

# 人工智能教育研究及应用中的问题剖析与发展建议

□文 / 孟青泉、贾积有



孟青泉

北京大学教育学院博士后。2006年考入中国科学技术大学，2016年博士毕业于中国科学技术大学。热心教育公益事业，曾在贵州黔东南乡村支教半年。2018年7月起进入北京大学教育学院博士后流动站工作。研究方向为人工智能教育、高阶思维能力培养和可视化思维工具的运用等。

北京大学教育学院教育技术系教授、主任、博导，教育信息化国际研究中心主任。德国慕尼黑工业大学教育学院(2015)等校客座教授。教育部新世纪优秀人才支持计划(2009)。北京大学理学学士、教育学硕士，德国奥格斯堡大学哲学博士。研究领域为教育技术学、人工智能教育应用等。

贾积有



人工智能技术的进步正持续推动着教育教学的改革与创新。近年来，人工智能教育虽然取得了一定的进展，但是仍面临着诸多的问题和挑战。本文从教育理念、研究方法和功能技术三个方面剖析了人工智能教育研究及应用中存在的问题，并结合现有的技术能力提出了切实可行的发展建议。

近年来,人工智能在教育中的应用受到了广泛的关注。2019年5月,习近平主席在致“国际人工智能与教育大会”的贺信中强调,人工智能是引领新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力,正深刻改变着人们的生产、生活、学习方式,推动人类社会迎来人机协同、跨界融合、共创分享的智能时代。把握全球人工智能发展态势,找准突破口和主攻方向,培养大批具有创新能力和合作精神的人工智能高端人才,是教育的重要使命。

随着互联网、传感网、大数据等技术的进步,人工智能技术在多个领域得到了广泛应用,无论是潘云鹤院士所提出的人工智能2.0(AI 2.0)[1],还是人工智能时代[2,3]的提出,都预示着人工智能将深刻地改变未来的社会。近年来,人工智能教育领域的研究者从原理、应用模式及技术的角度进行了大量的探索[4-6],在应用层面也有很多优秀的智能教学系统和教育机器人问世[7,8]。但是,人工智能教育仍面临着诸多的问题和挑战[9-11]。总体而言,目前人工智能技术与教育的结合还处于初级阶段,本文从教育理念、研究方法和功能技术三个方面剖析了人工智能教育研究及应用中存在的问题,并结合现有的技术能力给出了切实可行的发展建议,以促进人工智能教育的发展。

## 一、人工智能教育研究现状

人工智能在教育领域的应用被称为 Artificial Intelligence in Education (AIED)[12],国内外的政府和研究机构都高度关注 AIED 的发展[13,14],美国、中国、英国、日本等国均颁布了相关的战略发展计划。文献统计结果显示,我国人工智能教育呈现出繁荣发展的态势[15]。

### 人工智能教育的技术手段

人工智能技术是实现人工智能教育的基础和手段。目前应用于人工智能教育的关键技术包括:知识表示方法、机器学习与深度学习技术、自然语言处理、智能代理和情

[1] Yunhe Pan. Heading toward Artificial Intelligence 2.0[J]. Engineering, 2016, 2(4): 409 - 413.

[2] 何哲. 通向人工智能时代——兼论美国人工智能战略方向及对中国人工智能战略的借鉴[J]. 电子政务, 2016, (12): 2-10.

[3] 杜占元. 人工智能与未来教育变革[J]. 中国国情国力, 2018, (1): 6-8.

[4] 贾积有. 人工智能赋能教育与学习[J]. 远程教育杂志, 2018, (1): 39-47.

[5] 黄荣怀. 2016全球教育机器人发展白皮书[R]. 北京: 北京师范大学智慧学习研究院, 2016.

[6] 余胜泉, 卢宇, 陈晨. 人工智能+教育蓝皮书[R]. 北京: 北京师范大学未来教育高精尖创新中心, 2018.

[7] 吴晓如, 王政. 人工智能教育应用的发展趋势与实践案例[J]. 现代教育技术, 2018, (2): 5-11.

[8] 贾积有, 张必兰, 颜泽忠, 任璐, 程宝贵. 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.

[9] 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]. 2017, (5): 54-63.

[10] 黄璐, 郑永和. 人工智能教育发展中的问题及建议[J]. 科技导报, 2018, 36(17): 102-105.

[11] 宋来. 人工智能教育面临的问题与对策探索[J]. 产业与科技论坛, 2018, 17(11): 184-185.

[12] Luckin R, Holmes W, Griffiths M, et al. Intelligence unleashed: An argument for AI in education[R]. London: Pearson, 2016:18-19, 51.

[13] U.S. National Science and Technology Council. The national artificial intelligence research and development strategic plan[R]. Washington, US: National Science and Technology Council, 2016:10.

[14] 国务院. 新一代人工智能发展规划[EB/OL]. [2019-01-10]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content\\_5211996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm), 2017-07-08.

[15] 周良发, 潘红. 我国人工智能教育研究进展与前瞻——基于CNKI期刊文献的统计分析[J]. 2019, 36(1): 78-82.

感计算等 [16]。

## 人工智能教育的主要特征

人工智能教育具备智能化、自动化、个性化、多元化和协同化的特点 [16]。人工智能教育借助图像识别、自然语言处理与机器学习等技术，实现人机智能交互；能够实现知识和技能的自动化测量与评价；通过知识表示、计算与理解等技术，可以模拟人类教师实现个性化教学；人工智能教育强调学生多元能力的全面发展，借助教育机器人等手段，基于真实问题情境，培养和激发学生的创新思维；教师、学生和智能教学系统或教育机器人的协同是人工智能教育的突出特征。

## 人工智能教育的典型系统

人工智能教育的典型应用系统主要包括智能教学系统（Intelligent Tutoring System，简称 ITS）和教育机器人两大类。智能教学系统是一个能够模仿人类教师或者助教，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。它能够根据学生的兴趣、习惯和学习需求为其制定专门的学习计划，有利于学生的个性化学习 [4,17]。教育机器人是机器人应用于教育领域的代表，是人工智能、语音识别和仿生技术在教育中的典型应用，并以培养学生的分析能力、创造能力和实践能力为目标。目前的教育机器人产品可分为十二个种类：智能玩具、儿童娱乐教育同伴、家庭智能助理、远程控制机器人、STEM 教具、特殊教育机器人、课堂机器人助教、机器人教师、工业制造培训、手术医疗培训、复健照护和安全教育机器人等 [18]。



图 1：教育机器人产品可分为十二个种类

## 人工智能教育的应用形态

人工智能在教育的全过程中均可以得到应用。吴永和等人指出智能校园、立体化综合教学场、基于大数据智能的在线学习教育平台、智能教育助理是人工智能教育的四种应用形态 [19]。

## 人工智能教育中教师的角色与定位

人工智能教育中教师的角色与定位是研究者关注的话题。汪时冲等人提出了教育

[16] 梁迎丽, 刘陈. 人工智能教育应用的现状分析、典型特征与发展趋势 [J]. 中国电化教育, 2018, (3): 24-30.

[17] 闫志明, 唐夏夏, 秦旋, 张飞, 段元美. 教育人工智能 (EAI) 的内涵、关键技术与应用趋势 [J]. 远程教育杂志, 2017, (1): 26-35.

[18] 黄荣怀, 刘德建, 徐晶晶, 陈年兴, 樊磊, 曾海军. 教育机器人的发展现状与趋势 [J]. 现代教育技术, 2017, 17(1): 13-20.

[19] 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.

机器人支持下的“双师课堂”的模式，人工智能教师与人类教师协作，由教育机器人提供个性化学习支持，教师则放下了重复性工作的负担，专注于引导学生发展思维能力，提升核心素养 [20]。余胜泉将外部智能设备作为人脑的认知外包来描述“AI+ 教师”的协作路径，由机器外包数据计算、特征感知、模式认知和社会交互四个层面的智能 [21]。他还进一步阐述了人工智能教师在未来可能承担的十二个角色 [22]，丰富和完善了相关的研究。

## 二、人工智能教育研究及应用中的问题剖析

人工智能教育的研究和应用虽然已经取得了一定的进展，但是总体而言，人工智能技术还停留于弱人工智能阶段，通用性人工智能尚待开发，人工智能教育的应用还不够成熟，我们需要以清醒的头脑，认识到在人工智能教育研究和应用中还存在一些问题。徐坚等人通过文献调研发现，我国“人工智能教育”的相关研究虽然起步早，但缺乏深度研究，缺少从教育视角下的研究 [23]。徐晔指出，目前人工智能与教育仅为表面和浅层次的融合，且教育理念注重技术导向，忽视育人的本质，与学生的发展需求有一定的脱离，教学过程缺乏情感的双向互动，教育数据不足且质量不高 [24]。张坤颖等人提出了人工智能教育中的新区、误区、盲区和禁区，主要表现为应用领域的狭隘化与片面化，忽视学习者整体素质的提升和发展等问题 [9]。黄璐等人也从数据层、技术层、内容层、应用场景层和教师队伍层提出了目前人工智能教育存在的问题和建议 [10]。

学者们所提出的问题，还需进一步剖析和反思。为了对人工智能教育进行全方位的分析，本文从教育理念、研究方法和功能技术三个方面探讨目前研究及应用中存在的差距与不足。

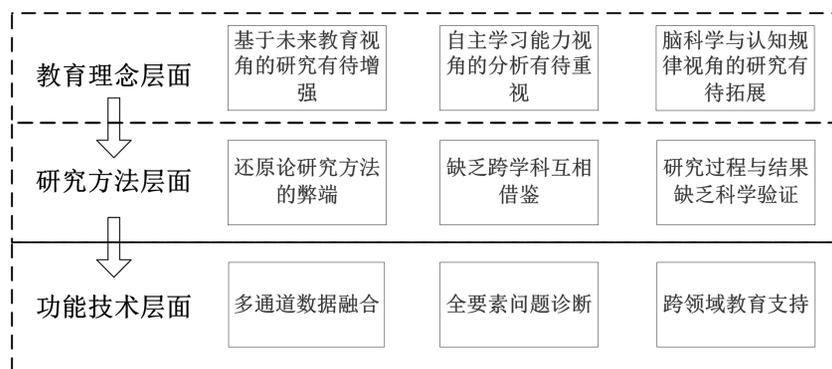


图 2：人工智能教育的三个层面剖析

[20] 汪时冲,方海光,张鸽,马涛. 人工智能教育机器人支持下的新型“双师课堂”研究[J]. 远程教育杂志, 2019, (2): 25-32.

[21] 余胜泉,王琦. “AI+ 教师”的协作路径发展分析[J]. 电化教育研究, 2019, (4): 14-22.

[22] 余胜泉. 人工智能教师的未来角色[J]. 开放教育研究, 2018, 24(1): 16-27.

[23] 徐坚,王维平. 我国人工智能教育发展及现状研究——基于 1976—2017 年中文文献的 CiteSpace 可视化分析[J]. 信息化研究, 2017, 43(6): 1-6.

[24] 徐晔. 从“人工智能教育”走向“教育人工智能”的路径探究[J]. 中国电化教育, 2018, (12): 81-87.

## 教育理念层面

### 基于未来教育视角的研究有待增强

美国总统行政办公室联合美国国家科学技术委员会于2016年10月共同发布了《规划未来,迎接人工智能时代》研究报告,明确提出了人工智能时代的概念。传统的教育模式无法满足人工智能时代对智能型、创新型人才的需求,当下的教育生态系统需要不断升级以满足时代的要求。杜占元认为,人工智能将加速引发未来教育的深刻变革,在智能时代要求学生具备更强的自主学习、提出问题、人际交往、创新思维以及谋划未来的能力[3]。从学生的角度讲,继“数字原住民”[25]之后,现在教育面对的学生是“人工智能时代的原住民”[24],他们对满足兴趣、体验感和好奇心的要求越来越强烈,传统的教学模式难以适应学生的需求。

现有研究中基于未来教育视角的分析较少,多数思考的立足点仍然是工业时代以知识传授为主的教学模式,而非智能时代以核心素养为主导的教育理念。顾明远指出“教育要主动适应社会生产”,未来教育的逻辑起点不是技术的发展而是时代的要求[26]。人工智能教育的研究应更加侧重对创新能力与合作精神等核心素养的培养。

### 自主学习视角的分析有待重视

学生具备一定的自主学习能力是人工智能教育实施过程的基础,而目前研究多侧重于数据挖掘、学习分析及资源推荐等方面,但是对学生接收到个性化学习资源之后自主学习的支持很少涉及。“自主学习”(self-regulated learning)是从元认知、动机作用、行为三个侧面,主体自主调整功能而展开的学习。支撑自主学习的重要因素是自我效能感、自主调整方略与对目标的干预[27],即非智力因素对自主学习有重要的影响。人工智能教育系统应该开展深度教学[28],引导学生深度学习,挖掘知识背后的思想、智慧与德性,实现核心素养的提升,而目前针对这一部分的研究还没有得到足够的重视。

### 脑科学与认知规律视角的研究有待拓展

目前基于脑科学与认知理论的人工智能教育研究有待开拓。具身认知是第二代认知科学的新进展,它强调认知是一个自组织、自适应的生成过程[29]。具身认知真正把人视作“整全的人”,主张认知是大脑、身体与环境交互作用的产物,强调人的身心整全意义上的发展。它强调“具身性”与“情境化”[30]。现有的人工智能教育研究多默认学生以离身认知的方式学习,影响智能教育系统的功能实现[31]。

## 研究方法层面

### 还原论研究方法的弊端

20世纪流行的研究方法为机械还原论,采用“分而治之,各个击破”的方法研究

[25] Prensky, M. Digital Natives, Digital Immigrants[J]. On The Horizon, 2001, 9(5): 1-6.

[26] 刘美凤,王飞.立足当下面向未来——顾明远未来教育思想初探[J].中国教育学报,2018,(10):22-27.

[27] 钟启泉.从认知科学视角看两种教学范式的分野[J].中国教育学报,2017,(2):13-19.

[28] 郭元祥.论深度教学:源起、基础与理念[J].教育研究与实验,2017,(3):1-11.

[29] 王美倩,郑旭东.基于具身认知的学习环境及其进化机制:动力系统理论的视角[J].电化教育研究,2016,(6):54-59.

[30] 赵蒙成,王会亭.具身认知:理论缘起、逻辑假设与未来路向[J].现代远程教育研究,2017,(2):28-33.

[31] 陈巍,陈波,丁峻.第一代认知科学五十年:离身谬误与危机根源[J].山东师范大学学报(人文社会科学版),2010,55(4):46-49.

复杂问题,随着研究的深入,该方法的弊端越来越明显。基于复杂性科学的研究方法逐渐被人们接受 [32]。目前人工智能教育的很多研究沿用了还原论的研究思路,如不同学科知识的割裂、对非智力因素的忽略和片面的学习诊断等。由于教育的研究对象是人,人类智能的发展很难用线性模型描述,所以采用复杂性科学基于系统化、自组织、涌现等理论开展研究更为恰当。

### 缺乏跨学科互相借鉴

跨学科研究是科研创新的重要途径,目前人工智能已经在工业、金融、医疗、交通等领域取得了广泛的应用 [1],在与具体问题结合的过程中创造了很多新的技术方案和解决思路,可以供人工智能教育借鉴和吸收。例如,智慧医疗中用到的智能诊断技术与教育中的学习分析和学情诊断非常类似,虽然问题背景不同,但是其应用方法可以互通。目前,跨学科研究的案例和成果仍然较少,这是未来突破人工智能教育瓶颈的重要手段。

### 研究过程与结果缺乏科学验证

胡祥恩指出:“先进的学习系统为学生推荐学习资源,就像医生给病人开药一样……在应用学校教育的产品时都像对待药物一样谨慎。老师跟医生一样,讲究因材施教和对症下药。” [33] 教育是一个“不可逆”的过程,儿童成长的过程中有着不同的“敏感期”,学生已经接受的观念和养成的习惯也难以短时间内去除,所以人工智能教育的发展需要审慎面对并严格检验。目前针对人工智能教育的全方位性能评价研究,尤其是对技术应用的负面效应及批判性的研究还很不够,长时间的跟踪研究也较少。

## 功能技术层面

### 多通道数据融合

目前的人工智能教育系统,数据采集渠道单一,且多通道数据之间难以融合。现有智能教学系统主要采集学生的学习行为数据,而学生其他方面的表现则缺乏记录。另外多个数据通道之间的数据也应进行融合处理,从而全面地了解学生的真实情况。借鉴智慧医疗领域,多通道数据融合就像“CT”一样,最后生成一张更加全面和清晰的学生画像。

### 全要素问题诊断

目前人工智能教育的诊断仅限于对知识掌握情况的描述与识别,难以找到学生问题的根源,在进行学情诊断时应考虑问题的全部要素,并对相关要素进行深入细致的分析。对学生的学习状态、学习动机、心理情感等方面进行全方位监控。如同病人看病不能仅看问题病灶,还需要对其全身状况进行检查分析一样。学生的很多学习问题,往往来自于情绪和心理方面。

### 跨领域教育支持

目前,人工智能教育所提供的教育支持往往局限于学习资源的推送和答疑,在某些

[32] 苗东升. 复杂性科学研究 [M]. 北京: 中国书籍出版社, 2013: 107-108.

[33] 刘凯, 胡静. 人工智能教育应用理论框架: 学习者与教育资源对称性假设——访智能导学系统专家胡祥恩教授 [J]. 开放教育研究, 2018, 24(6): 4-11.

情况下，其效果难以得到有效的保证。在全面诊断的基础上，可以通过教师和家长的配合提供跨领域的教育支持。例如，当智能教学系统发现学生的心理方面出现问题时，可以请家长进行沟通和引导，并给家长提供相关的建议和措施。

### 三、人工智能教育发展建议

人工智能教育目前处于探索阶段，具有很大的发展空间，将现有的大数据、云计算、类脑智能、VR 等技术有机地融合，能够创造出更强大的教育应用。基于第二部分对人工智能教育存在问题的深入剖析，结合当前的技术能力，提出以下九点发展建议。

#### 大量引入半结构或非结构性问题，培养高阶思维能力

目前，人工智能教育仍然以帮助解决结构性问题为主，主要培养学生的低阶思维能力，即布鲁姆认知目标分类中的记忆、理解和应用三种能力。而未来智能时代更需要具备高阶思维能力，即分析、评价和创新的能力。需要在结构性问题训练的基础上，大量引入半结构或非结构性问题，在解决问题的过程中培养高阶思维能力。

#### 植入认知辅助模块，搭建思维能力发展的“脚手架”

目前，人工智能教育系统中缺乏认知辅助模块的设置，容易导致精准推送的学习资源难以被学生有效吸收，且难以进一步发展学生的思维能力。为实现“深度教学”[28]，可以借助语义图示[34]、知识可视化[35]等工具作为认知中介，激发学生的具身认知能力，实现核心素养的提升。

#### 多元思维路径提示，增强创新思维能力

目前，人工智能教育系统主要以知识学习为核心，提供给学生的往往是确定性、标准化、流程化的知识，而欠缺对学生创新思维方面的引导与开发。通过提供多元思维路径提示，让学生自主探索和思考得出自己的认识和理解，系统给予积极的反馈与鼓励，在潜移默化中培养创新意识和创新能力。还可以将学生的探索过程记录下来，形成创新素材库，构建创新思维训练的大数据，以便于后期的数据挖掘。

#### 打造跨学科人工智能教师，突破学科边界带来的认知局限

跨学科综合课程改革、综合实践能力的培养成为当今教育改革的热点之一[36]，如 STEM 是当前最受推崇的跨学科的融合教育方法。跨学科学习有助于学生对知识的融会贯通，培养综合多学科知识解决问题的能力，符合智能时代的要求。借助知识表示、神

[34] 许哲. 教育语义图示的模型构建与应用验证 [D]. 上海: 华东师范大学, 2015.

[35] 顾小清, 权国龙. 以语义图示实现可视化知识表征与建模的研究综述 [J]. 电化教育研究, 2014, (5): 45-52.

[36] 于国文, 曹一鸣. 跨学科教学研究: 以芬兰现象教学为例 [J]. 外国中小学教育, 2017, (7): 57-63.

经网络等技术,逐步打造能够实现跨学科教学的人工智能教师,解决跨学科教学的难点问题,使得跨学科教学在混合式教学情境和“双师”课堂中实现常态化,突破学科边界带来的认知局限。

### **建立更全面和动态的学生数字画像,促进学生的全面发展**

目前,智能教学系统中的学习者模型以学习为核心展开,主要包含学习者个体的状态与特征,如学习个体描述、认知状态、学习风格、情感状态等[37]。人的成长离不开家庭与社会环境的影响,学习者的认知状况也在不断地变化当中,所以,应建立更为全面和动态的学生数字画像,突破还原论的框架,促进学生的全面发展。

### **建立人工智能教育系统的效果跟踪评价体系,及时发现问题快速优化**

目前,对人工智能教育系统的全方位效果跟踪与评价体系尚未完全建立,仅以学生对知识的掌握情况作为评价指标是远远不够的,应将学生的自主学习情况、心理发展情况、价值观变化等均作为评价的指标,在较长的时间内,考察人工智能教育系统对学生的影响,从而及时发现盲点问题,快速优化改进提升性能。

### **增强人工智能教师与人类教师的深层次互动,提升“双师”协作效能**

目前的“双师”模式中,人工智能教师与人类教师的工作是相对割裂的,两者仅存在业务上的合作,缺乏深层次的互动。人工智能教师可以利用大数据的优势建立教师问题数据库,通过深度学习等算法,为教师开展核心素养培养的工作提供建议与参考。同时,教师也可以利用自身的教学经验对人工智能教师提出的建议进行评价与反馈,成为人工智能教师的训练数据,推进“双师”的共同发展。人工智能教师还可以承担新任教师的陪伴成长工作,真正成为教师的“伙伴”和“益友”。

### **增强人工智能系统的人文文化设计,熏陶正确的价值观与高尚的情操**

非智力因素对自主学习有着重要的影响,目前的人工智能教育系统在满足学生情感需要方面有待进一步提高。可以适当加入更多的人文文化设计,同时借助语音合成、图象识别等技术传递优秀的文化观念,潜移默化地帮助学生建立正确的价值观,熏陶高尚的情操。

### **加强人工智能教育系统的社群学习功能,培养合作能力**

通过加强社群学习功能建立学习伙伴之间的互动,能够为学生创造具身学习环境[29],借助具身认知技术提升学习效果,培养合作能力。

[37] 孙力,张婷.网络教育中个性化学习者模型的设计与分析.远程教育杂志,2017,(3):93-100.

