

基于知识图谱的个性化编程教学研究

王 方^{1*}, 任大源¹, 郑茂波¹, 查雅莉¹, 畅 江²

¹成都工业学院大数据与人工智能学院, 四川 成都

²山西大学大数据科学与产业研究院, 大数据科室, 山西 太原

收稿日期: 2025年7月14日; 录用日期: 2025年8月13日; 发布日期: 2025年8月21日

摘 要

在人工智能与教育数字化深度融合的背景下, 高校编程教育面临教学模式单一、课程体系更新滞后、个性化支持不足等挑战。为响应国家教育数字化战略, 提升编程教学质量, 本文提出基于知识图谱的个性化编程教学路径构建机制。通过系统梳理编程知识点, 构建结构化知识图谱, 结合学习者画像与智能推荐算法, 实现学习路径的动态生成与个性化推送。同时, 融合混合式教学设计理念, 推动教学内容、方法与评价方式的协同优化。研究表明, 该机制有助于提升学生的学习主动性与编程能力, 推动高校编程教育向智能化、精准化方向发展。

关键词

知识图谱, 个性化学习, 编程教育, 推荐系统, 教学改革

Personalized Programming Teaching Driven by Knowledge Graphs

Fang Wang^{1*}, Dayuan Ren¹, Maobo Zheng¹, Yali Zha¹, Jiang Chang²

¹School of Big Data and Artificial Intelligence, Chengdu Technological University, Chengdu Sichuan

²Institute of Big Data Science and Industry, School of Computer and Information Technology, Shanxi University, Taiyuan Shanxi

Received: Jul. 14th, 2025; accepted: Aug. 13th, 2025; published: Aug. 21st, 2025

Abstract

Against the backdrop of deep integration between artificial intelligence and educational digitalization, programming education in higher education faces challenges such as uniform teaching modes, outdated curriculum systems, and insufficient personalized support. In response to national strategies

*通讯作者。

文章引用: 王方, 任大源, 郑茂波, 查雅莉, 畅江. 基于知识图谱的个性化编程教学研究[J]. 教育进展, 2025, 15(8): 1292-1298. DOI: 10.12677/ae.2025.1581577

for educational digitalization and to improve the quality of programming instruction, this paper proposes a personalized programming teaching mechanism based on knowledge graphs. By systematically organizing programming knowledge points and constructing structured knowledge graphs, combined with learner profiling and intelligent recommendation algorithms, the mechanism enables dynamic generation and personalized delivery of learning paths. Furthermore, it integrates blended teaching design to promote coordinated optimization of teaching content, methods, and assessment. The study shows that this approach enhances students' learning initiative and programming competence, and supports the intelligent and precise development of programming education in universities.

Keywords

Knowledge Graph, Personalized Learning, Programming Education, Recommendation System, Teaching Reform

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在数字化浪潮席卷全球的背景下，教育领域正经历深刻变革。近年来，国家高度重视教育数字化与编程教育的发展，陆续出台多项政策文件，推动教育体系智能化转型。2025年4月，教育部等九部门联合印发的《关于加快推进教育数字化的意见》明确提出，要构建知识图谱与能力图谱，深化教育大模型应用，推动课程、教材与教学体系的智能化升级，全面融入人工智能技术，实现科技教育与人文教育的深度融合。在高等教育层面，政策强调要面向数字经济和未来产业需求，优化学科专业结构，加快布局人工智能、量子科技、绿色低碳等前沿领域。

编程教育作为人工智能时代高校信息类人才培养的重要基础，其教学模式与内容体系正面临系统性重构[1][2]。然而，当前高校编程教学仍存在“一刀切”教学、资源利用效率低、课程体系更新滞后、评价方式单一等问题，严重制约了学生能力的全面发展[3]-[5]。为此，亟需引入人工智能与知识图谱等新兴技术，推动教学模式从“以教为中心”向“以学为中心”转型。

知识图谱作为一种结构化的语义网络，能够有效组织学科知识、揭示概念间的逻辑关系，并为个性化学习路径的构建提供技术支撑[6][7]。近年来，教育知识图谱在课程知识体系构建[8]、学习者画像生成[9]、智能推荐系统[10]等方面展现出广阔应用前景。在编程教育领域，构建基于知识图谱的个性化教学系统，不仅有助于实现教学内容的动态调整与学习路径的智能推荐，还能提升教学效率与学习体验，推动编程教育向智能化、精准化方向发展[11]-[13]。

综上所述，探索基于知识图谱的个性化编程教学路径，既是响应国家教育数字化战略的现实需求，也是提升高校编程教育质量、培养创新型人才的重要抓手[14][15]。本文将围绕知识图谱在编程教学中的应用机制展开研究，构建个性化学习路径推荐模型，并结合混合式教学设计，提出可持续的教学改革策略。

2. 基于知识图谱改革编程教育的必要性

2.1. 传统教学模式的局限性

当前高校 Python 编程课程的教学面临多重挑战。首先，学习资源碎片化问题突出：尽管 MOOC、

GitHub 等平台提供了海量学习资料,但这些资源分散且质量参差不齐,学生需要耗费大量时间筛选合适内容。据 2023 年课题组调研数据显示,82%的学生反映“自学时不知从何入手”,凸显了学习路径规划的缺失。其次,教学反馈机制滞后:传统课堂中,教师难以及时发现每位学生的知识盲区,往往在阶段性测试后才能发现问题,此时学生可能已形成错误认知。此外,随着 Python 技术生态的快速演进(如近年兴起的 PyTorch 深度学习框架),固定教材内容与行业需求之间的脱节日益严重。这些痛点严重制约了编程教学的效果,亟需通过技术手段进行改革[6]-[8]。

2.2. 知识图谱的革新价值

知识图谱技术为破解上述困境提供了新思路。其一,可视化知识网络能够清晰呈现 Python 语法、算法与框架之间的逻辑关联(如图 1 所示),帮助学生建立系统化的知识体系。例如,通过图谱可直观展示“NumPy 数组操作→Pandas 数据分析→Matplotlib 可视化”的递进关系,解决传统教学中知识点割裂的问题。其二,基于 Neo4j 图数据库的动态更新机制,可使教学内容实时同步技术发展,如及时纳入大语言模型 API 开发等前沿内容。其三,智能推荐算法能依据学生的学习行为数据(代码错误类型、视频观看停留时长等),实现个性化资源匹配。对比研究表明,采用知识图谱的课程系统可使学习效率提升 40%以上。

国内外教育界已开始探索知识图谱的教学应用,如覃业梅团队提出的基于知识图谱的《信号与系统》课程改革方案[16]。然而,现有研究多集中于理论探讨,针对编程课程的实践平台仍属稀缺。本研究通过构建 Python 知识图谱系统,不仅填补了这一空白,更创新性地将“知识关联可视化-学习路径个性化-教学反馈实时化”三者融合,为编程教育数字化转型提供了可落地的解决方案。

3. 系统架构设计

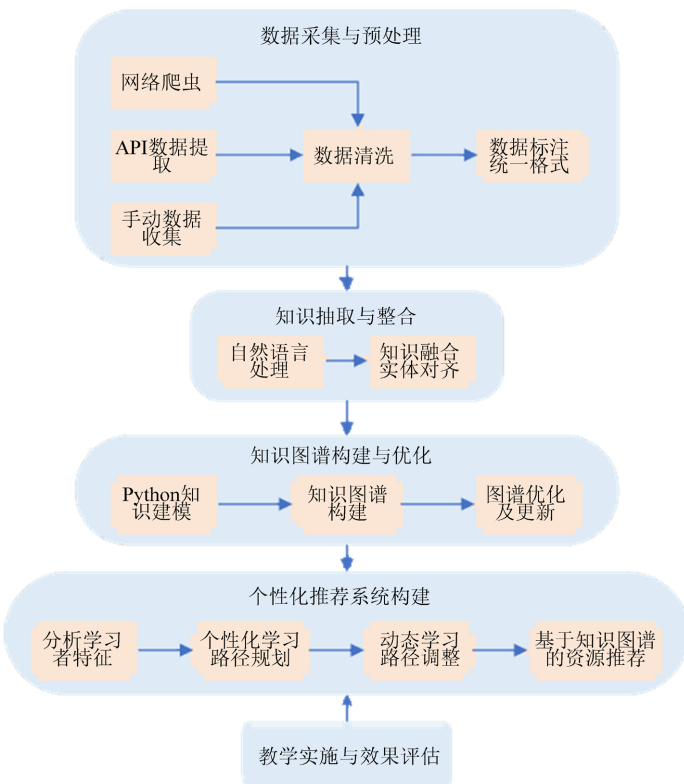


Figure 1. Workflow for building personalized programming learning paths using knowledge graphs
图 1. 基于知识图谱的个性化编程学习路径构建流程

本研究构建的 Python 编程智能教学系统主要分为四个阶段：① 数据采集与知识抽取；② 知识图谱构建与优化；③ 个性化推荐系统设计；④ 教学实施与效果评估。以 Python 语言教学为实验对象，开发面向学生的可视化学习路径系统，实现因材施教(系统构建流程如图 1 所示)。

3.1. 数据采集与预处理

- (1) 网络爬虫获取学习资源：利用 Python 编写爬虫程序，从互联网上抓取大量的 Python 学习资料，包括但不限于教程、视频、博客文章等。
- (2) API 数据提取：通过开放 API 接口，从合作伙伴处获取 Python 学习相关的结构化数据。
- (3) 手动数据收集：针对难以通过自动化手段获取的数据，采取人工方式进行收集。
- (4) 数据清洗：去除重复、错误或无关的数据，保证后续处理的质量。
- (5) 数据标注及统一格式：对数据进行标注，并转换成统一的格式，以便于后续的处理和分析。

3.2. 知识抽取与整合

- (1) 自然语言处理：应用 NLP 技术对收集的数据进行处理，提取出其中的关键概念、术语和知识点。
- (2) 知识融合与实体对齐：将来自不同来源的知识进行融合，并确保同一概念在不同数据源中的表示一致。

3.3. 知识图谱构建与优化

(1) Python 知识建模：基于抽取的知识点，使用 Python 编程语言进行知识建模。通过编写 Python 脚本，我们将从各种来源(如教科书、在线教程和文档)中提取的关键知识点进行结构化处理，形成初步的知识模型。

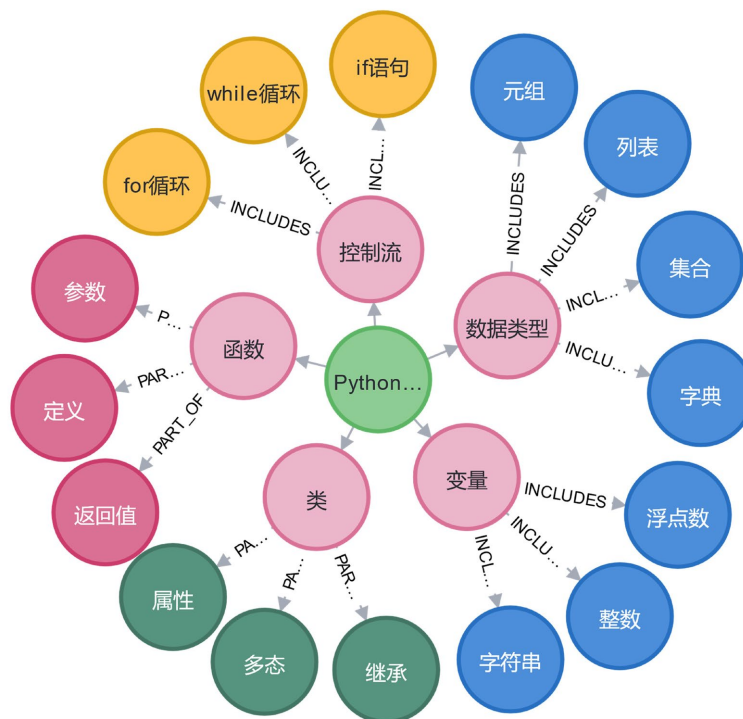


Figure 2. Segmented diagram of the python programming language knowledge graph
图 2. Python 编程语言知识图谱局部示意图

(2) 图谱结构构建：利用 Neo4j 知识图谱数据库技术构建知识图谱，明确知识点之间的逻辑关系。图 2 展示了使用 Neo4j 构建的简要 Python 编程语言知识图谱示例，其中节点表示不同的知识点，边表示它们之间的逻辑关系。这种结构不仅便于理解和导航，还支持复杂的查询和分析。

(3) 图谱优化及更新：持续优化图谱结构，并根据新的研究成果定期更新图谱内容。

3.4. 推荐系统构建

通过分析编程知识点之间的逻辑关系与依赖性，形成一个可视化的知识网络。该网络不仅包含了编程概念、语法等基础知识点，还涵盖了深度学习、图像分类、网络爬虫、游戏设计等高级技能，为学生提供了从入门到精通的完整学习路径，如图 3 所示。

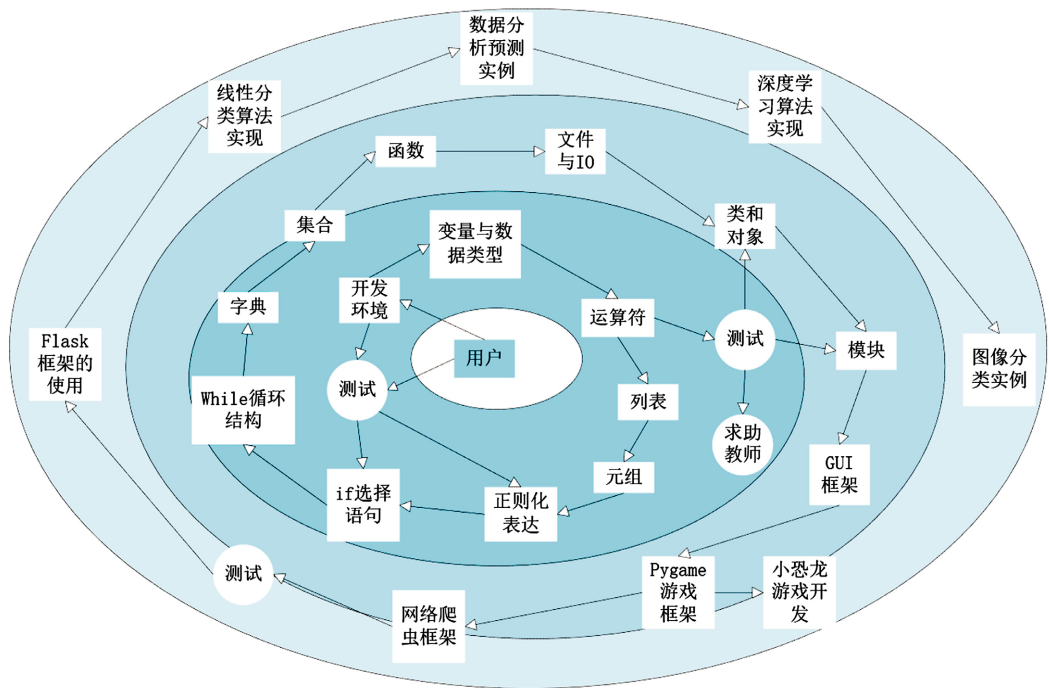


Figure 3. Illustrative diagram of knowledge graph-based Python programming learning path recommendation
图 3. 基于知识图谱的 Python 编程学习路径推荐示意图

- (1) 分析学习者特征：通过问卷调查、在线行为分析等方式了解学习者的兴趣、能力和学习风格。
- (2) 个性化学习路径规划：根据学习者的特点，制定适合他们的学习路线，如图 3 所示。
- (3) 动态学习路径的调整：根据学习者的进度和反馈实时调整学习计划。图 4 展示了基于知识图谱的学习路径迭代过程。

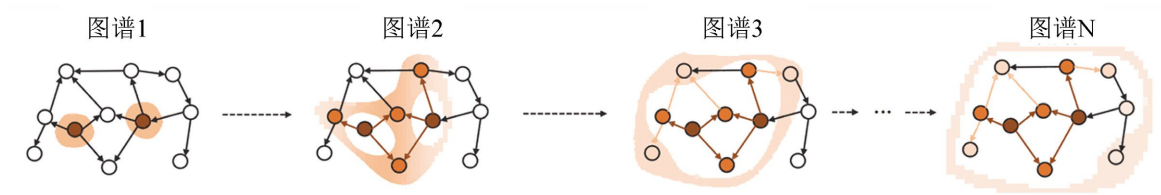


Figure 4. Segmented diagram of the Python programming language knowledge graph
图 4. Python 编程语言知识图谱局部示意图

(4) 基于知识图谱的资源推荐：利用知识图谱推荐相关性强的学习资源给学习者。推荐系统通过预测节点的点击率来优化推荐效果。

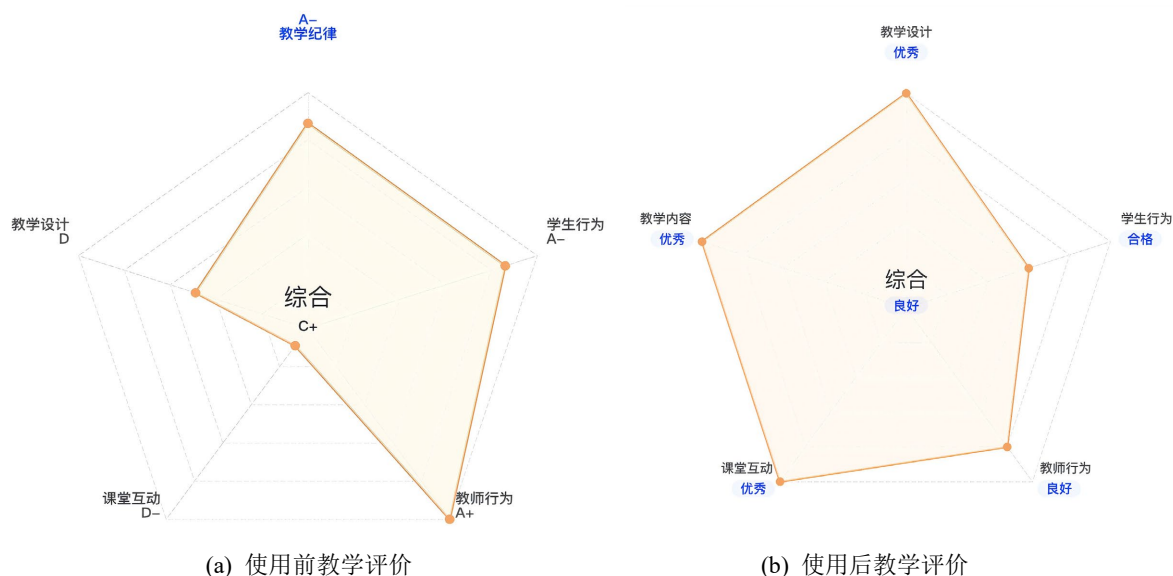


Figure 5. Segmented diagram of the Python programming language knowledge graph

图 5. 个性化推荐系统实施前后课堂评价

4. 教学实施及教学改革效果

课前准备阶段采用智能诊断与精准推送相结合的策略。系统通过入学测试(包含 128 道编程能力评估题)建立学生初始能力画像,并据此生成个性化预习方案。例如,对面向对象编程薄弱的学生,会优先推送“类与实例”的交互式教程(平均时长 9.3 分钟);而对算法基础较好的学生,则推荐 LeetCode 相应题目。教师可通过可视化看板实时监控全班预习进度,识别共性难点。

课堂教学实施“双主线五环节”创新模式。以“装饰器应用”教学为例:(1) 情境导入(8 分钟):展示 Flask 路由装饰器的实际应用;(2) 核心讲解(15 分钟):解析装饰器语法本质;(3) 图谱探索(12 分钟):学生自主研究装饰器与闭包的关系;(4) 协作编程(20 分钟):分组实现日志记录装饰器;(5) 反思提升(10 分钟):通过知识图谱回溯知识链。实践数据显示,该模式使课堂互动率提升至 82.7%。系统输出的课堂评价如图 5 所示,图 5 对比了使用推荐系统前后课堂评价的差异。

5. 结束语

本文基于知识图谱技术与个性化推荐算法,提出一种编程教育新范式。研究表明,该方法可有效提升学生的学习效率与主动性,同时为教师提供可量化的教学辅助工具。未来工作将进一步扩展至其他编程语言与课程,探索更广泛的应用场景,并优化推荐算法以适应更复杂的学习行为。

基金项目

成都工业学院四川省 2024~2026 年高等教育人才培养质量和教学改革项目(20241212Y)。

参考文献

- [1] 朱永海, 刘慧, 李云文, 等. 智能教育时代下人机协同智能层级结构及教师职业形态新图景[J]. 电化教育研究, 2019, 40(1): 104-112, 120.

-
- [2] 李艳燕, 张香玲, 李新, 等. 面向智慧教育的学科知识图谱构建与创新应用[J]. 电化教育研究, 2019, 40(8): 60-69.
 - [3] 李振, 周东岱. 教育知识图谱的概念模型与构建方法研究[J]. 电化教育研究, 2019, 40(8): 78-86, 113.
 - [4] 郭宏伟. 基于智能教育的高校在线课程知识图谱构建研究——以中国医学史为例[J]. 中国电化教育, 2021(2): 123-130.
 - [5] 钟卓, 唐焯伟, 钟绍春, 等. 人工智能支持下教育知识图谱模型构建研究[J]. 电化教育研究, 2020, 41(4): 62-70.
 - [6] 周东岱, 董晓晓, 顾恒年. 教育领域知识图谱研究新趋向: 学科教学图谱[J]. 电化教育研究, 2024, 45(2): 91-97+120.
 - [7] 罗江华, 张玉柳. 多模态大模型驱动的学科知识图谱进化及教育应用[J]. 现代教育技术, 2023, 33(12): 76-88.
 - [8] 杨文霞, 王卫华, 何朗, 等. 知识图谱赋能智慧教育的研究与实践——以武汉理工大学“线性代数”课程为例[J]. 高等工程教育研究, 2023(6): 111-117.
 - [9] 刘凤娟, 等. 基于知识图谱的个性化学习模型与支持机制研究[J]. 中国电化教育, 2022(5): 75-90.
 - [10] 赵宇博, 等. 个性化学习中学科知识图谱构建与应用综述[J]. 计算机工程与应用, 2023, 59(10): 1-21.
 - [11] 陈敏. 教育知识图谱内涵及应用场景探析[J]. 教育传播与技术, 2020(3): 61-65.
 - [12] 李勇宏. 大规模在线内容推荐系统关键算法的设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2018.
 - [13] Chen, P.H., Lu, Y., et al. (2018) KnowEdu: A System to Construct Knowledge Graph for Education. *IEEE Access*, 6, 31553-31563. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2839607>
 - [14] 吴卓青. 基于 MOOC 数据的教育知识图谱构建与学生群体划分方法[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2021.
 - [15] 朱国丞. 基于大数据平台的知识图谱存储访问系统的设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 南京: 东南大学, 2018.
 - [16] 覃业梅, 赵慎, 李世玲, 周鲜成, 李桂梅. 基于知识图谱的《信号与系统》课程创新教学改革[J]. 教育进展, 2024, 14(3): 364-370.