

跨学科素养导向的 VR+LLM 虚实相融智能教学模式构建^{*}

丁玎^{1,2} 云泽森¹ 金嘉晖^{1,2}

1. 东南大学计算机科学与工程学院, 南京 211189
2. 计算机国家级实验教学示范中心(东南大学), 南京 211189

摘要 针对新工科背景下跨学科素养培养面临的问题, 本研究分析了虚拟现实与大语言模型技术的教学应用潜力, 阐述了时空与对象双维度的“虚实融合”教学理念, 并提出构建“知识建构-交互体验-智慧答疑”三位一体的智能教学模式。该模式在《人机交互与交互设计》等课程中进行了实践应用, 累计覆盖学生 300 余人, 并取得了显著教学成效: 课程总评分位列该学期学院所有课程第 2 名, 88.8% 的学生认为课程有效激发了学习兴趣与深度思考能力。此外, 相关教改成果已获批东南大学“人工智能+教学”试点课程立项, 并荣获 2024 年江苏高校外国留学生教学观摩比赛特等奖, 引起了省内高校同行的广泛兴趣。研究证实, 该模式通过沉浸式体验与个性化辅导, 有效解决了传统教学痛点, 形成了教学闭环, 为跨学科课程的智能化改革提供了可推广的路径。

关键字 虚拟现实, 大语言模型, 跨学科素养, 智能教学模式, 检索增强生成, 人机交互课程

Construction of an Intelligent Teaching Model Integrating VR and LLMs with Virtual-Real Fusion for Interdisciplinary Literacy

Ding Ding^{1,2} Zesen Yun¹ Jiahui Jin^{1,2}

1. School of Computer Science and Engineering, Southeast University,
Nanjing 211189, China
2. National Demonstration Center for Experimental Computer Education (Southeast University),
Nanjing 211189, China

Abstract—In the context of the new engineering education paradigm, interdisciplinary literacy development faces challenges such as abstract knowledge presentation, limited teaching interaction, and insufficient after-class extension. This study analyzes the pedagogical potential of Virtual Reality and Large Language Models. It introduces a "virtual-real integration" teaching philosophy across the dual dimensions of time-space and objects, proposing a triune intelligent teaching model of "Knowledge Construction – Interactive Experience – Intelligent Q&A." This model was implemented in courses such as "Human-Computer Interaction and Interaction Design", covering over 300 students and achieving significant pedagogical outcomes: the course's overall rating ranked 2nd among all courses in the school for the semester, and 88.8% of students reported that it effectively stimulated their learning interest and capacity for deep thinking. Furthermore, these pedagogical reforms have led to the project's approval as a pilot "AI + Education" course at Southeast University and earned the Grand Prize at the 2024 Jiangsu Provincial University Teaching Competition, attracting widespread interest from peers in the province. The research confirms that by leveraging immersive experiences and personalized tutoring, this model effectively resolves the pain points of traditional teaching and provides a replicable path for the intelligent reform of interdisciplinary courses.

Keywords—Virtual Reality, Large Language Model, Interdisciplinary Literacy, Intelligent Teaching Model, Retrieval-Augmented Generation, Human-Computer Interaction Course

1 引言

在亟需培养高素质的新工科人才的时代背景下, 跨学科素养已成为现代高等教育不可或缺的重要组成

***基金资助:** 本文得到中国高等教育学会高等教育科学研究规划课题(23MY0201), 江苏省高等教育教学改革研究课题(2025JGYB063), 江苏省高校人工智能通识教育教学改革研究专项课题(2024AIGE13)有关项目资助。

部分。《普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案》明确提出, 要“打破学科专业壁垒, 深化学科交叉融合”; 而《专业学位研究生教育发展方案(2020–2025)》则强调, 国家对“创新型、复合型、应用型”高层次人才的需求日益迫切。在国际科技竞争日益激烈的背景下, 跨学科素养的培养已成为解决新工科领域复杂问题的关键路径。

当前,以培养跨学科素养为目标的计算机学科课程体系,在实际教学过程中仍面临诸多挑战。具体而言,在知识可视化方面,抽象概念和复杂交互过程难以直观呈现,影响学生理解^[1-3];在教学互动方面,课堂以灌输式教学为主,学生缺乏主动参与和深度探究的机会,导致学习兴趣不足、课堂活跃度不高^[4-5];同时,计算机技术迭代更新迅速,而部分高校课程体系相对滞后,内容单一且缺乏前沿性,难以满足学生对最新知识和技能的需求^[4-7]。

此外,课后辅导、巩固和拓展环节也存在不足。一方面,部分学生因心理压力放弃深入思考或主动提问,转而采取被动的学习态度^[8];另一方面,标准化、程式化的答疑模式难以满足学生多样化和个性化的学习诉求^[7]。与此同时,跨学科课程的师资力量相对薄弱,专业指导资源不足^[6],进一步制约了教学质量和学生综合能力的培养。

虚拟现实技术(Virtual Reality, VR)具有空间性强、互动性好的特点,通过支持自然交互的沉浸式环境,不仅能够将抽象概念具象化,还能实现交互过程的可视化,有效增强学生的学习体验。大语言模型(Large Language Model, LLM)则凭借其强大的语义理解和知识整合能力,可提供全天候、个性化的学习支持。然而,尽管这些技术蓬勃发展,但在将其有效整合到教学实践的过程中,仍缺乏可行性、可复制推广的教学方案和实践案例,尚未形成成熟的落地应用模式。

《人机交互与交互设计》作为一门融合了计算机科学、心理学、设计学等多学科知识的课程,因其交叉性与应用性,已成为研究生阶段跨学科素养培养的重要平台和典型代表。在此背景下,本研究旨在探索并构建基于虚拟现实与大语言模型融合的人机交互课程教学模式。通过引入沉浸式体验与智能化个性化辅导,优化课程知识呈现与交互方式,并依托大语言模型在课后学习场景中的辅助作用,延伸课堂教学的深度与广度,提升学生对跨学科知识的理解与应用能力。同时,研究致力于完善课内外一体化教学流程,增强学生自主学习动力与实践创新能力,为新工科背景下跨学科人才培养提供可行路径与实证参考。

2 相关理论和技术

建构主义学习理论^[9]强调学习者应以主动的探究活动为基础,在具体情境中自主构建知识,而非被动接受教师传递的内容。该理论为人机交互课程引入VR技术与大语言模型提供了理论基础。VR技术通过构建沉浸式的交互环境,使课程中的抽象知识具象化,使学习者能够通过直观体验和具体操作主动探索并建构知识。与此同时,LLM凭借其自然语言理解与交互特

性,在学生的课堂及课后全流程学习过程中提供个性化反馈和引导,有效支持学生课后的自主知识建构和内化,形成完整的学习闭环。

具身认知教学理论^[10]则突出身体与认知过程的深度关联,提出学习效果不仅取决于大脑的信息加工,更依赖于身体的感知体验和动作交互。虚拟现实技术的自然交互特性,通过结合手势识别、眼动追踪和动作捕捉等技术,使学习者能以第一视角、第三视角等多视角,以身体动作和感官体验的形式参与知识构建与学习实践。在《人机交互与交互设计》课程中,学生可以通过VR设备直接感知和体验界面设计中的美学原则、交互逻辑与技术应用,从而增强知识理解的深度与记忆的持久性,有效提升跨学科知识在真实情境中的应用能力。

此外,对分课堂模式^[11]强调通过“讲授-内化-讨论”的递进式教学流程促进学生主动参与和深度思考。将VR和LLM技术引入到对分课堂模式,有助于进一步完善教学流程:课堂讲授环节由教师主导基础理论与案例分析,引导学生明确学习目标和任务;随后在沉浸式VR体验环节,学生以具身体验主动探索和实践知识;体验结束后,教师组织相关讨论深化理解;课后学生再借助基于大语言模型的智慧答疑平台,实现个性化、自主化的知识内化与拓展学习。

在上述教学理论框架的指导下,VR和LLM技术的教育价值得以充分彰显。VR技术通过构建仿真的三维交互环境,为学习者提供沉浸式体验,直观展示复杂系统结构和动态交互过程。这一特性与课程《人机交互与交互设计》强调用户体验和人机协同的核心目标高度契合。作为人机交互领域的前沿技术,虚拟现实能够生动呈现交互界面的设计细节和用户行为反馈,使课程教学过程更加直观、生动,为学生提供了实践探索、创新设计和用户研究的理想平台。

与VR技术侧重沉浸式体验不同,LLM则通过智能对话为学习过程提供认知支持。LLM具备强大的语义理解和生成能力,广泛应用于智能问答和辅助教学。但其存在知识更新滞后和偶发“幻觉”(即输出虚假或不准确信息)等问题,影响教育中的可靠性。为解决这些问题,检索增强生成(Retrieval-Augmented Generation, RAG)技术应运而生。RAG通过从垂直领域知识库检索权威信息,提升生成内容的准确性和实时性,显著增强了大语言模型在教育领域的可信度和实用性。

3 教学模式创新与实践应用

3.1 教学模式创新理念

本研究提出了以学生为主体的“知识建构-交互体

验-智慧答疑”三位一体智能教学模式，融合了建构主义学习理论、具身认知教学理论与对分课堂的核心理念。该模式强调学生在虚拟现实环境中的主动探究学习，通过将抽象知识具象化，使学生在沉浸式体验中构建深刻的认知理解。同时，该模式推动了课堂由单向知识传授转向教师与学生、学生与大语言模型之间的高频互动与协同探索。课后智慧答疑平台则依托大语言模型与检索增强生成技术，突破传统答疑方式的时空限制，精准满足学生个性化和即时性的学习需求，全面促进知识的深度内化。

此外，本研究还提出时空和对象双维度的“虚实

融合”教学理念，推进人机交互课程的改革。在时空维度上，课堂教学与课后自主学习实现了无缝连接，物理课堂与虚拟教学环境实现了有效融合。在对象维度上，授课教师与大语言模型实现了优势互补的协作互动：大语言模型作为虚拟主体，提供即时、高效的个性化辅导，满足学生多样化的学习需求；授课教师作为现实主体，主要承担知识建构任务，同时借助大语言模型有效减轻了备课和课后辅导的负担，更能聚焦于高价值的教学活动。这种“双维度融合”的教学模式，不仅提高了教学效率与质量，也为跨学科实践创新提供了扎实基础。图1为教学模式的整体框架。

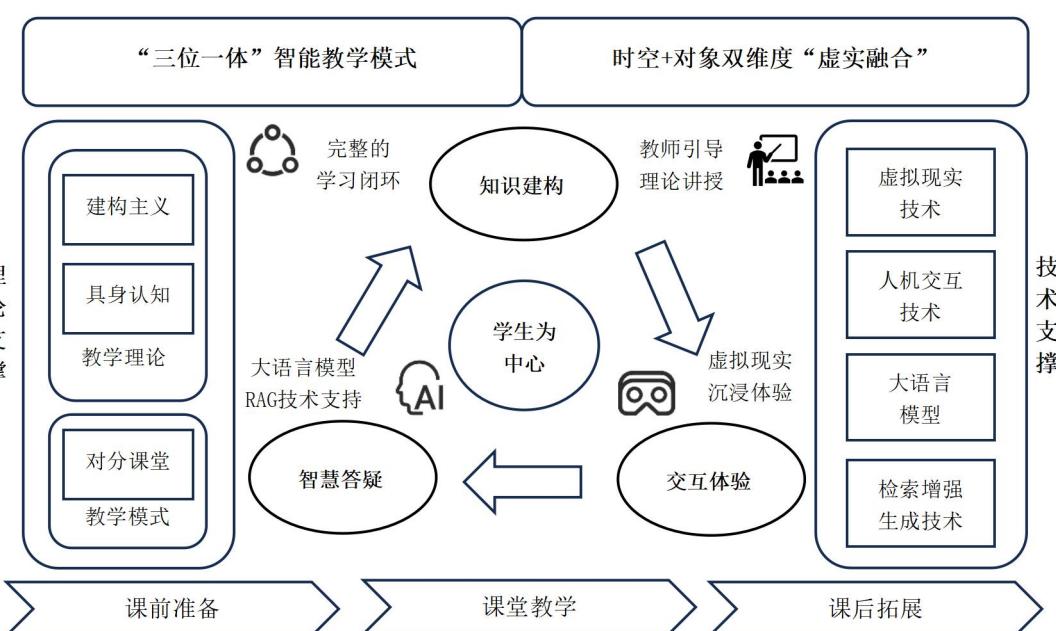


图 1 教学模式框架

3.2 课程设计思路

课程设计以建构主义、具身认知与对分课堂理念为基础，通过教师引导、沉浸体验与智慧答疑三个紧密融合的环节实现知识内化。在教师主导的理论讲授阶段，以真实人机交互案例帮助学生初步建立跨学科认知框架，明确体验任务与探索方向；随后学生进入虚拟现实场景，通过动作捕捉、眼动追踪等交互方式直观探索设计原理，深化具身化学习体验；课后借助融合检索增强生成技术的大语言模型，实现随时个性化答疑与自主探究，促进跨学科知识深度内化与自主创新能力发展。

3.3 教学实施流程与具体案例

(1) 课前准备

在正式开展教学活动之前，首先需要进行虚拟现实教学场景、教学教具素材、虚拟人的开发与构建。基于 Unity 3D 引擎并结合 PICO 虚拟现实 SDK 及 XR

交互工具包，开发人员利用动作捕捉、眼动追踪等先进自然人机交互技术，创建出与课程知识点紧密结合的沉浸式教学资源。这些资源能够有效涵盖人机交互的课程知识，并生动形象地体现人机交互的设计理念，确保学生后续体验过程中的直观性和交互性。

此外，本研究还基于检索增强生成引擎 RAGflow 构建垂直专业知识库，针对《人机交互与交互设计》所涉及的计算机科学、心理学、设计学等领域的知识文档进行深入的数据清洗与语义分块，并通过 BAAI/bge 嵌入模型完成向量化编码，构建跨学科多领域垂直知识库。在信息检索中，我们采用混合检索框架，通过融合语义和关键词匹配，利用多路召回机制实现全面的知识覆盖。向量检索通过 BAAI/bge 模型捕捉深层语义关系，关键词检索确保术语精确匹配。多路召回策略并行检索多个路径（如语义向量、关键词权重等），构建候选文档池，提升复杂查询下的知识覆盖度。随后对结果进行重排序，最终输出符合语义连贯性和领域针对性的 Top-K 文档片段，为生成环节

提供高质量的知识支持。打造可实时检索和精准回应的智能知识支撑平台，为后续智慧化答疑提供充分的数据与技术基础。本研究的技术体系如图 2 所示。

(2) 课堂教学

课堂教学阶段具体实施以“知识建构-交互体验-

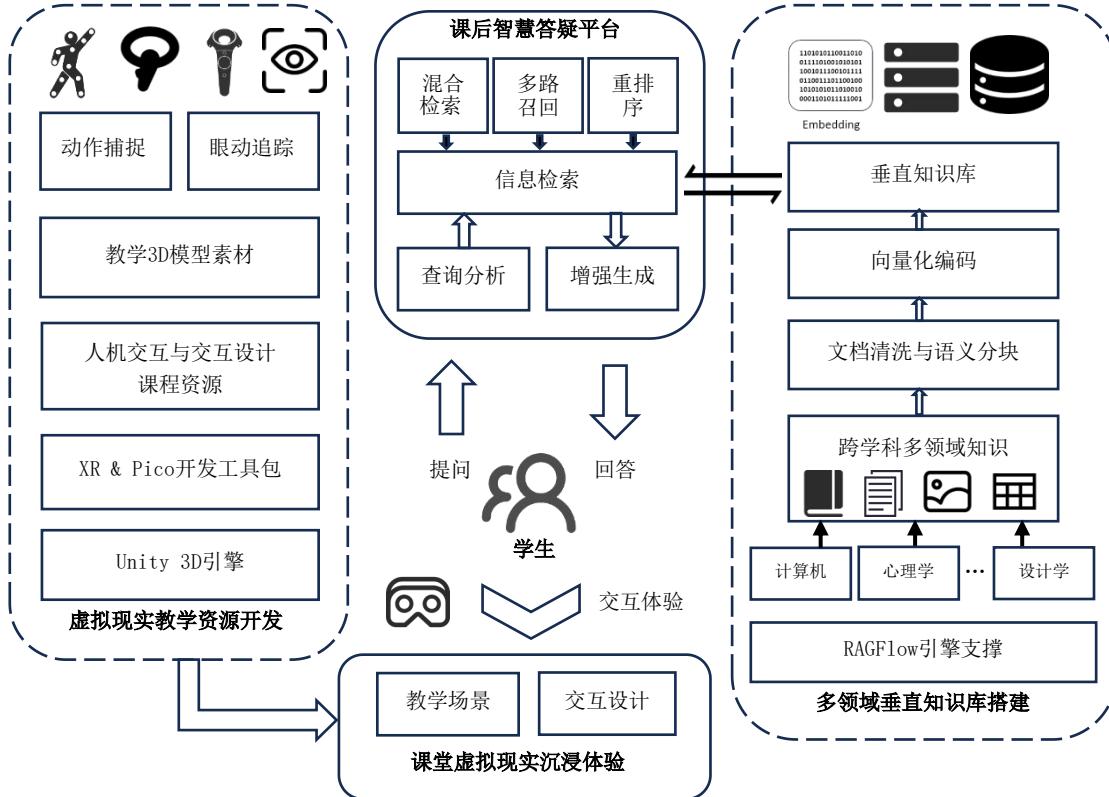


图 2 技术体系图

(3) 课后拓展

课后拓展阶段主要依托构建的虚拟现实智慧互动问答平台，帮助学生实现课后个性化的自主学习和深入探索。学生在课后通过该平台与高度定制化的智能虚拟人物展开自由交互，可随时提出课堂中尚未充分理解或想要进一步扩展的问题。平台整合了基于RAGFlow引擎的多路并行智能检索技术，通过向量相似性与关键词检索相结合的方式，从垂直领域知识库精准获取与学生提问高度相关的信息，并将检索结果动态融合进对话语境，进而由大语言模型生成针对性和个性化的自然语言回复。这种精准而富有针对性的智能交互模式，有效解决了传统答疑方式无法满足学生差异化需求的痛点，不仅帮助学生巩固课堂所学的知识内容，更能激发学生课后主动探索知识的兴趣，促进学生构建系统化的知识网络和增强跨学科的认知能力。

4 教学效果评估

“智慧答疑”的智能教学模式为核心，强调学生的主动参与和知识的深度内化。我们选择“人机交互中的美学”和“虚拟现实中的移动（Locomotion）交互技术”两堂课作为典型案例进行介绍。具体教学案例流程见表1。

基于本研究提出的教学模式，我们在《人机交互与交互设计》课程中进行了实践应用，累计覆盖学生300余人。在教学实施结束后，我们通过学生评分与结构化访谈相结合的方式，对教学效果进行了系统评估。根据学院教务处提供的课程评分数据，本课程在学生中获得了广泛认可，总评分位列该学期学院所有课程第2名。具体评分数据见表2。

从表格可见，2023年与2024年两年的学生评分均维持在较高水平，尤其在“教学方法”与“学习收获”两个维度均接近满分，表明本课程在教学设计和授课方式等方面均获得了学生的高度肯定。此外，评教反馈显示，88.8%的同学认为该课程有效激发了他们的学习兴趣与深度思考能力，85.2%的同学认为课程设计促使他们主动参与课堂讨论，并培养了独立思考的能力。这验证了我们所构建的教学模式的有效性与推广价值。

在进一步对学生进行访谈后，我们了解到，相较于以往的传统教学模式，本课程所倡导的“知识建构-

交互体验-智慧答疑”智能教学模式显著提高了学生的学习兴趣和学习动机。学生普遍表示，这种教学模式更能够激发他们对知识的主观能动性，使他们更愿意主动参与课堂讨论和课后的探索实践。尤其是虚拟现实场景的引入，让学生得以亲身体验交互设计的相关理论和技术，提供了极强的沉浸感，帮助学生更直观

地理解抽象的知识与技能。多位学生表示，“老师的教学方法令人钦佩，每一个知识点都变得生动易懂”，“这种互动式教学让学习变得轻松而有趣”。也有学生指出，“课堂内容充实且具有前沿性，整体氛围积极活跃”，进一步佐证了本课程在教学理念与实践层面的创新成效。

表 1 课堂教学案例

阶段	人机交互中的美学	虚拟现实中的移动交互
知识建构	理论讲解 以黄金比例为例，讲解其数学定义及在自然、建筑、艺术中的应用	讲解Locomotion概念，包括真实行走、摆臂移动、传送等模式的原理、技术特点及适用场景
	视觉/案例辅助 展示黄金比例在经典设计（如帕特农神庙、蒙娜丽莎）中的应用	展示不同Locomotion方式（如VR游戏中的传送、模拟行走）的案例
交互体验	VR沉浸体验 操控3D模型调整比例（如雕像、建筑），实时观察视觉效果，系统动态提示是否符合黄金比例（如高亮和谐区域）	体验真实行走、摆臂移动、传送等不同移动方式，动作捕捉+触觉反馈（如手柄震动），模拟真实行走的阻力或瞬移的视觉过渡效果
	自主探索 自由改变设计元素的尺寸、位置，探索最佳比例	尝试不同移动方式（如摆臂移动和瞬移），感受对晕动症和沉浸感的影响
智慧答疑	小组讨论 讨论黄金比例在具体设计中的适用性（如网页布局、产品造型）	对比不同Locomotion方式的舒适度、效率及适用场景（如游戏、培训、医疗）
	理论-实践结合 分析黄金比例如何提升用户体验，思考如何在UI/UX设计中应用比例法则（如图标间距、字体大小）	探讨Locomotion设计如何平衡技术限制（如空间需求）与用户体验（如预防晕动症）

同时，学生对基于检索，增强生成的大语言模型智慧问答平台评价积极，认为该平台能够快速、精准地解答涉及专业垂直领域的问题，但也指出该平台在个别情况下仍然会产生“幻觉”现象，需要他们具备一定的批判性思维，以辨别和处理平台输出的信息。因此，未来教学实施过程中还需关注这一技术瓶颈，持续优化并提醒学生提高辨识能力。

表 2 “人机交互与交互设计”课程评教成绩

年份	总分	教学方法	学习收获
2023	97.0	29.0/30	29.3/30
2024	97.4	29.1/30	29.3/30

依托本研究提出的“知识建构-交互体验-智慧答疑”教学模式，相关课程成功获批首批东南大学“人工智能+教学”试点课程立项，同时参加了“2024年江苏高校外国留学生教学观摩比赛”，经过课堂教学演示和专家评委的严格评审，获得了现场专家与留学生评委的一致好评，并最终脱颖而出，荣获特等奖。同时，这一创新教学模式在省内高校教学同行中产生了积极的反响，引起了南京审计大学、南京工程学院等多所高校同类课程教师的广泛兴趣。他们普遍认为该模式在激发学生学习主动性、提高交互体验和教学效果方面具有显著优势，并表示未来将进一步考虑在

自身课程建设中引入与推广本研究提出的课程设计方案和教学实践经验。

5 结束语

本研究基于虚拟现实与大语言模型技术融合，构建了“时空协同、虚实相融、数智赋能”的“知识建构-交互体验-智慧答疑”三位一体的智能教学模式，在《人机交互与交互设计》课程中取得了显著的教学成效。通过理论与实践相结合的教学实践表明，该模式有效解决了传统课程中知识呈现抽象、互动单一、课后拓展性不足等痛点问题。虚拟现实技术通过具身化的交互体验，将人机交互中的美学原则、移动交互技术等抽象概念和可视化、多模态数据采集与分析等交互过程转化为可感知、可操作的直观体验，显著提升了学生的认知深度和学习兴趣；而基于检索增强生成技术的智慧答疑平台则为学生提供了精准、个性化的课后辅导支持，形成了完整的教学闭环。

展望未来，该教学模式可进一步推广至计算机学科的其他课程，如计算机图形学、智能机器人技术、无人驾驶技术等。在推广过程中需重点解决两大关键问题：一是VR设备的高硬件成本可能制约应用的普及，可采用WebXR等轻量化技术方案降低实施门槛；二是大语言模型存在的“幻觉”问题需要持续优化RAG技术路线，通过改进语义检索精度、完善知识库更新机制来提升生成内容的准确性，同时加强教师引导和

学生批判性思维的培养。此外，还需针对不同课程特点调整 VR 场景设计和知识库构建策略，确保技术应用与教学目标的精准对接。本研究的创新实践为新工科背景下跨学科人才培养提供了可复制的实施路径，其经验可为高校计算机类课程的智能化、沉浸式教学改革提供有益参考。

参 考 文 献

- [1] 杨娟, 张冬梅, 邓芳. 基于 OBE 理念的离散数学课程教学设计与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2021, 9(1): 43-45.
- [2] 黄廷辉, 王慧娇. 基于计算机系统工程创新能力的“操作系统”课程教学研究 [J]. 工业和信息化教育, 2018, (04):33-38.
- [3] 孙玉红, 韩丽娟.“人机交互技术”课程教学改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2016, (01):222-223.
- [4] 孙秀丽, 车立娟, 杨丽琴, 等. 面向可持续竞争力的计算机公共课程教学改革[J]. 计算机教育, 2023, (01):91-95.
- [5] 周珂, 王龙, 蔡洁, 等. 计算机课程数字化教学的研究与实践 [J]. 中国多媒体与网络教学学报 (上旬刊), 2024, (12):99-102.
- [6] 黄巨臣. “双一流”背景下高校跨学科建设的动因、困境及对策[J]. 当代教育科学, 2018, (06):21-25.
- [7] 马君. 信息化背景下高校计算机教育教改探究[J]. 科技世界, 2022, (21):80-82.
- [8] 成航宇, 成玮骐. 大学生学习倦怠现状调查与分析[J]. 中国校外教育, 2010, (S2):501+420.
- [9] 温彭年, 贾国英. 建构主义理论与教学改革——建构主义学习理论综述[J]. 教育理论与实践, 2002, (05):17-22.
- [10] 叶浩生. 身体与学习: 具身认知及其对传统教育观的挑战 [J]. 教育研究, 2015, 36(04):104-114.
- [11] 张学新. 对分课堂: 大学课堂教学改革的新探索[J]. 复旦教育论坛, 2014, 12(05) : 5-10.