

# CIT

互联网教育智能技术及应用  
国家工程实验室

## 10篇教育技术顶刊论文看 人工智能与教育



北京师范大学  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY



清华大学  
Tsinghua University



中国移动  
China Mobile



网龙华渔教育



科大讯飞  
iFLYTEK



# 人工智能2.0与教育的发展

□ 潘云鹤

## 【摘要】

人工智能正在从1.0走向2.0,主要有三个方面的具体原因:一是社会产生了新的需求,二是信息环境发生了巨大变化,三是人工智能的基础和目标发生了变化,当然总的原因是人类社会结构从物理空间—社会空间的二元结构转变为物理空间—社会空间—信息空间的三元结构。人工智能2.0包括五个方面的基础研究:大数据智能;群体智能;跨媒体智能;人机混合增强智能;自主智能系统。目前人工智能2.0技术已经初露锋芒,对教育将产生多方面的影响:大数据智能将使个性化教育获得极大支持;跨媒体学习将取得很大的进展;终身学习将得到智能化的支持;数字图书馆建设将转变为智能图书馆建设;队伍组织和人才培养将成为新一代人工智能战略实施过程中极为重要的两个关键因素。

【关键词】 人工智能2.0;大数据智能;群体智能;跨媒体智能;人机混合增强智能;自主智能系统;个性化教育;跨媒体学习;终身学习;智能图书馆;人才培养

【中图分类号】 G420

【文献标识码】 A

【文章编号】 1009-458x(2018)5-0005-5

## 一、人工智能走向2.0

人工智能的概念是1956年在美国达特茅斯学院(Dartmouth College)确立的,是指让计算机像人那样思考、学习和认知,即用计算机来模拟人的智能。从20世纪70年代开始,人工智能形成了比较稳定的研究和应用领域,即机器定理证明、机器翻译、专家系统、博弈、模式识别、机器学习、机器人等。这些应用领域都是模拟人尤其是专业工作者的能力,比如逻辑推理能力、自然语言理解能力、问题求解和知识表达能力以及搜索能力等。

到2015年,中国工程院研究了多个领域的重大咨询项目,比如智能城市、智能医疗、智能制造以及各种科技知识中心,在研究过程中发现这些问题的解决最后都聚焦到人工智能技术的发展,如果人工智能得不到新的发展就没有办法解决这些问题。因此,中国工程院建议国家关注人工智能的一大变化,即人工智能不仅会取得面的大发展,而且会实现质的升级,从1.0走向2.0。原因包括以下三个方面:

### 1. 社会产生了新的需求

这些需求包括智能城市、智能医疗、智能交通建设,以及智能游戏、无人驾驶、智能制造和智能学习等。所有这些问题都需要人工智能去解决,但这些具

体问题在前60年人工智能所涵盖的七大领域中大部分都没有包含其中。

### 2. 信息环境发生了巨大变化

60年前的信息环境是很多人围绕一台计算机进行工作,而现在一个人已经可以拥有很多台计算机,不但如此,人们还有互联网、移动计算、超级计算、可穿戴设备、云计算、网上数据、万维网、搜索引擎等新的技术和设备。信息环境发生了巨大的变化。在此基础上,应该产生新的人工智能。所以,新一代人工智能不仅仅是让一台计算机变得更聪明,更重要的是让周围的信息环境共同变得更聪明。

### 3. 人工智能的基础和目标发生了变化

人工智能的基础是数据驱动,而现在出现了各种各样不同的新的数据,如大数据、多媒体数据、传感器网数据、AR/VR数据等。而且很多人工智能专家认为,计算机在某些专门领域将变得很聪明,甚至在很多领域将可以超过人,阿尔法围棋(AlphaGo)就证明了这一点。但计算机的聪明和人的聪明并不一样,这是两类不同的聪明。虽然技术发展很快,但技术的智能和人的智能在功能上既有许多重合的方面,也有更多不重合的方面。因此,更好的方法是研究如何把人的智能和机器的智能结合在一起,从而产生更强大、更优秀的智能来为人类服务。

从这三个方面来看,人工智能必定迈向新一代,

即从1.0迈向人工智能2.0时代。

党和国家主要领导对中国发展人工智能2.0的建议十分重视，中国政府在2017年7月20日发布了一项规划——《新一代人工智能发展规划》。更深入地分析，人工智能之所以走向2.0，除上述三方面原因外还有一个总的原因：世界正在发生重大变化。之前人类社会是二元空间，即物理空间和社会空间。自然界早在人类出现以前就存在，称之为物理空间；人类出现以后，人们相互交往构成社会空间。人们将这两个空间称为P（Physics）空间和H（Human Society）空间。近年来，信息空间迅速壮大，二元空间变成三元空间，增加了一个C（Cyber）空间，即C、P、H三个空间。这个信息空间是怎么形成的呢？

50年以前，尽管当时也有很多信息源，比如书籍、会议、媒体，例如电视、广播、计算机等，但所有这些信都来自于人类社会。人们把这些信息连在一起，于是有了互联网、移动通信和搜索引擎，但即使到了这一步，这些信息还是主要来自于人类社会。

现在人们发送了很多卫星上天；在城市里安装了很多摄像头，用来监控城市的安全，包括交通安全、人的安全、环境的安全等；还安装了很多传感器，用以监测空气质量和各地的生产情况。这些信息并非来源于人类，而是直接来源于物理世界，物联网的产生更使得这些信息增加得越来越快。于是，人类进入了一个新的时代——大数据时代。大数据时代的根本特征是信息快速膨胀，人类无法用原有手段和方法处理周围快速增长的信息。大数据时代的好处是有很多数据，坏处是人类已经没有办法认识这么多数据。比如摄像头传回来的数据人们最多能利用其中的5%，其他很多信息来不及得到处理，但实际上其中包含了大量知识。所以大数据必然要走向大知识，只有这样它才能促使人类的认识和控制能力发生巨大变化。

从二元空间到三元空间的变化不仅体现为上述具体事例，更重要的是，这一变化给人类带来了新的认知通道、新的计算和新的知识门类。在P和H二元空间时代，人类社会在了解物理空间的过程中产生了各种各样的信息和知识，称为自然科学。人类要去改造物理空间，把所有这些有关改造物理空间的知识叫作工程技术。除此以外，人们还要了解人类社会自身，也产生了很多知识，称其为社会科学。这三者是人类知识的总和。

现在信息空间发展壮大，人类在了解物理空间时除了亲自进行观测、做实验，亲身到物理空间去进行原有的各种各样的科学活动外，人们还可以通过信息空间，用传感器、物联网、多媒体信息以及人机交流等方式了解物理空间。通过这些方式，人类就可以看得比以前更多、更远、更透彻。比如人们可以同时看到多个十字路口的交通细节和整个城市的交通状况，这两类变化的信息同时呈现在面前，甚至可以同时去比较多个城市。人们可以在很多地方同时监测空气污染的变化，把这些密集而变化的数据与天气的变化、车流的变化、企业生产运行的变化结合在一起，同步分析推理，从中将发现很多新的规律。这些对物理空间的新的了解是过去人类所无法达到的。

类似的，人类还可以通过信息空间去改造物理空间，例如无人车、无人飞机、无人船等，今后还会有大量自主智能设备被研制出来。人类通过信息空间，还可以以新的方法来进一步了解人类自身，如更准确认识人的购物行为、娱乐行为、保健行为、经济行为、社交行为等。因此，估计下一次我国进行人口普查，大概只需要很少的人、很短的时间就够了。这不是空想，大数据智能技术完全可以做到。

我们将看到，在三元空间的世界里，不仅人工智能会发生巨大的变化，计算机技术会发生巨大的变化，实际上信息空间的出现为所有自然科学、工程技术、社会科学都提供了新的途径和方法，因为它提供了新的信息流动。进而还会出现很多新的学科门类，例如对各种复杂巨系统的研究。

比如研究整个城市是如何运行的。城市已经出现了很多年，中国最早的城市的证据最近被发现是五千余年以前的良渚古城，位于浙江杭州附近。尽管城市的存在已经有漫长的历史，但人们对一个城市的运行规律并不完全清楚。例如，过去都以为，对一个城市进行了规划，政府严格执行，这个城市就这么布局运行了，后来发现并非如此。城市的布局与运行是城市规划决策者作为一方，市民和企业家作为另外一方，互相作用和调节的结果。城市规划的基础是对城市这个复杂系统的发展预测，不仅是物理规划、经济发展规划，它和交通、医疗、教育系统等都会产生复杂的互动。环境生态以及健康医疗等领域也是如此。所有这些系统都是科学问题+工程问题+社会问题，形成了复杂的巨系统。过去的学科与数据分割限制了对此



进行研究,而在新的三元空间中则可以对此进行新的研究。中国《新一代人工智能发展规划》提出人工智能走向2.0就是在这样的形势下确立的。规划提出了五个方面的基础研究:①大数据智能。大数据基础上人工智能怎么变化。②群体智能。怎么用互联网把很多计算机、很多人组织在一起形成综合智能。③跨媒体智能。把听觉的、视觉的、嗅觉的、触觉的、图形的、图像的等不同的数据和知识综合在一起形成新智能。④人机混合增强智能。人机混合,通过更有效的人机交互技术与系统提供增强的智能。⑤自主智能系统。让各种机械装备具有感知、推理和自主(可控)的能力,更好地为人类完成各种各样的任务,比如汽车、飞机、轮船、数控机床、注塑机、挖土机等都能自动完成所规定的任务。

## 二、人工智能2.0技术已经初露锋芒

人工智能技术走向2.0已经表现出很多迹象,尽管刚刚开始,但是非常引人注目。

端倪1:大数据智能已经出现。典型例子就是阿尔法围棋(AlphaGo)在与人类下围棋的过程中采用的智能技术。在棋类以外,感知领域也已经有很多类似的计算机程序。

端倪2:群体智能已经引起科学家的关注。《科学》(Science)杂志在2016年1期发表了《群智之力量》一文,研究了群体智能的三种工作方式。群体智能目前已经得到应用。例如美国普林斯顿大学采用群体智能的方法认识视觉神经的功能。视觉神经束的结构通过显微镜已经揭示出来,但是无法定位这些神经各有什么功能。研究者在网站上动员了145个国家的16万多名专家及志愿者一起标记视觉神经的功能,形成人类到目前为止对视觉神经最清晰的认知。

端倪3:人机一体化技术已经引入了一些混合智能。这些技术已经开始应用,而且应用效果很好。例如外骨骼系统,机械系统随臂而动,而手臂的力量可以有十几倍的增强。著名的达·芬奇外科手术刀也是人和机械手的协同操作,很多医生反映它可以使外科手术更加精确。当然也有医生反映它还有一些不足,对这些缺点加以改进后使用效果会更好。

端倪4:跨媒体智能已经开始兴起,某些应用已经产生了发人深省的效果。比如在游戏领域,游戏

“精灵宝可梦”(Pokemon Go)在实时的视频中加上动画,玩家可以在街头等自然环境中捕捉虚拟的宠物小精灵,是个非常创新的游戏。此外,现在跨媒体技术也已经用于把照片变成油画、变成国画等各种各样的艺术创作工具。

端倪5:无人系统迅速发展。人工智能原来聚焦在研发机器人上,但用机器模拟人远不如让机器拥有自己的智能来得更加有效。无人汽车展示的就是这样,应该让它跑得更智能,而不是去模拟人的双腿。应该让机器在工作中拥有更好的感知、更好的判断和更好的规划。

## 三、人工智能2.0对教育的影响

人工智能2.0对教育的影响将是广泛而深入的。

1. 大数据智能会使个性化教育获得极大的支持

学生在学习时留下了很多踪迹,比如做练习题、测验的情况,历年的学习成绩,听课时的表情,平时的兴趣爱好,以及家庭和朋友圈的环境,等等。所有这些数据加在一起,可显示出每一个学生学习的情况都是有其特殊性的。而现在的教学系统只能对全班学生进行同样进程与内容的教育,一个班进行进度划一的学习,学生一旦掉队就很难跟上。现在很多商业领域的技术,比如游戏、电商、搜索的平台提供者都在为他们的用户进行“画像”,即个性特征归纳提取。比如游戏就在研究该游戏中玩家的心理状态、游戏水平、习惯、爱好,由此对玩家提出建议,比如建议玩家买什么“武器”、找什么朋友、和谁竞争进行游戏等,这个技术称为“用户画像”。今后技术的发展一定可以做到为每个学生进行学习画像。当然,校长也可以为每位教师进行教学画像,可以知道他的才华最集中体现在哪个方面。通过画像,可以知道学生现在最大的困难和优势是什么,他应该向什么方向发展,这会使得学生的才华得以发展,不足及时改善,从而为学生制定个性化的教育方案,而且这个教育方案能够随着大数据的进一步充实而不断得到修正。

我们已经看到,现在很多商业人工智能技术可以转化为教育应用。但是,我们也要看到,这种用软件对行为数据进行分析与反馈,进而对用户进行引导的技术如果使用不当,也会有它的片面性。有些专家指出,如果用户喜欢哪一类新闻,就专门把这类新闻播

给用户看；用户喜欢哪一类消息，就把这类消息推送给用户，最后用户会越来越偏激。今后在使用大数据进行个性化教育时便要防止这样的倾向。人工智能出现有好处，但也会有不足，需要制定各种各样的规则，让它更好地为人类服务，就像汽车出现人类要制定交通规则一样。

### 2. 跨媒体智能会有效地提高学习效率与兴趣

跨媒体智能将会在学习方面取得很大的进展。人的思维与感知紧密联系在一起。人们在读书时读到“苹果”，脑子里就会出现苹果的形象、味道、咬下去的声音等，这是人类在形成“苹果”的文字概念时整合进去的形象信息。这也说明人们头脑中的概念是由文字、视觉信息、听觉信息、味觉信息、触觉信息等综合在一起，即跨媒体而形成的。心理学称之为心象。概念实际上是形象思维和逻辑思维协同的结果。

前60年的人工智能在处理多媒体信息时都是分开处理的，如模式识别能够分别处理视觉信息、听觉信息、触觉信息等。人工智能2.0就要深入开展对跨媒体智能的研究。原来使用的教材也主要是用文字来描述知识的。这样的教材当然存在不足，因此除文字以外，教师要进行讲解，要配插图，还要组织学生去参观，要做各种各样的实验等，这些实际上是在学生形成概念时给他们创造一个跨媒体的认知环境，使得他们形成更完整的概念。仅靠单一媒体进行教学往往是很低效的，因此，跨媒体教学将是提高教学效果的有力武器，对儿童的教学尤其如此。

现在各种各样的工具已经出现了。譬如说将课本从原来的语言字符变成超文本课本是有可能的。现在超文本技术已用于计算机网络搜索，将来可以应用到课本里。又如增强现实(AI)产品对幼儿的教学会非常有非常大的提高作用。例如一款教儿童编程的应用软件已经在销售了。教儿童编程是很困难的，这款软件就以形象的办法培养儿童形成编程的逻辑思想方法。通过增强现实技术，儿童可以通过自己摆积木的程序去完成一段动画的制作。在这样的学习过程中，儿童可以愉快地将形象思维与难度很高的逻辑思维联结起来而成功接受训练。

### 3. 终身学习将得到智能化的支持

终身学习的重要性日益被全社会所认可。终身学习不但内容重要，形式也很重要。终身学习不可能依靠学校教育的方式来实现。而且现在学生的学习方式

也已经逐渐从单纯课堂听课转向听教师授课与从网上汲取知识同时进行，这种混合学习已经成为一种趋势。因此，自学的方式非常重要。终身学习主要是学习者带着问题的学习。学习者的问题包括工作的问题、形势变化的问题、健康的问题、理财的问题、兴趣爱好等问题等，这些都将导致学习行为，而对于这类学习来说原有的学校教材并不适用。

终身学习应该是一种自动驾驶式的学习，即根据自己的学习基础、需要解决的问题以及希望达到的目标，选择一条适合自己特点的学习路径。对于这种学习方式，应该如何向学习者提供支持？让学习者看大量的教材吗？这是不可能的。因此，人工智能2.0应为终身学习者提供适应主动驾驭的、知识密集的智能教材服务。

### 4. 从建设数字图书馆变成建设智能图书馆

现在我们国家正在把传统大学图书馆建设成为数字图书馆，教育部迈出了重要一步。中国工程院正在把这样的数字图书馆和工程数据库等相融合变成知识库。图书馆中的一本书往往由几十个乃至几百个知识点组成，这些知识点按作者的设计联结在一起就是一本教材。这个系统对于在学校里上学的学生是合适的，但很可惜，对终身教育多数并不合适，篇幅太长了，很多知识点不是学习者急需的。所以，希望能够根据学习者原有的学习基础、要解决的问题和学习目标，对各种知识点进行各种新的编排，使它们适合每一位学习者的需求，从而使自主式学习者能够又快又好地进行学习。

因此，在原有数字图书馆和知识库的基础上，图书馆一定会走向智能图书馆。智能图书馆向读者出借的不是一本书，而是根据读者要解决的问题提供的知识点的链接系列，这个系列是实时按需编排给读者的。所以，人工智能可以在此基础上，帮助每个人制定学习规划，提供相应的学习内容，甚至介绍相应的专家教师。

上述只是一些例子。可以看出，人工智能在教育中的应用将是广泛而深入的。新一代人工智能在教育领域的应用是一项改造人类学习的宏大工程，迫切需要多个领域的科学家联合起来进行研究，包括人工智能、认知心理学、教育学、图书馆学，脑科学等，实际上这也是教育现代化的过程。

(下转第44页)

(10):14-20.

何克抗,林君芬,张文兰. 2006. 教学系统设计[M]. 第二版. 北京:高等教育出版社.

何克抗,李文光. 2009. 教育技术学[M]. 北京:北京师范大学出版社.

琳达·哈拉西姆,肖俊洪. 2015. 协作学习理论与实践——在线教育质量的根本保证[J]. 中国远程教育(8):6.

李芒,徐晓东,朱京曦. 2007. 学与教的理论[M]. 北京:高等教育出版社.

琳达·哈拉西姆,肖俊洪. 2015. 协作学习理论与实践——在线教育质量的根本保证[J]. 中国远程教育(8):8,10.

特里·安德森,乔恩·德龙,肖俊洪. 2013. 三代远程教育教学法理论[J]. 中国远程教育(11):32-42.

王卫军,蒋双双,杨微微. 2016. 基于协作学习的在线课程设计探讨[J]. 电化教育研究(2):68.

肖广德,黄荣怀. 2014. 学习过程导向的网络课程教学交互设计研究——面向网络课程实施的视角[J]. 电化教育研究(9):85.

约翰逊(Johnson D.W),约翰逊(Johnson R.T). 2004. 合作学习[M]. 伍新春等译. 北京:北京师范大学出版社.

郑兰琴. 2015. 协作学习的交互分析方法[M]. 北京:人民邮电出版社.

Anderson, T. (2010). Towards a Theory of Online Learning. *Athabasca University Press*, 1-14.

Harasim L. (2000). Shift Happens: Online Education as a New Paradigm in Learning. *Internet & Higher Education*, 3(1-2), 47.

Marc Bélanger. (2008). Online Collaborative Learning for Labor Educa-

tion. *Labor Studies Journal*, 33 (4), 417.

Parker A, Parker S. (2013). Interaction: The Vital Conversation in Online Instruction. *Online Submission*, 10.

Rossi D. et al. (2012). Exploring a Cross-Institutional Research Collaboration and Innovation: Deploying Social Software and Web 2.0 Technologies to Investigate Online Learning Designs and Interactions in Two Australian Universities. *Dental & Medical Problems*, 5(2), 2.

Rossi D. et al. (2012) Exploring a Cross-Institutional Research Collaboration and Innovation: Deploying Social Software and Web 2.0 Technologies to Investigate Online Learning Designs and Interactions in Two Australian Universities [J]. *Dental & Medical Problems*, 5(2), 3.

收稿日期:2017-07-04

定稿日期:2017-11-14

作者简介:蒋双双,硕士研究生,西北师范大学教育技术学院(730070)。

王卫军,博士研究生,教授,西北师范大学教育学院副院长(730070)。

责任编辑 刘莉 张志祯

(上接第8页)

5. 在新一代人工智能战略实施的过程中,队伍组织和人才培养是两个极为重要的关键因素

当然,人工智能的发展也需要教育系统的支持。《新一代人工智能发展规划》专门提出,要在全中国形成一支政府、企业和学校结合起来的人工智能攻关力量。现在的问题是,全国人工智能方向的学生,主要是硕士生和博士生,太少了。为加大人工智能人才培养和学科建设力度,建议国家快速将10~20所人工智能学术水平高的大学作为人工智能研发人才培养中心。每校每年专拨人工智能博士生、硕士生培养名额,使得若干年以后,我国人工智能研发人才每年可增加1,000名以上,快速形成一支重要的研发力量。同时,这种研发人才既要有人工智能本专业的人才,也要有人工智能和理、工、农、医、经管、人文结合起来的交叉型人才。现在也特别缺少这类人才,比如既懂人工智能又懂心理学的,既懂人工智能又懂经济学的,既懂人工智能又懂机械的,等等。还要对大量企业的管理者、总工程师进行人工智能知识的再培养。因此,强化人工智能人才培养是《新一代人工智

能发展规划》顺利完成的当务之急。

此外,建议在有关省市建立一批新一代人工智能研究中心,推动人工智能在各个领域的研发与应用示范。人工智能走向2.0是全世界的一件大事,中国还要主动开展国际合作,建立合作平台,与全球有合作意愿的科技人员携手,共同应对各种挑战,共同推动人类走向更加美好的明天。

中国的信息化进程是沿着三个阶段在推进:第一阶段是数字化,第二阶段是网络化,第三阶段是智能化。产业和应用已经开始大步踏上第三阶段,科研、教育、教材也需要及时布局,有效地加以推进。

收稿日期:2018-03-26

定稿日期:2018-04-13

作者简介:潘云鹤,浙江大学教授,博士生导师,中国工程院院士(100088)。

责任编辑 刘莉 单玲



## Artificial intelligence 2.0 and educational development

Yunhe Pan

Artificial intelligence (AI) is evolving from 1.0 to 2.0 for three key reasons: emerging social needs, rapidly changing information environments and changes made in AI foundations and targets. The overarching reason for the upgrading lies in the transformation of social structure from a dual factor one of physical and social spaces to a three factor one of physical, social and informational spaces. AI 2.0 covers foundational research in five aspects: big data intelligence, collective intelligence, cross media intelligence, man-machine hybrid enhanced intelligence, and autonomous and intelligent systems. Currently, AI 2.0 has begun to demonstrate its potentials and will bring great impact to education in many aspects, namely, (1) big data intelligence will provide strong support for personalized education; (2) cross media learning will develop greatly; (3) lifelong learning will be facilitated with intelligent support; (4) digital libraries will be more intelligently constructed; and (5) team organization and talents cultivation are the two key factors in next generation AI strategic implementation.

**Keywords:** artificial intelligence; big data intelligence; collective intelligence; cross media intelligence, man-machine hybrid enhanced intelligence; autonomous and intelligent systems; personalized education; cross media learning; lifelong learning; intelligent library; talents cultivation

## Visionary leadership for digital transformation: in a time when learners take ownership of their learning

Ebba Ossiannilsson

The rethinking of leadership at all levels is required to reach the UNESCO's sustainable development goals for education in 2030 when learners will take the lead in orchestrating the process and manner of their own learning and in choosing their personal learning journeys. The style and focus of leadership must change in order to prepare learners for a dynamic world that is connected by digital technology. To prepare for this change, leaders at all levels can foster sustainable open education initiatives and activities through both top-down and bottom-up transparent approaches. They can pave the way for creating openness by inspiring and empowering people to be lifelong learners. Leaders and managers can enable the cultural change brought by digital transformation within their organizations. The cultivation of the culture of quality is critical, and it must be in everyone's interest; however, it must be empowered and encouraged by leaders. Hence, there is a need for people who have the knowledge, abilities, competences, and attitude to lead this process and to analyze and evaluate digital work environments.

**Keywords:** digitalization; digital transformation education; learning; leadership; open education; resilience; boundaryless

## Interaction design in collaborative online courses: the case of the course *Principles of Educational Communications*

Shuangshuang Jiang and Weijun Wang

Interaction in online courses is key to the success of learning. This study analyzes the current inter-

# 人工智能融入学校教育的发展趋势

刘德建<sup>1 2</sup> 杜静<sup>1 2</sup> 姜男<sup>1</sup> 黄荣怀<sup>1 2</sup>

(1. 北京师范大学智慧学习研究院,北京 100875; 2. 北京师范大学教育学部,北京 100875)

**[摘要]** 面对人工智能技术浪潮的再次爆发,如何将其融入学校教育成为社会各界和学者们关注的热点。本文对人工智能发展脉络、信息技术教育应用的基本关切和当前教育改革的难点进行了探讨,发现人工智能的发展动力主要源于技术与政策的双轮驱动,而大规模数字化与行业深度应用是新一轮人工智能发展的显著特征。这些发展和进步将为人工智能融入学校带来新机遇。文章通过剖析技术与教育时空的关系,提出个性化学习、适切服务、学业测评、角色变化、交叉学科五大人工智能教育应用潜能和教育价值、教学体验、安全伦理、有效协同及技术治理五大人工智能教育应用挑战。文章最后指出,为了促进新一代人工智能融入学校教育,除通过技术研发、环境部署与应用改变学校环境外,还应开展关于认知特征、学习本质与教育价值和智能机器的安全、规范与伦理的相关研究。

**[关键词]** 人工智能;人工智能教育应用;智能教学系统;计算机辅助教学

**[中图分类号]** G434

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1007-2179(2018)04-0033-10

人工智能技术与学校教育融合成为一种未来趋势,这为个性化学习和个别化学习的实现提供了技术保障,成为教育发展的重要推动力。“智能教育”作为重点任务被写入2017年颁布的《新一代人工智能发展规划》,成为人工智能国家战略的重要组成部分。教育部2018年印发的《教育信息化2.0行动计划》也提出要推动人工智能、大数据、物联网等新兴技术支持下的教育模式变革和生态重构。

然而,当前教育信息化面临着教学方法革新、教育资源均衡和教师专业发展等问题。人们期待新一代人工智能技术在更大程度上促进教育公平、提高教育质量。本文旨在回顾人工智能的发展历史,分析人工智能进展的动力来源,从技术和教育的视角

审视人工智能教育应用的特征和规律,试图回答人工智能融入学校教育的潜能、可能面临的挑战和主要研究趋势,以期促进新一代人工智能助力学校教育发展,从而为构建智能化、网络化、个性化、终身化的教育体系贡献智慧。

## 一、人工智能的新进展及其 为学校教育发展带来的新机遇

正确认识人工智能的发展规律,有必要对其发展历史,尤其是典型特征进行梳理。

(一) 人工智能的发展动力源自技术与政策的双轮驱动

人工智能主要是研究和开发用于模拟、延伸和

[收稿日期]2018-05-16

[修回日期]2018-06-24

[DOI编码]10.13966/j.cnki.kfjyyj.2018.04.004

[基金项目]北京市科技计划项目“互联网教育个性化学习开放服务平台研发与应用”(D171100003417003)的子项目“面向在线教育的数字教育资源共享标准规范与创新服务模式研究”。

[作者简介]刘德建,博士研究生,北京师范大学教育学部,北京师范大学智慧学习研究院联席院长,研究方向:人工智能与教育(201731010070@mail.bnu.edu.cn);杜静,博士研究生,北京师范大学教育学部,研究方向:自适应学习、智慧学习环境(dujing@mail.bnu.edu.cn);姜男,高级研究员,北京师范大学智慧学习研究院,研究方向:教育管理、教师专业发展(Jiangnan@bnu.edu.cn);黄荣怀(通讯作者),教授,博士生导师,北京师范大学智慧学习研究院,北京师范大学教育学部,研究方向:智慧学习环境、教育信息化(huangrh@bnu.edu.cn)。



扩展人类智能的理论、方法、技术及应用系统。自1956年达特茅斯会议提出“人工智能”一词以来,距今已有60年。期间共经历三次发展浪潮(见图1):第一次浪潮为1956年至1966年,标志是在美国达特茅斯会议上确立人工智能(Artificial Intelligence,简称AI)术语,开创人工智能研究领域。这一时期的研究重点是符号推理与机器推理。七十年代后,硬件计算能力不足和数据局限性等问题,使一些人工智能研究项目遭到质疑,同时美国和英国政府相继中断了对人工智能探索性研究的资助,其发展进入第一个“寒冬期”。人工智能的第二次浪潮为1976年至1986年,多国设立大型AI项目促进人工智能的发展。如日本的ICOT项目、美国的MCC项目和英国的Alvey项目。这一时期出现了语音识别、语音翻译计划及日本第五代计算机。九十年代后期,由于难以将人工智能技术成功应用于实际生活,经过短暂发展后的人工智能又一次进入滞缓的“寒冬期”。人工智能的第三次浪潮为2006年至今,标志是欣顿(Hinton)提出的深度学习技术及ImageNet竞赛中图像识别技术的突破,尤其是美国BRAIN计划、欧盟类BRAIN计划、中国《新一代人工智能发展规划》(国务院2017)的制定,使新一代人工智能受到广泛关注,相应研究取得了实质性进展,应用范围和前景广阔。

从历史来看,人工智能的发展总体上呈“螺旋上升”的态势,每一次进步都离不开技术的发展和

国家政策的影响,技术的进步与发展又会反过来影响国家政策的出台。从长远来看,科学技术和国家政策仍将是人工智能持续发展的影响因素。

(二)新一轮人工智能发展以大规模数字化和行业深度应用为显著特征

新一轮人工智能技术的发展呈现出数据规模增加、计算能力增强和行业应用能力提升等显著特征。首先,在数据规模增加上,各种“模拟”数据的数字化,产生了面向系统和人类过程行为的海量数据,使数据规模快速增加。其次,得益于硬件计算性能的快速增强,人工智能计算能力大幅度提升,使其应用程序能够处理超大规模的数据。最后,人工智能技术在金融、医疗、自动驾驶、安防、家居以及营销等领域的应用已落地生根,创造出巨大商业价值,除熟知的Alpha Go和Face++,有大型企业已尝试使用无人机和无人车配送货物。行业应用的成功使人们期待人工智能融入教育领域的美好应用前景。

(三)人工智能技术的发展为学校教育改革带来新机遇

当前我国教育改革处在对象群体多元化、社会需求多样化、全民学习终身化的新形势下,如何利用新一代人工智能技术破解教育改革难题成为社会关注的热点。从历史的角度看,学校教育经历过三次转型(见表一)。伴随着第三次教育转型的到来,教育的空间与机会得到极大拓展,学习者需要能够自主选择学习时间、地点、内容和方式(黄荣怀等2017)。

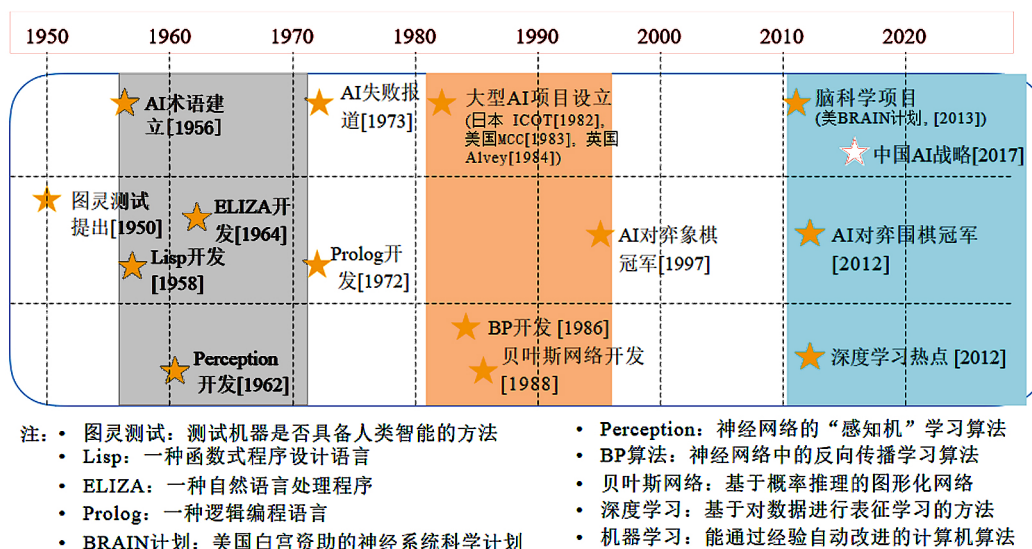


图1 人工智能发展概貌

表一 人类文明进程中的教育形态变迁

时期 具体表现 维度	原始社会	农耕时代	工业时代	信息时代	智能时代
动力系统	顺应环境 求生	改造环境 求生活	习得技能 成职业	个人终身 发展	人类利益 共同体
学习内容	生存技能 部落习俗	农耕知识 道德规范	制造技能 科技知识 人文素养	信息素养 自主发展 社会参与	学习能力 设计创造 社会责任
学习方式	模仿 试错 体验	阅读 吟诵 领悟	听讲记忆 答疑解惑 掌握学习	混合学习 合作探究 联通学习	泛在学习 协同建构 真实学习
学习环境	野外 不确定性 时间	书院等 固定时段	学校/ 工作场所 确定性时间 和教学周期	学校/ 网络空间 弹性时间	无边界的/ 任意地点 任意时间

李德毅院士(2017)曾对人工智能教育应用作出评价“人工智能对社会的冲击是全方位的,但对行业的冲击首当教育,人工智能带给教育的就是‘改变’”。社会普遍期待人工智能为提高教学质量、提升教学服务过程、革新教学评估方法等带来新的发展动力,如通过学习分析和用户画像技术,搜集学习者学习数据,实现学生行为全面分析及知识点掌握程度精准判断,从而绘制契合学生特点的学习发展地图;借助情感机器人和自然语言处理技术,陪伴学习者成长,增加对人的关怀和陪伴;结合知识图谱,建立领域知识库,辅助教师针对学生的不同能力生成不同的试题并进行作业批改;利用智能运动设备,如智能手环、智能肺活量等测评工具,深度采集学生健康数据,从而发现学生在体质、运动技能、健康程度等方面的问题(余胜泉,2018)。

## 二、技术视角下的人工智能教育应用

二十世纪五十年代,计算机作为一种特殊的工具应用于教学,是技术应用于教育的雏形,智能教学系统则是计算机辅助教学在人工智能技术促进下的新发展,是人工智能教育应用的典型之一。

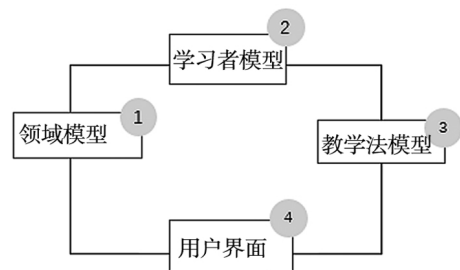
### (一) 计算机辅助教学与智能教学系统

计算机辅助教学指用计算机帮助和代替教师执行部分教学任务,传递教学信息,传授知识和训练技能,直接为学生服务的程序(Root et al., 2018)。相比于幻灯、投影、实验仪器等设备,计算机具有人机交互的特点,而计算机辅助的教学模式主要有操练与练习、个别辅导、模拟和教学游戏等,但这类系统

无法为学习者提供个性化的学习指导,也不能根据学习情况动态调整教学策略(刘清堂等,2016),因此有研究者开始以计算机辅助教学系统为基础设计智能教学系统的功能。从技术发展角度看,人工智能是信息技术的延伸;从教育功能上看,人工智能应用于教育的实质仍是计算机辅助教学,也可称为智能辅助教学(Intelligent Tutoring System,简称ITS)或称智能导师系统、智能教学系统、智能导学系统,目的依然是提升学生学习绩效,尤其是近年来人工智能在虚拟现实、情感识别、自然语言处理、深度学习等领域的发展,赋予智能教学系统更丰富的内涵,使其受到研究者越来越多的关注。

### (二) 智能教学系统的功能延展

描述智能教学系统的框架较多,最典型的是1973年由哈特利(Hartley)和斯利曼(Sleeman)提出的三模型结构(Clancey,1982)。其核心组件包括领域知识模型、学习者模型和教学模型,分别解决教授知识过程中教什么、教学对象和如何教的问题。随后,伍尔夫(Woolf,2018)在上述三模型中加入了人机接口模型又称为用户界面(User Interface)模型。还有专家提出五模型结构,但该模型的基础和核心仍是三模型结构。而四模型结构是智能导师系统研究领域较为通用的描述框架(见图2)。近三十年来,智能教学系统的学习者模型、教学模型及领域模型的功能不断得到丰富和完善,智能教学系统更加“智能”,拓展智能教学系统教学功能的典型途径包括借助语义网络和约束模型优化领域知识模型、利用元认知扩展学习者模型和结合虚拟现实技术拓展用户接口界面。



1. 领域知识模型,用于系统推理和判断学习者的回答与问题解决的合适与否。
2. 学习者模型,描述学习者当前的理解或技能水平,用于形成适度的复杂任务。
3. 教学法模型,是系统做出合理的辅导动作,如提供有效的反馈或调整下一个任务。
4. 用户界面,用于系统与学习者交流,以探索和学习按问题呈现的领域知识。

图2 智能教学系统通用框架

### 1. 领域知识模型和学习者模型的重构

实现领域知识重构,可以采用增加语义网络和约束模型的方式细化领域知识模型功能。语义网络指用词与词之间的关系表达人类知识结构的形式,提供问题和知识点的语义关联。随着命题语义网络和数据语义网络技术的开发应用,以及基于问题解决和概念提示等知识表达规则的应用,领域知识模型不仅包含学科内容的知识,还包括应用这些知识求解问题的过程性知识及建构正确解答和求解问题的策略性知识。约束模型指通过分析学习者信息,如学习者行为、情境信息和反馈信息,从而为他们提供有针对性的学习方案(Mitrovic 2012)。如智能教学系统 EER-Tutor 通过使用教学对话、感知情境等方式,判断和回应学生的情感状态,从而提供支持服务。

学习者模型重构可以通过引入新的研究理论使模型涵盖的内容不断丰富,如利用元认知支架获得学习者的动机、参与程度和自我意识(Dimitrova et al. 2007);系统还能利用环境约束分析学习者的认知水平和情感状态(Grawemeyer et al. 2015);社会模拟也可以通过理解文化和社会规范,使语言学习者能够与其目标语言使用者成功地接触进而提升语言学习效率(Johnson & Valente 2009)。

### 2. 用户界面模型的优化

早期智能教学系统用户界面的呈现一般采用基于文本或者 2D 的图画,这在一定程度上限制了对空间及物理概念的传输,而虚拟现实、增强现实技术可通过模拟真实世界里学习者无法访问的某些场景,提供身临其境的体验。当虚拟现实技术被应用于教学系统时,该系统不仅为学生提供探索、互动和操控虚拟世界的机会,还有助于他们将学到的知识迁移到现实世界中,进而以更自然的方式响应学生的请求(Westerfield et al. 2013)。同时,系统还可以通过视频捕捉、跟踪等技术捕捉学生的行为,以及借助三维图形、视频动画、音频和文本等多模态方式搜集信息,提高系统对学生需求的适配性。

### 3. 智能服务功能的扩展

智能服务功能主要指利用大数据与学习分析等技术为学习者提供个性化学习支持服务。它通过感知、跟踪、收集学生学习过程的行为数据,动态了解学生状况,并根据个人能力和需求,选择最合适的内

容推送给学习者(Pearson & UCL Knowledge Lab, 2016)(见图 3)。学习者接收到相关内容(可能通过文本、语音、活动、视频或动画的方式)后,人工智能教育应用(Artificial Intelligence in Education,简称 AIED)系统将对学习者互动过程进行分析(如学习者目前的学习行为和答案、过去成绩以及出错率、当前情感状态);同时,该系统会根据上述信息做出反馈(如暗示和指导),通过调整教学进度并优化教学组织方式,确保学生的学习内容最大限度地符合他们的能力和需求,从而最有效地促进学习。

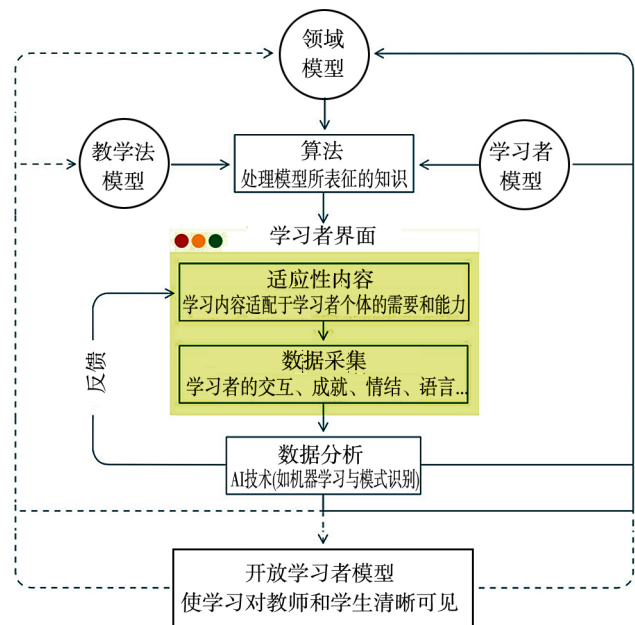


图3 基于大数据和学习分析的自适应学习系统框架

## 三、人工智能的教育应用潜能

人工智能与学校的融合主要涉及两个层面的问题:一,人工智能融入学校的价值是什么?以何种方式实现学校教育与智能技术的融合?二,未来的数字公民需要结合人工智能进行学习,那么人如何学会与智能机器共处。基于以上思考,本文深度剖析了人工智能融入学校教育的五项潜能和五项挑战(见图4)。

### (一) 支持个性化学习

数字环境下成长起来的新一代学习者对学习提出了更高诉求,步调统一、时间地点固定的学习方式正在被打破。他们渴望采用自定步调、任意时间、任意地点的学习方式。智能辅助系统/教育机器人将

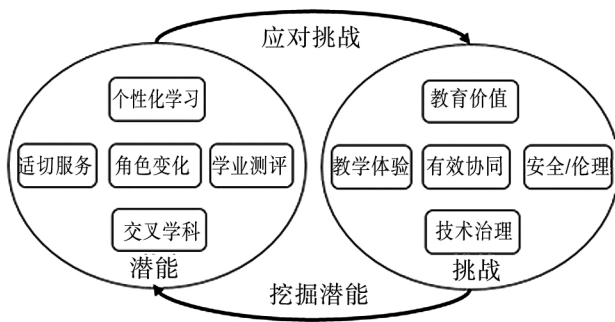


图4 人工智能融入学校教育的潜能与挑战

使上述学习方式成为可能：一，获取学习行为数据，并借助大数据和学习分析技术，为学习者提供适切的学习资源和路径；二，通过提供沉浸式的虚拟学习环境，学习者可在任意时间、任意地点参与到学习中。如设计游戏化的虚拟学习场景后，根据游戏故事的展开，从游戏和玩家获取在线参与信息，并基于这些信息使用人工智能算法确定采用哪些适合的学习行动（Pearson & UCL Knowledge Lab, 2016）；三，促进学习者认知水平和情感状态的转变，以积极的心态参与到学习活动中，如智能教学系统通过模仿学习者的认知和情感状态，将学习活动与认知需求和情感状态相匹配，保证学习过程中学生深度投入。

#### （二）提供教学过程适切服务

学习支持服务是在远程学习时教师和学生接受到的关于信息、资源、人员和设施支持服务的综合（丁兴富 2001）。西沃特（Sewart, 1978）第一次对学习支持服务做了系统论述，此后，学习支持服务作为远程教育领域特有的重要概念和实践活动不断得到丰富和发展。在远程教育师生时空分离的环境中，学习效率与教学质量的保证，必须要有相适应的学习支持服务系统，而学习支持服务系统也是学生取得良好学业表现的重要保障。人工智能技术通过分析来自计算机、穿戴设备、摄像头等终端数据，能够跟踪学习者和教学者的行为，对特定场景下的行为进行细粒度分析，从而得出面向特定对象的特定需求，再借助自适应学习支持系统将匹配的学习内容、教学专家和学习资源推送给用户。

#### （三）提升学业测评精准性

传统的学生档案袋记录不能及时、全面地反映学生真实的学习状况，尤其是在某些地区班额和师

生比不合理的条件下，教师没有足够的时间和精力记录学生学习过程。学习分析技术为搜集学习者从小学至大学的全过程学习数据提供了新的解决途径，并能运用多类分析方法和数据模型解释与预测学习者的学习表现（Lee et al., 2016），从而准确把握学科教学目标，调整教学策略，优化教学过程。此外，学业评测还能捕捉学生的情感状态和生理行为数据，如利用穿戴手表、语音识别和眼球追踪等数据捕获设备，捕捉学生生理和行为数据，获取学生的情感状态和学习注意力数据（Kiefer et al., 2017），挖掘深层次的行为数据，为精准的学习支持服务提供依据。

#### （四）助力教师角色转变

历史类、语言类、电子工程类、管理类智能教学系统已逐步应用于课内外学习中。这一发展对于减轻教师工作负荷大有裨益。人工智能技术将成为教师角色转变的催化剂，部分替代教师的“机械”工作，传统的备课、课堂讲授、答疑辅导和作业批改等将不再是教师的专属：如辅导答疑任务可由虚拟代理替代，用智能辅助系统/教育机器人承担教师的某些任务，协作承担教学环节当中可重复的、程式性的、靠记忆或反复练习的教学模块，帮助教师将更多的精力投入到创新性和启发性的教学活动中，如情感交互、个性化引导、创造性思维开发，不断为教师赋能。

#### （五）促进交叉学科发展

人工智能教育应用一直是跨学科的领域，可利用计算机科学、生物学、心理学、教育神经科学等学科优势，从不同侧面深入理解学习过程，从而建立更准确的领域知识模型、学习者模型，更好地为学习者提供理论指导。如有研究者开展关于“智能激励”和“成长心态”的研究。“智能激励”是心理学、计算机科学领域的交叉研究，指的是当学习与不确定的奖励相关联时，学习可以得到改善（Demetriou, 2015）。“成长心态”（Dweck & Leggett, 1988）是社会学、心理学和计算机科学的交叉研究领域，主要探索“心态”在学习中的作用。有团队已研发出一种模拟大脑支持学习者以最有效的方式发展成长心态的智能技术（Brainology）（Harris et al., 2009）。越来越多的证据表明，这种“成长心态”可以改变学生的心态，从而对他们的学业成就产生实质性影响。

## 四、人工智能深度融入学校教育的挑战

人工智能技术为学校教育提供了新的发展契机,但仍有一些挑战影响其教育服务能力,亟需研究者合理应对。这些挑战包括人工智能的教育价值、人机共处环境下的教学体验、智能技术的安全伦理、政府企业与学校有效协同和人机和谐发展的技术治理。

### (一) 人工智能的教育价值

在信息技术广泛应用的“智能时代”,新兴技术的教育应用已在深度和广度上获得了最大限度实现。然而,教育是一种特殊的活动,“为了人的发展”始终是教育的基本出发点和落脚点,如何最大程度地发挥人工智能应有的教育价值,正确认识人工智能技术在学校教育中发挥作用的前提、条件和限制是教育工作者首要考虑的问题。因此,人工智能融入学校始终应以促进“人的发展和成长”为基本立场,通过找到两者之间的契合点,将人工智能技术有效融入学校教育。

### (二) 人机共处环境下的教学体验

人工智能技术将引发教育教学系统各要素及其关系发生变革。在智能机器引入学习后,教学交互将实现的人人、人机等多维互动、人和机器一起工作,会引发学习者不同的学习体验,但技术并不是都会按照人们的预期在教学中发挥作用,有时甚至会起到相反的效果。例如,研究表明,在班级使用笔记本电脑的同学会花费很多时间进行多任务处理,不仅使自己分心,还影响其他同学。更重要的是,笔记本电脑的使用对学生的学会产生负面影响,包括在自述课文内容及课堂表现上。还有研究表明,使用平板记笔记的学生在概念性问题的表现上比普通书写方式记笔记的学生差,用平板记笔记的学生虽然花了更多时间且包括更多内容,但借助科技而造成被动记忆几乎把这些好处抵消掉了(Ikanth & Asmatulu 2016)。作为反思性实践者的教师和学生,除了教学实践场景中的直观、表层体验外,更需要教师能批判地分析和判断人工智能技术应用的的教学体验,进而成为指导教育教学实践的原则和原理,真正实现人工智能技术促进优化课堂教学实践的目的。

### (三) 政府、企业与学校的有效协同

人工智能融入学校教育的驱动力,除来自技术

的成熟外,还有企业的驱使。《2016 全球教育机器人发展白皮书》曾指出,未来教育机器人的市场规模或达百亿美元,教育机器人将成为工业机器人和服务机器人以后的第三类机器人。在会议迎宾、餐厅服务、远程客服等场景服务机器人已为大众所接受,将促进机器人与教育场景的结合。除教育机器人外,情感识别、人脸识别、智能语音处理等人工智能技术如何在学校教育中更好地服务师生也受到学校和企业的广泛关注。政府、企业与学校的有效协同将是未来人工智能融入学校教育的关键,企业与高校的互补,将在算法改进、教学方法研究、教育资源汇总等方面为人工智能融入学校教育提供强有力的支撑,具体来说包括人工智能设备生命周期管理制度、人工智能资源建设标准、技术共享及评价标准、人工智能技术的教育应用场景、技术研发资金、学校对接方式、校企合作方式等。

### (四) 人机和谐发展的技术治理

随着物联网、大数据技术及云计算等信息通信技术的兴起,社会技术化程度的显著提升,一种新的社会治理方式——技术治理悄然兴起。技术治理关注如何高效治理社会公共事务,并强调运用科学理论、技术方法和工具进行社会治理(刘永谋,李佩,2017)。技术治理产生的初衷是通过技术手段治理由信息技术引发的社会问题。如根据温度传感器的警报发现灾情,根据城市道路的车流量预测道路拥堵情况,根据摄像头留下的图像追踪罪犯的逃跑路线等。

技术发展的宗旨是更好地为人类服务,发展轨迹应与人文提倡的发展轨迹相契合。2017年1月,在霍金、马斯克等人的推动下,超过892名人工智能研究人员及另外1445名专家共同签署并发布了《人工智能23条原则》,确保人工智能的发展行进在正确轨道上。如何通过合理监管有效引导人工智能技术的发展,自然成为社会舆论绕不开的难题。当前核心并非“是否应该对人工智能的发展进行治理”,真正的挑战在于“治理什么”,以及“如何治理”人工智能并非单个领域、单个产业的技术突破,而是对于社会运行状态的根本性变革,包括数据标准化、社会服务平台、多领域智能系统协调发展等,均可纳入技术治理范围。

### (五) 智能技术的安全与伦理

人工智能技术融入学校教育的过程中,技术部

署面临安全伦理的挑战。人工智能技术的应用需要大量教育数据的挖掘、整合和分享,智能产品的产业链上有开发商、平台提供商、操作系统和终端制造商、其他第三方等多个主体参与,这些主体均具备访问、上传、共享、修改、交易及利用用户提供的数据的能力。这一过程自然会触及学生或教师的性格取向、个性偏好、智力水平及情感、社会性交往等个人信息,那么这些数据的安全维护以及隐私保护最终将由谁来负责以及如何负责?如何应对科技辅助下学术不端现象的出现?

人工智能系统的安全部署必须考虑深层的伦理问题,设计者和生产者在开发相关教育产品时并不能准确预知可能存在的风险,因此必须保障人工智能设计的目标与多数人的利益一致,即使在决策中面对不同的场景或利益群体,人工智能也能做出符合社会规范、伦理以及相对科学合理的决定,才能真正实现保障公共安全的目的。

## 五、人工智能融入学校教育的典型研究领域

人工智能融入学校教育主要表现为“技术研发、环境部署与应用”“认知特征、学习本质与教育价值”“智能机器的安全、规范与伦理”三大研究领域。其中“技术研发、环境部署与应用”研究较多,主要集中在认知工具、差异化教学、适应性学习系统、学习环境感知和教育机器人方面(见图5)。

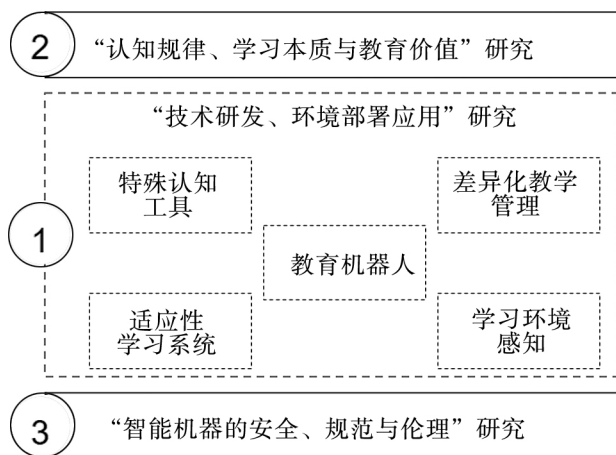


图5 人工智能融入学校教育的三大发展领域

### (一) 研发面向特殊教育的认知工具

全纳教育提倡不让一个孩子掉队,让所有学生

在合适的教育环境中接受教学。据调查,普通学校的普通班级存在大量的非盲、聋、弱智的特殊学生。在接受调查的30所普通小学中,有“特殊”儿童的学校占85%以上,65.6%的学校有情绪、行为、心理问题的学生(刘全礼,2016)。基于智能辅助技术的认识工具的开发,能为接受特殊教育的学习者认知能力的提升提供支持性服务,具体可以从以下方面展开:针对不同学习者的认知能力分析技术开发;不同学科所需技能分析技术开发;面向不同学科的特殊认知工具设计;面向不同学生群体的认知工具设计等。

### (二) 利用学习分析技术支持差异化教学

差异化教学管理既是课堂教学目标的实现途径,也是未来学校教育教学的目标之一,当前多借助学习分析技术实现。学习分析技术是对学习者学习过程进行记录、跟踪、分析,对学习者行为进行预测、评估(李艳燕等,2012)。当前的学习分析技术,多借助技术手段和应用软件跟踪和获取学生行为、学习轨迹等数据,主要集中于数据分析和行为分析层次。由于目前的设备不能清晰获取学习目标和教学目标,还难以做到精准学习分析,因此离差异化教学管理还有距离。以下方面的研究都值得关注:人工智能如何在教学管理工具、学习支持工具以及资源提供工具上给予差异化的保障;如何最大限度地发挥技术的管理支持作用;如何通过个性化学习目标和多元活动教学设计使学生主动投入深度学习。

### (三) 基于学习环境感知优化智慧校园

智慧校园建设强调智能技术与教育教学的深度融合。单纯的网络基础设施装备、学与教数字化资源建设、应用软件系统的开发难以有效支撑教与学方式的变革和拓展相对封闭的时空维度。为此,智慧校园建设需要利用传感器和物联网技术随时随地感知、捕获和传递有关人、设备、资源的信息;同时还需要对学习者个体特征(学习偏好、认知特征、注意状态、学习风格等)和学习情境(学习时间、学习空间、学习伙伴、学习活动等)进行感知、捕获和传递。

### (四) 研发课内外教学有效衔接的适应性教学系统

自适应教学系统将成为衔接课内外教学的有效途径。它可以突破时空的限制,打破课堂学习的界限,让学习者在任意时间和任意地点进行学习。

该系统能够从学习环境、学习者特征、学习资源与工具、学习行为及评价反馈等方面提供全方位、立体多维的学习者学习分析模型及知识地图,完成对区域、学校、班级、学生等多维度的数据处理及分析。随着研究的深入与各种技术的应用,未来可以针对以下主题展开研究:对适应性学习策略进行形式化描述的方法与模型研究仍需突破,没有明确的学习目标指引,容易出现学习迷航现象;学习者特征模型的准确性与有效性的评价有待加强;学习内容获取的智能性是否能适应学习者特征和学习需求等。人工智能教育应用研究还应开发越来越多、能够表达学习者的社会性、情感性和元认知方面的模型,使基于人工智能技术的自适应学习系统能涵盖影响学习的所有相关因素,并将其转化应用到教学实践中。这些人工智能教育应用将对教育系统的革命性结构变革作出巨大贡献。

#### (五) 研发教育领域服务型机器人

教育机器人是人工智能、语音识别和仿生技术在教育中应用的典型,具有教学适用性、开放性、可扩展性和友好的人机交互等特点。当前,教育机器人作为一个新兴领域,相关研究主要集中在听觉能力、视觉能力、认人能力、口语能力、情绪侦测能力及长期互动能力等领域。随着机器人技术的不断提高,教育服务机器人的应用越来越普遍,表现出了无可比拟的教育价值和发展前景,其多学科交叉融合的特性为培养宽口径、高素质、复合型的工程人才提供了良好的平台。然而,其实际应用仍然存在课程管理平台、对应的学习内容和师资缺乏等诸多困难,也面临各学段课程无法衔接、机器人教育应用研究匮乏等现实问题。未来的教育机器人研究还需继续研究感应技术、辨识技术、控制语言、机器人结构、无线网络、云端科技和仿生技术等,并从教育机器人的系统架构、教学平台管理移动设备与管理端的关系进行规划,使教育机器人的发展更完备。

(六) 开展关于认知特征、学习本质和教育规律的研究

从解决单一特定任务(如下棋、机械制造)和特定领域问题(如人机对话、机器人高考)到行业变革(如服务机器人、智能制造)以及全面服务于人们的学习、工作和生活,人工智能技术将逐步满足人类日益复杂的功能需求,智能技术的支持和学习资源的

丰富将使在任意时间和任意地点开展学习成为可能。需要指出的是,人工智能教育应用的生命周期受认知特征、学习本质、教学规律相关的学习科学和教育相关领域综合研究的制约。在智能时代,复杂的教学系统功能逐步实现,人们对学习本质的探讨和教育规律的追寻将比任何时代更加强烈,如什么是学习、如何让学习者获得更好的学习效果、如何多维度地获取学习者的认知特征等。

(七) 开展关于智能机器的安全、伦理和规范的研究

人工智能系统的技术伦理就是要确保人工智能的决策与现有的法律、社会伦理一致,以保障人工智能应用符合人类社会的共同利益。《国家人工智能研究和发展战略计划》指出,在构建人工智能技术伦理时,国家有责任确保整个社会尽快提升人工智能技术的应用素养,保证人们可以适当地、高效率地、符合伦理规范地使用这些新技术。人工智能并非单个领域、单个产业的技术突破,而是对社会运行状态的根本性变革。目前,关于机器道德(Machine Morality)、机器伦理学(Machine Ethics)、道德机器(Moral Machine)、人工道德(Artificial Morality)等领域已有一定的研究,但仍有多个议题亟待深入探讨:如何缓解人工智能可能加剧的教育不平等现象;如何平衡人工智能带来的教师发展与失业问题;如何建立围绕算法和数据的治理体系;如何创新基于人工智能技术的社会治理体系。

## 六、结 语

新一代人工智能以大规模数字化和行业深度应用为显著特征,将为学校教育改革带来新的机遇,促成“智能教育”的落地,有助于打破教育的时间、空间和环境的限制,促进智能化、个性化、终身化教育体系的构建。智能教学系统源于传统的“计算机辅助教学”,是人工智能融入学校教育的典型应用领域之一。以大数据、VR/AR和新一代人工智能等为代表的现代信息技术可进一步延展智能教学系统的“教学”功能,比如通过增加语义网络和约束模型增强领域知识模型功能,利用虚拟现实技术和增强现实技术优化用户界面模型功能,并结合大数据和学习分析技术完善个性化教育服务功能。

人工智能时代的教育应以人机共存的“教”与

“学”为典型特征。因此,在智能时代,除了培养学习者的创造力、沟通力和终身学习力外,仍需关注基本技能(如阅读、写作和算数)的培养,从而提升原住民的数字生存能力。新一代人工智能融入学校教育将具有支持个性化学习、提供適切服务等五大潜能。但在教育教学实践中,人工智能应用仍面临人机共处环境下的教学体验、人机和谐发展的技术治理等五个挑战。后续研究还需分析应对人工智能融入学校教育挑战的对策,深挖与两大新兴发展研究领域“智能时代的认知特征、学习本质与教育价值”和“智能机器的安全、规范与伦理”)相关的研究课题,以促进人工智能与就业的深度融合,提高教育教学质量。

#### [参考文献]

- [1] Clancey, W. J. (1982). Methodology for building an intelligent tutoring system [EB/OL]. [2018-4-13]. infolab.stanford.edu/.
- [2] Demetriou, S. (2015). Neuroeducational research in the design and use of a learning technology [J]. *Learning Media & Technology*, 40(2): 227-246.
- [3] Dimitrova, V., Mccalla, G., & Bull, S. (2007). Preface: "open learner models: Future research directions" special issue of the *ijaied* (part 2) [J]. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 17(3): 217-226.
- [4] Dweck, C. S., & Leggett, E. L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality [J]. *Psychological Review*, 95(2): 256-273.
- [5] Grawemeyer, B., Mavrikis, M., Holmes, W., & Gutierrez-santos, S. (2015). Adapting feedback types according to students' affective states [C]. *The 17th International Conference on Artificial Intelligence in Education*. June 22-26, 2015, Madrid, Spain: 586-590.
- [6] 国务院 (2017). 国务院关于印发《新一代人工智能发展规划的通知》(国发〔2017〕35号) [EB/OL]. [2018-4-13]. www.gov.cn/.
- [7] Harris, A., Bonnett, V., Luckin, R., Yuill, N., & Avramides, K. (2009). Scaffolding effective help-seeking behaviour in mastery and performance oriented learners [C]. *The 14th International Conference on Artificial Intelligence in Education*. June 6-7, 2009, Brighton, UK: 425-432.
- [8] 黄荣怀, 刘德建, 刘晓琳, 徐晶晶 (2017). 互联网促进教育变革的基本格局 [J]. *中国电化教育*, (1): 7-16.
- [9] Ikanth, M., & Asmatulu, R. (2016). Modern cheating tech-

niques, their adverse effects on engineering education and preventions [J]. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 42(2): 129-140.

[10] Johnson, W. L., & Valente, A. (2009). Tactical language and culture training systems: Using artificial intelligence to teach foreign languages and cultures [C]. *The 21th International Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence*. July 20, 2009, Pasadena, America: 1632-1639.

[11] Kiefer, P., Giannopoulos, I., Raubal, M., & Duchowski, A. (2017). Eye tracking for spatial research: cognition, computation, challenges [J]. *Spatial Cognition & Computation*, 17(1-2): 1-19.

[12] Lee, M. J. W., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2016). Learning analytics in massively multi user virtual environments and courses [J]. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(3): 187-189.

[13] 李德毅 (2017). 智能时代新工科——人工智能推动教育改革的实践 [J]. *高等工程教育研究*, (9): 8-12.

[14] 李艳燕, 马韵茜, 黄荣怀 (2012). 学习分析技术: 服务学习过程设计与优化 [J]. *开放教育研究*, 18(5): 18-24.

[15] 刘清堂, 吴林静, 刘嫚, 范桂林, 毛刚 (2016). 智能导师系统研究现状与发展趋势 [J]. *中国电化教育*, (10): 39-44.

[16] 刘全礼 (2016). 论我国特殊教育的对象问题 [J]. *中国特殊教育*, (6): 3-7 + 16.

[17] 刘永谋, 李佩 (2017). 科学技术与社会治理: 技术治理运动的兴衰与反思 [J]. *科学与社会*, 7(2): 58-69.

[18] Pearson, & UCL Knowledge Lab (2016). Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education [EB/OL]. [2018-4-13]. https://www.linkedin.com/.

[19] Root, J. R., Stevenson, B., & Davis, L. L. (2018). Computer-assisted instruction to teach academic skills [A]. In: Volkmar F (eds). *Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders* [C]. Springer, New York, NY.

[20] Sewart, D. (1978). Continuity of concern for students in a system of learning at a distance [EB/OL]. [2018-5-20]. https://www.researchgate.net.

[21] Westerfield, G., Mitrovic, A., & Billingham, M. (2013). Intelligent augmented reality training for assembly tasks [C]. *The 16th International Conference on Artificial Intelligence in Education* July 9-13, 2013, Memphis, America: 542-551.

[22] Woolf, B. P. (1987). A survey of intelligent tutoring systems. [EB/OL] [2018-5-20]. https://www.researchgate.net.

[23] 余胜泉. (2018) 人工智能教师的未来角色 [J]. *开放教育研究*, 24(1): 16-28.

(编辑: 李学书)



## Trends in Reshaping Education with Artificial Intelligence

LIU Dejian<sup>1 2</sup>, DU Jing<sup>1 2</sup>, JIANG Nan<sup>1</sup> & HUANG Ronghuai<sup>1 2</sup>

( 1. Smart Learning Institute, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. The Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** *How to integrate artificial intelligence technology into school education has become a focus of society and scholars, this article discusses the history of AI, the primary concerns and challenges of applying artificial intelligence (AI) into school. We found that the advancement of artificial intelligence mainly originates from technology and policy. Meanwhile, large-scale digitization and application of AI into the industry are the remarkable characteristics of AI development. These applications and progress will bring new opportunities for education when researchers try to integrate it into school education. Moreover, this paper puts forward five potentials of integrating AI into teaching and learning, including providing individualized learning, appropriate service, academic evaluation, change teacher's role in education, interdisciplinary development, and five challenges, including educational value, teaching experience, security and ethics, effective collaboration between different groups and technical governance. Finally, in addition to encourage more research on technology research and development, and deployment and application of learning environment to redesign learning environment, it is also necessary to encourage more researches on cognitive characteristics, learning essence and educational value and the safety, norms and ethics of intelligent machines.*

**Key words:** *artificial intelligence; artificial intelligence in education; intelligent tutoring system; computer assisted instruction*

( 上接第 24 页)

## Intelligence Education: Practical an Approach to Smarter Education

ZHU Zhiting<sup>1</sup>, PENG Hongchao<sup>2</sup> & LEI Yunhe<sup>3</sup>

( 1. School of Open Learning and Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

2. Department of Education Information Technology, Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 3. Putuo Modern Educational Technology Center in Shanghai, Shanghai 200062, China)

**Abstract:** *Its importance has been increasingly recognized, and the demand for intelligence education has emerged. To interpret the concept and practice of this new education, we reviewed the classic intelligence education theories (From IQ to MI). And we proposed a view that intelligence should include cognitive intelligence, emotional intelligence, spiritual intelligence, and that wisdom is formed by the integration of intelligence and character. We found three meanings included in intelligence education: intelligence technology-enabling education, intelligence technology-learning education, human intelligence-augmenting education. When analyzing the details of these three meanings, we found that intelligence education can be served as a practical approach to smarter education. In other words, smarter education (or education for wisdom) can play a guiding role in intelligence education. Finally, to promote the further implementation of "Education Informatization 2.0 Action Plan" published by the Ministry of Education, we proposed some constructive suggestions to guide the practice of intelligence education based on the ideas of smarter education.*

**Key words:** *intelligence education; smarter education; artificial intelligence; man-machine collaboration; blended intelligence; education informatization 2.0*

# 人工智能赋能教育与学习\*

贾积有<sup>1,2</sup>

- (1. 北京大学 教育学院 教育技术系;  
2. 北京大学 教育信息化国际研究中心, 北京 100871)

[摘要] 近年来,人工智能(AI)的迅速发展和广泛应用已引起了我国政府的高度重视,也受到了教育界的极大关注。从教育的本质特征和人工智能的研究领域来分析人工智能与教育的关系,可以发现:教育是提高人的自然智能的过程和系统;人工智能是在机器上实现的教育。并且大量国内外权威期刊的文献分析也表明,人工智能技术在教育领域的应用与传统教学方法相比,具有比较显著的正面影响。人工智能必将对人类的教育与学习方式产生重大影响。

[关键词] 人工智能;AI;大数据;STEM/STEAM;教学效果;教育;自然智能;智能教学系统;学习方式

[中图分类号] G434 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2018)01-0039-09

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2018.01.004

## 一、引言

近年来,人工智能(AI)技术在围棋等领域取得了里程碑式的进展。2016年初,谷歌人工智能团队在权威期刊 *Nature* 介绍了他们设计的人工智能围棋程序 AlphaGo 的原理,即以人类棋谱为样本,运用复杂的人工神经网络进行有监督的学习,人工智能机器人学会了与人类棋手对弈的走法<sup>[1]</sup>。随后,AlphaGo 先后战胜李世石、柯洁,让世人刮目相看。2017年10月,谷歌人工智能团队再次在 *Nature* 上介绍了他们设计的人工智能围棋程序 AlphaGo Zero 原理:它采用无监督的学习,除了围棋规则之外没有学习任何人类棋手的走法,而是从零开始,自学成才。其使用人工神经网络改进搜索质量,通过反复迭代产生高质量的走法,最终以 100 比 0 的绝对优势战胜了其前身 AlphaGo<sup>[2]</sup>。

这些突破性的事件,引发了社会各界、特别是教育界对人工智能的广泛关注<sup>[3-7]</sup>。2017年7月,国务院印发的《新一代人工智能发展规划》,特别强调人工智能对于教育的重要性<sup>[8]</sup>。那么,人工智能的学习与人类学习存在什么关系?人工智能真能成为教师,来帮助学生学习围棋等领域的知识?人工智能对教育的影响究竟表现在哪些方面?人工智能会对人的学习方式产生何种影响?本文将围绕这些问题展开

深入地探讨。

## 二、教育是提高人类自然智能的系统和过程

教育作为一个名词,是指一个由人和物所组成的动态系统或者指这个动态系统的变化过程。在这个系统中,必须以人作为受教育者。所谓的受教育者是指他(她)的(自然)智能在这个动态系统中得到提高的人。所以教育是一个受教育者的智能得到提高的动态系统,或者指受教育者在这个动态系统中的智能得到提高的过程<sup>[9]</sup>。人类的自然智能就是人类具有的智力和行为能力,包括感知能力、记忆能力、思维能力、行为能力和语言能力。人类智能也可以按照其他标准来分类,例如,加德纳(H. Gardner)的多元智能理论将人类智能分为九种:言语、逻辑、视觉(空间)、音乐(节奏)、身体(运动)、人际交往智力、自我内省智力、自然观察、存在智力。教育系统中的不同学科,就是培养受教育者某个或者某些方面的自然智能。

一般来说,教学系统是个典型的动态复杂系统,它存在于一个有限的时间范围内。在这个有限的时间范围中,教学系统的动态性体现在它组成元素的动态变化上,其中变化最明显的元素应当是受教育者。在刚进入这个教育系统时,受教育者对教学内容一无所知或者知之甚少。随着教学活动的展开和教

\* 基金项目:本文系 2017 年北京大学本科教改立项项目“教育与人工智能”(项目编号:20173048)的研究成果。



育者的教诲,受教育者逐渐了解、掌握了相关的教学内容,并提高了这方面的智能。从这个教学系统的开始到结束,受教育者的自然智能变化究竟有多大(或者说其智能的提高有多少),依赖于受教育者本身、教育者、教学内容和教学方法的综合作用。

我们在衡量一个教学系统的工作效率的时候,可以采用以下公式:

教学系统的工作效率=该系统中所有受教育者的自然智能的提高程度总和/[该系统所耗费的教育者的人力资源总和+该系统所耗费的自然资源总和]×该系统所耗费的时间]

在教学系统中受教育者自然智能的提高,可以通过三个方面来进行较为全面的评估:(1)知识与能力;(2)情感与态度;(3)方法与过程。当然如何公平、客观、准确地度量这三个方面,也是一个世界范围内的难题。国际上的PISA测试和我国林崇德教授团队提出的学生核心素养等,都可以说是对此做的有益尝试。

目前,在日常学校教学中,操作性较强、也较为公正客观的办法是用某门学科的学习成绩及其变化来度量学生知识与能力的变化,不少教学研究和实践则通过调查问卷来收集学生在情感与态度、方法与过程上的变化。通常学习成绩变化的量度方法有两种:一是同一样本的纵向变化,如,内容相同的两次测试(即前测和后测)的变化;二是不同样本的横向比较,如,实验班和对照班在同一次测验中的成绩差异。在教育研究中,常用平均分来表示一个系统中全体受教育者成绩的集中程度;用标准差来表示在一个系统中全体受教育者成绩的离散程度;用T检验或者F检验来检验纵向变化或者横向差异的显著性;用ES(Effect Size的缩写,翻译为效应量、效果尺度、效果规模或者效果水平)来表示纵向变化或者横向变化的幅度<sup>[10]</sup>。ES的计算公式有Cohen's  $d^{[11-12]}$ 、Hedge's  $g^{[13]}$ 等。Cohen认为,相对而言,ES在0.2附近表示较小的效果;ES在0.5附近时表示中等程度的效果;ES在0.8以上表示很大的效果。美国教育部教育科学研究所<sup>[14]</sup>认为,ES=0.25时,即可以说这样的教学效果很显著。

为了达到较好的教学效果、提高效率和效益,一般教学系统中的教育者应具备以下能力:掌握学科知识,表达学科知识,了解学生进度,释疑解惑,激发兴趣,因材施教。掌握知识这一基本能力是在职前接受专业知识教育的过程中必须具备的。其他五种能力,则是教育者在教学实践中,在一定的教学理论指

导下逐渐掌握的。

### 三、人工智能是在机器上实现的教育

人工智能是用人工的方法在机器上实现的智能,或者说就是人们使用机器模拟人类和其它生物的自然智能,包括感知能力、记忆和思维能力、行为能力、语言能力。1956年计算机的诞生,即标志着人工智能时代的到来。可以说,人工智能就是在机器上实现类人的教育,或者说是机器实施教育。这个观点从人工智能的研究领域可以得到证实:人工智能自诞生以来逐渐发展,囊括了诸多领域,而这些领域与人类教育的过程紧密相关,若干研究路线也与教学系统中的教学理论不谋而合。

第一,知识表示。也称作知识工程,主要研究如何在计算机上表示、存储和搜索常识性知识和专业性知识。这相当于在教育系统中首先让教育者掌握知识的过程,也相当于提高机器的记忆智能。具体表示方法有:产生式规则表示法、语义网络、自然语言表示法、框架法、脚本法等。产生式规则表示法最为原始,也被广泛应用,其实是认知主义在人工智能领域的具体应用,即强调计算机和人脑一样,是一个具有信息输入、存储、处理、加工和输出的载体,智能就体现在对信息的处理和加工过程中。

第二,机器学习。主要研究如何用计算机获取知识,即从数据中挖掘信息,从信息中归纳知识,实现统计描述、相关分析、聚类、分类、规则关联、预测、可视化等功能,也称作数据挖掘、知识推理或者知识发现。这相当于在教育系统中让受教育者学习知识的过程,也相当于在提高计算机的思维智能。常用方法有:产生式规则推理、回归分析、决策树、人工神经网络(深度学习)、遗传算法、Bayes算法、邻近算法、模糊逻辑、粗糙集等。产生式规则推理与知识表示中的产生式规则表示法一脉相承,是认知主义的具体应用。人工神经网络则是模拟人脑中由大量的神经元及其复杂连接构成的神经网络的并行计算能力,从早期的Hebb规则到Hopfield网络、自组织网络等算法,发展到目前的深度学习算法,深度学习算法借助大量高速运算的CPU和GPU实现并行计算,具有较强的分类、聚类和预测等功能。而互联网和物联网环境下的大数据,则为深度学习提供了海量的学习和评测样本;这可以说是连接主义在计算机上的具体实现。

第三,模式识别。主要研究如何识别一般自然物

体、图像、人类特征(语音、指纹、情感、体感等)等,相当于提高计算机的感知智能。具体方法需要借助知识表示和机器学习的研究成果,例如,深度学习和大数据技术在近几年取得了巨大突破,也被广泛应用于语音、图像、人脸、情感等模式识别中,这大大提高了识别的精确率和召回率。

第四,自然语言处理。主要研究如何理解和产生人类自然语言,包括语音和文字两种形式,而文字又包括词语形态、语法、语义、语用和篇章五个层次,相当于提高计算机的语言智能。具体方法需要借助语言学、心理学、社会学等多个学科的研究成果,例如,乔姆斯基语法体系影响深远;也要借助知识表示和机器学习的研究成果,例如,基于规则的产生式表示法是一种传统的自然语言处理技术。而基于大量语料借助深度学习等算法进行数据挖掘的自然语言处理技术,则在近几年成效显著。

第五,智能机器人。主要研究如何让机器硬件能够像人类或者动物那样行动,例如,按照一定规则前进、后退、躲避障碍物等,相当于提高机器的行为能力和感知能力。人形机器人、自动行驶车辆可以说是智能机器人的最新成果。行为主义在机器人技术发展历史上起着重要作用,知识表示和机器学习领域的前沿技术,则为智能机器人的飞跃发展添砖加瓦。

第六,专家系统。主要研究如何在特定领域中模仿专家行为、辅助用户管理决策,相当于提高机器的多种智能,包括感知、行为、记忆、思维和语言等。一般包括规则库、综合知识库、推理机、人机接口等部分,需要综合应用以上各个领域的研究成果。例如,教育领域的专家系统即智能教学系统。

综上,人工智能就是在以计算机为代表的人造机器上实现的人类教育,或者说是对机器实施教育。所不同的是,人类教育要耗费较长的时间,例如,让学生掌握常识性知识的义务教育需要花费十年左右的时间以及大量的人力、物力资源;每个人的教育过程和教育产出都有所不同,甚至异彩纷呈。而人工智能却可让一个机器在具有一定智能的基础上,通过拷贝等办法,让大量机器在一瞬间同时具有相同的智能。可以想象,将来生产千万个能够取得优异成绩的高考机器人,也是分秒之间的事情。

#### 四、人工智能对教育具有较显著的正面影响

##### (一) 知识表示

对人类常识性知识和专业性知识大规模数据库

的研究,从上个世纪80年代开始,主要是像编纂大百科全书一样,聘请各个领域的专家编写词条,然后通过一定的格式存储在计算机中,并通过复杂的语义网来表示这些词条之间的关系。

美国军方资助的大型知识库项目CYC<sup>[15]</sup>就是一个典型例子,它目前的4.0版本包括了239,000个概念(Term),以及关于这些概念的2,093,000个三元组(Triples,就是事实)。另外一个业界著名的例子是曾经得到过美国国家科学基金会资助的美国普林斯顿大学的Wordnet<sup>[16]</sup>,它是一种按照一定结构组织起来的语义类词典,标明了名词之间、动词之间、形容词之间、副词之间以及这些词类相互之间复杂的语义关系:同义、反义、上下位、蕴含等。这样就构成了一个比较完整的词汇语义网络系统:在词汇概念之间建立多种语义的联系和推理,词汇关系在词语之间体现,语义关系在概念之间体现。

进入21世纪以来,随着国际互联网和Web2.0的普及,人们自发参与编纂的知识库系统规模越来越庞大。最典型的是维基百科<sup>[17]</sup>,目前已有5,529,270个英文条目,近百万条汉语条目,以及数百万条其他语言的条目。这些条目通过超链接方式进行广泛互联。国内的百度百科、互动百科、搜狗百科等也各自都有超过千万条以上的条目。这些民间知识库不仅资源丰富,也通过各种机制来尽量保证内容的正确性、准确性和及时性。所以,民间知识库已经成为不少官方数据库的数据来源,例如美国的CYC、德国官方资助的知识库项目YAGO<sup>[18]</sup>等,都将维基百科作为其知识来源之一。

这些基于互联网的知识库内容日益丰富,大多是免费开放的,不仅成为很多智能系统的知识来源,也成为各个阶段的教育者获取教学资料、学习者获取学习资料的重要渠道。借助于谷歌、百度等搜索引擎,用户可以在几秒之内获取与教学内容相关的文字、图片、音频、视频等多媒体资源,这远远超过从传统图书馆或者印刷品中搜索信息的速度。可以说,这些知识库已经扩展为一个网脑或“全球脑”,它极大地扩展了人类的记忆智能。有效搜索和使用这些知识库资源,已经成为当下教师教育技术能力和信息能力水平考试的一个重要考点,也构成了互联网时代教育者和受教育者的一个基本信息素养。这是信息技术对教育具有革命性影响的一个重要体现。

##### (二) 机器学习

借助微软的EXCEL和ACCESS等通用的数据



处理软件,可以对数据进行统计描述、相关分析等较为简单的数据分析和挖掘;借助 IBM 的 SPSS、Math-Works 的 Matlab、Wolfram 的 Mathematica 等商用软件以及 R<sup>[19]</sup>和 WEKA<sup>[20]</sup>等开源软件系统,则可以实现机器学习的所有功能,包括对大数据的处理。利用这些工具,可以进行教育数据挖掘(Educational Data Mining, EDM)和学习分析(Learning Analytics, LA)。

教育数据挖掘是指从教育领域积累的数据中提取信息,发现知识,以便帮助教育管理者 and 决策者更好地进行教育管理和决策。数据可以是师生在教学活动中产生的数据,也可以是教育管理活动中用到的数据;可以是在线系统产生的,也可以是离线积累的数据。

学习分析则侧重对学生的行为中产生的数据进行分析,以便提取信息,发现知识,帮助教育者更好地实施个性化和适应性教学活动。通过学习分析,学习者可以更准确地认识自己,开展针对性学习,改进学习效果,提高学习效益。例如,对学习者聚类或者分类,建立学习者模型等。数据同样可以是由在线系统产生的,也可以是离线积累的数据。

关于机器学习在教育领域的应用,国内外已有不少文献综述和元分析研究。笔者研究团队借助 WEKA 等数据挖掘系统,分析了慕课大数据<sup>[21]</sup>,建立了在线学习活动指数 OLAI,设计了基于 OLAI 的智能教学系统<sup>[22]</sup>。国外 Pena-Ayala<sup>[23]</sup>对教育数据挖掘领域的文献进行元分析,筛选出了从 2010 年到 2013 年第一季度的 240 篇文献。文献涉及到 222 种数据挖掘方法和 18 种工具,然后研究者从各个角度对这些文献进行了分类统计。例如,从数据挖掘任务角度划分为 10 种:分类(42.1%)和聚类(26.86%),其他还有回归、规则关联等;从涉及到的教育系统角度分为 37 种:智能教学系统(39.64%)、学习管理系统(9.01%)、传统教育(9.01%)、基于计算机的教育(6.76%),等;从涉及到的应用系统角度分为 37 种:Algebra(15.38%)、ASSISTments(14.62%)、Moodle(10%)、Algebra-Bridge(7.69%),等;从功能上分为 4 大类:学生模型(包括行为建模和表现建模等)占 61.72%,学生支持和反馈(9.46%),课程、领域知识和教师支持(8.56%),测试评估(20.27%)。

### (三)模式识别

基于 Ekman 普适情感状态和面部动作编码系统等理论<sup>[24-25]</sup>的人脸识别、眼睛识别、情感识别、体感识别技术逐渐成熟。例如,德国夫琅和费研究所的脸

部识别系统 SHORE<sup>[26]</sup>,可以较好地识别摄像头实时捕捉到的视频中的人脸、眼睛、喜怒哀乐等面部表情;美国 Tobii 公司生产的眼动仪及其配套软件可以实时跟踪用户眼睛的移动和动作<sup>[27]</sup>。当然,属于模式识别的语音识别成就也十分巨大。

国际上已经有了大量情感识别等模式识别教育应用方面的研究。Shen 等<sup>[28]</sup>使用来源于生物生理学信号处理的情感检测技术,设计了一种情感化的电子化学习模型,将其应用到上海开放大学的电子化学习平台上,帮助学生改进学习体验,根据学习者的情感状态来定制个性化的学习材料。实验表明:参与和疑惑是在学习过程中最重要和最常出现的情感,应用情感识别技术的学习,比不用情感识别技术的学生成绩高出 91%。D'Mello 等<sup>[29]</sup>开发了一套基于眼动仪设备的智能教学系统,它可以跟踪学习者眼球运动并能识别其无聊和注意力分散状态,并在这些状态下引导学习者注意力集中到屏幕的助教动画代理身上。通过对照实验,他们发现:这个系统确实能够动态地引导学生关注屏幕上的重要学习内容,增加学生在需要深入思考的问题方面的收获,加强了学生的学习动机和参与度。笔者团队也初步实现了对汉语文本进行情感识别的系统<sup>[30]</sup>开发。

另外,Wu 等<sup>[31]</sup>从 1997 到 2013 年的 178 篇关于情感计算的权威期刊论文中筛选出 90 篇论文,从各个角度进行分类。他发现这些论文所涉及到的学习领域包括:科学 22 篇、工程与计算机科学 14 篇、语言和艺术 13 篇、社会科学 8 篇、其它 9 篇,其它 24 篇不涉及任何学习领域,而是关注学习动机、观念和算法;在识别方法中最常用的是传统调查问卷(26%)、皮肤导电反应(16%)、面部表情(11%)、心跳(9%)、脑电图(6%)、文字(6%)、肌电图(4%)和语音(3%),其他还有教室观察、面对面谈话、交互软件代理和光学体积描记术等;10 种最常见的情感状态是:高兴、惊奇、中性、无聊、悲伤、愤怒、恐惧、沮丧、厌恶和兴趣。

### (四)自然语言处理

在语音、词语形态、句法、语义、语用和篇章等各个层次上,自然语言处理技术都取得了长足进步。我国“科大讯飞”<sup>[32]</sup>等公司的语音识别和合成技术已可以与常人媲美;中国科学院计算技术研究所分词系统<sup>[33]</sup>等开放的汉语分词系统功能强大;美国斯坦福大学语法分析器 Stanford Parser<sup>[34]</sup>等开源的语法分析系统适用于英语、汉语等多种语言;谷歌、百度、微软

等公司的翻译技术日益成熟。

自然语言处理技术在教育上的应用主要有两个方面:一是作为辅助工具应用到语言教学上,即CALL(计算机辅助语言教学);二是作为人机交互手段应用到智能教学系统上。在CALL领域,我国一大批系统进入实用状态,例如,科大讯飞语音系统被广泛应用在汉语、英语教学和考试评测上;批改网<sup>[35]</sup>批改了全国的三亿多篇英语作文,减轻了英语老师的批改负担,为学生提供了全天候、个性化的辅助写作服务。

对于计算机辅助语言教学的教学效果这一主题,国内外已有大量实证研究<sup>[36-38]</sup>,也有很多基于这些实证研究的元分析。Zhao<sup>[39]</sup>分析了1997-2001年5本期刊上的CALL实证研究论文,发现这些论文中的实证研究的ES平均值为1.12,这是非常显著的教学效果。Taylor的元分析<sup>[40-41]</sup>发现计算机支持的词汇学习比传统纸质方式的词汇学习效果更好。Grgurovic等的元分析<sup>[42]</sup>从1970年到2006年出版的CALL文献中筛选出37篇实证研究论文,包括了52个具有ES值的实验,发现总体ES均值为0.23,代表一个较小的但是显著的正面效果。Golonka等<sup>[43]</sup>分析了350多篇CALL方面的实证研究论文,比较了技术支持的教学与传统教学的效果,发现在计算机支持的语音训练、特别在自动语音识别方面,教学效果尤为显著。它能够改进学生发音并提供及时而准确的反馈,网上聊天也会显著促进提高学生语言的产出量和复杂性。技术对于学习者的情感动机、交互能力、元语言能力等,都具有较好的促进作用。

### (五)智能机器人

智能机器人作为人工智能技术中集大成的一个跨学科领域,将其应用于教育中,对于科学、技术、工程和数学学科(STEM)的整合式教学至关重要。它鼓励探索、动手操作与学习,将工程技术概念应用到真实世界中,减少科学和数学的抽象性,提高学生的学习兴趣,激发学习动机,增强自信心,增进交流和合作能力、问题解决能力和创造性思维<sup>[44]</sup>,同时减少焦虑等负面情感体验<sup>[45]</sup>。

自著名人工智能专家和教育技术专家Papert<sup>[46]</sup>强调在课堂上使用可编程、积木化的材料来教小学生控制机器人以来,已有大量研究证明了机器人教学整合对于学习效果的正面促进作用。例如,其有助于小学生科学学科成绩的改进;可促进小学和中学STEM知识的学习;有利于小学和中学生数学成绩

的提高;可增强中学生物理内容知识的掌握;有助于中学生工程设计技能的增强;可促进STEM学习中关键能力的提高(如,空间能力、图形解释能力、图形序列能力等)<sup>[47]</sup>。

Merkouris等<sup>[48]</sup>探讨了学习可触摸计算机(如,机器人和可穿戴计算机)编程的教学效果。他们将36名学生分为三个组,分别使用不同的设备:台式机、机器人和可穿戴计算机;每个组都应用相似的基于模块的可视化编程环境,测量学生在情感、态度和计算机编程能力上的变化。实验结果表明:与使用台式机相比,使用机器人的学生表现出更为强烈的学习编程倾向;不管是机器人还是可穿戴计算机,都对学生们的学习顺序、重复和分支结构等基本计算概念,产生了显著的正面影响。

Danahy等<sup>[49]</sup>以四所美国大学机器人教育的实践为例,分析了“乐高机器人”15年来在工程教育中所起到的作用。从1998年的RCX到2013年的EV3,乐高教育将模块化的编程语言与模块化的搭建平台结合起来,使得所有年龄段的学生都能建造各种各样的物件,从机器人动物到会玩儿童游戏的机器人。更为重要的是,它允许学生们对同一个问题给出不同的答案,从而建立一个学习化社区。

Kim等<sup>[50]</sup>介绍如何帮助在校师范生应用机器人来学会设计和实施STEM教育。研究者调查了学生通过机器人参与STEM学习和课程的情况,收集的数据包括调查问卷、课堂观察、访谈、教学计划。定量和定性数据分析表明,这些职前师范生积极而专注地参与到机器人学习活动中,极大地提高了STEM参与程度;学生的教学设计表明其STEM教学能力正在朝着富有成果的方向发展,尽管仍有不少值得改进的地方。这些发现证明,机器人技术能够被应用到改变教师对STEM教学的态度,提高教师STEM教学能力的活动中去。

### (六)专家系统—智能教学系统

教育领域的专家系统就是智能教学系统(ITS),是指一个能够模仿人类教师或者助教来帮助学习者进行某个学科、领域或者知识点学习的智能系统。一个成功的智能教学系统应当具备教育者的基本功能,即拥有某个学科领域的知识;用合适的方式向学生展示学习内容;了解学生的学习进度和风格;对学生的情况给予及时而恰当的反馈;帮助学生解决问题。为了实现这些功能,一个智能教学系统通常包括教师模块、学生模块、教学模块和交互模块。教



师模块采用产生式表示法等各种知识表示方法来存储学科领域知识;学生模块反映学生认知和情感状态、学习风格等个性信息;教学模块体现认知主义、建构主义等各种教学理论和方法;交互模块采用自然语言对话、情感或体感识别、虚拟现实与增强现实等技术来实现学习者和系统之间的人机交互<sup>[51]</sup>。

智能教学系统已有半个多世纪的研发和应用历史。行为主义心理学家斯金纳在权威期刊《科学》上发表的论文<sup>[52]</sup>可以说是智能教学系统的鼻祖。他通过这个机械装置构成的机器,实现了在行为主义指导下的程序教学法。这个机器可以用来教授低年级阶段的语言单词拼写和算数等知识,也可以用来教授高中到大学阶段的知识内容。他和同事们建造了十台这样的机器,哈佛和拉德克利夫大学有将近200名本科生使用这些机器学习人类行为的课程。学生的调查问卷和访谈验证了这种机器教学所预期的优越性:与传统的学习方式相比,学生花费了较少时间,但是学会了较多知识;学生不必等待很多时间,就可以立即知道本人的学习状况。

从20世纪70年代以来,各个学科的智能教学系统不断涌现,典型的如采用苏格拉底对话式的地理教学系统SCHOLAR,用于程序教学的SOPHIE和BUGGY,用于地球物理教学的WHY,用于医学教学的GUIDON,具有适应性学习能力的MAIS,用于LISP教学的ELM-ART,用于数学教学的PAT和Algebra Cognitive Tutor,用于医学教育的CIRCSIM,用于物理、数学、编程等教学的AutoTutor,用于数据库知识教学的KERMIT,用于语言教学的TLCTS<sup>[53]</sup>和CSIEC<sup>[54]</sup>,等等。

这些智能教学系统的教学效果也得到了较为严格的验证。Koedinger etc.<sup>[55]</sup>介绍了他们多年研发的数学智能导师系统PAT的原理、技术和在美国城市高中的大规模实际应用。匹兹堡市数学教学项目(PUMP)所设计的代数课程以真实世界中的数学问题分析和计算工具使用为中心。其以用户为中心的设计方法满足了用户在课程目标和课堂教学上的需求,也展现了设计团队在数学教学、人工智能和认知心理学上充分结合的优势。基于ACT理论,PAT建立了一个模仿优秀学生表现的心理模型,该模型包括一连串“如果-就”形式的产生式规则,来解决问题的大量步骤和学生典型的错误步骤。这个模型是两个学生模型的基础:模型跟踪和知识跟踪。模型跟踪通过比较学生解决问题时所表现出来的行为与心理模型所定义的行为差异来监控学生的学习过程;而

知识跟踪则用来监控学生解决不同问题时的学习。PAT系统正是支持并实现了这种教学思想,因而被常态整合到匹兹堡市三所九年级代数课程中。这些学校1993-1994学年的评估结果显示,470名参与实验学生在标准化考试中的平均成绩比对照班高出15%(ES=0.3),而在以PUMP为考察核心的考试中高出100%(ES=1.2)。

这项应用研究表明,实验室中的智能教学系统可以满足大规模教学实践的需求。PAT根据学生的操作给予及时恰当的反馈和帮助性提示;这种即时反馈和帮助是智能教学系统对学生产生认知和动机正面影响的一个重要原因。通常来说,一个学生需要花20-30分钟来解决一个计算价格性质的数学问题;而要实现同样的教学目标,传统的延迟反馈比这样的及时反馈要让学生多花3倍以上的时间。

Graesser etc.<sup>[56]</sup>介绍了AutoTutor,一个基于建构主义理论的模仿人类导师与学习者进行自然语言对话的系统。这种对话通过一个对话角色代理和三维交互模拟得到了加强,以便增强学习者的参与感和学习深度。该系统的对话基于错误概念与期待值之间误差的矫正模型,用潜在语义分析工具来判断学生输入文本,并将之与对话期待值或者错误概念进行匹配。

对于AutoTutor的评估在四个层面展开:第一是系统的对话输出的合理性,已有研究表明,这种合理性与人类导师相差无几;第二个层次是其产生对话的质量,让学生作为旁观者进行的图灵测试<sup>[57]</sup>,以表明他们无法区分系统产生的对话与人类导师发出的对话的差异;第三个层次是它在教学上的应用能否帮助学生提高学习成绩,这个系统在大学计算机文化和概念性物理学教学中的应用,不管是在实验室还是班级常规教学中,对学生的影响效果都是正面的,ES从0.2到1.6,具体值与教学科目、学习效果的测量方法和比较条件有关;第四个层次是学生是否喜欢使用这个系统进行学习。

笔者所在的研究团队将智能技术整合于中学英语教学。经过在四所中学多个学期较为严格的实证研究,证明智能系统支持的混合式教学对于提高学生学习和学习成绩具有较为显著的促进作用。实验班与对照班的常规考试成绩相比效果尺度ES大小为从0.12到0.45<sup>[58]</sup>。同时,研究团队也对一个数学智能教学系统“乐学一百”在初中的课程整合进行了评估,发现智能系统支持的混合式教学可以将实验班学生的成绩显著提升,效果尺度从0.18增加

到0.25<sup>[59]</sup>。

国际上也有不少关于智能教学系统的元分析。Vahlehn<sup>[60]</sup>在基于与智能教学系统相关的搜索结果中,按照严格条件筛选出了44篇文献,通过元分析方法,比较了在人类导师、计算机辅助教学系统和无导师情况下的教学效果。计算机辅助教学系统根据人机交互界面的颗粒度大小,分为基于答案的、基于步骤的、基于小步骤的导师系统。大部分智能教学系统具有基于步骤的或者基于小步骤的人机交互功能,而其他计算机教学系统(如,CAI、CBT、CAL等)则具有基于答案的人机交互功能。已有的研究认为,辅导的步骤越小,教学效果越显著;与没有导师的学习情况相比,基于答案的计算机教学系统、智能教学系统、人类导师系统的ES分别为0.3、1.0和2.0。有趣的是Vahlehn的元分析研究却表明,人类导师的ES只有0.79,而智能教学系统的ES为0.76,两者没有显著性差异。

Kulik和Fletcher<sup>[61]</sup>再次使用元分析技术研究智能教学系统的效果。他们按照一定条件搜索相关数据库,获得550篇候选文献;研读这些文献后,按照更加严格的条件筛选出50篇智能教学系统方面的文献。对这50篇文献的分析表明:46篇(92%)文献证明后测中使用智能教学系统的实验学生的学习效果好于对照组学生;其中的39篇(78%)的ES大于0.25;平均ES是0.66。

智能教学系统的效果也是稳定可靠的。50个案例发生在不同时间、场合和教育环境中,比如分布在四个大洲的9个国家。其中39(78%)在美国,平均ES为0.56;其他11个国家的平均ES为0.79。智能教学系统不仅仅走出了它的发源地美国,还走向了世界各地,而且在其他地方发展得还很好。不过,智能教学系统的这种中等以上的教学效果是相对于为研究而特殊设计的测试而言的。在这50个研究中,使用特殊测试的研究平均ES是0.73,而其他采用标准化测试的研究平均ES只有0.13,这是元分析中非常普遍的现象。该文由此认为,在相关研究中的绝大多数智能教学系统对于学生学习效果的促进作用不仅仅是正面的,而且对于教学而言是足够大的,智能教学系统可以成为非常有效的教学工具。

总之,在智能教学系统领域,不管是众多的实证研究还是元分析的结果都证明,与传统教学方式相比,智能教学系统对于学生的学业表现都具有比较显著的正面影响。

## 五、人工智能促进人类学习方式变革

丰富多样的网络资源、日益成熟的人工智能技术正在提供越来越快速、便捷的技术支撑,这使得我们可以进行适应性、个性化的学习,而不仅仅被局限于正规学校里发生、进行的传统学习。

第一,借助“网脑”搜索所需要的任何领域的知识。维基百科、百度百科等网上知识库的内容几乎可以说是无所不包,并且准确性、正确性和及时性越来越高,其可以提供与任何学科有关的资料。

第二,借助机器翻译系统阅读和学习外文资料。随着我国国际化程度的进一步提高,经济、社会、教育、文化、体育等各个领域的国际交流日益广泛,需要我们阅读一定的外文资料。谷歌翻译、百度翻译等网上多种语言翻译系统的翻译效果越来越好,可以帮助我们翻译单词、句子和篇章,并提供词汇解释和例句、合成语音等辅助学习功能。即使没有学过某种外语,我们也可以了解该语种资料的大致含义。

第三,借助语言技术学习外语。比如,使用“批改网”等系统提交英语作文,在得到系统即时反馈后多次修改拼写、语法和修辞等错误直到满意为止;借助“讯飞畅言语音系统”、“英语流利说”、“英语模仿秀”等系统学习英语发音。

第四,借助智能机器人学习编程,培养计算思维和创造性思维。“乐高机器人”、“能力风暴”等智能机器人系统都提供了与硬件配套的可视化、模块化编程环境,如Scratch等。这便于我们学习控制机器人的传感器和行动装置,学习顺序、分支、循环等程序结构和并发计算,并在此基础上发挥我们的想象力和创造力,设计、搭建、开发出富有创意的作品。

第五,借助智能教学系统进行某个学科的深入学习。比如在数学方面,可以借助“乐学一百”、“可汗学院”、“数学盒子”、“洋葱数学”等智能学习平台,找到与本人知识阶段相应的内容;或者借助平台的自动推荐功能,深入学习代数、几何等某个领域的知识,通过平台的自测功能看到自己的进步与不足,甚至是具体形象的学科画像,然后继续学习系统推荐的微课或者阅读材料等内容;或者参与系统推荐的练习,直到自己牢固掌握这些知识为止。笔者团队提出并设计的基于在线学习活动指数的智能教学系统,就具有这样的功能<sup>[62]</sup>。

第六,用适合自己学习风格的方式进行学习。学习风格作为影响学生学习的一种个性化要素,受到教育研究者广泛关注。Keefe定义学习风格为<sup>[63]</sup>：“认





知的、情感和生理上的因素的组合,能够相对稳定地表明一个学习者如何感知学习环境,与环境交互及做出反应”。不同学习风格的学习者,会对一定的学习媒体产生不同的偏好。例如,Memletics 学习风格量表将学习风格划分为七个维度:视觉、听觉、言语、逻辑、社会、个体、身体,每个维度的取值在[0,20]。智能教学系统会根据学习者的过程数据或者调查反馈结果,确定学习者的学习风格,并据此向学习者推荐合适的学习媒体、方法与路径。

总之,现在人人都可以借助人工智能技术,创建人机和谐的学习环境。我们可以期待,在不久的将来,人工智能技术可以创造出更加个性化、适应性、服务于终身学习的智能普适学习环境。在这个环境中,任何人,不管想学什么、在什么地方都可以学习;学习可以是个性化的,智能教学系统就像教师一样在旁边辅导;学习也可以是社会化的,就像在传统教室里一样,有竞争也有协作。

【参考文献】

[1]Silver D, Huang A, Maddison C J, et al. Mastering the Game of Go with Deep Neural Networks and Tree Search[J]. Nature, 2016, 529 (7587):484.  
 [2]Silver D, Schrittwieser J, Simonyan K, et al. Mastering the Game of Go without Human Knowledge[J]. Nature, 2017, 550(7676):354.  
 [3]陈凯泉,沙俊宏,何瑶,等.人工智能 2.0 重塑学习的技术路径与实践探索——兼论智能教学系统的功能升级[J]. 远程教育杂志, 2017 (5):40-53.  
 [4]牟智佳.“人工智能+”时代的个性化学习理论重思与开解[J]. 远程教育杂志,2017(3):22-30.  
 [5]吴永和,刘博文,马晓玲,构筑“人工智能+教育”的生态系统[J].远程教育杂志,2017(5):27-39.  
 [6]余明华,冯翔,祝智庭.人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索[J]. 远程教育杂志,2017(3):11-21.  
 [7]张坤颖,张家年.人工智能教育应用与研究中的新区、误区、盲区与禁区[J]. 远程教育杂志,2017(5):54-63.  
 [8]国务院公告.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL].[2017-12-10].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content\_5211996.htm.  
 [9]Jia J. The Cost-Effect Analysis of Integration of CSIEC System into English Instruction[J]. Intelligent Web-based English Instruction in Middle Schools, 2015.  
 [10]Coe R. It's the Effect Size, Stupid: What Effect Size is and Why it is Important [C]// Conference of the British Educational Research Association, 2002.  
 [11]Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences Second Edition[M]. Lawrence Erlbaum Associates, 1988:19-74.  
 [12]Cohen J. A Power Primer[J]. Psychological Bulletin, 1992,112(1): 155-159.  
 [13]Hedges L V, Olkin I. Statistical Methods for Meta-Analysis[J]. New Directions for Program Evaluation, 1985, 1984(24):25-42.

[14]U.S. Department of Education. Institute of Education Sciences, What Works Clearinghouse [R]. High school mathematics intervention report,2013.  
 [15]Cyc[EB/OL].[2017-12-10]. http://www.opencyc.org.  
 [16]Wordnet[EB/OL].[2017-12-10].http://wordnet.princeton.edu.  
 [17]Wikipedia[EB/OL].[2017-12-10].https://www.wikipedia.org.  
 [18]YAGO[EB/OL].[2017-12-10].http://www.mpi-inf.mpg.de/departments/databases-and-information-systems/research/yago-naga/yago.  
 [19]R Project[EB/OL].[2017-12-10].https://www.r-project.org.  
 [20]WEKA[EB/OL].[2017-12-10]. http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka.  
 [21]贾积有,缪静敏,汪琼.MOOC 学习行为及效果的大数据分析——以北大 6 门 MOOC 为例[J].工业和信息化教育,2014(9): 23-29.  
 [22]贾积有,于悦洋.学习活动指数 LAI 及在线学习活动指数 OLAI 的具体分析[J]. 中国远程教育,2017(4):15-21+56.  
 [23]Peña-Ayala A. Educational Data Mining: A Survey and a Data Mining-based Analysis of Recent Works[J]. Expert Systems with Applications, 2014, 41(4):1432-1462.  
 [24]Ekman P. Universals and Cultural Differences in Facial Expressions of Emotions[J].Nebraska Symposium on Motivation,1972: 207-282.  
 [25]Ekman P. Facial Expressions of Emotion: New Findings, New Questions[J]. Psychological Science, 1992, 3(1):34-38.  
 [26]SHORE[EB/OL].[2017-12-10].http://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/bsy/tech/bildanalyse/shore-gesichtsdetektion.html.  
 [27]Tobie[EB/OL].[2017-12-10].http://www.tobii.com.  
 [28]Shen L, Wang M, Shen R. Affective e-Learning: Using “Emotional” Data to Improve Learning in Pervasive Learning Environment [J]. Journal of Educational Technology & Society, 2009, 12(2):176-189.  
 [29]D’Mello S, Olney A, Williams C, et al. Gaze Tutor: A Gaze-reactive Intelligent Tutoring System[J].International Journal of Human-Computer Studies, 2012, 70(5):377-398.  
 [30]贾积有,杨柏洁.文本情感计算系统“小菲”的设计及其在教育领域文本分析中的应用[J].中国教育信息化,2016(14):74-78.  
 [31]Wu C, Huang Y, Hwang J. Review of Affective Computing in Education/Learning: Trends and Challenges[J]. British Journal of Educational Technology, 2016, 47(6):1304-1323.  
 [32]科大讯飞.Iflytek[EB/OL].[2017-12-10].http://www.iflytek.com.  
 [33]计算所分词系统 Ictclas[EB/OL].[2017-12-10].http://ictclas.nlpir.org..  
 [34]Stanfordparser[EB/OL].[2017-12-10]. http://nlp.stanford.edu/software/lex-parser.shtml#Citing.  
 [35]批改网[EB/OL].[2017-12-10].http://www.pigai.org.  
 [36]Johnson W L, Valente A. Tactical Language and Culture Training Systems: Using AI to Teach Foreign Languages and Cultures[J].AI Magazine, 2009, 30(2): 72-83.  
 [37]Jia J, etc. Effects of an Intelligent Web-based English Instruction System on Students’ Academic Performance[J]. Journal of Computer Assisted Learning, 2013, 29(6):556-568.  
 [38]Mcnamara D S, Crossley S A, Roscoe R. Natural Language Processing in an Intelligent Writing Strategy Tutoring System [J]. Behavior Research Methods, 2013, 45(2):499-515.  
 [39]Zhao Y. Recent Developments in Technology and Language Learning: A Literature Review and Meta-analysis [J]. CALICO Journal, 2003,21(1): 7-27.  
 [40]Taylor A. The Effects of CALL versus Traditional L1 Glosses on L2 Reading Comprehension[J]. CALICO Journal, 2006, 23:309-318.  
 [41]Taylor A. CALL-based versus Paper-based Glosses: Is there a Dif-

- ference in Reading Comprehension? [J].CALICO Journal, 2009, 27 (1):147-160.
- [42]Grgurovic M, Chapelle C A, Shelley M C. A Meta-Analysis of Effectiveness Studies on Computer Technology-Supported Language Learning[J]. Recall, 2013, 25(2):165-198.
- [43]Ewa M Golonka, Anita R Bowles, Victor M Frank, et al. Technologies for Foreign Language Learning: A Review of Technology Types and their Effectiveness[J]. Computer Assisted Language Learning, 2014, 27(1):70-105.
- [44]Altin H, Pedaste M. Learning Approaches to Applying Robotics in Science Education[J]. Journal of Baltic Science Education, 2013, 12 (3):365-377.
- [45]Eguchi A. RoboCupJunior for Promoting STEM Education, 21st Century Skills, and Technological Advancement through Robotics Competition[J]. Robotics & Autonomous Systems, 2015, 75:692-699.
- [46]Papert S. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas[M]. New York: Basic Books, 1980.
- [47][50]Kim C M, Kim D, Yuan J, et al. Robotics to Promote Elementary Education Pre-service Teachers' STEM Engagement, Learning, and Teaching[J]. Computers & Education, 2015, 91(C):14-31.
- [48]Merkouris A, Chorianopoulos K, Kameas A. Teaching Programming in Secondary Education through Embodied Computing Platforms: Robotics and Wearables[J]. Acm Transactions on Computing Education, 2017, 17(2):1-22.
- [49]Danahy E, Wang E, Brockman J, et al. LEGO-based Robotics in Higher Education: 15 Years of Student Creativity[J]. International Journal of Advanced Robotic Systems, 2014, 11(1):1.
- [51]Jia J. Intelligent Tutoring Systems[M]//Mike Spector (Ed.). Encyclopedia of Educational Technology, 2015: 411-413.
- [52]Skinner B F. Teaching Machines[J]. Science, 1958, 128 (3330): 969-977.
- [53]Johnson W L, Valente A. Tactical Language and Culture Training Systems: Using AI to Teach Foreign Languages and Cultures[J]. AI Magazine, 2009, 30(2): 72-83.
- [54]Jia J. CSIEC: A Computer Assisted English Learning Chatbot based on Textual Knowledge and Reasoning[J]. Knowledge-based Systems, 2009, 22 (4): 249-255.
- [55]Koedinger K R, Anderson J R, Hadley W H, Mark M A. Intelligent Tutoring Goes to School in the Big City[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 1997, 8: 30-43.
- [56]Graesser A C, Chipman P, Haynes B C, et al. Auto Tutor: An Intelligent Tutoring System with Mixed-initiative Dialogue[J]. IEEE Transactions on Education, 2005, 48(4):612-618.
- [57]Turing A. Computing Machinery and Intelligence[J]. Mind LIX, 1950 (236): 433-460.
- [58]Jia J, etc. Effects of an Intelligent Web-based English Instruction System on Students' Academic Performance[J]. Journal of Computer Assisted Learning, 2013, 29(6):556-568.
- [59]贾积有, 张必兰, 颜泽忠, 等. 在线数学教学系统设计及其应用效果研究[J]. 中国远程教育, 2017(3): 37-44.
- [60]Van Lehn K. The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and other Tutoring Systems[J]. Educational Psychologist, 2011, 46(4): 197-221.
- [61]Kulik J A, Fletcher J D. Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review[J]. Review of Educational Research, 2016, 86(1):42-78.
- [62]Jia J, Yu Y. Online Learning Activity Index (OLAI) and Its Application for Adaptive Learning[C]//S K S Cheung et al. (Eds.). ICBL 2017: Blended Learning-New Challenges and Innovative Practices. Springer LNCS, 2017:213-224.
- [63]Keefe J W. Learning Style: An Overview[M]//J W Keefe (Ed.). Student Learning Styles: Diagnosing and Prescribing Programs. Reston, VA: National Association of Secondary School Principals, 1979:1-17.

#### [作者简介]

贾积有, 博士, 北京大学教育学院教育技术系教授, 北京大学教育信息化国际研究中心主任, 主要研究领域: 人工智能教育应用、教育技术学。

## Artificial Intelligence Empowers Education and Learning

Jia Jiyou<sup>1,2</sup>

(1. Department of Educational Technology, Peking University; 2. International Research Center for Education and Information, Peking University, Beijing 100871)

**[Abstract]** The booming and extensive application of artificial intelligence in recent years have been paid great attention to by Chinese government and aroused much concern of education researchers and practitioners. Based on the essence of education and research fields of artificial intelligence, this article analyzes the relationship between artificial intelligence and education, argues that education is the process and system to improve the natural intelligence of human beings, and artificial intelligence is the education implemented on the machines. The literature review of a large number of domestic and international authoritative journal papers shows that the application of artificial intelligence in education has a more significant positive impact than the traditional instructional approach. The artificial intelligence will have a great influence on learning methods.

**[Keywords]** Artificial Intelligence; AI; Big Data; STEM/STEAM; Instructional Effect; Education; Natural Intelligence; Intelligent Tutoring System; Learning Methods

收稿日期: 2017年12月10日

责任编辑: 陈媛

# 人工智能助力教与学的创新

——访美国教育传播与技术协会主席 Eugene G. Kowch 教授

郑兰琴<sup>1</sup>, 张璇<sup>1</sup>, 曾海军<sup>2</sup>

(1. 北京师范大学 教育学部教育技术学院, 北京 100875;

2. 北京师范大学 互联网教育智能技术及应用国家工程实验室, 北京 100875)

[摘要] 人工智能技术在教育领域的渗透越来越深入。人工智能到底对教与学有何影响, 又如何助力教与学的创新呢? 本文访谈美国教育传播与技术协会主席 Eugene G. Kowch 教授, 分享了他在人工智能助力教与学的创新、大数据的分享与应用、利用技术促进大规模创新的独到观点。Eugene G. Kowch 教授认为, 人工智能技术将对现有的教学方法产生显著的影响和冲击。但是教师不会消失, 教师的主要职责是教学设计, 特别是设计高质量的学习活动和优良的学习环境; 在人工智能技术的支持下个性化学习越来越普遍。尽管搜集大数据很困难, 但是 Eugene G. Kowch 教授认为, 基于小样本的数据也可以生成有意义的理论, 并对教育领域大数据的分享和应用提出若干建议。最后, Eugene G. Kowch 教授认为, 要实现教与学的大规模创新, 首先要培养并形成共同的兴趣, 然后构建并维护教师人际网络, 最后通过跨学科团队协作的方式促进大规模的创新与变革。

[关键词] 人工智能; 教学创新; 教育技术

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 郑兰琴(1979—), 女, 山西五台人。副教授, 主要从事计算机支持的协作学习、学习分析技术和教学设计等研究。E-mail: bnuzhenglq@bnu.edu.cn。

Eugene G. Kowch, 现任美国教育传播与技术协会(AECT)主席、加拿大卡尔加里大学教授。Eugene G. Kowch 教授在加拿大、美国以及欧洲政府、教育体系、专业协会和行业都有杰出的贡献。作为 AECT 的主席, 他为教学传播媒体的研究和应用、技术支持的教与学等作出了贡献; 作为世界顶级教育和科学社区 FutureMinds 的咨询委员会成员, 他为大规模的系统性变革作出了贡献; 他还帮助和组织加拿大专业团体将学习、领导和政策发展与学习系统设计联系起来。

## 一、人工智能对教与学的影响

(一) 访谈者: 尊敬的 Kowch 教授, 您好! 有机会采访您, 我感到十分荣幸。随着人工智能技术的迅猛发展, 您认为作为一名教师应该如何利用人工智能技术提高学习效果? 教师的主要职责是什么?

Eugene G. Kowch 教授: 人工智能(Artificial Intelligence, AI)主要研究如何利用计算机模拟人的思维过程和智能行为, 旨在探索人类智能活动的规律<sup>[1]</sup>。人工智能技术非常强大, 基于 AI 开发的机器人可以与

人进行交流、会话以及为学习者实时解答疑难问题等。研究表明, 参与式学习、研究性学习以及发现式学习都是 AI 环境下的有效学习方式<sup>[2]</sup>。通过人工智能技术与教学法的整合, 可以促进学习者的深度学习。研究也发现, 仅仅通过技术本身难以提升学习效果, 还需要与恰当的教学法有机结合才能提升学习效果<sup>[3]</sup>。我认为, 在人工智能时代, 教师面临的最大挑战就是如何利用人工智能技术促进学生的学习。要想成为一名优秀的教师, 需要不断学习、查阅最新资料、了解人工智能领域的最新发展和挑战, 知道哪些工具能够有效促进学

基金项目: 北京市科技计划课题“面向在线教育的数字教育资源共享标准规范与创新服务模式研究”(课题编号: D171100003417003); 北京师范大学全英文课程建设项目“Computer-Supported Collaborative Learning”

习,否则教师会对人工智能技术感到恐惧。

在我看来,人工智能时代教师的主要职责不再只是为学生提供信息和学习资源,对学生提问,因为学生可以自己从互联网上获取所需要的信息。相反,教师的主要责任是教学设计,特别是设计优良的学习环境,把人工智能技术整合到学习环境中,并帮助学习者设定学习目标,从而利用 AI 技术提升学习效果。优秀的教师应该掌握如何在课堂中、运动场、校园里以及所有学科中利用人工智能技术增强学习效果,当然也要保证使用技术的安全性和趣味性。

(二)访谈者:您认为人工智能技术会对现有的教学方法产生怎样的影响?

Eugene G. Kowch 教授:我认为随着人工智能技术的迅猛发展,传统的讲授式教学法已经不再是课堂教学的主要方式了。教师应该更多地采用基于问题的学习、基于案例的学习、协作学习、探究性学习等方式,通过人工智能技术的支持提升学习效果。当智能机器人进入课堂时,学生可以与机器人共同协商解决问题,机器人也可以帮助学生快速找到答案。因此,在机器人的帮助下,学生能够超过预期学习目标,并在学习中获得乐趣。我认为人工智能技术在发现问题和解决问题方面对学习有很大帮助,特别是偏远地区的远程学习者,他们缺乏教师的指导,人工智能技术可以发挥其辅助教学的作用。我最近看到一项报道,研究者在老年人的家中配置像宠物一样的小型机器人,这些智能机器人有助于改善老年人的生活质量;儿童也可以把机器人看作玩具熊,这样儿童与机器人也相处得很好<sup>[4]</sup>。因此,如果教学中使用设计精良的机器人,教师可以充分利用智能机器人进行合理设计和管理,从而在教学中发挥促进作用。另外,教师应该充分利用人工智能技术开展协作学习,把不同班级、不同学校、世界各地的学生联系在一起并组成学习共同体,共同协商解决问题,这才是令人振奋的事情,否则机器人就是教学机器。

很多人猜想,如果人工智能技术发展到一定程度,教师会消失,学校也会消失。我不赞同这种观点。智能机器人无法取代教师,教师不会消失,因为机器人本身无法设计和组织教学,最终要依靠教师的精心设计。在教学过程中,智能机器人可以根据学习者的知识掌握程度、个体差异情况以及偏好提供实时的反馈<sup>[5]</sup>。智能机器人也可以作为助教,帮助教师答疑解惑、与学习者进行交流会话,这样一方面可以帮助教师减负<sup>[6]</sup>,另一方面也可以帮助教师节省时间以便精心设计教学活动。然而,我认为不管出现什么样的技术,教师不会消失;对于教师而言,教学设计能力是最

重要的技能。作为教师,应该知道如何利用人工智能技术辅助教学,将智能机器人视为教师的合作伙伴并在教学中充分发挥其作用。另外,学校也不会消亡。学校是学生走向社会的第一个公共场所,帮助学生掌握如何与社会沟通的能力<sup>[7]</sup>。

(三)访谈者:您认为如何利用人工智能技术促进个性化学习?

Eugene G. Kowch 教授:我认为在设计学习环境时整合人工智能技术,实时记录学习者的学习过程、学习路径和各种选择,就能实现个性化学习。如辅助教师回答不同学习者的问题,引导学习者采用合适的学习步调进行学习。特别是在学习分析技术的支持下,利用分析引擎能够实时监控每个学生的学习进度并提供指导,从而助力学习者沿着自己设定好的路径解决问题、完成学习任务。另外,反馈在学习过程中扮演着重要角色<sup>[8]</sup>。比如,系统已经预设学习目标和结果,当学习者没有达到预设目标时,利用人工智能技术一方面为学习者提供个性化反馈,另一方面帮助学习者重新选择学习方式并解决问题。因此,根据学习者的需要和特征并基于人工智能技术,能够为学习者推送恰当的学习资源并提供实时反馈和鼓励,从而提升学习效果<sup>[9]</sup>。

同样,人工智能技术也可以助力教师教学的个性化。比如,当教师进行教学设计时,如果能够为教师提供同一教学主题的不同教学方案,并比较大量方案的优缺点,然后根据教师的教学目标和风格并利用人工智能技术提供合适的教学方案,我想将会大大减轻教师的工作负担并能实现个性化教学。因此,要实现个性化教学,就必须使用技术手段来支持。然而研究发现,大多数教师仍然不能实现个性化教学,仍然停留在采用传统的讲授法<sup>[10]</sup>上。

另外,人工智能技术已经渗透到不同的学科领域,比如地理学、生物学甚至病理学等领域。例如,在六年级的地理教学中,对于那些时间感和空间感不强的学生来说,理解太阳系的相关知识非常困难。教师如果能够把人工智能技术和虚拟现实技术融入教学,就可以帮助学习者看到太阳系,直观地感受季节交替和行星旋转,这种更直观、更有趣的方式能够帮助学习者系统掌握领域知识。

(四)访谈者:中国教育部已经启动了在中小学开设人工智能相关课程的计划。您认为在人工智能课程中可以设计哪些有意义的学习活动?您能谈谈加拿大人工智能课程的现状吗?

Eugene G. Kowch 教授:我认为在中小学开设人工智能相关课程,这项计划非常有意义。为了更好地实

施这项计划,我认为首先需要进行教师培训,让教师了解人工智能技术的相关知识,然后教师才能在课堂上有效地利用人工智能技术辅助教学。如果教师对人工智能技术感到恐惧,那么课程开设起来就会非常困难。我认为推广人工智能课程是一个很好的机会,它可以侧面促进教师学习人工智能的相关知识和技术。可以预想,人工智能课程开设一段时间后,教师和学生将会习惯并希望使用人工智能技术,他们也会发现人工智能技术对于促进教和学都非常有帮助。智能机器人不会取代教师,但是能够辅助教师教学并帮助学生。作为 AECT 的主席,我有幸能和世界各地的学者和教师进行交流,并随时随地分享世界各地的研究。事实上,很多教师还不知道人工智能技术是什么,也不清楚人工智能技术和增强现实技术的区别。

我认为在人工智能课程中可以采用基于游戏的学习方式、基于探究性学习的方式来帮助学习者理解人工智能技术相关知识。比如,小学阶段采用游戏化编程工具帮助小学生体验编程的乐趣。优秀的教师可以设计有趣的的游戏,这些游戏中没有输家,每个学习者在学习知识的同时都能获得奖励。然而,目前还没有在教室里使用人工智能技术辅助教学,因为应用于教学的人工智能技术还不够成熟,而且相关教学经验也不够,还不能实现大规模推广。另外,从设计的角度来讲,大多数教师仍然不知道如何设计有意义的学习活动,教师试图在设计过程中加入 AI 的设计,却不清楚 AI 可以完成哪些任务。因此,我现在最担心的问题是,教育工作者不知道在教学中如何有效地应用人工智能技术。

加拿大的中小学阶段还没有开设人工智能课程,我只见过 STEM 课程、计算思维课程、简单编程类课程等。当然,大学里的人工智能课程非常普遍,计算机系都会开设相关课程。如果要开设人工智能课程并设计有意义的学习活动,首先需要用标准的教学设计理论进行教学设计,同时把远程学习者考虑在内。其次,在制定课程标准的时候,不仅需要规定课程内容,也需要与预期学习目标和结果相匹配,而且标准的制定也是一个循环往复的过程。

(五)访谈者:无论是教学活动还是学习环境,设计具有非常重要的作用。您认为如何评估设计的质量呢?如何优化学习环境和学习活动的设计质量呢?

Eugene G. Kowch 教授:非常好的问题。我认为评价教学活动设计质量最好的办法是开展试点研究和评估,然后基于试点研究的结果改进设计,最后再大规模开展教学活动。在评估教学活动质量时,我们需要审查教学过程、学生的学习结果,比如学习成绩是

否达到了预期目标,是否达到教师期望的结果;如果没有,则需要反思原因,找到问题所在,才能改进设计。我的团队目前正在采用基于设计的研究范式开展一项研究,设计者可以实时干预。我认为一项好的设计,其循环迭代的时间不能太长,这样设计者才能随时发现问题并进行改进,然后开启下一轮迭代。因此,优良的设计需要不断改进和优化才能达成,而且进行设计时需要采取不同的方法。不管是方案、模式,还是产品的设计,都需要不断地进行评估和重新设计,设计也是一个动态的过程<sup>[11]</sup>。

设计并不是一个线性的过程,而是非线性的。因此,在评估设计的质量时,需要采取递归的方法,先设计然后去实施,最后进行纵向评估,根据评估结果改进设计,这是一个循环往复的过程。但通常教师根据自己的经验设计教学活动,也不会进行二次评估,也不会持续改进设计方案。另外,在教育技术领域存在的一个问题就是常常把一线教师和设计者分开,把研究者和实践者分开。但是一个优良的设计方案仅仅靠一线教师难以完成。一线教师既要上课又要自己做教学设计,工作量太大。一线教师常常对自己的设计方案感到满意,但结果往往令人感到失望,自己对失败的原因也不明确。如果一线教师与专业的教学设计师合作,则教学设计师能够帮助评估和改进教学方案。我还建议开展形成性评价,并且在教学过程中贯穿形成性评价,及时评价教师、学习者,然后发现问题并进行持续改进。如今,随着信息技术的迅猛发展,可以借助人工智能技术对教学活动进行实时分析和评估,从而帮助教师提升教学设计质量。

学习环境的设计是一个系统层面的问题。关于学习环境的设计,我们必须对运行结果保持透明,让每个处于这个学习环境的设计者、学习者和教师了解情况。在数据开放的前提下,我们就会知道学习者是否喜欢在这种学习环境下进行学习,以及学习效率是否会提高。为了更好地改进学习环境,需要搜集大量数据并进行分析,发现学习环境存在的问题,从而不断优化学习环境。另外,学习环境的设计不仅仅是设计者一个人的事情,还需要教师的参与、学生的运用以及开发团队的持续评估和改进。

## 二、人工智能时代大数据的共享与应用

(一)访谈者:大数据时代,您认为如何在高等教育和基础教育领域收集大数据呢?您能分享一些例子吗?

Eugene G. Kowch 教授:要想发挥大数据的价值,

需要经历三个重要阶段,即数据收集、数据分析、数据可视化和应用,其中数据收集是第一个阶段<sup>[12]</sup>。我们收集从基础教育到高等教育的学生数据时,首先看看医疗系统是如何收集数据的,因为医疗系统收集的数据要比教育系统多得多。在加拿大,每个人的医疗数据随着人员的流动而流动。如果一个人从一个地方搬到另一个地方,他/她的医疗数据也会随之流动,比如当地的医院和药店也会显示这个人的医疗数据,这样医生会根据病人的病史开具处方,以避免错误的诊断和治疗。而教育系统却不一样,我们可以在学校内部或者学区内部搜集数据,但是学校之间和学区之间的数据却不能共享,仅仅有一部分数据提交到政府部门。这样,如果一个学生从一个学区搬到另一个学区,其个人数据并不能随之而流动。因此,目前教育系统搜集的数据还不能实现地区间的共享,而且很多教育工作者也不知道如何搜集和利用大数据。

为了在教育系统中实现数据的共享和应用,首先需要为每个人配备一个独特并且不能更改的标识符,不管走到哪里,都可以通过该标识符找到与之相关联的所有数据,这样就可以实现数据的共享。另外,通过该标识符搜集的大数据可以了解每个人从幼儿园、小学、中学、大学以及研究生整个教育生涯阶段的发展状况,从而实现学分互认和数据共享。同时,还需要为数据打上元标签。元标签是关于数据的数据,比如搜索引擎可以用元标签作为索引关键词<sup>[13]</sup>。这个环节是我们必须向前迈出的第一步。第二,搜集数据前需要思考如何搜集大数据、搜集什么类型的大数据、为哪些数据制定元标签等,然后再考虑数据如何整合。教育领域目前搜集的很多数据零散,无法整合在一起,因此,需要思考如何把数据系统地整合在一起。例如,学生在图书馆查找资料时,很容易迷失在很多无关的数据中。因此,需要有一个类似亚马逊建立的高级搜索引擎来帮助学生快速找到需要的资料,同时还能够根据用户的偏好自动推荐相关资源。第三,制定相关的政策,包括数据开放、数据共享和隐私安全政策等。首先需要数据开放和共享的政策,如果数据是闭合的,则阻碍了数据的搜集、分享、挖掘,也难以进行不同系统数据的整合。其次,大数据的隐私和安全政策必不可少,尤其欧美国家对于数据的隐私和安全高度重视,数据的搜集需要经过伦理道德委员会的审批方可开始。大数据的相关政策能够更好地保障数据的开放和共享,从而促进教育工作者基于大数据作出科学的决策。

(二)访谈者:如您所说,搜集大数据是非常困难的。您认为搜集和分析小样本数据是否有价值?如何基于数据生成有意义的理论呢?

Eugene G. Kowch 教授:我认为一个好的概念框架再加上好的研究方法,基于小样本数据生成有意义的理论也是完全有可能的。因此,理论的产生主要取决于研究的质量,而不取决于数据集的大小。其他研究者也持有相同的观点,即重要的不是搜集数据量的多少,而在于数据的质量<sup>[14]</sup>。要生成有意义的理论,首先需要提出有价值的问题,然后创建一个概念框架来收集数据,再解释数据,最后以一种公正的方式分享数据。搜集大数据确实很困难,而且大数据访问也经常受到限制。尤其在北美地区,很难获得大数据,很多时候搜集的大数据一点意义都没有。因此,研究者通常需要花费时间构思理论框架,然后再从大数据中检验理论假设,这种方法非常适合复杂的社会科学研究。

关于建立的概念框架,我们需要保证它在最初研究的几个问题上是有用的。一个好的方法就是确保能搜集到有效的数据,而且能够用概念框架进行解释,从而生成理论。在教育研究中,可以搜集小样本数据来产生有意义的理论。当然,有时候理论的产生不一定基于数据,但一定需要证据,比如去探索其他学者的研究数据。在教育技术领域,我们似乎做得太过了。以前,我们搜集了大量的实证数据来生成理论,然而这些理论只在特定的学习领域对特定的学习者适用,所以我认为我们经常不能基于数据作出合理预测。现在教育技术领域的大部分研究都是这样,需要搜集一些证据来创造理论,或者聚集大量的证据来建立下位的理论。

因此,生成理论需要数据,但不一定需要大数据。小样本数据也会产生个性化的观点和有意义的理论,虽然生成的理论并不适合所有人群,但是对于特定人群是有效的。另外,理论的变迁也不一定基于大数据,因为人类是多样化的,学校系统也是多样化的。目前我正在开展一项关于大型教育系统的研究,也没有搜集大数据。特别是在北美地区,考虑到信息安全和隐私问题,通常也不会去找志愿者来获取数据。安全和隐私是个人的绝对权利,这也是基本的道德操守。

大数据研究人员也面临着一个挑战,那就是确保数据的安全。但是在互联网时代,研究人员也很难保证数据的绝对安全性。虽然数据恢复、防火墙、数据加密等技术在尽可能降低大数据的风险,但是在很多高等教育机构中依旧存在数据被攻击的问题<sup>[12]</sup>。比如,我所在的卡尔加里大学的系统就被黑客攻击过,甚至

到现在,我的 Outlook 日历还会随机发送去年的邀请。当系统受到攻击时,将近一个月我都感到很崩溃,现在仍然存在残留的影响。因此,我们不能保证数据的绝对安全,这就影响在大数据方面的研究,因为不确定的事情太多了。

(三)访谈者:随着大数据的发展,您认为如何利用学习分析技术来分析和评估学习过程并预测学习效果呢?

Eugene G. Kowch 教授:我认为只有当学校、教师、学生处在合理设计的系统和政策体系中,对教学过程进行学习分析才是有效的。领导力关系到在教学过程中搜集什么样的数据<sup>[15]</sup>。这意味着需要知道每个学习者达到什么样的学习目标、制定什么样的学习计划、拥有哪些学习资源、采用什么测量工具,然后再汇总搜集和分析数据。

对于大数据的学习分析技术,我认为首先需要课堂层次的数据,还需要相关政策的支持以便允许我们搜集学校、学区层次的数据。另外,搜集分布式数据还有很长的路要走,因为很多的数据保存在教师那里,或者保存在当地的企业数据库中。如果研究者能够搜集到这些数据,就可以得到很好的结论。但是目前的政策似乎不允许,特别是在北美地区,由于数据隐私问题,搜集大数据很困难,也没有相关政策去激励数据的搜集,这样就会阻碍研究者开展研究。

不过,一些有远见的领导者支持在大学里创建数据收集系统,他们创造了很多数据集,也分析了很多数据。这些数据不仅可以用于学生毕业评估<sup>[16]</sup>,也可以用于安全问题、健康问题的诊断,还可用于项目评估、数据记录、健康观察以及远程学习会话监督等。如果我们将远程学习系统视为大数据系统,借助人工智能技术,就能设计出更好的学习环境。目前大部分的远程学习系统不能对学习者的实时分析。但是,我们却需要了解学习者的最新进展、遇到的问题以及需要什么帮助,因此大数据学习分析技术可以有效解决这些问题。

### 三、利用技术促进教与学的大规模创新

(一)访谈者:技术的发展比教育的发展快得多。在教育技术领域,人们总是关注最新的技术,但是教育的创新却很缓慢。您认为如何促进教与学的创新以及大规模的创新呢?

Eugene G. Kowch 教授:我认为不论是在哪个教育阶段,要实现教学创新,首先需要构建教师人际网

络,把教师从教室里解放出来,与他人建立联系,从而促进教师之间互相学习。教师之间共同探讨教学法、如何用技术支持教学、共同进行教学设计,通过相互分享可以在很短的时间内了解其他教师,也可以从其他教师身上学到很多知识。因此,要建立教师之间的信任关系网络,而不是仅仅局限于自己的教学中。我在探索大规模创新的研究中发现,当建立人与人之间的关系网络时,他们之间却相互隔离,都把自己封闭在一个小范围内。另外,这个关系网络中还应该包括领导、管理人员、政策制定者等,因为教师还需要得到经济和政治层面的支持,教育管理者、政策制定者和政治家要关注教师福利,让教师建立足够的信任关系。通过这个关系网络,所有教师都会接受某个想法,并将这个想法付诸实践。如果教师在实施过程中发现问题,就向管理人员或者技术人员求助,为教师提供需要的资源,并为教学活动提供支持。因此,我们需要建立广泛的人际网络,否则很多想法难以实施。我曾经向学习科学领域一位研究创新的学者咨询过关于教育领域的创新问题,他说创新通常不会仅仅产生于像霍金这样的一位天才科学家中或者一个想法中,创新需要集成许多小的想法并且是在许多人共同工作的时候产生的。第二,教师网络建立起来之后,还需要不断产生并维持创新的想法。我认为,如果许多好的想法缺乏交流,那么这些想法就会停止,也就很难产生创新。因此,一个好的想法需要在教师网络中迅速传播而不至于消亡。当某个好的想法付诸实践并产生良好的效果时,就会促进该想法的广泛传播并建立更大范围的教师网络。比如翻转课堂,当一位教师采纳后发现效果良好,其他教师会随之而采用,从而促进翻转课堂的广泛应用。另外,还需要协调网络内部的各种关系,从而保证人际网络的正常运转。第三,创新是参与式的、协作式的。我听到许多 AECT 成员说,他们只是自己做完一件事儿接着做另一件事,似乎距离伟大的事情越来越远,要做的事情也没什么特别之处,这主要是因为缺乏创新。因此,AECT 将每年举办一次大型分享会议,邀请大家来一起参与并分享新想法。创新是通过很多有创意的人共同参与和协作才能产生的,我们需要更多的人来支持一些好的想法,而不只是发现后就置之不理。

关于大规模的创新,在我的一些课程中也曾提到,就如罗杰斯提出的创新采纳曲线(“S”曲线),用以描述创新扩散传播过程:创新事物在扩散早期,采用者很少且扩散进度很慢;而后随着采用者人数的逐渐增减,扩散进度加快,曲线保持迅速上升的趋势;在接

近饱和点时,扩散进度又会减缓,这也称为创新扩散理论<sup>[17]</sup>。因此,一开始由于不喜欢接受新事物进展比较缓慢,之后逐渐习惯。像翻转课堂,一开始不凑效,当很多人都开始在家看视频的时候,人们逐渐接受并习惯于看视频,之后随着时间可能会厌倦了无聊的视频。像GPS一样,自从使用GPS以后,我五年没看过纸质版地图了,如今人们都使用GPS定位。因此,如果想在教育领域产生大规模的创新与变革,我认为首先需要培养每个人产生一种共同的兴趣。然后,构建大规模的人际网络,从中获得对一些新想法的评论,或者推荐一些好的想法。最后,组建团队开始协作,这样很多奇妙的想法就会产生,并像病毒一样传播开来,从而促进大规模的创新。

(二)访谈者:您认为教育技术领域未来的发展趋势是什么?

Eugene G. Kowch 教授:我认为可能是神经科学,神经科学家能够理解人们如何高效地合作,他们从新的视角向人们展示如何更好地合作。受神经科学思维的影响,我认为世界是一个非线性的生态系统,通过反馈可以促进生态系统的持续更新和改进。因此,借助复杂性理论可以帮助我们解释教育领域的各种现象和变化。然而,目前大多数模型是静态的线性模型。如果不能超越线性思维,我们将会被淘汰,因为随着

人工智能技术的迅猛发展,很多事情可以由机器人来完成。另外,我认为教育技术领域很多研究者总是跟着技术跑,然而这是我不想尝试的,因为技术的发展永无止境,我们似乎永远跟不上技术发展的脚步。因此,我建议我们应该停止研究技术而去研究人。

我认为还有一个重要的趋势就是跨学科的团队合作,这也是社会发展的需求。我们在德克萨斯州的跨学科团队合作中,与不同团队的成员一起工作,彼此相互学习,达到更高的预期目标。当然,跨学科团队合作一般很难做到,而我们却做到了。很多学习者想要学习新知识,会去北美或欧洲,向领域专家学习并与合作者合作,而不仅仅是纸上谈兵。因此,我认为未来的趋势是协作研究,因为研究中需要更多的合作伙伴。我们可以邀请管理人员、设计人员和技术人员协同工作,共同协商采用什么方式更有效,什么是大家所期望的结果。比如多学科的设计团队能够产生更精美创新的产品。我曾在为一所大学开设一门社会学课程时引入了设计规划团队,团队成员在领导者的带领下保持良好的协作关系。因此,我认为在教育领域协作学习绝对是一种趋势,尤其是在远程学习的情境下,小组学习、社会化学习并结合基于问题的学习和自主学习会越来越广泛。

访谈者:非常感谢您,希望以后有机会能与您合作!

#### [参考文献]

- [1] WINSTON P H. Artificial intelligence [M]. 2nd ed. Boston: Addison-Wesley Longman Publishing Co., 1984.
- [2] RUSSELL S J, NORVIG P. Artificial intelligence: a modern approach [M]. Malaysia: Pearson Education Limited, 2016.
- [3] HOLMES M R, TRACY E M, PAINTER L L, et al. Moving from flipcharts to the flipped classroom: using technology driven teaching methods to promote active learning in foundation and advanced masters social work courses [J]. Clinical social work journal, 2015, 43(2): 215-224.
- [4] SUNG H C, CHANG S M, CHIN M Y, et al. Robot-assisted therapy for improving social interactions and activity participation among institutionalized older adults: a pilot study [J]. Asia-Pacific psychiatry, 2015, 7(1): 1-6.
- [5] WOOLF B P, LANE H C, CHAUDHRI V K, et al. AI Grand Challenges for Education [J]. AI magazine, 2013, 34(4):66-84.
- [6] 王竹立. 技术是如何改变教育的?——兼论人工智能对教育的影响 [J]. 电化教育研究, 2018(4):5-11.
- [7] 顾明远. 互联网时代的未来教育[J]. 清华大学教育研究, 2017(6): 1-3.
- [8] VAN POPTA E, KRAL M, CAMP G, et al. Exploring the value of peer feedback in online learning for the provider [J]. Educational research review, 2017, 20: 24-34.
- [9] POPENICI S A D, KERR S. Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education [J]. Research & practice in technology enhanced learning, 2017, 12(1):22.
- [10] DUNCAN HOWELL J. Teachers making connections: online communities as a source of professional learning [J]. British journal of educational technology, 2010, 41(2): 324-340.
- [11] BAKKER A, VAN ERDE D. An introduction to design-based research with an example from statistics education [M]//Approaches to qualitative research in mathematics education. Springer: Dordrecht, 2015: 429-466.
- [12] DANIEL B. Big data and analytics in higher education: Opportunities and challenges [J]. British journal of educational technology, 2017, 48(1): 1-15.



2015, 46(5): 904-920.

- [13] GUDIVADA V N, RAO D, PARIS J. Understanding search-engine optimization [J]. Computer, 2015, 48(10): 43-52.
- [14] MICHAEL K, MILLER K W. Big data: New opportunities and new challenges [J]. Computer, 2013, 46(6): 22-24.
- [15] KOWCH E G. Whither thee, educational technology? suggesting a critical expansion of our epistemology for emerging leaders [J]. Techrends, 2013, 57(5):25-34.
- [16] LUAN J. Data mining and its applications in higher education [J]. New directions for institutional research, 2002,113:17-36.
- [17] ROGERS E M. The diffusion of innovations [M]. New York: The Free Press, 1995.

## The Effects of Artificial Intelligence on Innovation of Teaching and Learning: An Interview with Professor Eugene G. Kowch

ZHENG Lanqin<sup>1</sup>, ZHANG Xuan<sup>1</sup>, ZENG Haijun<sup>2</sup>

(1.School of Educational Technology, Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875;

2.National Engineering Laboratory for Cyberlearning and Intelligent Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875)

**[Abstract]** Artificial intelligence (AI) has gained increasingly attention in the field of education. What is the impact of artificial intelligence on teaching and learning? How can it contribute to the innovation of teaching and learning? In this paper, Professor Eugene G. Kowch, the president of Association for Educational Communication and Technology (AECT) in America, shares with us his unique opinions about how to use artificial intelligence to facilitate teaching and learning, how to share and apply big data, and how to adopt technologies to promote large-scale innovation as well. Professor Eugene g. Kowch believes that AI will have significant impacts on existing teaching methods. But teachers won't disappear. Instructional design will become the main responsibility of teachers, especially the design of high-quality learning activities and advanced learning environment. AI-supported personalized learning will be more and more popular. Though it is difficult to collect big data, Professor Eugene G. Kowch believes that data based on small samples can also generate meaningful theories, and he put forward some suggestions on the sharing and application of big data in education domain. Finally, Professor Eugene G. Kowch thinks that the mass reform and innovation of teaching and learning depends on cultivating and forming common interests, building and maintaining teachers' interpersonal network and realizing interdisciplinary team collaboration.

**[Keywords]** Artificial Intelligence; Innovation of Teaching and Learning; Educational Technology

# 教育人工智能的发展难题与突破路径\*

□杨现民 张昊 郭利明 林秀清 李新

**摘要：**教育正迈向智能化时代，人工智能与教育的融合创新已成为未来教育变革的重要趋势。当前教育人工智能在面向特殊人群的补偿性教育、针对常规业务的替代式教育和服务个性发展的适应性教育方面已经形成典型的应用模式。但从整体上看，教育人工智能仍处于起步发展阶段，面临四大发展难题：一是教育数据的数量与质量存在“短板”，人工智能技术的价值难以发挥；二是教育业务复杂多样，通用人工智能技术“嫁接”教育的难度增大；三是教育用户对人工智能技术存在应用价值与角色关系的双重困惑，人机信任危机难以消除；四是缺乏人工智能专业教师队伍与课程体系，人工智能融入教育进程缓慢。未来教育人工智能应在以下方面实现突破：技术研发层面，加大教育人工智能产品研发力度，提升技术服务品质；教育创新层面，拓宽人工智能教育应用空间，构建和谐共生“人机结合”新生态；合作机制方面，建立“政企学研”多方合作机制，推进多学科交叉协同融合发展；实践模式层面，建立教育人工智能示范点，以点带面，逐步推广教育人工智能应用模式。

**关键词：**教育人工智能；技术框架；应用模式；发展难题；突破路径

中图分类号：G434 文献标识码：A 文章编号：1009-5195(2018)03-0030-09 doi:10.3969/j.issn.1009-5195.2018.03.004

\***基金项目：**江苏省高校哲学社会科学重点研究基地重大项目“信息时代智慧教育理论体系建构研究”（2015JDXM020）；江苏省333工程科研基金资助项目“网络环境下深度学习行为分析及其促进策略研究”（333GC201702）。

**作者简介：**杨现民，博士，教授，江苏师范大学智慧教育研究中心，江苏省教育信息化工程技术研究中心副主任（江苏徐州 221116）；张昊，硕士研究生，江苏师范大学智慧教育学院（江苏徐州 221116）；郭利明，硕士研究生，江苏师范大学智慧教育学院（江苏徐州 221116）；林秀清，硕士研究生，江苏师范大学智慧教育学院（江苏徐州 221116）；李新，硕士研究生，江苏师范大学智慧教育学院（江苏徐州 221116）。

## 一、教育步入智能化时代

人工智能是制造智能机器的科学和工程，表现出与人类行为智能相关的特征，包括推理、学习、寻求目标、解决问题和适应性等要素（Monostori, 2014）。人工智能作为社会发展的重要科技力量，迅速渗透到各行各业，成为各行业发展的新动力和新趋势。在此形势下，教育如何适应智能时代的需求，利用智能技术推进教学模式变革以及创新型人才培养，成为世界各国政府面临的重要挑战。美国2016年发布的《为人工智能的未来做好准备》提到要实施人工智能教育，扩大人工智能和数据科学课程，为人工智能推动经济发展培养需要的人才（White House, 2016）。国务院2017年7月颁布的《新

一代人工智能发展规划》提出要发展智能教育，利用智能技术加快推动人才培养模式以及教学方法的改革，构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系，推动人工智能在教学、管理、资源建设等方面的应用（国务院，2017a）。同年，国务院颁布的《国家教育事业发展“十三五”规划》也提出要“综合利用互联网、大数据、人工智能和虚拟现实等技术探索未来教育教学新模式”（国务院，2017b）。可见，利用人工智能技术推进教育系统的变革与创新已经引起世界各国的高度关注。

当前，我国教育改革虽然取得了显著进步，但仍存在一些突出问题，比如教育发展不均衡，创新型人才培养模式不完善以及优质教育资源配置不合理等。随着智能化时代的到来，人工智能将成为破

解这些教育难题的“利器”，在创新教育教学模式、优化人才培养方案、发展学生专业技能、构建终身学习体系等方面发挥重要作用，推动未来教育的变革与发展。

近年来，国内教育领域的专家学者围绕教育人工智能的内涵与关键技术（闫志明等，2017）、智能教育的内涵与目标定位（张进宝等，2018）、人工智能对混合式教学的促进（戴永辉等，2018）以及深度学习与机器学习的创新教育应用（刘勇等，2017；余明华等，2017）等进行了初步探讨。但是，教育研究者和实践者对于人工智能与教育融合发展过程中的一些基础性问题的认识仍较为模糊，比如教育人工智能技术框架、应用模式、发展难题等。基于此，本研究将构建教育人工智能的技术框架，探讨教育人工智能的典型应用模式以及发展过程中面临的难题，并在此基础上提出教育人工智能的发展路径，以期对人工智能与教育的融合发展提供一定的借鉴。

## 二、教育人工智能的技术框架

人工智能的发展经历过三次浪潮，分别是计算智能时代、感知智能时代和认知智能时代，人工智能教育应用伴随这三类智能技术的发展而不断发展。吴永和等认为，“人工智能+教育”的相关技术有机器学习、深度学习、自然语言处理、神经网络、学习计算、图像识别等（吴永和等，2017）；闫志明等指出，教育人工智能的关键技术主要有知识



图1 教育人工智能的技术框架

表示方法、机器学习与深度学习、自然语言处理、智能代理、情感计算（闫志明等，2017）。根据前期的调研分析以及相关学者的研究，笔者构建了教育人工智能的技术框架，主要包括教育数据层、算法层、感知层、认知层和教育应用层（见图1）。

### 1. 教育数据层

教育数据层是教育人工智能技术框架的基础层，该层主要包括管理类数据、行为类数据、资源类数据以及评价类数据（李振等，2018）。其中管理类数据包括学生个人信息、学籍档案、教职工信息、一卡通数据等，资源类数据包括试卷、课件、媒体资料、案例等，行为类数据包括教师行为数据（如讲解与演示、指导与答疑、提问与对话、评价与激励）和学生行为数据（如信息检索、信息加工、信息交流），评价类数据包括学业水平测试数据和综合素质评价数据等。教育数据层主要负责对以上数据进行采集、加工处理、存储等，但由于该层的数据庞大复杂、良莠不齐，因此在数据采集环节需要对数据进行预处理，具体涉及到的技术包括数据采集、筛选、集成、格式转换、流计算、信息传输等。其中在数据处理环节，当前应用比较广泛的数据处理平台有Hadoop、MapReduce和Spark等。

### 2. 算法层

算法层是实现各类教育人工智能技术的核心，该层主要包括机器学习和深度学习两类算法。机器学习是指利用数据或以往经验，优化计算机程序的性能标准，其目标是开发能够自动检测数据模式的方法，然后使用未覆盖的模式来预测未来的数据（Alpaydin，2014），是人工智能最核心、最热门的算法。目前，机器学习在学生行为建模、预测学习表现、预警失学风险、学习支持与测评以及资源推送等方面发挥着重要作用（余明华等，2017）。深度学习是机器学习的一个子领域，致力于算法构建，解释和学习传统机器学习算法通常不能提供的高水平和低水平的抽象数据（Taweh Beysolow II，2017）。深度学习在文本识别、语音识别、图像识别等方面的应用已取得突破性进展，其识别准确率已远远超过传统技术的识别能力（刘勇等，2017）。

### 3. 感知层

感知层是让机器和人一样能看会认，能听会

说，具备感知能力。该层涉及的技术主要有语音识别与合成、计算机视觉、图像识别、生物特征识别、文字识别等。其中，语音识别和人脸识别分别入选《麻省理工科技评论》评选出的“2016年十大突破技术”和“2017年十大突破技术”。在我国，人工智能识别技术已处于世界领先行列，被广泛应用到教育教学中。近年来，基于语音识别技术的语言测评与辅助学习软件层出不穷，它们通过识别学习者的语音然后进行评测并给出修正意见以帮助学习者提升语言表达能力。图像识别技术在教学上的应用也颇具成效，基于该技术的拍照搜题软件被中小學生广泛使用。生物特征识别技术能够捕捉和感知学生学习过程中的面部表情、手势等变化，帮助教师了解学生在课上的学习情况。计算机视觉是利用计算机通过模仿人类视觉来感知和理解世界中的物体（Zhang et al., 2014），借助该技术可以采集学生学习过程中的图像，对其特征进行提取、分析，从而达到学情监测的目的。

#### 4. 认知层

认知层是感知层的进一步发展，不仅能够让机器感知和识别语音、图像和文字，而且能够读懂语音、图像和文字的内在含义。该层涉及的技术主要有自然语言处理、智能代理、知识表示方法、情感计算等。自然语言处理技术能够让机器“理解”人的语言，其在教育领域的应用主要体现在机器翻译、作文评价与批改、智能问答与人机交互等。智能代理技术能够让机器变得更具人性化和个性化，被广泛应用到教学系统中以提升教学质量。知识表示方法是指将人类知识推理编码成符号语言，使其能够被信息系统处理，该方法在提升专家系统智能方面发挥了重要作用。情感计算是人工智能的一个热门话题，是Picard教授于1997年在麻省理工学院提出的，她认为情感计算是对情感或情感产生影响的计算（Picard, 1997）。情感计算应用于教育教学，可以有效促进学习者情感上的交互，从而提高学生学习的积极性。

#### 5. 教育应用层

教育应用层位于教育人工智能技术框架的最顶层，是各类人工智能技术在教育领域应用的集中体现。目前，人工智能教育应用主要聚焦在智能导

学、自动化测评、拍照搜题、教育机器人、智能批改、个性化学习、分层排课、学情监测8个方面，服务的对象主要是学生、教师和管理者。

智能导学系统是利用人工智能技术提供个性化学习指导的自适应教学系统（Graesser et al., 2005），该系统能够满足不同学习者的需求，在知识、技能和情感上提供智能服务。在自动化测评方面，科大讯飞、百度、微软等公司研发了多款基于人工智能技术的语音测评软件，并已投入市场。借助图像识别技术，拍照搜题类软件为学生的自主学习提供了便利。例如，“作业帮”“学霸君”等APP可以把学生拍下的问题上传云端，并及时给出这道题的解题思路。教育机器人作为一个强有力的学习工具，在教育领域的应用越来越普遍（Benitti, 2012）。智能批改借助人工智能技术能够实现作业自动批改，批改网就是基于自然语言处理技术，对英语作文进行评分，并给出评语和修改意见。在个性化学习方面，人工智能技术结合大数据能为每位学生制定个性化的学习路径，推送合适的学习资源，提升学生的学习效果。分层排课是利用先进的人工智能算法实现“一人一课表”，以应对分层教学带来的挑战，目前市场上已有启智达云排课、云校排课、正达排课等智能排课系统。学情监测是借助人工智能技术全面了解学生的学习情况，并对其学习结果进行预测和干预。

### 三、教育人工智能的典型应用模式

教育人工智能的应用核心应聚焦教育目标和价值体系，利用人工智能技术的优势与教育过程相融合，以产生1+1>2的效果（张坤颖等，2017）。根据目前人工智能技术的特点和优势，本研究认为人工智能可以解决三个层面的教育问题，分别是面向特



图2 教育人工智能三层次应用模式

殊人群的补偿性教育、针对常规业务的替代式教育以及服务个性发展的适应性教育（见图2）。

### 1. 面向特殊人群的补偿性教育

所谓补偿，就是抵消损失，弥补缺陷（贾静元，2016）。缺陷补偿是特殊教育的重要目的，其有两层含义：一是指用机体未被损害的部分去代替、弥补已损害的部分，以产生新的机能组合和新的条件联系；二是指利用新的科学技术、工具与手段使机体被损害的机能得到部分或全面康复。

特殊教育中的群体一般包括聋哑学生、听障学生、视障学生、智障学生、自闭症学生及肢体残疾学生等，这些学生由于先天或者后天缺陷，在学习和生活上充满困难。目前，人工智能技术已经成功应用于特殊教育领域（Drigas et al., 2011），它可以延伸特殊人群器官的功能，以技术手段弥补其智力或身体的不足，最大程度满足不同特殊人群的需要，促进其个性化学习。例如，北京联合大学特殊教育学院利用科大讯飞“听见语音转写系统”来为听障学生进行授课。该系统利用自然语言处理技术和语音识别技术将老师的讲课声音实时识别为学生能够看得见的文字，实践证明这不仅能提高讲课效率，还能解决手语授课表达不够精准的问题。罗纳德·科尔教授团队研发出了智能导学系统来帮助聋哑儿童进行词汇学习。该系统嵌入一个智能化的虚拟导师，聋哑儿童在虚拟导师的帮助下可完成学习任务并练习发音。试验结果表明聋哑儿童不但学会了知识，而且表达能力也得到提高。生活方面，利用教育人工智能可以促进特殊人群的生活便利化。例如Aira公司将机器学习与智能辅助眼镜相融合，利用机器学习算法和语音识别技术帮助视觉障碍者同步获取周边环境信息并进行定位导航，为其出行带来极大便利。健康方面，应用教育人工智能可以促进特殊人群的康复专业化，尤其是自闭症患者的康复治疗。自闭症患者最缺乏社会沟通能力，而人工智能技术支持下的智能虚拟代理或智能社交机器人可以很好地与自闭症患者进行对话交流，获取其社交行为关键数据，并通过快速、非正式的评估来判断患者是否理解活动或进行轻微的技能改进，以培养自闭症患者的语言能力、社会沟通能力甚至是情绪智力。例如，哈尔滨点医科技开发的情感智能机器

人——RoBoHoN能帮助自闭症患者进行康复治疗，成为国内首家采用人工智能治疗自闭症患者的医疗机构。国外赫特福德郡大学自适应系统研究小组开发的智能情感社交机器人——Kaspar（Drigas et al., 2012），不仅能帮助自闭症患者进行学习，还能帮助其康复治疗、重新获得语言技能和社交技能。总之，教育人工智能可以有效实现特殊人群的补偿性教育，最大程度开发其优势潜能，发展其多元智能，帮助其加快回归主流社会，打破残障人和正常人之间的隔阂。

### 2. 针对常规业务的替代式教育

人工智能支持下的替代式教育强调通过技术达到与教师从事的某些教育活动相同的作用，代替教师执行部分任务。如图3所示，在目前的教育人工智能应用中，以自然语言处理和机器学习为核心技术的智能阅卷系统能够实现机器智能阅卷、作文自动批改；以语音识别测评技术为核心的语言类教育应用能够实现口语考试评分、口语练习纠错。因此，教育人工智能可替代教师执行的常规业务主要体现在考试结果判定、作业及练习效果检查两个方面。

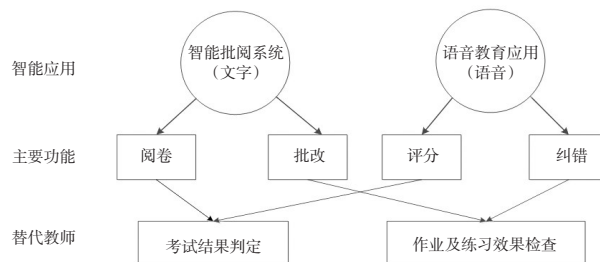


图3 替代式教育常规业务分类

e-rater自1999年以来就一直被美国教育考试服务中心（ETS）用于自动评分。该系统通过从大量文章中提取代表书写质量的一系列特征，并对文章语言、内容、篇章结构进行重点分析，包括词汇复杂度、语法错误的比例、文章风格、单词总数等，将这些分数利用统计模型进行分析并产出最终的得分估计。每个特征的权重由统计过程确定，保障了系统与教师评分相对一致。e-rater目前主要用于托福考试的作文自动评分，类似能够对作文进行自动评分的系统还有Project Essay Grade、Intelli-Metric等。大型考试中数以万计的试卷借助智能阅卷系统可以将教师从机械重复的劳动中解放出来，并在一定程度上减少教师由于主观因素造成的评分

标准差异,保证了评分客观公正,提高了作文评分效率。

句酷批改网(简称“批改网”)是一个智能批改英语作文的在线服务系统,能够对学生上传的作文在线生成评分、评语及内容分析诊断,学生可以根据提示进行反复修改提交,直到满意,类似的系统还有 My Access、Criterion 等。智能批改系统不仅能自动生成评分,还能提供针对性的反馈诊断报告,指导学生如何修改,一定程度上解决了教师因作文批改数量大而导致的批改不精细、反馈不具体等问题。基于语音识别技术的口语学习软件同样可以对学生的口语发音进行评分、纠错和指导。

人工智能技术使机器能够根据预设程序进行高效地重复性工作,因而教师可以将更多精力投入到教学设计优化、学生心理健康培养等创造性活动中。针对常规业务的替代式教育既能节省大量人力资源,为教育教学提供便利性服务,同时又能促进学生学习方式的多样化和智能化,满足众多学生的学习需求。

### 3. 服务个性发展的适应性教育

由于个体差异,学习者在学习过程中对知识的接受程度不尽相同。实现学生个性化学习,达到因材施教的目标是解决教育问题的关键,也是人工智能技术在教育领域的重要发展方向。智能虚拟助手、智能导学系统、适应性学习平台等系统能根据学习者的个人特点(如语言、学习风格、偏好等)创建个性化课程,让学习者获得更好的学习效果(Pires et al., 2018)。

智能虚拟助手通过自然语言模拟人类对话,深层次理解人类需求,其核心特征是对话式交互与智能性服务(王萍等, 2018),可以实现与学习者交互问答、提供情境学习、进行学习分析等功能。将人工智能技术支持的机器人导师嵌入 Duolingo 语言学习系统中,就可以辅助学习者进行语言学习,在与学习者对话过程中,机器人导师可以变换不同角色来讨论不同话题,增加语境的真实性。随着交互程度不断加深,机器人导师会更懂学习者,互动过程也将更具针对性。该系统还会对学习者的学习数据进行分析,从而有效调整学习进度与内容。智能导学系统则兼顾学习者的认知和情感状态,借助答案

分析和错误反馈过程来评估学习者对知识的掌握程度,并提供个性化的指导(Strain et al., 2013)。

智能化程度较高的个性学习支持系统不仅能对语音、图像等外部信息进行感知,还具备深度学习的能力,能够理解学习者行为习惯甚至情感态度。个性化学习支持系统产生的学习者行为数据,是系统功能完善与技术升级的基础支撑,是实现对学习者的个性化学习辅导的关键因素。机器对学习者的学习风格、兴趣偏好的了解越深入,对学习内容的推送、学习行为反馈、情感变化的处理便越精准。目前,个性化学习支持系统还处于研发阶段,成熟度不高,但已能为学生适应性学习提供不同程度的支持。

## 四、教育人工智能发展面临的难题

1. 教育数据的数量与质量存在“短板”,限制了人工智能技术价值的发挥

数据是产生智能的基础,足够的高质量数据才能促进人工智能技术价值的发挥,减轻教师、学习者以及管理者的重复性工作,使教育教学更具个性化与科学性。

首先,较之金融、医疗等行业,教育行业目前能够采集到的数据量仍相对较少。智能的产生需要依托大量的数据。作为人工智能关键技术的机器学习是一个始于大量数据的统计学过程,其试图通过数据分析导出规则或者流程,用于解释数据或者预测未来数据(White House, 2016)。而在教育领域,教师的教学过程和学生的学习过程数据并未得到完全记录,无法为人工智能提供足够的数据支持。人工智能需要跟踪记录完整的教学与学习数据,从大量的数据中多学科、多层次、多精度、多情境、多语义(周庆等, 2015)地分析教学与学习特点,从而辅助教学、学习、考试与管理。

其次,由于教育行业本身存在数据标准不一致、数据采集不完整等问题导致其数据质量不高。高质量的数据集可以提升机器学习的效率以及精准性,从而更好地为学习者提供个性化服务。目前教育数据并没有形成统一的标准,教学与学习过程产生了大量的文本、图像、声音、影视、超媒体等半结构化与非结构化数据,其格式多样,标准不一。与金融等行业不同,教学与学习是非线性活动,很

难从大量、复杂、凌乱、无模式的教学活动中获取高质量数据(杨现民等,2016)。此外,大数据时代新媒体的便捷性、海量信息内容的离散性、学习者阅读方式的随意性以及学习时间的零碎性使学习者获取的知识更加碎片化(王承博等,2015),学习的碎片化进一步加大了人工智能获取高质量数据的难度。

2.教育业务复杂多样,加大了通用人工智能技术“嫁接”教育的难度

教育是一个超复杂的系统,涉及教学、管理、科研、服务等诸多业务,不同地区、不同学校的教育业务虽然具有一定的共性,但差异性也很突出(邢蓓蓓等,2016)。教育业务随学校、学科、知识传授方式和应用场景的不同而不断变化。每所学校拥有独特的组织架构以及办学特征,每个学科也都有不同的知识体系和应用场景,每位教师的教学方式和学生的学习方式亦不相同。因此,教育系统的复杂性对人工智能技术提出了更高的要求,通用人工智能无法满足学生、教师以及管理者的个性化需求。人工智能在教育行业的“嫁接”需要结合不同的场景做出适应性的改变,以满足不同业务以及不同人员的需求。

此外,人工智能技术本身发展的不成熟进一步加大了其适应目前复杂多样的教育业务的难度。虽然语音识别、文字识别、图像识别等人工智能技术已有较大进展,如百度、搜狗和科大讯飞的语音识别准确率已经非常高,百度作业帮、学霸君等文字识别技术和图像识别技术在拍照搜题方面的应用也相对成熟。但是中文自然语言处理、情感计算等技术仍存在较大的发展空间。目前自然语言处理仅能对句法结构、拼写正误等进行判断处理,对篇章结构、语言逻辑、观点表达等方面的分析尚未完全成熟。教学与学习均需要大量的语言交流,无论是数据分析还是人员对话均对自然语言处理技术提出更高的要求。在情感计算方面,学习是一个复杂的过程,学生随之产生诸如气愤、厌恶、恐惧、愉悦、悲伤以及惊讶等复杂多变的情绪。当前简单的情绪识别技术不仅无法识别学习者复杂多变的情绪,而且也不利于学习者个性化学习的发生。

3.教育用户对人工智能技术存在应用价值和角色关系上的双重困惑,对其信任感不强

许多教师以及教育管理者对人工智能技术在教育

领域的应用价值存疑,导致对其信任感不强。依据技术接受模型理论,感知有用性和感知易用性均影响着教育用户对人工智能教育应用价值的判断。首先在感知有用性方面,人工智能是否可以优化教学目标、教学内容、教学方法、教学过程、课堂环境、作业设置、学习活动,从而提高教师的教学质量,以及人工智能是否可以真正促进管理的自动化、科学化,从而提升学校各类事务管理水平,这两个方面目前仍存在较大疑问。其次在感知易用性上,从硬件设施来看,目前大多数学校已完成了数字校园建设,但学校引入人工智能技术需对部分设备进行更新,甚至需要引入一套新的系统和技术来接人工智能;在软实力方面,目前教师以及教育管理者本身具有的能力能否胜任人工智能在教育中的应用,从而提高教学质量与管理水平,也需要进一步深入思考。

此外,大多数教师以及管理者对人工智能与教师之间的关系认识模糊,这种认识模糊也导致教师无法实现对人工智能的完全信任。首先教师困惑于如何与人工智能相互合作完成教学,其次教师对将人工智能应用于教学之后,谁在掌握教学主导权存疑。此外,社会上诸多关于人工智能的负面舆论亦影响着教师和管理者对于人工智能的认识。随着人工智能时代的到来,建筑工人、司机、收银员、检测员、保险员、翻译等将不同程度地被人工智能代替。而在教育行业,教师是否将被人工智能代替也存在较大争论。可以确定的是,人工智能可以取代模块化的任务,替代重复性的工作,减轻教师重复性劳动的负担,但教育领域中创新创造性的工作以及学生情感态度价值观的培养却是人工智能所不能胜任的。

4.专业教师队伍与课程体系缺乏,阻碍了人工智能融入教育的进程

目前人工智能在教育中的应用尚处于起步阶段,国务院2017年印发的《新一代人工智能发展规划》提出要在中小学阶段设置人工智能相关课程,推动人工智能领域一级学科建设,把高端人才队伍建设作为人工智能发展的重中之重,完善人工智能教育体系等(国务院,2017a)。但目前来看,关于如何建设人工智能教师队伍以及人工智能相关课程体系等问题尚未形成统一清晰的认知,阻碍了人工智能融入教育的进程。

人工智能教师队伍与课程体系的缺乏加大了人工智能相关人才培养的难度，人工智能融入教育也缺少全面系统的理论以及实践案例的支撑。众所周知，教师是教育的实施者、组织者和引导者，课程是教师开展教学的活动载体，只有具备完整的教师队伍与课程体系才能系统全面地指导人工智能人才培养，进而指导教师和管理者应用人工智能技术提高教学与管理质量。

## 五、教育人工智能的未来发展路径

在未来教育的变革中，人工智能在提升教育教学质量、创新人才培养模式、促进个性化学习与终身学习等方面将发挥不可替代的作用，需要政府、学校、企业和社会的广泛关注。虽然当前教育人工智能的发展取得了一定成效和影响，但整体发展仍处于起步阶段，依然面临诸多困境。基于此，本研究结合我国教育人工智能发展现状与面临的难题，提出以下五大发展路径。

1. 加大教育人工智能产品研发力度，提升技术服务品质

教育人工智能产品的研发和技术服务品质的提升需要从多方面努力。一是要加强教育领域专家、人工智能专家以及企业人员之间的合作，了解当前教育的现实需求，寻找人工智能与教育的契合点，推动教育智能产品的研发与应用。比如，借助人工智能技术探索教育情感类机器人的研发，将人类的情感赋予智能机器，使其能够与学生进行情感上的互动，实现人机共情，让机器变得更有“温度”。二是不断拓展教育人工智能产品的功能模块，切实满足不同阶段学生的个性化学习需求和教师的教学要求。当前，国家积极倡导在中小学开设人工智能相关课程，因此可以研发与之相配套的教育人工智能产品，比如编程类教学工具和软件，以此来辅助教育教学，优化学生的学习效果。三是建立完备的教育人工智能产品安全监管和评估体系，规范行业标准，加大市场督导与监察力度，保障企业为教育人工智能的发展提供安全、优质的产品与服务。

2. 拓宽人工智能教育应用空间，多学科交叉协同助力教育创新发展

深入挖掘人工智能在教育领域的应用价值，拓

展应用空间，让其更好地为教育教学提供服务。人工智能技术能够打破教育壁垒，有效整合正式与非正式学习。因此，建议国家建立人工智能教育服务平台，汇聚全球优质教育资源，根据学习者需求精准推送适合其发展的学习资源。建立国家人工智能教育管理平台，追踪记录学习过程数据并进行深度挖掘和学习分析，全面了解学习者兴趣爱好和现实需求，有助于促进个性化教育和终身学习的实现。除了普通的学校教育外，人工智能技术还可以拓展到特殊教育、职业教育等其他教育体系中，其中特殊教育恰恰是最需要人工智能技术的领域之一（张坤颖等，2017）。利用人工智能，能满足特殊人群的学习需求，让其享受教育改革带来的丰硕成果。此外，要广泛开展跨学科探索研究，推动脑科学、神经科学、认知科学等学科的交叉融合，共同致力于未来教育的发展。

3. 构建和谐共生“人机结合”新生态，增强教育人工智能信任感

人工智能与教育的融合发展是智能时代的重要趋势。教育人工智能将取代教师的重复性劳动，一定程度上减轻教师的压力和负担，使得教师有更多时间进行教学设计的优化以促进学生的个性化学习。但是教育中涉及的学生道德品质、价值观念以及情感态度的培养是人工智能所不能替代的，仍然需要由教师来完成。因此，“人机结合”将成为未来教育发展的主流趋势。具体而言，机械式、重复性的工作由机器来完成，如替代教师批改作业、整理收集学习资料、安排考试等；教师将更多精力放在与学生的情感交互、学生人格的塑造、道德品质的培养以及高阶思维能力的提高等方面。此外，人机信任是教育人工智能发展的关键因素，建立长效的人机信任机制是构建和谐共生“人机结合”新生态的前提。因此，要加快完善人工智能治理体系，制定和嵌入道德标准，打造更加强大、安全和值得信赖的教育人工智能应用系统，推动人工智能与教育融合的良好发展。

4. 加强“政企学研”多方合作，协同推动教育人工智能快速发展

人工智能与教育的融合发展是一项长期而又艰巨的任务，唯有“政企学研”多方合作协同推进，



才会取得显著的效果。首先，政府要高度重视教育人工智能的发展，建立健全制度保障体系，继续加大教育人工智能的资金扶持力度，为智能技术的革新提供保障。其次，企业要加大教育人工智能产品的设计与研发，扩大产品供给，提升服务质量，与学校、科研院所广泛开展合作，拓宽企业发展渠道。再次，学校要积极探索人工智能技术支持下的教育教学模式，开设人工智能相关课程，着力培养学生的数据科学素养和计算思维能力，以满足未来智能时代的发展需求，为企业、科研机构不断输送人才。最后，科研院所要聚焦人工智能发展前沿，广泛开展人工智能教育应用理论研究，构建新一代教育人工智能理论体系。通过不断地技术突破和产品创新，解决好教育人工智能发展过程中面临的技术难题，并为企业产品的研发提供技术支持。

#### 5. 建立教育人工智能示范点，探索教育人工智能应用模式

依据“试点先行，以点带面，逐步推广”的原则，选择信息化条件比较好的地区和学校，建立教育人工智能示范点，探索教育人工智能的应用模式，并逐渐向全国推广。具体而言，示范点聘请行业或高校人工智能专家作为顾问，定期对示范点的建设提供指导，并努力建设一支包括人工智能教师在内的信息化人才队伍。此外，对试点区校的管理者和教师进行人工智能业务培训，强化教育管理者对人工智能教育应用的认识，提升教师应用人工智能技术的能力。最后，制定有效的激励措施和保障体系，鼓励教师和管理人员创新应用人工智能技术，革新教育教学模式，提升教学水平。

#### 参考文献：

- [1]戴永辉,徐波,陈海建(2018). 人工智能对混合式教学的促进及生态链构建[J]. 现代远程教育研究, (2):24-31.
- [2]国务院(2017a). 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL]. [2018-01-25]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content\\_5211996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm).
- [3]国务院(2017b). 国务院关于印发国家教育事业发展的“十三五”规划的通知[EB/OL]. [2018-01-25]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-01/19/content\\_5161341.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-01/19/content_5161341.htm).
- [4]贾静元(2016). 河南省特殊教育信息化建设现状及对策研究[D]. 开封:河南大学.

[5]李振,周东岱,刘娜等(2018). 教育大数据的平台构建与关键实现技术[J]. 现代教育技术, (1):100-106.

[6]刘勇,李青,于翠波(2017). 深度学习技术教育应用:现状和前景[J]. 开放教育研究, (5):113-120.

[7]王承博,李小平,赵丰年(2015). 大数据时代碎片化学习研究[J]. 电化教育研究, (10):26-30.

[8]王萍,石磊,陈章进(2018). 智能虚拟助手:一种新型学习支持系统的分析与设计[J]. 电化教育研究, (2):1-6.

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

[10]邢蓓蓓,杨现民,李勤生(2016). 教育大数据的来源与采集技术[J]. 现代教育技术, (8):14-21.

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

[12]杨现民,唐斯斯,李冀红(2016). 发展教育大数据:内涵、价值和挑战[J]. 现代远程教育研究, (1):50-61.

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

[14]张进宝,姬凌岩(2018). 是“智能化教育”还是“促进智能发展的教育”——AI时代智能教育的内涵分析与目标定位[J]. 现代远程教育研究, (2):14-23.

[15]张坤颖,张家年(2017). 人工智能教育应用与研究中的新区、误区、盲区与禁区[J]. 远程教育杂志, (5):54-63.

[16]周庆,牟超,杨丹(2015). 教育数据挖掘研究进展综述[J]. 软件学报, (11):3026-3042.

[17]Alpaydin, E. (2014). Introduction to Machine Learning [M]. Cambridge: MIT Press:1-9.

[18]Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the Educational Potential of Robotics in Schools: A Systematic Review[J]. Computers & Education, 58(3):978-988.

[19]Drigas, A. S., & Ioannidou, R. E. (2011). A Review on Artificial Intelligence in Special Education[J]. Communications in Computer and Information Science, 278:385-391.

[20]Drigas, A. S., & Ioannidou, R. E. (2012). Artificial Intelligence in Special Education: A Decade Review[J]. International Journal of Engineering Education, 28(6):1366-1372.

[21]Graesser, A., Chipman, P., & Haynes, B. C. et al. (2005). AutoTutor: An Intelligent Tutoring System with Mixed-Initiative Dialogue[J]. IEEE Transactions on Education, 48(4):612-618.

[22]Monostori, L. (2014). Artificial Intelligence[A].

Laperrière, L., & Reinhart, G. (2014). CIRP Encyclopedia of Production Engineering[C]. Berlin: Springer:2-39.

[23]Picard, R. W. (1997). Affective Computing[M]. Cambridge:MIT Press:1-2.

[24]Pires, J., Cota, M. P., & Rocha, Á. et al. (2018). Towards a New Approach of Learning: Learn by Thinking Extending the Paradigm Through Cognitive Learning and Artificial Intelligence Methods to Improve Special Education Needs[A]. Rocha, Á., & Reis, L. (2018). Studies in Computational Intelligence[C]. Cham: Springer International Publishing:251-268.

[25]Strain, A. C., Azevedo, R., & D’Mello, S. K. (2013). Using a False Biofeed-back Methodology to Explore Relationships Between Learners’ Affect, Metacognition, and Performance[J].

Contemporary Educational Psychology, 38(1):22-39.

[26]Taweh Beysolow II(2017). Introduction to Deep Learning[A]. Taweh Beysolow II(2017). Introduction to Deep Learning Using R[M]. Cambridge: Apress:1-8.

[27]White House(2016). Preparing for the Future of Artificial Intelligence[EB/OL]. [2018-01-25]. <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/05/03/preparing-future-artificial-intelligence>.

[28]Zhang, H., & Li, D. L. (2014). Applications of Computer Vision Techniques to Cotton Foreign Matter Inspection: A Review[J]. Computers and Electronics in Agriculture,109:59-70.

收稿日期 2018-04-10 责任编辑 刘选

## The Development Predicament and Breakthrough Path of Educational Artificial Intelligence

YANG Xianmin, ZHANG Hao, GUO Liming, LIN Xiuqing, LI Xin

**Abstract:** Education is moving towards the intelligence era. The integration and innovation between artificial intelligence and education has become an important development trend of education reform in the future. Currently, Educational Artificial Intelligence (EAI) has formed the typical application patterns in the compensatory education for the special groups, the substituted education for conventional business and the adaptive education for the development of personality. However, generally speaking, EAI is still at the primary stage, which also faces four major development problems as follows: First, there is the “short board” existing in the quantity and quality of educational data, which makes it difficult to realize the value of artificial intelligence technology. Second, the education business is complex and diverse, which increases the difficulty of “grafting” education in general artificial intelligence technology. Third, education users are doubly confused about the application value and the role of the artificial intelligence technology, and it is difficult to eliminate the crisis of confidence between human and the machine. Fourth, due to the lack of professional faculties and curriculum system in artificial intelligence, the integration of artificial intelligence and education is slow. EAI in the future should make breakthroughs in the following aspects. In technology development, the research into and the development of AI products should be promoted and the quality of technical service should be improved. In educational innovation, the EAI application space should be expanded to build a new harmonious ecosystem of “human-machine integration”. In cooperation mechanism, the multi-party cooperation mechanism of “Government-Enterprise-Learning-Research” should be established to promote the development of interdisciplinary collaboration and integration. In practice mode, the EAI demonstration point should be set up to popularize the application mode of EAI from the partial to the whole fields gradually.

**Keywords:** Educational Artificial Intelligence (EAI); Technical Framework; Application Mode; Development Predicament; Breakthrough Path

# 技术是如何改变教育的?

## ——兼论人工智能对教育的影响

王竹立

(中山大学 现代教育技术研究所, 广东 广州 510275)

**[摘要]** 技术与教育的关系是一个长期争论不休的话题。技术的进步对教育具有革命性影响,不仅能改变教育应该培养具有什么样的知识技能与价值观的人这个总体目标,还能改变如何培养人这个教育所需要采用的方法和手段。但不是所有的技术进步都能对教育产生革命性影响,只有革命性技术才能产生这样的影响,对技术在教育中的应用应采取理性态度。人工智能是有史以来最具革命性的技术,必将对教育产生前所未有的深刻影响。培养具有全新知识技能与价值观的创新型人才,是智能时代教育的终极目标。

**[关键词]** 人工智能; 教育与技术关系; 教育本质; 软知识; 创新型人才

**[中图分类号]** G434 **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 王竹立(1963—),男,湖南衡阳人。副教授,主要从事网络时代学习、教学设计和创新思维研究。E-mail: WZL63@163.com。

### 一、问题的提出

经常听到这样一种说法,无论技术怎么变化,教育的本质不会变。这句话从字面上看,没什么问题,因为教育是培养人的活动,教育的本质就是培养人。无论技术如何进步,教育培养人这一本质特征不会改变。

笔者认为,这句话里所说的技术,不是泛指所有的技术,而是指与教育关系密切的信息技术,更具体地说,是指以网络为核心的现代信息技术,包括最新的人工智能技术。这句话所说的教育的本质,也不是笼统地指培养人这个抽象的本质,而是指培养什么样的人 and 如何培养人这样的教育观念和教育模式。因此,这句话有可能被理解为:无论信息技术如何发展,教育应该培养什么样的人 and 如何培养人这些根本问题都不会发生改变。如果是这样理解的话,那就有商榷的必要了,本文的讨论仅仅限于后面这句话所表述的意思。如果只是前面那种字面上的理解,则不在本文的讨论范围内。

那么,信息技术的发展,到底会不会改变教育应

该培养什么样的人,以及如何培养人这些根本问题呢?我们不妨深入探讨一下。

### 二、培养什么样的人会随着时代的变化而变化

培养什么样的人,指的是教育的总体目标,它代表的是一种价值取向。不同的时代对人才有不同的要求,不同类型的人才在不同时代的价值也不完全一样。培养什么样的人应该包含两个层面:一是培养具有什么样的知识和技能的人;二是培养具有何种价值观的人。

#### (一)不同时代的人才需求

农业时代,生产力还不太发达,社会分工也不太明显,人们主要靠自食其力。这个时代需要培养的是个体劳动者和手工劳动者,自己动手、丰衣足食可以说是这个时代的真实写照。以血缘关系为主体的家庭与家族是基本的生产单位,与之相对应的教育体系是私塾和书院。

工业时代,由于大生产的出现,社会分工明显细化,这个时代需要的是机械化大生产流水线上的工人,和各行各业的专业人士,标准化教材和现代学校

制度开始出现,人才的专业化程度明显上升。

到了信息时代,信息的生产、加工、传播和应用成为推动社会生产和社会进步的主要动力,对人才的信息素养的要求骤然升高,个性化在线学习环境的构建成为重中之重。

正在到来的人工智能时代,由于智能机器人将代替人类完成大部分标准化、规范化工作,培养创新人才成为教育的主要目标,构建有利于创新的教与学体系已成当务之急。

可见,不同的时代对人才的知识与技能的要求有很大的不同,教与学内容有很大的改变。

## (二) 技术进步是时代更替的关键因素

时代的划分往往与技术的进步密切相关,比如农业时代起源于人类种植技术的发明;工业时代肇始于蒸汽机的发明;互联网的诞生让人类快速进入了信息时代;人工智能的出现则开启了智能时代。可见,技术的进步往往决定了时代的更替。

还有一种划分时代的方法,就是根据生产关系来划分时代。如奴隶时代、封建时代、资本主义时代、社会主义时代等等。这种划分有时会有争议,由于意识形态的不同,会有不同的划分的方法,这里姑且不论。我们要讨论的是,生产关系又是由什么决定的呢?生产力。生产力与生产关系相互依存、互相影响,构成一对矛盾体。生产力是矛盾的主要方面,生产力决定生产关系,有什么样的生产力,就会要求有与之相适应的生产关系,生产力的发展会带来生产关系的变革;另一方面,生产关系也会对生产力产生反作用。生产关系适合生产力的客观需要的时候,就促进生产力的发展;反之,则会阻碍生产力的发展。但生产关系最终一定要适应生产力的发展,这是不以人的意志为转移的客观规律。

再进一步追问,生产力又是由什么决定的呢?生产力主要有三个构成要素:劳动者、劳动工具和劳动对象等。生产力是指人们改造自然的能力,而科学技术作为人类认识自然、改造自然的工具和手段,必然会对生产力产生重大和深远的影响。科学技术通过渗透和作用于生产全过程,而成为现实的、直接的生产力。现代科学技术发展的历史早已充分证明,科学技术,特别是高新技术,正以越来越快的速度向生产力诸要素全面渗透。例如,科学技术被劳动者掌握,便成为劳动的生产力;科学技术物化为劳动工具和劳动对象,就成为物质的生产力。科学技术被应用于生产过程的管理中,也成为管理的生产力。1988年6月,在全国科学大会上,邓小平根据马克思主义的基本原理和当代

科学技术发展的趋势和现状,提出了“科学技术是第一生产力”的论断。也就是说,科学技术可直接改变构成生产力的诸要素,而成为一个最关键的要素。

对于教育来说,信息技术就是第一生产力。因为信息技术不仅能够影响教师和学生的观念,提升他们信息素养及交流与协作能力,还能作为教育教学的工具和手段,以及教育资源的重要组成部分。信息技术还会改变教育管理的观念与模式,通过提升教育生产力,进而改变教育领域的生产关系。教育领域的生产关系就是教育体制与教育模式等。技术与教育的关系可概括为“技术→时代→人才需求→教育教学体系”,见表1。

表1 技术进步与教育变革的关系

技术	时代	人才需求	教育教学体系
种植技术	农业时代	个体劳动者	私塾、书院
蒸汽机	工业时代	流水线上的工人、各行各业的专业人士	现代学校制度
计算机、网络	信息时代	信息的生产、加工、传播、使用者	个性化在线学习环境
大数据、人工智能	智能时代	创新型人才	创造性的学习环境

## (三) 技术进步对人类价值观的影响

信息技术不仅能改变对人才的知识与技能方面的需求,还可能改变人类的价值观。例如,目前人类的主要价值观是人文主义价值体系。人文主义是文艺复兴的核心思想,是新兴资产阶级反封建的社会思潮,也是人道主义的最初形式。它肯定人性和人的价值,要求享受人世的欢乐,要求人的个性解放和自由平等,推崇人的感性经验和理性思维。而作为历史概念的人文主义,则指在欧洲历史和哲学史中主要被用来描述14到16世纪间较中世纪先进的思想。一般来说,今天历史学家将这段时间里文化和社会上的变化称为文艺复兴,而将教育上的变化运动称为人文主义。<sup>[1]</sup>莎士比亚在《哈姆雷特》一剧中,用抒情诗般的美丽语言讴歌人类:“人是一件多么了不起的杰作!在理性上多么高贵!在才能上多么无限!多么文雅的举动!在行为上多么像一个天使!在智慧上多么像一个天神!宇宙的精华,万物的灵长!”就是人文主义思想的典型代表。人文主义思想体现了以人为本和以人类为中心的意识,其影响一直延续至今。

然而,随着现代科学技术和人工智能的研究进展,人类这种唯我独尊的思想受到了前所未有的挑战。一些学者认为,人文主义所导致的对人类的崇拜其实是一种宗教,生物是一种算法,人类也不过是一种算法

而已,与其他生物并没有什么本质的不同。以色列历史学家尤瓦尔·赫拉利在其畅销名著《未来简史:从智人到神人》中尖锐地指出:“就目前最先进的科学看来,人的选择不是生物预设就是随机,两者就像蛋糕一分为二,没有哪一小块属于‘自由意志’。到头来,我们奉为神圣的‘自由’就像‘灵魂’一样,只是个空虚的词语,只存在人类发明的想象故事中。”他还在书中列举了大量的科学实验论证自己的判断。“如果认为人类永远都能有自己独特的能力,无意识的算法永远无法赶上,这只能说是一厢情愿。对于这种空想,目前的科学反馈可以简单概括为三项原则:1. 生物是算法。每种动物(包括智人)都是各种有机算法的集合,经过数百万年进化自然选择而成。2. 算法的运作不受组成物质的影响。算盘的算珠无论是木质、铁质还是塑料质,两个珠子加上两个珠子还是等于四个珠子。3. 因此,没有理由相信非有机算法永远无法复制或超越有机算法能做的事。只要运算结果有效,算法是以碳来表现还是硅来表现又有何差别?”<sup>[2]</sup>虽然我们未必认同他的所谓“数据主义”观点,但也没有足够证据证明他的观点完全不正确。未来人类可能不仅要与自然界其他生物平等相处,甚至不得不与自己所造出来的智能机器人和平相处,并严肃面对人类被少数“神人”和机器人统治的可能性,做好应对各种挑战的准备。

### 三、如何培养人更容易受到技术的影响

如何培养人是教育方法和手段方面的问题,这个问题与技术的关系就更加密切了。方法和手段本来就是技术,是技术的代名词。当然,狭义的技术主要指物质技术,指物质化的技术及其产品;方法和手段更多地属于观念技术范畴。但观念技术很多时候需要借助物质技术的帮助才能实现,在今天尤其如此。

比如,今天的课堂教学更多地依赖电脑多媒体设备进行,研究/探究性学习需要借助信息化资源与信息化工具的帮助才能更加高效,个性化学习更需要网络 and 信息技术提供的条件与便利。

在原始时代,由于没有发明造纸术和活字印刷术,人类只能靠口口相传的方式来培养下一代,少量的手抄本满足不了大规模教育的需要,培养人的活动主要在私塾里完成的,记忆与背诵成为学习的主要方式;后来发明了造纸术和活字印刷术,使得大规模文本复制成为可能,于是出现了拉米斯标准化教材和现代学校制度,<sup>[3]</sup>班级授课制成为主流的教学模式,教室成为培养人的主要场所。由于很多学习的内容可以通过书写的方式记录下来,记忆和背诵在学习中的重要

性有所下降,理解能力的重要性得到提升。互联网的出现让信息与知识更加容易随时随地获取,知识由静态的层级结构变成网络与生态,学习可以无处不在、无时不可发生,不仅记忆和背诵的作用进一步下降,对知识本身的理解和建构的重要性也开始下降,连通的重要性大幅提升。知道在哪里、知道谁比知道什么、知道怎样更重要。<sup>[4]</sup>人才培养也由共性化变成个性化,在线自主学习日益成为主流的学习方式。

### 四、教育观念、教育体制对技术的反作用

前文已经说过,信息技术是教育的第一生产力,对教育具有革命性的影响。但正如生产关系对生产力、上层建筑对经济基础有反作用力一样,教育体制、教育观念对信息技术在教育中的普及与应用、新的教学模式的生成也具有反作用力。当教育观念、教育体制适应信息技术教育应用的需要时,对信息技术的教育应用和新的教学模式的生成有加速与促进作用;反之,则可能有减缓甚至阻碍作用。

当下最典型的例子,莫过于传统教育观念与教育体制对以智能手机为代表的移动互联网进入学校与课堂的阻碍。

智能手机已越来越成为人类须臾不可离的生活、工作与学习工具,有学者称之为进入移动互联网的“第一入口”,其重要性已不言而喻。然而,在我国大部分中小学,乃至少数大专院校,智能手机依然被视为扰乱正常教学秩序的“第三者”,一旦被带入学校和课堂,立即会被没收、处罚,乃至砸烂、销毁,其严厉程度令人惊诧,让人联想起工业革命初期在英国发生的那一场轰轰烈烈的“工人破坏机器”的运动。究其原因,主要是因为智能手机及其移动互联网与传统的教育体制与教育观念发生严重的冲突,于是,传统的教育体制与教育观念对智能手机和移动互联网在教学方面的应用发挥了反作用。

当今的教育体制仍然是工业时代的产物,以培养各行各业标准化专业人才为目标,统一的教学大纲、标准化教材和考试、步调一致的班级授课制是其显著特征。而智能手机和移动互联网则为个性化学习提供了便利。个性化学习要求自定目标、自选内容、自定步调、自我评价,这显然与当前的教育体制和教学模式难以协调一致。例如,学生自带设备(如智能手机、iPad、平板电脑等)进课堂,给传统的以讲授为主的课堂教学模式带来严峻的挑战;网络带来的多元观点、多元视角、真实问题让固守教材的知识灌输难以为继,学生从网络获取的知识和技能在单纯的卷面考试

中得不到合适评价,也凸显了传统评价模式的缺陷,网络的跨时空特征也让学习和交流无处不可发生且可以突破时间和地域的限制。学校和教师虽然也看到这些问题,但囿于传统教育观念和考试升学率的压力,更倾向于拒绝智能手机和移动互联网进学校、进课堂,以避免上述种种冲突与矛盾。其结果是教育与时代的发展越来越脱节,信息技术与教育教学的深度融合一时难以实现,教育教学模式的深度变革受到阻碍和延缓。

不仅如此,教育理念、教育体制对技术的反作用还可能影响技术本身的发展与进步。例如,据人民网报道,尽管我国人才培养规模居世界前列,但我国在十大重点领域的人才缺口却很大。其中排第一位的是,新一代信息技术产业人才缺口高达950万。在广州、东莞、佛山等地举行的2017年春季人才需求招聘会上,与工业机器人、智能制造相关的一些岗位出现在不少企业的招聘广告上,然后现实却是:企业苦等一上午,都招不到合适的人才。<sup>[9]</sup>如果不改革传统的教育观念、教育体制,将严重阻碍我国在信息技术领域的发展,使我国失去抢占信息技术和人工智能领域制高点的机会。当然,从长远来看,这种阻碍和延缓是暂时的,生产关系最后一定要适应生产力的发展,教育最终也必须随着信息技术的进步而发生根本性的变革。

## 五、如何理性面对技术

对技术与教育关系的看法,有两种常见的错误观点:一种坚持认为,技术是教育教学的手段和工具,是为教育教学服务的,技术不能改变教育教学的本质与规律。这种观点前文已有详细讨论。另一种则认为,技术是导致教育变革的革命性因素,必须不折不扣地接纳与采用最新的技术。两种观点经常对立,一方过于保守,一方又过于激进。保守的一方常常害怕改变,看不到时代已变、未来已来,试图以不变应万变;激进的一方则对技术有一种盲目崇拜,不加区分地追随一切新的技术,不惜耗费大量的人力、物力和财力,去购买最新的技术与设备,而不懂得冷静观察与理性选择。

笔者认为,技术既是教育教学的手段和工具,也是导致教育教学发生颠覆性改变的革命性因素。两者并不矛盾,关键要区分是哪些技术、是单个技术还是技术集合?

事实上,并不是所有的技术进步都能对教育教学产生革命性影响,只有其中一部分革命性技术以及这些技术的集合才能够产生这样的影响。这些革命性技

术必须满足三个条件:一,这些技术与以前的技术相比有突破性进步,而不只是枝节上的改进;二,这些进步能解决教育教学中的某个瓶颈问题;三,技术门槛低,易学易用,入门容易,且性价比高、廉价甚至免费,易于普及推广。

以PPT为例,PPT解决了文字、图片、音频、视频等多种媒体统一呈现的瓶颈问题,相对于书本、粉笔与黑板、投影胶片等有突破性进步,而且入门容易、免费,满足了革命性技术的三大条件。相比之下,与PPT同时出现的一些工具,如Authorwave等更专业、功能更强大的工具,由于技术门槛较高,不容易普及推广,最终反而被淘汰。

互联网也是一项革命性技术,它解决了全球互联互通、双向互动、跨时空交流的瓶颈问题,而且技术门槛极低,只要接入就可以了,费用也极低;与之前的广播电视技术只能单向传播、技术门槛高相比,有突破性进步,满足了三大条件。

智能手机可视为又一项革命性技术,它解决了计算机微型化、无线接入互联网、便于携带等瓶颈问题,而且使用方便、性价比高,与之前的台式电脑、笔记本电脑甚至iPad相比都有突出优势,所以它的普及性也远远超过了前面这些工具。

笔者曾在早年的一篇论文中认为,尽管互联网毫无疑问是一项革命性的技术,但要改变传统的教学模式还欠缺“临门一脚”,笔者当时预测这个“临门一脚”的技术可能是视频会议系统与移动终端技术的结合与成熟,从而打造出一个网上虚拟课堂,以替代传统的实体课堂。<sup>[6]</sup>随着时间的推移与技术的发展,笔者现在判断智能手机和人工智能技术有可能同时甚至先于视频会议系统和网上虚拟课堂技术的成熟,而率先实现改变传统教育教学模式的最后冲刺。

这些革命性技术不仅可以作为教育教学的工具和手段,而且还构成了今天教育教学难以离开、甚至赖以生存的生态环境。举几个例子:PPT的普遍使用,带来多媒体教学环境的形成,粉笔黑板这类传统的课堂教学设备退居非常次要的位置;互联网的出现则让传统的通过广播电视进行的远程教学变为以网络为主要载体和传播途径的网络教育与在线学习;智能手机的出现则带来移动互联网对传统课堂的激烈挑战,最终有可能改变传统课堂的标准化教学模式,代之以个性化的自主学习模式。<sup>[7]</sup>

根据百度百科定义,生态环境(Ecological Environment)就是“由生态关系组成的环境”的简称,是指与人类密切相关的,影响人类生活和生产活动的

各种自然(包括人工干预下形成的第二自然)力量(物质和能量)或作用的总和。<sup>[8]</sup>

技术大多数时候是以辅助人类生活和生产活动的工具形式出现的。作为工具的技术,我们可以用它,也可以不用它。在我们与工具的关系中,人类始终处于支配的地位。但有些技术则不仅仅以工具的形式存在,而是成为我们赖以从事生活和生产活动的环境的一部分。例如火、电、网络等技术,人类已经越来越离不开它们了。它们构成了所谓的“第二自然”,构成了人类生态环境的一部分,人类与它们的关系不再是支配与被支配的关系,而变成依赖与被依赖的关系。我们不可能拒绝它,因为拒绝它所带来的不便比使用它所带来的弊病要多得多。

除了少数革命性技术之外,大多数技术可能只满足了革命性技术三大条件中的一部分,而不是全部,这些技术可暂时称之为过渡性技术。过渡性技术有可能被淘汰,但也可能通过不断改进而最终变成革命性技术。比如早年以电子阅读器、平板电脑和 iPad 为基础开发的电子书包,由于其价格昂贵、携带不便,尤其是常常被限制与互联网连通,未能充分发挥网络互联互通、双向互动、跨时空交流的优势,只不过将它作为一个学生手中的多媒体工具来使用,与传统的多媒体教学相比没有突破性进步,还增添了教学成本与管理负担,因而最终无疾而终;电子白板不过是将平板电脑与投影屏幕合为一体,里面增加了一些教学工具,虽然比传统的多媒体设备(电脑+投影仪+屏幕)节省空间,但并不能解决更多的教学瓶颈问题,因而依然属于过渡性技术。对于过渡性技术,宜采取等待观望态度,不值得步步紧跟和大力追捧,以免带来不必要的时间、精力和金钱的浪费。对层出不穷的新技术,笔者曾提出过三项选择原则:一,不选贵的、新的,只选对的、适合的;二,用简单的技术做不简单的工作,而不要用复杂的技术去做简单的工作;三,对新技术保持必要的关注与敏感,一旦某种技术发展成熟,由过渡性技术变成了革命性技术,就要毫不犹豫地选择它,切莫后人一步。<sup>[9]</sup>

## 六、人工智能对教育的影响

人工智能(Artificial Intelligence, AI)是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。人工智能是计算机科学的一个分支,它企图了解智能的实质,并生产出一种新的能以人类智能相似的方式作出反应的智能机器,该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、

自然语言处理和专家系统等。<sup>[10]</sup>

第一代人工智能试图让机器模拟人类的思考过程,后来发现这是一条非常艰难的路,因为人类对自己到底是如何思维的至今也没完全弄清楚,又如何能够让机器模仿人类思考?仅仅在形态结构上让计算机网络去模拟人类神经网络是不够的。尽管还有不少研究者坚持在这一领域工作,但迄今进展不大。后来科学家转变思路,让机器人用自己的方式思考。第二代人工智能不是像人类一样,依靠对事物之间因果关系的逻辑分析来作出决策和判断,而是通过基于大数据的深度学习来发现事物之间的相关性。它采取的方式不是对抽样调查数据进行分析,而是对全部数据进行分析,从而发现两组或多组数据之间的相关性,而无须知道其间的因果关系。对智能机器人来说,最重要的是大数据与智能算法。数据越多、越完备,则决策与判断就越准确、越不容易出错。这一做法对教育教学研究有很大的启示,以往我们总是试图采用自然科学的那一套研究方法,通过因果关系的分析来发现教育教学规律,但由于教育教学属于具有较大不确定性的活动,很难进行真正意义上的实验研究,所以我们常常不得要领。现在有了大数据,数据相关性分析可能比因果关系分析更具有可行性。

从上面的介绍中可以看出,人工智能可能是有史以来最具革命性的技术,其对教育的影响很可能也是前所未有的。人工智能旨在制造能像人类一样思考、甚至超越人类思考能力的机器,这种智能机器人将取代人类的大部分常规工作,包括大部分的体力劳动和智力劳动。这既可能给人类带来前所未有的福利,也带来前所未有的挑战。未来人类可能只能在人工智能所留下的工作“缝隙”中去找工作。这种工作“缝隙”有可能是人工智能不能完成的那一部分“旧”工作,也可能是人工智能所制造出来的“新”工作。

人工智能对教育的影响依然可从培养什么样的人 and 如何培养人两方面来考虑。

### (一)培养什么样的人

人工智能时代,教育应该培养具有全新价值观和知识技能的人。这种全新的价值观到底是什么,与以前的价值观对比变化有多大,现在还不能完全说清楚,还需要不断探索与建构。人类也许应该学会谦卑,与大自然和智能机器人和平相处、互相促进,而不再总是以自我为中心,让万事万物为自己服务。人类也许应该不再把自己当作万物的主宰,而是平等的一份子。不再穷奢极欲、破坏环境、耗竭资源。劳动也许会成为生活的必需,而不再是谋生的手段。

人类必须学会那些智能机器人不会或不擅长的知识和技能。这些知识和技能大都与情感和创造有关。从知识层面来说,人类应该更多地学习和建构软知识,而不是硬知识。关于什么是软知识、什么是硬知识,笔者在《面向智能时代的知识观与学习观新论》一文中曾给出过这样的定义:区别软知识和硬知识最主要的指标是知识的稳定性。稳定性又包含知识结构的稳定性、知识内容的稳定性和知识价值的稳定性三个方面。知识结构的稳定性是指某种知识已经形成比较稳定的知识结构和知识体系;知识内容的稳定性是指知识不再容易受到主观因素和时间因素的影响而改变;知识价值的稳定性是指知识不容易随着时间的推移而失去其价值和意义,从而被新的知识所替换而淘汰。

软知识和硬知识并不是截然分开的,而是一个连续的统一体,多数知识处于软和硬这两个端点之间。三个层次都稳定的知识属于最硬的知识,三个层次都不稳定的知识属于最软的知识,只有两个层次稳定的或只有一个层次稳定的知识则介于两者之间。少数软知识有可能最终变成硬知识,而更多的软知识则可能被新知识所淘汰或替换。<sup>[1]</sup>软知识与硬知识的举例见图1。

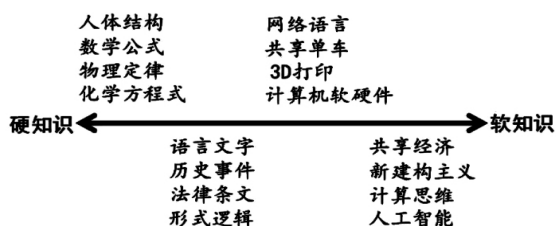


图1 硬知识与软知识举例

值得注意的是,目前在学校里,尤其是中小学教的知识大都是硬知识,而这类硬知识未来很容易被智能机器人掌握,凡是用硬知识能解决的问题,智能机器人都能够替代人类去完成,而且会比人类学得更快、做得更好。最近,关于智能机器人参加人类高考仅用极短的时间就取得优异成绩的报道可作为佐证。而软知识由于产生较晚、变化较快,来不及积累起大量的数据;或者大都属于抽象知识和隐性知识,难以转变为计算机所能识别的数据,因而难以被智能机器人掌握。因此,未来硬知识的重要性将会下降,而软知识的重要性将会上升。从现在开始,教育就应该由教硬知识逐渐向教软知识过渡。如果我们不及时改变,将很难满足时代发展的需要。

未来不是所有的硬知识人类都不需要再学习了,也不是所有的硬知识都同等重要。那些与某类软知识建构密切相关、构成某类软知识建构基础的硬知识可

能仍然需要学习。但那时人类对硬知识不再是无目的地泛泛而学了,而是要经过严格筛选。硬知识的学习往往是在学习软知识的过程中“顺带”学到的,是属于软知识学习的,是为学习和建构软知识服务的。

## (二)如何培养人

迄今为止,学校还是以传递—接受式教学为主,但研究(探究)性学习也越来越多。到了人工智能时代,一对一的学习指导、个性化的自主学习和社会化的交流协作将成为主流。一对一的学习指导可由智能机器人教师 and 人类教师共同完成。智能机器人教师负责硬知识的学习指导,而人类教师负责软知识以及情感、态度、价值观的学习指导。人类教师与智能机器人教师分工合作,共同完成对人类的教育教学任务。

传统的学习理论将过时,新的学习理论应运而生。主张多连通少建构的连通主义学习理论和强调学会选择和零存整取的新建构主义学习理论<sup>[12-14]</sup>将进一步得到发展。未来可能出现统一的、符合人工智能时代需要的学习理论。

人工智能时代,以标准化、规范化为特征的现代学校体制将会彻底转型或消亡,代之以更加开放、多元、个性化的学习体系。实体学校将大部分被网上学校取代,面对面的实体课堂将大部分被网上的虚拟课堂和一对一的教学指导所取代,只有少数短训班、实验基地、实习基地还会存在,开放式的学习中心和创客空间将会发展壮大。

中小学还会以实体形式存在。因为国家和社会还需要对青少年进行思想道德教育、意识形态教育、传统文化教育与社交技能培养等。但学制会缩短,学时减少,学习内容与学习方式有很大改变。除了基本的读写算能力之外,更重要的是教会孩子们如何进行网络学习,如何与智能机器人打交道,如何编程,如何利用大数据,如何与他人进行情感交流、如何进行创造性思考等。情感能力、信息能力、创新能力将成为人类最核心的能力。

无论是在实体课堂还是虚拟课堂,讲授将不再占据主要时间,而是在课外通过网络自学进行。课堂上主要活动是分享、交流、讨论、合作、创造。课和课程不再重要,考试和学分不再重要,重要的是你学到了什么、分享了什么、创造了什么。翻转学习成为主流的集体学习模式。新的更具个性化和开放性的学习文化将替代传统的以集体化、统一化为特征的校园文化。

未来,标准化考试将退出历史舞台,只在某种特殊的情境下或作为游戏需要才偶尔出现。人才的选拔和求职者的遴选将由人力资源方面的智能机器人完



成。这种智能机器人不仅能考核人的知识和技能,还能分析人的思维与行为特征、身体素质和健康水平,以及与职业的匹配度和在所有候选人中的排名位置等。名校的学历与文凭将不再重要。

目前,科学家已开始探讨如何将记忆芯片移植到

人类的大脑,或者通过改变大脑的脑电波将记忆“复制”到人类的大脑之中。如果能够成功,那将是又一次革命性的技术突破,意味着人类可以无需经过学习而获得相关知识和经验的记忆。那时候教育会变成什么样子,已远远超出本文的讨论范围了。

#### [参考文献]

- [1] 百度百科.人文主义[DB/OL].[2017-11-28]. <https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E6%96%87%E4%B8%BB%E4%B9%89/194350?fr=aladdin>.
- [2] 尤瓦尔·赫拉利.未来简史:从智人到神人[M].林俊宏,译.北京:中信出版社,2016.
- [3] 郭文革.教育的“技术”发展史[J].北京大学教育评论,2011,9(3):137-157.
- [4] G·西蒙斯.网络时代的知识和学习——走向连通[M].詹青龙,译.上海:华东师范大学出版社,2009.
- [5] 人民网.十大重点领域面临人才缺口[EB/OL].[2017-12-04]. <http://finance.people.com.cn/n1/2017/0221/c1004-29097590.html>.
- [6] 王竹立.技术与教育关系新论[J].现代远程教育研究,2012(2):26-32.
- [7] 王竹立,李小玉,林津.智能手机与“互联网+”课堂——信息技术与课程整合的新思维、新路径[J].远程教育杂志,2015(4):14-21.
- [8] 百度百科.生态环境[DB/OL].[2017-12-04].<https://baike.baidu.com/item/%E7%94%9F%E6%80%81%E7%8E%AF%E5%A2%83/84119?fr=aladdin>.
- [9] 王竹立.技术与学习关系新论[J].现代远程教育,2012(5):9-15.
- [10] 百度百科.人工智能[DB/OL].[2017-12-04].<https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E5%B7%A5%E6%99%BA%E8%83%BD/9180?fr=aladdin>.
- [11] 王竹立.面向智能时代的知识观与学习观新论[J].远程教育杂志,2017(3):3-10.
- [12] 王竹立.新建构主义:网络时代的学习理论[J].远程教育杂志,2011(2):11-18.
- [13] 王竹立.关联主义与新建构主义:从连通到创新[J].远程教育杂志,2011(5):34-40.
- [14] 王竹立.碎片与重构:互联网思维重塑大教育[M].北京:电子工业出版社,2015.

## How does Technology Change Education? ——On the Influence of Artificial Intelligence on Education

WANG Zhuli

(Modern Education Technology Research Institute, Sun Yat-sen University, Guangzhou Guangdong 510275)

**[Abstract]** The relationship between technology and education is a long-debated topic. The progress of technology has a revolutionary influence on education, which can not only change the overall goal of education, but also change the methods and means of education. In other words, it has great effects on what kind of persons should be cultivated by education and how to cultivate them. But not all technological advances have a revolutionary impact on education except revolutionary technologies, and the application of technology in education should be rational. Artificial intelligence is the most revolutionary technology in history, which will definitely have an unprecedented impact on education. Cultivating innovative talents with new knowledge, skills and values is the ultimate goal of education in age of intelligence.

**[Keywords]** Artificial Intelligence; Relationship between Education and Technology; Educational Essence; Soft Knowledge; Innovative Talents

# 人工智能教育应用的发展趋势与实践案例\*



吴晓如 王 政

(科大讯飞股份有限公司, 安徽合肥 230088)

**摘要:** 文章首先从人工智能时代社会发展对人才需求的角度入手, 指出个性化是人工智能时代教育应用发展的必然趋势, 并介绍了教育应用的发展现状, 指出人工智能技术推动了个性化教育从理念走向实践。接着, 文章描述了智能教育的核心服务, 即从学习个性化、教学精准化和科学化管理等三个方面推动教育走向个性化。最后, 文章介绍了智能教育核心服务在用户终端产品中的应用集成与案例实践。

**关键词:** 人工智能; 智能教育应用; 个性化; 智能教育核心服务; AI 助手

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009—8097(2018)02—0005—07 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2018.02.001

## 引言

近年来, 人工智能(Artificial Intelligence, AI)受到了全社会的普遍关注, 并被提升到了国家战略的高度。人工智能时代已经到来, AI 技术正在悄然改变着传统行业的方方面面, 如何应对人工智能带来的机遇与挑战已成为各行各业都必须面对的问题, 教育行业也不例外。科大讯飞肩负着建设“国家新一代人工智能开放创新平台”的重要使命, 积极探索 AI 技术与教育的融合创新应用。基于对我国教育信息化发展现状的深入分析, 以及对 AI 技术在教育领域应用趋势的前瞻预测, 科大讯飞围绕教育主场景推出了人工智能核心技术服务及其应用产品, 在广泛的实践过程中取得了良好的应用效果。

## 一 人工智能教育应用的发展趋势与现状

### 1 新时代呼唤个性化教育理念与模式

在工业化时代, 以规模化、机械化和程序化为主要特征的生产模式, 要求通过教育来培养大量具备基础知识技能、具有严格服从精神的高度专业化、标准化人才<sup>[1]</sup>。而在 AI 技术日益渗透到各行各业的当今时代, 生产过程已由单一、重复的流水线生产模式转变为大规模、个性化、自动化的智能制造模式<sup>[2]</sup>。社会更需要劳动者具备创新能力, BBC(英国广播公司)援引牛津大学学者 Osborne 等关于“人工智能对未来职业的可替代率”的数据体系进行职业预测: 不仅那些可通过标准化训练的人才如电话销售员会被大量替代(可替代率达 99.0%), “程式化强、重复性高”的高级脑力工作如会计师也会被大量替代(可替代率达 97.6%), 而只有那些强调“创新、沟通和深入思考”工作如软件开发人员被替代的可能性低(可替代率仅 8.0%)<sup>[3]</sup>。可见, 当前教育的重要任务就是培养创新人才。

创新人才的培养离不开个性化的教育方式。心理学家林崇德<sup>[4]</sup>认为, 创新型人才应具备创造性的个性品质。尊重个性品质的发展, 就是保护人才的创新能力。美国心理学家特尔曼对 800 名男性儿童做了长达 30 年的追踪调查, 发现成就较大的前 20% 群体与成就较小的后 20% 群体在性格、情感、兴趣、爱好、自我意识等个性特征方面存在显著差异, 前者的个性特征得到了充

分的发展<sup>[5]</sup>。由此可见,培养创新人才需正视并尊重智力水平、性格特征、兴趣爱好等个性差异,同时在遵循身心发展规律的基础上,选择最适宜的发展方式来促进个人成长。总之,创新人才离不开个性化的教育培养,未来教育必将走向个性化。

## 2 人工智能推动教育的个性化从理论构想到落地实践

教育个性化的第一步是实现学习活动的个性化,即能够根据学生自身的学习需求、学习经验、兴趣爱好、风格习惯、文化背景等个性化要素,结合国家教育方针与社会人才需求,量身定制学习内容、学习方法和学习计划。推动个性化学习需要掌握足够多的背景信息,并进行大量的数据建模分析和智能决策计算,才可能达成预期效果,鉴于其实现的复杂性,2015年新媒体联盟《地平线报告(基础教育版)》就将个性化学习列为具有相当困难的挑战性工作<sup>[6]</sup>。而随着深度神经网络的广泛应用、脑科学研究的不断进步与突破,在大数据、云计算等相关技术的支撑下,人工智能技术被快速地应用到社会各领域中,如面向教育领域的、基于人工智能的信息化系统(即“智能教育应用”)可充分利用教育行业大数据,通过不断学习顶级的专家知识体系,以达到一流专家的水平。据此,智能教育应用一方面可从海量的学生行为数据中,敏锐地识别每个学生的特点和诉求,并制定相应的学习策略;另一方面可从良莠不齐的海量学习资源中找到合适的学习内容,并推荐给学习者;最终,实现学习活动的个性化。由此可见,在人工智能的支撑与推动下,教育的个性化必然会由理论构想逐步转为落地实践,个性化也将成为智能教育应用发展的必然趋势。

## 3 人工智能教育应用的发展现状

作为个性化教育发展基础的教育信息化,近年来取得了长足进步,据《教育信息化“十三五”规划》统计:我国中小学的互联网接入率达到87%,多媒体教室普及率达到80%;优质数字教育资源日益丰富,信息化教学逐步普及;教师及学校管理者的信息化意识与能力显著增强<sup>[7]</sup>。随着教育信息化应用的普及与推广,传统的教育教学模式发生了很大的改变,促进了教育公平并提高了教育教学质量,但在应对教育个性化的挑战时仍显得有些力不从心,具体表现为以下三个方面:①学生的学习过程未能实现个性化,学生不能充分了解自己,教师又难以关注到每个学生,因此在课堂内外,即便有信息化应用的支持,也只能获得标准化的学习内容和学习策略指导;②教师的教学过程未能实现精准化,教师以一人之力难以从预习、听课、复习、自学、作业、考试等各类场景应用中,观察并掌握全班所有学生的个性特点、学习行为与学业成果,更不能精准地指导每位学生的学习;③学校的管理过程未能实现科学化,学校的各类数据分散在不同的业务系统之中,相互间数据未能融合,学校的决策管理过程难以得到数据的全面支撑,学校在数据割裂的状态下,也难以为教学精准化与学习个性化提供有力的管理支撑。

## 二 人工智能教育应用的发展对策与举措

鉴于人工智能时代教育应用的发展趋势与发展现状,智能教育应用必须在教育主场景中解决阻碍教育走向个性化的关键问题,才能真正推动个性化教育由理念到实践的发展。

### 1 用 AI 技术解决阻碍教育走向个性化的关键问题

①通过智能推荐引擎解决学习过程个性化的问题。智能推荐引擎一方面基于对学生数据的全面掌握,准确刻画学生的个性特征与学习需求;另一方面基于对学习资源内容和使用状况的智能分析,实现资源特性的标签化;最终根据每个学生的真实需求,智能化推送合适的学习资源,以实现学习过程的个性化。

②通过智能学情分析解决教学过程精准化的问题。智能学情分析技术一方面汇聚了单个学生的学习态度、学习风格、知识点掌握情况等信息，使教师能够精准掌握学生个体的学习需求；另一方面统计了班级整体的学习氛围状况、薄弱知识点分布、成绩分布等学情信息，使教师能够精准掌握班级整体的学习需求；最终为合理规划教学资源、恰当选取教学方式提供专业指导意见，实现教学过程的精准化。

③通过智能决策支持解决管理过程科学化的问题。智能决策支持一方面实现了校园数据的打通、汇聚与交换，形成学生、班级、学校多级数据体系；另一方面实现了校园数据的规整与加工，并基于业务场景创建校园数据仓库，创建分析、度量、诊断、预测等各类模型，生成可视化分析图；最终为学校管理者提供基于数据与模型的决策建议，以实现数据驱动的管理过程的科学化。

## 2 将解决个性化教育核心问题的 AI 技术打造成核心服务

为系统性提升教育应用对个性化教育的支撑能力，研究中将人工智能相关技术进行封装，并整合为开放服务，供面向具体教育场景的应用产品集成与调用，称为“智能教育核心服务”（Core Services for AI in Education），如图 1 所示。智能教育核心服务，依托“智能教育平台”提供的 AI 技术能力与大数据处理能力<sup>[8]</sup>，面向具体教育场景，提供“技术”与“业务”两大类服务。

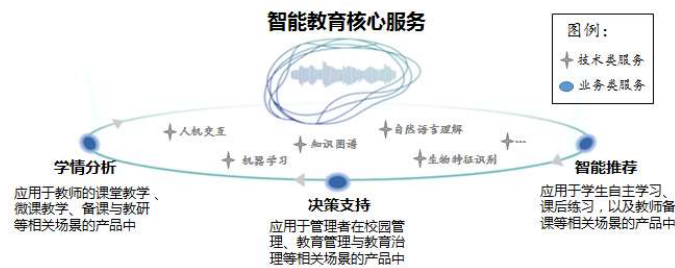


图 1 智能教育核心服务

### （1）智能教育技术类核心服务

该类服务面向具体的教育应用场景，从技术的角度实现对人工智能通用技术的封装与定制，使各类教育应用产品能够迅速集成交互界面友好、接口简单易用的 AI 技术与服务。从应用产品的角度来看，借助该类服务可以快速获得 AI 能力，因此也被称为“人工智能代理（AI Agent）”，其主要功能包括：①人机交互技术，指研究人和计算机之间的信息交换，包括语音合成、语音识别、情感交互等具体领域技术；②自然语言理解技术，指研究能实现人与计算机之间用自然语言进行有效通信的理论和方法，包括机器翻译、机器理解、问答系统等具体领域技术；③知识图谱技术，本质上是构建语义网络，指研究将各类信息连接在一起形成关系网络，并利用网络中的关系分析与解决问题的技术；④生物特征识别技术，指通过个体生理特征或行为特征对个体身份进行识别认证的技术，包括语音识别、指纹识别、人脸识别等具体领域技术等。

### （2）智能教育业务类核心服务

该类服务面向具体的教育应用场景，从业务的角度实现人工智能通用技术与业务流程的融合，以实现学习过程的个性化、教学过程的精准化和科学化管理过程的科学化等具体业务要求，使应用产品能够快速获得开展个性化教育的必要能力。从应用产品的角度来看，该类服务扫除了开展个性化教育的技术障碍，使应用系统可围绕服务展开业务，因此也被称为“人工智能助手（AI

Assistant)”，其主要包括以下三种服务：①智能推荐服务。在自适应考试、智能口语评测、全学科阅卷等人工智能技术的支撑下，充分利用用户的学业诊断数据、用户行为数据，并根据学生的学习目标、学习风格、学习习惯以及对知识点的掌握情况，通过用户画像、资源画像及构建知识图谱，实现学习资源的个性化推荐。该服务被广泛地应用于学生自主学习、课后练习等相关场景的产品应用中。②学情分析服务。实现了各类学情数据和教师教学数据的打通、汇聚、规整与分析，并在数据挖掘技术和学习分析技术的支撑下，使教师不仅能够全面掌握学生个人的学情信息，还能够全面掌握全班学生的学情分布状况。该服务被广泛地应用于包括教学预设、课堂教学、备课与教研等相关场景的产品应用中。③决策支持服务。基于用户教育管理数据、行为数据及相关行业数据，利用 BI (Business Intelligence) 分析、业务建模、数据可视化等技术手段，实现对管理决策活动的的数据支撑，并提供监控、模拟和模型预测等功能。该服务被广泛地应用于学校的校园管理、区域的教育管理与教育治理等相关场景。

#### 四 人工智能教育应用的实践案例

科大讯飞作为教育技术引领企业，通过人工智能、云计算、大数据等先进技术，为广大教育用户提供了覆盖“教、学、考、评、管”的全场景产品体系，且产品已在全国 10000 多所学校应用并形成体系。合肥市某省属重点中学（以下简称“该校”）主要在教育各场景中常态化应用了科大讯飞的智能教学、智能学习和智能管理系统，从而形成了一系列典型特色的人工智能教育应用案例。下面将以该校 2014 级的 35 个班、共 1937 名学生为例，介绍其人工智能教育的应用情况。采集的行为数据时段是 2016 年 2 月 22 日至 2016 年 7 月 5 日。

##### 1 智能教学系统的应用实践

智能教学系统集成了智能教育核心服务中的学情分析服务。该系统采集了班级所有学生的行为数据、基础信息数据和学业数据，并提交给学情分析服务；学情分析服务通过后台的大数据分析与智能技术处理，形成对学生个体与学生整体的画像，生成可视化的学情分析报告并提供给教师。教师根据学情报告中的各项指标数据，准确规划教学路径、精确设计教学策略，从而实现教学过程的精准化。智能教学系统的应用模式如图 2 所示。

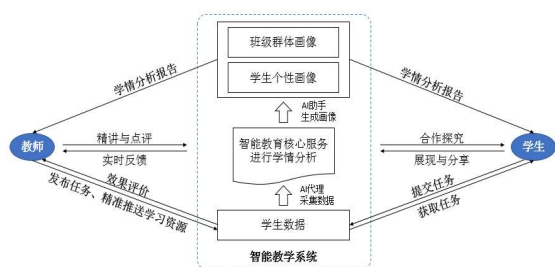


图 2 智能教学系统的应用模式

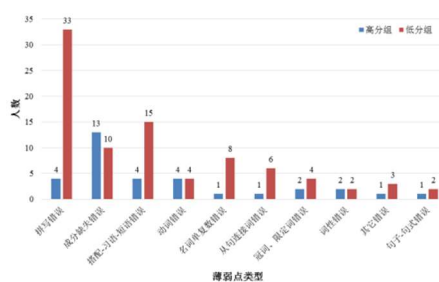


图 3 作文练习错误类型分析图

本研究以该校英语学科 C 老师某节作文课的智能教学过程为例，来介绍智能教学系统的应用，其具体过程是：①利用 AI 代理完成英语作文练习作业的批改与数据采集，并通过 AI 助手自动生成班级与个人关于本节课的学情分析报告。其中，学情分析包括各类分析指标，以图 3 所示的“作文练习错误类型分析图”为例，该指标可帮助 C 老师全面了解班级作文练习中的薄

弱点分布状况。②C 老师针对全班学情分析报告中出现的低分组高频薄弱点（如拼写错误）和高分组高频薄弱点（如成分缺失错误）进行精准讲评。③学生根据个人学情报告和老师讲评，在线对作文进行修改，包括订正原有错误、修改完善作文表达等。④学生修改完成后，AI 助手再次向 C 老师提供班级和个人报告、向学生提供个人报告，以让双方得到实时反馈和效果评价，便于学生及时更改、教师进一步推送资源。⑤通过上传、共享等方式，C 老师将修改后的优秀作文分享至全班，学生利用 AI 助手分组讨论并学习优秀作文的写作、词句表达等来取长补短、精准提升写作水平。借助于 AI 代理和 AI 助手，整个写作的教学过程由此实现精准教学的目的。

C 老师将此次英语作文教学重点放在教学设计上，并通过 AI 助手精准掌握学生学情，实现了以学生为主体的个性化教学；同时，借助 AI 助手，学生也获得了个性化作文的学习指导，他们在课堂上进行小组讨论、个性化练习作文，极大地调动了写作的积极性，也显著地提升了英语写作水平。据后期统计，在 2016 年 7 月初的月考中，该班的英语作文平均分较 2 月初的月考作文分数提高了 15%。

## 2 智能学习系统的应用实践

智能教学系统集成了智能教育核心服务中的智能推荐服务。该系统基于学生的基础信息和学情信息，进行数据挖掘，并通过行为建模、经历建模，结合学科知识点的行业建模生成学科知识图谱，为学生规划科学的学习路径，同时在自适应学习技术的帮助下，为学生智能化推荐教师 and 系统提供的微课资源、试题资源、课件资源和其它学习资源，辅助学生进行个性化学习。智能学习系统的应用模式如图 4 所示。



图 4 智能学习系统的应用模式



图 5 M 同学使用智能学习系统后准确率对比

本研究以该校 2014 级 M 同学的数学学习过程为例，来介绍智能学习系统的应用，其具体过程是：①AI 代理通过图文识别等技术，自动收集 M 同学平时的习题练习数据与考试测试数据，并借助 AI 统计其薄弱知识点，完成对 M 同学的认知诊断。②基于散落的知识点并结合知识点学习的先后次序关系，AI 助手构建了 M 同学的学情知识图谱，通过图谱可以找出 M 同学的元认知缺失情况，并形成可视化的学习效果，效果可用图谱上的不同颜色节点来表示，由此也就形成了 M 同学数学学习的个性化路径。③AI 助手根据个性化路径，按知识点先后次序有针对性地向 M 同学推送数学微课视频与巩固性习题；在完成推荐的资源后，M 同学再次进入“数据收集—诊断建模—个性化推荐—数据再收集”的个性化线上学习闭环。④在线下，数学老师通过 M 同学不同颜色的学情知识图谱，针对其薄弱知识点进行教学、布置任务等，形成线下学习微循环。由此借助于 AI 代理和 AI 助手，M 同学用线上线下、集中和自主等多种学习方式补齐自

身短板，展开个性化学习。

在 2016 年 3 月~6 月期间，M 同学使用智能学习系统后学习效果显著：一方面，在题量相近时，个性化作业的准确率（0.88）明显高于非个性化作业的准确率（0.522），且整个班级的答题准确率平均提升 21.6%，具体如图 5 所示；另一方面，M 同学在 7 月初的的数学月考中分数提升 15.2%，而同期统计的一个月作业时间却相对减少 31%。由此可见，使用智能学习系统进行个性化学习，对提高答题准确率、减少作业负担、提升学习效果有明显作用。

### 3 智能管理系统

智能教学系统集成智能教育核心服务中的决策支持服务，主要包括分析：①数据采集工具采集区域或学校内的教学、学习、考试、管理等场景数据，并提供给数据加工系统进行存储、加工，生成用户画像，进行相关业务建模；②数据应用系统在数据可视化等技术手段的支撑下，将数据进行集成展示；③数据分析系统提供监控、预测和模拟等功能，辅助管理者进行学校或区域的教育管理和教育治理。智能管理系统的应用模式具体如图 7 所示。



图 7 智能管理系统的应用模式

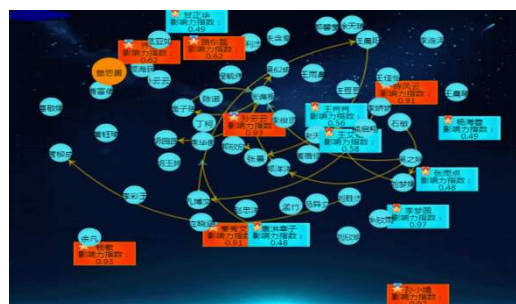


图 8 师、生的影响力指数

在实际应用中，学校管理涉及面广，故本研究仅以管理领域内的师生管理为例，并以该校 2014 级学生为对象，具体的智能师生管理过程是：①利用 AI 代理收集学生对教师发布微课的评论、点赞数，学生对老师的私信数，对教师公告信息的回复数，学生间相互作业批改、相互提问以及私信数等互动数据。②利用 AI 助手对原始互动数据进行加工，获得标准化的师生互动数据，并进行师生画像，构建该校的师生社交网络；在该网络中，师、生以节点表示，不同节点间的连线表示不同的师生、生生互动关系，节点连接数与连接比例可表示互动的积极程度。③通过 AI 助手，利用图挖掘算法找到社交网络中最具影响力的学生与老师，计算出师、生的影响力指数，如图 8 所示。④根据可视化的师生、生生关系，以及数量化的师、生影响力指数，该校管理者在 AI 助手的支持下做出相应的教育管理制度调整，如针对影响力指数较大的前 5 位教师进行试管理：建立相应激励机制，大力加强教学推进工作；建立相应教学资源调控制度，合理规划资源并提升教学效果；建立相应校内师生申诉制度，及时反馈并解决教学困难。

在 2016 年 7 月初，学校管理者对师生试管理成效进行了统一调查：通过统计并分析学生成绩发现，5 位教师所教班级学生的平均成绩在全校排名上均有所提升；通过相关问卷调查发现，学生对该 5 位教师的角色认同感获得显著提升；通过对师生的情绪调查发现，学生与教师的负面情绪在逐步消减，而学习积极性与教学积极性则有了显著提升。

## 五 结语

人工智能技术在教育领域的广泛应用,为传统的学校教育注入了新的活力,推动了教学、学习与管理模式的变革,也使得教育在一次又一次的模式变革中不断由量变走向质变。可以预见的是,学校将由宣讲式的大班教学模式,逐渐走向更能培养创新精神的、以学生为中心的个性化学习模式。在人工智能时代,或将可以真正实现我们长久以来梦寐以求的个性化教育和因材施教。

## 参考文献

- [1]李立国.工业 4.0 时代的高等教育人才培养模式[J].清华大学教育研究,2016,(1):6-15.
- [2]徐广林,林贡钦.工业 4.0 背景下传统制造业转型升级的新思维研究[J].上海经济研究,2015,(10):107-113.
- [3]BBC. Will a robot take your job?[OL]. <<http://www.bbc.com/news/technology-34066941>>
- [4]林崇德,罗良.建设创新型国家与创新人才的培养[J].北京师范大学学报(社会科学版),2007,(1):29-33.
- [5]郭广生.创新人才培养的内涵、特征、类型及因素[J].中国高等教育,2011,(5):12-15.
- [6](美)L·约翰逊.2015 年地平线报告(基础教育版):技术驱动教育变革[J].人民教育,2015,(17):71-74.
- [7]教育部.教育部关于印发《教育信息化“十三五”规划》的通知[OL]. <[http://www.moe.edu.cn/srcsite/A16/s3342/201606/t20160622\\_269367.html](http://www.moe.edu.cn/srcsite/A16/s3342/201606/t20160622_269367.html)>
- [8]王亚飞,刘邦奇.智能教育应用研究概述[J].现代教育技术,2018,(1):5-11.

## The Development Trend and Practice Case of Application of Artificial Intelligence in Education

WU Xiao-ru      WAGN Zheng

(IFLYTEK CO.,LTD., Hefei, Anhui, China 230088)

**Abstract:** First of all, the article starts from the perspective of the demand for talents in the social development in the era of artificial intelligence, and points out that individuation is the inevitable trend of the development of educational application in the era of artificial intelligence, and it also describes the current situation of the development of educational application and points out that artificial intelligence technology has promoted individualized education from concept to practice. Then it describes the core services for AI in education, which promotes the development of individualized education from three aspects: learning individualization, teaching precision and management scientific. Finally, the application integration and case practice of the core services for AI in education in user terminal products are introduced.

**Keywords:** artificial intelligence; AI in education; individuation; core services for AI in education; AI assistant

\*基金项目: 本文为国家语委“十三五”重大课题“智能语音及人工智能技术在语言学习中的应用研究”(项目编号: ZDA135-4)的阶段性研究成果。

作者简介: 吴晓如,科大讯飞股份有限公司轮值总裁兼教育 BG 总裁,博士,研究方向为人工智能、现代教育技术应用、智能教育,邮箱为 xrwu@iflytek.com。

收稿日期: 2017 年 12 月 25 日

编辑: 小西





# 人工智能在儿童学习障碍教育中的应用研究综述\*

王永固<sup>1</sup> 王蒙娜<sup>1</sup> 李晓娟<sup>2</sup>

(1.浙江工业大学 教育科学与技术学院, 浙江杭州 310023;

2.浙江财经大学 心理健康教育与咨询实验教学中心, 浙江杭州 310018)

[摘要] 人工智能(AI)技术在儿童学习障碍领域的应用日趋丰富。但相关文献内容显示,目前国内外仍缺少对该领域的系统性综合研究。通过概述人工智能技术的发展、学习障碍的含义、成因和分类,分析人工智能技术在儿童学习障碍教育中最有代表性的应用研究,包括诊断、干预、评估和服务四个方面。研究发现:人工智能技术能够改善患有阅读障碍、书写困难、数学障碍、自闭症等儿童的病症,能够作为克服学习障碍的技术手段,服务于学习障碍儿童的教育。通过总结人工智能技术应用于儿童学习障碍教育的研究现状及其趋势,可以为相关研究提供有益的借鉴和参考。

[关键词] 人工智能;AI;学习障碍;诊断;干预;评估;服务

[中图分类号] G420 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2018)01-0072-08

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2018.01.007

## 一、引言

人工智能(Artificial Intelligence, AI)是涉及众多领域的一门交叉学科,其目的是使机器能够拥有像人类一样的思考能力。进入21世纪以来,人工智能技术逐步成熟,应用领域越来越广泛,教育领域就是其中之一。在教育领域,国内外众多研究者积极开展人工智能技术在儿童学习障碍领域的研究,并取得了突破性的进展。Hilles和Naser<sup>[1]</sup>的研究表明,人工智能技术能够为学习者探索学习任务提供有效的指导,使学习过程更加适合学习者的学习特点。目前,学习障碍儿童的数量越来越多,儿童学习障碍成为教育学、心理学和临床医学共同关注的一个科学难题,已严重影响了学习障碍儿童的学业成绩和核心素养发展。

可喜的是,在过去十年中,国内外很多学者和研究机构开始探索人工智能技术应用于儿童学习障碍研究,并取得了丰富的理论和应用研究成果。但是,笔者查阅国内外的文献数据库发现,到目前为止,国内外学术界尚缺少人工智能在儿童学习障碍教育中的系统性研究综述,这将影响人工智能技术在儿童学习障碍领域的深入研究。

鉴于此,本文以“人工智能”和“学习障碍”为关键词,查阅Elsevier Science Direct、Springer Link、Wiley-Blackwell、SAGE、Google学术和CNKI等全文数据库,检索相关学术论文49篇。基于以上文献数据对国内外相关研究进行文献分析,综述相关研究的现状,预测未来发展趋势,以期推进人工智能技术在儿童学习障碍教育中的应用研究。

## 二、国内外相关理论框架

### (一)人工智能技术

自1956年人工智能被提出以来,其技术的发展,经历了最初发展的热潮,到20世纪70-80年代进入发展的低谷期,再到90年代的缓慢发展等几个阶段,近几年又重新引起了人们的关注。特别是,2016年基于深度学习的AlphaGo战胜了围棋世界冠军李世石,再一次激起了人们对人工智能的兴趣。现在,人工智能已经被视为推动社会快速稳定发展的主要核心技术力量之一<sup>[2]</sup>。目前,人工智能在某种程度上为人类的生活与工作带来了极大的便利,并占据越来越重要的地位。人工智能研究的领域广泛,涉及如机器视觉、人脸识别、指纹识别、虹膜识别、视

\*基金项目:本文系国家社会科学基金“十三五”规划2016年度社会学一般课题“残障儿童·家庭—社会”融合型关爱长效机制构建及制度创新研究”(16BSH139)的研究成果。

网膜识别、智能搜索、专家系统等内容。这些人工智能都具有较低智能化程度,由于不具备人类随机应变的能力,只能按照事先编译好的指定程序对机器下达命令。但随着科学技术的快速发展,未来的人工智能技术将会达到一个新的高度。但其具体发展方向并不是人为所能控制的,而是根据时代发展的需要必然会出现的<sup>[3]</sup>。

## (二)学习障碍的含义

“学习障碍(Learning Disability, LD)”一词是指广泛的困难所导致的学习问题<sup>[4]</sup>。学习障碍通常由未知的因素造成,这些未知因素影响大脑接收和处理信息的能力,导致学习障碍儿童无法像正常发展儿童一样快速学习。Julie 和 Balakrishnan 认为,学习障碍是一种影响儿童大脑的神经系统疾病,削弱了儿童执行一项或多项特定任务的能力<sup>[5]</sup>。学习障碍与阅读或写作能力不足有关,是精神发育迟滞的一种精神疾病。Jordan 等人认为,受学习障碍影响的儿童在行动不迟钝、智力也不迟钝的情况下,他们可以有正常或高于平均水平的智力。虽然他们可能在阅读、识字或数学方面存在障碍,但这并不意味着学习障碍儿童不聪明。在现实中,个别的学习障碍儿童比普通儿童更具智慧<sup>[6]</sup>。学习障碍因个体而异,不同学习障碍儿童表现出不同的学习问题,目前,学习障碍仍无法治愈,但在正确的帮助下,学习障碍儿童能成功的学习。

“学习障碍”一词最早由美国 Samuel·Kirk 在 1963 年知觉障碍儿童基金会的研讨会中提出,由于得到众多学者的认同,“学习障碍”一词就统一了过去对这类障碍的各种名称<sup>[7]</sup>。1975 年,“学习障碍”一词得到美国《所有残疾儿童教育法》(94-142 公法)的认可,该部法律强调学习障碍是指与注意、记忆、理解和运用语言有关的一种或几种基本心理过程的异常,导致儿童在听、说、读、写、思考或数学运算方面有显著的学习困难。这些异常包括书写障碍、轻微脑功能失调、阅读障碍和语言障碍等情形。但是,学习障碍不包括因动作障碍、视觉、听觉、智能不足或社会文化、环境、经济等不利因素所造成的学习问题。此后,“学习障碍”一词得到社会的广泛认可并成为教育学、心理学和儿童精神病学等领域共同研究的课题<sup>[8]</sup>。

到目前为止,虽然关于学习障碍的定义有很多,但它们并无实质的不同。其中影响较大、运用范围较广的是学习障碍委员会 1981 年的定义,它将学习障

碍定义为:“一组由内外因素综合作用导致的异常,表现在听、说、读、写、思考、推理或计算能力的获取和使用上存在问题”<sup>[9]</sup>。在学术界未对学习障碍进行统一明确的界定前,常把“学习障碍”与“学习困难”两个词混用,然而两者在范围上不完全相同,后者较前者范围更加广泛,还包括由于智力不足、文化、环境、经济等不利因素所造成的学业不良。

目前我国学术界对学习障碍尚未有统一的定义。在前人文献的基础上,本研究将学习障碍(LD)概念界定为:(1)学习障碍儿童在听、说、读、写、思考、数学运算等方面存在显著的学习困难;(2)学习障碍儿童基本不存在智能不足现象,有些甚至比正常儿童聪明;(3)其原因是个体内在的脑伤、轻微脑功能失调所致;(4)大多数学习障碍儿童在社交技能方面有明显缺陷;(5)需要排除由于智能不足、听觉障碍、视觉障碍、动作障碍等或由于受文化、环境、经济等不利因素的影响,未能接受正规教育的原因所造成的学习方面的障碍。

## (三)学习障碍的成因

在内部因素方面,儿童学习障碍的成因包含学习动机、意志力薄弱和归因等三个方面:50%的学习障碍儿童对学习不感兴趣,缺乏正向的学习动机;学习障碍儿童难以克服学习过程中出现的困难,遇到问题容易退缩,缺乏正面应对的勇气;在归因方面,学习障碍儿童常把成功归因于难度低或运气等外部不可控因素,而把失败归因于能力或智力等内部不可控因素,这使其将困难看作是对自身能力的威胁,常常采用逃避的方式处理。

在外部因素方面,儿童学习障碍的成因包含家庭环境、外部态度和社会文化环境等三个方面:一是家庭环境影响,良好的家庭环境和民主的教养方式为儿童提供更多的互动和学习支持,儿童更容易对学习产生浓厚的兴趣,没有厌学情绪,不易出现学习障碍<sup>[10]</sup>;二是学校教师教学态度和期望的影响,学校环境对儿童产生一定的影响,教师的言行、教学方法对儿童有重要的影响,若教学方法不当,儿童容易丧失学习乐趣<sup>[11]</sup>;三是社会文化环境,发达地区的学习障碍儿童的数量明显低于文化落后地区儿童的人数,社会文化环境影响儿童的发展<sup>[12]</sup>。

## (四)学习障碍的分类

儿童学习障碍的表现因人而异,不同的儿童表现出不同的学习问题,因此给儿童学习障碍的分类带来一定的困难。到目前为止,学术界尚没有形成一



致的分类标准。其中,学术界主要采纳美国学者 Kirk 在 1989 年提出的学习障碍的分类。Kirk<sup>[13]</sup>将儿童学习障碍分为两大类,即发展性学习障碍(Developmental Learning Disabilities)和学业性学习障碍(Academic Learning Disabilities)。

发展性学习障碍是指儿童在正常发育过程中在知觉、视觉、听觉和语言功能等方面出现异常,多与大脑信息处理过程的问题有关<sup>[14]</sup>,包含五种类型:(1)视听觉障碍(Visual Perception or Auditory Perception Disabilities):听觉障碍影响儿童的阅读、写作和拼写的能力,视觉障碍儿童难以分辨物体形状和颜色的细微差别,无法识别字母和数字。(2)记忆障碍(Memory Disabilities):再现所见所闻或亲历过的事件时的障碍。(3)运动障碍(Motor Disabilities):指儿童在身体的协调方面存在问题,包括粗大的运动技能(奔跑、跳跃)和精细的运动技能(写作、绘画)。(4)认知能力障碍(Cognitive Disability):指在记忆、语言、计算、视觉空间、理解判断等方面存在一项或多项受损,影响个体学习和日常生活。(5)语言障碍(Language Disabilities):儿童的语言能力发育迟缓、复述故事的能力差、言语的流畅度低,在理解词语和句子含义方面存在困难。

学业性学习障碍是指儿童在阅读、写作和计算等能力存在异常,学习障碍儿童的阅读能力、写作能力、计算能力低于正常发展儿童。首先,阅读障碍有两种类型,一种是难以理解字母和单词之间的关系;另一种是无法掌握单词、短语和段落含义。其次,写作障碍包括两种类型:一种是在形成文字和单词本身方面存在障碍;另一种是在文字意思的表达方面存在障碍。最后,儿童的计算障碍因人而异,一个儿童的计算能力会受到语言学习障碍、视觉障碍或记忆障碍等困难的影响。计算障碍儿童可能在组织数字、操作符号的顺序方面存在困难,例如,儿童在 $5+5=10$ 和 $5 \times 5=25$ 这两个算式中的计算符号区别障碍即可能受到视觉障碍的影响。

### 三、人工智能在儿童学习障碍教育中的应用

学习障碍儿童常常表现为在听、说、读、写、理解、社交等方面存在缺陷,身心处于低能、失能和不能的状态,这不利于他们的学业成绩和核心素养发展。从需求和适配度层面来看,学习障碍儿童在听觉能力、语言理解能力和社交能力等方面的发展,更需要人工智能技术的介入、辅助和支持<sup>[15]</sup>。认知科学家

和人工智能先驱 Minsky 指出,人工智能可以根据个体特定的情境及其需求开发出个性化的教学机器。这通过与学习障碍儿童进行对话,帮助学习障碍儿童理解问题或达到某个目标<sup>[16]</sup>。

近年来,人工智能开始应用于儿童学习障碍教育领域中,作为优化和提升学习障碍的诊断、干预、评估和服务四种关键应用的方法和技术,可以促进学习障碍儿童学业成绩的提高,帮助学习障碍儿童核心素养的改善。

#### (一)诊断

全国健康访问调查(2004年)数据显示,我国约有8%的儿童和青少年存在学习障碍<sup>[17]</sup>。目前,由于对儿童学习障碍尚没有明确的诊断标准,所以对其的诊断仍是一个难题。美国的心理、教育和医疗领域的工作者主要基于儿童的知识 and 学业成绩的差异,来评断其是否患有学习障碍。已有研究证明,人工智能技术可以用于儿童学习障碍的诊断,且具有良好的效果。基于国内外相关研究文献分析,本研究发现,儿童学习障碍诊断可采用人工智能技术的算法、应用模型和系统平台进行。

1. 提出儿童学习障碍诊断的 AI 算法,可以提高儿童学习障碍的诊断精度

目前,学术界提出两种儿童学习障碍诊断的 AI 算法,分别是深度学习算法和支持向量机 SVM 算法。2008年,Wu 和 Huang 等人提出使用人工神经网络分类器诊断学习障碍,通过实验研究证明,人工神经网络分类器能诊断出超过50%的学习障碍儿童,优于基于统计技术的传统诊断方法<sup>[18]</sup>。随后,Anuradha 等人使用“SVM”人工智能算法开发出更准确、更省时的注意力缺陷多动障碍(ADHD)诊断平台。该平台的 SVM 模块提供医生用来诊断病症的问卷调查,通过使用 SVM 算法来诊断儿童是否患有注意力缺陷多动障碍(ADHD)<sup>[19]</sup>。由此可见,AI 算法能够提高学习障碍儿童诊断的精度。

2. 构建儿童学习障碍的诊断模型,探索学习障碍儿童智能诊断的新方法

1990年,Geiman 和 Nolte 提出了儿童学习障碍分类的专家系统模型<sup>[20]</sup>。2008年,Arthi 和 Tamilarasi 报道了一种基于人工神经网络(ANN)技术的自闭症诊断模型,该模型将原始的自闭症数据转换成合适的模糊值,并将这些数据作为神经网络的输入;该诊断模型采用了较为成熟的 k-近邻算法,用于预测儿童自闭症的研究中<sup>[21]</sup>。2013年,徐影、李怀龙和谢家

奎等结合学习障碍诊断领域的知识特点、专家问题求解的思维过程和推理过程的特点,开发了适合于学习障碍诊断的推理模型<sup>[22]</sup>。在该模型中,用户首先输入自己的病症,进入诊断推理程序,接着系统将输入的个人症状与专家系统中数据库进行初步匹配,然后向用户呈现诊断结果,包含学习障碍的相关信息,最后向用户推荐对应的干预治疗方法。

3. 开发儿童学习障碍诊断的专家系统,学习人类专家诊断学习障碍的思维与经验

2003年,Georgopoulos等人提出特定言语障碍诊断的模糊认知图(Fuzzy Cognitive Map, FCM)方法。模糊认知图是一种使用符号来描述和建模复杂系统的软计算方法,其目的是为专家医生提供一个特定言语障碍与阅读障碍和自闭症的鉴别诊断。因为在许多情况下,言语障碍具有与其他学习障碍相似的症状而难以辨别。该系统在四个临床病例中进行测试,取得令人满意的结果<sup>[23]</sup>。2006年,Wu和Meng等人开发了第一个诊断学习障碍的人工智能“专家系统”,其目标是模拟人类专家求解问题的思维过程,以解决学习障碍诊断中的各种问题<sup>[24]</sup>。2009年,Hernández等人介绍了一个诊断儿童学习困难的专家系统,该系统包括一系列心理学评估策略组成的知识库。研究者试图找出输入变量(年龄,性别,教育水平)和输出变量(精神运动方面、智力方面)之间的关系。该专家系统能为其用户提供认识学生心理素质的可能性,研究结果发现,80%的评估人员认为该系统能高效地诊断儿童的学习障碍<sup>[25]</sup>。2012年,ElSayed研制了一个用于学习障碍儿童诊断的智能代理分类系统。该系统为提供学生的教育学和心理学特征,也能产生最佳的教育活动解决方案。该系统为班主任提供了讨论心理功能和学习技能的工具,在该系统的语义网络知识库中包含一系列策略支持心理和教学的评估。教师可根据专家分类知识库中获取的样本得到争端经验,对学习障碍儿童进行分类<sup>[26]</sup>。

## (二) 干预

一个可靠而有效的诊断是帮助儿童克服困难的的第一步,诊断的目的是为了干预过程的开展。干预是学习障碍儿童教育的重要组成部分,因为干预过程能够更加明确地指导学生的学习。目前的一个重要研究方向是使用人工智能技术对学习障碍儿童进行干预教育。研究发现,大部分研究围绕运用人工智能技术开发系统平台对学习障碍儿童进行干预的主题展开。根据学习障碍儿童的分类,我们将系统分为发展性

学习障碍干预系统和学业性学习障碍干预系统。

1. 发展性学习障碍干预系统解决儿童的视听觉、注意力、认知能力、记忆、言语等发展性障碍问题

2003年,Schipor等人创建了一种基于模糊专家系统的言语治疗(CBST)系统,使用模糊专家系统开发其架构,帮助言语障碍儿童获取最佳治疗方案,向言语障碍儿童提供更多的干预时间<sup>[27]</sup>。2006年,Sebe等人基于视觉和音频线索实现情绪联合识别,这种人机交互应用系统不仅能够识别六种基本情绪,包括快乐、惊喜、愤怒、厌恶、恐惧和悲伤,而且能识别其它情感状态,包括兴趣、无聊、混乱和沮丧。该研究对患有言语障碍和情绪障碍的自闭症儿童提供积极有效的干预训练<sup>[28]</sup>。

2007年,Riedl等人设计了一个帮助高功能自闭症谱系障碍儿童学习社交技能的智能系统。该系统通过呈现社交场景游戏,例如,支持儿童以角色扮演的方式完成社会情境中的任务,采用人工智能技术减少专家应用干预策略时手动创作的负担,取得了显著的干预成果<sup>[29]</sup>。2008年,Drigas等人在实施“Dedalos”项目中,面向以英语为第二语言的听觉障碍儿童,采用智能分类系统评估学生的言语能力,动态设置教学内容,为听觉障碍儿童的学习提供一个完整的支持系统,消除他们的入学障碍<sup>[30]</sup>。2016年,Galina和Assem等开发了视觉障碍儿童远程智能学习系统,该系统考虑视觉障碍儿童的心理、生理特征和学习信息,采用智能统计方法处理多维数据,为视觉障碍儿童的远程学习提供智能化的学习环境<sup>[31]</sup>。

2. 学业性学习障碍干预系统解决阅读、拼写、书写、数学等学习活动的心理障碍

2001年,Melis等人介绍了一种基于Web的ActiveMath数学智能辅导系统(ITS),用于数学学习障碍儿童。ActiveMath允许儿童在自己觉得舒适的环境中学习,使用人工智能技术生成自适应课程,学生可以建模、反馈以及互动练习。在ActiveMath中,儿童通过对自己掌握的概念进行自我评估来启动他/她的学生模型,然后选择学习目标和场景,并根据自己掌握程度调节课程,“眼睛追踪器”能详细追踪儿童的注意力和阅读时间。对该系统多年的实验研究证明,智能辅导系统(ITS)在数学学习障碍儿童的学习过程中具有积极的干预作用和效果<sup>[32-34]</sup>。2010年,Gonzalez等人设计了一个用于检测分析数学问题中错误的自动平台,支持学生个性化反馈。该方法



适用于所有学生,尤其是那些有特殊教育需要的学生,如,唐氏综合症患者的加法和减法算术运算。该系统的错误检测算法,能够收集、分析学生和平台之间的交互数据,然后把输出提供给教师。此外,该系统还包含教学策略模型,将学生在练习中所犯的一系列错误返回给学生,帮助学生认识到他们自己的错误。该系统在患有唐氏综合症儿童的实验结果中获得证实,其能帮助学习障碍儿童在数学练习中获得较高的正确率<sup>[35]</sup>。

2010年,Baschera和Gross开发一款面向拼写障碍儿童的适应性拼写训练系统。该系统基于推理算法观察儿童的错误行为,评估每个规则对学生的难度,引导学生重复训练拼写错误的单词。对该系统在两个大规模的用户研究中进行测试,结果显示,拼写障碍儿童经过一段时间训练后,其拼写错误率显著降低<sup>[36]</sup>。2013年,Adalberto等人提出了一种旨在使用人工智能技术帮助教师、心理学家和教育家支持阅读障碍儿童学习的方法。该方法可以适应每位儿童的个体需求而产生相应的学习任务。在任务执行的同时,机器学习系统将收集和数据处理数据,分析学生在阅读和写作时的学习过程,模糊系统将根据机器学习系统收集的数据提出适当的任务,进而输出一个适应性的任务,激励阅读障碍儿童执行相应的阅读任务<sup>[37]</sup>。

### (三) 评估

学习障碍会导致儿童难以学习和使用某些技能。调查发现,学习障碍对入学儿童的影响率为15%,因此,对学龄前和学龄期儿童进行学习障碍评估是一项重要且急迫的工作。基于儿童学习障碍的成因和分类,学习障碍儿童的症状具有高度相似性,因此,学习障碍儿童评估需要选择合适的评估工具。文献分析发现,国内外已有学者将AI应用于学习障碍儿童的评估工具中。通过AI评估工具来帮助教师或家长观察孩子的学习水平,能提高教师或家长的评估能力,使学习取得良好的成效。本部分介绍人工智能中算法、模型、系统在学习障碍儿童评估中应用研究。

#### 1. 应用人工神经网络(Artificial Neural Network, ANN)评估和预测学习障碍儿童

人工神经网络是20世纪80年代以来人工智能领域兴起的研究热点,在儿童学习障碍评估中应用逐步深化。2008年,Pavlopoulos等采用神经网络方法支持学生开展自我评估,借助计算机程序逐步

优化。在该研究中,记录和分析了学生在虚拟学习环境中单个和多个问题中的答案,评估了五个学习领域的答案:语法/句子结构、阅读、写作、字母识别和字母顺序和拼写/词汇。研究结果发现,应用虚拟学习环境的遗传编程神经网络(GPNN)方法对所有在上述领域存在障碍的学生都是有效的,并且特别适用于身体或感觉障碍的个体<sup>[38]</sup>。2010年,Kohli提出了一种使用人工神经网络(ANN)识别诵读困难的方法,这是首次尝试人工智能解决儿童阅读障碍识别的应用。该项研究对2003-2007年间潜在阅读障碍学生的评估结果进行测试,测试输出的实验结果发现,使用测试数据获得的初步结果相当准确,该平台能应用于实际的阅读障碍儿童的预测评估<sup>[39]</sup>。2013年,David和Balakrishnan报道了人工神经网络(Artificial Neural Network, ANN)和自适应神经模糊推理系统(Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, ANIFS)两种智能方法以预测适龄儿童的学习障碍,并为学习障碍儿童预测开发了有效的工具<sup>[40]</sup>。

#### 2. 基于人工智能构建应用模型开展儿童学习障碍评估

2004年,Rebolledo-Mendez和Freitas提出NeuroSky MindSet(MS)应用模型,MindSet是美国NeuroSky公司推出的基于其先进的BCI技术的一款“意念耳机”,能适用于所有人群,尤其可被应用于注意力缺陷多动障碍(ADHD)儿童。NeuroSky由带有三个电极的头戴式耳机组成,能够读取儿童脑电信号作为输入以评估儿童的注意力水平。该应用模型在大学一年级本科生的测试结果表明,测量结果和被试自我报告的注意水平之间存在正相关<sup>[41-42]</sup>。2009年,Jain等人提出了一种基于感知器的学习障碍检测器模型(Perceptron based Learning Disability Detector, PLEDDOR)。该模型是一个人造神经网络,使用基于课程的测试可以识别儿童的阅读障碍、书写障碍和数学障碍<sup>[43]</sup>。该系统在印度240名儿童的测试结果表明,该模型能够有效地评估学生的学习障碍。

#### 3. 基于人工智能系统收集的学习任务和社交活动数据开展儿童学习障碍评估

2007年,Livne介绍了一种自动评估学生数学问题答案的在线解析系统。在学习期间,学生被要求提供数学问题的答案,解析器分析学生提供的答案,立即反馈他们的错误,并提供准确的评分,该系统适合数学学习困难和学习障碍学生<sup>[44]</sup>。2009年,Dawn

等人提出使用行动研究方法开发了一个基于 Web 的集体智能应用程序系统(DDtrac)。DDtrac 系统允许教师收集学生在学习任务和社交活动中的数据,并分享有关的见解,用于评估学习障碍学生的进步程度和学习支持改善决策。该研究在 40 名特殊教育专业人员的调查结果表明,与发育障碍人士合作的教育工作者、临床医生、家庭、父母或其他专业人员可以从实时数据跟踪和决策支持中获得由 DDtrac 应用程序提供的有效教学反馈<sup>[45]</sup>。

#### (四) 服务

结合学习障碍儿童的学习支持需求,随着移动互联网、云计算和大数据等新技术的发展,人工智能技术应用将依托云计算和大数据向学习障碍儿童、教师和家长提供越来越个性化的学习支持服务。

1. 基于云计算的人工智能技术为学习障碍儿童提供更智慧的学习支持服务

基于云计算,利用语音识别技术、图像识别技术和移动 APP,人工智能技术能够更好地服务于学习障碍儿童。2010 年,基于讯飞开放平台面向阅读障碍的争渡软件,实现通过语音操作电脑,帮助实现读屏功能,在国内供阅读障碍者访问互联网使用;讯飞与香港失明人协进会(NVDA)联合开发的粤语版读屏软件,成为粤语区阅读障碍者的学习软件。2015 年,讯飞推出“听见”产品,将老师教学演讲内容完整的转成文字,并在课堂上实时展示,辅助听力障碍儿童更好的理解教学内容。目前,该软件已在多个特殊学校的课堂情境中应用,相较于原来的手语教学,现场语音识别极大地扩展了课堂的信息量,对听力障碍儿童教学提供了沟通与交流的便利。

综上所述,云计算汇聚了人工智能技术的分布式计算能力,共享互联网的海量学习障碍相关资源<sup>[46]</sup>。在移动网络中某个节点输入学习障碍儿童病症时,基于云计算的人工智能技术能够快速准确的查找出某一类学习障碍儿童的成因和症状,甚至模拟学习障碍儿童的神经系统受损情况,提供与其相匹配的诊断结果和干预方法,为学习障碍儿童的干预训练提供强有力的技术支持。

2. 基于大数据的人工智能技术能为学习障碍儿童提供更精准的学习支持服务

目前国内外学者普遍认为,“大数据”是继云计算和物联网之后的 IT 产业的又一次重大技术变革<sup>[47]</sup>。在学习障碍儿童的教育中,基于大数据的人工智能技术的应用体现在三个方面:一是根据学习障

碍儿童自身的学习需求,基于原始数据提供给儿童适合其能力的学习内容;二是持续采集学习障碍儿童在学习过程中生成的数据,针对儿童在学习过程中的障碍问题,形成适合每位儿童自身发展的干预措施<sup>[48]</sup>;三是记录儿童在学习过程中的行为数据,这些数据表面看起来毫无规律,但当数据累积到一定程度时,对这些数据进行分析,就能找出学习障碍儿童的行为规律。因此,基于学习障碍儿童的学习行为大数据的挖掘、分析和建模,能够更准确地把握学习障碍儿童的个体特征,从而精准的诊断、干预、评估和服务学习障碍儿童。

#### 四、结论与展望

本研究检索国内外人工智能技术在儿童学习障碍教育中的相关研究文献,分析人工智能技术在学习障碍儿童的诊断、干预、评估、服务四个方面的应用:(1)人工智能中的 SVM 算法、深度学习算法、诊断模型和专家系统已应用于学习障碍儿童的诊断中,以提高学习障碍儿童诊断的精度。(2)基于人工智能技术的发展性学习障碍干预系统和学业性学习障碍干预系统已得到较多的应用,用于提升学习障碍儿童干预教学的质量和效率。(3)神经网络算法、应用模型和智能系统作为儿童学习障碍评估的方法和工具,以增加学习障碍儿童评估的精度。(4)基于云计算和大数据的人工智能技术已被应用于学习障碍儿童学习支持服务中,以提升学习障碍儿童支持服务的智慧度和精准度。由此可见,人工智能技术有助于准确的诊断和预测儿童学习障碍,为学习障碍儿童干预与评估提供智能化和个性化的干预方法<sup>[49]</sup>,提供更加智慧和精准的学习支持服务。

目前,从人工智能技术在正常发展儿童教育中的应用来看,人工智能技术实现教育教学的自动化、网络化、智能化和个性化的研究越来越多。但是,人工智能技术在儿童学习障碍领域中的研究文献和研究成果相对偏少,研究问题和范围相对较小<sup>[50]</sup>。鉴于此,未来的研究应将人工智能领域最新的研究方法和技术应用于特定学习障碍儿童中,结合学习障碍儿童的特征和学习需求,优化现有的人工智能算法,深化人工智能技术在特定学习障碍儿童的诊断、干预、评估和服务中的应用研究,优化现有的 SVM、ANN 和深度学习等算法,设计更有效的诊断、决策和评估模型。基于云计算和大数据研制智能系统,帮助



学习障碍儿童克服发展性障碍,并在学业成绩和核心素养方面取得更有效的发展。

【参考文献】

[1]Hilles M M, Naser S S A. Knowledge-based Intelligent Tutoring System for Teaching Mongo Database [J]. European Academic Research, 2017,4(10):8783-8794.

[2]马玉慧,柏茂林,周政.智慧教育时代我国人工智能教育应用的发展路径探究——美国《规划未来,迎接人工智能时代》报告解读及启示[J].电化教育研究,2017(3):123-128.

[3]韩晔彤.人工智能技术发展及应用研究综述[J].电子制作,2016,(12):95.

[4]Drigas Athanasios, Ioannidou Rodi-Eleni. A Review on Artificial Intelligence in Special Education[J]. Communications in Computer and Information Science,2013,(278):385-391.

[5]Julie M D, Balakrishnan K. Significance of Classification Techniques in Prediction of Learning Disabilities[J]. International Journal of Artificial Intelligence & Application,2010,1(4):111-120.

[6]Jordan N C, Kaplan D, Locuniak M N, et al. Predicting First-Grade Math Achievement from Developmental Number Sense Trajectories[J]. Learning Disabilities Research & Practice, 2007, 22(1):36-46.

[7]Kirk S A. Behavioral Diagnosis and Remediation of Learning Disabilities[J]. In Proceedings of the Conference on the Exploration into the Problems of the Perceptually Handicapped Child,1963,29(2):1-7.

[8]杜高明,黄娟.学习障碍的界定及社会建构说[J].中国特殊教育,2008(12):82-87.

[9]美]罗伯特,威廉特.学习障碍的矫正[M].杨重明译,1967(英文版).

[10]王道阳,宋冉,殷欣,曹果果.学习障碍成因与干预研究进展[J].教育生物学杂志,2016(1):39-43.

[11]吴汉荣.儿童学习障碍的预防及矫治[J].中国学校卫生,2003(5):425-427.

[12]许政援,沈家鲜,吕静,等.儿童发展心理学[M].长春:吉林教育出版社,1996.

[13]Mary S Kelly, Catherine T Best, Ursula Kirk.Cognitive Processing Deficits in Reading Disabilities: A Prefrontal Cortical Hypothesis[J]. Brain and Cognition,1989,11(2):275-293.

[14]梁威.国内外学习障碍研究的探索[J].教育理论与实践,2007(21):57-60.

[15][50]张坤颖,张家年.人工智能教育应用与研究中的新区、误区、盲区与禁区[J].远程教育杂志,2017(5):54-63.

[16]Minsky M L, Singh P, Sloman A. The St. Thomas Common Sense Symposium: Designing Architectures for Human-level Intelligence [J]. AI Magazine, 2004,25(2):113-125.

[17]National Health Interview Survey, 2006.[EB/OL].[2017-06-01].  
http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr\_10/sr10\_227.pdf,extracted on Jan. 16th, 2006.

[18]Wu T K, Huang S C, Meng Y R. Evaluation of ANN and SVM Classifiers as Predictors to the Diagnosis of Students with Learning Disabilities[J]. Expert Systems with Applications, 2008, 34(3):1846-1856.

[19]J Anuradha, Tisha V, Ramachandran, K V Arulalan, B K Tripathy. Diagnosis of ADHD Using SVM Algorithm[C]// The Third Annual ACM Bangalore Conference, 2010:1-4.

[20]R M Geiman, W L Nolte. An Expert System for Learning Disability Diagnosis[C]// 1990 IEEE International Conference on Systems Engineering, Pittsburgh, PA, USA, 1990:363-366.

[21]Arthi K, Tamilarasi A. Prediction of Autistic Disorder Using Neuro Fuzzy System by Applying ANN Technique[C]// International Journal of Developmental Neuroscience,2008,26(7):699-704.

[22]徐影,李怀龙,谢家奎.儿童学习障碍诊断专家系统的推理模型设计与系统开发[J].现代教育技术,2013(3):105-108.

[23]Georgopoulos V C, Malandraki G A, Stylios C D. A Fuzzy Cognitive Map Approach to Differential Diagnosis of Specific Language Impairment[J]. Artificial Intelligence in Medicine,2003,29(3):261-278.

[24]Wu T K, Meng Y R, Huang S C. Application of Artificial Neural Network to the Identification of Students with Learning Disabilities [C]// International Conference on Artificial Intelligence,2006:162-168.

[25]Hernandez J, Mousalli G, Rivas F. Learning Difficulties Diagnosis for Children's Basic Education using Expert Systems[J]. WSEAS Transactions on Information Science and Applications,2009,6(7):1206-1215.

[26]K N Elsayed. Diagnosing Learning Disabilities in a Special Education by an Intelligent Agent based System[C]//Computer Science and Electronic Engineering Conference (CEEC), Colchester, 2012:7-12.

[27]Schipor O A, Pentiu S G, Schipor M D. Improving Computer based Speech Therapy Using a Fuzzy Expert System[J]. Computing and Informatics,2003,22:1001-1016.

[28]N Sebe, I Cohen, T Gevers, T S Huang. Emotion Recognition Based on Joint Visual and Audio Cues [C]// Proceedings of the 18th International Conference on Pattern Recognition, 2006:1136-1139.

[29]Riedl M, Arriaga R, Boujarwah F, Hong H, Isbell J, Heflin L J. Graphical Social Scenarios: Toward Intervention and Authoring for Adolescents with High Functioning Autism[C]// AAAI Fall Symposium,2007.

[30]Drigas A S, Kouremenos D, Vrettaros J. Teaching of English to Hearing Impaired Individuals Whose Mother Language is the Sign Language[M]. Springer Berlin Heidelberg,2008:263-270.

[31]Samigulina G, S Shayakhmetova Assem. Smart-System of Distance Learning of Visually Impaired People based on Approaches of Artificial Intelligence[J]. Open Engineering,2016,6(1).

[32]Melis E, Andres E, Budenbender J, Frischauf A, Gogvadze G, Libbrecht P, Polle M, Ullrich C. ACTIVEMATH, A Generic and Adaptive Web-Based Learning Environment[J]. International Journal of Artificial Intelligence,2001,24(4):1-25.

[33]Libbrecht P, Melis E. Methods to Access and Retrieve Mathematical Content in ACTIVEMATH[J]. Springer Berlin Heidelberg, 2006:331-342.

[34]Melis E, Siekmann J. ACTIVEMATH: An Intelligent Tutoring Sys-

- tem for Mathematics[C]// Artificial Intelligence & Soft Computing—icaise, International Conference, 2004:91–101.
- [35]Gonzalez C S, Guerra D, Sanabria H, Moreno L, Noda M A, Bruno A. Automatic System for the Detection and Analysis of Errors to Support the Personalized Feedback[J]. Expert Systems with Applications, 2010(37):140–148.
- [36]Baschera G M, Gross M. Poisson-Based Inference for Perturbation Models in Adaptive Spelling Training[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2010(20):1–31.
- [37]Nadia Milena Arévalo, Sandra Dolores Beltrán, Yuri Lizeth Chavarro, Alix Lorena Medina, Edwin Herazo, Adalberto Campo-Arias. Prevalence of Alcohol Problem Drinking Among the Indigenous Population in Colombia[J]. Revista Colombiana de Psiquiatría, 2013, 42(4):320–323.
- [38]J Pavlopoulos, J Vrettaros, G Vouros, A S Drigas. The Development of a Self-assessment System for the Learners Answers with the Use of GPNN[C]//World Summit on the Knowledge Society: Emerging Technologies & Information Systems for the Knowledge Society, 2008(1):332–340.
- [39]Kohli M, Prasad T V. Identifying Dyslexic Students by Using Artificial Neural Networks[J]. Proceedings of the World Congress on Engineering, London, U.K, 2010, 2183(1):118.
- [40]David J M, Balakrishnan K. Learning Disability Prediction Tool Using ANN and ANFIS[J]. Soft Compute, 2014(18):1093.
- [41]Rebolledo-Mendez G, De Freitas S. Attention Modeling Using Inputs from a Brain Computer Interface and User-generated Data in Second Life[C]// The Tenth International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI 2008), Crete, Greece, 2008.
- [42]Rebolledo-Mendez G, Dunwell I, Martínez-Mirón E A, Vargas-Cerdón M D, de Freitas S, Liarokapis F, García-Gaona A R. Assessing NeuroSky's Usability to Detect Attention Levels in an Assessment Exercise[C]// International Conference on Human-computer Interaction, Part I. LNCS, 2009:149–158.
- [43]Jain K, Manghirmalani P, Dongardive J, Abraham S. Computational Diagnosis of Learning Disability[J]. International Journal of Recent Trends in Engineering 2009, 2(3).
- [44]N Livne, L Nava, O Livne, C Wight. Can Automated Scoring Surpass Hand Grading of Students' Constructed Responses and Error Patterns in Mathematics? [J]. MERLOT Journal of Online Learning and Teaching, 2007, 3(3).
- [45]Dawn G. Developing a Collective Intelligence Application for Special Education[J]. Decision Support Systems, 2009, 47(4):455–465.
- [46]刘成新, 张松, 裴雨. 我国教育技术领域云计算研究现状述评[J]. 电化教育研究, 2014(3):41–45.
- [47]何克抗. 大数据面面观[J]. 电化教育研究, 2014(10):8–16.
- [48]祝智庭, 沈德梅. 基于大数据的教育技术研究新范式[J]. 电化教育研究, 2013(10):5–13.
- [49]Drigas A, Ioannidou R. Artificial Intelligence in Special Education: A Decade Review[J]. International Journal of Engineering Education, 2012, 28(6):1366–1372.

#### [作者简介]

王永固, 博士, 浙江工业大学教育科学与技术学院教授和副院长, 系本文通讯作者, 研究方向: 特殊教育信息化、互联网+教师专业化发展; 王蒙蒙, 硕士研究生, 浙江工业大学教育科学与技术学院硕士研究生, 研究方向: 特殊教育信息化; 李晓娟, 博士研究生, 副教授, 浙江财经大学马克思主义学院思政教研室主任, 研究方向: 特殊儿童心理发展与教育、大学生心理健康教育。

### Application of Artificial Intelligence in Children Learning Disabilities Education

Wang Yonggu<sup>1</sup>, Wang Mengna<sup>1</sup> & Li Xiaojuan<sup>2</sup>

- (1. School of Educational Science and Technology, Zhejiang University of Technology, Hangzhou Zhejiang 310023;
2. Psychological Health Education and Consulting Experimental Teaching Center, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou Zhejiang 310018)

**[Abstract]** Artificial intelligence(AI) technology is increasingly used in the field of children learning disabilities. However, the relevant literature shows that there is a lack of systematic and comprehensive research on this field at home and abroad. Through an overview of the development of artificial intelligence, the meaning of learning disabilities, genesis and classification, this paper analyzes the most representative researches and applications of artificial intelligence technology in education of children with learning disability, including diagnosis, intervention, assessment and services. Studies have found that artificial intelligence technology to improve children with dyslexia, dysgraphia, mathematics disorders, autism and other disorders and can serve as a tool to overcome the learning disabilities and serve the education of children with learning disabilities. By summarizing the research status and trend of the application of artificial intelligence technology in children learning disabilities education, this paper aims to provide useful references for relevant researches.

**[Keywords]** Artificial Intelligence; AI; Learning Disabilities; Diagnosis; Intervention; Assessment; Services

收稿日期: 2017年12月18日

责任编辑: 陈媛



# 开源人工智能系统 TensorFlow 的教育应用\*



石磊

(上海第二工业大学 工程训练中心, 上海 201209)

**摘要:** 开源人工智能系统为教育人工智能的研究与应用提供了一条有效的路径, 由 Google 公司推出的 TensorFlow 便是其中的优秀代表。文章对 TensorFlow 进行了相关分析, 探讨了 TensorFlow 的应用原则。在此基础上, 文章重点从教育大数据分析、个性化学习推荐系统、教学游戏和教育机器人等角度, 分析了 TensorFlow 在教育领域的应用。此外, 文章还讨论了 TensorFlow 等开源人工智能系统在研究和实践的过程中存在的问题, 并展望了其发展前景, 以期为推动人工智能技术在教育领域的落地与应用提供参考。

**关键词:** 人工智能; TensorFlow; 深度学习; 教育大数据

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009-8097(2018)01-0093-07 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2018.01.014

## 一 TensorFlow 简介

### 1 人工智能与 TensorFlow

随着近年来人工智能技术的突破, 人工智能正在全球范围内迎来新一轮的创新与变革, 推动人类社会从信息化时代向智能化时代转变。与此同时, 人工智能领域也在发生着新的变化: 一方面, 以深度学习的成熟为标志, 全球主要科技厂商与研究机构都在加大对机器学习与人工智能的研发和投入, 将人工智能作为重要的战略发展方向; 另一方面, 许多优秀的人工智能和机器学习系统纷纷开源, 与全世界的科研人员与技术开发者共享, 通过“合作+开放”的战略, 构建了免费的技术开放平台、生态合作平台。人工智能技术的发展正在由学术推动的实验室阶段, 走向学术界和产业界共同推动的产业化阶段。

如何促进人工智能在教育中的有效应用是目前教育领域关注的热点, 《2017 地平线报告(高等教育版)》也将人工智能列为长期的关键技术<sup>[1]</sup>。通过梳理总结国内外现有的教育人工智能研究成果, 本研究将当前人工智能在教育领域的研究归为两大类: ①对教育人工智能的理论如内涵、应用领域、发展趋势等<sup>[2][3]</sup>的探讨, 分析了人工智能为教育发展带来的挑战和机遇<sup>[4]</sup>; ②对教育人工智能的某些具体领域如智能导师系统<sup>[5]</sup>、教育机器人<sup>[6]</sup>等的研究。就整体而言, 人工智能在教育领域的实践研究还较少, 缺少对人工智能如何在教育领域落地和应用的探索。

结合当前人工智能技术的发展现状, 本研究认为采用开源系统开展教育人工智能的研究与应用, 将是推动人工智能在教育领域落地与发展的一条有效路径。TensorFlow 是 Google 公司推出的开源人工智能系统, 具有灵活性、高效性以及良好的可扩展性、可移植性等特征, 可应用于从智能手机到大型计算集群的多种计算环境。

### 2 TensorFlow 的研发现状

TensorFlow 自提出后, 在学术界和工业界都得到了极大的重视与发展, 如 Google 的多种应用包括 Gmail、Google Play、搜索、翻译、地图等都应用了 TensorFlow。在研究层面, 一方面 TensorFlow 自身正在不断地完善, 其深度学习算法和 API 等保持着持续更新和演进。如 2017 年 5 月, Google 推出了 TensorFlow 研究云, 这是一个可以免费提供的云端张量处理器 (Tensor

Processing Unit, TPU) 集群, 以支持广泛的计算密集型研究项目<sup>[7]</sup>。另一方面, 越来越多的研究选择使用 TensorFlow, 包括一些顶尖的学术研究项目也采用 TensorFlow 进行人工智能研究并取得了多项卓越的科研成果<sup>[8]</sup>, 开发人机博弈系统 Alphago 的 DeepMind 也将全部研究重点移到了 TensorFlow。可以说, TensorFlow 正在形成一个通过研究、应用与发展相互促进的良性循环。

## 二 TensorFlow 的相关分析

### 1 架构与特征分析

TensorFlow 是 Google 公司推出的一个使用数据流图进行数值计算的开源人工智能软件库, 最初由 Google 大脑团队为了研究机器学习和深度学习而开发, 之后于 2015 年 10 月宣布开源。机器学习与深度学习是人工智能技术中最核心、最关键的部分, 正是深度学习的发展带动了人工智能近年来发展的新浪潮, 推动着“大数据+深度模型”的发展。TensorFlow 提供了丰富的构建和训练机器学习模型的 API 库, 支持卷积神经网络(Convolutional Neural Network, CNN)、循环神经网络(Recurrent Neural Networks, RNN)、长短期记忆网络(Long Short Term Memory Networks, LSTMN)等深度神经网络模型。TensorFlow 的基本架构如图 1 所示。其中, 设备层提供 TensorFlow 的运行环境; 前端则负责提供编程模型, 并支持多语言编程环境。在应用中, 通过前端调用 TensorFlow 核心 API, 实现 TensorFlow 在不同设备环境下的运行。

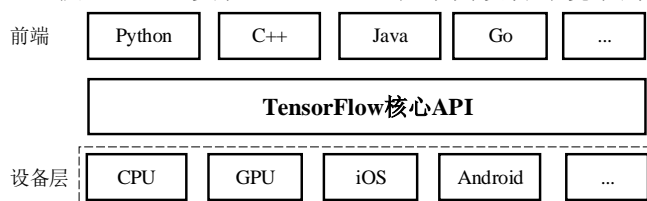


图 1 TensorFlow 的基本架构

TensorFlow 的主要特征有: ①灵活性与可移植性。在设备层, TensorFlow 能够运行在不同类型和大小的机器上, 如台式机、服务器、手机移动设备等, 并可以方便地进行移植。在前端, TensorFlow 支持 C++、Python、Go、Java、Lua、Javascript、R 等主流语言。TensorFlow 核心库对 CPU/GPU 是透明的, 其分布式架构使得在大规模数据集上的模型训练可以在合理的时间内完成。②易用性与高效性。TensorFlow 工作流易于理解, 能够方便地构建和实现已有的复杂机器学习架构。同时, 目前已有多种高层接口构建在 TensorFlow 之上, 如 Keras、SkFlow 等。TensorFlow 库的高性能、高效率特征, 还可以将硬件的计算潜能全部发挥出来。③促进科学研究进程。以往研究者在科研中的算法需要大量的编码工作才能转化为产品, 而使用 TensorFlow 可以帮助研究者直接尝试新的算法, 通过训练和使用模型, 更便捷地将研究成果转化为实际产品, 故有效地提高了科研产出率。④良好的技术支持与完善的社区。Google 投入了巨大的资源为 TensorFlow 提供支持和引导并且鼓励社区参与, 使用者通过广泛的社区支持可以方便地获取帮助。

### 2 主要开源框架的比较

当前, Google、Microsoft、Facebook 等科技公司和多家研究机构都推出了开源的人工智能与机器学习框架, 其中主要开源框架的比较如表 1 所示。结果显示, 较之 Caffe、MXNet、CNTK、Theano、Torch、PaddlePaddle 等主要开源框架, TensorFlow 在架构设计、性能、应用等方面的表现均更为出色。

表1 主要开源框架的比较

名称	机构	支持语言	架构设计	性能	Stars	Forks
TensorFlow	Google	Python C++ Go Java	优	优	63166	30639
Caffe	加州大学伯克利分校	Python C++ Matlab	良	良	18948	11657
MXNet	分布式机器学习社区 DMLC	Python C++ R Go Scala	优	良	10338	3871
CNTK	Microsoft	C++ Python	中	优	11709	2968
Theano	蒙特利尔大学	Python	中	中	6617	2198
Torch	Facebook	C Lua	优	良	7079	2098
PaddlePaddle	百度	Python C++	良	良	5110	1397

注：Stars 和 Forks 表示在 Github 上关注该系统的人数和在该系统上创建代码库分支的数目，分别反映了该系统的流行度和参与度。

### 三 TensorFlow 的应用原则

TensorFlow 为教育人工智能的研究与开发提供了良好的基础和支持。在应用开源系统进行教育人工智能系统的设计与实现时，需要遵循以下原则——

#### 1 设计方面：从教育需求出发，围绕用户、目标、问题和场景展开

在教育人工智能研究中，要注意“人工智能教育不同于娱乐游戏产品，无论是应用还是市场开发，都必须充分尊重教育自身的规律。”<sup>[9]</sup>设计教育人工智能产品是在设计一个具有主动学习、成长、预测能力的系统，用户、目标、问题和场景是进行教育人工智能系统设计时需特别注意考虑的要素。从教育需求出发，用户群分析和目标分析是进行系统设计的前提，而明确应用场景和要解决的问题是进行系统设计的关键。在此基础上，通过教师、教学设计者、教学软件开发者的共同参与，完成系统的模型构建和功能模块设计。

#### 2 实现方面：从教学模型到教育产品，发挥开源系统优势

在具体的实现方面，应充分发挥 TensorFlow 开源系统的优势，选择合适的 TensorFlow 技术和相关技术，将系统模型从教学研究变成教育产品，具体可从以下方面着手：①在应用中可以使用 TensorFlow Serving 导出和应用模型——TensorFlow Serving 是一个高性能的服务系统，用于运行通过机器学习得到的模型，使模型能够更迅速、更便捷地进入产品开发过程；②可以通过 TensorFlow Ecosystem 与多种开源框架融合，实现不同开发环境和系统的互通；③在基于 TensorFlow 教育人工智能系统的应用中，注意充分发挥其分布式、可扩展性、跨平台性等优势。

### 四 TensorFlow 在教育领域的应用

人工智能在教育领域的应用被赋予了极大的希望。结合上文相关 TensorFlow 的分析和教育信息化现状，本研究认为 TensorFlow 在教育领域可应用于教育大数据分析、学习推荐系统、教学游戏和教育机器人等方面，助力智能教学应用的设计与实现。

#### 1 教育大数据分析

教育大数据的主要类型包括文本数据、语音数据、图像数据、视频数据、行为数据等，海量复杂的学习数据需要有效的方法进行分析以产生更好的教育价值。本研究总结了 TensorFlow 在教育大数据分析领域的主要应用，如表 2 所示。

表2 TensorFlow在教育大数据分析领域的主要应用

教育数据类型	教育应用	技术要求	TensorFlow 模型与算法
文本数据	问答系统、情感分析、自动评分	文本分类、词性标注、自动摘要	卷积神经网络、循环神经网络、长短期记忆网络
语音数据	智能学习助手、语音搜索	语音识别、机器翻译	神经网络
图像数据	搜题应用、自动批注	图像识别、图像分类	卷积神经网络
视频数据	考试监控、视频分析	视频监测、人脸识别	神经网络
行为数据	行为监测、情境学习	物体识别、行为分析	行为监测 API、卷积神经网络

### (1) 文本数据的分析与应用

文本是教育系统的主要数据类型，TensorFlow 对文本数据分析提供的主要支持有：文本分类、卷积神经网络、循环神经网络、长短期记忆网络等。在此基础上，可以实现教育大数据分析领域中的问答系统、自动评分、情感分析等应用。

①问答系统：随着机器学习与自然语言处理技术的发展，在各类大规模知识库和海量信息的支持下，问答系统的功能得以不断提升。TensorFlow 能够使用深度学习的方法完成问答系统的关键任务，如问题分类、答案选择、答案自动生成等，从而使问答系统更为准确地理解以自然语言形式描述的用户提问，并通过检索问答知识库返回简洁、精确的匹配答案。

②自动评分：大规模在线学习环境下的自动评分方法受到教师越来越多的关注，而自动评分的关键技术包括自然语言处理、语义分析等。TensorFlow 的深度学习框架提供了良好的技术方案，可以对学习者的全量数据进行分析，实现对学习结果和学习表现的实时跟踪与评价，给出相应的等级或分数，并发现作弊现象。

③情感分析：从认知科学的角度来看，情感既是智能的一部分，也是教学交互的重要要素。应用情感计算理论与技术，有助于教师监测学习者的情感变化，调整教学策略和方法，实时给予学习者情感反馈，使教学质量达到最佳<sup>[10]</sup>。TensorFlow 的情感分析 API 可以实现更深的语义理解 and 多模态情感分析，实现人机交互中情感、情绪的识别与理解，使教学系统更加人性化。

### (2) 语音数据的分析与应用

随着教学系统的发展特别是移动学习的广泛应用，语音数据的使用越来越多并已成为一种重要的交流方式，语音会话系统的设计也因此成为了研究者关注的一个重点。其中，基于人工智能的虚拟助手被认为是构建“对话即平台”的信息系统的核心。TensorFlow 能够对所获取的语音信息进行深度神经网络分析，提供方便有效的模型和方法，从而支持语音识别、语音检索等功能，构建语音交互型应用，更好地支持教学。

### (3) 图像数据的分析与应用

图像识别是机器学习的一项重要任务。TensorFlow 提供良好的图像分类模型和处理接口，可以实现拍照搜题、图像自动批注等功能，故增强了学习系统的智能化。如拍照搜题应用，通过大规模题库支持，基于图像识别技术，由系统匹配题库，能自动为学习者返回题目答案和解题方法。图像自动批注和注解也是一种有价值的应用，特别是在当前海量学习资源中有很多图像没有说明，而通过使用深度学习来自动生成图像的注解，就为图像提供了相应的描述。

### (4) 视频数据的分析与应用

随着慕课等在线学习的发展，基于视频的学习越来越普及，视频资源的多种处理需求也应

运而生，如考试监控中的人脸识别和在线课程中的视频互动分析就是当前教育视频场景中的典型应用。人工智能技术是解决海量视频资源分析的关键技术，TensorFlow 具有视频分析的各类 API，能够有效地实现视频中的物体识别、视频分类、视频检索、视频自动标签等功能。

### (5) 行为数据的分析与应用

当前智能移动设备特别是手机搭载了越来越多、越来越精确的传感器。TensorFlow 系统具有物体监测 API，能够利用智能手机搭载的传感器，结合深度学习技术对数据进行分析，最终可识别用户的行为。这种行为识别一方面可以实现对学生行为的实时监测，另一方面所获取的行为数据将为学习者分析提供有效的参考。

## 2 个性化学习推荐系统

在教育领域，个性化学习推荐是指根据学习者的具体学习情况，为学习者推荐个性化、适应性的课程和资源，它是大数据时代和信息智能时代提高学习效果的一种有效方式。在推荐系统的研究中，“宽度与深度学习”（Wide & Deep Learning）是集成于 TensorFlow 的一种有效推荐算法，它通过将深度神经网络（用于归纳）与宽线性模型（用于记忆）联合进行训练，取得了良好的推荐效果<sup>[11]</sup>。

本研究设计了一种基于宽度与深度学习的通用型个性化学习推荐系统，如图 2 所示。该系统基于学习者信息、学习资源的访问行为等数据，为学习者推荐相关的学习资源。该系统的推荐部分包括候选生成和排序两个模块：首先，由候选生成模块通过机器学习或人工定义规则等方法，生成高相关性的候选集合数据；随后，排序模块使用“宽度与深度学习”推荐算法，对候选集合数据进行排序，最终产生推荐结果。

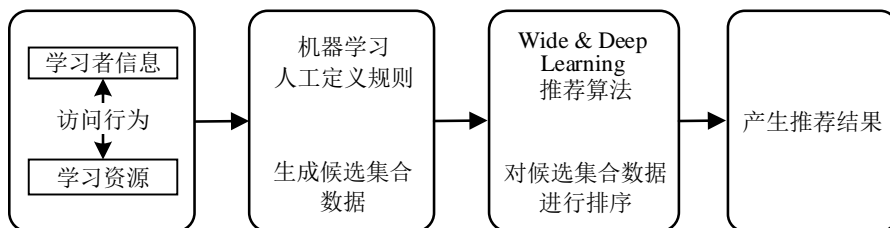


图 2 个性化学习推荐系统的设计

## 3 教学游戏

人工智能在教学游戏中的应用主要涉及两方面：①使用人工智能操作游戏，如 DeepMind 团队所设计的系统在多个游戏中击败了世界顶级玩家，证明人工智能可通过深度学习掌握游戏技巧，并获得和人类一样的操控力，甚至在某些方面还超过了人类；②将人工智能元素融入游戏的设计与开发中，如游戏关卡设计和非玩家控制角色（Non-player Character, NPC）类游戏等。

目前，引入人工智能要素的教学游戏还较少，这是未来教学游戏设计中需要重点考虑的问题。TensorFlow 提供的深度学习算法可应用于教学游戏，并通过恰当的模型选择与训练实现游戏中智能化要素的设计。如何在教学游戏中融入更多、更新颖的人工智能要素，是教学游戏设计人员面对的新课题，这就需要设计人员真正理解玩家和人工智能之间的关系，充分考虑游戏的需求和人工智能的应用，最终设计出优秀的教学游戏作品。

## 4 教育机器人

人工智能是未来发展教育机器人的关键技术<sup>[12]</sup>，而机器人也是人工智能的终极应用目标之

一。教育机器人中的感知、认知和行为控制三个部分都是在机器学习和深度学习的支持下实现的，可以完成视觉、听觉、情感、推理、操作、互动等行为。

TensorFlow 提供了构建机器人的智能平台支持，通过强大的深度学习算法，推动着开放性的教育机器人系统平台和机器人应用软件的发展。本研究对教育机器人的核心功能、行为描述、TensorFlow 的技术支持等进行了分析，如表 3 所示。

表 3 教育机器人分析

核心功能	行为描述	TensorFlow 的技术支持
感知	视觉、听觉及各种传感器的信息处理	语音识别、人脸识别、图像识别
认知	情感、推理	深度学习
行为控制	操作、互动	行为监测

## 五 问题与展望

TensorFlow 等开源人工智能系统为推动教育人工智能的研究与应用提供了新的思路和方法，但在研究和实践的过程中也还存在着一些亟待解决的问题：①学习曲线相对较高。相较于其它技术领域，TensorFlow 的核心技术领域——机器学习和深度学习对教育领域的研究人员、技术开发人员来说门槛较高，他们需要进行专业化的培训和学习。由于进行以深度学习为代表的机器学习算法是研究者需掌握的一种基础能力，而目前与此相应的人才供应相对紧缺，且流通性较弱，因此未来应加强对此领域的研究和学习，做好教育领域的人才储备，以推动教育人工智能的发展。②教育界与产业界之间存在壁垒。目前，TensorFlow 虽已在产业界得到了广泛应用，但在教育领域相关的研究和实践还比较滞后，教育界与产业界之间还存在一定的壁垒。在未来的研究和开发中，教育界应更多地加强与产业界的交流与合作，共享成果，共同发展。

尽管人工智能在教育领域还有很长的路要走，但 TensorFlow 等开源框架提供了一条有效、便捷的智能系统设计与开发路径。随着人工智能生态越来越完善，研究者可以围绕开源系统框架，逐步构建“平台+内容+终端+应用”的智能教育系统，推动教育人工智能的落地与应用。值得注意的是，教育人工智能的最终落地需要多方面的努力，如加强人工智能人才培养、完善教育大数据采集、打破学界和业界壁垒、深化人工智能教学研究等。未来人工智能的发展应在政府、院校、企业的共同努力下，着力打造“人才体系+计算设施+大数据+技术框架+应用场景”的教育人工智能发展新格局。

## 参考文献

- [1]NMC. Horizon report: 2017 higher education edition[OL]. <<http://cdn.nmc.org/media/2017-nmc-horizon-report-he-EN.pdf>>
- [2]闫志明,唐夏夏,秦旋,等.教育人工智能(EAD)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,2017,(1):26-35.
- [3]Luckin R, Holmes W. Intelligence unleashed: An argument for AI in education[OL]. <<https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/about-pearson/innovation/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf>>
- [4]Woollf B P, Lane H C, Chaudhri V K, et al. AI grand challenges for education[J]. AI Magazine, 2013,(4):66-84.

- [5]Boulay B D. Artificial intelligence as an effective classroom assistant[J]. IEEE Intelligent Systems, 2016,(6):76-81.
- [6][12]黄荣怀,刘德建,徐晶晶,等.教育机器人的发展现状与趋势[J].现代教育技术,2017,(1):13-20.
- [7]Stone Z. Introducing the TensorFlow research cloud[OL].  
<<https://chinagdg.org/2017/05/introducing-the-tensorflow-research-cloud/>>
- [8]Esteva A, Kuprel B, Novoa R A, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks[J]. Nature, 2017,(7639):115-118.
- [9]新华社.人工智能“冲击波”来临,未来我们该如何教育孩子[OL].  
<[http://news.xinhuanet.com/2017-06/01/c\\_1121071520.htm](http://news.xinhuanet.com/2017-06/01/c_1121071520.htm)>
- [10]李勇帆,李里程.情感计算在网络远程教育系统中的应用:功能、研究现状及关键问题[J].现代远程教育研究,2013,(2):100-106.
- [11]Cheng H T, Koc L, Harmsen J, et al. Wide & deep learning for recommender systems[A]. Karatzoglou A, Hidasi B, Tikk D, et al. Proceedings of the 1st workshop on deep learning for recommender systems[C]. New York: ACM, 2016:7-10.

### The Application of Open Source Artificial Intelligence System TensorFlow in Education

SHI Lei

(Engineering Training Center, Shanghai Polytechnic University, Shanghai, China 201209)

**Abstract:** The open source artificial intelligence system has provided an effective path for the research and application of educational artificial intelligence, and TensorFlow is one of the excellent representatives launched by Google. This paper carried out the correlation analysis on TensorFlow and further discussed the application principles of the TensorFlow. Based on the above results, this paper analyzed the application of TensorFlow in education from four aspects of educational big data analysis, personalized learning recommendation system, educational game and educational robot. In addition, this paper discussed the problems existing in the research and practice of the open artificial intelligence systems, such as TensorFlow, and further looked its development prospect, expecting to provide reference for promoting the landing and application of artificial intelligence technology in education.

**Keywords:** artificial intelligence; TensorFlow; deep learning; big data in education

\*基金项目: 本文受上海第二工业大学校级科研基金“基于冷却响应曲线的半导体器件热阻测量系统研究”(项目编号: EGD17XQD06)资助。

作者简介: 石磊, 讲师, 博士, 研究方向为数字化设计、工程教育, 邮箱为 shilei@sspu.edu.cn。

收稿日期: 2017年7月20日

编辑: 小米

# 人工智能教育应用的现状分析、 典型特征与发展趋势\*

梁迎丽, 刘 陈

(南京邮电大学 教育科学与技术学院, 江苏 南京 210023)

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

**关键词:** 人工智能; 深度学习; ITS; 自动化测评; 教育应用

**中图分类号:** G434      **文献标识码:** A

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

在人工智能浪潮的冲击和影响下, 教育领域正在经历一场深层次变革, 技术正在重塑教育的新形态。在此背景下, 研究如何应用新技术推动教育事业的发展具有重要意义。教育技术领域已经涌现出一批相关研究, 集中表现为人工智能内涵、技术与应用等内容的概述, 如探讨了人工智能教育应用

的热点问题<sup>[1]</sup>; 侧重对美国政府两个人工智能报告的解读, 分析了教育人工智能的内涵、关键技术与应用趋势<sup>[2]</sup>; 探索了机器学习在教育中的应用<sup>[3]</sup>; 分析了人工智能与STEM等课程的融合<sup>[4][5]</sup>; 构筑了人工智能+教育的生态系统<sup>[6]</sup>。已有研究揭开了人工智能的神秘面纱, 为后续研究奠定了基础。然而, 技术在其产生、发展与应用中存在一定的客观规律。人工智能发展到今天, 其原因何在? 教育领域中的人工智能有何不同? 这些问题驱动着对人工智能的进一步深入研究。因此, 有必要回顾人工智能的产生与发展历程, 立足于人工智能技术在教育领域中的应用现状, 剖析其在教育应用中的典型特征, 并把握其未来发展趋势, 为推动我国人工智能与教育的融合创新发展提供理论指导。

## 一、人工智能的发展历程与核心驱动力

### (一) 人工智能的三次浪潮

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

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



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

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

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

## (二)人工智能的三大要素与核心驱动力

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

人工智能在逐步发展完善自身理论与方法，以及寻求外部动力的过程中螺旋式上升发展。从图灵测试理论的提出到无人驾驶汽车自动上路行驶，从实验室的“封闭世界”到外部“开放世界”的安全

过渡，大数据、云计算和深度学习这三大核心驱动力，共同促成了人工智能的突破性进展。

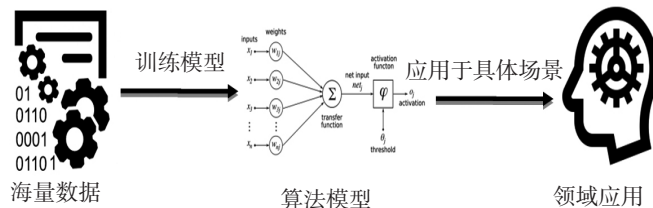


图1 人工智能的实现原理

### 1. 大数据

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

### 2. 并行计算

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

### 3. 深度学习

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

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

## 二、人工智能教育应用的现状分析

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

### (一)智能导师系统

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

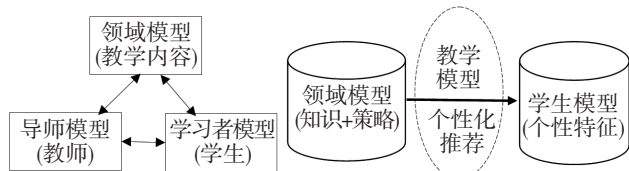


图2 ITS体系结构

图3 ITS的个性化学习服务原理

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

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

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

### (二)自动化测评系统

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

#### 1. ICT技能与程序作业的自动化测评系统

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

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

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

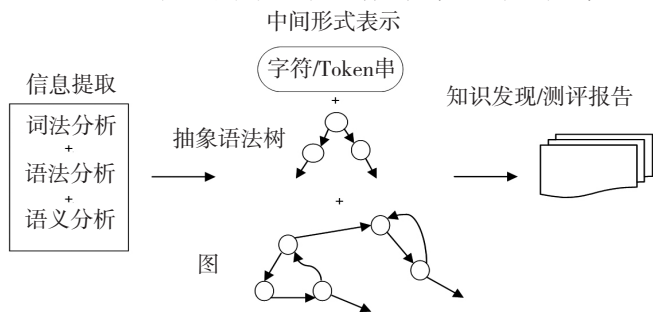


图4 自动化程序测评原理图

## 2. 自动化短文评价系统

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

## 3. 自动化口语测评系统

自动化口语评价运用语音识别等技术实现了多种语言口语语音的自动化测试与评价,图5展示了基于移动智能终端和测评云服务的口语学习系统架构,其中声学模型和语言学模型是语音识别的关键。ETS的SpeechRater引擎是英语口语测评方面应

用最广泛的测评引擎之一。其测评任务并不限定范围和对象,开放性是其最大特点。该引擎可以用于提高发音可靠性、语法熟练度和交际的流利程度。SpeechRater引擎使用自动语音识别系统处理每个响应,该系统特别适用于母语非英语的学习者。基于该系统的输出,使用自然语言处理和语音处理算法来计算在许多语言维度上定义语音的一组特征,包括流利性、发音、词汇使用、语法复杂性和韵律。然后将这些功能的模型应用于英语口语测评,最终得出分数并提供反馈建议。

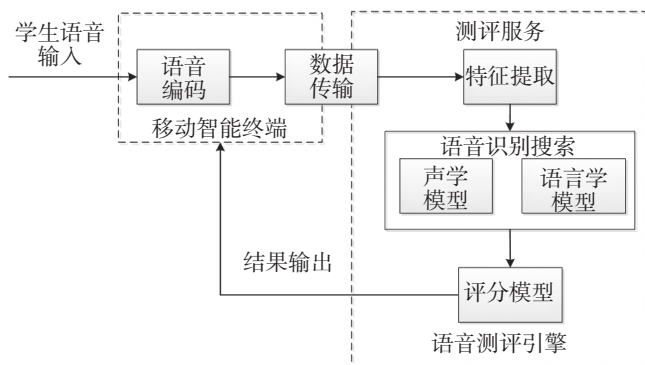


图5 基于移动终端的自动化口语测评框架

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

## (三) 教育游戏

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

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

#### (四)教育机器人

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

### 三、人工智能教育应用的典型特征与发展趋势

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

#### (一)五大典型特征

人工智能在教育应用中的典型特征突出体现在以下五个方面：

##### 1.智能化

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

缝融合，人机交互更加便捷智能，泛在学习、终身学习将成为一种新常态。

##### 2.自动化

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

##### 3.个性化

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

##### 4.多元化

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

##### 5.协同化

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

#### (二)发展趋势

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

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

### 1.以数据驱动引领教育信息化发展方向

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

### 2.以深化应用推动教育教学模式变革

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

### 3.以融合创新优化教育服务供给方式

人工智能在教育领域中的应用实现了跨学科、跨领域和跨媒体的融合创新。人工智能与神经科学、认知科学、心理学、数学等相关基础学科的交叉融合，联合推动了教育人工智能技术的发展和运用。同时，人工智能本身的发展，离不开人工智能教育和培训。而这种教育更需要建立于STEM学科融合的基础之上。人工智能与教育两者相辅相成，互相促进。跨领域推理融合了多个领域的的数据与知识，奠定了强大的智能基础。跨媒体感知计算以智能感知、场景感知、视听觉感知、多媒体自主学习等理论方法为依托，旨在实现超人感知和高动态、高纬度、多模式分布式大场景感知<sup>[21]</sup>。人工智能技

术与教学内容、教学媒体和知识传播路径的多层次融合，突破了传统教育方式的限制，提供跨学科、跨媒体、跨时空的智能教育服务供给，是建设“人人皆学、处处能学、时时可学”学习型社会的有效途径。

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

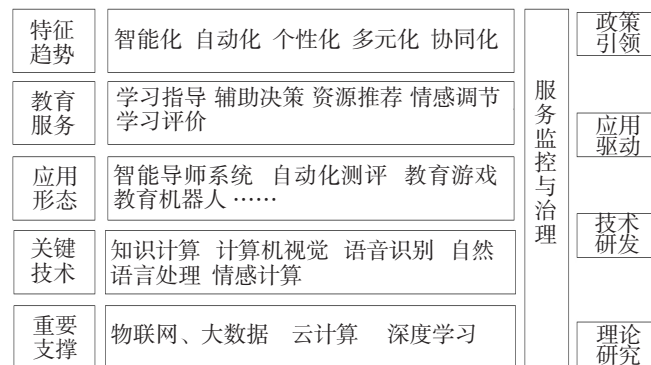


图6 人工智能与教育的融合创新发展体系

## 四、结束语

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

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

服务社会经济的功能。

参考文献:

[1] 贾积有.国外人工智能教育应用最新热点问题探讨[J].中国电化教育,2010,(7):113-118.  
[2] 闫志明,唐夏夏,秦旋等.教育人工智能(EAD)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,2017,35(1):26-35.  
[3] 余明华,冯翔,祝智庭.人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索[J].远程教育杂志,2017,35(3):11-21.  
[4] 唐烨伟,郭丽婷,解月光,钟绍春.基于教育人工智能支持下的STEM跨学科融合模式研究[J].中国电化教育,2017,(8):46-52.  
[5] 张剑平,张家华.我国人工智能课程实施的问题与对策[J].中国电化教育,2008,(10):95-98.  
[6] 吴永和,刘博文,马晓玲.构筑“人工智能+教育”的生态系统[J].远程教育杂志,2017,35(5):27-39.  
[7] The Electronic Frontier Foundation. Measuring the Progress of AI Research[DB/OL]. <https://www.eff.org/files/AI-progress-metrics.html#Vision>,2017-10-15.  
[8] 李开复,王咏刚.人工智能[M].北京:文化发展出版社,2017.5-25.  
[9] Frank Chen.AI, Deep Learning and Machine Learning: A Primer[DB/OL]. <http://a16z.com/2016/06/10/ai-deep-learning-machines>,2017-10-15.  
[10] Hwang G J,Kuo F R,Yin P Y,et al.A Heuristic Algorithm for planning personalized learning paths for context-aware ubiquitous learning[J]. Computers & Education,2010,54(2):404-415.  
[11] 梁迎丽,梁英豪.基于语音评测的英语口语智能导师系统研究[J].现代教育技术,2012,22(11):82-85.  
[12] Nkambou R, Mizoguchi R, Bourdeau J. Advances in Intelligent Tutoring Systems[M]. Berlin: Springer Heidelberg, 2010.  
[13] Boumiza S, Bekiarski A, Souilem D, et al. Development of model for automatic

tutor in e-learning environment based on student reactions extraction using facial recognition[A]. 2017 15th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA)[C]. Sofia:IEEE,2017.488-492.  
[14] Petrovica S, Anohina-Naumecca A,Ekenel H K. Emotion Recognition in Affective Tutoring Systems: Collection of Ground-truth Data[J]. Procedia Computer Science,2017,(104):437-444.  
[15] Graesser A C.Conversations with AutoTutor help students learn[J].International Journal of Artificial Intelligence in Education,2016,26(1):124-132.  
[16] 许骏,柳泉波.IT技能测评自动化技术[J].小型微型计算机系统,2001,22(12):1489-1493.  
[17] Educational Testing Service.TextEvaluator Capability[DB/OL]. [http://www.ets.org/research/topics/as\\_nlp/educational\\_applications/](http://www.ets.org/research/topics/as_nlp/educational_applications/),2017-10-15.  
[18] Burstein J. The E-rater scoring engine: Automated essay scoring with natural language processing[A]. Mahwah.M.d.shermis & J.c.burstein[C]. NJ: Lawrence Erlbaum Associates,2003.113-121.  
[19] Chicago museum of science+industry. Code Fred: Survival Mode [DB/OL]. <http://www.msichicago.org/experiment/games/code-fred-survival-mode/>,2017-10-16.  
[20] Benitti F B V, Spolavr N. How Have Robots Supported STEM Teaching?[DB/OL]. <https://www.kukakore.com/robotic-stem-education/>,2017-10-15.  
[21] Peng Y X,Zhu W W,Zhao Y,et al.Cross-media analysis and reasoning: advances and directions[J].Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering,2017,18(1):44-57.

作者简介:

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

刘陈: 教授, 博士, 研究方向为教育信息化与教育教学改革。

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

Liang Yingli, Liu Chen

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

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

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

收稿日期: 2017年11月10日

责任编辑: 宋灵青

# 互联网教育智能技术及应用国家工程实验室

根据《国家发展改革委办公厅关于开展互联网教育智能技术及应用国家工程实验室组建工作的通知》（发改办高技〔2017〕163号），北京师范大学联合清华大学、中国移动、网龙华渔教育、科大讯飞，组建互联网教育智能技术及应用国家工程实验室。

该国家工程实验室的主要任务是针对我国优质教育资源分布不均衡、个性化学习服务能力不足等问题，围绕优质教育资源共享和智能教育服务的迫切需求，建设互联网教育智能技术应用研究平台，支撑开展远程教学交互系统、知识建模与分析、学习者建模与学习分析、学习环境设计与评测、系统化教育治理等技术的研发和工程化。通过建立支撑互联网教育的试验平台，形成国内一流的科研环境，主动承担国家和行业重大科研项目，在学习资源生成进化和智慧学习环境等方面取得一批关键技术成果并成功转化，构建互联网教育智能技术领域的自主知识产权和标准体系，形成可持续的产学研协同创新机制，促进教育公平、教育质量提升和学生个性化发展，为推动互联网教育智能技术的进步和产业发展提供技术支撑。



# CIT



扫描关注官方微信

地 址：北京市海淀区学院南路12号  
京师科技大厦A座3层、12层

邮 箱：cyberlearning@bnu.edu.cn

电 话：010-58807205