彰显了劳动的精神、智慧和品质。

第四，超越劳动主体与劳动客体的分离。中外许多教育家都积极倡导劳动教育，试图通过劳动教育改变学生做人做事的品位和品质。在新的历史时期，我们仍需要对学生作为劳动者的主体性和客体性再做审视，这种审视关注的是学生是积极主动地劳动还是消极被动地劳动。实践中教育者常常将劳动作为惩戒学生的手段，这就使劳动教育失去了它应有的价值，冲淡了劳动的精神和品质，与劳动最光荣、劳动最崇高、劳动最伟大、劳动最美丽的认知形成反差。惩罚性的劳动，不但不能使学生在劳动体验中形成价值认同，还可能使学生对劳动产生逆反心理和厌恶情绪。在此情况下，学生无法成为积极的劳动主体，往往扮演着消极的劳动客体角色。如果劳动无法收到积极的教育效果，那么，体现崇高、美丽等典型劳动特征的志愿者服务等公益性劳动也会失去对学生的吸引力。因此，劳动应当成为学生的积极主动行为，学生应当成为劳动的主体。只有这样，学生才能在劳动中养成关心他人、尊重他人、体贴他人、帮助他人的优良品质，提升对美与丑、爱与恨、是与非的基本判断能力。

参考文献：

[1] 马克思，恩格斯·马克思恩格斯选集（第二卷）[M]·北京：人民出版社，2012·

[2] Lorna Arnott· Digital Technologies and Learning in the Early Years[M]· London: Sage，2017·

[3] 苏霍姆林斯基·怎样培养真正的人[M]·北京：教育科学出版社，1992·

（编辑　崔若峰）

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

DOI:10.13811/j.cnki.eer.2019.04.005

人工智能视阈下教育治理的技术功用与困境突破

侯浩翔[1]， 钟婉娟[2]

（1.华东师范大学 教育学部，上海 200062；2.西南大学 教育学部，重庆 400700）

[摘 要] 人工智能是历经多次产业革命和长期技术积累的共同成果，具有技术优势与社会属性高度融合的典型特征。通过分析人工智能的意涵与技术进路，得出借助于机器学习、专家系统和人机交互等关键技术，能够实现教育治理信息筛选与情境再现、系统识别应答复杂教育情境、神经网络模拟辅助教育治理决策行为。但因与传统的教育治理体制机制不相适应，使得教育治理面临着多元主体“功能性”缺位、垂直单向的组织结构“能动性”不足、治理思维认知与行动方式的“阻滞性”、治理制度“规制性”和伦理道德“规范性”缺失等现实困境。为破解这些难题，提出明辨多元治理主体权限，优化治理组织架构，推进治理理念与行为建设，尤其关注重构监督机制及伦理道德等因应策略，为实现教育治理智能化和现代化提供支撑。

[关键词] 人工智能；教育治理；算法；大数据；决策

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 侯浩翔（1991—），男，河南安阳人。博士研究生，主要从事教育政策、高校教育管理研究。E-mail：1296910644@qq.com。

一、问题的提出

人工智能作为新一代产业变革的核心驱动技术，汇集了大数据、云计算、脑科学、超级计算等新兴技术和理论成果，展现出在智能决策、深度学习、情感计算等领域的独特优势。基于大数据分析的机器视觉、语音识别和自然语言处理显现出其智能效力，结合主观经验智慧辅助社会治理，具有技术优势和价值判断高度融合的特性。2017 年 7 月，国务院印发的《新一代人工智能发展规划》提出，“加快人工智能深度应用”，促使“社会治理智能化水平大幅提升”；对于智能教育而言，能够利用人工智能技术助推人才培养方式的改进，促使智能学习和交互学习方式发生系统性变革，这必然为教育治理提供新的技术手段。2018 年 4 月，教育部印发的《高等学校人工智能创新行动计划》倡导，“利用智能技术支撑人才培养模式的创新、教学方法的改革、教育治理能力的提升”，并将其置于“实现教育现代化不可或缺的动力和支撑”的重要地位。就其具体实现过程而言，更有必要探究人工智能应用于教育治理进程中依循了何种技术进路；人工智能所具备的深度学习自主建模能力、模拟人类决策的专家系统以及人机交互的情感理解和表达能力，将为教育治理信息输送、复杂情境识别、决策方案制定提供什么样的路径支撑；而由于治理体制机制的不适应，人工智能视阈下的治理主体、治理结构、治理能力和治理制度伦理可能面对哪些困境。据此提出利用人工智能技术推进教育治理现代化的因应策略。

二、人工智能的意涵与技术进路

早在 1950 年，计算机领域的先驱图灵（A.M. Turing）在《计算机与智能》一文中提出，测试机器是否具有人类智能的“图灵测试”，“需要考虑的是机器能否像人一样具备行为表现与经验观察的能力”[1]。1956 年，约翰·麦卡锡（John Mc Carthy）等人在美国发起的“达特茅斯夏季人工智能研究项目”，第一次提出人工智能（Artificial Intelligence）的名称并验证了计算机能够像人一样解决抽象任务，标志着人工智能的正式诞生。历经 20 世纪 70 年代的低谷，再到 90 年代的回暖，到 21 世纪初，人工智能在深度学习、认知科学和大数据分析等领域取得突破性进展，人工智能对于生

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

产生活及社会治理产生变革性影响。在对人工智能的理解上，诸多研究将其归类为弱人工智能和强人工智能，弱人工智能主要是以记忆存储和传感的方式，实现一般的图像识别或信息判断的功能；强人工智能则是指智能机器具备了自主学习和自适应特征，可以模仿人类的独立感知、判断理解的学习能力，为人们的决策提供综合智能依据。事实上，人工智能是借助优化算法、大规模数据分析技术以及高性能计算系统，赋予计算机逻辑判断、感知推理和独立判断能力，在特定输入条件下进行认知学习以及决策执行的智能活动。

人工智能应用于教育治理的关键技术可分为机器学习、专家系统和人机交互，对于提升教育治理的智能化水平具有重大意义。第一，机器学习是为应对海量数据深度挖掘与明晰数据分析规则，自行模拟人类决策活动而衍生的分析技术。伴随着机器学习在理论、算法和应用方面取得的快速进展，基于人工神经网络的深度学习已成为大数据分析和人工智能研究领域的热点。深度学习作为一种高效的特征提取机制，通过海量的数据训练并构建类似于人脑的分层模型结构，对输入数据逐级提取从底层到高层的特征，能够建立从底层信号到高层语义的映射关系[2]。深度学习所具备的自主学习与建模推广能力，使其在教育教学、决策管理中的自然语言处理、图像识别及语音识别等方面具有优势。第二，专家系统涉及运用具体逻辑规则的发展来模拟人类专家的决策过程，该过程中的重要组成部分需要领域专家与知识工程师的合作，如教育研究人员与工程师合作编辑决策规则[3]。具体而言，知识工程师通过知识获取方式，将特定领域中专家提供的知识，采用知识表示技术编辑或自动生成某种特定表示形式存入知识库中；用户借助数据采集系统或人机交互接口，输入信息并从推理结构控制知识库及整个系统中获取问题求解结果。第三，人机交互即是指通过连接一系列传感器，诸如麦克风、相机或皮肤导体设备，赋予计算机类似于人类的表达、理解并生成各种情感特征的能力。情感计算是人机交互技术的新突破，目的在于使计算机在与人类的交互中具有智能和敏感的能力，其研究过程包括了情感信号的获取、情感信息的分析与识别、情感信息的理解与表达。在情感计算的最终阶段，则是对检测到的情感状态用一种或多种生理或行为反应体现出来，与实践中存在特定教育治理需求的用户展开深层次交流。

三、基于人工智能支持的教育治理功用

20 世纪 90 年代初，为应对政府低效及市场失灵所出现的双重挑战，治理理论衍生并引起广泛的学术讨论。治理理论的创始人之一詹姆斯·罗西瑙认为，治理与管理截然不同，治理更侧重于多元主体参与的社会权力共享共治，这些主体既包括政府，也涵盖了非正式机构和市场组织[4]。俞可平指出，治理不仅是一种公共管理活动，也是一项公共管理过程，必要的公共权威、治理机制和管理规则、治理方式是其主要的组成结构[5]。十八届三中全会以来，推进国家治理体系和治理能力现代化成为深化改革的重要目标。教育治理作为国家治理体系的组成部分，可以将其理解为政府组织、教育市场、社会团体和公民组织共同构成治理主体，基于特定的组织结构和治理能力构成，采用正式或非正式的制度规范进行协商沟通，最终达到善治的目标。在教育治理水平提升的进程中，适当的技术供应成为教育治理现代化的重要支撑。人工智能所特有的智能信息收集与筛选、模糊任务自动识别以及自主判断决策，对于解决现实教育治理问题具有突出价值。

（一）智能信息筛选与情境再现，化解信息超载与稀缺问题

大数据时代所生成的海量数据与信息洪流，在造成教育治理信息处理的超负荷运行的同时，也由于数据收集、筛选、归类及分析处理技能的不同步，遭遇了教育治理有效信息稀缺的困境。有限的信息加工能力与知识储备难以使教育治理主体选择适当的备选方案，尤其表现在教育舆情分析或网络民意回应的不足等方面。人工智能在自动化信息处理方面的优势，为挖掘大数据中有价值的教育治理信息提供了路径。首先借助智能化搜索引擎，从广域网络中检索主题性关键信息，对半结构化或非结构化的教育数据进行自动文本分析，根据教育治理需求展开排序结果；其次可以发挥仿生实验虚拟情境构建与逻辑推演作用，设定基准函数衡量应对方案的优劣程度，将流程图或数据表达公式输入智能处理系统，观察各类决策方案的可行性与执行价值，做到调整优化教育治理方案、科学评估决策价值的目的。威廉姆森（Williamson）列举了皮尔森教育公司所开发的学习曲线（Learning Curve）在线学习数据库，在其中部署了复杂的交互式数据可视化网络，利用自动算法系统进行数据痕迹跟踪并辅助学生管理，构建数据与算法驱动的教育治理技术平台[6]。最后利用专家系统汇聚各种渠道信息的能力，并发挥其推理能力解决诊断、指令性教育治理问题，建构网络模型预测教育事件走向，结合可视化工具实时呈现网络舆情发展趋势，精准识别互联网群体地域分布、

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

话题演变及扩散效应。

(二)系统识别应答模糊任务,自主适应复杂教育情境

教育治理体系可以视为一个由教育制度为核心的系统工程,该系统既包括以教育制度为导向的教育价值追求,也包括贯彻教育制度的政策行为[7]。在此教育治理体系中,系统与环境相互渗透,内外部社会环境中的数据资料、情报信息交互影响,使得教育治理议题的事实判断难度加大,参与群体的偏好及价值判断也难以把控。通过计算机识别系统,辅助人们感知复杂环境中的有效信息,成为人工智能在教育治理系统中发挥作用的重要方式。人工智能识别模式即利用计算机代替人们的感知模式,能够自适应地调整对外界功能的模拟,使得计算机能够像人一样主动接收外部信息、识别并理解周围环境变化的能力。面对动态的内外部环境,要求智能识别系统能够分辨相对模糊的自然语言,接收指令并启动经验知识引导的启发式搜索,以及无信息引导的盲目搜索,使用知识的优先关系对复杂问题加以推理求解。在社会治理领域,朱(Zhu)等人利用自然语言处理方法分析海量网络新闻数据,对关键事件进行归类和分析,实现社会动态的数据可视化捕捉,避免了过于烦琐的手工查阅和信息提取[8]。人工智能将以更广泛的人机交互模式代替传统的臆断式决策模式,实现文字、图像、音频等复杂信息的兼容处理,自动实现有效信息和动作的反馈,为教育治理提供可参考的选择方案,从而根据指令完成识别模糊情境的任务。

(三)神经网络模拟人脑运作机理,辅助教育治理决策行为

教育治理议题的复杂化使得依赖于个体和群体经验的决策机制不再适用,受限于获取信息的信效度,容易出现忽视教育规律、盲目追求指标达成的现象。而定量决策方法强调对数学模型和技术工具的应用,需要相关主体在理性决策的思维基础上,提升运用逻辑概念、仿真模型与统计测量的能力,对治理过程中的影响因素及互动机制加以分析、评估和模拟,约束主观意志的肆意灌输,最终达到定性资料与定量数据相交融的效果。人工智能以模型分析和深度学习的方式来理清教育治理的多层逻辑,汇总利益群体的情感诉求,预测教育事件事态变化趋势,成为提升教育治理能力的重要手段。鉴于人工神经网络的自学习能力,可以不借助专家系统的有限知识库容,模拟大脑的内在机理与运行机制,自动从已有的实验数据中总结决策规律。萨米思(Somers)等人引入神经计算范式的自组织映射,用以评估环境压力所造成的适应性反应与组织治理实践的非线性关系[9]。因此,凭借人工神经网络的大规模并行处理与分布的信息存储能力,无论是定性的还是定量的,教育治理议题都能有效应对,尤其需要利用人工神经网络处理复杂多维非线性问题的优势,使其在自组织性、自适应及容错、联想、学习方面发挥特长,根据环境条件变化自主决定最优方案,最大程度上模拟和辅助人们的决策行为。

四、人工智能视阈下教育治理的现实困境

人工智能在为教育治理提供技术性支撑的同时,因与现有教育治理体制机制不相适应,产生治理主体、治理结构、治理能力和治理制度伦理等层面的现实挑战,影响着教育治理体系和教育治理能力现代化建设的正常进行。

(一)多元教育治理主体“功能性”缺位

为应对政府职能扩张、效率低下、权力寻租的“政府失灵”危机,以及市场调节过程中显现出来的分配不公、外部负效应、行业垄断等“市场失灵”现象,治理机制应运而生。此时,参与教育治理的主体已不仅仅是政府部门,而是囊括了公民团体、私人部门和非政府组织的多元治理主体。在治理机制中,积极引入第三方力量,并逐步发展成为政府、市场和公民社会三方构成的教育治理主体,形成高效、公平、自由和有序的新型教育格局,实现公共利益最大化的“善治”目标[10]。但理想型的教育治理格局仍与现实操作存在巨大差异,尤其表现在人工智能发展背景下,政府关于人工智能教育治理应用的法律法规缺失,科技市场逐利性、侵犯学生数据隐私的案件时有发生,以及公众参与教育治理能力不足的现状,实际上表明了现有治理模式的失衡,教育治理主体构成能否应对人工智能技术的发展与冲击值得深思。首先,教育行政机构必须保障人工智能应用于教育事业的合法性和权威性,发挥“元治理”的作用。根据杰索普(Bob Jessop)对“元治理”的概述,“政府应该承担设计制度的责任,为各式各样的组织安排不同目标、空间和时间尺度、行动及所承担的后果”[11],因此,政府有必要为人工智能在教育领域的应用设置相适应的远景规划、制度安排、伦理规范和技术策略。其次,缺乏规范成熟的市场运行机制,人工智能的持续健康发展难以保障。企业出于逐利的目的,频繁出现买卖、盗窃师生个人隐私数据的案情;加上人工智能技术实施的法律法规尚不规范,公平竞争的市场氛围还未形成,导致政府通过公开招标、购买人工智能相关技术服务的体系依旧不完善。最后,就

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

现有的社会组织而言，具备专业化、较成熟的人工智能组织机构仍相当有限，并对政府部门具有很强的依附性和顺从性，行政化的职业倾向较为明显，难以为教育治理提供权威性、高水平和客观中立的技术服务。

（二）垂直单向的组织结构“能动性”不足

以往的治理结构是以政府为“单中心”的“金字塔式”治理结构，政府通过行政命令来管理社会，表现为“一极的”结构特征。基于完全理性假设、中立人行动假设和一元制权力支配假设的经典科层制模型，具有根据组织目标进行劳动分工以实现专业化生产，遵循等级制原则并建立组织权威，构建稳定的规章制度实现正常的组织运行，赋予成员非人格化的理性特征以达成普适性的用人标准，造就了依照组织层级自上而下式的精密协调与分工，形成各个部门各司其职、各辖其域的组织业态，也导致了部门之间沟通不畅、协调乏力和反应滞后的状况。这与人工智能背景下的数据开放性、兼容性极不相称，大规模的数据输入是维持机器学习的关键，通过数据收集、筛选、存储、分析和挖掘等方式，从海量教育数据中提取有价值的信息，为机器学习提供算法基础。高速并行数据、海量数据和优化算法共同创设了人工智能的发展环境，以开源的形式将人工智能的算法在平台上进行公示，吸引更多的人基于不同场景修正完善算法及数据模型。考量当前教育治理结构的表征，科层化的垂直单向组织系统难以适应人工智能时代的教育治理发展，体现在教育行政部门之间独立运作，使得数据的使用标准与应用格式产生较大差异，缺乏针对不同类型、用途的教育数据所出台的技术标准，教育各部门之间的数据编码、共享难以实现。因此，信息系统中的数据无法兼容，“数据壁垒”的现象不可避免，直接导致了人工智能技术发展的受限。就学校内部数据而言，教务处、财务处、人事处等部门之间的数据信息系统也存在软件使用和标准的差异[12]，基于人工智能算法的课程管理或学生行为分析的功能应用难以落地，阻碍了学校及教育行政部门的整体教育治理能力的提升。

（三）治理思维认知与行动方式的“阻滞性”

教育治理能力现代化是教育现代化的基本保障，意味着在教育治理体系的框架下，综合运用各项制度法规提升教育治理的水平，将制度优势逐渐转化为有效组织协调的能力。在治理主体忽视外在环境的变迁且缺乏革新观念的境遇中，囿于已有的工作经验或处理问题的方式，无法实现治理理念、治理行为的现代化转型，导致治理主体难以理解和执行现代教育制度，造成教育治理行动中的“能力瓶颈”[13]。这种治理理念与治理行为的双重缺陷，在人工智能技术逐步成熟并用于提升教育治理能力的进程中，将进一步凸显为认知思维的滞后性与行为的不适当。人工智能的模拟认知流程中汇集了人的思维方式及海量的数据，辅助以概率统计学知识进行推理判断，进而科学地支配机器行为，实际上是一种辩证的、能动的数据思维方式，囊括了物理机械化运行原理和人类感性、理性的思维认知过程[14]。因此，人工智能应用于教育治理议题，并不能被简单地理解为一种从现象到本质的推理，而是依据海量的互联网数据，为实现智能的目标预设理论并进行逆向推理，根据现实情境做出行为调整；技术人员给出的只是算法和学习规则，对于大规模算法训练背后的神经网络智能化运行机制，则与技术人员的行为及意志存在一定差异。建立在因果联系上的传统教育管理思维，可能不再适用于这种以算法和数据为支撑的智能环境。另一方面，从当前教育公共治理主体的表现来看，无论是教育行政部门，还是办学主体及社会团体，仍表现出传统管制型政府模式下的行为方式及角色扮演。尤其是在治理体系中发挥主导作用的教育行政部门，受到“重管理、轻服务”的权威式管控方式的影响，忽视与其他利益主体的协调互动及数据的开放共享，这与人工智能技术发展趋势下的关联互通和数据共享极不相称，必然因技术的膨胀而带来治理方式上的仓促。

（四）治理制度“规制性”及伦理“规范性”缺失

有效的制度供给是教育治理体系现代化的内在要求，也是决定教育治理体系现代化的关键变量。通过制度创新实现制度的现代化，已成为决定中国现代化进程和社会可持续发展的关键所在[15]。因此，教育治理现代化的推进，需要探究教育公共治理的体制机制、行动策略与实施准则，特别是在人工智能的发展背景下，必须建立相适应的规制性和规范性要素。参照社会学制度主义研究者的界定，制度不仅包括了正式规则、程序与准则，也包括了为指导人的行为提供意义框架的象征系统、认知模本和道德模板[16]。此处所指的正式制度可理解为规范各利益主体的行为所实施的法律法规、规章制度等有形规则形式，非正式制度则强调社会环境中被集体价值观和社会文化所认可的伦理规范、文化传统等内容。在对人工智能技术应用的正式制度安排方面，《新一代人工智能发展规划》虽提出制定促进人工智能发展的法律法规及社会问题研究，但尚缺乏可操作执行的法律明文，亟须制定相关的信息安全利用、民事和刑事责任认定等法规制度；同时，相较于传统的监督问责制度，由于人工

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

智能研发具有高度的隐秘性、分散性和不连续性,任何具备技术能力的个人或团体都可以参与到智能产品的研发过程中,政府试图在事前设立审批程序的监督机制已难以奏效。另一方面,人工智能系统的研发直接关乎道德伦理、人的权利和尊严等问题。克诺科维奇(Crnkovic)认为,智能设计的工作核心是将价值标准以及伦理规范嵌套在智能系统的设计之中,使智能系统具备高度"人工道德能力"和自主构建的认知情感[17]。需要认清的是,人工智能通过深度学习和合并算法能够在极短的时间内精确计算事件的所有可能性,甚至做出超乎人们认知范畴的损害性决策行为。尽管考虑到人工智能深度学习过程的不可预见性,但必须认识到这是由技术开发者编写的人工智能算法,他们对风险的控制具有相当的决定权。在此影响下,研发者应当承担什么样的伦理道德和行为规范,已经超出了现有的教育治理逻辑框架。

五、人工智能时代推进教育治理现代化的因应策略

人工智能背景下教育治理所面临的一系列困境,必须重新界定教育行政部门、市场与公共组织治理权限,重塑教育治理结构并推动数据共享,提升教育治理思维水平及决策行为,注重人工智能技术发展的制度与伦理建设,消除教育治理现代化进程中的诸多困境。

(一)明辨多元治理主体权限,协调教育治理格局

人工智能时代的三元教育治理主体模式,离不开教育行政部门与其他治理主体的协同参与,使各个群体采取协商共治、互利共赢的方式解决利益分歧,形成政府主导、市场参与、社会协同的治理格局,提高教育群体应对人工智能技术冲击的适应性。首先,教育行政部门需要建立健全人工智能技术使用的法律法规和伦理道德框架,明确技术研发主体及产品消费群体的相关责任、权利和义务,展开与教育治理事务相关的师生隐私数据保护、信息提炼分析、民事与刑事责任追究等法律问题研究。明确技术开发人员的行为规范和道德准则,构造相关人员的伦理道德多层次判断结构及人机协作的伦理框架,围绕人工智能可能出现的危害加以风险评估,并建立事故问责和追溯制度。2016 年,美国政府相继发布了《国家人工智能发展与研究战略计划》和《为人工智能的未来做好准备》两份战略报告,对人工智能的法律、伦理标准进行了约束:包括设置公平、透明的设计研发机制,建立符合伦理的行为规范;增强技术的解释度和可验证性,保证人工智能的安全性,避免人类受到攻击。同年,英国发布《人工智能:未来决策制定的机遇与影响》,在报告中英国自视为人工智能领域的道德标准制定的全球领导者,将人工智能的安全管控确立为伦理道德的关键点,提出采用制度性检验方法保证人工智能算法性能、学习能力和适应能力的倍增,增加计算机算法的透明度来满足人们对于智能决策行为的监管需求,努力找到数据隐私安全与智能系统正常使用数据的平衡点,并建立人工智能使用的责任承担和道德标准。这两个国家对于人工智能法律法规、伦理体系的建构,一定程度上为我国教育治理中的人工智能规则制定提供了参照。其次,发挥市场在人工智能研发推广应用中的主导作用,加快智能化教育科技成果的商业应用,突出企业在人工智能产品标准和技术发展路径中的优势,利用智能技术推动学校教育教学变革、学校治理方式变革以及终身教育定制化发展;以最新人工智能技术平台推动产学研协同育人,为人工智能领域技术创新、人才培养创设企业实践平台。最后,引导社会组织和公民团体积极参与人工智能技术研发、行业标准制定、算法及数据使用的日常监督,给予相应的政策优惠、资金支持来增进社会组织的技术水准和治理能力。三方治理主体的构造目的在于适应人工智能的技术冲击,形成教育行政部门确立制度标准、科技企业提供技术支撑、社会组织或公众参与监督的治理模式。

(二)优化治理组织结构,消除数据共享壁垒

作为技术手段的人工智能,只能从效率提升、智能决策的角度改善教育治理,却难以从根本上修正传统意义上的行政组织结构和科层化管控的弊端,需要推动组织结构优化与数据共享平台的同步进行。自主裁量权的下移以及大规模数据集成的特征,使人工智能条件下的权力中枢从过往的行政首脑逐步向技术研发人员、普通个体转变,教育决策权力的分散化态势成为必然。相比金字塔式的教育治理机制,扁平化、分散化、网络化的组织结构将更加适应开源共享的人工智能时代。一方面,应当消除教育行政部门内部数据壁垒,建立数据存储、开发的统一运作标准,建立共享的数据使用平台。依托国家教育数据共享平台,明确教育数据的使用权限和开发流程,遵循分层管理、授权使用的处理原则,整体优化横向和纵向的教育业务数据,以国家和省两级单位部署数据管理中心,统一开发从中央到学校的数据应用系统,破除科层壁垒下的数据隔阂;建立大数据人工智能开源软件基础平台和面向人工智能的公共数据资源库,对算法及平台

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

安全性能加以测试评估，保证平台的共享性和可持续性。另一方面，发挥学校在数据收集上的天然优势，在校内推广使用兼容的数据信息管理系统，根据群体类别及数据来源进行合并归类，包括学生的思想品德、学业成就、身心健康、艺术素养和社会实践等方面的表现，为学生的日常指导提供参照，进而实现综合素质评价的数据化；积极探索基于人工智能的创新教学模式，创建智能化教学技术与学习过程相融合的智能支持系统[18]，利用人工智能改善教学模式，更新教学内容，提升教学方法技巧，对教学评价进行系统评估和智能反馈，为学情分析、学习过程监测、学业水平诊断提供依据，精准评估教学绩效，从单向性的知识灌输发展成为注重发挥学生潜能及创造力培养的教学转变[19]；整合学校治理系统，适应人工智能环境下的组织架构和服务模式变革，优化校内数据系统的兼容性及衔接性，培养师生的数据意识、数据能力及数据使用伦理道德，提高智能校园建设的数据质量，全面提升学校的个性化服务和精准化治理水平。

（三）依托溯因式思维及行为创新，推进治理能力建设

教育治理能力的提升是教育治理体系现代化的必然要求，反映着教育治理行为的水平和质量，也是检验教育治理体系是否科学合理的重要表现。在人工智能逐步与教育实践深度融合的境遇中，尤其需要注重教育治理能力建设，善于使用制度和法律克服人工智能带来的教育冲击。结合人工智能的技术特征，教育治理环境将发生系统性改变，从技术应用、组织运转模型再到制度规范都异于传统，而依赖于现有的教育治理理念及行为模式，必将陷于人工智能技术的牢笼，身陷马克斯·韦伯所描述的“技术知识的囚室”无法超脱[20]。因此，教育行政部门需要明确节点式治理理念，使教育内外系统中的各主体能够调动技术、知识以及资源的优越性，在治理网络中参与互动，政府应当树立“掌舵者”而非“划桨人”、“裁判员”而非“运动员”的治理角色，处理好与科技市场、社会组织及公民团体的协作关系，为教育治理身份的转变提供思维动机。基于复杂的系统推理过程，人工智能可以发挥深度学习和神经网络的自主决策优势，初步构建理论模型，并模仿人类的思维推理过程，人机交互式、群体参与式的智能控制决策系统将显著优于单一主体式决策思路。为保证节点治理的有效性，必须在开放性、包容性的治理理念下，确保人工智能算法及数据输入的多样性，并对多元主体的参与治理提供反馈途径，实现专业技术知识与外行知识的互补性。因此，基于传统教育治理理念的演绎推理和归纳总结，将会在人工智能的影响下发展为依托数据的溯因式思维模式，更加侧重证据意识和理性决策的事实转化。另一方面，必须实现教育治理能力的行为创新，政府应当扮演协同教育治理的统筹者和建构者，人工智能技术市场则需要专注于智能化产品研发设计的更新迭代，社会组织及公民社会更应该发挥参与决策、过程监督的行为责任。在探索教育治理问题的解决之道时，需要利用掌握的神经网络机理，结合原理假设建立数据模型，采用经验智慧和智能决策相结合的治理行为方式，最大限度地保障人工智能模拟决策主体行为的科学性和人性化。

（四）重构法律监督机制，修正伦理道德建设

制度建设是教育治理体系运作的依据，也是教育治理能力现代化的关键要素。盖伊·彼得斯（Guy Peters）基于理性选择制度主义的角度，提出“制度可以衍生出可期望结果的预期价值与规则性，进而对制度中的所有参与者产生积极效果；制度也可以进一步明确政策决策的适用范围，使那些参与者不会被无休止地卷入特定组织的运行范畴”[21]。制度建设是一个消除落后的体制机制的过程，并逐步构建起与时代相适应、与国情相结合、与国际社会先进教育治理经验相衔接的现代制度体系。人工智能所引发的教育变革，必将对教育治理体系造成一系列技术风险与伦理困境，有必要加强人工智能技术应用在教育治理过程中的制度建设，为其构建合法合理的法律监督机制。人工智能的技术关键体现在数据和算法的集成上，再辅助以高性能硬件组成的计算能力，如何对算法的规则制定和数据的提取分析加以监督，就成为人工智能发挥教育治理功效的逻辑所在。不同于以往的技术革命，人工智能程序开发人员掌握了相当的自由裁量权，技术门槛的抬高一定程度上造就了组织结构中分散决策权力的后果，但这种授权行为也必然带来控制和监管的局限性。从监督者的角度来看，人工智能本身并不是难以处理的主体，难以监督的是技术的研发与迭代处理。根据阿西莫夫（Asimov）的机器人三定律，对人工智能技术研发设置事前备案、事中授权、事后惩处的监督机制则较为合理[22]。事前备案即技术开发者在设计人工智能系统之前，必须向有关信息监管部门或教育行政部门备案，承诺该智能系统不会侵犯师生等相关群体的合法权益，保证算法的编制及机器的智能决策行为不存在违法犯罪的情况；事中授权则是由政府授权给专业检测部门，对人工智能应用在教育领域可能出现的风险加以系统性评估，并调整防范

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

措施及约束引导策略,加强人工智能企业或团队的资格审定、安全认证和数据合法性评判;当人工智能应用出现危害教育利益主体及违法行为时,应当由政府监管部门采取责任惩处措施,追究相关责任人是否存在暗箱操作、窃取隐私数据等违反道德伦理等行为,并为其他教育组织群体提供思想观念及文化理念上的知识更新,消除人工智能应用于教育治理过程中的伦理误区和道德薄弱意识。

[参考文献]

[1] TURING A M. Computing machinery and intelligence[J]. Mind, 1950, 59(236):433-460.

[2] 余凯,贾磊,陈雨强,等.深度学习的昨天、今天和明天[J].计算机研究与发展,2013,50(9):1799-1804.

[3] 雷·库兹韦尔.奇点来临[M].李庆诚,等译.北京:机械工业出版社,2011:160.

[4] 詹姆斯·罗西瑙.没有政府的治理[M].张胜军,译.南昌:江西人民出版社,2001:55.

[5] 俞可平.治理和善治:一种新的政治分析框架[J].南京社会科学,2001(9):40-44.

[6] WILLIAMSON B. Digital education governance: data visualization, predictive analytics, and "real-time" policy instruments[J]. Journal of education policy, 2016, 31(2):1-19.

[7] 陈金芳,万作芳.教育治理体系与治理能力现代化的几点思考[J].教育研究, 2016(10):25-31.

[8] ZHU B, WANG Y, HE C L. Global social event extraction and analysis by processing online news[C]// International Conference on Information System and Artificial Intelligence. New York:IEEE, 2017:73-76.

[9] SOMERS M J, CASAL J. Introducing neural computing in governance research: applying self-organizing maps to configurational studies[J]. Corporate governance: an international review, 2017, 25(6): 440-453.

[10] 褚宏启.教育治理:以共治求善治[J].教育研究,2014(10):4-11.

[11] 鲍勃·杰索普, 漆蕪.治理的兴起及其失败的风险:以经济发展为例的论述[J].国际社会科学杂志,1999(1):31-48.

[12] 王战军,肖红缨.大数据背景下的院系治理现代化[J].高等教育研究,2016(3):21-27.

[13] 刘金松. 大数据应用于教育决策的可行性与潜在问题研究[J]. 电化教育研究, 2017(11):37-41,73.

[14] O'LEARY D E. Artificial intelligence and big data[J].IEEE intelligent systems, 2013,28(2):96-99.

[15] 俞宪忠.制度现代化解构[J].天津社会科学,2002(5):78-83.

[16] HALL P A, TAYLOR R C R. Political science and the three new institutionalisms[J]. Political studies,1996,44(5):936-957.

[17] CRNKOVIC G D, ÇÜRÜKLÜ B. Robots: ethical by design[J].Ethics and information technology,2012,14(1):61-71.

[18] 钟绍春, 唐烨伟. 人工智能时代教育创新发展的方向与路径研究[J]. 电化教育研究, 2018(10):15-20,40.

[19] 袁振国.人工智能的时代,依然会有诗和远方[J].华东师范大学学报(教育科学版), 2017(5):27-29.

[20] 乌尔里希·贝克,安东尼·吉登斯,斯科特·拉什,等.自反性现代化[M].赵文书,译.北京:商务印书馆,2001:74.

[21] 何俊志,任军锋,朱德米.新制度主义政治学译文精选[M].天津:天津人民出版社, 2007:77.

[22] 袁曾.人工智能有限法律人格审视[J].东方法学,2017(5):50-57.

Technical Function and Dilemma Breakthrough of Educational Governance from Perspective of Artificial Intelligence

HOU Haoxiang[1], ZHONG Wanjuan[2]

(1.Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai 200062;
2.Faculty of Education, Southwest University, Chongqing 400700)

[Abstract] Artificial intelligence is a common achievement based on many industrial revolutions and long-term technology accumulation, which characterizes high integration of technological advantages and social attributes. By analyzing the implication and technical approach of artificial intelligence, it is concluded that with the help of key technologies such as machine learning, expert system and human-computer

(下转第 58 页)

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Research on Large-scale Learning Service Ecological Environment Based on Mobile Internet

FANG Haiguang[1], LIU Jiaqi[1], WEI Wenya[2], WANG Shichong[1]
(1.College of Educational, Capital Normal University, Beijing 100048;
2.Teacher Education School, Capital Normal University, Beijing 100048)

[Abstract] Different from the traditional education model and emerging Internet education model, with the development of 5G network and terminal industry, the mobile internet-based large-scale learning service ecological environment will become a new mode of learning service for next generation. Among them, how to realize the closed loop environment of learning service and accurate service among students, teachers and parents at any time and anywhere becomes the primary concern. Taking education subject and education environment as the core, and combined with the components of mobile Internet, this study creates a mass learning service ecological model based on mobile Internet (3M Model for short), which expounds the learning service ecological environment for next generation from learning space, learning media, learning resources, learning support and learning platform, and five typical intelligent learning scenarios based on the 3M model are analyzed: unmanned intelligent learning environment, IOT collaborative learning environment, intelligent terminal learning environment, multi-dimensional spacial learning environment, intelligent teaching robot. Then, this study constructs an intelligent learning center service algorithm ILCSA based on learning scenario division. Finally, a case of mobile terminal application of large-scale learning in primary and secondary schools is used for verification.

[Keywords] Mobile Internet Education; Mobile Terminal; Educational Big Data; Learning Service; Ecological Environment

(上接第 43 页)

interaction, the information screening and situation representation of educational governance, system's identification and response of the complex educational situation, the decision-making behavior of auxiliary education governance simulated by neural network can be realized. However, because of the inappropriate traditional institutional mechanism, educational governance is faced with such practical dilemmas as the absence of the function of multiple subjects, the lack of the initiative of vertical and one-way organizational structure, the retardation of governance thinking and action mode, the regulation of governance system and the lack of ethical and moral standardization. In order to solve those problems, this paper puts forward some countermeasures, such as distinguishing the authority of multiple governance subjects, optimizing the organizational structure of governance, promoting the construction of governance concepts and behaviors, paying special attention to the reconstruction of supervision mechanism and ethics, etc., so as to provide support for realizing the intellectualization and modernization of educational governance.

[Keywords] Artificial Intelligence; Educational Governance; Algorithm; Big Data; Decision Making

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能赋能高校思想政治教育的挑战与应对

杨仁财
（陕西师范大学，陕西 西安 710119）

摘　要：以大数据、深度学习和强算力为典型特征的人工智能正深度参与社会领域的重塑，给高校思想政治教育带来契机和挑战。人工智能为思想政治理论课教学、思想政治状况调查、思潮舆情监测与网络发声提供精准化、个性化和差异化的支持，也潜藏着人的主体性落寞、核心价值的消解和意识形态安全的威胁等挑战。正确处理育人与技术、工具理性与人文情感、算法推荐与自主学习、技术壁垒和意识形态安全之间关系，才能实现人工智能赋能高校思想政治教育的应有价值。

关键词：人工智能；思想政治教育；价值理性
中图分类号：G641　**文献标识码：**A　**文章编号：**1672-4038（2020）05-0054-06

人工智能，就其本质而言，是基于认知科学发展起来的人机环境系统交互关联的一种知识集成，以大数据、虚拟现实、物联网和量子计算为代表的人工智能正深度参与社会领域的重塑。人工智能的发展应用带来了社会生产力与生产效率的迅猛发展，社会系统的数据化、网络化、即时化成为现代发展范式，智能化趋势已经势不可当。历史上，每一次重大技术革命都深刻改变着社会结构和人们的生活方式，也在科技力量的冲击下，对人们的认知、思想、价值准则和行为产生深远影响，人工智能亦是如此。思想政治教育以实现价值引领和人的发展为宗旨，无论是主动拥抱，还是被动接受，不应也不能缺席这一具有革命性的技术和趋势，应顺势而为，通过人工智能的赋能，助力思想政治教育的发展和人的培养。

一、人工智能赋能高校思想政治教育的主要表现

思想政治教育并非单纯只需强大的初始动力，就可以依靠自身的惯性向前运行，并通过自我扩张而实现发展的活动和事业；[1] 而是必须通过有意识的持续推动，才能使其不至于丧失动力而停摆。其动力来源于两个方面：一方面，内在的来源是党的高度重视，通过不断创新发展马克思主义理论，丰富中国特色社会主义实践，形成了说服、教化和培养人的真理力量，这是基础和动力源泉；另一方面，外在的来源是技术、工具的革新和利用及其带来的各种辅助手段的赋能，这种赋能能够让思想政治教育内容以更具有吸引力的方式为大众所接受、认

收稿日期：2020-05-07
基金项目：2020 年教育部人文社会科学研究专项任务项目“时代新人担当精神培育路径研究”（20JDSZ3136）
作者简介：杨仁财，男，讲师，陕西师范大学马克思主义学院，主要从事思想政治教育原理研究。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

同和践履。人工智能作为21世纪具有革命性意义的综合技术创新，在党和国家高度重视思想政治教育的前提下，能够为思想政治教育的个性化、精准化给予有力支持。

1. 思想政治理论课教学

我国思想政治理论课教学在不同的发展进程中对人的教化和意识形态的维护是一脉相承的，但在不同教学方式下，教育效果存在差异。智能型思想政治理论课教学注重精准教学“一人一策”，重视个性化的需求满足和差异化的实践体验。大数据和强算力为思想政治理论课教学提供强大技术支持，可以区分不同情境和特定阶段，精准联系教育对象成长经历、教育背景和个性心理，通过主题式、菜单式教学促使学生进行创新学习。如打造思想政治理论课“金课”，开设慕课专题，让网络精品课程进驻抖音、快手等短视频App平台等。徐川、陈果等一批“网红”思政课教师的横空出世，便是基于满足青年人接受方式的深度解读而做出的供给方式的创新。人工智能还可以通过打破物理空间、网络空间、社会场域间隙，增进思想政治教育主体间的交互体验和协同能力，形塑新的教学方式和知识体系，[2] 如国家虚拟仿真实验室教学项目共享平台“马克思主义理论”类别下设有14个虚拟仿真实验室，通过云上游历、自制案例、在线COSPLAY教学。基于技术支持和思维革新，思想政治教育者在人工智能助力下摆脱传统经验的思维惯性，能够探索新的教育教学规律，建构教学方式与教学生态的“好办法”和“新办法”，从“数据围着处理器转”转变为“处理器围着数据转”，提高思想政治理论课教学实效，为提升思想政治教育有效性增加可能。

2. 思想政治状况调查

思想政治状况调查是了解我国一定时期特定群体或社会整体价值趋向的基本途径。现代社会学调查方法通过抽取样本的方式，以问卷、访谈、座谈、调研等方式获取数据和信息。但随着移动网络和自媒体的发展，有效信息来源呈现出多元化、全员化样式，带来数据爆发式增长。这种巨量数据已经大到人工无法处理，人工智能的强算力在获取和处理数据时展现出巨大优势，可以实现思想政治状况调查从抽样式向全样本式转变，能够对结构化和非结构化数据进行融通分析，不仅能实现对社会以全员形态呈现的思想状况进行分析，也能够挖掘未经人的思考加工处理过的非结构化数据的价值蕴含。通过对动态数据的因果性或者相关性处理，实时追踪研判思想动向、行为方向和价值取向，多维度进行综合立体分析，进而为一定时期某个个体、特定群体乃至社会整体精准绘制思想政治状况“画像”，还可以与历史数据相结合，更为完整地展现人的思想，为思想政治教育提供精准化、分众式、系统性依据。如武汉大学沈壮海教授主持的“中国大学生思想政治教育发展报告”项目，从2015年起针对中国大学生思想政治教育发展状况进行持续跟踪调研，项目运行期间主要通过抽取样本开展问卷调研获取数据，并采用VOSviewer软件分析，先后发布了2015—2019年的《中国大学生思想政治教育发展报告》。基于该项目在历年获得的问卷数据和其他相关性研究的基础上，2019年项目组启动运行“思享珞珈——中国大学生研究数据平台”[3]，平台依托五大系统（问卷调查系统、知识图谱系统、数据分析系统、机器学习系统、知识库系统），在调研方式、数据共享上为开展思想政治调研提供技术支持，通过形成的大数据，运用强算力来刻画新时代大学生思想政治状况的群体样态、动态图谱和发展脉络，这是基于人工智能开展思想政治状况调查的一次尝试和创新。

3. 思潮舆情跟踪与网络发声

传统信息和价值传播体系式微，围绕社会问题的产生原因和解决策略进行的公共表达转移至基于数字化、扁平化、社交化的网络媒体和人工智能平台。微博微信等社交平台、今日头条等资讯平台对青年网民的影响越来越大。据统计，截至2020年3月，中国互联网网民人数达到9.04亿，人均周上网时长为30.8小时，2019年1月至12月仅移动互联接入的数据流量就达到了1220亿GB，[4] 在新闻资讯、在线教育、网络支付、即时通信、网络购物、社交娱

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

乐等方面产生了浏览、点击、消费和评论的大数据，使通过吸收算法推荐和移动传播等技术，把握一段时期内网民情绪动向和社会思潮舆论的聚焦点成为可能。基于观测点的思潮舆情数据获得，网络发声和价值引领的同步跟进就能够精准施策，提升意识形态传播引导能力。目前，在主流媒体客户端有针对用户个性化阅读和信息获取的精准供给，如“人民日报”“学习强国”等；同时，还有基于主流媒体数据输出支撑和算法演绎而产生的资讯推送，如“今日头条”“一点资讯”“腾讯新闻”等。以政务微信、微博和微头条为代表的政务新媒体在舆论场中也承载着信息发布、政策解读和正能量报道等多重功能，主流意识形态的话语影响力得到加强，形成了具有层次化的监测传播和引导体系。

二、人工智能赋能高校思想政治教育引发的挑战

人工智能在上述领域赋能高校思想政治教育，为提升思想政治教育的针对性和有效性提供了支持，但人工智能作为一种方兴未艾的事物，在发展、应用和治理上仍处于探索阶段，一方面为思想政治教育发展赋能，另一方面也潜藏对于思想政治教育核心关切所在，如人的主体性、核心价值和意识形态安全的挑战。

1. 人的主体性落寞

当以人工智能为代表的科技展现出前所未有的生命力，孕育出庞大的数据体系和算法系统，在特定方面展示出克服人类生理局限的能力，且以这种优势满足大众各式各样的需求、提供各种服务、创造巨大价值时，可能因为人工智能技术的发展，造成事与物的工具化，乃至人的工具化的趋势，[5] 把科学技术异化成“偶像”和“信仰”，造成人对工具理性的极端推崇。在主体性视野中，对工具理性的极端推崇必然带来对人的忽视，矮化人在社会发展中的作用和价值，这与社会主义制度下思想政治教育重视人、培养人和实现人的全面发展的宗旨是背道而驰的。与此同时，过度依赖人工智能也将大大减少人们所渴望实现的目标和实际得到的东西之间的张力。人的生活世界因生活环境的复杂变化、内在心理的调适、价值实现的矛盾冲突等丰富过程而变得具有完整性意义，[6] 必要的张力只有始终存在于个体和社会之间，才能够感受和创生丰富的意义世界。试想，当人类世界过度依赖人工智能对人类的一切生活需求的满足，剩下的只是享受时，奋斗、思考、探索、责任这些品质就只能成为“奢侈品”了，由此也将引发人的自我价值、人文精神、情感关怀和人际关系的危机。

2. 核心价值的消解

互联网信息资源以算法为基础做出智能推荐和分发，这种算法往往基于个体职业类型、社会阶层、兴趣爱好和浏览记录等信息。有数据显示，接近80%的微信用户习惯从“订阅号”“朋友圈”“看一看”中寻找阅读内容，[7] 这表明，平台推荐和朋友圈信息的分享在一定程度上决定了大多数用户获取信息的来源，这可能导致在算法的精准推送下，用户窄化、同质化地获取与自身意识形态趋同的有限信息，不自觉地固守于自我建构的“信息茧房”。同时，缺失必要人工干预的智能信息推荐，使得传播力成为决定内容影响和价值实现的关键因素，存在利用人们猎奇心理以标题吸引人们注意力的现象，用户关注的内容成为算法推荐的“绝对头条”。无论内容多好，价值多么重要，只要不是你的兴趣范围，算法都不予推荐，诱发“劣币驱逐良币”，从而在内容上形成了对主流意识形态话语产生的“过滤气泡”。质言之，基于算法推荐产生的“信息茧房”“过滤气泡”“回声室”等效应都是人工智能算法个性化和差异化特征的体现，[8] 这加剧了不同圈层的离散、隔阂与固守，增加了核心价值引导和聚合的难度。这都给社会主义思想政治教育所倡导的核心价值的高度统一、特定规则之下的自由活泼以及高度自信下的价值交流带来了不小的挑战。

3. 意识形态安全的威胁

人工智能不仅有其科技属性，也有其政治属性。从技术上看，人工智能的发展应用，需要技术迭代的进步和足够庞大的社会信息数据

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

源。人工智能在我国的发展优势在于互联网用户的数量和活跃度，以及巨大的用户群产生的海量数据，而劣势在于核心技术同世界先进水平还有差距。庞大的数据规模和核心技术上的落后相叠加，将对我国的意识形态安全造成巨大风险。如目前世界上大多数根服务器均位于美国等西方大国的领土范围内或者为其所掌控，[9]这些根服务器及其延伸的数据库，又为世界范围内的政府和企业提供计算和数据服务，这样我们就面临着国家庞大生物种群特征，乃至思想动态、行为轨迹被其他国家所掌握，而我们可能完全不知情。从政治上看，技术是人的本质力量的外在呈现，从当前人工智能所处的发展阶段来看，其设计和运用仍然离不开人工的支持，而这一过程显然与设计者自身的理念、思想和价值导向密切相关。且西方国家在技术上原本就具有先发优势，基于人工智能深度嵌入社会生活的领域产生的收益而获得的认同，存在通过“非政治化”的外衣下隐蔽地裹挟其政治意图和价值输出的可能。如在“阿拉伯之春”中，美国以注资相关信息技术公司的方式，依托其强大机器计算能力，获取用户偏好，精准推送渗透他们的“民主思想”，进而实现破坏别国主流意识形态安全的企图。

三、人工智能赋能高校思想政治教育的价值追求

人工智能背景下如何通过其赋能实现思想政治教育高质量地发展，是思想政治教育工作者必须积极思考和认真作答的问题。与此同时，如何应对人工智能赋能思想政治教育的过程中带来的挑战，形成正确的价值取向更是一个不可忽视的重要问题。

1. 坚持技术为“用”，追求育人之“本”

人工智能应该也有必要成为思想政治教育的有效工具，乃至成为革新思想政治教育既有生态的利器，思想政治教育工作者对此应持有积极的态度，并不断深化思想政治教育和人工智能的技术结合和协同运用。在此过程中，需要明确技术为用、育人为本的价值导向。从根本上讲，思想政治教育是意识形态的教化与濡化，并不断提高人的思想道德素质，实现人的发展和为社会进步服务的过程，一切的技术利用都应该服务于这一根本。人工智能赋能思想政治教育，并非将二者融合生成一项新的活动，更不是思想政治教育被吸收合并到人工智能中去，丧失其独立性；而是立足育人中心，吸纳利用人工智能这一技术优势和强大能力，充分发挥其快速感知和获取需求的能力，营造适宜的氛围和支持环境，愉快地创设相应的知识、能力、素养和服务的供给，最终是为了实现思想的认同、良好道德品质的形成和行为的笃定。纵观思想政治教育发展的历程，能够为实现效果提升的所有手段都应该为我所用，人工智能正展现着其史无前例的数据处理、分析能力和算法、深度学习优势，而这些也正是提升思想政治教育效果所不可或缺的因素。可以预见的是，在超人工智能发展阶段，其智能程度将更胜现在，技术上赋能思想政治教育的强度也将远胜现在，但无论人工智能如何发展和进步，均不能改变其为人所用、服务于育人的技术和器物属性，只能成为增强思想政治教育有效性和针对性的媒介和手段，不能“本”“用”倒置。

2. 减少工具理性的“冷”，增强人文情感的“暖”

马克思主义理论视野中高度关注“现实的人”[10]，关注人也是社会主义制度下的思想政治教育基本特征。数据主义认为人的意识本质上也是一种算法，数据在强算法的介入下甚至比人类更了解自己，可以完成人类想完成但实现不了的事情，即便如此，人工智能也无法产生人类的情感。人类不仅可以通过训练获得科学的思维、推理和逻辑能力，而且人类每个个体还具有独一无二的主体价值以及在社会中所产生的社会价值，这是人工智能所无法超越的。这也要求科学技术越是进步，在思想政治教育积极利用人工智能的过程中，由于个体在家庭环境、教育背景、成长条件、性格特征等方面的差异，越应该对自身主体特性和价值有着高度的自觉和肯定，需要倾注和投入思想政治教育

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

工作者的情感和关怀，避免“只见技术不见人”“只认数据不认人”的工具理性主义偏向，才能实现思想政治教育应有的价值旨归和人文关怀。比如在思想政治理论课的教育教学活动中，利用人工智能获取学生更易于接受的教学方式方法，通过仿真虚拟实验室等技术找准契合点，增加教学情境的带入，以情动人、以理服人，增加情感和实践体验，增强教学过程的亲和力获得感。在日常进行的思想政治工作中，通过读取学生校园消费信息，对贫困生开展精准的经济资助，既能实现对经济困难学生的帮助，又最大限度地保障其个人隐私，赋予数据“情感”和“温度”。通过正确处理好“冷”的数据和“暖”的情感之间的关系，增强教育对象的心理认同，坚定其行为践履。

3. 注重算法推荐的“智能”，更重个体学习的“自主”

人们需要的是什么已经不再是问题，因为有智能推荐，但是人们真正想要的是什么很可能成为一个需要认真思考的问题。人工智能使得算法变得聪明，智能推荐极大方便了信息的精准获取，但没有经过干预的算法推荐容易导致信息固守、传播偏好和价值失衡，呈现出消解学习者的自主学习和独立思考能力的特征。在充分发挥智能推荐的优势时，实施逆向推荐“你最不想要什么”“你最不喜欢什么”等内容，减少智能推荐因标题做推荐，增加因内容和价值做推荐都是必要之举。毋庸置疑，个体自主意识和行为是减少或者避免算法推荐过度干涉的决定性因素。通过培育个体自主忽略、过滤不相关的信息能力，才能不被算法的智能所遮蔽。一定意义上说，人工智能之所以不能取代人也是因为人有自主学习、独立思考和创新创造的能力。因此，应加强个体自主学习、选择和信息辨识能力的培养，增强对个体自我效能感、自主调整方略和对获取信息价值目标的引导。如果个体拥有较高的自主学习能力和媒介素养，就能够有意识地避免算法的用户偏好所带来的过度推荐和智能遮蔽。由此，基于主流媒体传播和“以内容为王”的核心价值的传播力、影响力和整合力势必得到加强。

4. 谋求技术壁垒的“破”，构筑意识形态防线的“立”

人工智能的普适性发展和应用，似乎使西方“意识形态终结”论调得到了验证，但意识形态领域的斗争在人工智能时代并没有停止，也不可能缺席，只是新增了斗争场所和变换了斗争形态。[11] 人工智能的发展使得意识形态的斗争从显性转为隐性，从正面宣传话语的交锋转为非对抗式“去政治化”的技术裹挟。“社会历史生活的一种基本的结构，不能设想可以不需要社会生产组织以及与之相适应的意识形态形式”[12]，通过人工智能转移意识形态的引发路径，在技术裹挟下分散民众关注的焦点，但其内核却从未改变，只是形态意蕴更加隐秘，且更具有迷惑性。因此，在价值审视上既要充分发挥和运用人工智能在器物属性上为产业升级、社会治理和人的培养带来的便捷和高效，最大化释放其技术红利，又要有着格外清醒的认识，其在一定条件下仍然摆脱不了资本逻辑的节制和异化人的作用，需要对由人工智能引发的极端价值偏向风险保持警惕。因为当“技术成为物质生产的普遍形式时，它就制约着整个文化，设计出一种历史总体”[13]。要实现人工智能赋能思想政治教育效能的最大化，必须运用马克思主义和社会主义思想政治教育的价值理念对人工智能的现实应用、育人效能和价值合理性进行审视，筑牢意识形态的安全防线。为此，在技术上要不断实现突破和发展，制定我国自己的人工智能和工业发展升级发展战略，实现技术上落差缩小，进而抢占人工智能前沿领域的制高点和锦标，拥有更多的技术话语和技能权重，并不断强化技术本身“内嵌式规则”的意识形态话语引领和价值自信，巩固我们意识形态阵地，维护好意识形态安全。

参考文献：

[1] 刘建军. 新时代思想政治工作的十大原则——习近平对思想政治工作原则的创新发展[J]. 学术界，2018（9）：5-17.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[2] 武东生，郝博炜. 思想政治教育有效利用人工智能的分析 [J]. 马克思主义理论学科研究，2019（3）：103-112.

[3] 张胜，夏静. 为高校思想政治工作科学化打造“硬支撑”[N]. 光明日报，2019-11-24（2）.

[4] 中国互联网络信息中心. 第 45 次中国互联网络发展状况统计报告 [R]. 2020：1. 10. 17.

[5] 刘光斌. 哈贝马斯的技术统治论批判 [N]. 中国社会科学报，2018-06-05（2）.

[6] 徐海娇. 意义生活的完整性：人工智能时代劳动教育何以必要与何以可为 [J]. 国家教育行政学院学报，2019（11）：88-95.

[7] 薛永龙，汝倩倩. 遮蔽与解蔽：算法推荐场域中的意识形态危局 [J]. 自然辩证法研究. 2020（1）：50-55.

[8] 弗洛里迪. 第四次革命——人工智能如何重塑人类现实 [M]. 王文革，译. 杭州：浙江人民出版社，2016：211.

[9] 美国是如何进行网络安全审查的 [N]. 人民日报（海外版），2014-05-23（12）.

[10] 马克思，恩格斯. 马克思恩格斯文集：第 4 卷 [M]. 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局，编译. 北京：人民出版社，2009：295.

[11] 沈江平. 人工智能：一种意识形态视角 [J]. 东南学术，2019（2）：65-74，247.

[12] 阿尔都塞. 保卫马克思 [M]. 顾良，译. 北京：商务印书馆，1984：229.

[13] 马尔库塞. 单向度的人：发达工业社会意识形态研究 [M]. 刘继，译. 上海：上海译文出版社，2006：140.

（责任编辑　吴潇剑）

Challenge and Response of the Ideological and Political Education in the Universities Empowered by Artificial Intelligence

Yang Rencai

Abstract: With the typical characteristics of big data, deep learning and strong computing power, artificial intelligence is deeply participating in the reconstruction of society, which inevitably brings opportunities and challenges to ideological and political education in universities. Artificial intelligence provides precise, personalized and differentiated support for ideological and political theory teaching, ideological and political situation investigation, ideological and public opinion monitoring and network voice, which also hides challenges such as the desolation of human subjectivity, the elimination of core values and the threat to ideological security. Only by correctly handling the relationship between education and technology, instrumental rationality and human emotion, algorithm recommendation and autonomous learning, technical barrier and ideological security, can we realize the due value of ideological and political education in colleges and universities empowered by artificial intelligence.

Key words: Artificial intelligence; Ideological and political education; Rational value

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人工智能时代的教育风险及其规避

吴河江 涂艳国 谭辂纱

（华中师范大学 教育学院，湖北武汉 430079）

摘要：近年来，有关“人工智能+教育”的研究如火如荼，在教育学界掀起了一股“人工智能热”。人工智能的教育应用具体可分为教学类、学习类和管理类，运用风险理论对人工智能的教育应用进行分析，文章发现人工智能时代的教育存在智能教育治理风险、技术风险、伦理风险以及教师职业替代风险等潜在风险。为有效规避这些教育风险，文章提出在未来教育变革中应正确认识人工智能与教育的关系，探索人工智能教育精准治理新范式，推进人工智能教育应用的伦理建构，以及培养人才适应、驾驭人工智能的关键素养。

关键词：人工智能；未来教育；教育风险；风险规避

【中图分类号】G40-057 **【文献标识码】**A **【论文编号】**1009—8097（2020）04—0018—07 **【DOI】**10.3969/j.issn.1009-8097.2020.04.003

伴随人工智能深度学习算法的突破，人工智能技术的应用愈加深入渗透到社会的方方面面。然而，人工智能技术本身及其应用都存在一定风险性。2017 年，国务院印发通知：“在大力发展人工智能的同时，必须高度重视可能带来的安全风险挑战，加强前瞻预测与约束引导，最大限度降低风险，确保人工智能安全、可靠、可控发展[1]。”作为人工智能技术应用的主要领域，教育自然不可避免地深受其影响，未来教育的变革必将以与人工智能的深度融合为着力点。事实上，近些年关于“人工智能+教育”的研究已呈火热状态，在教育学界掀起了一股“人工智能热”。在狂热追求人工智能之时，我们应冷静思考在新时代背景下教育变革将面临何种新的风险？又该如何规避这些教育风险？唯有妥善解决这些问题，方可确保人工智能与教育进行理性的、科学的、安全的、深度的融合。因此，本研究将基于人工智能教育应用的领域分类，分析人工智能与教育深度融合将可能带来的教育风险，并据此提出规避这些教育风险的具体策略。

一 人工智能的教育应用

从技术发展的角度来看，人工智能历经了计算智能、感知智能和认知智能三个发展阶段[2]，人工智能的教育应用随着智能技术的变革而更迭。在教育领域中，人工智能技术的具体应用较为繁杂。通过对现实教育实践的考察和相关资料的查阅，本研究发现当前被用于教育领域的人工智能技术大致包括：知识表示方法、情感计算、生物特征识别（语音识别、指纹识别、人脸识别）、可穿戴技术、视觉计算、机器学习、图像识别、推理机、深度学习、神经网络等。当前，人工智能的教育应用主要通过技术平台得以实现，技术平台的设计首先依据技术特性对智能技术进行分化，再根据不同的教育需求和社会场景对分化的技术进行系统综合，以服务多样化的教育需求。人工智能教育应用的领域分为三大类：

1 教学类

人工智能为实现“一对一”理想化教学模式创设技术条件，其中典型的是智能导学系统（Intelligent Tutoring System，ITS）。ITS 是一种借助人工智能技术，结合具体学科的教学知识，让计算机扮演教师对学生进行个别化指导的系统[3]。国际典型的 ITS 有 MetaTutor、Protus、Andes、SimStudent、Crystal Island、Wayang Outpost、Betty’s Brain 等，这些系统都是以计算机为基础的

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

开放式学习环境，主要形式有超媒体、建模与仿真、沉浸式及游戏化等[4]。Sleema 等[5] 认为 ITS 可分为专家知识、学生模型、导学三大模块：①专家知识模块（Expert Knowledge Module）包括要传达给学生的特定领域的事实和规则，即专家的知识。在当前的 ITS 中，专家知识的表示方式多样，如语义网络、框架和生产系统等。②学生模型模块（Student Model Module）指的是学生的新兴知识和技能的动态表示，它负责对学生基本信息与学习过程信息进行动态收集并在此基础上建模，这为实现个性化教学提供了信息基础。③导学模块（Tutoring Module）用于设计与管理学生的教学互动，又被称为教学策略或教学模块。它与学生模型模块密切相关，利用学生的知识和自身的教学目标结构来决定将开展哪些教学活动。

2 学习类

人工智能在学习领域的应用主要体现为对学生个性化学习的支持，其中典型的是适应性学习支持系统（Adaptive Learning Support System，ALSS）。ALSS 本质上是一种基于技术支持和数据驱动的有效促进学生个性化学习的支持系统，旨在提升学生的学习兴趣与效率，能够依据课程内容为学生定制适应性的学习路径，并支持教师更具针对性、更富成效地使用课堂时间。一般而言，ALSS 需要经过用户建模、学习资源配置和学习路径推荐三个阶段来提供个性化的学习支持。用户建模是收集并整理学生的个性信息（如性别、年龄、学习阶段、认知风格、认知水平等）的过程，其结果将产生一个可以明确表示学生个性信息的用户模型（User Model）。在学习资源配置阶段将以生成的用户模型为依据，运用智能算法筛选出与之相适应的学习资源。最后，在学习路径推荐阶段将匹配出来的学习资源呈现给学生。可以看出，ALSS 的适应性源自学生的个性化体验，即系统能够基于收集和整理的数据为每位学生量身定制内容迥异的学习路径。

3 管理类

人工智能在教育管理中应用广泛，为智慧校园建设提供管理方面的技术支持，其中典型的是智能决策支持系统（Intelligent Decision Support System，IDSS）。IDSS 是利用人工智能，特别是专家系统的原理和技术所建立的辅助决策的计算机软件系统，支持半结构化和非结构化问题的决策[6]。智能决策支持系统是 DSS（Decision Support System）和 AI（Artificial Intelligence）相结合的产物，其结构设计的关键在于能够将 DSS 的基本功能模块和 AI 的知识推理技术有机地结合。IDSS 大致由用户接口系统、数据库系统、模型库系统和方法库系统四大子系统组成，其中，用户接口系统的功能在于对数据信息的感知与获取；数据库系统的功能在于对数据的储存与维护；模型库系统的功能在于向决策者提供能便捷建构、修改及应用的决策模型；方法库系统的功能在于把关于形成决策的方法进行有机地结合，为模型建立提供方法支持。IDSS 的运作依靠这四大子系统实现，即首先利用智能技术采集教育各主体的信息并建立数据库；再根据决策者提出的问题，建构与问题相匹配的模块序列；最后根据呈现的模块序列，选取最高效、便捷的解决问题的方法与决策。

二 人工智能时代的教育风险

尽管人工智能时代刚刚来临，但它必将对人类未来生活产生变革性影响。这种变革性的影响在为人类带来便捷的同时，也将产生诸多风险，“因为科技的发展并不会带来确定的结果”[7]。同样，人工智能的教育应用也可能产生一定的教育风险，并且随着人工智能技术的升级与应用的深化，风险系数也将增加。因此，正确认识和预测人工智能时代的教育风险便显得尤为重要。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1 智能教育治理风险

伴随人工智能技术渐趋成熟，教育治理的模式开始逐步由传统治理向智能治理变革。对智能教育治理的研究，不仅可以深化教育治理理论研究，还可以科学引导教育治理体系和治理能力现代化改革的实践探索。智能治理作为一种新的治理模式，为教育治理现代化提供了新的路径，也为推进教育治理现代化创设了前所未有的机遇。然而，人工智能对于教育治理现代化而言是把“双刃剑”，人工智能技术为教育治理体系和治理能力现代化提供了先进的管理工具，但同时也增添了教育治理的不确定性因素，因此有必要对人工智能教育治理进行风险分析。人工智能时代的教育治理风险主要有：①当前的教育法律体系难以应对智能教育治理的不确定性因素。与智能教育治理相配套的教育法律体系尚未形成，现有的教育法律模式并未超越传统的具象化思维方式，造成智能教育治理缺乏有效的约束与引导。②智能平台提升了社会组织教育治理的参与度，但是社会组织提供教育治理决策的能力仍较弱。③教育治理体系和教育治理能力现代化程度不够，难以满足智能教育治理的新需求。

2 智能教育技术风险

技术的更迭推动了教育技术应用的变革，人工智能技术打开了智能教育时代的大门。与此同时，智能教育时代各种技术风险也可能随之出现。较之传统教育技术风险，人工智能时代的教育技术风险具有显著的特殊性。这种特殊性表现在智能教育技术风险不仅包括内在化技术风险，还包括外在化技术风险，具体表征如下：①内在化技术风险即人工智能教育技术应用过程中客观存在的风险。数据和算法是人工智能技术的两大基本要素，因此内在化技术风险首先体现在数据支持的缺陷，教育数据的数量和质量将影响技术应用的效果；其次是智能教育技术人才稀缺、智能化教师队伍建设不健全，导致智能教育技术使用不合理。另外，智能技术的迅猛发展将加速超级智能（Super Intellgence）时代的来临——在超级智能时代，技术失控风险将会成为首要忧虑的问题。②外在化技术风险即人类附载于智能教育技术的价值判断，主要表现为使用者对人工智能的技术恐惧：一方面是教师困惑于如何实现人机合作以开展教育实践，另一方面是学生困惑于在人工智能时代应对教育抱有怎样的诉求。这些问题将可能导致教育的技术化倾向，进而带来人的异化风险。

3 智能教育伦理风险

科技与伦理的关系问题，是机器伦理学中最核心、最基本的问题之一，每一次具有时代变革意义的科技的产生，都将深刻影响着人类的社会伦理与精神秩序。同样，人工智能的教育应用将对当前或未来的教育伦理秩序与伦理规范带来新的挑战。人工智能带来的教育伦理风险可分为两类：①一般性伦理风险，即所有人工智能应用领域都要共同面对的伦理风险，主要表现为数据伦理风险与算法伦理风险。智能教育决策以教育数据为基础，如果教育数据采集不全或是存在信息偏差，那么教育决策结果就会出现偏见或歧视。此外，人工智能加强了对使用者隐私数据的监控与获取，压缩了使用者的隐私空间并将激发潜在的隐私泄露危机。算法伦理风险的内容主要包括算法设计的科学性，智能体在面对教育问题情境时做出的道德决策和方法选择，以及算法所负载的价值。②特殊性伦理风险，即人工智能在教育领域应用时要专门面对的伦理风险。根据教育伦理学的研究对象与基本范畴可知，特殊性伦理风险主要表现在教师角色扮演与职业道德、教育价值与教育公平、智能化师生间伦理关系、使用者与人工智能的伦理关系等方面。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4 教师职业替代风险

近年来，人工智能应用的深化与泛化引发了“机器替代人”的恐慌，越来越多的职业正逐步被智能机器取代。2016 年，花旗集团和牛津大学马丁学院联合发布的《技术在工作 v2.0：未来不是过去的模样》报告指出：在全球范围内都将面临由智能化带来的职业替代风险[8]。人工智能带来的职业替代风险在教育领域同样存在，主要是对教师角色的挑战。在教育学领域，关于人工智能时代教师职业是否会被取代、教师未来角色如何、教师在未来应具备怎样的素养等问题的探讨，已成为当前教育研究的热点问题。

尽管多数研究者认为教师职业的特殊性决定了它被人工智能替代的可能性很小。如 BBC 基于剑桥大学研究者 Osborne 和 Frey 的数据体系分析了 365 个职业在未来的“被淘汰概率”，指出在人事、客服、政府职员、会计、银行职员都高于 89%的被淘汰率下，教师这个职业被机器人取代的可能性仅为 0.4%[9]。但不可否认的是，教师的许多工作内容将会被替代。如 Ray 所言：“科技不能取代教师，但是使用科技的教师却能取代不使用科技的教师。”[10]

三 教育风险的规避策略

风险社会理论创立者贝克认为：“风险概念表明人们创造了一种文明，以便使自己的决定将会造成的不可预见的后果具备可预见性，从而控制不可控的事情，通过采取预防性行动以及相应的制度化措施来战胜种种副作用[11]。”面对人工智能科技实际或可能带来的教育风险，应积极采取有效的规避策略。针对人工智能时代的教育风险类型，规避策略主要如下：

1 正确认识人工智能与教育的关系

正确认识人工智能与教育的关系，是有效规避人工智能时代教育风险的前提条件。尽管人工智能为解决当前诸多教育问题提供了技术支持，但其为教育带来的诸如治理风险、技术风险、伦理风险和职业替代风险等教育风险始终是悬在教育上空的“达摩克利斯之剑”。正确认识人工智能与教育的关系应做到以下几点：

①加强人工智能教育基本理论创新研究，构建人工智能教育理论体系，为人工智能的教育实践提供有效的理论指导。当前，人工智能教育理论研究一直滞后于实践创新，造成人工智能教育实践缺乏理论指导。因此，教育理论研究者应肩负学术使命，加快构建人工智能教育理论体系。②既要尊重并理性接受人工智能对教育实践范畴的可替代性，也要充分认识教育实践范畴自身的不可替代性。一方面，人工智能被广泛应用于教育实践当中，分别替代了教学、学习、教育管理等教育实践的部分工作。另一方面，人具有创造性思维、批判性思维和系统性思维，这是智能体所不具备的素养。而教育是有关人的活动，这一特殊性决定了智能体并不能完全替代人来开展教育活动。③重新定位人与技术的关系。人工智能作为技术的最高形态，较之传统技术对价值理性的摧残或许更严重。重塑技术的人文价值，赋予人工智能技术的教育性，创生人工智能技术与教育的合力，才能由技术控制走向人机共生。

2 探索人工智能教育精准治理新范式

人工智能的教育应用渐趋深化，传统教育治理范式必将难以为继。为规避人工智能带来的教育治理风险，必须探索人工智能教育精准治理新范式，以“智治”求“善治”。

①确立智能教育治理体系的法制基础。以能够适应人工智能时代特征的教育法律制度引导各教育治理主体关系的正确道路，以及规范教育治理中人工智能的治理边界。②变革与创新智

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能教育治理制度。以制度手段引导、约束与规范政府、学校、家庭和社会组织等教育治理主体的治理权责，尤其为社会组织参与教育治理提供制度保障。③建立与人工智能时代属性相符的教育治理结构。在智能治理时代，应将现有的科层制教育治理结构和“互联网+教育”治理结构升级为“人工智能+教育”的治理结构，以实现教育治理结构能有效适应智能治理的需求。另外，教育治理制度的变革也势必逼促教育治理结构的调整，制度与结构的变革必须配套进行。④树立智能教育治理意识。要想人工智能成为教育精准治理的“法宝”，必须转变传统教育治理思维，树立智能治理意识，以智能治理意识指导智能教育治理实践。智能治理思维促成教育治理主体间形成协同合作、数据开放共享的文化自觉，为教育的精准治理提供人才支持和数据支撑。

3 推进人工智能教育应用的伦理建构

人工智能的出现将科技与伦理关系问题的研究推向高潮，探索规避人工智能教育伦理风险的策略也正成为教育理论与实践的前沿问题。推进人工智能教育应用的伦理建构，为人工智能教育应用提供伦理支持，不仅是人工智能技术发展的需要，也是教育规律发展的应然要求。

①建构高尚的人工智能科技伦理。面对人工智能应用产生的一般性伦理问题，必须认真反思科技对人类社会生活与生产的影响，积极建构能够适应科技发展需求与保障人类和谐社会进程的科技伦理，这是解决作为一种科技的人工智能所带来的一般性伦理问题的基本要求。②制定人工智能教育伦理规则，明晰人工智能教育应用的伦理边界。伦理规则是对人工智能“有所为”与“有所不为”的伦理规定，但凡涉及人类社会生活与生产活动的科学技术皆应在人类的伦理规则内运行。③搭建人工智能教育伦理规范体系。为权衡人工智能的教育应用与伦理风险，追求人工智能教育应用的最大限度，应积极探索教育伦理风险监督、评估与应急机制，搭建人工智能教育伦理规范体系。④开展人工智能伦理教育。在教育领域开展人工智能伦理教育的相关研究，并有效实施人工智能伦理教育，可有效减少学生在使用人工智能进行学习时可能造成的对他者的伤害，并教会学生妥善处理好自身与另一智能之间的伦理关系[12]。

4 培养人才适应、驾驭人工智能的关键素养

明确人工智能时代人才的关键素养，可有效规避人工智能教育技术风险和职业替代风险（既包括教师职业，也包括其它职业）。人工智能时代人才培养的关键素养主要体现在两个方面：

（1）适应人工智能的素养

未来社会将会是一个人机和谐共生的社会，人类要适应人工智能时代的社会生活，就必须具备与之相符合的技术素养和人文素养。

在人工智能时代，技术构成了人类社会生活与生产活动的核心要素，技术素养将成为未来人类必不可少的素质。技术素养即能够理解技术意涵、明确技术范畴、了解技术发展史与技术性质、轻松自如地使用技术、树立正确的技术观等与技术应用相关的素养。提升技术素养的实践策略有：①端正对人工智能技术的态度，消除对人工智能技术的恐惧，增强对人工智能教育应用的信任感。客观审视人工智能对教育发展的贡献，认清人工智能与教育的融合是未来教育发展的必然趋势。②掌握基本的人工智能技术知识，努力提升人工智能技术应用能力。一方面，教师应努力提升教学技术素养，及时更新教学模式，发挥人工智能技术的教育价值，使技术服务于教学；另一方面，学生应提升信息技术素养，掌握获取、筛选、提取、评估、应用、传播信息的能力。③养成技术思考与行为的方式习惯。在人工智能技术应用广泛的时代，理应培养学生与时代发展相适应的技术思维方式与行为习惯。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人文素养的范畴包括道德、审美、哲学、信仰、情感、态度、价值观等内容，这些内容是人之所以为人的关键特质，是智能体难以涉足的领域。人文素养是人类特有的意识和精神能力，它能够为人类创造一个“智慧和意义的世界”。具体而言，人文素养对于人类在技术化社会环境中实现自我塑造、充盈精神世界以及享受闲暇生活等方面具有保障和引领作用。培养人文素养的实践策略有：①重视人文学科价值，优化人文素养培育课程体系。在当前的学科体系中，科学学科一直处于强势地位，人文学科“无用说”仍甚嚣尘上，这是对人文学科价值短视的结果。因此，必须从观念和课程体系上重新确立人文学科地位。②在体验中提升人文素养。体验是提升感性素养的重要途径，在体验中，学生的情绪、情感、意志等将得到激发。③营造具有人文气息的教育环境。人文素养的培育是一个渐进的过程，在具有人文气息的教育环境中，学生的人文素养将会在潜移默化的过程中得到升华。

（2）驾驭人工智能的素养

相较于智能体，人类在认知、精确度和力量等方面相形见绌，人工智能导致的“技术性失业”将会是人类在未来所要面临的最大难题之一。然而，面对强大的职业竞争对手，人类绝不可坐以待毙。人工智能时代人才培养目标的核心内容应是培养人才驾驭人工智能的素养，主要包括以下三种：

①创造性思维能力。创造性是人类驾驭人工智能的关键法宝。智能体的思维是一种再生性思维，是基于既有资源和材料重新组合的再创新，而人类的创造性思维是一种原生性思维，能基于想象力创生出前所未有的创意或产品。因此，创造性思维的培养是未来教育培养目标的首要追求。②批判性思维能力。批判性思维是一种基于对证据的分析、评估与推理，结合问题情境提供解决问题或判断是非的答案的理性思维。人工智能的算法决策是一种论证的逻辑分析，能够进行单一的评估和论证，包含有批判性思维的部分要素。但是，批判性思维具有的能力要超越论证逻辑分析的要素范畴，如对证据（数据）的价值、信度和效度的评估，结合情景中不可量化的信息等功能。因此，批判性思维在帮助人类驾驭人工智能的过程中具有重大价值。③系统性思维能力。作为论证逻辑分析的人工智能算法能够单独理解各个事物，或是复杂系统中的独立元素，但是人工智能算法不能以集成的方式对事物进行整体分析，并且把论证结果作用于不同情境。人工智能无法超脱特定领域的思考模式，因此系统性思维也是未来人类驾驭人工智能的强大武器。

四 结语

人工智能技术广泛应用于教育实践当中，在一定程度上可替代或协助部分教育实践。如在教学方面替代阅卷、评分、纠错、翻译等工作；在学习方面提供个性化学习分析、学习资源精准推送等服务；在教育管理方面提供监控、预测、模拟管理等服务。然而，人工智能在为教育变革创设有利条件的同时，也可能裹挟着某些教育风险。不过，我们不能因此对人工智能的教育应用心存芥蒂，甚至抵制排斥。而应在“拥抱人工智能”的前提下，树立未雨绸缪的意识，理性分析人工智能教育应用的诸种可能风险，并探索具有针对性的规避策略，为人工智能与教育的深度融合保驾护航。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

参考文献

[1]国务院.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[OL].
<http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm>
[2]吴永和,刘博文,马晓玲.构筑“人工智能+教育”的生态系统[J].远程教育杂志,2017,(5):27-39.
[3]刘清堂,吴林静,刘嫚,等.智能导师系统研究现状与发展趋势[J].中国电化教育,2016,(10):39-44.
[4]Segedy J R, Biswas G, Sulcer B. A model-based behavior analysis approach for open-ended environments[J]. Educational Technology & Society, 2014,(1):272-282.
[5]Sleeman D H, Brown J S. Intelligent tutoring systems: An overview[A]. Intelligent Tutoring Systems[C]. New York: Academic Press, 1982:1-11.
[6]智能科学与人工智能网.智能决策支持系统[OL]. <http://www.intsci.ac.cn/IDSDP/index.html>
[7](以色列)尤瓦尔·赫拉利著.林俊宏译.未来简史[M].北京:电子工业出版社,2017:359.
[8]Frey C B, Osborne M A, Holmes C, et al. Technology at work v2.0: The future is not what it used to be[R]. Citi GPS: Global Perspectives & Solutions, 2016:3.
[9]BBC 大数据.最不可能被人工智能取代的职业竟然是它[OL].
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1591811525677845329&wfr=spider&for=pc>
[10]余胜泉.人工智能教师的未来角色[J].开放教育研究,2018,(1):16-28.
[11]欧庭高,何发钦.论技术理性与现代技术风险[J].中南大学学报(社会科学版),2016,(2):8-12.
[12]蔡连玉,韩倩倩.人工智能与教育的融合研究:一种纲领性探索[J].电化教育研究,2018,(10):27-32.

Education Risks and Its Avoidance in the Era of Artificial Intelligence

WU He-jiang TU Yan-guo TAN Li-sha

(Institute of Education, Central China Normal University, Wuhan, Hubei, China 430079)

Abstract: In recent years, research on “artificial intelligence + education” has been in full swing and has set off an “artificial intelligence fever” in education circles. The education application of artificial intelligence can be specifically divided into teaching, learning and management. Using risk theory to analyze the education application of artificial intelligence, it was found that possible risks of intelligence education governance risk, technology risk, ethics risk and teacher occupation substitution risk existed in the education of the era of artificial intelligence. In order to effectively avoid these education risks, this paper proposed that the relationship between artificial intelligence and education should be correctly understood in the future education reform, and the new paradigm of accurate governance of artificial intelligence education should be explored, and the ethics construction of educationapplication of artificial intelligence should be promoted, and talent should be cultivated with the key competency to adapt to and control artificial intelligence.

Keywords: artificial intelligence; future education; education risk; risk avoidance

作者简介：吴河江，在读博士，研究方向为教育基本理论，邮箱为 1054876183@qq.com。

收稿日期：2019 年 8 月 18 日 编辑：小西