

教育机器人在高等教育中的应用现状与未来展望

战海英 陆小飞

(西安理工大学,西安,710048;宾夕法尼亚州立大学,斯泰特科利奇,16802)

摘要:随着教育机器人技术的快速发展,众多实证研究围绕其在高等教育中的应用展开了深入探究。本文系统综述了41篇关于教育机器人在高等教育中应用的实证研究文献,从以下五个维度展开分析:学科领域的分布;机器人的类型及其在教育场景中的角色;机器人的应用目的;研究收集的数据类型和呈现的机器人应用效果;研究所发现的问题与挑战。分析结果归纳了五大学科领域、四种机器人类型、三种应用角色、四种应用目的、五种研究数据类型,四个方面的应用效果,以及三个方面的问题与挑战。在此基础上,本文对教育机器人在高等教育中的应用前景进行了展望,以期为未来的研究与实践提供方向性指导。

关键词:教育机器人;高等教育;应用现状;发展前景;系统综述

[中图分类号]G40-01; TP181 [文献标识码]A [文章编号]1674-8921-(2025)04-0109-0011
[doi 编码]10.3969/j.issn.1674-8921.2025.04.010

0. 引言

为落实《“十四五”机器人产业发展规划》(工业和信息化部等十五部门2021)重点任务,加快推进机器人应用扩展,教育部、工业和信息化部等17部门于2023年1月18日联合印发《“机器人+”应用行动实施方案》(工业和信息化部等十七部门2023)。该方案明确提出深化重点领域“机器人+”应用,重点推动在教育领域研发交互型、教学型及竞赛型等教育机器人产品与编程系统,并按照分类需求建设机器人服务平台。教育机器人作为智能教育环境的核心组

作者简介:战海英,博士,西安理工大学人文与外国语学院副教授。主要研究方向为教育技术与应用、认知语言学、认知翻译学。电子邮箱:zhanhaiying2079@163.com;陆小飞,美国宾夕法尼亚州立大学应用语言学系教授。

* 本文系教育部人文社会科学研究规划基金项目“数智赋能视域下的中国秦文化历史遗迹国际传播话语研究”(编号24YJA740060)、陕西省社会科学基金年度项目“基于数智赋能的陕西秦文化历史遗迹国际传播话语研究”(编号2024K012)和西安理工大学人文社科研究专项“人工智能与数智化转型下的西安秦文化遗址国际传播话语建构”(编号2024RY001)的相关成果。

引用信息:战海英,陆小飞. 2025. 教育机器人在高等教育中的应用现状与未来展望[J]. 当代外语研究(4):109-121,204.

成部分,对提升高等教育的现代化水平和促进教育新质生产力发展具有重要现实意义。近年来,大量实证研究聚焦于教育机器人在高等教育场景中的应用,涵盖了多个方面的内容,如利用教育机器人提升学生特定技能(Koike *et al.* 2021; Buote *et al.* 2024; Suarez *et al.* 2023)、支持教师开展课程教学(Chunab-Rodríguez *et al.* 2022)以及提供模拟实践体验场景(Nunes *et al.* 2023)等。已有的文献综述对早期教育机器人在国际高等教育中的整体应用情况(黄荣怀等 2017)、国内基础教育阶段的应用现状(钟柏昌、张禄 2015)以及素质教育和科学、技术与社会教育等特定领域的应用情况(吴永和、李彤彤 2018)等进行了全面总结。然而,面对近年来教育机器人技术的快速发展和不断迭代,仍需对其在国内外高等教育领域的最新实证研究进行系统梳理,以把握该领域的前沿趋势,深入了解其发展动态,为未来的研究和实践提供方向性指导。

鉴于此,本文将系统梳理近五年来教育机器人在高等教育领域应用的实证研究,具体研究目标包括以下五个方面:首先,明确教育机器人在高等教育中具体应用的学科领域,以更好地了解不同学科对机器人技术的需求差异,并促进跨学科借鉴;其次,阐释所应用的机器人的种类与应用角色;再次,探讨在高等教育场景下引入教育机器人的主要动因,包括提升专业知识与技能、辅助课程教学、促进学习情感与动机以及提供虚拟仿真与实践体验等;随后,总结采集的研究数据类型和汇报的教育机器人实际应用效果;最后,梳理在教育机器人应用过程中遇到的主要困难与挑战。在上述分析的基础上,本文将进一步探讨教育机器人在高等教育中的未来发展趋势,以期为相关研究和实践提供有价值的参考。

1. 数据库建构

本研究的数据库建构过程分为三个主要阶段:文献检索、文章筛选和数据编码。在文献检索阶段,本研究采用 Web of Science (WoS) 和中国知网 (CNKI) 作为文献检索数据库,以确保所选文献的高质量与高适用性。检索时间范围设定为 2020 年至 2025 年,以捕捉最新的、最前沿的研究成果。借鉴黄荣怀等(2017)的研究方法,本研究仅聚焦学术期刊论文和学位论文。这一选择的主要原因在于,本综述研究旨在聚焦分析高质量的实证研究,而这些研究需要包含具体的实证数据,并阐明教育机器人应用的目的、方法和效果。我们的初步分析发现,很多会议论文和书籍章节未能充分满足这些条件,如仅关注技术本身的开发,而非其在高等教育中的具体应用,或者仅提出应用设想,但缺乏实证数据。基于以上限定条件,在 WoS 数据库中输入关键词“robot”和“higher education”,共检索到 265 篇外文文献;在 CNKI 数据库中输入关键词“教育机器人”和“高等教育”,共检索到 253 篇中文文献。

在文献筛选阶段,本研究根据表 1 所列的五个文献排除与纳入标准,对检索到的 518 篇文献进行了人工筛选。具体筛选流程如下:首先,排除综述论文、社论和观点文章,仅保留实证研究论文;其次,排除涉及其他教育领域(如小学

教育、中学教育或成人教育)的研究,仅保留针对高等教育领域的研究;接着,剔除主要研究其他技术(如人工智能技术)而仅附带提及教育机器人的研究,仅保留聚焦教育机器人的研究;随后,排除仅关注机器人技术研发的研究,保留聚焦机器人教育应用的研究;最后,剔除未提供具体实证数据或具体应用结果的研究,仅保留详细汇报了实证数据与应用结果的研究。经过筛选,最终有 38 篇来自 WoS 数据库的文献和三篇来自 CNKI 数据库的文献符合所有纳入标准。

表 1 文献排除与纳入标准

排除标准	纳入标准
综述、社论和观点文章	实证研究论文
聚焦其他教育领域	聚焦高等教育领域
聚焦其他技术	聚焦教育机器人技术
聚焦机器人技术研发	聚焦机器人教育应用
未提供实证数据与应用结果	提供实证数据与应用结果

根据前述五个具体研究目标,本研究通过自下而上的方法,对筛选出的 41 篇论文进行标注与编码。标注内容涵盖以下五个方面:所属学科领域;教育机器人种类、功能及应用角色,教育机器人应用的主要目的,研究中收集的实证数据类型及其汇报的应用效果以及研究揭示的问题与挑战。针对每个方面,两位研究者首先仔细阅读每篇论文的相关部分,逐字记录提取出的相关内容。随后,通过讨论将相同或相似的结果逐步归类分组,最后对每组结果进行编码。这种自下而上的标注与编码方法能够客观分析论文的应用目标、方法及研究发现,有效规避研究者的主观偏见。以机器人应用角色的编码为例,研究者逐篇阅读每项研究中对机器人角色的相关描述,逐字记录相关内容。随后,研究者共同讨论将相同或相似的描述归类分组,最终在表格中为每组机器人应用角色分配对应编码,例如,教师角色编码为 a,教学助理角色编码为 b,学伴角色编码为 c,学习助手角色编码为 d,教学工具角色编码为 e,学习工具角色编码为 f 等。基于这些标注与编码,下一节将系统探讨教育机器人在高等教育中的多维度前沿应用现状。

2. 教育机器人在高等教育中的前沿应用现状

2.1 学科领域分布

近五年来,教育机器人在高等教育中的应用最多见于工程与技术领域,共有 19 项研究(46.3%)聚焦于该领域(见表 2)。例如,在机械与电子工程相关领域,开发将激光测距仪与微控制器相结合的自主机器人,用于为机械工程专业

的本科生教授控制工程、编程和嵌入式系统等内容(Ueyama *et al.* 2022);在计算机科学与自动化相关领域,开发了基于机器人操作系统的免费平台,替代实体机器人给本科生教授自主导航算法(Chunab-Rodríguez *et al.* 2022)。第二,有 11 项研究(26.8%)将教育机器人应用于教育技术领域,主要聚焦于课程设计与开发,探索不同的教学方法和模式以更有效地帮助学生提升专业知识与技能。例如,引入移动机器人平台实现将基于问题的学习与实践学习相结合,并分析这一前沿教学法对提高学生学习专业技能动机的影响(Suarez *et al.* 2023)。第三,有 6 项研究(14.6%)聚焦教育机器人在医学领域,尤其是在外科手术教育与培训方面的应用,如使用教育机器人手臂提升职业治疗专业学生的上肢运动治疗技术(Koike *et al.* 2021, 2024)和机器人模拟器提升兽医专业学生的兽医外科技能(Buote *et al.* 2024)等。第四,跨学科领域的研究有 4 项(9.8%),聚焦开发涉及多学科知识或技术的创新性课程或教学平台。例如,融合包括机器人技术在内的跨学科新技术,构建跨学科的智能制造创新平台,用于支持现代智能制造人才教育(Wang *et al.* 2023)。最后,心理学与教育学交叉领域有一项(2.4%)。例如,使用人形社交机器人为大学生提供正念呼吸技巧训练,探索其在心理健康支持和幸福感促进方面的应用(Robinson *et al.* 2024)。

表 2 实证研究学科领域分布

学科领域	研究数量与占比
工程与技术	19 (46.3%)
教育技术	11 (26.8%)
医学	6 (14.6%)
跨学科	4 (9.8%)
心理学与教育学交叉	1 (2.4%)

2.2 机器人种类与应用角色

在 41 项研究中使用的教育机器人可归纳为四大类型。首先,教育辅助机器人是最常见的一类,共有 24 项研究(58.5%)涉及此类机器人(见表 3),包括多功能智能教学辅助机器人、远程呈现机器人和协作机器人等。它们具备多种功能,可应用于不同教学场景,从多个角度支持教学活动。多功能智能教学辅助机器人,如 NAO 和小胖教学助手,具备传感器应用和语音交互等功能,可用于教学和课堂互动(Buchem 2023;王涛等 2023)。远程呈现机器人,如 Beam、Beam Pro、Double、Double 3 和 Kubi,支持远程音视频通信和移动导航,常用于远程教学和学习支持(Fitter *et al.* 2020;Lei *et al.* 2022;Leoste *et al.* 2022)。此外,UR3e 协作机器人主要应用于工业机器人相关课程,帮助学生掌握编程与

操作技能(Nunes 2023)。其次,教学模拟与虚拟场景机器人共涉及七项研究(17.1%),涵盖虚拟现实与增强现实机器人和模拟机器人。这类机器人可用于构建虚拟教学系统或模拟特定操作场景,为教学提供虚拟或近似真实的环境,帮助学生通过实践学习提高技能。例如,在 ROS 和 Gazebo 模拟器中创建的虚拟移动机器人,可用于模拟自动驾驶过程(Chunab-Rodríguez *et al.* 2022); Mimic dV-Trainer 可用于模拟手术操作,帮助学生练习外科手术技能(Buote *et al.* 2024)。第三,自主移动学习机器人涉及 6 项研究(14.6%)。这类机器人以具备自主导航和环境感知能力为主要特点,主要应用于工程教育中的实践学习。例如,基于 PSoC 的移动机器人平台,凭借其独特的移动与感知能力,在工程教育实践场景中展现出不同于其他辅助教学机器人的优势(Suarez *et al.* 2023)。第四,情感交互评估机器人涉及 2 项研究(4.9%)。这类机器人通过采集和分析学生数据,识别其情感状态和行为,以评估教学有效性。例如,一种专注于教学过程中情感与行为数据处理的机器人,首先利用 Kinect V2 设备采集学生数据,然后通过计算设备和软件进行分析,为教学效果评估提供依据(Li *et al.* 2024)。最后,还有两项研究(4.9%)涉及机器人操作的相关设备与系统。例如,探索如何使用可穿戴传感手套,实现让多名学生同时观察和操作模拟微创外科手术的机器人设备(Su *et al.* 2024)。

表 3 实证研究使用的教育机器人种类分布

机器人种类	研究数量与占比
教育辅助机器人	24 (58.5)
教学模拟与虚拟场景机器人	7 (17.1%)
自主移动学习机器人	6 (14.6%)
情感交互评估机器人	2 (4.9%)
机器人操作相关设备与系统	2 (4.9%)

在这些研究中,机器人所扮演的角色可归纳为三大类(见表 4)。首先,在 19 项研究(46.3%)中,机器人被用作教学或学习工具,以辅助不同领域的教学和技能训练。例如,情感社交机器人作为情感分析工具支持教学(Li *et al.* 2024),工业机器人应用于智能制造教育(Wang *et al.* 2023),自主移动型教育机器人用于项目式学习(张淑雅 2023),智能评估机器人系统用于预测和提升学生参与度(Cui *et al.* 2022)以及 Mimic dV-Trainer (Buote *et al.* 2024)和 SAMO 机器人手臂(Koike *et al.* 2021, 2024)用于帮助学生练习手术技能和运动疗法技术等。其次,在 13 项研究(31.7%)中,教育机器人被用作教学助理、伙伴或学习助手。例如,小胖教学助手用于课堂辅助教学(王涛等 2023)、NAO 机

机器人支持互动学习 (Buchem 2023) 以及远程呈现机器人用于远程学习支持 (Liao *et al.* 2024) 等。最后,有九项研究(22%)探索了教育机器人作为教师的可能性,如在虚拟现实环境中充当英语游戏教师,提高学生的学习兴趣和能力 (Xu *et al.* 2023)。

表 4 实证研究中的机器人角色分布

机器人角色	研究数量与占比
教学或学习工具	19 (46.3%)
教学助理、学伴或学习助手	13 (31.7%)
教师	9 (22%)

2.3 机器人应用目的

在 41 项研究中,机器人应用的主要目的可归纳为四大类(见表 5)。首先,有 15 项研究(36.6%)将教育机器人用于帮助学生提升专业知识与技能。例如,在兽医学教育中,Mimic dV-Trainer 模拟达·芬奇机器人手术系统被应用于主要面向大学三、四年级本科生的“兽医微创外科手术实训”课程。在课程实践中,该模拟器通过高仿真的手术环境帮助学生练习多种微创外科手术任务,提升手眼协调、空间认知和器械操作等核心技能,同时培养学生的手术思维和应对突发情况的能力 (Buote *et al.* 2024)。第二,有 14 项研究(34.1%)将教育机器人用于辅助教学和提供课程支持。例如,Loukatos 等(2022)自主设计并开发了两种融合多种创新组建的电动机器人,以辅助农业工程专业学生的课程学习。一种机器人用于协助水果采摘,能携带塑料托盘并自动跟随农民;另一种机器人则用于植物喷洒及监测,配备高精度热成像相机模块,可执行作物侦察任务。这些机器人被应用于“农业信息学应用”“测量与传感器”“电子与微处理器”“精准农业”“农业人工智能应用”“自动控制过程”和“应用自动控制”等课程。通过深度参与机器人的设计与实施,学生们不但加深了对现代农业中信息技术、网络、机器人与人工智能融合的理解,还在团队协作、沟通能力、创造力和问题解决能力等方面获得了显著提升。第三,有七项研究(17.1%)使用教育机器人来促进学生的学习情感和动机。例如,在 STEM 教育领域,一款搭载 RockChip AI 处理器 RK3399Pro 的移动机器人被应用于计算机科学与技术专业的“机器人编程与应用”课程当中。该课程旨在教授机器人编程的基础知识,以及如何将编程与数学、外语等多学科知识相结合在机器人实际操作中加以应用来解决实际问题。该移动机器人通过游戏化的趣味任务和互动环节,让学生在轻松气氛中学习,从而提高对 STEM 学科的兴趣,构建积极的学习情感,并增强持续学习的动机 (Tran *et al.* 2023)。最后,有五项研究(12.2%)通过教育机器人提供虚拟仿真与实践体验。例如,基于数字孪生技术设计的双轴协作机器

人工作站被应用于智能制造专业的“智能制造综合实践”课程。在这门课程中,该工作站支持学生在虚拟环境中模拟练习与电气自动化、机电一体化与工业机器人技术相关的多种重要技能,如机电设备的安装、自动控制系统的搭建与调试以及工业网络控制系统的运行等(Zheng *et al.* 2024)。

表 5 实证研究中的机器人应用目的分布

机器人应用目的	研究数量与占比
帮助学生提升专业知识与技能	15 (36.6%)
辅助教学和提供课程支持	14 (34.1%)
促进学生的学习情感和动机	7 (17.1%)
提供虚拟仿真与实践体验	5 (12.2%)

2.4 研究数据类型与应用效果

在 41 项研究中,收集的数据主要分为五大类,其中部分研究涉及多种数据类型(见表 6)。首先,有 18 项研究(43.9%)收集了问卷调查数据。例如,在学生—机器人交互研究中,采用前后测问卷评估学生的活力、专注和投入(Suarez *et al.* 2023)。第二,有 11 项研究(26.8%)通过收集实验数据来确定学生需求或考察教学效果。例如,在康复医学研究中,通过记录和对比学生和治疗师使用偏瘫机器人进行治疗性运动时的多种相关数据,如峰值速度、角度比率和运动时间等,来明确教学重点(Koike *et al.* 2024)。第三,有 10 项研究(24.4%)通过访谈深入收集多领域信息。例如,在自主移动型教育机器人辅助《计算机组成原理》课程的项目式教学中,采用访谈方式收集教师和学生教学模式反馈(张淑雅 2023)。第四,有 9 项研究(22%)通过收集学习成绩数据,来考察教育机器人的教学效果。例如,在智能机器人平台及基于 ROS 平台的研究中,使用课程作业、项目挑战和书面考试的成绩来评估学生的学习成效(Chunab-Rodríguez *et al.* 2022)。最后,有 4 项研究(9.8%)采集了观察数据,例如通过观察学生在执行机器人操作任务时的具体行为,来了解学生的表现和机器人对学生的帮助(Verner *et al.* 2020)。

表 6 实证研究收集的数据类型分布

数据类型	研究数量与占比
问卷调查	18 (43.9%)
实验	11 (26.8%)

(续表)

数据类型	研究数量与占比
访谈	10 (24.4%)
学习成绩	9 (22%)
观察	4 (9.8%)

* 注:部分研究涉及多种数据类型。

与教育机器人的应用目的相对应,41 项研究报告了四大类应用效果(见表 7)。首先,15 项研究(36.65%)表明,教育机器人有助于提升学生的专业知识与技能。例如,在康复医学教育中, Samothrace 教育用偏瘫机器人手臂被用于《运动疗法技术》课程,帮助学生掌握康复治疗技能。研究发现,机器人练习组的学生在运动控制和治疗效果评估等方面表现优于传统练习组(Koike *et al.* 2021, 2024)。第二,14 项研究(34.1%)显示,教育机器人可有效辅助教学和课程学习。例如,在工程教育领域,基于 PSoC 的移动机器人平台被用于“嵌入式系统设计与实践”课程,帮助学生开展多样化的学习活动,如利用该平台进行编程实现对机器人运动的控制,借助机器人搭载的传感器学习如何进行环境感知等。通过使用该平台和基于问题的学习方法,课程效果和学生参与度都得到了提升,为优化电子工程或电信工程专业的课程设计和教学方法提供了依据(Suarez *et al.* 2023)。第三,7 项研究(17.1%)发现,教育机器人能够增强学习情感和激发学习动机。例如, Ou Yang 等(2023)研究发现,在编程课程中,使用虚拟教育机器人系统 AR Bot 的学生在学习热情上显著高于使用传统 Scratch 工具的学生。AR Bot 的 3D 视觉体验和即时反馈机制使编程结果更加直观,提升了学习兴趣和参与度,其自动评分反馈机制则能鼓励学生不断优化程序,增强了学习动机。最后,五项研究(12.2%)表明,教育机器人提供的虚拟仿真和实践体验有助于提升学生的实践能力。例如,在自动驾驶技术课程中,学生通过使用基于 ROS 的虚拟移动机器人模拟自动驾驶算法测试,在无需昂贵硬件设备的情况下积累了丰富的实践经验,提升了实践操作技能(Chunab-Rodríguez *et al.* 2022)。

表 7 实证研究中的机器人应用效果类别分布

应用效果类别	研究数量与占比
有助于提升学生的专业知识与技能	15 (36.6%)
有效辅助教学和课程学习	14 (34.1%)
增强学习情感和激发学习动机	7 (17.1%)
提升学生的实践能力	5 (12.2%)

2.5 发现的问题和挑战

部分研究明确讨论了研究中遇到的问题和挑战(见表 8)。首先,有 12 项研究(29.3%)报告了技术障碍。例如,在使用远程呈现机器人进行教学时,存在摄像头分辨率低、网络连接不稳定、音视频质量差等问题,影响了学生体验和学习效果(Fitter *et al.* 2020)。在农业机器人项目中,硬件问题、软件错误及模块替代问题等限制了机器人系统的稳定运行和功能实现(Loukatos *et al.* 2022)。其次,有 11 项研究(26.8%)在教学实施中遇到了两方面的问题与困难。一是课程设计、教学组织与人机配合等方面需进一步优化。例如,在基于智能教育机器人的“双师课堂”教学模式中,存在教学流程不够顺畅、教学安排不够紧凑、授课过程过于程式化以及教师与机器人配合不够默契等问题(付艳芳等 2022)。二是学生对新技术的适应性和参与度也是一个挑战。例如,远程呈现机器人研究发现,部分学生对技术不适应,短时间内难以从练习中获得更高放松感,需要通过更多的人机互动来提高对技术的熟悉度,进而增加参与度(Robinson *et al.* 2024)。最后,有 3 项研究(7.3%)指出,当前教育与工业行业的实际需求之间仍存在一定差距。例如,在工业机器人教育领域,教育内容与行业需求之间的脱节较为明显,教育机构需要不断更新课程内容,优化教学方法,以更好地满足行业对具备专业技能和实操能力人才的需求(Nunes 2023)。

表 8 实证研究中遇到的问题和挑战分布

问题和挑战类别	研究数量与占比
技术障碍	12 (29.3%)
教学实施问题	11 (26.8%)
与行业需求间的差距	3 (7.3%)

* 注:部分研究未讨论研究中遇到的问题和挑战。

3. 未来研究展望

3.1 深度融合人工智能与其他教育技术

当前研究已开始探索教育机器人与新兴技术的有效融合。例如,搭载 RockChip AI 处理器 RK3399Pro 的移动机器人,通过集成人工智能技术,已实现语音控制、多语言交互以及 STEM 教育模块集成等功能(Tran *et al.* 2023)。随着人工智能、虚拟现实、物联网等前沿教育技术的快速发展,教育机器人如何在系统架构层面实现与这些技术的深度融合,正成为未来教育机器人应用研究的核心方向之一。一方面,未来研究可深入探讨如何利用人工智能的自然语言处理能力与情绪识别能力,增强教育机器人在语言理解、实时对话和情感感知方面的表现,从而为学生提供更具互动性与同理心的学习体验。例如,研究可聚焦于如何使机器人能够根据学生的语调、语言内容与面部表情,动态调整语

速、语气与反馈情绪,提升对学生心理与情感状态的识别与响应能力。另一方面,虚拟现实与增强现实技术的融合也为教育机器人提供了拓展教学场景的新机遇。未来研究可探索如何将教育机器人嵌入虚拟现实与增强现实教学环境中,发挥其任务引导者、虚拟实验助手或即时反馈提供者的作用,为学生构建更具沉浸感与参与感的学习体验。此类应用在远程教学中尤为重要,有助于突破传统教学的时空限制,促进教学合作与资源共享。此外,教育机器人还可以与物联网生态系统进行深度整合。未来研究可围绕如何将教育机器人与智能教室管理系统等智能控制设备、电子书写板等交互式学习工具、智能手环等可穿戴设备,以及智能积木等 STEM 教育设备有机结合,增强教学的智能化水平,提升学习过程的互动性与趣味性。

3.2 优化支持个性化学习与发展

目前已有少数研究根据学生的学习情况和技能水平设计了个性化的训练方案(Koike *et al.* 2021, 2024)。如何进一步优化对个性化学习与支持,将是未来教育机器人应用研究的另一个核心方向。随着人工智能、传感技术与大数据分析的持续进步,教育机器人有望显著提升其自适应学习能力,成为能够主动感知、理解和响应学生需求的智能学习伙伴,从而为学生提供更精准、灵活和高效的个性化学习体验。具体而言,通过集成先进的多模态传感器、可穿戴设备与情感感知技术,教育机器人可以实时监测学生的学习行为、专注度和情绪变化,精准评估其学习状态;结合机器学习与大数据分析技术,教育机器人能自动分析学生的学习轨迹,识别其个体差异与学习瓶颈。基于这些数据,教育机器人可以动态调整教学内容与交互模式,实现高度个性化的教学支持,以满足不同学生的需求。以语言学习场景为例,未来研究可设计并评估基于教育机器人的个性化对话系统,融合语音识别、自然语言处理与情感感知等技术,实现教学内容与交互策略的动态调整。例如,机器人可根据学习者的发音准确率、词汇和语法使用的正确性、语言表达的多样性与复杂性、语用恰当性以及逻辑连贯性等方面,实时生成个性化反馈与后续练习任务。同时,情绪识别系统可监测学习者在口语训练中的焦虑水平,适时提供鼓励性语句或调整任务难度,以提升其学习动机与参与度。此外,依托大数据分析的学习轨迹信息,教育机器人可为不同语言水平的学生制定差异化学习目标并提供教学支持,从而推动更智能、适应性更强的教学策略的发展。

3.3 广泛支持更多学科领域的教学实践

当前,教育机器人技术的应用主要集中在工程与技术、教育技术和医学等领域。随着人工智能、自然语言处理以及多模态交互技术的不断进步,教育机器人有望进一步拓展至人文学科、社会科学、艺术与设计等更广泛的学科领域,并推动跨学科教育模式的创新。在文学教学中,教育机器人可结合自然语言处理和生成式人工智能技术,辅助学生深入理解文学作品。例如,机器人可以生成不同历史时期或文体风格的文本,引导学生比较文学语言的历时演变与风格

差异;也可以通过角色扮演、情节演绎等互动方式,帮助学生更好地把握作品中的情节发展、人物心理及情感表达。在心理学教育中,情感交互机器人可以通过模拟焦虑、狂躁等不同心理状态下的语言和行为特征,为心理学专业学生提供多样化的情景演练,提升其对不同心理障碍的识别与干预能力。在艺术与设计教育中,融合人工智能与虚拟现实等技术的教育机器人平台可拓展学生的创意实践空间。例如,在美术与数字艺术课程中,机器人不仅可协助学生探索多种艺术风格,还能基于图像识别与风格分析技术,对学生作品进行智能反馈,促进学生对不同艺术风格的深层理解。总体而言,借鉴工程与技术、教育技术和医学等领域的应用经验,更好地整合人工智能和虚拟现实等新兴技术,教育机器人有潜力为更多学科的教学实践提供兼具智能化、个性化、互动性和沉浸式的学习体验。

4. 结 语

本文系统综述了 41 篇关于教育机器人在高等教育中应用的实证研究文献,分析并归纳了研究的主要学科领域分布、所使用的机器人类型及其应用角色、机器人应用的目的、研究中的数据类型与应用效果,以及研究所发现的问题与挑战。分析结果表明,在工程与技术、教育技术、医学等五大学科领域,七类教育机器人担任了三种不同的应用角色。所综述的研究通过五种不同研究数据,表明教育机器人在提升学生专业知识与技能、辅助教学与课程学习、增强学习情感和激发学习动机,以及提供虚拟仿真和实践体验等方面展现出巨大潜力。基于此,本文提出了三个未来教育机器人应用研究的主要发展方向,包括教育机器人与人工智能和其他教育技术的深度融合、对个性化学习与发展支持的优化,以及在更多学科领域的教学实践应用拓展。同时,为了应对研究中所遇到的问题与挑战,未来研究还需要解决教育机器人技术稳定性问题,提升教师与学生的技术素养,并根据行业需求及时更新课程内容。此外,数项研究表明,为了消除技术壁垒与不平等发展,国际合作将发挥至关重要的作用(Birk & Simunovic 2021; Vurgun *et al.* 2021; Algerafi *et al.* 2023)。

参考文献

- Algerafi, M. A. M., Y. Zhou, H. Alfadda, *et al.* 2023. Understanding the factors influencing higher education students' intention to adopt artificial intelligence-based robots [J]. *IEEE Access* 11: 99752-99764.
- Birk, A. & D. Simunovic. 2021. Robotics labs and other hands-on teaching during COVID-19: Change is here to stay? [J]. *IEEE Robotics & Automation Magazine* 28(4):92-102.
- Buchem, I. 2023. Scaling-up social learning in small groups with robot supported collaborative learning (RSCL): Effects of learners' prior experience in the case study of planning poker with the robot NAO [J]. *Applied Sciences* 13:4106.

- Buote, N. J., B. Fransson & M. Rishniw. 2024. Comparison of attempts needed for veterinary students to reach proficiency in a basic and advanced robotic simulator task [J]. *Journal of Veterinary Medical Education* 51(1):104-112.
- Chunab-Rodríguez, M. A., A. Santana-Díaz, J. Rodríguez-Arce, *et al.* 2022. A free simulation environment based on ROS for teaching autonomous vehicle navigation algorithms [J]. *Applied Sciences* 12:7277.
- Cui, Y., X. Song, Q. Hu, *et al.* 2022. Human-robot interaction in higher education for predicting student engagement [J]. *Computers and Electrical Engineering* 99:107827.
- Fitter, N. T., N. Raghunath, E. Cha, *et al.* 2020. Are we there yet? Comparing remote learning technologies in the university classroom [J]. *IEEE Robotics and Automation Letters* 5(2): 2706-2713.
- Koike, Y., A. Okino, K. Takeda, *et al.* 2021. Comparison of manipulative indicators of students and therapists using a robotic arm: A feasibility study [J]. *Applied Sciences* 11(20):9403.
- Koike, Y., A. Okino, Y. Takanami, *et al.* 2024. Comparisons of learning effectiveness of therapeutic motion techniques: Practicing with an educational hemiplegic robot arm versus practicing with other students [J]. *Applied Sciences* 14:8498.
- Lei, M., I. M. Clemente, H. Liu, *et al.* 2022. The acceptance of telepresence robots in higher education [J]. *International Journal of Social Robotics* 14(5):1025-1042.
- Leoste, J., S. Virkus, A. Talisainen, *et al.* 2022. Higher education personnel's perceptions about telepresence robots [J]. *Frontiers in Robotics and AI* 9:976836.
- Li, M., L. Chen, M. Wu, *et al.* 2024. A broad-deep fusion network-based fuzzy emotional intention inference model for teaching validity evaluation [J]. *Information Sciences* 654:119837.
- Liao, J., X. Lu, K. A. Masters, *et al.* 2024. Meaning-focused foreign language learning via telepresence robots: A geosemiotic analysis [J]. *ReCALL* 36(2):168-186.
- Loukatos, D., M. Kondoyanni, I.-V. Kyrtopoulos, *et al.* 2022. Enhanced robots as tools for assisting agricultural engineering students' development [J]. *Electronics* 11(5):755.
- Nunes, L. C. B. 2023. *Aplicação do robô colaborativo UR3e no ensino na área da robótica* [D]. UBI:Universidade da Beira Interior.
- Ou Yang, F.-C., H.-M. Lai & Y.-W. Wang. 2023. Effect of augmented reality-based virtual educational robotics on programming students' enjoyment of learning, computational thinking skills, and academic achievement [J]. *Computers & Education* 195:104721.
- Robinson, N. L., J. Connolly, G. Suddrey, *et al.* 2024. A brief wellbeing training session delivered by a humanoid social robot: A pilot randomized controlled trial [J]. *International Journal of Social Robotics* 16(5):937-951.
- Su, H., F. J. Sheiban, W. Qi, *et al.* 2024. A bioinspired virtual reality toolkit for robot-assisted medical application: BioVRbot [J]. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems* 54(6): 688-698.
- Suarez, A., D. García-Costa, J. Perez, *et al.* 2023. Hands-on learning: Assessing the impact

- of a mobile robot platform in engineering learning environments [J]. *Sustainability* 15:13717.
- Tran, D. T., D. H. Truong, H. S. Le, *et al.* 2023. Mobile robot: Automatic speech recognition application for automation and STEM education [J]. *Soft Computing* 27 (16):10789-10805.
- Ueyama, Y., T. Sago, T. Kurihara, *et al.* 2022. An inexpensive autonomous mobile robot for undergraduate education: Integration of Arduino and Hokuyo laser range finders [J]. *IEEE Access* 10:79029-79040.
- Verner, I. M., D. Cuperman, S. Gamer, *et al.* 2020. Exploring affordances of robot manipulators in an introductory engineering course [J]. *International Journal of Engineering Education* 36(5): 1691-1707.
- Vurgun, N., T. Vongsurbchart, A. Myszk, *et al.* 2021. Medical student experience with robot-assisted surgery after limited laparoscopy exposure [J]. *Journal of Robotic Surgery* 15(4): 443-450.
- Wang, S., J. Meng, Y. Xie, *et al.* 2023. Reference training system for intelligent manufacturing talent education: Platform construction and curriculum development [J]. *Journal of Intelligent Manufacturing* 34(3):1125-1164.
- Xu, Y., G. Bao & X. Duan. 2023. Design and application of VR-based college English game teaching [J]. *Entertainment Computing* 41:100568.
- Zheng, P., J. Yang, J. Lou, *et al.* 2024. Design and application of virtual simulation teaching platform for intelligent manufacturing [J]. *Scientific Reports* 14:2895.
- 付艳芳、杨浩、方娟,等.2022.基于智能教育机器人的“双师课堂”教学模式构建[J].中国教育信息化(1): 56-62.
- 黄荣怀、刘德建、徐晶晶,等.2017.教育机器人的发展现状与趋势[J].现代教育技术(1): 13-20.
- 工业和信息化部等十七部门. 2023.“机器人+”应用行动实施方案[EB/OL]. [2025-06-18]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2023-01/19/content_5738112.htm.
- 工业和信息化部等十五部门. 2021.“十四五”机器人产业发展规划[EB/OL]. [2025-06-18]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/28/content_5664988.htm.
- 王涛、王嘉禧、刘娜,等.2023.教育机器人在基础医学实验教学中的应用探索[J].中国医学教育技术(4): 428-432.
- 吴永和、李彤彤.2018.机器智能视域下的机器人教育发展现状、实践、反思与展望[J].远程教育杂志(4): 79-87.
- 张淑雅.2023.自主移动型教育机器人辅助的项目式教学模式设计与应用研究[D].昆明:云南师范大学.
- 钟柏昌、张禄.2015.我国中小学机器人教育的现状调查与分析[J]. 中国电化教育(7): 101-107.

(责任编辑 邓梦寒)

(下转 204 页)

(上接第 121 页)

Applications and Prospects of Educational Robots in Higher Education, by ZHAN Haiying & LU Xiaofei.

Abstract: With the rapid development of educational robotics technology, numerous empirical studies have explored its applications in higher education. This paper provides a systematic review of 41 empirical studies on the use of educational robots in higher education, analyzing them from five dimensions: the distribution of academic disciplines; the types, functions, and roles of robots in educational settings; the purpose of robot applications; the types of data collected and the reported effects of robot applications; and the identified issues and challenges. The analysis revealed five major academic disciplines, four types of robots, three application roles, four application purposes, five types of research data, four aspects of application effects, and three categories of issues and challenges across the studies reviewed. Based on these findings, this paper further explores the prospects of educational robots in higher education, with the aim to provide directional guidance for future research and practice.

Key Words: educational robots; higher education; application trends; future prospects; systematic review