

人机协同下智能建筑机器人第二课堂实验教学资源重构策略研究

——基于“师-生-AI-装备”四原生态

王婉 丁搏

吉林建筑大学 经济与管理学院, 吉林 长春 130018

[摘要]随着人工智能技术的快速迭代,其在实验教学中的应用模式也产生了巨大的变化。本文立足“师-生-AI-装备”四原生态理念,聚焦面向教师、学生、AI、装备多主体间的实验教学协同问题研究,探索大语言模型赋能智能建筑机器人第二课堂的实验教学资源开发的创新路径与实施策略,目的在于构建以自然语言交互的人机协作实验教学资源重构框架,突破传统实验教育资源的桎梏,以为智能建造领域复合型、创新型人才培养提供理论指导与实践参考。

[关键词]人机协同; 智能建筑机器人; 第二课堂; 资源重构

DOI: 10.33142/fme.v7i6.20117

中图分类号: G424.29

文献标识码: A

Research on the Reconstruction Strategy of Experimental Teaching Resources for Intelligent Building Robots in the Second Classroom under Human Machine Collaboration — Based on the Four Original Ecosystems of "Teacher - Student - AI - Equipment"

WANG Wan, DING Fu

School of Economics and Management, Jilin Jianzhu University, Changchun, Jilin, 130018, China

Abstract: With the rapid iteration of artificial intelligence technology, its application mode in experimental teaching has also undergone significant changes. Based on the four original ecological concepts of "teacher - student - AI - equipment", this paper focuses on the research of experimental teaching collaboration among teachers, students, AI and equipment, and explores innovative paths and implementation strategies for the development of experimental teaching resources in the second classroom of intelligent building robots with large language model, with the aim of building a reconstruction framework of human-computer collaborative experimental teaching resources with natural language interaction, breaking through the shackles of traditional experimental education resources, in order to cultivate intelligent construction.

Keywords: human computer collaboration; intelligent building robots; second classroom; resource refactoring

当前,全球建筑业正经历一场以智能化为核心的深刻变革。智能建造作为这场变革的关键路径,其核心在于通过新一代信息技术与工程建设深度融合,实现建造过程的全面升级。在这一进程中,智能建筑机器人正从执行预编程的自动化工具,向具备环境感知、自主决策与动态规划能力的智能化装备演进。然而,高校传统的机器人学相关实验教学,其模式与内容却明显滞后于产业实际。实验教学多局限于机器人参数化编程。这种模式虽然夯实了学生的底层理论基础,但也存在痛点:其一,交互方式单一,高度依赖 C++、Python 等专业编程语言,语言学习难度较高,将大量精力耗费在语法调试上;其二,创新空间受限,学生难以从复杂的底层编程实现中抽身,去思考更高

层次的协同策略与应用创新。

第二课堂作为第一课堂的延伸与补充,是培养学生实践能力、创新精神和解决复杂工程问题能力的关键阵地。面对技术浪潮的冲击,第二课堂的实验教学资源体系亟需进行系统性重构,以对接建筑产业前沿发展,弥合教育与产业之间的鸿沟。因此,本文基于“师-生-AI-装备”四原生态理念,深入探索人机协同背景下建筑机器人第二课堂立体化教学资源重构实施路径,从而提出资源重构策略,为智能建造领域的实验教学人才培养模式改革提供新思路。

1 人机协同下建筑机器人第二课堂的教学目标

教学目标是教学活动的出发点和归宿。在 AI 大模型

赋能人机协同的新范式下,第二课堂的教学目标必须进行根本性的重塑,从培养代码实现者转向培养人机协同的设计者。

1.1 从代码编程到意图表达的知识体系构建

传统教育体系里,机器人课程的教学目标主要是使学生系统地掌握机器人的控制理论、主要的算法和常用的编程语言等基础知识。伴随着人工智能技术的发展,现代教育理念也更加注重培养学生利用预训练模型进行人机协同作业的能力,更加重视智能建筑机器人任务规划的设计与实施。这样的转变要求学习者不但要对机器人的系统运行机制有所了解,还要具有把自然语言转换成准确指令的能力,从而指挥机器人完成具体的操作任务,并且能够对大模型生成的方案进行分析和改进。课程的知识框架不能只是单一的编程技能训练,要包括人机交互设计、提示词的建构方法和 AI 决策的逻辑等各个方面,才能促使学生的跨学科学习综合能力得到有效提升。

1.2 从封闭调试到开放协同的技术能力

技术素养的培养主要在于开放、复杂性交互情景里达成人机协作的高效。学生需要会运用人工智能算法所指导下的数据处理办法,特别要能驾驭利用机器学习模型对模糊对象加以准确识别和控制的能力。智能建筑机器人依靠编程指令实现视觉感知系统对非标准建材的定位工作,环境反馈以后就会自动生成最优的工作协作路线。该过程既要求学生掌握 AI 工具的操作方法,又要求学生具备视觉感知、逻辑推理、决策判断等方面的能力。

1.3 从技术执行到创新主导的综合素养

第二课堂的教育目标主要培养学生的创造性思维、系统分析力和项目管理的综合素质。学习者不能只停留在技术实践层面,应该逐渐成为人机协同方案设计的主要创新力量。将人工智能技术同智能建筑机器人施工工艺优化相关联,从全局角度去解决复杂工程项目问题,还要探究新的应用场景是否可行。该过程实现了学习者从常规技术人员到高层次创新型人才的转换,也为塑造未来产业领军人才奠定了坚实的基础。

2 传统建筑机器人实验教学的痛点分析

2.1 实验场域封闭,与开放环境脱节

传统实验一般是在实验室中进行,具备稳定的光照条件等环境要素。封闭型试验场的机器人行进路线是由预先设置好的程序来控制,并且外界的干扰作用比较小,为控制算法的开发和检验创造有利条件。建筑施工场地属于典型的开放性复杂系统,典型特点为存在动态变化的光照条件,施工工序的衔接需求以及无法预料的变更因素等。此

外,学生在实验室里对机器人的参数化控制及轨迹规划,难以复刻到施工现场的实际项目上。

2.2 交互方式单一,编程门槛过高

目前实验教学体系中常用的是 C++、Python 等主流的编程语言,再配合机器人操作系统这样复杂的软件框架来开展机器人操作训练。虽然该种设计在一定程度上实现了教学深度,但需要学生具备较高的编程水平,特别是需要学生有系统开发能力,即编写程序、安装环境、编写代码及解决常见问题等。对土木工程、工程管理等非计算机专业的学生来说,由于缺少编程语言的专业训练而使得这些学生不能够深度参与到智能建筑机器人的第二课堂实验项目中,也不能发挥出自己的创造潜能。

2.3 教学资源僵化,难以对接前沿 AI 技术

实验教学资源更新速度不能匹配智能建筑机器人领域的技术迭代速度。大语言模型、自然语言处理、计算机视觉这些前沿技术还没有被实践教学体系所整合。课程内容同产业界关注的以智能建筑机器人为主的新兴技术应用案例的实际需求存在一定的距离,致使学生很难对人机协同本质内涵有一个准确深刻的认识。结构性矛盾给高校人才培养目标的实现提出了较大的挑战。

鉴于此,本文以教师、学生、人工智能和装备为实验教学生态的教育主体,对实验教学资源进行系统化的整合,提出一个师、生、AI、装备共同参与的实验教学生态,用以突破目前实验教学的桎梏。该模式中,教师主要负责实验课程的设计和引导。学生是实践的主体,承担着核心操作的任务并达成学习目标。人工智能平台起着交互媒介和技术支撑作用,提供智能化的辅助,智能建筑机器人等实体工具搭建起物理运作环境。依靠四者的协同联动,共同塑造起一个具备感知学情,资源重组及主体协同的创新实验教学生态。

3 智能建筑机器人第二课堂的实验教学资源重构

3.1 重构“AI+机器人”的实验教学资源体系

实验教学资源重构给第二课堂学习提供重要支持,其目的在于塑造智能建筑机器人相关理论与实践相结合的全面学习框架。

(1) 开发自然语言交互模块

本课程依靠预训练的机器学习模型,创建智能建筑机器人的学习指令设计。其内容主要是提升学生对提示词运用能力的培养,而不是简单地讲授编程语言的知识。在分析任务要求、参数限制和伦理标准后,将人工智能用于表达科学的指令实现执行过程的认知上,以项目式案例分析来培养学生的交互技能和智能化指令设计的能力。

（2）建设开放场景案例库

依托联合智能建造领域的头部企业资源,创建具有开放性特点的现场环境综合教学案例库。所选案例应具有典型性和代表性,能够反映工程项目实际,如在强光下准确定位外墙表观缺陷,复杂作业环境中可以实现建材分类和自动搬运,人机协同工作完成预制构件组装等关键工序。每一个案例都必须有充分的项目背景、数据来源和任务目标,还要以人工智能技术为学生提供各种不同解决方案框架供学生过程性学习。

（3）引入 AI 辅助编程工具与低代码平台

通过利用 GitHub Copilot、Codeium 等主流的 AI 编程辅助工具,并且与 Node-RED 这样的低代码平台相结合来创建一种系统性实验教学资源。同时编制出一份详细的教师指导手册,使学生在运用智能工具生成代码、推理逻辑方面提升认知。对于非计算机专业学生来说,要重点推广图形化界面的低代码开发环境,用可视化组件的操作简化机器人原型开发流程,充分发挥学生的创新思维,促进学生的个性化学习与发展。

3.2 搭建低门槛、高挑战的虚实实践平台

该平台以创建综合性实训系统为主,把虚拟仿真当作先导,再转到实体操作的渐进式沉浸式的综合实训系统。

（1）建设大模型驱动的云仿真平台

本文主要研究一个利用云服务架构的仿真实验平台,并且具有将主流的人工智能大模型 API 资源整合到其中的能力。从功能上来说主要是对自然语言处理进行优化,创建出包括各种虚拟工场、机器人组件的综合资源池来支持多任务并发测试。用创新性的方法来减少硬件设备的使用,又大大提高了人机交互实验活动的效率和灵活性。

（2）设计意图到执行的进阶式项目体系

设计一系列由浅入深、环环相扣的项目任务,形成一个完整的能力培养路径。初级的感知与交互任务,要求学生通过自然语言指挥虚拟或实体机器人完成单一、明确的任务。重点在于熟悉自然语言交互的基本流程。中级的规划与协同任务,要求学生在包含一定干扰的半开放场景中,设计并实现一个多步骤的任务,如巡视指定区域。重点在于训练学生利用 AI 进行任务分解和路径规划的能力。高级的创新应用任务,要求学生在模拟的真实开放场景中,以小组为单位,设计并实现一个复杂的人机协同的智能建筑机器人应用解决方案。重点在于考察学生的系统设计、团队协作和创新能力。

（3）配置支持二次开发的模块化套件

本研究主要研发符合 ROS 架构的智能建筑设备,包

括移动平台、机械臂和无人机等。各类设备都要采用双模式运行方式,第一种是人机协同操作模式,用高级自然语言处理技术来理解用户指令并执行相应任务;第二种是开发模式,在开发模式下可以对设备的底层控制系统的参数进行设置,也可以对设备的功能进行优化。同时建立模块化机器人配件库,促进教师和学生需要的时候进行硬件的改造以及个性化的设计工作,以此来提高系统工程实践能力的培养效果。

（4）建立虚实联动的实践机制

本研究采取渐进式实践模式,包含虚拟仿真预演、半物理验证和现场应用这三个重要部分。依靠云平台创建算法模型,开展初步的可行性评价之后,在实验室里搭建起半物理实验系统,用机器人同虚拟场景互相配合,完成功能上的调试与改进,之后经由安全性能检测,把结果移植到实际环境里开展最后检验。该过程不但可以提高实验的准确性,而且可以增加实验的可靠性。

3.3 形成人机协同的实验教学新范式

优化协同机制的核心是协调教师、学生、人工智能、装备等各主体的联系,从而达到教育系统整体效能明显提高。

（1）从讲授者到生态构建者的教师角色转变

当代教育环境下,教师由原来的传授者变成了生态系统搭建者、资源调配者。其主要工作就是设计开放性的、有挑战性的探究式问题情境,用人工智能来促使学生跳出认知上的束缚,产生新的想法和解决方案;通过项目制学习方式开展合作交流、成果汇报等实践活动,对学生研究过程中的方法路径做出评价并加以引导;依托校企合作这一机制,把好的教育资源融合起来,创造出符合实践要求的现实问题环境,促使学生在理论与实践双向提升。

（2）从工具到智能伙伴的 AI 赋能

人工智能大模型在实验教学中发挥着多元化功能。一方面,它起到智能导师的作用,给学生提供 24 小时在线答疑、定制化学习方案的设计、编程实践的指导等服务,使学生可以快速得到反馈信息并且开展精准化的学习,另一方面,在项目实训中担当起协作伙伴的角色,让学生成为虚拟角色的伙伴组成一个团队,通过不断更新的指令交互流程来促使人机协同工作,从而提高设备的操作效率和完成任务的质量。

（3）建立动态多元的评价与反馈机制

冲破传统单一评价桎梏,创建以过程性考核为核心的多元化评价体系。过程性评价应从学生利用人工智能对云仿真实验平台操作记录实施自动化收集和解析工作,主要从指令执行准确度、任务达成速度以及程序设计科学性等

方面展开评价。对成果性评价则要设置项目汇报或模拟评审,以校内外专家、学者以及行业资深人士为评委,从功能实现效果、人机交互深度、技术创新程度、团队协作水平等各方面展开综合评价。对于学习性评价,可要求学生提交项目日志和学习报告,记录其在人机协同过程中的思考、遇到的挑战及解决方案,并通过反馈改进提升学生的元认知能力,形成“教学-实践-反馈-改进”的闭环,持续优化教学资源体系。

4 结语

将 AI 大模型引入智能建筑机器人第二课堂,是对传统实验教学模式的深刻变革。本文基于“师-生-AI-装备”四原生态理念,通过系统性地重塑知识体系、创新实践平台、优化协同机制,进而提出智能建筑机器人第二课堂实验教学资源重构策略,有效提升学生在第二课堂深度参与智能建筑机器人装备控制的创新实践能力,以智能化、交互化方式实现对智能建筑机器人的感知与控制,以期培养出具备人机协同能力的复合型创新人才,为智能建造产业的未来发展提供坚实的人才支撑和智力保障。

基金项目:吉林省教育厅 2024 年度高等教育教学改革研究课题一般课题:“基于机器人装备的第二课堂教学资源开发及过程性评价研究”(2025LJ13NOH1005X)。

[参考文献]

[1]丁烈云.智能建造创新型工程科技人才培养的思考[J].高等工程教育研究,2019(5):1-4.

[2]覃亚伟,孙峻,余群舟,等.新工科理念下工程管理专业教学改革研究[J].高等建筑教育,2019,28(5):1-7.

[3]张恒,郑兵云,唐根丽,等.面向智能建造的工程管理专业 BIM 实践教学[J].高等工程教育研究,2021(3):54-60.

[4]段春云,丁晓欣.新工科背景下工程管理专业实践教学体系构建研究[J].对外经贸,2023(8):87-90.

[5]李娜,贾伟,贺海育,等.AI 大模型赋能下的智能机器人技术课程教学改革与实践[J].电脑知识与技术,2026,22(8):138-141.

[6]廖龙辉,温宇航,甘翠萍,等.智能建造背景下工程管理研究生培养模式创新与实践[J].工程管理学报,2023,37(6):150-154.

[7]王野,王怡洋,王乃尧,等.新工科背景下虚实融合的智能机器人系统课程建设与实践[J].计算机教育,2026(6):169-173.

[8]王田苗,陶永.我国工业机器人技术现状与产业化发展战略[J].机械工程学报,2014,50(9):1-13.

[9]熊蓉.机器人人工智能:从感知智能到认知智能[J].自动化学报,2020,46(10):2035-2044.

作者简介:王婉(1983—),女,汉族,吉林长春人,博士,副教授,吉林建筑大学经济与管理学院毕业,研究方向为数据基础设施、智能建造;*通信作者:丁博(2001—),女,汉族,吉林人,硕士在读,吉林建筑大学经济与管理学院毕业,研究方向为建设工程管理、智能知识图谱。