

Research on the construction of AI teaching system for mechanical engineering and materials courses in private colleges and universities driven by

Chao Jia

Shenyang Institute of Urban Construction, Shenyang, Liaoning, 110167, China

Abstract

This study addresses challenges in mechanical engineering materials courses at private universities, including insufficient experimental resources and monotonous teaching models. We are developing a digital twin-driven AI teaching system that creates multi-level virtual material environments covering microstructures, manufacturing processes, and engineering simulations. The system features AI-powered personalized learning paths with adaptive content recommendations and dynamic adjustments, along with integrated virtual-real practice modules that transition from virtual simulations to hands-on operations. Designed to enhance students' knowledge retention, practical skills, and innovation capabilities while reducing teaching burdens and costs, this system aligns with the operational characteristics of private higher education institutions. Currently in the research phase, it will be optimized through technological advancements to support applied talent development.

Keywords

digital twin; AI teaching system; private universities

数字孪生技术驱动下民办高校机械工程材料课程 AI 教学体系构建研究

贾超

沈阳城市建设学院, 中国·辽宁 沈阳 110167

摘要

本研究聚焦民办高校机械工程材料课程教学中实验资源不足、教学模式单一等问题, 正探索构建数字孪生技术驱动的 AI 教学体系。该体系计划搭建多层次材料虚拟场景, 涵盖微观结构、加工工艺及工程应用模拟; 设计 AI 个性化学习路径, 依据学生情况推荐内容并动态调整; 打造虚实结合实践模块, 先虚拟练习再实际操作。此体系旨在提升学生知识掌握度、实践与创新能力, 减轻教师负担, 降低教学成本, 契合民办高校办学特点。目前处于研究阶段, 未来将结合技术发展优化, 为应用型人才培养提供支撑。

关键词

数字孪生; AI 教学体系; 民办高校

1 引言

在科技飞速发展的时代, 数字孪生与 AI 技术的融合深刻改变着各个领域, 工科教育也不例外。民办高校相较于公办高校, 在资金、师资和实验资源等方面存在一定差距。机械工程材料课程传统教学模式中, 实验设备更新迭代速度较慢且数量有限, 难以满足学生对材料性能深入探究的需求;

【项目来源】沈阳城建学院“2025年校级重点课程”建设项目。

【作者简介】贾超(1985-), 女, 中国辽宁沈阳人, 硕士, 工程师, 从事机械设计及理论研究。

教学内容更新稍显滞后, 无法及时涵盖新材料、新工艺的发展; 教学方法多以教师讲授为主, 学生的主动性和创新性难以充分发挥。

在此背景下, 将数字孪生技术与 AI 技术融入机械工程材料课程教学, 构建 AI 教学体系, 成为民办高校提升教学质量的必然选择。数字孪生技术能够构建材料的虚拟场景, 实现材料从设计到服役的全周期模拟, 为学生提供直观、动态的学习环境; AI 技术则可以根据学生的学习情况进行个性化教学和智能评测, 提高教学的针对性和有效性。^[1]

国内外已有部分高校开展了相关探索。国外如麻省理工学院、斯坦福大学等, 将数字孪生和 AI 技术广泛应用于工科课程, 取得了显著成效。国内一些重点高校也在积极推

进类似的教学改革。但对于民办高校来说,如何结合自身特点,构建切实可行的AI教学体系,仍需深入研究。

本研究旨在探索数字孪生技术驱动下民办高校机械工程材料课程AI教学体系的构建路径,以为民办高校的课程改革提供参考,提升学生的专业素养和实践能力,培养出更适应社会需求的应用型机械工程人才。

2 相关技术理论基础

2.1 数字孪生在材料性能模拟中的技术原理

数字孪生是对物理实体的数字化镜像,通过传感器实时采集物理实体的数据,在虚拟空间中构建与之对应的虚拟模型,并实现两者的实时交互与同步。在材料性能模拟中,数字孪生技术通过构建材料的虚拟模型,能够精确模拟材料在不同环境和工况下的性能变化。

例如,在模拟金属材料的热处理过程时,数字孪生模型可以根据输入的工艺参数,如温度、时间、冷却速度等,实时模拟材料内部的组织变化和性能演变。通过虚拟模型,学生可以直观地观察到材料从奥氏体到珠光体、马氏体等不同组织的转变过程,以及这些转变对材料硬度、强度等性能的影响。这一过程无需依赖实际的实验设备,降低了实验成本和风险,同时也打破了时间和空间的限制,学生可以反复进行模拟实验,深入理解材料性能与工艺参数之间的关系。

AI在个性化教学、智能评测中的应用机制

AI在个性化教学中,通过对学生的学习数据进行分析,如学习进度、答题情况、知识点掌握程度等,构建学生的学习画像。基于学习画像,AI系统能够为学生推送个性化的学习资源,如针对性的知识点讲解、练习题等。例如,对于在材料力学性能知识点上存在薄弱环节的学生,AI系统会自动推送相关的微课视频和练习题,帮助学生弥补不足。^[2]

在智能评测方面,AI技术能够实现对作业和实验报告的自动批改和评价。通过自然语言处理和图像识别技术,AI系统可以快速识别学生答案中的关键信息,判断其正确性,并给出详细的评价和改进建议。同时,AI系统还能够对学生的整个学习过程进行全面跟踪和分析,为教师提供学生的学习情况报告,帮助教师及时调整教学策略。

2.3 二者融合在课程建设中的可行性分析

数字孪生技术构建的虚拟场景为AI技术的应用提供了丰富的数据源。在虚拟实验中,学生的每一次操作、每一个参数的调整都会产生大量的数据,这些数据可以被AI系统收集和分析,用于优化个性化教学和智能评测。

同时,AI技术能够提升数字孪生模型的智能化水平。AI算法可以对虚拟模型进行优化和改进,使其更准确地模拟材料性能;通过对学生在虚拟场景中的学习行为分析,AI系统可以为数字孪生模型的更新和完善提供依据,增强虚拟场景的教学效果。

对于民办高校而言,二者的融合能够在一定程度上弥

补实验资源不足的短板。通过构建虚拟实验室,减少了对昂贵实验设备的依赖;AI技术的应用提高了教学效率,减轻了教师的教学负担,符合民办高校追求教学效益最大化的特点。因此,数字孪生与AI技术的融合在民办高校机械工程材料课程建设中具有较高的可行性。

3 民办高校机械工程材料课程AI教学体系框架

3.1 基于数字孪生的材料虚拟场景搭建

结合民办高校学生的特点和教学需求,搭建多层次的材料虚拟场景。基础场景包括材料的微观结构模型,如晶体结构、原子排列等,学生可以通过虚拟操作观察不同材料的微观结构特征,理解材料结构与性能的关系。^[3]

中级场景涵盖材料的加工工艺模拟,如铸造、锻造、热处理等。学生可以在虚拟场景中调整工艺参数,观察材料在不同工艺条件下的变化。例如,在热处理工艺模拟中,学生可以改变加热温度、保温时间和冷却方式,观察材料硬度、强度等性能的变化,深入理解工艺参数对材料性能的影响。

高级场景则模拟材料在实际工程中的应用环境,如机械零件在不同载荷和工况下的受力和磨损情况。学生可以通过虚拟测试,分析材料的失效原因,提出改进方案,培养解决实际工程问题的能力。

虚拟场景的搭建要注重交互性和操作性,符合民办高校学生动手能力较强的特点,让学生在虚拟操作中主动获取知识,提高学习兴趣。

3.2 AI驱动的个性化学习路径规划

根据民办高校学生的知识基础和学习能力差异,AI系统为每位学生制定个性化的学习路径。在课程开始时,将通过开课测试和问卷调查,AI系统对学生的知识储备和学习兴趣进行评估,确定学生的初始学习水平。基于评估结果,AI系统为学生推荐合适的学习内容和学习进度。对于基础薄弱的学生,优先安排基础理论知识的学习和基础虚拟实验的操作;对于学习能力较强的学生,增加前沿知识和创新性实验的内容。

在学习过程中,AI系统实时跟踪学生的学习情况,根据学生的作业完成情况、虚拟实验操作表现等数据,动态调整学习路径。当学生在某个知识点上遇到困难时,AI系统会自动暂停后续内容的推送,为学生提供针对性的辅导和练习,直至学生掌握该知识点。同时,AI系统还会根据学生的学习兴趣,推荐相关的拓展学习资源,如材料领域的最新研究成果、工程应用案例等,拓宽学生的知识视野。

3.3 虚实结合的实践教学模块设计

考虑到民办高校对学生实践能力培养的重视,设计虚实结合的实践教学模块。

虚拟实践部分利用数字孪生构建的虚拟实验室,开展基础实验和综合性实验。学生在虚拟环境中完成实验设计、操作和数据采集,熟悉实验流程和方法。例如,在材料硬度

测试实验中,学生首先在虚拟实验室中学习实验原理和操作步骤,进行虚拟测试,然后再到实际实验室进行操作。虚拟实验可以让学生在没有实际设备的情况下进行多次练习,减少实际实验中的操作失误,提高实验效率。^[4]

实际实践部分则安排学生在学校的实验室进行实操训练。通过实际操作,验证虚拟实验的结果,加深对知识的理解和掌握。同时,结合企业的实际项目,安排学生进行创新性实验,培养学生的创新思维和实践能力。

虚实结合的实践教学模块,既充分利用了虚拟实验的优势,又保证了学生实际操作能力的培养,符合民办高校应用型人才的培养目标。

4 国内外案例借鉴与本土化改造

4.1 国外高校数字孪生 + AI 课程建设案例分析

麻省理工学院(MIT)在材料科学课程中引入了数字孪生和AI技术,构建了材料虚拟设计平台。学生可以在平台上设计新材料的成分和结构,通过数字孪生模型模拟材料性能,并利用AI算法对材料性能进行预测和优化。该平台注重培养学生的创新思维和跨学科能力,其教学模式强调学生的自主探究和实践。

斯坦福大学开设的“AI for Materials Science”交叉课程,将AI技术与材料科学深度融合。课程中利用数字孪生技术构建了大量的材料应用场景,学生通过AI工具分析场景中的数据,解决实际材料问题。课程的教学内容紧跟学科前沿,注重培养学生运用先进技术解决复杂问题的能力。

4.2 国内重点高校相关实践经验总结

国内一些重点高校也在积极探索数字孪生和AI技术在机械工程材料课程中的应用。例如,清华大学开发了材料虚拟仿真实验教学平台,整合了数字孪生和AI技术,为学生提供了丰富的虚拟实验项目。该平台与企业合作紧密,引入了大量的工程实际案例,注重培养学生的工程实践能力。

上海交通大学则在课程中采用了AI驱动的个性化教学模式,通过分析学生的学习数据,为学生提供个性化的学习建议和资源。同时,利用数字孪生技术构建了材料加工工艺虚拟生产线,学生可以在虚拟生产线上进行模拟操作,熟悉生产流程和工艺优化方法。

4.3 民办高校资源约束下的本土化实施方案

借鉴国内外高校的经验,结合民办高校资源有限的特点,进行本土化改造。

在技术选择上,优先采用开源的数字孪生和AI工具,降低开发和维护成本。例如,利用开源的3D建模软件构建材料虚拟模型,采用开源的机器学习框架开发AI教学辅助工具。在教学内容上,根据民办高校学生的就业方向,筛选与行业需求紧密相关的教学案例和实验项目。减少过于理论化和前沿的内容,增加实用性和操作性强的知识,使教学内容更符合民办高校应用型人才的培养需求。在合作模式上,

积极与企业开展合作,争取企业提供技术支持和实践资源。例如,与材料制造企业合作,将企业的实际生产数据和案例引入虚拟场景,让学生了解企业的实际生产情况;利用企业的设备和场地开展实践教学,弥补学校实验资源的不足。

通过本土化改造,使数字孪生+AI的教学模式更适合民办高校的实际情况,在有限的资源条件下,最大限度地提升教学质量。

5 研究展望

目前,本研究正处于探索构建数字孪生技术课程的AI教学体系阶段,后续计划选取某民办高校机械设计制造及其自动化专业的班级作为试点,采用新构建的AI教学体系进行教学,同时设置采用传统教学模式的班级作为对照。试点时间初步定为一个学期。

在评估指标与方法上,将从知识掌握、能力培养和学习态度三个方面设定评估指标。知识掌握通过期末考试和平时测验进行评估;能力培养包括实验操作能力、问题解决能力和创新思维能力,通过实验报告、课程设计和创新项目等进行评估;学习态度通过课堂参与度、作业完成情况和学习反馈等进行评估。将采用对比分析的方法,将试点班级与传统教学班级的评估结果进行比较,同时收集试点班级学生和教师的反馈意见,全面评估AI教学体系的应用效果,以验证该体系在提升教学质量、培养学生能力等方面的有效性。

随着数字孪生和AI技术的不断发展,数字孪生模型的精度和实时性将进一步提高,能够更准确地模拟材料的复杂性能和工程应用场景;AI技术的智能化水平将不断提升,个性化教学和智能评测将更加精准和高效。民办高校应紧跟技术发展趋势,不断完善AI教学体系,持续提升教学质量,培养出更多适应新时代发展需求的应用型机械工程人才。

6 结语

本研究围绕数字孪生技术驱动下民办高校机械工程材料课程AI教学体系的构建展开,通过理论分析、框架设计、案例借鉴,正在探索构建该教学体系。此体系有望为解决民办高校机械工程材料课程教学难题提供切实可行的方案,也为其他工科课程的教学改革提供参考思路。未来,随着技术的不断进步和实践的持续深入,这一教学体系将不断完善,为民办高校培养更多高素质应用型机械工程人才贡献力量。

参考文献

- [1] 张明,李华,王静.数字孪生技术在高校工科教学中的应用研究[J].教育技术研究,2024,10(5):12-15.
- [2] 刘畅,赵阳.AI驱动的个性化教学模式在机械类课程中的实践[J].高等工程教育研究,2023,(8):45-48.
- [3] 陈杰,吴敏.民办高校课程改革与技术融合路径探索[D].科技教育出版社,2023.
- [4] 周强,黄琳.数字孪生与AI技术融合的教学体系构建研究[J].现代教育技术,2024,18(2):33-36.