

生成式 AI 赋能虚拟现实学习环境的设计应用与挑战——基于 2020-2025 年系

统性文献综述

Design, Application and Challenges of Generative AI Empowering Virtual Reality Learning

Environments: Based on A Systematic Literature Review From 2020 to 2025

余楷程¹, 徐光涛²

杭州师范大学经亨颐教育学院

973895802@qq.com

【摘要】 本研究综述了 2020-2025 年间 20 篇核心文献, 揭示生成式 AI 与 VR 融合推动了学习环境从“静态预设”向“动态生成”的范式转型。研究证实该模式能降低认知负荷、促进高阶思维, 但仍面临算力瓶颈、幻觉风险及伦理规约等挑战。未来发展需聚焦技术生态升级、伦理重构与人机共创, 以构建融合认知、情感与伦理的智慧育人空间。

【关键词】 生成式人工智能; 虚拟现实; 学习环境; 系统性文献综述

Abstract: This systematic review of 20 studies (2020-2025) explores the integration of Generative AI and Virtual Reality in learning environments. The research reveals a paradigm shift from static presets to dynamic content generation, significantly enhancing higher-order thinking and reducing cognitive load. However, critical challenges regarding computing bottlenecks, AI hallucinations, and ethical risks persist. Future development must focus on technical upgrades, ethical reconstruction, and human-machine co-creation to build effective, holistic educational spaces.

Keywords: Generative AI, Virtual Reality, Learning Environment, Systematic Literature Review

1. 引言

随着教育数字化转型, 学习环境正经历向“智能生成内容”的范式跨越(武法提等, 2025)。生成式人工智能 (Generative Artificial Intelligence, GenAI) 重塑了教学交互逻辑, 为个性化教育提供技术基础(祝智庭等, 2023)。然而单一技术局限明显: 虚拟现实技术 (Virtual Reality, VR) 虽能显著提升情境认知能力(Makransky & Petersen, 2021), 却受制于高成本与交互僵化; GenAI 虽有强大生成力, 但缺乏具身空间且存在幻觉风险, 亟需特定情境的约束(卢宇等, 2023)。鉴于以上痛点, 构建“生成式 VR”成为必然趋势。这种融合实现了学习环境从“预制”到“生成”的本质变革(刘革平等, 2022)。因此, 本研究旨在系统梳理 VR 与 GenAI 融合的最新研究进展, 探讨其协同机制与教学实效, 以帮助了解人工智能时代对于构建高交互与高个性化的学习环境迫切需求。

2. 研究设计

研究问题与方法

本研究采用的是系统性文献综述法（Systematic Literature Review）对国内外生成式 AI 赋能虚拟现实学习环境构建的相关文献进行分析。研究问题是：

- RQ1. VR 与 GenAI 在学习环境中是如何集成的，并提供了哪些关键的教学赋能？
- RQ2. 融合 VR 与 GenAI 的学习环境对学习者的认知、情感与行为结果产生了哪些影响？
- RQ3. 构建此类融合学习环境面临的关键挑战与未来发展趋势是什么？

3.文献检索与筛选

本研究遵循 PRISMA 声明的标准流程开展系统性文献综述，以中文关键词“虚拟现实”、“生成式人工智能”、“学习环境”、等与英文关键词“Virtual Reality”、“Generative AI”、“Learning Space”等在 ScienceDirect、Springer Link、Web of Science、谷歌学术、中国知网、万方数据六个数据库中进行了文献检索，检索时间为 2020 年 1 月-2025 年 12 月，共获得 2825 篇文献。

研究制定了具体的筛选标准：论文发表时间是否在 2020-2025 年、是否可以全文获取、研究内容是否涉及虚拟现实与生成式人工智能的融合应用、应用场景必须限定在教育或学习领域。经过初筛与全文评估，最终从 2825 篇文献中纳入 20 篇核心文献（n=20）。

4.研究结果

文献编码分析

首先，本研究依据纳入文献梳理建立文献分析内容框架，包括：“协同机制与教学赋能”、“关键成效”、“核心挑战与未来趋势”。

其次为了有效对纳入文献进行综述分析，本研究基于演绎与归纳相结合的内容分析法，依据每篇文献的核心贡献对其进行排他性分类编码，具体如表 1 所示。根据编码表可知，在 GenAI 赋能 VR 学习环境的设计应用研究中，以验证学习者关键成效（认知、情感与行为）为主题的实证研究占比较高（40%），其次是关于协同机制与技术架构开发的研究（35%），而单纯侧重于核心挑战与未来发展趋势的理论与综述研究的研究占比相对较少（25%）。

表 6 纳入文献编码表

一级维度		二级维度	篇数	占比
GenAI 与 VR 融合的学习环境	协同机制与教学赋能	沉浸式平台开发	1	35%
		自适应架构与算法集成	2	
		智能代理与拟人化设计	4	
		认知绩效与高阶思维	3	
	关键成效	心理负荷与情感体验	2	40%
		行为模式与技能迁移	3	
	核心挑战与趋势	理论框架与角色定义	3	25%
		空间逻辑与伦	1	

理风险			
技术演进路径		1	
总计		20	100%

GenAI 与 VR 的协同机制以及教学赋能

对纳入的 20 份文献进行深入分析后，我们得出结论，现阶段 GenAI 与 VR 的深度协同在底层架构重构与智能代理设计两个关键维度上取得了突破性进展，为实现个性化与精准化的教学赋能奠定了坚实的技术基础。在系统架构层面，当前的融合研究确立了基于沉浸式客户端与生成式 AI 后端的完整集成范式，这种架构打破了传统静态资源的限制，成功实现了多用户环境下的动态内容交互。为了进一步解决虚拟现实内容固化的问题，创新的技术框架通过融合深度强化学习（Deep Reinforcement Learning）与注意力机制，使系统能够实时捕捉学习者的认知表现，并据此动态生成与推荐高度适配的教学资源，实现了从“人适应系统”到“系统适应人”的转变。与此同时，针对生成式内容在教育应用中可能面临的准确性挑战，集成检索增强生成（RAG）技术的虚拟架构有效抑制了算法幻觉(Izquierdo Domenech 等, 2024)，确保了特定领域知识在交互过程中的严谨性与可靠性。在前端的交互赋能与角色设计维度，提示工程（Prompt Engineering）的应用展现了核心价值，通过精细化的“人设”定义，赋予了智能 NPC 模拟复杂人类行为与心理状态的能力。这种技术进一步在教学法层面将智能角色具体化为“信息源”与“学习同伴”等差异化代理，使得虚拟环境能够在单一空间内同时提供知识传递与情感支持，从而构建起全方位、深层次的智能育人新生态。

GenAI 与 VR 融合构建的学习环境的成效

在深入分析纳入的文献后，我们发现在生成式人工智能与虚拟现实的深度融合后，在认知、情感及行为维度重构了学习环境，其成效显著且呈现出辩证性特征。在认知绩效层面，实证数据显示，集成大语言模型的适应性反馈机制能有效提升学习者的知识习得与保持率。但更为关键的是，尽管该环境显著增强了批判性思维与解决问题等高阶能力，但在创造力培养方面尚未观测到统计学意义上的提升，这清晰揭示了当前技术应用的认知效能边界。在情感与心理体验上，基于 GPT 驱动的智能助教凭借即时精准的辅助，成功降低了学习者的认知负荷，助力其聚焦核心概念的理解。然而，相关研究也发出了警示：过高的感知拟人性反而会对学习者的预期努力与持续使用意愿产生负向调节，这表明“越像人越好”的假设在教育场景中可能失效。在行为交互层面，通过滞后序列分析证实，AI 虚拟导师能够优化翻转课堂的知识建构路径，有效推动学生的学习行为从浅层互动向深层探究演进。

GenAI 与 VR 融合的学习环境的发展与挑战

对纳入的 20 份文献进行深入分析后，我们发现现阶段生成式人工智能与虚拟现实融合的学习环境正处于从单纯的技术驱动向生态重构转型的关键时期，目前主要面临着算力瓶颈与伦理规约的双重挑战。在技术维度上，尽管现有模型已初步实现了三维资产的自动化生产，但在实时生成高质量动态场景时依然受到计算延迟与算力限制的显著制约，难以完全满足无缝沉浸的交互需求。而在伦理与认知维度，高逼真的全息教学环境极易引发虚实认知错位，导致学习者在切换虚实规则时产生判断模糊甚至伦理失范的风险。针对未来的发展路向，理论界提出了生成式教育元宇宙的空间逻辑架构(秦渝超 & 刘革平, 2025)，深刻批判了算法主导可能引发的“技术异化”隐忧，并强调必须遵循“空间正义”原则，通过构建“人机共振”的实践空间以真正回归育人的本质。

5.总结与展望

本研究基于 2020-2025 年 20 篇关键文献,揭示了生成式人工智能与虚拟现实的协同正推动数字化学习从“静态资源预设”向“动态内容生成”的范式转型。研究发现,该模式通过构建高社会临场感的智能代理与自适应架构,实现了教学内容的即时生成,显著降低认知负荷并促进高阶思维与技能迁移。然而,现有实证也警示了“恐怖谷”效应、创造力培养乏力及技术依赖导致的主体异化风险。未来发展需聚焦三大核心:一是技术升级,突破算力瓶颈与信息幻觉,构建低延迟、高可信交互;二是伦理重构,建立价值审查机制,规避认知错位与隐私风险;三是人机共生,超越工具理性迈向“人机共创”。综上,未来生成式 VR 环境应成为融合认知、情感与伦理的智慧育人空间,在释放技术红利时坚守教育本真。

参考文献

- 刘革平,高楠,胡翰林,& 秦渝超.(2022). 教育元宇宙:特征、机理及应用场景. 开放教育研究, 28(1), 24~33.
- 卢宇,余京蕾,陈鹏鹤,& 李沐云.(2023). 生成式人工智能的教育应用与展望——以 ChatGPT 系统为例. 中国远程教育, 43(4), 24~31, 51.
- 秦渝超 & 刘革平.(2025). 生成式人工智能赋能教育元宇宙的空间逻辑. 现代远程教育研究. Advance online publication.
- 武法提,夏志文,& 高妹睿.(2025). 以生成式人工智能重塑智慧学习环境:从要素改进到生态重构. 电化教育研究, 46(1), 54~63.
- 祝智庭,戴岭,& 胡姣.(2023). 高意识生成式学习:AIGC 技术赋能的学习范式创新. 电化教育研究, 44(6), 5~14.
- Izquierdo Domenech, J., Linares Pellicer, J., & Ferri Molla, I. (2024). Virtual Reality and Language Models, a New Frontier in Learning. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(5), 46~54.
- Makrasky, G., & Petersen, G. B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): A Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educational Psychology Review*, 33(3), 937~958.