

人工智能在教育中的应用研究热点及趋势

马 华, 谢敏良, 罗 茜, 唐文胜, 熊 超, 赵 文

(湖南师范大学 信息科学与工程学院, 湖南 长沙 410081)

摘 要: 近年来人工智能技术取得突破性进展, 人工智能在教育模式革新和教育数字化转型中的应用研究受到广泛关注。采用文献计量法, 使用 CiteSpace 软件对 CNKI 上近 10 年相关研究进行可视化分析, 从发文量变化态势、作者—机构共现图谱、关键词共现图谱和关键词聚类图谱等方面梳理了研究现状, 并对学习环境、自适应个性化学习、认知工具、机器人和大模型等 5 个主题剖析了人工智能在教育中的应用热点。最后, 从新型学习空间中的互动学习方法、结合大模型的教学方法、机器人辅助的新型教学模型和结合师生情感情绪改进教学方式等 4 个方面归纳了人工智能应用于教育的发展趋势。

关键词: 人工智能; 教育信息化; 研究热点; 研究趋势; 文献计量法

DOI: 10.11907/rjdk.241348

中图分类号: TP331

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号: 1672-7800(2025)006-0205-08



Hot Spots and Trends of Research on the Application of Artificial Intelligence in Education

MA Hua, XIE Minliang, LUO Xi, TANG Wensheng, XIONG Chao, ZHAO Wen

(College of Information Science and Engineering, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

Abstract: With the breakthrough of artificial intelligence (AI) technology in recent years, it has widespread attention about the research of application of AI in the innovation of education mode and digital transformation of education. This paper adopts the bibliometric methods and uses the CiteSpace software to visualize and analyze the relevant studies in CNKI in the past ten years. The research status is sorted out in terms of the change trend of document volume, the co-occurrence map of author-institution, the co-occurrence map of keywords and the clustering map of keywords. Besides, the hotspots of the application of AI in education are discussed in detail from five topics, including learning environment, adaptive personalized learning, cognitive tools, robots and large models. Finally, the development trend of AI application in education is summarized from four aspects, including interactive learning methods in new learning spaces, teaching methods combined with large models, new teaching models assisted by robots, and teaching methods improved by combining the emotions of teachers and students.

Key Words: artificial intelligence; educational informatization; research hotspots; research trends; bibliometric methods

0 引言

近年来, 人工智能赋能教育, 为提升教育教学质量、促

进教育公平、培养学生的创新实践能力等提供了强力支撑。《教育信息化 2.0 行动计划》明确人工智能将推进智能教育的发展。《重构教育图景: 教育专用大模型研究报告》揭示大模型将把“以学习者为中心”理念变成普遍现实。

收稿日期: 2024-04-08

扫描二维码阅读全文:



基金项目: 国家自然科学基金项目(62077014, 62477009); 湖南省教育厅科学研究项目(重点项目)(23A0061); 湖南省普通高等学校教学改革研究项目(重点项目)(HNJG-20230213); 湖南省重大科技创新平台项目(2024JC1003)

作者简介: 马华(1979-), 男, 博士, CCF 高级会员, 湖南师范大学信息科学与工程学院教授、博士生导师, 研究方向为教育大数据挖掘和服务计算; 谢敏良(1999-), 女, 湖南师范大学信息科学与工程学院硕士研究生, 研究方向为个性化学习与推荐; 罗茜(2001-), 女, 湖南师范大学信息科学与工程学院硕士研究生, 研究方向为个性化学习与推荐; 唐文胜(1970-), 男, 博士, 湖南师范大学信息科学与工程学院教授、博士生导师, 研究方向为个性化学习和先进计算; 熊超(2001-), 男, 湖南师范大学信息科学与工程学院硕士研究生, 研究方向为智能推荐系统; 赵文(2000-), 女, 湖南师范大学信息科学与工程学院硕士研究生, 研究方向为教育大数据挖掘。本文通讯作者: 罗茜。

教育部部长怀进鹏在 2024 年世界数字教育大会上强调要将人工智能技术深入到教育教学和管理的全过程全环节。人工智能在教育中的应用具有极佳的前景,梳理人工智能在我国教育领域的应用成果,可为未来研究和实践提供重要借鉴。

目前,已有一些关于人工智能应用于教育的综述性文章。陈颖博等^[1]以“人工智能+教育”为主题,利用 CiteSpace 从关键词和聚类等角度分析了现状,提出我国人工智能及教育应关注的研究热点。孟亚玲等^[2]利用 Bicom2.0、SPSS 25.0 等工具分析了 CNKI 上 1979—2019 年以“人工智能 and 教育”为主题的文献,总结了其研究热点及趋势。刘勇等^[3]以主题“(人工智能 or AI) and 教育”检索 CNKI 上的文献,利用 CiteSpace 分析了突现关键词和聚类图谱,从政策、伦理、人才培养及合作等角度反思了人工智能在我国教育领域的研究。蔡耀炎等^[4]检索 2003—2022 年 Web of Science 中以“人工智能教育”为主题或“教育人工智能”为标题的文献,分析了国外人工智能教育应用热点及趋势。上述综述多是基于粗粒度的“人工智能”概念范畴而进行宏观层面的文献筛选,缺乏对人工智能在教育应用中的不同领域进行细粒度剖析,并且现有研究缺乏关注生成式大模型技术对未来教育的影响和分析。

不同于现有研究,本文专注于“人工智能+教育”这一宏观主题分析,同时根据国家自然科学基金 F0701“教育信息科学与技术”的领域划分,本文从“面向应用的角度”提炼出 5 个细粒度的微观主题进行剖析,以全面呈现人工智能技术在教育中的应用现状。提炼出的微观主题分别为“学习环境”“自适应个性化学习”“认知工具”“机器人”和“大模型”。因此,围绕上述 6 个主题词,本文使用 CiteSpace 分析 CNKI 上 2013—2023 年的研究成果,总结了人工智能在教育中的应用热点和趋势,以期对相关研究者提供參考。

1 研究方案

1.1 数据来源

本文在 CNKI 上以“教育*(人工智能+AI)”“学习环境*教育”“自适应个性化学习*教育”“机器人*教育”“认知工具*教育”以及“大模型*教育”等主题词检索近 10 年(2013—2023 年)的文献。经人工筛选剔除重复或相关度不高的文献后,得到有效文献 3 777 篇(记为 CNKI 源 I)。为聚焦高质量学术成果,本文从 CNKI 源 I 筛除来源为非核心期刊的文献,结果得到高质量文献 2 126 篇(记为 CNKI 源 II)。

1.2 研究步骤

本文利用 CiteSpace 内置的数据格式转换器对 CNKI 源 II 中的文献数据进行预处理,并将预处理后的数据导入 CiteSpace 中以生成科学知识图谱。在 CiteSpace 的初始参

数设置阶段,时间段为 2013—2023 年,时间切片为 1 年,节点类型为“关键词(KeyWord)”“作者和机构”,设置分析数据的阈值为 topN%=50% 以及默认聚类数为 10,聚类算法设置为极大似然法。在构建知识图谱后,Citespace 自动生成相应的可视化结果。为了深入分析和展示,通过调整节点大小、分布情况及字体大小等以呈现重点内容。根据可视化结果,对研究领域的主体、研究热点、关键作者和机构等作进一步解读和分析。

2 研究现状

为了解人工智能在我国教育中的应用状况,本文对现有研究的发文量、发文作者和机构共现图谱、关键词共现图谱、关键词聚类图谱等进行可视化分析。

2.1 发文量变化态势分析

领域文献发文量是衡量研究发展的重要指标,它反映了该领域的研究热度。CNKI 源 I 和 CNKI 源 II 两个数据源的发文量如图 1 所示。

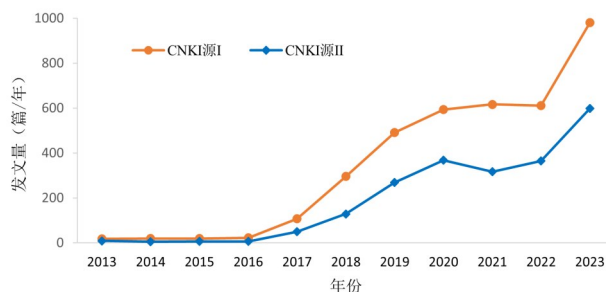


Fig. 1 Change trend of document volume

图1 发文量变化态势

由图 1 可知,人工智能技术教育研究相关论文的年均发文量总体呈现出上升趋势。根据文献的时间分布,可将近 10 年相关研究划分为 4 个阶段:

(1)起始阶段(2013—2016 年)。这一阶段人工智能教育研究发文量寥寥无几,可以看出该阶段人工智能还未与教育相结合。

(2)稳定发展阶段(2016—2020 年)。2017 年的人工智能教育研究发文量首次超过了 100 篇,并且在 2018—2020 年期间,年发文量稳定增加。这种增长可能与多方面因素有关。首先,2016 年 AlphaGo 战胜人类职业围棋选手可能是一个重要触发点;其次,政府发布的相关文件和政策也可能对人工智能教育研究的发展产生了积极影响。例如,国务院 2017 年印发的《新一代人工智能发展规划》明确提出利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革,教育部 2018 年出台了《高等学校人工智能创新行动计划》。

(3)理性回归阶段(2020—2022 年)。2020—2021 年期间,CNKI 源 II 发文量有所下降,这可能是受新冠疫情的冲击所致。根据 CNKI 的关注度指数统计,2020—2022 年期

间人工智能领域、教育领域发文量均呈下降趋势,而同时期疫情防控、突发公共卫生事件的关注度呈爆炸式增长。并且,疫情使得学者在教育领域的研究重心转移到了在线教育形式与元宇宙概念上,从而使得人工智能技术在教育领域应用的关注度有所减少。

(4)纵深化发展阶段。从2022年开始,发文量出现了显著增长,这一变化与2022年3月OpenAI发布的具有13亿参数的InstructGPT有关,该技术的发布激发了人工智能领域的研究热潮。2022年11月30日,OpenAI发布对话式通用人工智能ChatGPT,开启了通用人工智能与教育纵深化发展的时代。

2.2 作者—机构共现图谱与高产机构分析

文献的作者和发文机构代表着该领域的研究力量,对研究领域内的研究者与研究机构进行分析可识别该领域一定时期内有较高影响力的研究群体。基于CiteSpace获得的作者—机构共现图谱如图2所示。在该图谱中,节点间的连线表示共现关系,连线数量越多或节点的字体越大,表示节点出现频次越高。为了更清晰地突出领域核心作者,图中隐藏了发文量少于7篇的作者。



Fig. 2 Co-occurrence mapping of CNKI II author-institution
图2 CNKI源Ⅱ作者—机构共现图谱

图2中,核心作者之间的合作不多且主要为单一机构内部的合作,例如顾小清、李世瑾和祝智庭同属华东师范大学。机构之间的合作也不多,且多为单一机构内部多个部门间的合作。点击图2中的作者节点,可查看其发文量和发文时间。其中,顾小清的发文量较多,共发表27篇文献,主要研究人工智能在教育领域的发展现状和应用以及对未来教育的影响。此外,赵磊磊发表了12篇文献,主要研究人工智能对教师的影响以及智慧校园建设。本文统计了CNKI源Ⅱ中发文量前六的高产机构以考察机构发文量,如表1所示。

由表1可知,华东师范大学的发文量最多,共发表了128篇文献,是第二名华中师范大学的2倍多。此外,西南

Table 1 Top six high-yield institutions of documents issued
表1 发文量前六的高产机构

CNKI源Ⅱ机构	文献数/篇	首发年份
华东师范大学	128	2015
华中师范大学	54	2019
西南大学	47	2019
北京师范大学	34	2016
东北师范大学	32	2013
华南师范大学	15	2019

大学的发文量也超过了40篇。比较最早发文时间可知,东北师范大学和华东师范大学发文相对较早,但东北师范大学近10年总发文量并不多。表1所列多为师范类大学,它们深耕教育领域,更关注对教育和计算机的交叉研究并取得较多成果。

分析CNKI源Ⅱ中主要发文者和其文章如下:发文量前三的机构主要发文者为顾小清、李世瑾和罗生全。其中,顾小清等^[5]依托“人工智能促进未来教育发展”这一社科重大项目所做一系列研究发现,人工智能在凸显创新人才发展的挑战、支撑大规模教育的个性化实现、重塑知识观与教学创新、赋能未来教师发展、推动教育生态的系统变革等方面是关键着力点;李世瑾等^[6]从管控视角廓清了4类典型现象,即人工智能在教育领域应用产生的风险,并提出了应对智能教育风险的关键出路;罗生全等^[7]详细讨论了人工智能背景下未来学校的内涵、表现形态及其建设机制,为未来学校建设提供了有效指引。

2.3 关键词分析

2.3.1 关键词共现图谱分析

关键词反映文献的要点和主题内容,而多篇文章中共同出现的高频次关键词可反映领域内某一时期的研究热点与核心内容。为了解人工智能在教育中的研究热点,本文分析CNKI源Ⅱ的关键词共现图谱,除去没有代表性的基本关键词“人工智能”,得到关键词共现图谱如图3所示。高频关键词的词频统计如表2所示,关键词中介中心性统计如表3所示。中介中心性用来表征节点在领域内的中介作用及其影响程度的指标,一般中心性超过0.1,则认为中介性较强,以该节点为基础展开的研究较多,具有较强影响力。

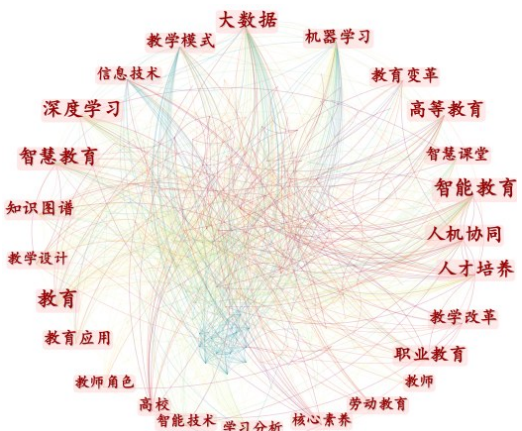


Fig. 3 Co-occurrence map of keywords
图3 关键词共现图谱

由图3和表2可知,近年来人工智能在教育中所使用的主流技术包括“深度学习”“大数据”“机器学习”“知识图谱”“机器人”等,所涉及的应用方向是“人才培养”“人机协同”“教学模式”等,所针对的细分领域是“智能教育”“智慧教育”“职业教育”“高等教育”等。

对比表2和表3可发现两个表中关键词的差别和相似

Table 2 Top ten keywords frequency statistics

表2 排名前10的关键词的词频统计

序号	频次	关键词	首次出现年份
1	58	智能教育	2018
2	55	深度学习	2015
3	53	大数据	2017
4	52	智慧教育	2015
5	42	高等教育	2018
6	41	人才培养	2017
7	40	人机协同	2018
8	35	职业教育	2018
9	29	知识图谱	2018
10	29	教学模式	2017

Table 3 Top ten keywords for intermediary centrality ranking

表3 中介中心性排名前10的关键词

序号	中介中心性	关键词	首次出现年份
1	0.08	大数据	2017
2	0.08	机器学习	2015
3	0.07	智慧教育	2015
4	0.06	机器人	2013
5	0.04	智能教育	2018
6	0.04	深度学习	2015
7	0.04	职业教育	2018
8	0.03	人才培养	2017
9	0.03	人机协同	2018
10	0.03	知识图谱	2018

性,两个表中共出现了8个频次和中心性都较高的关键词:智能教育、深度学习、大数据、智慧教育、人才培养、人机协同、职业教育、知识图谱。这些关键词是人工智能在教育应用研究网络的重要节点,该领域的研究也多是围绕这些关键词而展开。在频次排名中,高等教育、教学模式的中心性没有进入前十;中介中心性排名中,机器学习、机器人频次没有进入前十。这表明人工智能在高等教育细分领域以及教学模式上的研究虽然受到广泛关注,但其内部连接性较差,如何更好地进行领域结合还有待进一步研究;机器学习和机器人是人工智能的热门研究,但机器学习与机器人在教育领域的研究存有较大发展空间。

2.3.2 关键词聚类分析

CiteSpace的关键词聚类功能可明确某研究领域的热点和趋势。本文采用最大似然法对人工智能在教育中的应用进行聚类分析。根据关键词网络中的模块值Q(Modularity Q)和平均轮廓值S(Mean Silhouette)两个指标揭示其基本特点。其中,Modularity Q是用来评价网络聚类效果的指标,其值越大,表明网络聚类效果越好。Mean Silhouette是用来评价网络同质性的指标,取值范围在0~1之间,其值越接近于1,表明同一聚类中文献同质性越高,聚类越合理。一般认为,Modularity Q>0.3意味着聚类结构显著,当Mean Silhouette>0.5时,表明关键词网络聚类结果理想,当Mean Silhouette>0.7时,意味着聚类是令人信服的。从图4可以看出, $Q=0.456\ 6>0.3$, $S=0.747\ 1>0.7$,聚类结构显著且令人信服。隐藏较小聚类和无意义聚类获得10个主要聚

类,如图4所示。

由图4结合表2和表3可知,近10年的主要热点是应用知识图谱和深度学习等新兴技术促进人才培养方式和教学方式变革。具体分析如下:

(1)知识图谱。作为一种用图模型来描述知识和建模世界万物之间关联关系的技术,知识图谱现已广泛应用于教育,实现智能搜索、智能问答、个性化推荐、可视化分析等。近年来,学者对知识图谱在教育中的研究集中于应用知识图谱进行可视化分析、构建学科知识图谱、构建学习认知图谱^[8],以及探索构建学科教学图谱^[9]等方面。此外,大语言模型的应用研究受到广泛关注,利用它的文本生成和文本补全以提取实体、关系及属性,可实现学科知识图谱的自动化构建^[10]。

(2)情感计算。情感计算是关于情感、情感产生以及影响情感方面的计算,机器人可以从感知信号中提取情感特征,分析人的情感与各种感知信号的关联。学者们引入人工智能对教育过程进行情感分析和计算,研究主要集中于教学干预、教育评价、情感能力提升、个性化教学等方面^[11-12]。

(3)计算思维。人工智能兴起以来,计算思维的培养越发受到重视,《2017普通高中信息技术课程标准》将计算思维列为四大核心素养之一。学者对计算思维的研究集中于两个方面:一是计算机基础课程改革及教学模式探讨;二是如何更好地培养、测评学生的计算思维^[13]。近年来的研究表明,ChatGPT有助于教师评测学生的计算思维能力^[14]。

(4)核心素养。人工智能的快速发展与应用对学校人才培养提出了更高要求,学者们开始关注人工智能核心素养的培养。如张银荣等^[15]建构了人工智能素养结构模型,指出使能目标、内核目标和发展目标是人工智能素养培养的三大目标,而AI知识、AI能力、AI伦理是人工智能素养的3个重要维度;何聚厚等^[16]从“技术本位”到“素养本位”的观念转变角度,探讨了化解人工智能教育现实困境的实践路径。

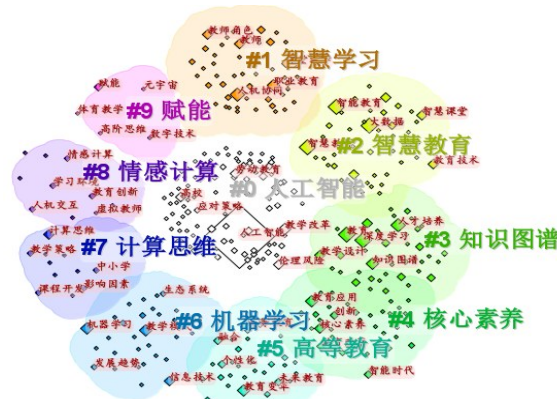


Fig. 4 Clustering map of keywords

图4 关键词聚类图谱

3 研究热点分析

为了解人工智能在教育中的应用热点,使用CiteSpace对提炼的5个主题“学习环境+教育”、“自适应个性化学习+教育”、“机器人+教育”、“认知工具+教育”和“大模型+教育”,以关键词聚类图谱进行分析,如图5所示。

3.1 “学习环境+教育”

学习环境随社会变迁、教育发展和学习主体需求的变化而不断演变。图5(a)中具有代表性的热点分析如下:

(1)元宇宙。元宇宙代表视觉沉浸技术发展的最新阶段,其本质是一个与现实世界平行的在线数字空间,能够重塑在线教育时空“共在”新形态,并生成智能化的在线学习环境。例如,兰国帅等^[17]研究了学习元宇宙赋能教育的关键特征、技术架构及其在混合学习、虚拟团队协作、游戏化学习、虚拟学习社区和沉浸式图书馆等领域的应用案例。

(2)数字孪生。数字孪生的技术特性包括虚实共生、高虚拟仿真、高实时交互和深度洞见等,其应用已从工业领域延伸拓展到教育等领域。数字孪生课堂和孪生校园的出现将进一步推动教育智能化,创建融合虚拟与现实的智慧学习空间,并支持学习者的个性化发展以及促进学习者的全面发展^[18]。

3.2 “自适应个性化学习+教育”

自适应学习是根据学习者的个体差异和学习需求动态调整教学内容,为个人提供交互式 and 个性化的学习,并显著调节学生的认知学习效果^[19]。图5(b)中具有代表性的热点分析如下:

(1)学习分析。学习分析是指利用数据分析和可视化技术提高教学质量和学习效率的方法,它可以促进学习、教学、管理的提升。通过学习分析了解学生的学习状态,可以有效干预学生的学习过程,提高学习效果。

(2)因材施教。因材施教是一种因人而异的教学模式,学习者、施教活动、教育结果是“因材施教”教学模式的构成要素,其中学习者的认知水平和知识被理解所对应的认知水平是“因材施教”的前提,施教活动是主体性活动,教育结果是要达成的目标^[20]。教师可利用智能技术根据不同的学生和学情设计不同的教学模式、制定符合学生特点的学习路径,实现学生的个性化学习。

3.3 “机器人+教育”

由图5(c)可知,机器人技术在教育中的应用研究热点主要为开机器人校本课程和机器人实践教学以及创客教育等。校本课程是指以学校为中心,充分发挥学校的中心价值,展现学校特色的课程。创客教育是一种融合信息技术,秉承“开放创新、探究体验”教育理念,以“创造中学”为主要学习方式和以培养各类创新型人才为目的的新型教育模式。教育部印发《义务教育课程方案和课程标准



(a) "Learning environment + education" cluster map

(a) “学习环境+教育”聚类图谱



(b) "Adaptive personalized learning + education" clustering map

(b) “自适应个性化学习+教育”聚类图谱



(c) "Robot + education" clustering map

(c) “机器人+教育”聚类图谱



(d) "Cognitive tools + education" clustering map

(d) “认知工具+教育”聚类图谱



(e) "Large language model + education" clustering map

(e) “大模型+教育”聚类图谱

Fig. 5 Clustering map of hot keywords

图5 热点关键词聚类图谱

(2022年版)》指出,课程教学要加强知行合一、学思结合,以变革育人方式。2023年,教育部印发的《关于加强中小学地方课程和校本课程建设与管理意见》强调了校本课程在我国基础教育课程体系建设中的基本性质和重要地位。随着国家的高度重视,会出现更多人工智能赋能下的机器人校本课程和创客教育研究^[21]。

3.4 “认知工具+教育”

认知工具是指能够支持、指引和扩充学习者思维过程的智能和计算装备^[22]。人工智能助力下产生的认知工具可显著帮助学习者提升认知水平和能力。图5(d)中具有代表性的热点分析如下:

(1)虚拟现实与具身认知。具身认知是指通过身体感知和动作促进学习和思考的过程。虚拟现实通过创建逼真的虚拟环境,可以提供学生更加身临其境的学习体验。具身认知通过虚拟现实和增强现实技术,让学生通过身体的参与以更好地理解和应用知识,提高学习的深度和质量。现有研究中,虚拟现实与人工智能的结合在教育领域多应用于翻转课堂、全景视频、VR体验等方面,帮助学生更好地理解 and 记忆知识^[23]。

(2)教学设计。教学设计是指为了达到预期的教学目标,遵循教学过程的基本规律,对教学活动进行系统规划的过程。值得一提的是医学教育在教学设计过程中广泛应用认知工具的情况。这可能是因为认知工具能够帮助医学生更好地理解和应用医学知识,提升他们的临床决策能力和技能水平。认知工具的范围包括虚拟病人模拟器、医学知识图谱和增强现实手术模拟等,这些工具为医学生提供了实际临床操作的训练机会并培养了能力。

3.5 “大模型+教育”

OpenAI推出的ChatGPT引起了全球关注^[24]。以ChatGPT为代表的大模型是基于人工智能的自然语言处理领域的超大预训练模型,根据给定问题和语境生成符合语言习惯和逻辑的回答。图5(e)中具有代表性的热点分析为:

(1)复合脑。ChatGPT等大模型提供的产品可以作为外脑与人类的内脑构成复合脑。人机共生是指人类与人工智能等技术紧密结合与互动,以实现人机相互促进、共同发展的状态。在教育领域,人机共生的复合脑应用于智能辅导、个性化教学、智能评估等方面,可以解决更复杂的问题^[25]。

(2)潜在风险。在给教育领域创造有益价值的同时,大模型也带来了一系列伦理风险,例如数据隐私泄露与滥用、算法歧视与偏见、师生关系弱化与破坏以及学术公平失信失衡等。为了确保人工智能在教育中的良性应用,需要提前进行风险防控^[26]。

4 发展趋势

人工智能在教育中的应用日益深入,这对于实现教育

数字化转型有着重要的现实意义。通过CiteSpace分析10年来相关文献可发现,当前人工智能在教育中的应用主要在以下方面显现出明显的发展趋势:

(1)新型学习空间中的互动学习方法。虚拟现实创设了真实、交互、多感官刺激的体验式学习情景,能帮助学生理解词汇、猜测词义,促进学生学习并激发学生的想象力。元宇宙打造了虚拟世界与现实世界相融合的新型学习空间,虚实融合的新型学习空间通过重构学习环境、课程体系、交互机制以及学习方式可以培养学生的创新思维。然而,目前虚拟现实在教育中的应用普遍存在沉浸感和交互性不足的问题,大部分只停留在与桌面虚拟现实的简单交互或者理论上的讨论。未来,应着重增强学生与虚拟现实环境的互动,将虚拟现实技术有效融入学生的学习过程,提高学生听觉和视觉的体验质量并促进学生的学习投入从而提升学习效率。

(2)大模型赋能个性化的教与学。在AIGC(AI-generated content)时代,ChatGPT等大模型具有赋能教学创新的巨大潜能,有利于开发出适用于不同学生和学情的教学方法,促进学生的个性化学习。例如,将生成式人工智能融入元宇宙智能学习平台能够显著提升学生的知识迁移能力以及学习绩效^[27];基于多模态大模型分析学生的交互数据和语言行为数据,可以生成个性化的教学资源和学习路径^[28];通过教育提示工程的理论指导设计学习提示单,可促进教育与大模型的有效融合^[29];在充分挖掘AIGC的独特技术能力的基础上,将AIGC应用于学生的问题解决能力这一高阶思维能力的培养^[30]。此外,将大模型用于构建一个安全健康的智能教学系统时,要关注解决数据偏见、认知误导、知识产权以及隐私泄露等问题^[31]。

(3)基于机器人辅助的新型教学模型。机器人技术作为一个全新的教学要素,将其引入课堂能与传统学习教育中的要素进行融合,给学校教学、学生学习、教学评价与管理方面带来新的影响^[32]。如何将机器人引入课堂从而辅助教与学是未来的研究趋势之一。

(4)结合师生情感情绪改进教学方式。通过对师生的情感情绪进行分析,可有效提升学生学习效果以及学习兴趣。人机互动会带来一定的情感缺失,而在教育领域,教师对教学情感的认同和完善,可促进学生的全面发展;对学生的情感识别有助于教师改进教学方式,提高教学质量^[33]。

5 结语

近年来,人工智能技术快速发展,给教育领域带来了诸多机遇和挑战。为更全面阐述人工智能在教育中的应用,本文利用CiteSpace对CNKI中的文献进行计量学分析,不仅对“人工智能+教育”这一主题进行分析,还具体地分析了学习环境、自适应个性化学习、机器人、认知工具以及

大模型在教育中的应用,概述了研究现状,并从虚拟现实、大模型、机器人和情绪情感等4个方面归纳了其未来发展趋势,为该领域相关研究提供了有价值的参考。

参考文献:

- [1] CHEN Y B, ZHANG W L. Hotspot, trend, and enlightenment of education artificial intelligence research abroad[J]. Open Education Research, 2019, 25(4): 43-58.
陈颖博, 张文兰. 国外教育人工智能的研究热点、趋势和启示[J]. 开放教育研究, 2019, 25(4): 43-58.
- [2] MENG Y L, WU S, WEI J Z. The status, hotspots, and trends of artificial intelligence education research —— data analysis based on 1 043 artificial intelligence education literature from 1979 to 2019[J]. Modern Educational Technology, 2020, 30(3): 120-123.
孟亚玲, 武帅, 魏继宗. 人工智能教育研究的现状、热点与趋势——基于1979—2019年1 043篇人工智能教育文献的数据分析[J]. 现代教育技术, 2020, 30(3): 120-123.
- [3] LIU Y, SHENG X T, LI Q. Visualization analysis of artificial intelligence applied in the field of Chinese education[J]. Modern Educational Technology, 2018, 28(10): 27-34.
刘勇, 生晓婷, 李青. 人工智能在我国教育领域应用的可视化分析[J]. 现代教育技术, 2018, 28(10): 27-34.
- [4] CAI Y Y, FANG X. Analysis of hotspots and trends in foreign artificial intelligence[J]. Continuing Education Research, 2023(10): 56-62.
蔡耀炎, 方旭. 国外人工智能教育研究热点及趋势分析[J]. 继续教育研究, 2023(10): 56-62.
- [5] GU X Q, LI S J. Artificial intelligence promotes the development of future education: essence connotation and proper direction[J]. Journal of East China Normal University (Educational Sciences), 2022, 40(9): 1-9.
顾小清, 李世瑾. 人工智能促进未来教育发展: 本质内涵与应然路向[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2022, 40(9): 1-9.
- [6] LI S J, HU Y L, GU X Q. How to get out of the dilemma of artificial intelligence education risk: phenomenon, causes and countermeasures[J]. e-Education Research, 2021, 42(7): 19-25.
李世瑾, 胡艺龄, 顾小清. 如何走出人工智能教育风险的困局: 现象、成因及应对[J]. 电化教育研究, 2021, 42(7): 19-25.
- [7] LUO S Q, WANG S Y. The connotation, manifestations, and construction mechanism of the future school[J]. China Educational Technology, 2020, 41(1): 40-45, 55.
罗生全, 王素月. 未来学校的内涵、表现形态及其建设机制[J]. 中国电化教育, 2020, 41(1): 40-45, 55.
- [8] WAN H P, WANG Q, YU S Q. The construction and application of adaptive learning framework based on learning cognitive graph[J]. Modern Distance Education, 2022(4): 73-82.
万海鹏, 王琦, 余胜泉. 基于学习认知图谱的适应性学习框架构建与应用[J]. 现代远距离教育, 2022(4): 73-82.
- [9] ZHOU D D, DONG X X, GU H N. A new trend of knowledge graph research in education: subject teaching graph[J]. e-Education Research, 2024, 45(2): 91-97, 120.
周东岱, 董晓晓, 顾恒年. 教育领域知识图谱研究新趋向: 学科教学图谱[J]. 电化教育研究, 2024, 45(2): 91-97, 120.
- [10] TANG X S, CHENG L Y, ZHANG C H, et al. Application of large language models in automated construction of knowledge graphs for university subject domains[J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications (Social Sciences Edition), 2024, 26(1): 125-136.
唐晓晨, 程琳雅, 张春红, 等. 大语言模型在学科知识图谱自动化构建上的应用[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版), 2024, 26(1): 125-136.
- [11] RONG Y, LIU J W, LI X L. Adaptive hybrid network for affective computing in student classroom[J]. Journal of Computer Applications, 2024, 44(9): 2919-2930.
戎妍, 刘嘉雯, 李馨蕾. 面向学生课堂情感计算的自适应混合网络[J]. 计算机应用, 2024, 44(9): 2919-2930.
- [12] YU S Z, SHAN J H, YAN H B. Affective computing empowering personalized teaching: logic framework problem decomposition and diverse reshaping[J]. Modern Distance Education, 2024(2): 53-61.
余淑珍, 单俊豪, 闫寒冰. 情感计算赋能个性化教学: 逻辑框架、问题解构与多元重塑[J]. 现代远距离教育, 2024(2): 53-61.
- [13] HU X Y, SUN S, YANG W J, et al. AI empowered: where should the study of higher-order thinking cultivation go[J]. China Educational Technology, 2022, 43(12): 84-92.
胡小勇, 孙硕, 杨文杰, 等. 人工智能赋能: 学习者高阶思维培养何处去[J]. 中国电化教育, 2022, 43(12): 84-92.
- [14] SHEN C, BAI Y. Application of large language models in assessment of computational thinking for primary school students — taking ChatGPT as an example[J]. Digital Teaching in Primary and Secondary, 2023(6): 25-28.
沈成, 柏毅. 大语言模型在小学生计算思维评测中的应用——以ChatGPT为例[J]. 中小学数字化教学, 2023(6): 25-28.
- [15] ZHANG Y R, YANG G, XU J Y, et al. The cultivation of AI literacy model and its implementation path[J]. Modern Educational Technology, 2022, 32(3): 42-50.
张银荣, 杨刚, 徐佳艳, 等. 人工智能素养模型构建及其实施路径[J]. 现代教育技术, 2022, 32(3): 42-50.
- [16] HE J H, LI T Y, HE X Q. Study on the value, dilemma and path of the design of large units of artificial intelligence education in primary and secondary schools[J]. China Educational Technology, 2022, 43(2): 30-37.
何聚厚, 李天宇, 何秀青. 中小学人工智能教育大单元设计的意蕴、困境和路径[J]. 中国电化教育, 2022, 43(2): 30-37.
- [17] LAN G S, WEI J C, HUANG C Y, et al. Metaverse for learning empowering education: constructing a new pattern of Internet + education application[J]. Journal of Distance Education, 2022, 40(2): 35-44.
兰国帅, 魏家财, 黄春雨, 等. 学习元宇宙赋能教育: 构筑“智能+”教育应用的新样态[J]. 远程教育杂志, 2022, 40(2): 35-44.
- [18] ZHU K, ZHANG Y, LI R L. Holographic classroom: a new exploration of visualized 3D learning space based on digital twin[J]. Journal of Distance Education, 2020, 38(4): 38-47.
朱珂, 张莹, 李瑞丽. 全息课堂: 基于数字孪生的可视化三维学习空间新探[J]. 远程教育杂志, 2020, 38(4): 38-47.
- [19] WANG J X, ZHOU T, YE T, et al. Research on the effects of adaptive learning on learning outcomes of university students: base on meta-analysis of 51 experimental and quasi-experimental studies[J]. Chongqing Higher Education Research, 2023, 11(6): 116-127.
王静贤, 周恬, 叶童, 等. 自适应学习对大学生学习结果的影响研究——基于51项实验和准实验研究的元分析[J]. 重庆高教研究, 2023, 11(6): 116-127.
- [20] LIU B Q. Construction and application of "teaching in accordance with aptitude" teaching mode based on intelligent technology—taking smart classroom as an example[J]. China Educational Technology, 2020, 41(9): 30-39.
刘邦奇. 智能技术支持的“因材施教”教学模式构建与应用——以智

- 慧课堂为例[J]. 中国电化教育, 2020, 41(9): 30-39.
- [21] WANG Y M. Review on the theoretical thinking of current maker education practice in Chinese universities[J]. Modern Distance Education Research, 2017, 39(4): 20-31, 87.
- 王佑镁. 当前我国高校创客教育实践的理性认识综述[J]. 现代远程教育研究, 2017, 39(4): 20-31, 87.
- [22] ZHANG Y R. Cognitive tools for promoting learning[J]. e-Education Research, 1996(3): 48-50.
- 张宇容. 促进学习的认知工具[J]. 电化教育研究, 1996(3): 48-50.
- [23] CHEN N H. Research on the application of VR panoramic videos in vocational college spoken English teaching[J]. Modern Vocational Education, 2019(31): 100-101.
- 陈宁红. VR全景视频在高职英语口语教学中的应用研究[J]. 现代职业教育, 2019(31): 100-101.
- [24] LU J W, GUO C, DAI X Y, et al. The ChatGPT after: opportunities and challenges of very large scale pre-trained models[J]. Acta Automatica Sinica, 2023, 49(4): 705-717.
- 卢经纬, 郭超, 戴星原, 等. 问答ChatGPT之后: 超大预训练模型的机遇和挑战[J]. 自动化学报, 2023, 49(4): 705-717.
- [25] WANG J, MIERWATTI-K, YANG Y Q. The hybrid brain of human-machine symbiosis: application development and model innovation of generative artificial intelligence-assisted writing teaching[J]. Journal of Distance Education, 2023, 41(4): 37-44.
- 汪靖, 米尔外提·卡马勒江, 杨玉芹. 人机共生的复合脑: 基于生成式人工智能辅助写作教学的应用发展及模式创新[J]. 远程教育杂志, 2023, 41(4): 37-44.
- [26] WANG Y M, WANG D, LIANG W Y, et al. Ethical risks and avoidance approaches of ChatGPT in educational application[J]. Open Education Research, 2023, 29(2): 26-35.
- 王佑镁, 王旦, 梁炜怡, 等. ChatGPT教育应用的伦理风险与规避进路[J]. 开放教育研究, 2023, 29(2): 26-35.
- [27] ZHAI X S, CHU X Y, JIAO L Z, et al. An empirical study on the effectiveness of human-computer collaborative learning based on "generative artificial intelligence +metaverse"[J]. Open Education Research, 2023, 29(5): 26-36.
- 翟雪松, 楚肖燕, 焦丽珍, 等. 基于“生成式人工智能+元宇宙”的人机协同学习模式研究[J]. 开放教育研究, 2023, 29(5): 26-36.
- [28] YE X D, LIU Z M. Research on the construction of precise instructional support system based on multimodal foundation models[J]. Journal of Distance Education, 2024, 42(1): 84-93.
- 叶新东, 刘泽民. 基于多模态大模型的精准教学支持体系构建研究[J]. 远程教育杂志, 2024, 42(1): 84-93.
- [29] FANG H G, WANG X C, HONG X, et al. AIGC-oriented educational prompt engineering learning prompt sheets design and application[J]. Modern Distance Education, 2024(2): 62-70.
- 方海光, 王显闯, 洪心, 等. 面向AIGC的教育提示工程学习提示单设计及应用[J]. 现代远程教育, 2024(2): 62-70.
- [30] WANG H J, WEI J M, FEI J X. In-depth problem-solving ability: conceptual characteristics, theoretical framework and cultivation path—based on the perspective of AIGC technology empowerment[J]. China Educational Technology, 2024(5): 97-104.
- 王焕景, 魏江明, 费建翔. 深度问题解决能力: 概念特征、理论框架及培养路径——基于AIGC技术赋能视角[J]. 中国电化教育, 2024(5): 97-104.
- [31] LI K K, LU Y X, YANG X M. Large language model empowering smart learning partners: system architecture and risk control[J]. Modern Distance Education Research, 2024, 36(3): 20-28.
- 李康康, 卢颖翔, 杨现民. 大语言模型赋能智能伙伴: 系统架构与风险防控[J]. 现代远程教育研究, 2024, 36(3): 20-28.
- [32] LIU C C, WAN P, WANG Y M, et al. AI robots and instructional applications: innovation implications and realistic challenges[J]. Journal of Distance Education, 2020, 38(2): 29-36.
- 柳晨晨, 宛平, 王佑镁, 等. 智能机器人及其教学应用: 创意蕴与现实挑战[J]. 远程教育杂志, 2020, 38(2): 27-36.
- [33] OU Z G, LIU Y P, LI R L, et al. Research on teacher speech emotion recognition in international Chinese language classrooms[J]. Modern Educational Technology, 2023, 33(8): 87-95.
- 欧志刚, 刘玉屏, 李若琳, 等. 国际中文课堂中的教师语音情感识别研究[J]. 现代教育技术, 2023, 33(8): 87-95.

(责任编辑: 孙娟)