

数字孪生驱动下智慧课堂教学模式创新实践与成效分析

毛华庆, 黄友沛

广东海洋大学数学与计算机学院, 广东 湛江 524088

DOI:10.61369/EIR.2026060008

摘 要 : 近年来, 数字孪生技术作为新一代信息技术的重要组成部分, 在制造、建筑、医疗等领域取得显著成效。数字孪生技术的本质是构建物理世界的虚拟映射体, 对系统进行有效监控、分析和优化, 为各领域的发展提供便利。本文基于数字孪生技术重构智慧教室教学生态系统, 从教学场景构建、资源开发与评价优化三个维度展开创新实践, 并分析其对学生学习效果、教师能力及教学质量的影响机制。该模式显著提升了教学互动性与个性化水平, 为教育数字化转型提供了可行路径。

关 键 词 : 数字孪生驱动; 智慧课堂; 教学模式; 创新实践; 成效分析

Innovative Practice and Effectiveness Analysis of Smart Classroom Teaching Models Driven by Digital Twins

Mao Huaqing, Huang Youpei

School of Mathematics and Computer Science, Guangdong Ocean University, Zhanjiang, Guangdong 524088

Abstract : In recent years, digital twin technology, as a crucial component of the new generation of information technology, has achieved remarkable results in manufacturing, construction, healthcare, and other fields. The essence of digital twin technology lies in constructing virtual representations of the physical world, enabling effective monitoring, analysis, and optimization of systems, thereby facilitating development across various domains. This paper reconstructs the teaching ecosystem of smart classrooms based on digital twin technology, conducting innovative practices from three dimensions: teaching scenario construction, resource development, and evaluation optimization. It also analyzes the impact mechanisms of this model on students' learning outcomes, teachers' capabilities, and teaching quality. The model significantly enhances teaching interactivity and personalization, providing a viable path for the digital transformation of education.

Keywords : digital twin-driven; smart classroom; teaching model; innovative practice; effectiveness analysis

引言

在教育信息化快速发展的背景下, 数字孪生技术的价值日益凸显, 研究者开始探索智能学习空间的新路径和新可能^[1]。为此, 本文开展了基于数字孪生技术重构智慧教室的教学生态系统及其效应的研究, 试图探明该技术对重构教学生态系统的影响机制, 以期提升教学质量, 也为我国推进教育现代化建设提供了有益的理论框架及实践路径。

一、数字孪生驱动下智慧课堂教学模式创新实践

随着数字化转型关键节点的到来, 教育信息化2.0正加速推动学校由“信息化”向“数字化”转型, 在中国高等院校教育管理不断深化的背景下, 学校对学生教与学的信息进行系统化建设的需求越来越强烈, 运用信息技术推动教育信息化, 推进课堂教学改革与发展。

(一) 教学场景构建

数字孪生在情境设计方面展现出全新的应用模式。首先它可以为智慧教室构建真实可感且具有高度互动性的情境供学习者体验和探索。比如, 在科学实验课程中可借助数字孪生技术对复杂的实验室内场景进行模拟, 使学生能够在虚拟空间中完成相应的实验操作, 从而规避现实实验中的安全风险并增加实验行为的灵活性和可重复性。

项目信息: 广东海洋大学2025年校级教育教学改革项目—人工智能赋能《基于轻量级架构的WEB开发》课程“三阶四维”教学模式研究与实践(PX-972025050)。

作者简介:

毛华庆(1980.05—), 男, 汉族, 广西人, 博士研究生学历, 教授, 主要从事人工智能方面的教学工作。

黄友沛(1996.11—), 男, 汉族, 广东人, 硕士研究生学历, 助教, 主要从事人工智能方面的教学工作。

其次,在历史或文学教学中,数字孪生技术可以再现历史事件与文化场景,帮助学生理解相关知识^[2]。这种将虚拟情境与真实知识相结合的教学方式能够增强学生的知识体验,并激发他们的好奇心和学习热情。已有研究表明,利用数字孪生技术开展教学,在学生沉浸于深度学习情境中时,他们的注意力会更加集中,也会有更高的积极性投入课堂学习,这也在一定程度上揭示了数字孪生技术的独特作用在于营造教学情境^[3]。

（二）教学资源开发

基于数字孪生技术,教育平台可实现教育素材的多模态及个性化配置,满足不同学生的个性需求;构建数字化教具以及教材,丰富教师的教学资源^[4]。例如在计算机课程中,数字孪生系统可将学生所学的代码以可视化的形式呈现出来,在一定程度上帮助学生理解程序设计思想以及程序运行机制^[5]。数字孪生技术使纸质课本不再是单一的文字信息载体,并使其转变为图文音视频等多种形式的学习材料;系统借助三维场景、动态演示等方式,将抽象晦涩的知识变得直观生动。此外,系统可针对每位学生的认知水平及知识掌握情况给出具体学习建议。这种技术的应用促使教学体系向自适应性及及时反馈的方向演进,并为教师提供更加丰富而智能的教学帮助,显著增强了教学实效性。

（三）教学评价优化

数字孪生教学评价模块能够为教师提供更加精准的数据以及多维度的教学评价方式,促进教学水平的有效提升。基于数字孪生对学生行为活动进行动态监测,记录学生的行为特征、学习过程和知识掌握情况,并生成学生的学习分析报告。这些材料不仅能够帮助教师全面了解学生的学习过程,还可为其科学教学决策提供数据支持。

例如,依托数字孪生构建的智能课堂中,教师能依据平台生成的评估报告,针对学生薄弱环节定制专属辅导策略,进而提升授课质量与效果^[2]。同时,该技术亦支撑多视角考评,涵盖学识层次、实操本领及协同合作素养等维度,使教学评价更为周全且公正。此类基于数字孪生的评价范式已在诸多实例中获证,其应用价值与成效备受推崇,为教学评价改革提供了重要借鉴^[3]。

二、数字孪生驱动下智慧课堂教学模式成效与机制分析

（一）提升学生学习效果

数字孪生技术在教学中的应用能够为学生带来积极的学习效果,因为它能够在教学过程中构建一个虚实结合的世界,促使学生开展沉浸式学习,提升学生的学习兴趣,并深化其认知理解。例如,在人工智能实践课中,基于数字孪生技术构建起来的“双向反馈”的实践教学模式,让学生在情境中积累经验,其参与度与满意度均显著提升。同时,借助数字孪生技术构建仿真场景及现实验证辅助体系,帮助学生强化其抽象化及批判性思维能力,促进学生对学习内容的深度理解,有助于培养学生综合运用所学知识去解决新问题的能力,这也从侧面验证了该模式对于长期记忆的良好作用。

（二）增强教师教学能力

基于数字孪生技术的智能教学方式促进了教师专业水平的发展。一方面,基于数字孪生技术的智能教学方式促使教师学习并掌握数字孪生相关技术原理与实施路径,有利于提升教师自身的信息化技术水平。例如,在教育信息化纵深发展过程中,教师掌握了运用数字孪生技术开发虚拟教学素材及线上教学资源的方法,实操性训练增强了教师将科技融入课堂的能力。另一方面,在数字孪生技术支持下,教师能够拥有更大的课程设计灵活性,并根据学生的学情进行教学策略的动态调整。基于数字孪生和全息影像技术的教学模式赋予了教师更多参与式与创新性的课程开发能力,有利于提升其教学创新能力。此外,教师也可以通过对学情数据的长期记录并从多角度进行分析来更好地掌握学生的学情,进而优化教学方案,提升整体教学效果。

（三）提高教学质量整体

基于数字孪生的智慧教室带来的教学质量提升主要体现在以下几个方面:

一是课堂教学互动性增强。在虚实融合的教学环境中,学生更加主动地参与教学活动,在模拟实验或历史场景再现中,学生可通过与虚拟对象的互动理解教学内容;这种互动不仅提高了学生的参与度,而且促进了师生协作交流。基于学生数字画像,系统可动态分析学生对知识掌握的情况、学习习惯、思维特点并生成个性化的智能学习路径。

二是个性化学习路径生成。该系统可根据课程互动数据、作业完成度和智能测评数据,诊断学生薄弱环节并推送个性化资源。例如,针对基础较为薄弱的学生,教师可先为其讲授模拟实训部分内容;而对理论基础较好的学生则鼓励其深入探讨难点问题的解决思路。基于自适应学习算法进行路径设计,根据实时反馈动态调整难易程度和进度,避免“一刀切”的教学模式;借助AI的诊断功能,教师精准介入学生的个性化学习过程,将共性问题转化为全班研讨的内容,提升学习效率,实现从“教”向“学”的转变。

三是教学管理效能提升。数字孪生系统汇聚了丰富的教学资源,并能实时反馈学习效果,使教师能够更好地把握知识脉络,不会因资源匮乏或沟通滞后而导致工作效率低下。在智慧校园建设中,基于数字孪生的教学评估展现出良好的育人效果,并有助于提升学生成绩;家长反馈显示,智慧课堂具有积极意义,且有助于学生实现全面发展,这也证明了其有助于提高整体教学质量。

将数字孪生应用于智慧教室,可为教育数字化转型带来新思路。基于数字孪生的智慧课堂通过构建沉浸式教学场景、开发教学资源及重构评价体系,不仅提升了学习成效,而且促进了教师教学技能的发展,整体上带动了教学质量的提升。相关研究表明数字孪生可有效促进教育公平与因材施教,提升教育质量,是培养面向未来社会发展的复合型人才的有效支撑手段^[2,3]。从理论分析与实践反馈来看,在智慧教室学习模式中应用数字孪生技术可有效提高学生的学习成果以及对于核心概念的记忆程度,并能协助教师提升信息素养、优化教学活动设计,而较高的学习互动率

及教学绩效均佐证此教学模式的优势。上述研究表明,数字孪生技术应用于教育教学具有规模化应用的可能性,并为实现教育现代化指明了路径和方法。

(四) 人机协同

伴随着人工智能、扩展现实(VR/AR/MR/XR)、大数据及区块链等技术的规模化应用,新的教学人机交互模式应运而生,即将传统的以教师为中心的单一讲授式教学转变为以教师、机器人、学生三位一体的教学新模式。由此,教师的专业知识与教学能力和机器人的智能技术深度对接,开启了多维人机协同学习的新纪元。

(1) 人机混合教学融合了教师与机器设备的双重智能,二者可发挥各自专长、相互弥补不足,在一定程度上克服了传统教育过程中的局限,在提高教学质量方面发挥了积极的作用。教师凭借丰富的知识素养、技能及实践能力,面对多样化教学情境,能了解学生心理状况并合理使用教学方法,及时处理学生的学情问题。

(2) 教师往往受到自身主观偏好等因素的影响,无法全面、及时地满足所有学生的学习需求,从而影响教学效果;而AI教学助手擅长快速精准处理简单问题,在没有时间和地域限制的情况下满足学生的需求,且可规避人为干扰。

(3) 随着数字化手段的引入,依托大数据与人工智能的技术支撑,可构建起理性与感性交融的浸润式、探究式学习情境,这不仅改变了教的方式、提升了学习体验与效率,而且明显减轻了学生的被动学习压力和焦虑感。

(五) 数字化教学资源汇集

随着科技发展,教育领域亦在持续变革,这促使高校不断整合各类信息资源,借助知识图谱构建及智能化处理技术提升教学质量,实现教学过程的个性化定制,并形成多维立体的教学素材体系,以提高学生获取高质量教育资源的速度和效能。

教师将教学素材进行信息化处理并转化为网络课程,同时将优秀教师的教学经验以数字化形式固化并传播,打破了传统课堂教学的时间和地域限制,使学习者突破时空壁垒获取所需资源,提升了大学教育的可及性,同时促进教育公平,让更多的学生接受优质的教学服务。此外,学生能够依据个人兴趣、专业优势及

学习节奏,在数字化教育平台上自主筛选符合自身需求的学习方式与课程内容,涵盖线上授课、虚拟实训、情境模拟及团队协作等模式,且可在电子教材资源库中获取配套支持。这种数字化教学模式能充分激发学生的积极性,并促进其对知识的理解与灵活运用,有利于培养学生的创造能力和实践能力。信息技术的教学应用,降低了教育成本,同时也为学生带来便捷的体验。

(六) 智能采集

数字孪生技术可将教育目标达成度进行量化标定。教师可通过智能化大数据采集分析平台来追踪课前、课中、课后各阶段的学习情况,并以此为基础反思改进自己的教学设计,实现教育管理的规范化。课前,教师利用智能教材编制软件,即时收集整理相关学习素材上传供学生查阅。教师通过对学生活动档案袋中的学习材料收集整理,可了解每位学生的具体情况,包括其学习态度、个性特点以及在学习过程中存在的问题,为不同智力水平与学业成绩的学生制定差异化发展目标。

在智慧教室中,高精度摄像机可实时记录学生听课状态,记录学生表情变化、视线移动、身体动作等信息,并对学生课堂注意力进行量化评估;智能音频采集分析技术可精准分析教师语音特征,便于把控课程进度。该系统还记录声音环境特征、师生互动次数等信息,以综合判断课堂内外的活跃程度,并评估授课效果。课后,数字孪生技术支持教师展示与评价学生学习成果,帮助学生建立线上学习档案,使教师全面掌握其任务完成、知识掌握及测评反馈情况,教师可根据反馈信息,利用数据分析技术改进教学策略,显著提升教学效果。

三、结束语

展望未来,数字孪生技术在教学中的应用还有很大发展空间。第一,随着人工智能、大数据等前沿科技的不断进步,预计会出现与之深度融合的更高层次的教育解决方案;第二,针对如何优化基于数字孪生的智慧课堂学习模式,如何适应不同学科、不同阶段学生的学习需求仍是亟待深入研究的重要课题;第三,加强教师专业培训与技术支持,确保数字孪生技术的有效落实,是实现教育现代化的重要举措。

参考文献

- [1]刁雯,徐博昌.数字孪生技术的教育应用及其伦理风险研究[J].黑龙江高教研究,2024,42(10):20-26.
- [2]刘萍,曹雪花.以学生为中心的数字孪生课堂教学研究[J].电脑与电信,2023,(11):49-52.
- [3]董紫君,孙飞云,苏栋,杨颂.基于数字孪生技术的智慧教学模式创新研究[J].高教学刊,2024,10(6):73-76.
- [4]王书瑶,王娟,郑浩,高振,娄方园.融入认知数字孪生体的智慧学习空间:框架构建与应用延伸[J].成人教育,2022,42(12):51-59.
- [5]王宏伟,王天任,刘小明,张名芳,熊昌镇.基于数字孪生的人工智能产业人才培养模式[J].实验室研究与探索,2023,42(8):192-196.