

基于知识图谱的课堂教学数智化转型路径探析

梁小帆^{1,2}, 尹伊¹, 李玮玮¹

(1.河北工程技术学院,河北石家庄 050091;

2.河北师范大学,河北石家庄 050010)

[摘要]随着信息技术的飞速发展,知识图谱作为一种结构化的知识表示方法,在数据整合、智能推理及信息检索等领域展现出巨大潜力。在教育领域,知识图谱的可视化技术逐渐渗透到高校教学中,为复杂知识体系的直观呈现和个性化学习提供了可能。本文聚焦于《软件工程专业导论》课程,进行课程知识图谱的设计与构建,探讨基于知识图谱的课堂教学数智化转型路径,旨在通过理论与实践相结合,为基于知识图谱的课堂教学数智化转型提供新思路。

[关键词]知识图谱;课堂教学;数智化转型

[作者简介]梁小帆(1993—),女,河北张家口人,河北工程技术学院网络空间安全学院讲师,河北师范大学教育学院在读博士,主要从事教育信息化研究、教师培训及信息技术教育等。通信作者:尹伊(1989—),女,河北石家庄人,河北工程技术学院网络空间安全学院讲师,硕士,主要从事教育信息化研究及软件工程教学研究等。李玮玮(1984—),女,河北邯郸人,河北工程技术学院网络空间安全学院讲师,硕士,主要从事计算机应用研究、智能信息处理与应用等。

[基金项目]本文系河北工程技术学院教学改革课题“基于知识图谱的课堂教学数智化转型的理论与实践研究”(项目编号:2024HGJG04)。

[DOI] <https://doi.org/10.62662/kjxk0103006>

[中图分类号] G434

[本刊网址] www.oacj.net

[投稿邮箱] kjxk999@163.com

在高等教育领域,数字化转型已成为提升教学质量和效率的重要途径。知识图谱作为教育信息化的重要工具,通过节点和边的形式组织知识,能够系统地揭示知识点之间的内在联系与层级结构,为学习者提供清晰的学习路径和全面的知识视图。近年来,国内高校在数字化转型方面取得了显著成果,但如何有效整合并直观呈现复杂的知识体系、实现个性化学习路径规划及智能答疑与反馈等仍是亟待解决的问题。文章以《软件工程专业导论》为例,进行课程知识图谱的设计与构建,并探索基于知识图谱的课堂教学数智化转型路径。

一、国内外研究现状

(一)国外研究现状

知识图谱最初是2012年谷歌(Google)提出的概念,致力于在搜索引擎中提供更加精细与便捷的服务。国外的微软(Microsoft)、脸谱(Facebook)等科技巨头将知识图谱应用于管理大量数据,以提升搜索功能的效率。国外知识图谱在教育领域的垂直应用起步较早,技术相对成熟。知识图谱作为一种描述实体之间关系的语义网络,能够将教育内容的结构化表示为图的形式,从而帮助实现教育资源

的高效管理和智能推荐。研究者Qin Y.等通过实体识别与关系抽取等技术来构建课程的知识图谱,帮助学生梳理学科知识体系。研究者Chen Y.依托知识图谱与文本分类算法来构建知识内容与课程评价之间的映射关系。这些国际举措为我国基于知识图谱的课堂教学数智化转型提供了有益的参考。

(二)国内研究现状

国内关于知识图谱的研究工作也在逐渐展开。近年来,随着教育信息化的深入发展,知识图谱可视化技术凭借其直观、互动性强等特点,逐渐渗透到课堂教学中。研究者刘凤娟等通过构建基于知识图谱的个性化学习模型以解决在线学习中的个性化学习问题。研究者丁国富等通过采集能力需求信息与课程知识点匹配映射以构建实现产教双向能力达成评价的持续改进模式。国内学者开始关注如何利用知识图谱支持在线课程的构建和优化,以及如何通过知识图谱实现教育资源的共享和协作。这些研究为知识图谱在教育领域的广泛应用提供了新的思路和方法。特别是在《软件工程专业导论》这类课程中,知识图谱能够帮助学生更好地理解软件工程领域的复杂知识体系,提高学习效

率与深度。

二、基于知识图谱的课堂教学数智化转型的理论探析

(一) 内涵意义

基于知识图谱的课堂教学数智化转型,是教育领域在数字化时代的一次深刻变革。知识图谱,作为一种结构化的语义网络,通过节点和边来组织、描述和表示现实世界中的知识。在教育领域,知识图谱的引入为课堂教学数智化转型提供了新的思路和方法。其内涵意义主要体现在以下几个方面:一是知识表示与组织的新范式,知识图谱以直观、可视化的方式展示知识点之间的内在联系与层级结构,为学习者提供清晰的学习路径和全面的知识视图。这种知识表示与组织的新范式,有助于降低学习门槛,提高学习效率,促进知识的深度理解和记忆。二是教学资源的整合与优化,通过知识图谱,教育者可以系统地整合学科知识,形成丰富多样的教学资源库。这些资源不仅限于教材、课件等传统形式,还包括微课视频、拓展资源、课程思政案例等多元化内容。知识图谱的应用使得教学资源的利用更加高效、便捷。三是个性化教学的实现,基于知识图谱的课堂教学数智化转型,能够根据学生的学习进度、兴趣点和难点,为他们规划出最适合的学习路径。这种个性化教学方式,不仅提高了学生的学习效果,还增强了他们的学习动力和兴趣。四是教学管理与评估的智能化,知识图谱技术还可以应用于教学过程和学生行为学习的精准监控和评估。通过数据分析,教育者可以更加全面地了解学生的学习状况和需求,从而制定出针对性更强的教学计划和教学策略。同时,这种智能化的评估方式也为教学质量的持续提升提供了有力支持。

(二) 价值旨归

基于知识图谱的课堂教学数智化转型,其价值旨归在于推动教育领域的全面革新与发展。具体而言,其价值旨归体现在以下几个方面:一是通过知识图谱的应用,教育者可以更加科学地设计教学方案,优化教学内容和教学方法。同时,个性化教学方式的实现也有助于提高学生的学习效果和学习兴趣,从而全面提升教育质量。二是知识图谱技术的应用,使得优质教育资源得以更广泛地传播和共享。这有助于缩小不同地区、不同学校之间的教育差距,促进教育公平的实现。三是基于知识图谱的课堂教学数智化转型,为教育领域带来了新的技术手段和方法论。这些创新成果不仅丰富了教育教学的内涵和外延,还推动了教育理念的更新和教

育模式的变革。四是在数字化时代,创新人才的培养是教育的重要目标之一。知识图谱技术的应用,有助于培养学生的信息素养、创新思维 and 实践能力,为他们的未来发展奠定坚实基础。

(三) 过程逻辑

基于知识图谱的课堂教学数智化转型实施路径可分解为以下核心环节:一是知识图谱构建。依托人工智能、应用数学、图形学及信息可视化技术等多学科的理论体系与方法论,完成课程知识图谱的工程化建设。具体涵盖知识单元的语义提取、逻辑关系网络的拓扑构建,以及通过可视化技术实现图谱结构的直观呈现。二是教学资源映射。将教材、课件、微课视频等数字化教学资源与知识图谱节点进行语义关联,建立知识点与教学素材的双向映射机制。此举旨在构建结构化教学资源库,为学习者提供多模态、场景化的知识获取路径。三是个性化学习路径生成。基于知识图谱的拓扑结构与学习者行为数据,运用机器学习算法构建动态学习路径推荐模型。该模型通过实时分析学习进度、认知偏好及知识薄弱点,生成适配个体特征的渐进式学习方案,助力学习者构建系统化知识体系。四是教学过程智能监控。利用图谱分析技术对教学实施过程进行多维度监测,包括学习行为轨迹追踪、教学效果实时诊断及教学策略自适应调整。通过构建教学数据仪表盘,实现教学管理者对课堂质量的可视化掌控与精准干预。五是学习成效评估反馈。基于知识图谱的评估模型,开发自动化评测系统与个性化反馈机制。该系统通过分析学习成果与图谱目标的匹配度,生成包含知识掌握度、能力发展图谱的多维评估报告,并为教与学双方提供改进建议,形成持续优化的教学闭环。

三、《软件工程专业导论》课程知识图谱的设计与构建

在构建《软件工程专业导论》课程知识图谱时,文章遵循数据层、模式层和应用层三个核心层次进行系统设计。数据层涵盖了从多样化来源整合的结构化、半结构化和非结构化数据,为知识图谱的构建奠定了坚实的基础;模式层,亦称本体层,明确界定了课程中涉及的各类实体及其属性,借助专业工具,实现知识的标准化组织与管理;应用层则将这些结构化知识巧妙融入教学实践,助力学生深刻理解理论知识与实际操作之间的内在联系。

(一) 数据获取

在设计《软件工程专业导论》课程知识图谱的数据层时,我们将数据细致地分为结构化数据、半

结构化数据和非结构化数据三类,以全面覆盖课程相关的各种信息源。

1. 结构化数据

结构化数据主要来源于数据库、电子教材目录、课程大纲、教学管理系统等。数据内容包括软件工程的基本概念(如软件生命周期、开发模型等)、软件开发流程(如需求分析、设计、编码、测试等阶段)、项目管理方法(如敏捷开发等)以及课程相关的元数据(如课程名称、教师信息、学时安排等)。处理方式:通过SQL查询、API接口调用等方式直接从数据源中提取所需信息,并进行清洗和格式化,以便后续处理。

2. 半结构化数据

半结构化数据主要来源于学习平台(如MOOC、在线课程平台)、电子文档(如PDF、Word文档)、PPT等教学资源。数据内容:包括课程讲义、课件、案例分析、实验指导等教学材料,以及学生在学习过程中的互动数据(如讨论区发帖、作业提交情况等)。处理方式:通过文本解析、OCR识别等技术提取文档中的关键信息,如章节标题、段落内容、图表等,并将其转化为结构化数据形式。同时,利用数据分析工具对互动数据进行挖掘,提取有价值的学习行为特征。

3. 非结构化数据

非结构化数据主要来源于网络获取的电子教材、论坛讨论、博客文章、视频教程等。数据内容:涵盖软件工程领域的最新动态、技术趋势、实践经验分享等。处理方式:对于文本内容,采用自然语言处理技术(如分词、停用词过滤、词干提取等)进行预处理,以便进行后续的文本分析和知识提取。对于视频内容,利用视频处理技术提取关键帧、语音识别等技术获取视频中的文本信息,并结合上下文进行语义分析。此外,还可以利用图像识别技术处理图片中的图表、流程图等元素,将其转化为可解析的结构化数据。

(二) 本体构建

在《软件工程专业导论》课程的本体构建过程中,采用了斯坦福大学的开源软件Protégé作为本体构建工具,本体构建是知识图谱模式层的核心,旨在形式化描述软件工程领域相关的教学概念、属性、关系等。

1. 确定本体的范围

基于《软件工程专业导论》的教学目标、课程大纲以及学生的实际需求,明确本体需要覆盖的核心知识点和关键术语,包括软件工程的基本概念、开

发流程、项目管理方法、质量保障措施等多个方面,确保本体能够全面反映课程的核心内容。

2. 归纳和总结核心概念

在Protégé中,首先构建了一个“课程研究主题”的顶级类别,作为本体的根节点。然后,将软件工程中的一系列核心概念,如“软件开发过程”“需求分析”“设计模式”“项目管理”“软件测试”等,纳入到这个类别下,作为本体的核心组成部分。

3. 设计概念的层级结构

根据教材的教学逻辑和知识点的内在联系,精心拟定了知识点的层级结构。例如,将“软件开发过程”细分为“需求分析”“设计”“编码”“测试”等子阶段,并将这些子阶段进一步展开,形成了一套层次清晰、逻辑严密的知识体系。

4. 提炼实体关系及属性

在本体中,实体之间的关系是构建知识图谱的关键。文章定义了多种关系类型,如“属于”“包含”“关联”“前置条件”“后继关系”等,以准确描述实体之间的内在联系。同时,还设计了对应的关系三元组,如(需求分析,属于,软件开发过程)、(设计模式,关联,编码实践)等,以便后续的知识推理和应用。

5. 定义实体的属性约束

为了确保本体中实体属性的准确性和实用性,文章为每个实体的属性设置了详细的数据类型和取值范围。例如,对于“软件开发过程”这个实体,定义了其“开始时间”“结束时间”“负责人”等属性,并为每个属性指定了合适的数据类型(如日期、字符串等)和取值范围(如负责人的取值范围为教师名单)。

6. 构建实体属性

在确定了实体的关系和属性约束后,本研究开始将所有识别的实体按类别添加到本体中。对于每个实体,都配置了详细的属性信息,如名称、描述、相关资源链接等,以便学生和教师能够方便地获取和使用这些信息。

7. 本体的可视化与迭代优化

为了直观地展示本体的结构和内容,利用Protégé提供的可视化工具对本体进行了图形化展示。同时,还根据实际教学需求和反馈意见,对本体结构进行了不断的调整和优化。例如,可能会根据新的教学大纲或技术发展趋势,添加新的实体和关系;或者根据学生的学习反馈,调整实体的属性约束和层级结构。通过这些迭代优化过程,确保了知识图谱的完整性和一致性,使其能够更好地服务

于《软件工程专业导论》课程的教学和实践。

(三) 信息抽取

信息抽取是《软件工程专业导论》知识图谱构建中关键的一环,它涉及从文本数据中提取出结构化的信息,如实体和它们之间的关系。为了提高模型在实体和关系抽取任务中的性能,采用了一系列数据增强技术。同义替代,通过替换句中的非停用词来丰富文本表达,增强模型对词语不同表达方式的捕捉能力。

随机交换,交换句子中两个词的位置,增强句子结构的多样性,提升模型对不同词序下的语言结构的理解能力。随机插入,在句子中随机插入同义词,增强文本的多样性,帮助模型在更加杂乱的语境中学习实体和关系。随机删除,删除句子中的某些词,使模型在缺少某些信息的情况下仍然能够进行有效推理。

(四) 知识融合与加工

在构建《软件工程专业导论》课程的课程知识图谱时,处理来自多源文本的信息显得尤为关键,尤其是面对模糊和重复的数据。知识融合通过实体消歧和共指消解两个核心步骤来提升数据的质量,确保知识图谱的准确性和一致性。

1. 实体消歧

实体消歧在这一过程中起着至关重要的作用,它用于明确相同名称的实体可能指向的不同概念。例如,在《软件工程专业导论》课程中,“设计模式”既可以指一种具体的软件设计模式,如单例模式、工厂模式等,也可能泛指设计模式这一整体概念。正确的理解依赖于具体的上下文信息,因此实体消歧是必不可少的步骤。

2. 共指消解

共指消解则处理那些表述不同但指向同一实体的情况。比如,在课程中,“软件工程”和“软件开发生命周期管理”在某些上下文中可能指的是同一个广泛的概念或领域。实现共指消解通常涉及自动化工具和手动审核的结合。首先,利用自然语言处理工具识别和标注文本中的实体及其属性,然后结合相似度算法和预训练模型,以区分和链接这些实体。

3. 专家复审

为了保证知识图谱的高质量输出,仅依赖自动化工具是不够的。最终结果还需通过专家复审,确保每个实体的指代清晰且准确。专家复审不仅可以纠正自动化工具可能产生的错误,还可以补充和完善知识图谱中的信息,从而提升其整体质量和可

用性。

四、基于知识图谱的课堂教学数智化转型路径

(一) 知识体系构建

在《软件工程专业导论》课程的教学过程中,知识体系的构建是确保教学内容系统性和连贯性的关键。利用知识图谱技术,可以对该课程的知识点进行深度梳理和整合,形成一个结构化、层次化的知识体系框架。具体而言,每个知识点被表示为知识图谱中的一个节点,而知识点之间的关系则通过边来连接。这种表示方法不仅清晰地展示了知识点之间的内在联系,还便于教师对教学内容进行层次化的组织和安排。知识体系的构建不仅有助于教师更好地组织教学内容,还能帮助学生快速掌握课程的核心知识点和它们之间的内在联系。学生可以通过浏览知识图谱,直观地了解课程的整体结构和各个知识点之间的关系,从而更有针对性地进行学习和复习。

(二) 可视化教学

可视化教学是提高教学效果和学习效率的重要手段。借助知识图谱可视化工具,可以将构建好的知识体系以图形化的方式呈现出来,使学生能够更直观地理解软件工程领域的复杂知识体系。在可视化教学中,可以利用不同的颜色、形状和线条来表示不同类型的知识点和它们之间的关系。例如,可以用不同的颜色来区分核心概念、基本原理、技术方法等不同类型的知识点;用不同形状的节点来表示知识点的不同层次和重要性;用不同类型的边来表示知识点之间的逻辑关系。通过这种直观的视觉展示,学生可以更容易地理解知识点之间的联系和区别,从而提高学习效果。同时,教师也可以利用可视化工具进行动态演示和讲解。在课堂上,教师可以通过演示知识图谱的演变过程,引导学生逐步深入理解课程的内容。通过动态的演示和讲解,教师可以更加生动地展示知识点之间的内在联系和演变规律,增强学生的理解和记忆。

(三) 个性化学习路径规划

个性化学习路径规划是实现因材施教的重要途径。基于知识图谱技术,可以分析学生的学习数据和行为轨迹,为每个学生提供个性化的学习路径和资源推荐。具体而言,可以通过收集学生在学习过程中的数据,如作业完成情况、测试结果、在线互动记录等,来分析学生的知识掌握情况和学习需求。然后,利用智能算法对这些数据进行分析和处理,根据学生的知识水平和兴趣偏好,为其量身定制学习计划和资源列表。这些学习计划和资源列

表可以包括推荐的学习顺序、重点知识点、相关学习资料等,以帮助学生更加高效地学习。通过个性化学习路径规划,可以满足不同学生的学习需求和学习风格,提高学习的针对性和有效性。

(四)智能答疑系统

智能答疑系统是提高学生自主学习能力和问题解决能力的重要工具。可以利用自然语言处理技术和知识图谱技术,构建一个智能答疑系统,为学生提供即时、准确的答案和解题指导。在智能答疑系统中,学生可以通过输入问题来获取相关的答案和解题步骤。系统首先会对学生的问题进行语义分析和理解,然后匹配知识图谱中的相关知识点和答案。对于简单的问题,系统可以直接给出答案;对于复杂的问题,系统可以引导学生逐步思考和解答,提供相关的提示和解题思路。智能答疑系统不仅可以为学生提供即时的帮助和支持,还可以根据学生的学习数据和反馈不断优化和完善。通过不断学习和更新知识图谱中的内容,系统可以更加准确地回答学生的问题,提高其智能化和自适应性。

(五)学习反馈机制

构建智能化学习反馈体系是提升教学效能与学习质量的核心抓手。依托知识图谱技术,可打造具备动态感知与精准分析能力的反馈机制,为教学双方提供数据驱动的决策支持。该体系通过多源数据融合与图谱分析技术,实现学习过程的全方位监测与个性化指导。在数据采集层面,系统可整合结构化与非结构化学习数据,包括但不限于:学习任务完成度、阶段测评结果、平台交互日志、协作学习记录等。运用知识图谱的语义关联能力,将这些离散数据映射至知识节点,构建学习者能力画像与知识掌握图谱。对于教学端,反馈机制可生成结构化教学分析报告。通过图谱可视化技术,教师可直观掌握班级整体知识覆盖情况、高频错误路径及认知薄弱环节。基于这些数据,系统可推荐优化教学节奏的方案,如针对共性难点自动生成微课资源,或根据学生兴趣图谱调整案例教学的行业领域。针对学习端,系统可输出定制化学习诊断报告。该报告包含知识掌握热力图、能力发展曲线及个性化提升建议。学习者可通过多维成绩分析,识别知识断点与思维盲区,系统则根据图谱路径推荐针对性强化训练模块,并动态调整学习任务难度与呈现方式。该反馈机制的创新性在于实现“评估—诊断—干预”的闭环管理:通过实时采集学习行为数据构建动态图谱,运用机器学习模型预测学习风险,最

终触发个性化干预策略。这种基于知识关联的反馈模式,使教学调整从经验驱动转向数据驱动,显著提升了教学决策的科学性与时效性。

五、结论与展望

文章探讨了基于知识图谱的课堂教学数智化转型路径,并以《软件工程专业导论》为例进行了基于知识图谱的设计与构建、基于知识图谱的课堂教学数智化转型路径探析。然而,基于知识图谱的课堂教学数智化转型仍面临诸多挑战和问题。面临的挑战包括数据整合难度、技术实现难度与用户接受程度。未来研究将进一步探索如何优化知识图谱的构建方法和应用场景、提高AI技术的智能化水平以及增强用户的接受度和使用意愿等方面的问题,为高校教学的数字化转型提供更加全面和深入的解决方案。

参考文献:

- [1] Heiko Paulheim. Knowledge Graph Refinement: A Survey of Approaches and Evaluation Methods[J]. Semantic Web, 2016, 8(3): 489-508.
- [2] Mike Thelwall, Pardeep Sud. Webometric Research with the Bing Search API 2.0[J]. Journal of Informetrics, 2014, 6(1): 44-52.
- [3] Qin Yuehua, Cao Han, Xue Leyi. Research and Application of Knowledge Graph in Teaching: Take the Database Course as an Example [A]. Journal of Physics: Conference Series[C]. Bristol: IOP Publishing, 2020.
- [4] Chen Yanan. Research on Data Mining of Intelligent Education Evaluation from the Perspective of the Knowledge Graph[A]. Journal of Physics: Conference Series[C]. Bristol: IOP Publishing, 2021.
- [5] 刘凤娟,赵蔚,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):75-81,90.
- [6] 丁国富,王淑莹,等.基于知识图谱的产教融合课程体系建设模式探索[J].高等工程教育研究,2024(2):79-83,90.
- [7] 谢幼如,陆怡,彭志扬,等.知识图谱赋能高校课程“教—学—评”一体化的探究[J].中国电化教育,2024(12):1-7.
- [8] 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.
- [9] 黄飞丹,邓泽喜.基于知识图谱的工业互联网技术专业课程体系建构研究[J].教育科学文献,2025,2(6):205-209.
- [10] 付成芳.基于知识图谱的自适应学习推荐系统的构建与应用[J].湖北开放职业学院学报,2025,38(12):160-163.

[11]刘凯航.基于知识图谱的个性化学习路径推荐研究 [D].南京:南京邮电大学,2022.

Exploration of the Path of Digitalization Transformation in Classroom Teaching Based on Knowledge Graph

LIANG Xiao-fan^{1,2}, YIN Yi¹, LI Wei-wei¹

(1. School of Cyberspace Security, Hebei University of Engineering Science, Shijiazhuang Hebei 050091;
2. College of Education, Hebei Normal University, Shijiazhuang Hebei 050010, China)

Abstract: With the rapid development of information technology, knowledge graph, as a structured knowledge representation method, has shown great potential in fields such as data integration, intelligent reasoning, and information retrieval. In the field of education, the visualization technology of knowledge graphs has gradually penetrated into university teaching, providing possibilities for the intuitive presentation of complex knowledge systems and personalized learning. This paper focuses on the course “Introduction to Software Engineering” and designs and constructs a course knowledge graph to explore the digital transformation path of classroom teaching based on knowledge graph. The aim is to provide new ideas for the digital transformation of classroom teaching based on knowledge graph through the combination of theory and practice.

Key words: knowledge graph; classroom teaching; digitalization transformation