

新工科背景下基于知识图谱重构的计算机编程类课程教学改革与应用

崔春阳 杨欣悦 陆舒云 王楚天 江煜鑫 李林峰

武汉传媒学院, 中国·湖北 武汉 430200

摘要: 在新工科背景下, 高等教育正由传统学科本位向产业需求驱动转型, 由单纯的知识灌输向综合能力培育演进。计算机编程课程作为信息类人才培养的关键组成部分, 亟须进行系统性改革与创新, 以满足当代工程技术人才复合型、应用型的培养需求。论文系统阐述了编程课程知识图谱的构建原理、教学实施策略及其对学习效果的作用机制, 并论证了该模式在跨学科能力迁移、个性化学习方案定制等维度的应用价值, 深化课程改革, 强化应用导向, 赋能产业创新。

关键词: 新工科; 知识图谱; 编程课程改革; 课程重构; 教学创新; 教育信息化

Teaching Reform and Application of Computer Programming Courses based on Knowledge Graph Reconstruction under the Background of New Engineering

Chunyang Cui Xinyue Yang Shuyun Lu Chutian Wang Yuxin Jiang Linfeng Li

Wuhan College of Communication, Wuhan, Hubei, 430200, China

Abstract: Under the new engineering education framework, higher education is transitioning from a traditional discipline-centered approach to one driven by industry needs, evolving from mere knowledge imparting to comprehensive capability cultivation. As a critical component of information technology talent development, computer programming courses urgently require systematic reform and innovation to meet the demands for cultivating versatile and applied engineering professionals. This paper systematically elucidates the principles of constructing a knowledge graph for programming courses, teaching implementation strategies, and their mechanisms of impact on learning outcomes. It also argues the value of this model in dimensions such as interdisciplinary skill transfer and personalized learning plan customization, deepening curriculum reform, strengthening application orientation, and empowering industrial innovation.

Keywords: New engineering; knowledge graph; programming curriculum reform; curriculum reconstruction; teaching innovation; education informatization

0 前言

随着新一轮科技革命和产业变革的加速推进, 教育部提出的“新工科”建设战略, 正引领中国高等工程教育进入全面深化改革的新阶段。新工科强调以服务国家战略和产业发展为导向, 注重多学科交叉融合、创新能力培养以及实践育人导向, 推动传统工程教育向现代工程教育转型^[1]。在此背景下, 计算机编程类课程作为信息技术领域人才培养的核心课程体系, 正面临着内容重构与方法创新的双重挑战。知识图谱作为一种结构化的知识表示方式, 能够对复杂知识体系进行有效组织、关联映射与可视化呈现, 已在智能信息检索、个性化推荐及教育数据分析等领域取得显著成效^[2]。将其应用于编程课程改革, 不仅能够突破传统教学内容封闭僵化的局限, 更能通过语义关联揭示知识点间的逻辑关系, 促进学生系统性思维能力的培养。此外, 基于知识图谱构建的教学资源管理平台和学习路径规划系统, 具有良好的可扩展性和应用潜力。本文基于新工科建设需求, 系统探讨计算机

编程课程基于知识图谱的体系重构方案及其教学应用, 重点分析其在课程内容整合、教学过程优化以及学习行为建模等方面的应用机制, 旨在为高等工程教育课程改革提供理论支持与实践指导。

1 新工科背景下编程类课程面临的挑战与重构动因

1.1 课程内容更新缓慢

当前高校计算机编程课程的教学内容存在明显的时效性问题, 特别是在主流编程语言(如 Java、Python 等)的教学实践中^[3-4]。部分课程仍以旧的语言版本作为主要教学内容, 对近年来出现的关键技术组件和开发框架涉及不足。在人工智能、大数据等新兴技术快速发展的产业环境下, 用人单位对开发人员的能力需求已发生显著变化, 从单纯的言语法掌握转变为要求具备工程实践、架构设计以及技术生态整合等综合能力。但现实情况是, 多数高校的课程体系

尚未及时引入深度学习框架（如 TensorFlow、PyTorch）、Web 开发工具（如 FastAPI、Flask）以及云原生技术（如 Docker）等业界主流技术，导致学生所学知识与企业真实应用场景脱节，难以满足行业对复合型、应用型人才的能力期待。

1.2 课程结构缺乏系统性

现行编程课程体系普遍存在知识结构割裂的问题，采用离散化的单元教学模式，各教学模块之间缺乏必要的逻辑关联；教学内容呈现碎片化特征，未能构建完整的知识网络^[9]。这种教学组织方式严重制约了学习者系统性认知结构的形成，导致其在新情境下的知识应用能力明显不足。值得注意的是，新工科教育理念特别强调跨学科整合与实践能力的培养，要求学习者具备将编程技术与其他学科知识融会贯通的能力。但现有课程体系仍存在教学内容局限于特定技术点的讲解的问题，对程序设计范式、系统架构原理等高阶概念的阐释不够深入；且课程间衔接机制缺失，与后续专业课程的关联性较弱。导致在面对综合性项目时，学生常表现出知识调用困难、解决问题思路混乱等问题。

1.3 教学方法单一

尽管近年来教育信息化手段不断丰富，但多数高校的编程类课程仍以“课堂讲授+实验演示”的传统模式为主，教学过程高度依赖教师，学生处于被动接受状态。这种“填鸭式”教学方式不仅难以调动学生的学习积极性，也不利于其批判性思维、创新意识和自主探究能力的培养。在涉及复杂问题解决的课程环节（如算法优化、系统调试等），教师通常直接呈现最终解决方案，而忽视了对问题分解、方案迭代等关键能力的培养过程。此外，多数在线课程平台提供的编程教学资源缺乏层次化设计，未能根据学生的基础水平、学习进度与目标差异提供个性化推荐，导致资源利用率不高、学习效果参差不齐。

1.4 评估方式片面

当前高校编程类课程的评价体系仍以终结性评价为主，评价方式过度依赖期末考核与单元测试，缺乏形成性评价。同时评价内容侧重语法规则和程序运行结果，对工程思维、代码质量、文档规范等核心能力的考察明显不足。评价形式单一，现有体系缺乏对学习过程的动态监测，未能有效记录和分析学生的编程行为数据（如代码迭代过程、调试路径选择等），致使教学反馈缺乏针对性和时效性。这种的评价方式不仅无法全面反映学生的真实学习状态，也难以支持教师进行差异化教学干预。评价维度狭窄，新工科教育强调“能力导向”，要求评价体系能够全面反映学生的专业素养和软技能水平。然而，现行评价标准尚未将这些关键能力纳入考核范畴，导致学生在校期间缺乏系统训练，最终影响其进入职场后的适应能力与竞争力。评价反馈机制薄弱，缺乏持续性的诊断与改进建议。传统的成绩评定往往具有“一次性”特征，学生在完成考试后仅获得一个分数或等级，未能提供

个性化的改进建议，削弱了评价的指导意义。而在新工科理念下，评价系统应当具备诊断性特征，通过持续的数据采集与分析，帮助学生识别知识盲点，优化学习策略，最终实现“以评促学”的教育目标。

2 基于知识图谱的课程重构方法与关键技术

2.1 知识点抽取与本体建模

课程知识图谱的构建过程需要系统化的知识体系解构方法，应基于教学大纲与培养目标^[6]，梳理核心知识要素，涵盖基础语法（变量、运算符等）、流程控制（分支、循环等）、模块化编程（函数、类等）以及异常处理机制等关键内容；运用文本挖掘技术（包括基于词频统计的 TF-IDF 算法、关键词提取算法 TextRank 以及预训练语言模型 BERT 等）对教学资料进行智能分析，自动识别重要概念与术语；通过领域专家参与的德尔菲法，建立知识点间的语义关联网络，包括层级关系、组成关系、依赖关系等多种关联模式，最终形成结构化的课程本体框架。

2.2 知识关系建模与语义网络构建

在建立课程本体模型的基础上，需要进一步构建知识点间的语义关联体系。以编程课程为例，“循环结构”与“数组遍历”间可建立“应用依赖”关联，“递归算法”与“栈结构”存在“底层实现”关联，而“接口”与“抽象类”则形成“概念对比”关联。这类语义关系的建立可通过领域专家进行人工标注，利用知识表示学习技术（如 TransE、RotatE 等模型）自动挖掘潜在关联。完成关系建模后，可选用图数据库系统（如 Neo4j、JanusGraph 等）进行知识存储与可视化呈现，通过节点一边的网络结构直观展示知识体系的内在逻辑关联。

2.3 动态更新与个性化学习路径生成

知识图谱技术在教学应用中的核心价值在于其良好的可扩展和动态适应能力，为适应编程技术的快速迭代和教学需求的持续变化，需要建立智能化的知识更新体系。可通过自动化采集系统实时获取 GitHub、Coursera 等技术社区和在线教育平台的最新资源；采用语义分析算法识别新兴概念和技术要点；利用增量式学习策略将新知识元素整合至现有图谱架构。同时，还可根据学生的学习记录、答题反馈、作业表现等数据，生成符合个体认知特征的学习序列，实现精准化的教学资源推送。

2.4 教学资源整合与智能辅助教学

知识图谱还可以作为教学资源管理平台的基础架构，该系统通过语义关联技术，将课程知识点与其对应的课件、视频、实验指导书、习题集等资源进行关联，形成“知识—资源”一体化的知识服务体系。教师可通过图谱快速定位所需教学素材，显著优化了教学准备工作流程；对学生而言，系统提供的知识导航功能可实现个性化学习资源的智能推荐，有效提升知识获取效率。此外，图谱还可扩展应用于智

能答疑、编程错误自动分析等教学辅助场景,实现教学过程的智能化升级。

3 知识图谱在计算机编程类课程教学中的融合路径与实践策略

3.1 教学设计中的知识图谱应用

在课程设计阶段,知识图谱作为教学内容组织的核心工具,能够有效支撑教学体系的系统化重构。教师可基于图谱的层次化结构,优化知识呈现顺序,构建循序渐进的教学体系。以面向对象程序设计为例,教学安排应遵循“概念认知—原理理解—特性掌握”的递进规律,先建立类与对象的认知基础,然逐步展开“继承”“封装”“多态”等高级主题,形成由浅入深的知识演进路径。这种基于认知规律的教学顺序设计,既能够帮助学生建立系统化的知识体系,又能促进教师对教学进度的精准把控。此外,知识图谱技术还支持课程间的知识融合。通过建立不同课程知识点间的语义映射,可以实现教学内容的纵向衔接与横向拓展,形成完整的专业培养知识网络。

3.2 课堂教学中的图谱辅助教学

在课堂教学中,教师可利用知识图谱的可视化功能,动态呈现知识要素间的多维关联。以程序异常处理机制的教学为例,通过可视化图谱可以直观展示其与“函数调用”“资源释放”“日志记录”等模块的关系,使学生能够从系统层面理解异常处理的设计原理和应用价值。此外,图谱还可用于课堂互动设计,如设置“知识连线”任务,引导学生根据已有知识结构推断新概念与其他知识点的潜在联系,这种基于图谱的教学互动设计不仅能够提升学生的课堂参与度,更有助于培养其知识迁移能力和系统思维能力。

3.3 学习过程中的个性化支持

基于知识图谱的个性化学习支持系统能够有效提升教学效果,通过智能分析学生的学习轨迹和知识掌握情况,系统可为其推荐适合的学习路径。以“函数参数传递”的学习为例,当系统检测到学生在该知识点存在理解偏差时,可自动推荐相应的概念解析微课、针对性训练题目以及典型应用案例,帮助学生了解自身知识结构的完整性和薄弱环节。何凯^[7]等研究表明,在C语言教学实践中,通过基于知识图谱重构的教学方式,学生们学习的畏难情绪减少,学习自主性较之前有了大幅改观,编程能力得到较大提升。同时,课程目标达成较好,对课程的参与度和满意度均有明显提高。

3.4 教学评价中的图谱驱动分析

知识图谱技术为教学评价体系的创新提供了新的技术路径,基于图谱架构的学习分析系统能够采集并处理多维度的学习行为数据,如访问频率、停留时间、错误率等指标,

进而实现对学习者认知水平、学习策略和问题解决能力的系统性评估。这种基于知识结构的评价范式显著提升了评估结果的科学性和可靠性,同时为教学策略的优化调整提供了实证依据。任廷艳^[8]的研究表明,在工程认证背景下程序设计基础课程混合式教学中,建立基于知识图谱的教学评价体系有助于混合式教学的评价反馈机制的进一步完善。

4 结语

新工科背景下,计算机编程类课程的教学革新需要突破传统模式的局限。知识图谱技术为这一变革提供了创新性的解决方案,不仅能够有效整合课程内容、优化教学结构,还能支持基于学生特征的个性化教学方案智能生成,推动了教学过程的智能化转型,具有广泛的应用前景。这种基于知识图谱的课程体系重构,本质上是对传统教育理念和教学范式的根本性变革。通过在教学全环节应用该技术,可以有效促进教学重心从知识传授向能力培养转变,为新工科人才培养目标的达成提供有力支持。

参考文献:

- [1] 王新,周勇,徐月美,等.我国程序设计教学的知识图谱分析[J].高教学刊,2025,11(9):85-88.
- [2] 何芯雨,胡子达,陆玫冰.面向Scratch编程课程的知识图谱的构建与应用[J].计算机与数字工程,2023,51(9):1990-1994+2158.
- [3] 颜慧.混合式教学中课程知识图谱的构建与应用研究[J].电脑知识与技术,2024,20(2):175-177.
- [4] 魏晔,崔贯勋.基于知识图谱的Python程序设计课程教学设想[J].计算机教育,2024(2):51-54.
- [5] 裴壮,田秀霞,李冰雪.知识图谱赋能的面向对象程序设计C++教学改革与实践[J].华东师范大学学报(自然科学版),2024(5):104-113.
- [6] 黄梅根,刘川,杜欢,等.基于知识图谱的认知诊断模型及其在教中的应用研究[J].计算机科学,2021,48(S1):644-648.
- [7] 何凯,陈湛,孔维广,等.基于知识图谱重构的“一体两翼”模块化教学实践——以C语言程序设计课程为例[J].软件导刊,2024,23(1):215-220.
- [8] 任廷艳.工程认证背景下程序设计基础课程混合式教学中知识图谱的应用探析[J].电脑知识与技术,2024,20(29):87-89.

作者简介:崔春阳(1991-),女,中国河南信阳人,硕士,讲师,从事网络视听与新媒体技术研究。

基金项目:2024年全国高等院校计算机基础教育研究会计算机基础教育教学研究项目——新工科背景下基于知识图谱重构的计算机编程类课程教学改革与应用(项目编号:2024-AFCEC-597)。