

机器人在教育中的应用研究分析：现状与思考

张瑞阳

(南京邮电大学教育科学与技术学院, 江苏南京 210000)

摘要:近年来人工智能技术蓬勃发展,教育领域围绕教育信息化、机器人、深度学习等相关主题进行了探索研究。当前机器人的应用给各级教育提供了新途径,机器人与教育的深度融合将有效推动智能时代的教学改革与学生学习效果的提升。探究近10年来教育与机器人结合与发展的概况,采用文献计量法呈现机器人在教育中应用的发展现状与研究热点,发现该领域研究主要围绕特殊教育、医疗教育、多学科交叉融合等热点主题展开;同时思考了教育教学与机器人的融合方式,从多学科融合、教师主体、学生主体3个方向对其发展路径提出了建议。

关键词:教育;机器人;人工智能;教学改革

DOI:10.11907/rjdk.211755

中图分类号:TP391.6

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号:1672-7800(2022)011-0188-08



Research and Analysis of Robot Application in Education: Present Situation and Thinking

ZHANG Rui-yang

(School of Educational Science and Technology, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210000, China)

Abstract: In recent years, with the vigorous development of artificial intelligence technology, the education field has carried out exploration and research around the topics of education informatization, robotics, in-depth learning and so on. The current application of robots has provided new methods for education at all levels. The deep integration of robots and education will effectively promote the teaching reform in the intelligent era and the improvement of students' learning effect. It explores the general situation of the integration and development of education and robotics in the past 10 years, presents the research hotspots and development status of robot application in education by using the bibliometric method, and finds that the research in this field mainly focuses on hot topics such as special education, medical education, interdisciplinary integration, etc; At the same time, it also considers the integration of education and teaching and robot, and puts forward suggestions on the development path from the three directions of multi-disciplinary integration, teachers' main body and students' main body.

Key Words: education; robot; artificial intelligence; teaching reform

0 引言

目前,机器人正逐步走进大、中、小学课堂。2017年国务院印发的《新一代人工智能发展规划》对教育机器人在全国范围内的推广和普及起到了极大的推动作用。教育机器人的应用为各级教育提供了极大便利^[1],对于普及素质教育、培养学生信息素养、提高学生创新与实践能力具有重要现实意义。

“教育+机器人”既指将机器人技术应用于教育教学环节,也指机器人知识与技术的教授,前者同教育机器人含

义相关,从存在形态来看,可分为实体教育机器人与虚拟教育机器人;从功能来看,可分为主讲型、辅导型、情感型机器人辅助教学系统等^[2]。对“教育+机器人”的分析与研究能更好地促进教育智能化发展,激发机器人在教育领域的发展潜力,扩大其应用范围。

文献计量方法为“教育+机器人”的研究分析提供了新的视角与框架,可有效揭示当前研究热点与未来发展趋势,为反馈研究的精准定位、路径分析、发展前景提供重要参考与指导。本文选择CiteSpace文献计量工具对近10年来机器人在教育中应用的相关文献进行分析,以期掌握该领域的研究趋势并提出建设性发展建议。

收稿日期:2021-05-25

基金项目:江苏省研究生科研创新计划项目(KYCX21_0820)

作者简介:张瑞阳(1997-),男,南京邮电大学教育科学与技术学院硕士研究生,研究方向为协作学习环境中的情感反馈。

1 研究方法

在 Web of Science(WOS)平台采用基本检索方式,主题词设为“education”并含“robot”,检索时间范围设为 2011-2020 年,检索数据库为 SSCI 和 SCI,剔除会议摘要、报告文档等,得到代表性文献 666 篇。在 Windows10 操作系统中运行 CiteSpace5.7.R2 版本,时间设置为 2011-2020 年,切片为 1,节点类型根据分析需求进行选择,勾选“Pathfinder”和“Pruning silced networks”,对检索文献进行计量学分析。

2 研究结果

2.1 年度发文量

2011-2020 年,WOS 平台上发表的关于“教育+机器人”主题的年度文献数量分布如图 1 所示。可以看出,发文量整体呈现增长态势。2011 年左右,早教故事机出现在大众视野,受到广泛追捧,自此教学机器人开始迅速发展;2014 年,诸多企业涌入教育机器人领域,推动了机器人行业的发展;2015 年,人工智能技术取得突破性进展,拥有精密算法与丰富数据的智能机器人走上舞台,开始为教育行业提供更高端的技术支持;《2019 全球教育机器人发展白皮书》在北京发布,探讨了教育机器人的创新应用途径,同年发文量开始跨越式增长;2020 年,中央印发《教育机器人行业发展“十三五规划纲要”》,指出要扩大机器人行业规

模,提高教育机器人渗透率,各地随后纷纷出台政策吸引大批教育机器人企业入驻。同时,拥有较高信息素养的 90 后、00 后开始成为教育机器人的消费主力军,为该领域带来了不小的资金流。因此,该年发文量达到顶峰。随着计算机理论与技术的变革创新,以及越来越多的人资投入,教育与机器人将更加紧密融合,前景可期。

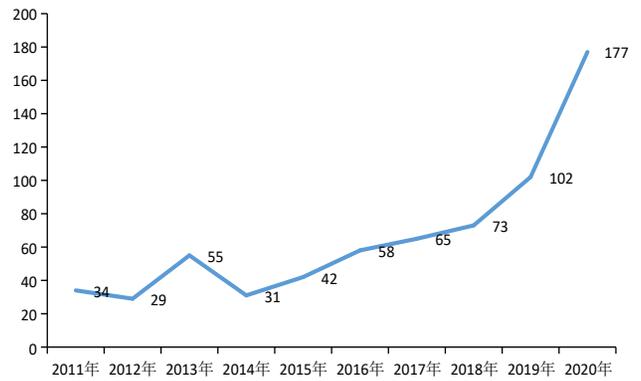


Fig. 1 Distribution of annual "education + robot" literatures issued by WOS platform from 2011 to 2020

图 1 2011-2020 年 WOS 平台“教育+机器人”年度发文量分布

2.2 文献被引频次与分布领域

在 CiteSpace 主操作界面选择节点类型为“Reference”,按照被引频次对 666 篇文献进行降序排列,被引次数排名前 10 位的文章信息见表 1。然后选择节点类型为“Category”,按照相关文献发表数量对期刊进行降序排列,相关发文量排名前 10 位的期刊信息见表 2。

Table 1 Top ten cited literatures

表 1 被引次数排名前 10 位的文章

序号	文献	作者	年份	被引频次
1	Exploring the Educational Potential of Robotics in Schools: A Systematic Review	Vavassori Benitti, Fabiane Barreto	2012	373
2	Opportunities and Challenges with Autonomous Micro aerial Vehicles	Kumar Vijay, Michael Nathan	2012	194
3	Social Robots for Education: A Review	Belpaeme Tony, Kennedy James, Ramachandran Aditi, et al	2018	184
4	Global Evaluative Assessment of Robotic Skills: Validation of a Clinical Assessment Tool to Measure Robotic Surgical Skills	Goh Alvin C, Goldfarb David W, Sander James C, et al	2012	181
5	Human-Robot Interaction: Status and Challenges	Sheridan Thomas B	2016	133
6	The Role of Healthcare Robots for Older People at Home: A Review	Robinson Hayley, MacDonald Bruce, Broadbent Elizabeth	2014	130
7	Interactive Technologies for Autistic Children: A Review	Boucenna Sofiane, Narzisi Antonio, Tilmont Elodie, et al	2014	104
8	Learning Curves for Urological Procedures: A Systematic Review	Abboudi Hamid, Khan Mohammed Shamim, Guru Khurshid A, et al	2014	104
9	Design, Modeling, and Characterization of a Miniature Robotic Fish for Research and Education in Biomimetics and Bioinspiration	Kopman Vladislav, Porfiri Maurizio	2013	104
10	Molecular Robots with Sensors and Intelligence	Hagiya Masami, Konagaya Akihiko, Kobayashi Satoshi, et al	2014	103

Table 2 Top 10 journals in terms of related publication volume

表2 相关发文量排名前10位的期刊

序号	发文数量	期刊名称
1	192	Engineering
2	149	Education & Educational Research
3	132	Computer Science
4	102	Engineering, Electrical & Electronic
5	100	Robotics
6	91	Education, Scientific Disciplines
7	59	Engineering, Multidisciplinary
8	59	Surgery
9	48	Computer Science, Information Systems
10	46	Urology & Nephrology

从被引文献与期刊类型可以看出,涉及教育领域的机器人研究主要围绕特殊教育中的机器人应用、校内机器人应用、机器人与医疗教育相结合3个方面展开。

2.2.1 特殊教育中的机器人应用

特殊教育一直是教育机器人领域关注的重点方向之一。特殊教育中的学生主要包括自闭症学生、视盲学生、听障学生等。目前机器人主要从两个方面实现对特殊学生的教育辅助:一是以技术弥补身体缺陷,缩小特殊学生与普通学生的差距^[3]。例如科大讯飞公司研发的“听见语音转写系统”在听障儿童学习课堂中广泛应用,实现了对听障学生的授课,提高了其认知水平;二是缓解部分心理疾病儿童的交流负担,渐进式促进学习效果提升。一些患有自闭症的学生可能更喜欢使用机器人而不是人类作为技能教师^[4]。有研究表明,机器人与儿童的互动有助于引发特征行为,如持续性交流^[5]。当前针对自闭症儿童康复和学习的机器人设计较多,例如基于NAO平台设计的陪护机器人能在一定程度上缓解自闭症儿童病情^[6],并提高其社交能力。特殊学生的现代化教育极其必要,今后应深入研发特殊教育机器人的交互功能,实现对特殊学生技能的培养、情绪的及时获知以及情感上的自然沟通。

2.2.2 校内机器人应用

机器人在校内教学环境中的应用可以分为两大类,一类是将机器人或与机器人有关的技术应用于学科教学中^[7],如计算机编程或工程设计等学科,通过程序编写和机器人功能的直观呈现,促进理论学习与实践操作相结合,提高学生的动手能力;另一类是较为智能的教学辅助机器人技术,能够帮助教师进行管理、决策或执行重复性任务,对学生进行测评和辅导。例如,斯坦福大学成立的人工智能机器人和教育研究中心利用机器人等人工智能技术设计了较为完善的教育系统,有效实现了智能辅导、智能测评等,一定程度缓解了教师的教学负担,增强了学生能力评估的科学性^[8]。然而,目前部分学者认为机器人技术引入教育环境的方式过于狭隘^[9],教育机器人具有广泛的教学适用性、友好的人机交互性等特点,能够提升学生的学习兴趣并改善教师教学效果,未来需要探索更多机器人与教育教学相结合的设计以发挥其最大效用。

2.2.3 机器人与医疗教育结合

随着外科手术复杂性的增加,在手术室外使用机器人模拟器对医技人员进行培训变得越来越常见^[10],可有效提高受训者的操作技能水平^[11]。例如,达芬奇手术机器人是一种高级医疗机器人平台,由于具有高自由度、高精度度以及丰富的辅助功能而受到医务人员的青睐,成为许多外科手术的主流选择^[12]。这样的高精度机器人平台需要适配相应的机器人模拟器,模拟器是实习生在正式操作手术系统前用于学习与锻炼技能的工具,研究表明,经过模拟器训练后受训者所掌握的技能可以支持其直接进入手术室进行操作^[13]。机器人模拟器的相关研究一直受到国内外学者重视,尤其是虚拟现实技术、仿真模拟技术在医疗领域的不断应用使模拟器功能得到了进一步扩展与完善。

3 文本分析

3.1 关键词频次与中心性分析

关键词频次分析是指对文献中关键词出现的次数进行统计,以分析某个时间段内的研究热点。如表3所示,对666篇文献中关键词的出现频次进行降序排列,分别为教育、机器人、机器人学(技术)、系统、技术、仿真、设计、儿童等。中心度表示关键词在某一研究领域的重要程度,按照中心度大小降序排列依次为技术、机器人科学(技术)、性能、教育机器人、虚拟现实、机器人、系统、增强现实、人工智能、学习曲线、系统等。两种方法对关键词的排序结果接近,可以看出目前“教育+机器人”的研究主要围绕机器人系统的设计开发展开,涉及的技术新颖且范围较广,如仿真模拟、增强现实、虚拟现实等。“教育+机器人”涉及的学科包括教育学、机械工程学、计算机学、外科学等,其通过多学科理论与技术的高度交叉融合为现代教育提供信息化支撑。

3.2 关键词突现性分析

突现性关键词是指短时间内发生跃迁现象的关键词,突现性数值越高,说明该关键词在某一时间段内的频次增长率越高,反映了该领域的研究方向变化情况。由图2可知,机械工程、机器人教育、工程教育、机器人学、移动机器人、教育机器人等关键词在早期便已受到极大关注,且突现持续时间长,其中机械工程、机器人教育、工程教育突现强度较高,这是由于机器人教育与工程教育持续火热,结合2019年“新工科再深化”的呼吁,预测未来其热度将有增无减。计算思维、学生主体、手术技能等关键词于近年开始突现,其中计算思维、学生主体等突现强度较高,这是由于学习者的信息技术知识和技能是《教育信息化2.0行动计划》中强调的重点,相关研究必将持续热门。重视学生主体地位、提高个性化学习效果是教育界长久以来改革的方向,结合智能技术的教育如何创新,以满足学习者的

Table 3 Frequency and centrality rank of keywords

表 3 关键词频次与中心度排序

频次	关键词	中心度	关键词
165	教育(education)	0.19	技术(technology)
82	机器人(robot)	0.17	机器人学(robotics)
78	机器人学(robotics)	0.17	性能(performance)
54	系统(system)	0.15	教育(education)
49	技术(technology)	0.14	教学机器人(educational robot)
48	仿真(simulation)	0.13	虚拟现实(virtual reality)
48	设计(design)	0.11	机器人(robot)
46	儿童(children)	0.11	系统(system)
41	技能(skill)	0.11	手术(surgery)
40	手术(surgery)	0.11	增强现实(augmented reality)
37	机器人手术(robotic surgery)	0.10	人工智能(artificial intelligence)
33	性能(performance)	0.10	学习曲线(learning curve)
31	验证(validation)	0.08	仿真(simulation)
30	手术教学(surgical education)	0.08	儿童(children)
27	教学机器人(educational robot)	0.08	科学(science)
27	教学机器人技术(educational robotics)	0.08	接受度(acceptance)
22	影响(impact)	0.07	教学机器人技术(educational robotics)
21	虚拟现实(virtual reality)	0.07	计算思维(computational thinking)
21	工程教育(engineering education)	0.07	青少年(adolescent)
21	人机互动(human-robot interaction)	0.06	设计(design)
21	学生(student)	0.06	机器人手术(robotic surgery)
20	移动机器人(mobile robot)	0.06	移动机器人(mobile robot)
20	工具(tool)	0.06	沟通(communication)

个性化需求将成为未来很长一段时间内的研究要点。

3.3 多学科交叉融合

机器人纳入教育的基础可分为两个方面进行构建:一是从技术教育的角度,与机器人相关的技术、工程知识和技能的传授必不可少;二是从教育技术的角度,机器人的教育应用需要计算机科学技术的支撑,关键技术要围绕学生主体特征进行匹配设计。技术应用于教育的最终目的是培养人,机器人在教育中的最终发展走向是服务学习。

3.3.1 机器人与工程教育

工程教育在时代发展潮流中不断进步,“五大深化”的号召对于其学科理念、组织创新、产教深化起到关键作用^[14]。同时,工程教育持续保持“以学生为中心”的理念,并落实于人才培养方案的制定和实施、人才培养模式改革以及教育教学资源建设的全过程^[15]。

目前,人们已经意识到工程教育不能仅集中于某一阶段,中小学工程教育、大学工程教育、继续工程教育的联系

Top 19 Keywords with the Strongest Citation Bursts

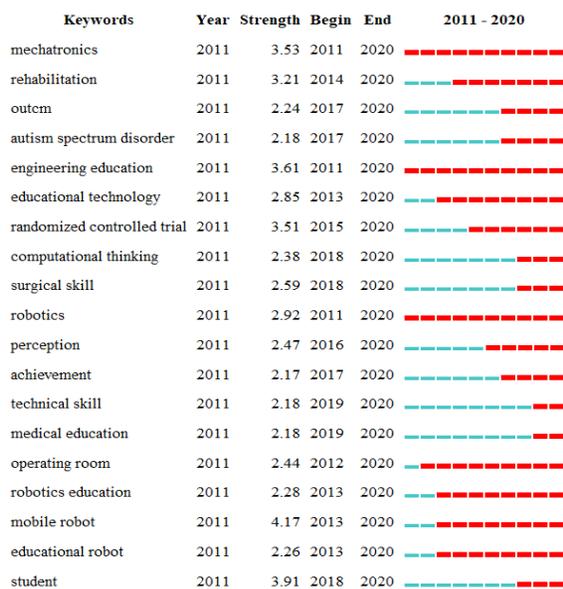


Fig. 2 Emergence analysis of keywords

图 2 关键词突现性分析

日益紧密^[16]。中小学工程教育在培养学生工程素养、动手能力等方面具有极大价值。我国中小学工程教育起步较晚^[17],但持续受到重视。研究表明,中小学机器人教育对于推进创客教育、STEM 教育和人工智能教育,培养创新型人才、提高中小学生学习科学素养具有重要现实意义^[18],未来需投入更多指引和辅导。大学工程教育偏专业性,为我国的社会发展培养了大批工程科技人才。机器人在大学工程教育中扮演的角色多为机械工程工具、计算机比赛机器人、管理类智能机器人系统等,应用于其他学科的机会较少。未来工程教育正在向跨学科、跨领域、跨文化合作方向转变^[19],这有利于“教育+机器人”获得更为广阔的发展空间。

3.3.2 机器人与计算机技术

计算机技术为机器人的应用奠定了软件基础,网络工程、软件工程、智能科学与技术等持续推动机器人的创新设计与长久发展。当前时代背景下要求教育机器人要具有“类人”特点,要求其能获取学生学习过程中的认知特点、能够存储、分析、推断个性化信息,认知计算与知识图谱技术可支持这些功能的实现。

认知计算是计算机模仿人脑处理信息并增强人类决策能力的技术^[20],涉及计算机科学、人工智能、认知心理学等领域知识。了解认知规律与模拟认知过程可以帮助教学组织者掌握学生认知状态,提高其认知水平。例如 Duolingo 聊天机器人可获取、分析与反馈信息,通过与用户对话不断学习从而变得越来越智能,以便为用户提供个性化外语学习服务。

教育机器人需要能够转化、存储和理解与人互动过程中获得的信息,并对其进行结构化处理,这其中涉及到知识图谱技术。知识图谱可以结构化形式对客观世界中概

念实体之间的关系进行描述,便于组织、管理和理解大量信息^[21-22]。目前知识图谱很大程度上依赖人工建构,工作量大且成本高昂^[23]。教育过程中海量非结构化信息不断生成,亟需研发自动化知识图谱建构方法。

4 视图分析

4.1 共现图谱分析

选择节点类型为“Keyword”,其他设置不变,运行后得到关键词共现图谱,结果见图3。图谱中节点数量代表关键词数,节点大小表示该关键词所受关注程度。可以看出,“机器人+教育”领域的研究热点为教育、机器人技术、技术、外科学、学生本体等,多学科融合特点显著,注重学生技能学习和作为教学主体的思想也能从中窥见一斑。虚拟现实、人机交互、虚拟仿真等新兴技术也在不断与机器人融合,“智慧+”环境下的教育也在尝试突破固有框架。

通过节点之间的连线可以了解关键词之间是否具有某些关联,如机器人手术与仿真模拟有一定联系,通过对实习生进行仿真模拟培训可使其熟练操作机器人手术系统;再如儿童与技能有一定联系,儿童在学习过程中不仅

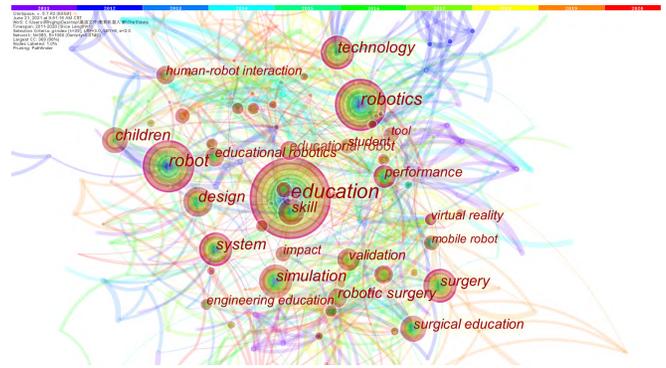


Fig. 3 Co-occurrence map of keywords

图3 关键词共现图谱

要掌握学科知识,还要具备基础的动手能力、思维能力,如在儿童机器人编程课程上进行机器人的简易组装。

4.2 时间线视图分析

在“Control Panel”中选择“Layout”,下拉框中选择“Timeline View”得到时间线视图,结果见图4。该图是将聚类包含的关键词按照时间顺序展开,右侧为关键词聚类结果,侧重于描述研究领域的知识结构,对关键词进行分类以显示研究热点,用于了解研究方向分布及未来趋势;左侧为时间线以及各种关键词(特征词)。

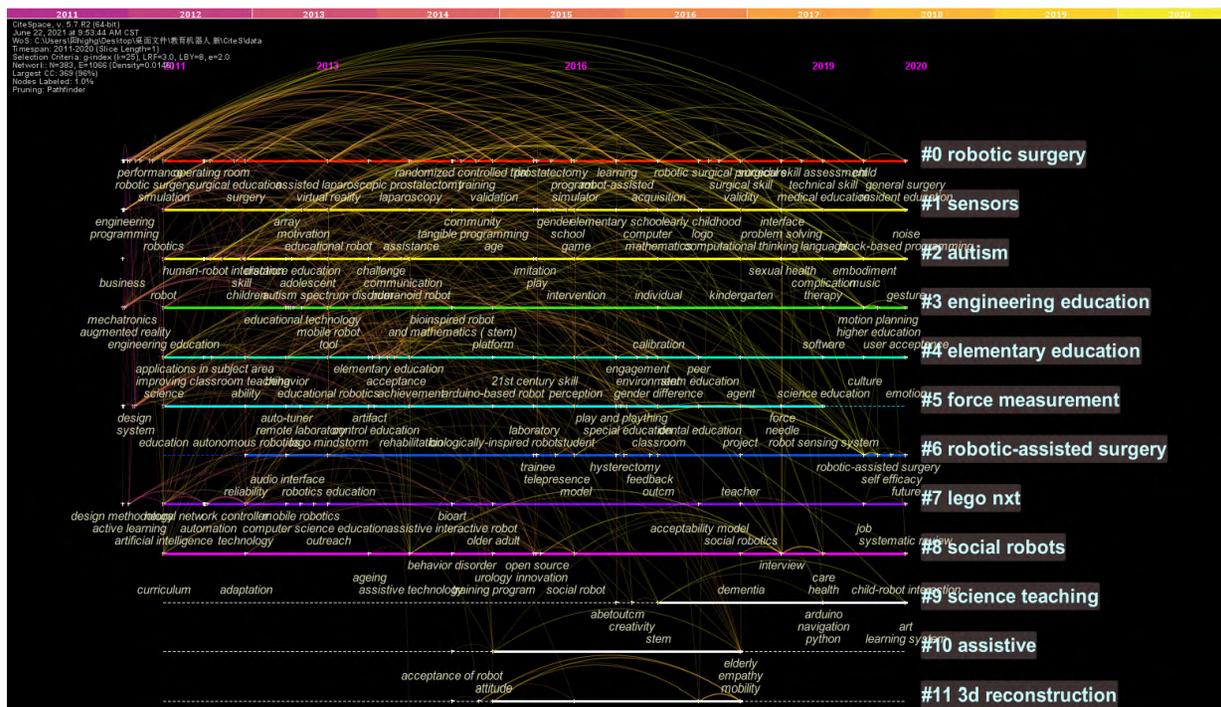


Fig. 4 Timeline view

图4 时间线视图

“教育+机器人”领域的关键词聚类包括机器人手术、传感器、自闭症、工程教育、基础教育、力值计量、机器人辅助手术、乐高NXT、社会机器人等。由机器人手术、机器人辅助手术等聚类结果可知该领域持续聚焦医学教育与机器人相结合的研究;由传感器、力值计量等聚类结果可以看出,机器人的设计、开发与应用依旧是重中之重。作为智能系统的载体,机器人承担着上通下

达的任务,优良的机械操作能给操作者带来舒适体验,完备的技术支撑能带来更好的教学效果;工程教育、基础教育等聚类结果表明研究回归了学习主体,信息时代下的智能教学始终要坚持以学习者为中心、为学习者服务的根基。教师在教育机器人的辅助下识别、掌握学生的学习状态,并随之进行针对性教学任务调整,做到因材施教。

5 存在问题

机器人的存在为教学带来了便利,为教育创新输送了活力,同时也带来了一些值得思考的问题。

5.1 学生幼稚化问题

教育机器人能帮助学生查询、获取、交流与传递知识信息,对学习路径进行记录、分析和规划,对学习内容进行记录、调用、分析和调整,可以说教育机器人是贴心学习管家,为学生提供周到的学习服务,省事省力且提升成绩效果明显,给予学生十足的成就感。但换个角度思考,以往需要学生自我反思、整理错题的环节被智能分析系统逐渐取代,自我探索学习与内化知识的过程逐渐被淡化,一切被机器人规划好的学习计划所代替。学生自己查询资料并探索筛选所需知识的整个学习过程是立体的,而由机器人对学生学习状态分析后提供的精准知识点学习路径虽然更加便捷,但却省去了大量自我探索过程,少了几分深度。知识的内化过程需要学生亲身体会,在整个过程中培养探索性与创新性思维。

5.2 学生隐私问题

基于人工智能和计算机技术,教育机器人能够获取学生的个性化信息,包括基本信息、学习状态、生活状态、情感状态、身体素质、个体缺陷等。正规的教育机器人会充分利用这些信息,为学生提供合适的学习支持。然而目前有些关于学生的隐私数据被储存在科技公司的数据库中,一些公司会通过数据分析获取学生个人薄弱点,方便“对症下药”,通过这些数据操控学生,进而为公司谋取更大利益。若这些数据落入不法分子手中,后果将更难以预想。

5.3 教师角色问题

目前尚处于弱人工智能时代,机器人在课堂中主要以辅助学习工具的角色存在,教师对于课堂教学的把握权较为集中。随着智能机器人水平的提高,其开始有能力承担起部分教学任务,教师是选择弃之不用?还是适当接受?接受了又该如何恰当地嵌入教学环节?一些教师选择了弃用,认为多了一个课堂角色,一切都要重新规划;还有一些教师因为没有类似的人机合作教学经历而不善使用。如何正确处理与机器人之间的关系,如何使合作有序,如何定位各自的角色,都是值得教师去思考的。但是有一点是可以确定的,即教师的主体地位不会被取代。机器人进入课堂需要长期规划和不断优化,就像当初计算机进入课堂,都需要一个熟能生巧的过程。教师应不断提高自身信息素养,正确定位自身与机器人的合作关系,摸索最适合自身课堂讲授的教学方式。

6 结语

基于以上对“教育+机器人”的文献计量学分析,认为

机器人对教育环节的创新改良、学习环境的改善等起到了积极促进作用。当前,多学科融合教育、个性化培养等备受关注,笔者思考了教育教学与机器人的融合方式,从多学科融合、教师主体、学生主体3个方向对“教育+机器人”的发展路径提出了建议。

6.1 加强多学科融合

工程教育思想应渗透到各个学习阶段,而多学科融合将有效促进工程教育中学生思维与技能的培养。创客教育、STEAM教育以及STREAM教育都起到了促进多学科实践与创新能力培养的作用,为多学科融合教育提供了坚实保障。其中创客教育融合科学、技术、工程、艺术、数学等知识与技能^[24],遵循提高学生创新精神与创造能力、促成学生脑与手相结合的教育理念;STEAM重视学生跨学科综合能力的培养,促进学生动手实践能力养成,以培养适应社会发展的复合型人才^[25];STREAM是对STEAM的补充和完善,在STEAM教育的基础上增加了阅读和写作技能培养。目前常用STEAM教学工具包括AELOS机器人、Cellrobot机器人等^[26]。AELOS机器人拥有不同版本,其教育版可提供编程训练、学生培训、机器人竞赛等服务,包括硬件操作与软件编写,充分给予教师灵活进行STEAM和创客教育的权力;Cellrobot机器人更为友好与灵活,模块化的设计使其能够充分提高学习者的创新和实践能力,预设的程序也可使初学者快速体验到学习的乐趣。

6.2 培养学生自觉性

教育机器人能够便捷和精确定位学生的学习状态,使其从繁琐、复杂、机械性的学习过程中解脱出来,获得清晰的学习规划。然而,难免会有学生不假思索地跟着规划好的方向学习而丢失自身节奏;还有学生会产生功利心态,只学习机器人筛选好的知识,不再额外进行探索,这与教育机器人设计的初衷相违背。学生在使用机器人进行辅助学习的过程中要正确意识到自身主体地位,首先要对自身情况有清晰的判断,同时询问教师与同学们的建议,再结合机器人规划,综合考量后调整学习方法,并时刻保持求真、冒险和探索的心态。教育机器人的辅助确实会使学习更具针对性,但也少了很多有趣的知识探索与挖掘过程。安排和规划不应成为学习的主导,每位学习者都应发挥主观能动性,成为教育机器人的主人,而非被主导者。

6.3 肯定教师指导权

围绕教育主体问题的讨论一直在持续,无论是教师主体论、学生主体论还是双主体论,对于“教师在教育环境中的引导和指导作用极为重要”这一观点均持肯定态度。然而,教育机器人的出现给这种观点打上了一个问号,一是教师的智能教育素养能否支持教育机器人的教学辅助应用?二是未来智能机器人具备“类人”或“超人”能力后是否还需要教师对学生进行学习指导?

关于第一个问题,智能教育素养是在人工智能技术融合教育背景下提出的概念。2018年,教育部出台《教育部

办公厅关于开展人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知》,其中提到帮助教师把握人工智能技术进展,推动教师积极运用人工智能技术,改进教育教学、创新人才培养模式^[27]。教师智能教育素养包含两方面内容:一是教师要掌握有关人工智能技术的知识概念;二是教师要能够将相关技术应用于教学改革创新和人才培养中。由此可以从两个方面解决第一个问题:从教师层面看,教育机器人不应被孤立,教师的教学设计要体现机器人的辅助作用;从学校层面看,要组织教师参与提升智能教育素养的相关活动,重视教师、学生的反馈意见,以便及时发现问题并积极改善。

关于第二个问题,《教育的目的》一书中提及:“在教育过程中,一旦你忘记了你的学生是有血有肉的,那么你就会遭遇悲惨的失败。”^[28]学生是拥有思维、情感、性格、态度等一系列复杂属性的能动的人,使其获取知识的方法不是简单的灌输,还要结合学生的思维方式、学习特点、学习态度、学习情绪等设计和采取不同的教学方法。智能教育机器人虽能给予学生丰富的学科知识,推荐合适的学习路径,但一旦学生的情绪出现波动需要交流宣泄,或者学习态度消极,机器人能捕捉到的信息会很少,难以准确判断学生的学习状态,而此时教师能够快速回应学生倾诉并准确给予指导,及时调整其学习状态。因此,未来教师与教育机器人应该是人机协同的关系,且教师一定要具备足够的智能教育素养,能够娴熟地运用教育机器人提供的各种教学资源^[29]。相信未来机器人技术的发展会给教育行业带来更大应用价值,注入更多新鲜活力。

参考文献:

- [1] JOHNSON J. Children, robotics, and education [J]. *Artificial Life and Robotics*, 2003, 7: 16-21.
- [2] PENG S D. On robot education (I) [J]. *E-education Research*, 2002(6): 3-7.
彭绍东. 论机器人教育(上) [J]. *电化教育研究*, 2002(6): 3-7.
- [3] GUO L M, YANG X M, DUAN X L, et al. Integration design of artificial intelligence and special education [J]. *Distance Education in China*, 2019 (8): 10-19, 92-93.
郭利明, 杨现民, 段小莲, 等. 人工智能与特殊教育的深度融合设计 [J]. *中国远程教育*, 2019(8): 10-19, 92-93.
- [4] SOFIANE B, ANTONIO N, ELODIE T, et al. Interactive technologies for autistic children: a review [J]. *Cognitive Computation*, 2014, 6 (4) : 722-740.
- [5] PENNY S, JOHN R, PAUL D. Using conversation analysis to explore the recurrence of a topic in the talk of a boy with an autism spectrum disorder [J]. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 2009, 23(8): 555-582.
- [6] WANG Y, WANG J H, LI Y J, et al. Design and implementation of companion robot for autistic children based on NAO platform [J]. *Journal of Hubei Institute of Engineering*, 2020, 40(6): 49-53.
王杨, 汪家豪, 李元金, 等. 基于NAO平台的自闭症儿童陪护机器人设计与实现 [J]. *湖北工程学院学报*, 2020, 40(6): 49-53.
- [7] FABIANE B, VAVASSORI B. Exploring the educational potential of robotics in schools: a systematic review [J]. *Computers & Education*, 2012, 58 (3): 978-988.
- [8] WANG Z Q, DAN J F. The application and promotion strategy of artificial intelligence technology in American school teaching [J]. *Comparative Education Review*, 2020, 42(6): 43-49.
王正青, 但金凤. 人工智能技术在美国学校教学中的应用领域与推进策略 [J]. *比较教育研究*, 2020, 42(6): 43-49.
- [9] NATALIE R, MITCHEL R, ROBBIE B, et al. New pathways into robotics: strategies for broadening participation [J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2008, 17(1): 59-69.
- [10] TRAXER O, GETTMAN M T, NAPPER C A, et al. The impact of intense laparoscopic skills training on the operative performance of urology residents [J]. *Journal of Urology*, 2001, 166(5): 1658-1661.
- [11] GOH A C, GOLDFARB D W, SANDER J C, et al. Global evaluative assessment of robotic skills: validation of a clinical assessment tool to measure robotic surgical skills [J]. *Journal of Urology*, 2012, 187 (1) : 247-252.
- [12] SETHI A S, PEINE W J, MOHAMMADI Y, et al. Face and construct validation of a novel virtual reality robotic simulator [J]. *Journal of Urology*, 2008, 179(4): 660.
- [13] HOGLE N J, CHANG L, STRONG V E M, et al. Validation of laparoscopic surgical skills training outside the operating room: a long road [J]. *Surgical Endoscopy & Other Interventional Techniques*, 2009, 23 (7) : 1476-1482.
- [14] WEN J Q, XIONG X. “re-deepening of new engineering” leads higher education innovation and helps the rise of powerful countries [EB/OL]. [http://edu. people. com. cn/n1/2019/0218/c1006-30761379. html](http://edu.people.com.cn/n1/2019/0218/c1006-30761379.html).
闻佳琪, 熊旭. “新工科再深化”引领高教创新, 助力强国崛起 [EB/OL]. [http://edu. people. com. cn/n1/2019/0218/ c1006-30761379. html](http://edu.people.com.cn/n1/2019/0218/c1006-30761379.html).
- [15] LIN J. The accreditation, reformation and development of engineering education [J]. *Research in Higher Education of Engineering*, 2015 (2) : 10-19.
林健. 工程教育认证与工程教育改革和发展 [J]. *高等工程教育研究*, 2015(2): 10-19.
- [16] HE S L. Value, content and path of engineering education in primary and secondary schools [J]. *Educational Science Research*, 2020 (10) : 68-74, 80.
何善亮. 中小学工程教育的价值、内容与路径 [J]. *教育科学研究*, 2020(10): 68-74, 80.
- [17] ZHAN X H, ZHOU D D, FU J X. Hot point of study, themes and developing trends concerning K-12 engineering education in foreign countries [J]. *Education in Chemistry*, 2020(11): 19-26.
占小红, 周旦旦, 符吉霞. 国外K-12工程教育研究热点、主题与发展趋势 [J]. *化学教学*, 2020 (11): 19-26.
- [18] YANG J. 2019 robot education research report in primary and secondary schools [EB/OL]. [http://www. kpcb. org. cn/h-nd-343. html](http://www.kpcb.org.cn/h-nd-343.html).
杨晋. 《2019中小学机器人教育调研报告》 [EB/OL]. [http://www. kp- cb. org. cn/h-nd-343. html](http://www.kpcb.org.cn/h-nd-343.html).
- [19] China Campus Online. President of Tsinghua University talking about engineering education: for a better home for mankind! [EB/OL]. [https:// baijiahao. baidu. com/s? id=1612536064932874813&wfr=spider&for= pc](https://baijiahao.baidu.com/s?id=1612536064932874813&wfr=spider&for=pc).
中国校园在线. 清华大学校长谈工程教育: 为了人类更美好的家园!

- [EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1612536064932874813&wfr=spider&for=pc>.
- [20] SHAN M X, ZHANG R Y, SHI Z. Research of cognitive computing and educational application from the perspective of "intelligence + education" [J]. *Journal of Distance Education*, 2021, 39(2):21-33.
单美贤,张瑞阳,史喆.“智能+”教育场域中的认知计算与教育应用研究[J]. *远程教育杂志*, 2021, 39(2):21-33.
- [21] Chinese Information Processing Society of China. Development report of knowledge mapping (2018) [EB/OL]. <http://cips-upload.bj.bcebos.com/KGDevReport2018.pdf>.
中国中文信息学会. 知识图谱发展报告(2018)[EB/OL]. <http://cips-upload.bj.bcebos.com/KGDevReport2018.pdf>.
- [22] LI Z, ZHOU D D, WANG Y. Research of educational knowledge graph from the perspective of "artificial intelligence+": connotation, technical framework and application [J]. *Journal of Distance Education*, 2019, 37(4):42-53.
李振,周东岱,王勇.“人工智能+”视域下的教育知识图谱:内涵、技术框架与应用研究[J]. *远程教育杂志*, 2019, 37(4):42-53.
- [23] JI S X, PAN S, CAMBRIA E, et al. A survey on knowledge graphs: representation, acquisition, and applications [J]. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 2021, 33(2):494-514.
- [24] HAN Z Y, DING L M. Discussion on construction ideas of creation education laboratory [J]. *Journal of Heilongjiang Institute of Education*, 2017, 36(4):16-18.
韩子焯,丁黎明. 创客教育实验室的发展建设思路探讨[J]. *黑龙江教育学院学报*, 2017, 36(4):16-18.
- [25] YIN C H, WANG X. American K-12 STEM education and the inspirations for creation education to Chinese primary and middle schools [J]. *China Educational Technology*, 2017(2):42-46, 81.
殷朝晖,王鑫. 美国K-12阶段STEM教育对我国中小学创客教育的启示[J]. *中国电化教育*, 2017(2):42-46, 81.
- [26] Smart Learning Institute of Beijing Normal University. White paper on the development of global educational robots in 2019 [EB/OL]. <https://ishare.ifeng.com/c/s/7q2Kxbgd3A2>.
北京师范大学智慧学习研究院. 2019全球教育机器人发展白皮书 [EB/OL]. <https://ishare.ifeng.com/c/s/7q2Kxbgd3A2>.
- [27] General Office of the Ministry of Education. Notice of the General Office of the Ministry of Education on launching the pilot work of artificial intelligence to promote the construction of teachers [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/201808/t20180815_345323.html.
教育部办公厅. 教育部办公厅关于开展人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知 [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/201808/t20180815_345323.html.
- [28] WHITEHEAD A N. *The aims of education and other essays* [M]. London: Free Press, 1929.
- [29] China Education News. Welcome the new era of "man-machine co-education" [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/jyz_2018n/2018_zt07/zt1807_dbwy/201803/t20180305_328733.html.
中国教育报. 迎接“人机共教”新时代 [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/jyz_2018n/2018_zt07/zt1807_dbwy/201803/t20180305_328733.html.

(责任编辑:尹晨茹)