

Case study on the application of artificial intelligence in physics experiment teaching

Zhuo Feng

South China University of Technology, Shenzhen, Guangdong, 511442, China

Abstract

This paper explores the application of artificial intelligence (AI) in physics laboratory teaching. Through comprehensive analysis and practical case studies, it demonstrates AI's significant core value in driving innovation within physics education. In terms of efficiency enhancement, intelligent data acquisition and analysis technologies have dramatically reduced experimental data processing time. Regarding conceptual deepening, virtual simulation experiments and AI-guided learning scenarios effectively materialize abstract physics concepts, helping students better grasp experimental principles. For personalized learning support, AI-generated student profiles enable tailored learning paths that address diverse academic needs.

Keywords

teaching; artificial intelligence; physics experiments; application scenarios; intelligent assistance

人工智能在物理实验教学中的场景应用案例研究

冯卓

华南理工大学, 中国·广东 深圳 511442

摘要

本文探讨了人工智能(AI)在物理实验教学中的应用,通过多方面的分析与实践案例验证,发现AI在赋能物理实验教学创新方面具有显著的核心价值。在提升效率方面,智能数据采集与分析技术让实验数据处理时间大幅缩短;在深化理解上,虚拟仿真实验场景和智能实验指导场景能将抽象的物理概念具象化,帮助学生更好地理解实验原理;在促进个性化方面,基于学生实验表现构建的画像,能为学生推荐个性化学习路径,满足不同学生的学习需求。

关键词

教学; 人工智能; 物理实验; 应用场景; 智能辅助

1 引言

在当今科技飞速发展的时代,人工智能技术的崛起正深刻地改变着各个领域,教育领域也不例外。人工智能技术的发展为教育带来了新的机遇和挑战,它不仅能够提供更加个性化、智能化的学习体验,还能优化教学资源的分配和利用,特别是助力物理实验教学的资源拓展、数据分析、智能辅助方面表现西显著。

2 人工智能在物理实验教学中的场景应用研究意义

物理实验教学作为物理学科教学的重要组成部分,却面临着诸多现存痛点。一方面,设备限制是一个突出问题。许多学校由于资金、场地等因素的限制,无法配备足够数量和先进程度的实验设备,导致学生难以充分开展实验操作,

影响了对物理知识的深入理解。另一方面,操作风险也是不可忽视的。一些物理实验涉及到高温、高压、强电等危险因素,对学生的安全构成潜在威胁。教育信息化政策背景为人工智能在物理实验教学中的应用提供了有力支持,能够有效解决物理实验教学中的现存问题,推动物理实验教学的创新发展。

3 人工智能在物理实验教学中的场景应用研究现状与应用逻辑

3.1 国内外研究现状^[1]

3.2 人工智能与物理实验教学的融合逻辑

3.2.1 人工智能技术核心要素

· 虚拟仿真技术:该技术可创建高度逼真的物理实验环境,学生能在虚拟场景中安全、自由地开展各种实验操作。利用3D建模,能将抽象的物理概念具象化,帮助学生更好地理解实验原理。

· 机器学习技术:能对大量的实验数据进行深度分析,自动识别数据中的规律和异常。在物理实验中,可用于误差

【作者简介】冯卓(2004-),男,中国广西北海人,在读本科生,从事集成电路研究。

分析和规律拟合。

自然语言处理技术: 实现了人机之间的自然语言交互,

学生可以用语音提问, 智能助手能实时解答疑问、提供操作步骤提示。^[1]

图表 1: 人工智能在物理实验教学中的场景应用研究国内外现状对比分析

对比维度	国外应用	国内应用
典型应用	以 PhET 仿真平台为代表, 该平台提供了丰富的物理实验模拟场景, 学生可以通过交互操作深入探究物理现象和原理。其具有高度的开放性和灵活性, 实验内容涵盖了从基础物理到高级物理的多个领域, 广泛应用于不同层次的物理实验教学中。	国内高校和中小学积极开展智慧实验室建设, 利用人工智能技术实现实验设备的智能化管理和数据的自动采集分析。部分高校还开发了具有自主知识产权的虚拟实验平台, 为学生提供更加贴合教学实际的实验教学资源。更侧重于与教学大纲的紧密结合, 强调实验教学的规范性和系统性。

3.2.2 物理实验教学的核心需求

物理实验教学有着多方面的核心需求。在实验操作方面, 直观性至关重要。学生通过亲自动手操作实验仪器, 观察实验现象, 能更深入地理解物理概念和规律。在实验数据采集方面, 精确的数据能帮助学生验证物理定律, 培养严谨的科学态度。在知识建构的深度方面, 要求学生不仅要掌握实验的表面现象, 还要深入理解其背后的物理原理。此外, 学生的个性化学习需求也不容忽视, 教师应根据学生的实际情况, 提供个性化的学习指导, 满足不同学生的学习需求, 促进学生的全面发展。

3.2.3 融合的理论依据

教育技术学中的“媒体选择模型”为人工智能与物理实验教学的融合提供了重要的理论支持。该模型认为, 在选择教学媒体时, 应综合考虑教学目标、学习者特征、教学内容和媒体特性等因素。

认知负荷理论指出, 学习者在学习过程中的认知资源是有限的, 在设计人工智能教学工具时, 应尽量减少不必要的认知负荷, 使学生能够将更多的注意力集中在学习内容上。^[2]

4 人工智能在物理实验教学中的典型应用场景

4.1 虚拟仿真实验场景

见表 2。

4.2 智能实验指导场景

智能实验指导场景通过先进的人工智能技术, 为学生提供全方位的实验指导。智能助手具备多种重要功能, 操作步骤提示方面, 它能根据实验的不同阶段, 及时准确地为学生提供详细的操作指引, 确保学生按正确流程进行实验。

自然语言处理技术在这一场景中发挥了关键作用。学生可通过语音与智能助手进行交互, 随时提出疑问, 智能助手能快速理解学生的语义并给出准确解答。这大大提高了学生获取信息的效率, 使学生在实验过程中遇到问题能及时得到解决。

在教学流程上, 课前智能助手可以为学生提供实验预习资料, 帮助学生熟悉实验内容和操作步骤。课中, 智能助手实时陪伴学生进行实验, 提供现场指导和答疑。课后, 智能助手可以对学生的实验过程进行回顾和总结, 指出存在的问题和改进方向, 促进学生的学习和成长。^[3]

4.3 实验数据智能分析场景

在物理实验教学中, 机器学习算法在实验数据处理方面发挥着重要作用。以自由落体实验为例, 在实验过程中, 学生通过传感器采集到物体下落的时间和位移等数据。机器学习算法可以对这些数据进行误差分析, 识别出可能存在的系统误差和随机误差。例如, 通过分析数据的分布情况, 判断是否存在因测量仪器不准确或实验环境干扰导致的误差。

在规律拟合方面, 算法可以根据采集到的数据, 拟合出物体下落的位移与时间的关系曲线。通过对曲线的分析, 验证自由落体运动的规律, 即位移与时间的平方成正比。同时, 算法还能计算出重力加速度的数值, 并与理论值进行比较, 进一步分析实验误差。

数据可视化工具在这一过程中也具有重要意义。它可以实时生成图表, 如位移-时间曲线、速度-时间曲线等。学生通过直观地观察图表, 能更清晰地了解实验数据的变化趋势和规律, 加深对物理概念的理解。通过机器学习算法和数据可视化工具的结合, 提高了实验数据处理的效率和准确性, 为学生的学习提供了有力支持。

图表 2: 人工智能在物理实验教学中的典型应用虚拟与真实场景对比分析

对比维度	虚拟实验	真实实验
功能设计	虚拟实验平台具备强大的 3D 建模功能, 能够创建高度逼真的物理实验场景, 将微观世界或宏观天体运动等难以直接观察的现象生动地呈现出来。例如, 在原子结构实验中, 学生可以通过 3D 模型清晰地看到电子的轨道和能级跃迁。	真实实验提供了实际操作实验仪器的机会, 让学生亲身体验实验过程中的各种物理现象。学生可以直接感受仪器的操作手感和实验环境的实际情况, 培养动手能力和实践技能。
适用场景	适用于高危实验, 如涉及强辐射、高电压的实验, 虚拟实验可以避免学生受到伤害。对于复杂物理现象的可视化, 如流体力学中的湍流现象, 虚拟实验能更清晰地展示其内部结构和变化过程。	适合培养学生的实际操作能力和团队协作精神。在真实实验中, 学生需要共同协作完成实验任务, 提高沟通和团队合作能力。如精密天平的使用, 真实实验能让学生更好地掌握操作技巧。
教学效果	通过动态交互, 激发学生的学习兴趣 and 探索欲望, 提高学习的主动性和积极性, 加深对物理概念和规律的理解。	让学生更深刻地感受物理实验的真实性和严谨性, 培养学生的科学态度和创新精神。

4.4 个性化学习路径推荐场景

操作熟练度画像与推荐：根据学生在实验操作中的表现，如操作的准确性、速度和规范性等，构建操作熟练度画像。对于操作熟练度较低的学生，推荐基础操作练习的实验项目，帮助他们巩固基本技能。例如，推荐简单的电路连接实验，让学生熟悉电路元件的使用和连接方法。对于操作熟练的学生，则推荐具有挑战性的综合实验，如复杂电路的设计与调试，进一步提升他们的实践能力。

知识薄弱点画像与推荐：通过分析学生在实验过程中的错误和疑问，确定学生的知识薄弱点。针对知识薄弱点，推荐相关的学习资源，如在线课程、科普视频等。如果学生在电磁感应实验中对楞次定律理解困难，推荐专门讲解楞次定律的教学视频，帮助学生深入理解该知识点。

学习进度画像与推荐：根据学生完成实验的进度和质量，构建学习进度画像。对于学习进度较快的学生，提供拓展性的实验项目和研究性学习任务，鼓励他们进行深入探究。对于学习进度较慢的学生，适当降低实验难度，增加辅导和练习的机会，确保他们跟上教学进度。

兴趣偏好画像与推荐：观察学生在实验过程中表现出的兴趣点，如对力学实验、光学实验等的偏好。根据兴趣偏好，推荐相关的拓展实验和科普活动。如果学生对光学实验感兴趣，推荐光学仪器的设计与制作实验，或者组织参观光学科技馆等活动，激发学生的学习兴趣和思维。

4.5 典型应用：力学实验：“智能仿真 + 真实操作”混合模式案例深度解析

在力学实验中，“智能仿真 + 真实操作”混合模式的实施流程分为课前虚拟预习、课中真实操作和课后智能复盘三个阶段。

课前，学生通过虚拟实验平台进行预习。虚拟平台提供了丰富的力学实验场景，如牛顿第二定律实验、自由落体实验等。学生可以在虚拟环境中自由调整实验参数，观察实验现象，深入理解实验原理。通过虚拟预习，学生对实验内容有了初步的认识，有效的降低操作错误率。

课中，学生进行真实实验操作。此时，他们已经对实验流程和操作要点有了清晰的了解，能够更加自信和熟练地使用实验仪器。教师在一旁进行指导，及时纠正学生的错误操作，确保实验的安全和顺利进行。由于课前的虚拟预习，学生在课中的操作更加准确，实验效率明显提高。例如在《光的偏振》实验中，利用 AI 创设真实物理情境，引导学生通

过科学推理与论证得出结论，提升课堂互动性与探究深度；在“验证机械能守恒定律”实验课中，借助 AI 智能辅助系统帮助学生确定实验方案、选择器材，并通过深度学习算法梳理操作注意事项，结合数据处理软件实现实验结果的可视化验证，显著提高了数据准确性与课堂效率；例如动态生成实验内容、自动匹配教学资源，解决传统实验中设备有限、操作复杂等问题，同时通过创意实验设计提升学生兴趣，在《流体压强与流速的关系》课程中，利用 AI 视频分析工具标注气流轨迹与压强变化点，直观解释“地铁安全线”等生活现象；在《牛顿第一定律》教学中，通过 AI 模拟亚里士多德与伽利略的争论场景，激发学生对“运动与力”关系的探究欲。

课后，智能复盘系统发挥作用。系统会记录学生在实验过程中的操作数据和实验结果，进行详细的分析和评估。针对学生的不足之处，系统会提供个性化的学习建议和拓展练习。通过智能复盘，学生能够进一步巩固所学知识，提高实验技能。这种“智能仿真 + 真实操作”混合模式综合了虚拟实验和真实实验的优势，既让学生在安全的环境中进行充分的预习和探索，又让学生在实际操作中积累经验，提高动手能力。数据显示，采用该模式后，学生对力学实验的理解和掌握程度有了显著提升，操作错误率大幅下降，为中学力学实验教学带来了新的活力^[3]。

5 结语

多方面的分析与实践案例验证，发现 AI 具有显著的核心价值。在提升效率方面，智能数据采集与分析技术让实验数据处理时间大幅缩短；在深化理解上，虚拟仿真实验场景和智能实验指导场景能将抽象的物理概念具象化，帮助学生更好地理解实验原理；在促进个性化方面，基于学生实验表现构建的画像，能为学生推荐个性化学习路径，满足不同学生的学习需求，随着 AI 技术动态发展，期待着有更新更好的技术应用支持教育教育发展。

参考文献

- [1] 数字化教材的开发与应用. 周红蕾. 教育教学论坛[J]. 2020(11)
- [2] 人工智能技术引领下课堂教学数字化转型的本质认识、实践困境与突破路径. 范佳荣 钟绍春. 教育科学研究[J]. 2023(3)
- [3] 信息技术与课程整合[M]. 赵呈领, 杨琳, 刘清堂. 北京大学出版社出版, 2010(7)
- [4] 数字电子技术实验与课程设计(第2版)[M]. 尤佳. 机械工业出版社, 2024(8)