

小初高全学科多级知识图谱构建与人工智能 教学应用基础研究

赵娜

北京市数字教育中心, 北京 100032

DOI: 10.61369/ETR.2025500042

摘要 : 人工智能技术的飞速发展, 其广泛应用于教育领域, 成为推动教育变革的关键力量, 知识图谱是表示和组织大量知识的有效手段, 能将零散的知识点结构化、语义化, 从而给人工智能教学应用赋予数据根基, 本文着重于基础教育阶段, 全面提出了“小初高全学科多级知识图谱”构建想法, 并深入分析了其对达成大规模因材施教, 推进教育数字化转型的重大价值。打通小初高全学段、覆盖全学科的多级知识图谱, 是解决当前教育数字化发展进程中“数据孤岛”“应用浅层化”等瓶颈问题的关键基础工程, 将是打造新一代人工智能教育生态系统的最重要基石之一。

关键词 : 知识图谱; 人工智能教育; 个性化教学

Basic Research on the Construction of Multi-Level Knowledge Graph for All Subjects in Primary, Middle and High Schools and Its Application in Artificial Intelligence Teaching

Zhao Na

Beijing Digital Education Center, Beijing 100032

Abstract : The rapid development of artificial intelligence technology and its wide application in the field of education have become a key force driving educational transformation. Knowledge graphs are an effective means of representing and organizing large amounts of knowledge, capable of structuring and semanticizing fragmented knowledge points, thereby providing a data foundation for artificial intelligence teaching applications. This article focuses on the basic education stage and comprehensively proposes the idea of constructing a "multi-level knowledge graph covering all subjects from primary to high school", and deeply analyzes its significant value in achieving large-scale personalized teaching and promoting the digital transformation of education. A multi-level knowledge graph covering all subjects and all stages from primary to high school is a key foundational project to solve the bottleneck problems such as "data silos" and "superficial application" in the current process of educational digitalization, and will be one of the most important cornerstones for building a new generation of artificial intelligence education ecosystem.

Keywords : knowledge graph; artificial intelligence education; personalized teaching

引言

国家出台的教育政策持续推动信息技术与教育教学深度融合, 并借助科技手段让优质的教育资源覆盖到更多人、提高教育质量、促进教育公平。但在实践层面, 仍面临不少挑战: 大量的教学资源没有被很好地组织起来, 不能及时对接学生的学习需求; 大量的教学数据处于割裂的状态, 无法形成一个完整的关于学生认知状态的连续画面。究其根本, 缺少一个贯通学段、融通学科、深度理解教学内容和认知规律的“教育大脑”或者说是“知识基座”, 这是制约人工智能教育向纵深发展的最大瓶颈。而知识图谱技术凭借强大的语义表达与关联推理能力, 在医疗、金融等领域已经展现出巨大的威力, 如果把知识图谱引入基础教育领域, 构建起一套覆盖小学、初中、高中三个学段、涵盖语文、数学、外语、科学等所有学科, 且能够清晰表示出知识层级、知识之间的前后关系以及认知目标的“小初高全学科多级知识图谱”, 显得十分必要。

一、小初高全学科多级知识图谱构建的意义

(一) 实现知识的结构化与体系化, 破解知识碎片化困境

传统教学中知识往往是线性且离散地存在于不同教材、教辅

和教师的大脑里, 多级知识图谱以“实体 - 关系 - 属性”的三元组形式把海量知识点编织成一张有机的语义关联网络, 这张网可以直观展现知识点间的上下位关系, 如“平行四边形”是“矩形”的上位概念、前后置依赖关系(学习“一元一次方程”是理

解“二元一次方程组”的基础)以及跨学科联系,如物理里的“力”与数学中的“向量”,从而帮助师生从宏观角度把握学科知识体系,了解知识发生发展的逻辑,从根本上避免“只见树木,不见森林”的碎片化学习^[1]。

(二) 赋能教学过程的精准化与个性化,促进核心素养落地

第一,它给学生勾勒出细致的“知识画像”,把学生在每个知识点上的学习轨迹、掌握情况、常见错误等记录下来之后,就能动态形成个性化的知识状态模型^[2]。第二,它给予教学决策以科学的“路径规划”,依靠图谱的推理功能,AI系统能依照学生的即时状况,自动规划最佳的学习路线,推荐最合适的学习资料和干预手段,做到从“人找资源”到“资源适配人”的转变,从而精准地助力培养核心素养。

(三) 促进教育大数据的融通与增值,驱动教育治理科学化

小初高全学科知识图谱给整合多源、异构的教育大数据(学业成绩数据,作业数据,课堂行为数据,测评数据)赋予了统一的知识框架和语义标准^[3]。当全部数据可以按照同一知识点体系来对齐并开展关联分析的时候,“1+1>2”的增值效应就会出现,这既能在微观层面为学生个体诊断给予全面依据,又能在宏观层面为区域教育质量监测、课程标准修订、教学改革成果评价等给出深入洞察和支持,促使教育治理由经验型向数据驱动型转变。

(四) 夯实教育数字化转型的基石,加速智能教育生态的形成

知识图谱是链接教学内容、教学主体(师生)与智能应用的关键枢纽,它向下聚合各类数字化教育资源,向上支撑各种智能教学应用,如AI助教、智能学伴、虚拟实验等^[4]。一个权威、开放且不断进化中的国家级(省级)知识图谱平台,将会大大降低教育应用创新的门槛,吸引更多社会力量加入进来,从而形成一种生机勃勃并且可以持续演化的智能教育生态。

二、小初高全学科多级知识图谱构建与人工智能教学的实践策略

(一) 小初高全学科多级知识图谱的构建

打造小初高全学科知识图谱,是个复杂的系统工程,得按照“顶层设计、标准先行、分步推进、不断迭代”的方式构建。

构建层级模型与核心要素定义:多级结构定义:确定“学段(小/初/高)->学科->模块/领域->主题/章->节->知识点->能力/素养点”的层级体系。

实体与关系定义:对核心实体(概念、公式、定理、人物、事件、技能等)及关系类型(属于、先修于、相关于、考查于等)进行标准化定义^[5]。

认知维度标注:参考布鲁姆教育目标分类学等,给知识点打上认知要求的层级(记忆、理解、应用、分析、评价、创造)。

知识抽取与融合:

数据源:围绕国家课程标准这一核心指导依据,我们系统整合了涵盖北京市各区使用的各版本主流教材内容,并充分结合权

威教辅资料、经过验证的高质量题库资源,以及来自多领域的百科知识体系^[6]。在此基础上,进一步融合了包括教学案例、学术论文、政策文件等在内的多种半结构化和非结构化数据,构建出一个全面、系统且层次分明的教育资源体系,从而为教学与学习提供坚实的数据支撑和知识服务。

技术方法:采用“人机结合”的协同构建方式,首先运用自然语言处理和信息抽取等先进技术进行初步的自动化知识图谱构建,实现基础框架的高效搭建;随后由学科教育专家和一线名师团队介入,开展多轮深度审核、校准与优化,并对语义关系进行细致丰富和扩充,通过这种人机协作的双重保障机制,切实保证最终生成的知识图谱兼具严谨的科学性和良好的教育适用性。

图谱存储、更新与维护机制:采用经过市场验证的成熟图数据库技术进行数据存储与管理,这种存储方式能够有效支持复杂且高效的关联查询操作,并具备强大的复杂推理能力^[7]。同时,系统还建立了一套灵活的动态更新与维护机制,该机制能够根据国家课程标准的持续修订、来自实际教学过程中的实践反馈,以及教育领域学术研究的最新进展,对知识图谱的内容和结构进行不断优化与迭代,并实现有序的版本升级与发布。

(二) 基于知识图谱的人工智能教学应用策略

图谱的核心价值在于其实际应用,通过将知识结构化和可视化,能够为教学与学习过程提供深度支持。以下列举几个关键的应用场景,展示图谱如何在不同环节中发挥作用。

1. 个性化学习路径规划

按照学生的测试或者长久以来的历史学习数据,在图谱上找到他的“认知起点”,清楚学生现在所知道的知识状况。当有了明确的学习目的时候,比如说要掌握有关二次函数的相关知识点时,就能依靠图谱里清晰的前后置关联以及依赖关系自动规划出一条高效的学习路线来,这条路径可以避开那些已经学会的部分,直接指向还未弄懂之处,并且形成一条直达目标的个人化、最佳路径,如从代数式到变量再到函数初步然后是一次函数最后才是二次函数^[8]。而且这个过程还会不断随着学生即时表现的变化而做出相应调整优化处理。

2. 自适应学习资源推荐

在这个场景当中,图谱所起的作用就是把各种各样的学习资源像微课视频、习题集、文献资料以及虚拟实验这些内容,“定点”地“锚定”到具体的知识点及其对应的认知层次之上,从而建立起一种结构化的关联关系^[9]。当学生在某个知识点的学习过程中遇到问题的时候,不仅可以推送一些基本的讲解类资源,还可以按照学生的掌握程度来智能推荐一些巩固理解的基础练习题目,并且会提供一些有助于能力迁移的拓展性阅读材料,甚至还会给出相关联的一些跨学科背景知识等等。这样的机制有效地实现了对资源进行精准推荐,大大提升了整个学习过程中的效率水平。

3. 智能学业评价与辅导

这种场景要点就在于,系统可以把学生每次练习、每个测试的结果都记下来,并且把这些信息与图谱上的具体知识节点联系起来,根据这些资料来制作出“知识掌握度热力图”,清楚地显

示出来学生在不同板块里的强项和弱项^[10]，而且还能进一步探究问题的原因，哪些前置知识点没有学好。比如数学应用题解得不好，可能是因为阅读理解不过关，从而自动产生一些针对性的练习和详细讲解内容组成的“个性化学习包”，这样就完成了一整套从判断诊断到补救方法在内的全程辅导流程。

4. 跨学科主题探究学习支持

图谱可以清楚地显示不同学科知识之间的关系，从而帮助学生进行综合学习和跨学科学习。例如，在组织“气候变化”的探究活动时，根据图谱自动关联地理上的气候类型分布、物理的温室效应原理、化学的碳排放知识、语文学科议论文写作训练等跨学科资源作为参考，为项目式学习、探究性学习提供丰富的素材来源。

教学应用，这是有前瞻性与战略意义的一项基础性工程，它是教育数字化由工具化应用向系统重塑迈进的方向标，也是解决个性化教育规模化难题的关键所在，此项工作技术繁杂、时间跨度长，并且涉及多个学科（教育学、心理学、计算机科学等）以及诸多主体，将来我们要不断攻克知识图谱构建方面的技术难关，诸如认知模型的细致表现形式、跨学科联系的自动识别等等，更要重视相关联的数据隐私问题、算法伦理挑战及教师角色转变之类深层次的问题。道阻且长，行则将至。坚定地推进这个数字教育基座的建设，一定能够为构建“人人皆学、处处能学、时时可学”的学习型社会打下坚实基础，最终让每一个孩子在人工智能的赋能之下都能享受到最适合自己的教育。

三、结束语

综上所述，创建小初高全学科多级知识图谱并加强人工智能

参考文献

- [1] 李晏. 大型语言模型与知识图谱融合在初中数学教育中的创新实践 [J]. 数理天地 (初中版), 2024,(23):121-123.
- [2] 邓雅云 , 杨露 , 罗凌 . 基于知识图谱的初中 Python 课程学习平台设计与开发 [J]. 现代计算机 , 2024,30(22):191-196.
- [3] 贾言璐 . 基于知识图谱的初中物理大单元教学实践研究 [C]// 广东教育学会 . 广东教育学会 2024 年度学术成果集 . 平原县第三中学 ;, 2024:279-283.DOI:10.26914/c.cnkihy.2024.071313.
- [4] 张福彦 , 周春梅 , 姜乔 , 等 . 融合观点下高中区域地理知识图谱建构的价值与策略 [J]. 地理教学 , 2024,(20):14-17.
- [5] 肖依婷 . 融合知识图谱的初中地理跨学科主题教学设计与实践 [D]. 南宁师范大学 , 2024.DOI:10.27037/d.cnki.ggxsc.2024.000376.
- [6] 于峰 , 王颖 . 知识图谱视角下的中国小学教育研究可视化分析 [J]. 牡丹江教育学院学报 , 2023,(10):33-37+74.
- [7] 刘洪祥 . 基于 CiteSpace 国内外小学信息技术教学研究比较知识图谱分析 [J]. 信息系统工程 , 2023,(10):59-62.
- [8] 张治 , 闫白洋 , 贾林芝 , 等 . 普通高中生物学知识图谱驱动的学科教学智能化改造 [J]. 全球教育展望 , 2023,52(08):100-114.
- [9] 杨艳春 . 知识图谱在高中化学元素及其化合物中的应用研究 [D]. 聊城大学 , 2023.DOI:10.27214/d.cnki.glcscu.2023.000301.
- [10] 宋宇 , 肖菁 , 汤娜 , 等 . 知识图谱如何赋能课堂教学评价？——以小学阶段优质数学课“平行与垂直”为例 [J]. 现代教育技术 , 2023,33(01):83-90.