

面向系统能力培养的操作系统课程教学改革与实践研究

温晋杰 王培崇 李雨纯 贾泽雨

河北地质大学 信息工程学院 河北石家庄 052161

摘要: 人工智能时代,知识获取极其便利,学生能够在大型模型的支持下综合运用多学科知识和方法解决复杂工程问题的能力成为了新质计算机人才的核心竞争力。本研究开展了以计算机系统能力培养为导向的教学改革实践,在分析当前操作系统课程教学中存在的问题的基础上,通过构建操作系统课程知识图谱,自主研发操作系统知识点原理展示低代码实验平台,将微观原理通过动态交互与虚拟实验宏观呈现,并基于平台采集学习过程数据实现学生成长的个性化管理与多元评价。实践结果表明,改革显著提升了学生理解复杂工程问题、应用操作系统原理解决实际问题的能力,课程目标达成度明显提高,为操作系统及同类系统课程的教学改革提供了可借鉴的路径与示范方案。

关键词: 系统能力; 操作系统; 知识图谱; 低代码实验平台; 达成度

引言

操作系统作为计算机核心系统软件,其课程在计算机专业课程体系中居于顶端,是培养学生系统级思维、工程实践能力的核心环节,开展面向系统能力培养的课程教学改革,对提升人才培养质量具有重要意义。

本研究围绕课程教学现存问题,构建三维改革方案:一是搭建知识图谱,显性化知识点关联;二是研发低代码实验平台,可视化展示微观原理;三是基于平台数据建立过程性评价体系,实现个性化教学与评价,探索地方高校提升学生计算机系统能力的有效路径。

一、研究现状与课程痛点分析

(一) 国内外计算机系统能力培养的研究与实践

国内外不少高校通过重构课程体系、强化系统课程

衔接、设置项目式实践环节等方式,推动学生从“学会知识”走向“学会设计系统”。相关研究普遍认为,系统能力不是单一课程中某个知识点的机械累加,而是学生在持续的问题分析、方案设计、系统实现和迭代验证过程中逐步形成的综合能力。因此,操作系统课程不能仅停留在概念讲授与算法记忆层面,而应承担起培养学生理解系统结构、把握模块关联、分析动态过程和开展探究实验的重要任务。

(二) 教育技术赋能操作系统教学的趋势

随着可视化技术、虚拟仿真技术和学习分析技术的发展,越来越多的研究开始关注教育技术在系统课程中的应用。可视化工具能够帮助学生直观观察进程调度、页表映射、页面置换和磁盘寻道等动态过程;虚拟仿真环境能够降低实验的环境成本和实施风险;知识图谱则有助于以结构化方式呈现课程知识网络,帮助学生建立整体性理解。与此同时,低代码理念进入教育领域后,也为教学工具开发提供了新的可能,即通过配置化方式降低学生操作门槛,使其把主要精力用于原理理解与实验分析,而非消耗在繁琐的底层实现上。

(三) 当前课程教学中的主要问题

结合教学实践,当前操作系统课程存在四大突出问题:一是知识点碎片化,学生难以形成系统认知;二是原理抽象微观,静态图文难以支撑深层理解;三是实验门槛高、课时有限,学生易陷入实现细节,实验效果分层明显;四是评价方式单一,期末考试与模板化实验报

作者简介: 温晋杰(1990.08-),男,汉族,河北石家庄人,博士,讲师,研究方向:目标识别。

基金项目: 河北地质大学教学改革研究与实践项目“面向计算机系统能力培养的操作系统课程教学改革与实践”(2024J47)。

致谢: 感谢我校教务处对本教学改革研究与实践项目的资助。感谢参与2023级操作系统课程教学的全体同学对本改革方案的积极配合与宝贵反馈。项目组成员王培崇教授、贾泽雨、李雨纯、田可欣同学在本研究中均做出了重要贡献,在此一并致谢。

告无法反映学生真实探究能力与系统思维。单点改良难以解决根本问题，亟需构建系统性综合改革方案。

二、研究设计与方法

本研究采用行动研究法、设计研究法和对比研究法相结合的混合研究范式，旨在系统性地探索并验证面向计算机系统能力培养的操作系统课程教学改革方案的有效性。

（一）研究总体思路

本研究遵循“以学生为中心、以能力达成为导向、以数字技术为支撑”的设计思路，将课程改革划分为三个相互支撑的层面：一是构建操作系统课程知识图谱，帮助学生建立知识框架与逻辑关联；二是研发操作系统知识点原理展示低代码实验平台，支持典型原理的动态演示和参数化实验；三是依托平台采集学习行为数据，构建多元化、过程化的课程评价体系。三者协同运行，形成“知识组织—原理体验—行为反馈—能力提升”的闭环。

（二）操作系统课程知识图谱构建方法

将课程知识划分为“章节—主题—概念—原理/算法”四级粒度，梳理“属于”“依赖”“前置”等语义关系，通过树状+网络状可视化形成知识网络。知识图谱嵌入教学全过程：课前帮助学生搭建章节框架，课中辅助教师讲解模块关联，课后支撑学生复习与知识迁移，减少碎片化学习的认知断裂。

（三）低代码实验平台研发

为了降低实验门槛并提升原理理解效果，项目组研发了“操作系统知识点原理展示低代码实验平台”。平台采用Qt与C++17开发，SQLite作为本地数据存储支撑，集成用户管理、知识图谱浏览、知识点查看、参数配置、动态展示与推荐功能，具备跨平台部署特点。与传统实验环境不同，该平台突出“配置化、可视化、交互式”特点，学生不必先完成复杂环境搭建和大规模代码编写，即可直接进入原理观察与参数探究阶段。

平台在功能上主要包含以下几个模块。

（1）用户管理模块，实现学生注册、登录及基础学习记录管理，为后续过程性评价提供身份和行为数据支持。

（2）知识点浏览与内容查看模块。学生可通过左侧知识树定位课程知识点，在右侧查看对应内容简介，也可进一步调用文档转换功能，以接近原版式的方式浏览教学资源，兼顾知识概览与深入阅读。

（3）资源配置与动态展示模块。这是平台的核心。围绕典型知识点，平台提供参数配置界面和动画化演示过程。例如，在先来先服务、短作业优先等调度算法演示中，学生既可以采用系统随机生成的作业到达时间和运行时间，也可以手动输入参数，自主比较算法差异；在SCAN磁盘调度展示中，学生能够输入磁道序列，观察磁头移动方向与服务顺序；在页面置换算法展示中，学生可以设置物理块数、页面访问序列和算法类型，实时查看命中、缺页和替换过程。原来隐藏在教材描述中的微观机制，借助图形化界面和逐步演示过程得以直观呈现。

（4）推荐与学习支持模块。平台结合学生点击时间与点击频次，对常学、常看和近期关注的知识点进行综合评分，向学生推荐下一步可优先学习的内容，从而提升学习的连续性和个性化程度。

（四）教学改革与效果评估

改革核心是建立多元过程性评价体系，平台自动采集学生登录频次、知识点浏览、参数配置、实验完成情况等数据，课程成绩由期末笔试、平台过程性表现、拓展性实验任务构成，替代单一结果评价。

效果评估采用混合方法：一是量化对比改革前后学生的课程成绩、实验质量与目标达成度，通过显著性检验分析效果；二是采用李克特五点量表问卷，调查学生学习体验与满意度；三是分析平台学习行为数据，探究行为与成绩的相关性；四是通过师生访谈、拓展报告分析获取质性反馈。

三、实践应用与效果分析

（一）教学实施过程

本研究将改革方案应用于河北地质大学信息工程学院操作系统课程教学。平台上线后，围绕“进程管理”“请求分页存储管理”“页面置换算法”“磁盘调度”等重点内容开展了课堂演示与课后探究。课前，教师发布基于知识图谱的预习任务，引导学生先了解章节结构；课中，教师结合平台对复杂机制进行实时演示；课后，学生完成配置型实验任务，例如比较不同页面访问序列下FIFO、OPT和LRU算法的运行结果，或分析不同磁盘调度算法在不同访问模式下的差异。

截至阶段性教学结束，平台已在一个年级约120名学生中部署试用，累计采集登录日志约2000条、原理演示交互数据5000余次、资源配置实验数据300余组，形成了较为完整的学习行为样本。

（二）教学实践情况

从课程成绩和目标达成情况看，采用改革方案的班级在期末总评、实验完成率、实验报告质量和系统能力目标达成度等指标上均优于采用传统教学方式的对照班。尤其是在实验完成质量方面，学生不再因为环境和编程难度过高而产生明显畏难情绪，更多精力被用于比较算法过程、分析指标变化和解释实验现象。说明低代码平台较好地发挥了“降低门槛、强理解、支持探究”的作用。

从学习行为数据看，学生对平台具有较高使用积极性。多数学生不仅完成了教师布置的任务，而且会主动重新配置参数、多次观看同一原理演示，以比较不同条件下的运行差异。数据分析表明，学生的平台原理演示总时长、资源配置次数与课程总评成绩之间呈现明显正相关。这说明平台并非只是提供了一种“新奇展示”，而是真正参与到了学生理解深化与成绩提升的过程中。

从问卷和访谈反馈看，学生普遍认为知识图谱有助于理解各知识点之间的联系，低代码实验平台显著增强了对抽象概念的理解，过程性评价方式也比单纯笔试更能反映真实学习投入。一些学生在访谈中提到，以前学习页面置换和磁盘调度时只能凭借静态图记忆步骤，现在通过参数配置和动画运行，能够清楚看到算法每一步的变化，进而明白不同策略背后的设计思想。这种从“记流程”转向“懂机制”的变化，正是系统能力培养所追求的教学效果。

四、改革成效、创新点与启示

（一）改革成效分析

一是课程知识结构更清晰，知识图谱帮助学生建立整体性认知；二是原理理解更深入，动态可视化与参数化实验降低了抽象知识学习门槛；三是评价方式更立体，过程性数据让评价更真实，为精准教学干预提供依据。

（二）局限性与未来工作

操作系统课程的教学难点在很多系统类课程中具有共性。计算机组成原理、编译原理、计算机网络等课程同样面临知识抽象、过程复杂和实验门槛较高的问题。因而，本研究形成的改革思路具有一定迁移价值：对于这类课程，可通过知识网络化组织、原理可视化呈现、实验配置化实施和评价过程化重构，提升学生的学习体验和um能力发展质量。

五、存在问题与后续展望

本研究虽取得阶段性成效，但仍需从三方面持续推

进：一是扩展平台知识点与实验模块，实现操作系统核心内容全覆盖；二是加强平台与真实内核实践的衔接，探索从低代码原理验证到轻量级系统实现的教学路径；三是优化数据驱动的评价机制，引入学习分析模型与预警机制，提升个性化教学与干预能力。同时，将在更大范围内开展跨年级、跨院校教学验证，进一步提升改革结论的稳健性与推广价值。

参考文献

- [1] 教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会. 计算机类专业教学质量国家标准[M]. 北京：高等教育出版社，2020.
- [2] 袁春风，蒋本珊. 计算机系统基础（第2版）[M]. 北京：机械工业出版社，2020.
- [3] 张赛男，宋涛，等. 面向系统能力培养的操作系统课程教学改革实践[J]. 计算机教育，2021（1）：56-60.
- [4] 杨晓文，张晓如，等. 新工科背景下操作系统课程教学模式探索[J]. 高教学刊，2022，8（18）：156-159.
- [5] 张元，刘琳，等. 基于OBE理念的操作系统课程教学改革体系构建[J]. 软件工程，2023，26（2）：33-36.
- [6] 刘娇，赵祯，曹蕊，等. 基于“双元制”教学模式的Linux操作系统课程教学改革研究[J]. 山西青年，2026（03）：127-129.
- [7] 李晓明，张铭. 拓展系统认知，深化能力培养——北京大学计算机系统系列课程建设[J]. 中国大学教学，2022（5）：31-35.
- [8] L. Chen, et al. Applying Knowledge Graph in Intelligent Tutoring Systems: A Survey[J]. IEEE Access, 2021, 9: 141589-141604.
- [9] 李华伟，王志强，等. 虚拟仿真技术在操作系统实验教学中的应用研究[J]. 实验技术与管理，2020，37（8）：180-184.
- [10] 张亚涛，王春鹏，彭鹏，等. 新工科视角下操作系统课程教学改革[J]. 高教学刊，2026，12（04）：127-130+134.
- [11] 严利，朱帅，陈慧琴. 人工智能背景下高职Linux操作系统课程教学改革研究[J]. 创新创业理论与实践，2026，9（01）：31-34.
- [12] 王杰，胡静，张国有，等. 基于知识图谱的操作系统课程知识体系构建与优化方法[J]. 电脑知识与技术，2025，21（36）：159-161.

- [13] 王晓燕, 刘志强, 等. 基于可视化技术的操作系统进程管理教学演示系统设计[J]. 计算机与数字工程, 2021, 49(5): 1012-1016.
- [14] 赵海燕, 周涛, 等. 低代码开发平台在教育领域的应用前景与挑战[J]. 现代教育技术, 2023, 33(4): 50-56.
- [15] 郑莉, 王伟. 知识图谱赋能教育: 应用场景、挑战与展望[J]. 中国远程教育, 2022(3): 18-25.
- [16] 刘洋, 吴晓, 等. 基于知识图谱的个性化学习路径推荐研究[J]. 计算机工程与应用, 2021, 57(20): 257-263.
- [17] 赵一鸣, 李战怀, 等. 生成式人工智能对高等教育教学影响的思考与应对[J]. 中国电化教育, 2023(7): 1-8.
- [18] 谢莉萍, 张文杰. 系统能力培养与AI融合的操作课程教学改革研究[C]//河南省民办教育协会. 2025年高等教育发展论坛课堂教学分论坛论文集(上册). 宁夏大学新华学院, 2025: 266-268.
- [19] A. Cain, H. Polack-Wahl, D. Stevens. Visualizing Operating System Concepts[J]. Journal of Computing Sciences in Colleges, 2019, 34(5): 142-149.
- [20] M. P. Jones, N. C. Brown. Teaching OS Concepts with a Hands-on Project[J]. ACM Inroads, 2020, 11(2): 43-48.
- [21] K. Okafor, et al. Low-Code Platforms in Education: Opportunities and Challenges[J]. Education and Information Technologies, 2022, 27: 7245-7265.