

人工智能重构计算机实验教学的三维模型构建与实践研究^{*}

乔静静

李孟军

山东工商学院计算机科学与技术学院, 烟台 264005

山东工商学院计算机科学与技术学院, 烟台 264005

摘 要 本研究构建了一个以“感知-决策-反馈”闭环为核心驱动力的计算机实验教学三维模型。该模型有机整合了教学过程、技术支撑与能力培养三大维度, 实现了教学全流程的智能化管理。在教学过程维度, 形成“智能感知、精准决策、动态反馈”的迭代循环; 技术支撑维度构建虚实融合环境、智能资源协同与人机协同交互的基座; 能力培养维度则实现从基础能力、实践创新到综合素养的阶梯式提升。以“计算机网络虚拟仿真实验”为案例的应用结果表明, 该模型能有效提升教学精准性、资源利用率与学生综合能力。为计算机实验教学的智慧化转型提供了可借鉴的理论框架与可操作的实施方案。

关键字 计算机实验教学; 人工智能; 智慧教育

Research on the Construction and Practice of a Three-Dimensional Model for Reconstructing Computer Experiment Teaching with Artificial Intelligence

Qiao Jingjing

Li Mengjun

School of Computer Science and Technology
Shandong Technology and Business University,
Yantai 264005, China;
jingjingqiao@163.com

School of Computer Science and Technology
Shandong Technology and Business University,
Yantai 264005, China;
lmj@sdtbu.edu.cn

Abstract—This study constructs a three-dimensional model for computer experiment teaching, driven by a closed-loop core of "Perception-Decision-Feedback." The model organically integrates three key dimensions: the teaching process, technological support, and competency development, thereby achieving intelligent management of the entire teaching lifecycle. Within the teaching process dimension, an iterative cycle of "intelligent perception, precise decision-making, and dynamic feedback" is established. The technological support dimension builds a foundation based on a virtual-real integrated environment, intelligent resource coordination, and human-machine collaborative interaction. The competency development dimension facilitates a step-by-step enhancement from foundational skills and practical innovation to comprehensive literacy. Application results from a case study on a "Computer Network Virtual Simulation Experiment" demonstrate that this model can effectively improve teaching precision, resource utilization efficiency, and students' comprehensive competencies. This research provides a referenceable theoretical framework and an actionable implementation plan for the intelligent transformation of computer experiment teaching.

Keywords—Computer Experiment Teaching; Artificial Intelligence; Smart Education

1 引 言

新工科建设对计算机专业人才的实践创新能力提出了更高要求[1]。然而, 传统实验教学长期面临教育理念欠缺、实践教学缺乏系统性、师资队伍工程化水平不高、评价机制不够多元等难题[2]。在教学实际里引入人工智能有利于提高学生学习兴致, 而且能达成个性化教学、智能资源分配和实时学习反馈, 让教学质量大大提升[3], 而构建以“感知-决策-反馈”

闭环为核心驱动力的三维教学模型, 成为系统性重构计算机实验教学范式的关键。论文引言要简短, 要与本研究有关的研究和文献, 写自己在本文中的研究的意义、实践等。

2 研究背景和意义

国外在人工智能赋能实验教学领域起步较早, 研究重点集中于数字孪生(Digital Twin)、虚拟学习环境(VLE)等沉浸式技术的应用, 旨在通过构建高拟真实验环境与设备模型, 提升实验的安全性与教学效果[4]。国内研究则更侧重于教学目标个性化、教学内容前沿化以及教学评价多元化等方面的探索, 例如基

^{*} 基金资助: 本文得到山东工商学院校级教改项目(116882025132)支持。

^{**} 通讯作者: 李孟军 lmj@sdtbu.edu.cn。

于学情数据优化教学目标、引入产业案例重构内容、利用学习分析技术实现多维度评价等[5]。尽管取得了一定进展,但现有研究仍存在明显局限。多数研究仅聚焦于教学流程中的单一环节,缺乏一个贯穿“感知、决策、反馈”全流程的闭环系统设计,导致各教学环节相互割裂,难以实现教学要素的协同增效与资源的动态优化,从而限制了人工智能技术赋能价值的充分发挥[6]。

近年来,“感知-决策-反馈”这一源于控制论与具身智能的闭环逻辑,在教育领域的应用开始受到关注。部分学者已尝试将其引入实验教学之中,然而,该范式与计算机实验教学的深度融合尚存研究缺口。现有应用多处于理论探讨或初步实践阶段,未能充分适配计算机实验高度依赖操作实践、问题求解等学科特点,在学生学习行为精准刻画、教学决策动态生成等关键问题上缺乏有效解决方案[7]。

与此同时,计算机实验教学本身的重构实践也在不断涌现,例如通过智能管理系统革新实验室运维流程,或提出“三维融合、四阶递进”等新型培养模式[2]。然而,这些实践往往存在技术整合度不高、能力培养浅表化等问题。各类技术之间缺乏有机协同,教学方法也未实现根本性变革,难以满足新工科对深度创新能力和复杂工程实践能力培养的迫切需求。

本研究旨在完善人工智能赋能实验教学的模型化研究。本研究构建的闭环三维模型,系统阐释了人工智能在教学全环节中的作用机制,形成了一个完整的理论框架,为后续相关研究提供了可借鉴的范式。在实践层面,该模型为计算机实验教学的智慧化转型提供了一套可操作的实施方案。它通过人工智能技术构建“感知-决策-反馈”的智能化闭环,贯穿实验教学全流程,实现对学情、设备与策略的精准管理与动

态优化,从而在提升教学质量与资源利用率的同时,有力助推新工科创新人才的培养。

3 计算机实验教学三维模型构建

3.1 三维模型的整体架构

本模型以“感知-决策-反馈”闭环为核心驱动引擎,有机整合了教学过程、技术支撑与能力培养三大维度。三者并非简单叠加,而是深度耦合、互为支撑,共同指向计算机实验教学的智慧化重构目标,如图1所示。

教学过程维度构成模型的核心载体,对应“预学-探究-评价”的真实教学流程,在闭环驱动下形成“智能感知、精准决策、动态反馈”的迭代循环,是技术赋能与能力培养得以实现的具体场域。

技术支撑维度作为模型运行的基石,整合数字孪生、多模态感知、人工智能算法等核心技术,承担虚实融合实验环境的构建、多维度教学数据的采集,以及资源的智能调度与个性化内容推荐,为教学活动提供坚实的技术保障。

能力培养维度体现模型的价值旨归,聚焦学生核心能力的阶梯式提升,通过“基础验证→综合设计→创新探究”的分层实验设计,循序渐进地夯实专业基础、锻造实践创新能力、培育包含工程伦理在内的综合素养,精准对接新工科人才培养目标。

三个维度紧密互动、互为依托。教学过程的优化需求牵引技术支撑的迭代方向,技术支撑的赋能效果决定能力培养的达成高度,而能力培养的目标则反向规约教学过程的设计与技术支撑的应用,由此形成协同演进、持续优化的有机整体。

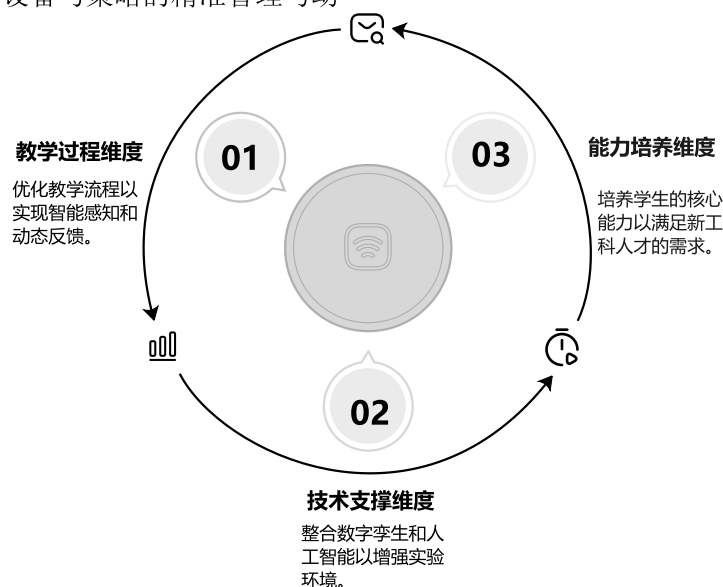


图1 三维模型架构

3. 2 三维模型设计

3.2.1 教学过程

教学过程维度设计有 3 个环节，完成相应功能，如图 2 所示。

(1) 感知层：综合利用平台日志、行为分析工具等，全面采集学生的预学数据、实验操作序列、代码质量、调试过程以及实验设备运行状态等多元数据。

(2) 决策层：依托机器学习、知识图谱等 AI 算法，对感知数据进行深度分析。一方面，生成与学生认知水平和兴趣相匹配的个性化实验任务与学习路径推荐；另一方面，在学生实验过程中提供实时的问题诊断与辅导策略，实现“因材施教”与“适时干预”。

(3) 反馈层：不仅向学生推送包含详细分析的过程性评价报告与改进建议，同时将实验效果、学生反馈等数据回传至系统，用于优化算法模型与教学策略，从而形成“数据驱动决策、效果反馈优化”的教学改进闭环。

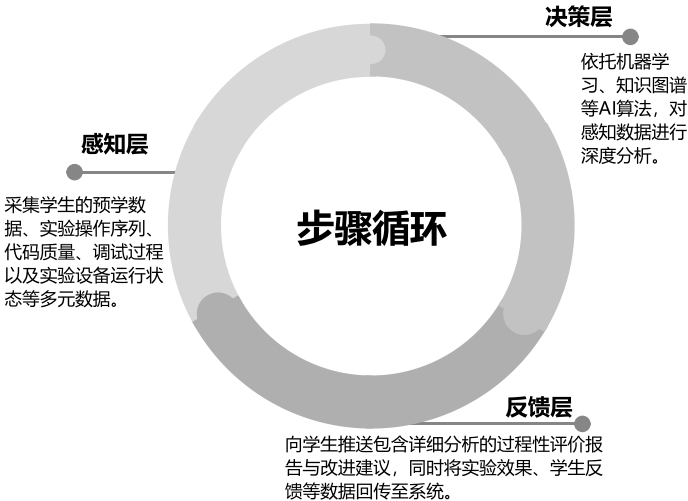


图 2 教学过程闭环

3.2.2 技术支撑

本维度构建了模型落地的技术基座，包含 3 个方面，如图 3 所示。

(1) 虚实融合环境：通过构建物理实验室的“数字孪生体”，实现实验场景的虚拟映射。学生可在虚

拟环境中进行预习、试错与拓展实验，降低实操风险，提升学习效率与灵活性。

(2) 智能资源协同：利用智能系统集成与知识图谱技术，将实验设备、案例库、教程等资源互联互通，形成结构化知识网络。系统能根据实验情境与学生需求，实现实验资源的自适应配置与精准推送。



图 3 智能教学技术基座

(3) 人机协同交互: 打造“教师-AI 助手-学生”三元协同的新型教学关系。AI 助手负责处理常规问答、自动评测、数据可视化等任务, 使教师得以从重复性工作中解放出来, 更专注于高阶的思维引导、创新启发和个性化指导。

3.2.3 能力培养

本维度明确了模型育人目标的层次结构, 包括 3 个层次, 如图 4 所示。

(1) 基础能力层: 通过验证性实验, 严格训练学生的仪器操作、代码编写、原理验证等计算机专业核

心技能, 筑牢能力金字塔的根基。

(2) 实践创新层: 通过综合性、设计性乃至研究性实验, 引导学生在复杂、开放的真实问题情境中, 综合运用知识, 自主设计解决方案, 系统性培养其问题解决能力、工程实现能力与创新思维。

(3) 综合素养层: 将实验安全规范、人工智能伦理、团队协作精神、项目管理意识等贯穿于实验教学全过程, 培养学生的职业责任感与社会使命感, 实现知识、能力、素养的融合发展。

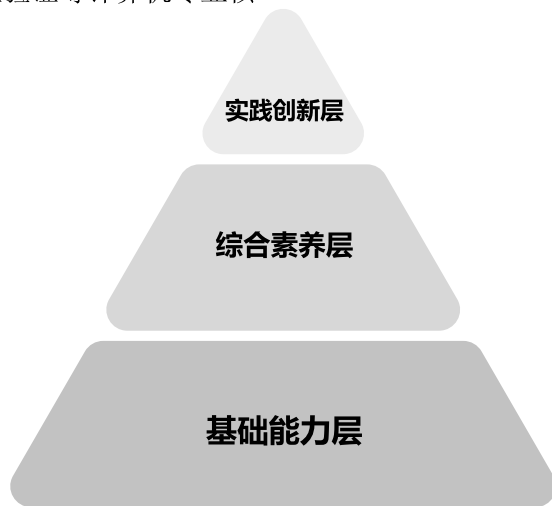


图 4 模型育人目标层次结构

3.3 三维模型的运行机制

模型的运行始于感知层对多源异构数据的采集与标准化处理, 形成高质量的决策数据池。决策层的核心在于基于这些数据构建动态的学生画像与资源模型, 并输出个性化的实验方案、资源调度指令和教学干预策略。反馈层则负责收集策略执行后的效果数据 (包括实验结果、学生主观反馈、设备新状态等), 并将其回流至感知层, 从而驱动模型参数的自动调优与教学策略的持续迭代, 形成一个自我进化、持续改进的智能教学系统。

4 实践路径与实施保障

4.1 教学资源的智能化重构路径

建设数字孪生实验资源库, 即系统性地开发关键物理设备的数字孪生体, 并整合虚拟仿真项目、开源代码案例、产业真实项目等多元资源, 构建分类清晰、标签完备、支持智能检索与推荐的多层次实验资源库; 在此基础上, 开发个性化实验模块, 基于学生认知画像利用 AI 技术动态组装或生成差异化的实验任务包, 同时提供支持自主设计的虚拟实验沙箱, 允许学生在低成本的虚拟环境中大胆试错与创新, 有效激发探究兴趣。

4.2 教学模式创新实践路径

推行“师-生-机”协同探究式教学, 教师角色转变为学习情境的设计者与高级思维的促进者, 学生作为主动的探究者与协作者, AI 则作为智能学伴与辅助工具, 三者协同完成以真实问题为导向的探究性实验任务; 在此基础上, 实施项目驱动的跨学科实验, 引入源于产业的真实或拟真项目作为实验课题, 鼓励学生融合计算机与其他学科知识进行求解, 并利用模型的闭环机制全程跟踪项目进展、动态调整支持策略, 从而强化学生的工程实践与跨学科整合能力。

4.3 评价体系的优化路径

构建多维度闭环评价体系, 建立涵盖“过程表现 (操作、协作)、结果质量 (作品、报告)、能力增长 (创新、求解)”的多维评价指标, 利用 AI 实现评价的自动化与智能化, 并将评价结果实时反馈用于教学改进, 形成“评价-反馈-改进”的闭环; 同时, 建立教学质量动态监测机制, 整合多源数据构建可视化的教学质量仪表盘, 实时监控资源利用率、实验完成率、能力达成度等关键指标, 设立预警阈值对异常数据自动预警, 辅助管理者与教师进行精准的教学调控。

4. 4 模型实施的保障体系

在实验室智慧化建设保障方面，推进实验室基础设施的智能化升级，部署云边协同的计算架构，以支撑大规模虚拟实验、远程实操作业与实时数据分析，打破实验教学的时空限制；同时，在教师数智素养提升保障方面，构建涵盖技术培训、教学法研讨、企业

实践等多维度的教师发展体系，通过工作坊、校企合作、专家指导等形式，帮助教师深化对 AI 教育的理解，掌握智慧教学设计方法，完成向“学习工程师”和“技术整合者”的角色转型，如图 5 所示。

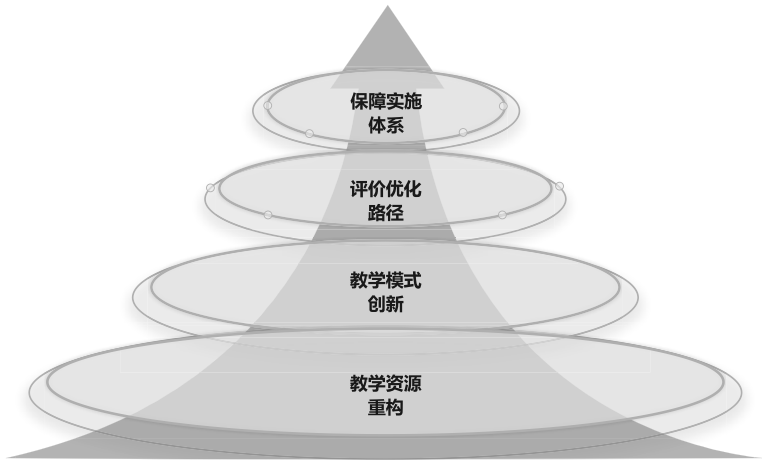


图 5 三维模型教学实施路径

5 模型应用案例分析——以“计算机网络虚拟仿真实验”为例

5. 1 案例背景与设计

选取“计算机网络”这一具有典型传统教学痛点的课程作为验证场景，设计对照实验：实验组应用三维模型及上述实践路径开展教学，对照组则采用传统教学方法。实验周期为一学期，围绕网络拓扑构建、协议分析、故障排查等核心技能，设置基础验证、综合设计、创新探究三个层次的实验内容。通过实验报告质量、创新方案数量、技能测试成绩、资源利用率数据及学生满意度问卷等多维度指标，综合评估模型的应用效果，如图 6 所示。

5. 2 模型在案例中的具体应用

感知层：通过仿真平台日志、操作事件流及系统监控工具，全面采集学生配置操作、拓扑设计、排错过程及虚拟设备性能数据。

决策层：基于行为数据识别学生薄弱点，为新手推送分步引导式实验，为熟手推荐 SDN（软件定义网络）配置优化等挑战性课题。同时，智能调度仿真资源，避免并发冲突。

反馈层：实时提示配置错误并给出修改建议；向教师仪表盘反馈班级共性难点（如 OSPF 协议配置）；学期末基于整体数据优化任务推荐算法。

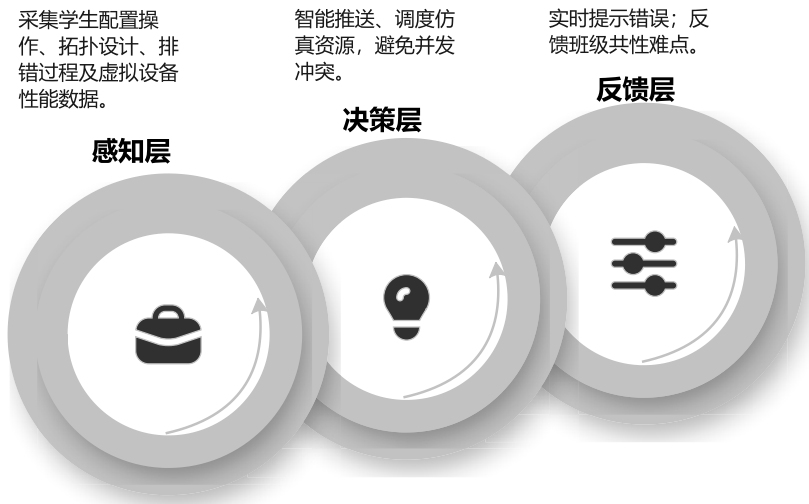


图 6 模型三层次架构

5.3 案例应用效果分析

通过对实验组和对照组的实验报告质量、创新方案数量、能力测试成绩等数据进行对比分析，以及对 学生进行问卷调查和访谈，全面评估了“感知－决策－反馈”闭环三维模型在“计算机网络虚拟仿真实验”教学中的应用效果，如表 1 所示。

实验组实验报告质量显著优于对照组，内容更完整、问题分析更深入，体现出学生对知识的扎实掌握与灵活应用能力，教学效果差异明显。

实验组学生提出的创新方案数量远超对照组，涵盖区块链网络安全、深度学习流量预测等方向，充分体现模型对学生创新思维的激发作用。

能力测试显示，实验组在网络原理、设备配置、故障排查等维度成绩显著高于对照组，学生解决实际问题的能力得到有效提升。

模型应用后，实验设备平均使用率提升 35%，软件资源调用次数增加 40%，有效破解资源利用率低的痛点，实现资源优化配置。

问卷调查显示，实验组学生对个性化教学满意度达 90%以上，认可模型的实时反馈与个性化指导功能，学习积极性与主动性显著提升。

表 1 三维模型教学应用效果

评估维度	具体指标	对照组（传统教学）	实验组（三维模型教学）
实验报告质量	平均得分（满分100）	76.2	91.5
	内容完整度（%）	72%	93%
	问题分析深度（评分）	2.8/5	4.6/5
创新方案数量	人均提交方案数	0.3	1.6
	涵盖前沿方向数	1项（基础类）	4项（含区块链、深度学习等）
能力测试成绩	网络原理（满分100）	70.4	86.7
	设备配置（满分100）	68.9	88.2
	故障排查（满分100）	65.3	84.5
资源利用率	实验设备平均使用率	52%	87%
	软件资源调用次数（次/人/周）	2.5	3.5
学生满意度与积极性	个性化教学满意度	62%	92%
	学习主动性提升认同率	55%	88%

6 结论与展望

本研究构建了一个以“感知-决策-反馈”闭环为驱动、三大维度协同的计算机实验教学智慧化重构模型，并系统规划了其落地路径与保障体系。案例研究表明，该模型在提升教学精准性、资源利用率和学生综合能力方面具有显著潜力。然而，研究在样本广度与长期效度验证上仍有局限。展望未来，模型可进一

步与元宇宙、具身智能等新兴技术融合，探索其在跨学科、大规模实验教学中的应用，并最终推动构建一个开放、协同、可持续的智能实验教学生态系统。

参 考 文 献

[1] 西安工程大学计算机科学学院. 面向新工科的计算机专业创新人才培养的探索与研究[J]. 教育教学论坛, 2025(17): 153-156.

- [2] 郭亚齐, 崔亚东, 杨振仁, 等. 新工科背景下计算机专业人才培养模式探究[J]. 贵州师范学院学报, 2025, 41(12):79-84.
- [3] 王莲. 基于人工智能辅助的中职计算机教学模式创新对策研究[J]. 智能制造研究与应用, 2026, 2(03):169-171.
- [4] Sai Ashish Kumar Karanam, Nathan W. Hartman. A systematic review of Digital Twin (DT) and virtual learning environments (VLE) for smart manufacturing education[J]. Manufacturing Letters, 2025, Volume 44, Supplement, August 2025, Pages 1597-1608.
- [5] 陈建, 陈依桐, 夏慧, 等. AI 赋能创新实践能力培养的项目制实践新模式[J]. 实验科学与技术, 2025.
- [6] 黄聿辰. 人工智能场景下的实验室教学重构[J]. 江苏科技信息, 2025(22): 133-136.
- [7] 韩锡斌, 李米雪, 郭文欣. 以数字化战略赋能职业教育的新突破——2024 年职业教育数字化研究与实践新进展[J]. 中国职业技术教育, 2025(2): 39-48.