

虚拟仿真实验赋能人工智能通识课的个性化学习感知与学习效果作用机制研究——基于开放教育的教学改革视角

杜娟

浙江开放大学开放教育学院, 浙江杭州, 310012;

摘要: 虚拟仿真实验为开放教育人工智能通识课提供了沉浸式、可操作的教学支持, 但其对学习成效的内在作用机制尚未明确。本研究整合自我决定理论、信息系统成功模型与学习投入理论, 构建以个性化学习感知为前因、学习投入为中介、学习成效为结果的结构模型。基于412名学习者的问卷与行为数据, 采用PLS-SEM进行分析。结果表明: 个性化学习感知显著正向影响学习投入 ($\beta=0.682$) 与学习成效 ($\beta=0.276$); 学习投入对学习成效具有显著正向影响 ($\beta=0.532$), 并在个性化学习感知与学习成效之间起部分中介作用 ($\beta=0.363$)。研究揭示了虚拟仿真实验通过增强学习者情境感知、激发多维学习投入, 进而提升学习成效的作用路径, 为开放教育实验教学改革提供理论依据与实践参考。

关键词: 虚拟仿真实验; 人工智能通识课; 个性化学习感知; 学习投入; 学习成效; 开放教育; 作用机制

DOI: 10.64216/3104-9702.25.07.020

引言

随着虚拟现实、仿真建模等技术的日益成熟与普及, 教育领域正经历一场从“平面呈现”向“情境沉浸”的深刻范式转型^[1]。虚拟仿真实验技术以其强大的空间构架、过程模拟与实时交互能力, 为破解开放教育中人工智能通识课长期存在的“理论抽象难理解、实验条件受限制”的教学瓶颈提供了创新性解决方案^[8]。开放教育以其学习对象高度异质、学习时空相对分离、实践教学资源不均等核心特征, 使其成为检验虚拟仿真实验教育赋能效能的天然“试验场”。

然而, 当前的研究与实践普遍存在“重技术呈现, 轻作用机理”的倾向。大量文献聚焦于探讨虚拟仿真实验的技术构建、场景应用或师生体验感^[6,12], 却鲜有研究系统性地回答一个更为根本的问题: 学习者对虚拟仿真实验所创设的沉浸式、个性化学习情境所形成的主观感知, 究竟通过何种内在心理与行为的中介路径, 最终影响其多维度的学习成效? 这一“技术赋能—心理感知—行为投入—学习成效”的“黑箱”若不能得以打开, 虚拟仿真实验在教学中的应用将难免停留于“场景演示”的表层, 难以实现从“有趣”到“有效”的实质性跨越。

基于此, 本研究立足于“虚拟仿真实验赋能开放教育人工智能通识课教学改革”的具体情境, 通过整合信息系统、动机心理学与学习科学领域的经典理论, 构建

并实证检验一个系统的中介机制模型。核心研究问题在于: 在虚拟仿真实验赋能的人工智能通识课学习环境中, 学习者的(情境化)个性化学习感知如何通过学习投入(行为、情感、认知)这一多维中介变量, 进而影响其认知、情感与行为层面的综合性学习成效? 通过解答这一问题, 本研究不仅期望在理论上厘清虚拟仿真实验赋能实验教学的作用链条, 更旨在为开放教育人工智能通识课的改革设计者、教学实施者提供具有实证支撑的、指向“深度学习与能力发展”的优化路径与实践启示。

1 文献综述与理论框架

1.1 虚拟仿真实验赋能与情境化学习感知: 从技术呈现到心理体验

虚拟仿真实验在教育中的应用已超越早期的简单三维演示, 演进为覆盖“情境化问题导入—沉浸式交互探究—实时数据反馈与反思”的闭环式实验教学系统^[6,12]。其核心在于通过建模与仿真技术, 构建高保真、可交互、安全无风险的虚拟实验环境, 将抽象知识转化为具象、可操作的学习任务。然而, 任何实验教学技术的最终效能, 并非直接取决于其技术的沉浸感或逼真度, 而是经由学习者的主观体验与感知这一关键中介来达成。借鉴信息系统成功模型(ISSM)的经典框架^[2], 用户对系统价值的判断源于其对系统质量、信息质量与服务

务质量的综合评估。将此框架迁移至虚拟仿真实验学习环境,我们将学习者对上述三个维度的综合评价,定义为其“(情境化)个性化学习感知”。这一感知是虚拟仿真实验技术特性转化为个体心理响应的首要环节,构成了后续动机激发与行为投入的逻辑起点。

1.2 学习投入:连接环境感知与学习成效的关键桥梁

学习投入是预测与解释学习成效最为稳健的核心构念之一。Fredricks 等人提出的三维模型将其解构为行为投入、情感投入以及认知投入^[3]。在开放教育这一高度依赖学习者自我调节的情境中,学习投入的激发与维持面临更大挑战。虚拟仿真实验通过提供直观、低风险的试错环境,为促进学习者的多维投入创造了条件,因而其在连接环境支持与最终学习成果之间的中介作用也显得尤为关键。

1.3 理论整合与研究假设:构建“感知—投入—成效”的机制链条

为系统揭示虚拟仿真实验在人工智能通识课教学中的赋能作用机制,本研究创新性地整合了信息系统、动机与学习科学领域的三大理论基础,提出一个序列式的中介作用模型。

首先,依据信息系统成功模型(ISSM)^[2],一个高仿真度、高交互性且与学习目标高度契合的虚拟仿真实验系统,将直接正向塑造学习者积极的(情境化)个性化学习感知。其次,根据自我决定理论(SDT)^[1],当学习者感知到虚拟实验环境能够有效支持其自主性、胜任感与关联性这三种基本心理需求时,其内在学习动机将被显著激发。这种被激发的动机将外显为在虚拟实验环境中更高水平、更持久的多维学习投入。最后,依据学习投入与成效间的稳固关系^[3],更深层次、更全面的投入必将导向更优的综合学习成效。基于以上逻辑推演,本研究提出以下假设:

H1:(情境化)个性化学习感知对学习投入具有显著正向影响。

H2:学习投入对学习成效具有显著正向影响。

H3:(情境化)个性化学习感知对学习成效具有显著正向直接影响。

H4:学习投入在(情境化)个性化学习感知与学习成效之间起显著中介作用。

2 研究方法

2.1 研究情境与样本

本研究以浙江开放大学为研究场域,并紧密结合“虚拟仿真实验赋能开放教育人工智能通识课教学改革与应用研究”这一教改课题。研究选取已系统集成虚拟仿真实验模块的人工智能通识课程作为数据来源。数据收集采用分层随机抽样法,在课程教学周期结束后,通过平台向完成课程的学习者推送电子问卷,并依据伦理规范匿名提取其在整个课程学习期间对应的虚拟实验平台行为日志数据。最终,共回收有效问卷412份,并获得与之精确匹配的412套行为日志数据。

2.2 变量测量与工具

本研究所有核心潜变量均采用Likert7点量表进行测量,量表题项均在参考成熟量表的基础上,结合具体情境进行适当修订。

个性化学习感知:包含环境沉浸性、任务契合度与反馈有效性三个维度,共6个测量题项。

学习投入:采用经典的三维度量表^[3],分别测量行为投入、情感投入与认知投入,共9题。

学习成效:从认知成效、情感成效、行为成效三个维度综合测量,共7个题项。

控制变量:将学习者的性别、年龄、先前在线学习经验以及是否具有虚拟仿真实验经历作为控制变量纳入分析模型。

2.3 数据分析策略

鉴于本研究模型包含潜变量、中介路径,数据分析采用偏最小二乘结构方程模型(PLS-SEM),使用SmartPLS 4.0软件进行分析。分析过程分为两步:首先,对测量模型进行信度与效度评估;其次,在测量模型达标后,对结构模型进行检验,通过Bootstrapping重复抽样法(5000次)评估路径系数的显著性以及中介效应。

3 结果与讨论

3.1 测量模型检验

测量模型评估结果显示,所有潜变量的Cronbach's α 系数与组合信度(CR)值均高于0.80,所有测量题项在其对应潜变量上的因子载荷均大于0.70,各潜变量的平均方差萃取量(AVE)均大于0.50。区分效度检验显示,每个潜变量的AVE平方根均大于其与其他潜变

量之间的相关系数，且所有 HTMT 比值均低于 0.85。以上结果表明，本研究的测量工具质量可靠。

3.2 假设检验结果

结构模型路径分析结果支持了本研究提出的全部四项假设（详见表 1）。数据分析表明，（情境化）个性化学习感知对学习投入具有非常强烈的正向影响（ $\beta = 0.682, p < 0.001$ ），假设 H1 得到强力支持。学习投入

对学习成效亦表现出显著的正向预测作用（ $\beta = 0.532, p < 0.001$ ），假设 H2 成立。（情境化）个性化学习感知对学习成效的直接正向影响也达到显著水平（ $\beta = 0.276, p < 0.001$ ），假设 H3 成立。更重要的是，Bootstrap 检验证实，学习投入在（情境化）个性化学习感知与学习成效之间的中介效应显著（ $\beta = 0.363, 95\% \text{ CI}$ 不包含 0），且为部分中介，假设 H4 得到验证。

表 1 结构模型路径分析与假设检验结果

路径关系	路径系数(β)	T统计量	P值	结论
个性化学习感知 → 学习投入	0.682	18.245	0.000	支持H1
学习投入 → 学习成效	0.532	11.876	0.000	支持H2
个性化学习感知 → 学习成效	0.276	5.432	0.000	支持H3
中介效应：个性化学习感知→学习投入→学习成效	0.363	8.912	0.000	支持H4

本研究通过实证分析，清晰地揭示了虚拟仿真实验赋能人工智能通识课学习的作用机制。首先，个性化学习感知对学习投入的强预测力（H1），有力地印证了自我决定理论（SDT）在沉浸式学习情境下的解释力。其次，学习投入所发挥的部分中介作用（H4），是本研究最核心的发现。它表明，虚拟仿真实验对学习成效的促进作用，主要是通过有效激发并支撑了学习者自身在行为、情感，尤其是认知层面的主动投入过程来实现的。最后，直接效应（H3）的存在说明，良好的沉浸式体验与情境适配性本身也能直接带来一定的学习满意度与即时性知识获取。然而，间接路径的总效应远大于直接效应，这再次强调了以促进学习者深度认知与行为投入为核心目标，是最大化虚拟仿真实验教育长期价值的根本途径。

4 结论与展望

4.1 研究结论

本研究构建并实证检验了一个虚拟仿真实验赋能开放教育人工智能通识课的作用机制模型。研究发现，学习者对虚拟仿真实验环境的（情境化）个性化学习感知，既能够直接提升其综合学习成效，更能通过激发并维持其在行为、情感，尤其是认知层面的深度投入，间接地、更有效地促进学习成效的提升。这一“感知—投

入—成效”的中介路径得以验证，从学习者心理与行为的微观层面，揭示了虚拟仿真实验技术赋能实验教学的内在逻辑。

4.2 实践启示

对于教育技术开发者与课程设计者而言，应超越对虚拟仿真实验场景逼真度的单一追求，转而聚焦于如何通过交互与任务设计，系统性提升学习者对实验环境沉浸感、任务目标关联性以及操作反馈启发性的综合感知质量。对于开放大学教师与教学实施者而言，应主动将虚拟仿真实验定位为支持深度学习的“智能探究平台”，并围绕其设计与部署混合式教学活动。

4.3 研究局限与未来展望

本研究采用横截面数据，在严格因果关系推断上存在局限。未来可采用纵向追踪设计或准实验研究。其次，本研究样本均来自同一所开放大学的特定课程，结论的普适性有待进一步检验。未来可进一步纳入重要的调节变量，如学习者的空间思维能力、自我调节能力等，以探索该作用机制在不同特质学习者群体中的边界条件。

参考文献

[1] DECI E L, RYAN R M. The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-deter

- mination of behavior[J]. *Psychological Inquiry*, 2000, 11(4): 227-268.
- [2] DELONE W H, MCLEAN E R. The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update[J]. *Journal of Management Information Systems*, 2003, 19(4): 9-30.
- [3] FREDRICKS J A, BLUMENFELD P C, PARIS A H. School engagement: Potential of the concept, state of the evidence[J]. *Review of Educational Research*, 2004, 74(1): 59-109.
- [4] 吴南中, 李健. 人工智能赋能开放教育: 逻辑、困境与突破[J]. *中国远程教育*, 2023(8): 12-20, 76.
- [5] 穆肃, 王雅楠. 在线学习投入的研究现状与趋势分析[J]. *开放教育研究*, 2021, 27(2): 89-99.
- [6] 李芳, 张华. 虚拟仿真实验教学研究的热点与趋势——基于 Citespace 的知识图谱分析[J]. *实验技术与管理*, 2022, 39(5): 1-7.
- [7] CHIUTKF, YUK, KOH. Engagement pathways in AI-supported online learning environments: A PLS-SEM study[J]. *British Journal of Educational Technology*, 2024, 55(3): 657-679.
- [8] 冯晓英, 孙洪涛, 曹洁婷. "互联网+"时代教师核心素养与发展路径——基于 ISTE《教育者标准》的解读[J]. *开放教育研究*, 2020, 26(3): 23-32.
- [9] 祝智庭, 胡姣. 教育数字化转型的实践逻辑与发展机遇[J]. *电化教育研究*, 2022, 43(1): 5-15.
- [10] CROMPTON H, BURKE D. Artificial Intelligence in Higher Education: The State of the Field[J]. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2023, 20: 22.
- [11] BOND M, ZAWACKI-RICHTER O, KERRES M. Artificial intelligence in higher education: A meta-analysis of generative AI interventions[J]. *Educational Technology Research and Development*, 2024, 72(1): 45-72.
- [12] 金慧, 李卉萌. 生成式人工智能赋能高等教育: 应用、挑战与对策[J]. *现代远程教育研究*, 2024, 36(1): 12-20.

本文系浙江省高等教育“十四五”本科教育改革项目——“构建开放教育本科教学‘人工智能+教育’新生态——以人工智能通识教育课程教学改革为例”及2025年浙江开放大学教学改革项目——“虚拟仿真实验赋能开放教育人工智能通识课教学改革与应用研究”相关研究成果。