

高等数学知识图谱的构建与应用探究

刘晓慧^{1*}, 薛旭东²

¹陕西铁路工程职业技术学院基础课部, 陕西 渭南

²陕西铁路工程职业技术学院铁道装备制造学院, 陕西 渭南

收稿日期: 2025年5月19日; 录用日期: 2025年6月18日; 发布日期: 2025年6月26日

摘要

文章以高等数学为切入点, 旨在探究高等数学知识图谱的构建及其在教学和学习等方面的应用。首先分析了数字化视域下的高数教学现状, 接着剖析了高等数学知识图谱构建的重要性和必要性, 并提出了构建高等数学知识图谱的步骤, 最后探讨了知识图谱在高等数学教学中的应用, 这为其他课程知识图谱的构建提供了良好的参考示范。

关键词

知识图谱, 高等数学, 数字化教学

Exploration of the Construction and Application of Advanced Mathematics Knowledge Graph

Xiaohui Liu^{1*}, Xudong Xue²

¹Department of Basic, Shaanxi Railway Institute, Weinan Shaanxi

²School of Railway Equipment Manufacturing, Shaanxi Railway Institute, Weinan Shaanxi

Received: May 19th, 2025; accepted: Jun. 18th, 2025; published: Jun. 26th, 2025

Abstract

This paper takes advanced mathematics as the entry point, aiming to explore the construction of the knowledge graph of advanced mathematics and its application in teaching and learning, etc. Firstly, the current situation of advanced mathematics teaching from a digital perspective is analyzed. Then, the importance and necessity of constructing the knowledge graph of advanced mathematics

*通讯作者。

文章引用: 刘晓慧, 薛旭东. 高等数学知识图谱的构建与应用探究[J]. 教育进展, 2025, 15(6): 861-865.
DOI: 10.12677/ae.2025.1561072

are dissected, and the steps for constructing the knowledge graph of advanced mathematics are proposed. Finally, the application of knowledge graphs in advanced mathematics teaching is discussed, which provides a good reference demonstration for the construction of knowledge graphs in other courses.

Keywords

Knowledge Graph, Advanced Mathematics, Digital Teaching

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

2022年,党的二十大报告提出“推进教育数字化,建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国”,这标志着教育数字化已从行业倡议上升为国家战略,成为实现教育现代化的重要路径[1]。2023年2月,首届世界数字教育大会在北京召开,旨在推动我国教育数字化发展;2024年1月,世界数字教育大会进一步强调了数字化转型的重要性。在教育数字化的时代浪潮下,如何更好地整合与运用教育资源成为关键议题。国务院在《新一代人工智能发展规划》中指出:要重点突破知识图谱构建与学习、知识演化与推理等关键技术,建立以学习者为中心的智能化教育环境[2]。知识图谱作为一种基于语义网络的知识表示形式,通过结构化和关联化的方式组织知识体系,在推动教育资源的有效组织和利用方面具有巨大潜力。它可以对海量的教育知识进行梳理和呈现,助力教育数字化转型的深入推进。无论是构建全民终身学习的学习型社会,还是落实教育数字化工作的新进展,知识图谱都能凭借其独特的优势,在教育领域发挥重要作用,为教育数字化的发展提供有力支撑。

2021年,郎亚坤等人基于Neo4j图数据库构建了细粒度的C++课程知识图谱,增强了知识点间的关联性,便于学生学习相似知识点[3]。2022年,王得强等人通过知识图谱直观展示了知识结构,并利用知识图谱为知识库的搜索和个性化推荐功能提供了技术支持[4]。2023年,华东师范大学将AI技术深度融入高等教育,以虚拟化、智能化为核心,实现了个性化学习与高效教学管理[5]。另外,阿里巴巴推出的“数字知识平台”,实现了知识点关联强度的动态实时更新[6]。2024年,罗莉霞借助知识图谱技术搭建了一个全面的数字化学习平台,实现了资源与知识点的深度关联与融合[7]。为加强高校人才的培养,本文以高职高等数学为例,探讨如何构建高职高等数学的知识图谱,并将知识图谱应用于教学创新与实践。

2. 数字化视域下高等数学的教学现状

随着教育数字化转型的深入发展,高等数学教学在教学方法创新和教学资源建设方面取得了突破性进展。这些进展突出表现为:智能化教学平台的广泛应用、交互式学习体验的显著改善、教学资源获取便利性的全面提升。然而,通过教学实践观察发现,数字化教学仍面临多重挑战,主要体现在以下关键方面:

1) 数字教学知识碎片化。随着教育数字化的深度发展,高等数学的数字化教学资源涵盖了课程视频、课件、教案、教学计划等多种教学文件。但这些内容相互独立,彼此之间的联系不够紧密,导致资源的利用率不高且与实际教学活动的结合度不强。

2) 教师数字化应用率不高。有些教师认为,数字化教学仅仅是将传统教学方式迁移到数字平台上,

缺乏与之相匹配的教学活动和教学设计。这种做法使得数字化教学与实际教学需求脱节, 导致学生无法有效地参与到数字化教学过程中去[8]。

3) 设备和平台不统一。不同学科的教师可能使用不同的数字化教学平台和工具, 导致学生需要适应多种系统和界面。

4) 个性化教学不足。目前的数字化资源不能满足各个层次学生的学习需求, 缺乏应用数学的意识和思政元素的融合, 这导致个性化学习无法满足、能力培养不尽人意、数学素养培育不足。

3. 高等数学知识图谱构建的重要性

在高等教育体系里, 高等数学作为基础核心课程, 既是学科间交流的通用语言, 又在培育学生逻辑与抽象思维能力、科学素养等方面具有不可替代的作用。然而, 随着教育信息化 2.0 时代的到来, 传统的高等数学教学模式面临着诸多挑战: 教学内容呈现方式单一、学习过程缺乏可视化引导、教学反馈滞后导致难以精准把握学生知识掌握程度等问题日益凸显。知识图谱技术凭借其强大的语义关联能力和结构化表示优势, 为高等数学教学改革提供了新的技术路径。该技术通过建立知识点间的多维关联网络, 能够实现:

1) 知识体系可视化。知识图谱采用图数据库技术构建概念 - 定理 - 公式的语义网络, 使得知识结构更加清晰, 有助于学生建立系统化的知识体系。此外还可以帮助学生更好地理解数学概念之间的关联和依赖关系, 进而加深对知识的理解。

2) 学习路径个性化。知识图谱不仅可以引导学生探索数学知识, 激发学生的自主学习兴趣和能力, 还可以帮助学生直观地理解抽象的数学概念, 特别是对于基础薄弱的高职生来说效果显著。通过知识图谱, 学生可以快速定位到需要学习的知识点, 避免了在繁杂的数学理论中迷失方向, 还可以根据学生的学习进度和偏好进行调整, 支持个性化学习路径的构建, 提高了学习效率。

3) 考核过程智能化。基于知识图谱构建“知识点 - 能力 - 难度”的三维命题模型, 运用图神经网络实现试题的智能关联与组卷优化。

4) 知识迁移自动化。通过构建多维度知识关联网络, 系统自动识别不同学科领域的知识映射关系, 当学生在解决特定领域问题时, 图谱引擎能智能推荐相关数学工具和方法。例如盾构专业的学生在计算盾构机的推进力时, 系统不仅展示专业知识, 同时关联数学方法“微元法”。

综上, 知识图谱作为一种新型有效的知识组织和呈现工具, 与高等数学课程的深度融合展现出显著的教育价值。

4. 高等数学知识图谱的构建步骤

高等数学作为现代科学技术的基石, 蕴含着丰富而复杂的知识体系。从基础的函数概念到深奥的微积分理论, 从线性代数的矩阵运算到概率论的随机变量, 知识点繁多且相互关联。对于学习者而言, 理清这些知识脉络并非易事。而知识图谱, 以结构化的形式呈现知识, 能够有效整合碎片化信息。具体构建步骤如下。

4.1. 知识获取

教材是知识获取的主要来源, 应系统、全面地梳理其中的章节架构、概念定义、定理证明以及经典例题等知识信息。同时, 广泛查阅相关学术期刊、权威的会议论文和研究报告等资料, 以获取高等数学领域的前沿研究成果与拓展性知识, 从而使知识图谱的内容更加丰富多元。此外, 教师根据自己的教学经验, 将教学过程中积累的实用解题技巧、易错点分析等知识融入知识图谱, 实现教学内容的优化与重组。

4.2. 知识抽取

从收集到的知识资料中识别出高等数学中的实体,如概念(极限、导数、积分等)、公式、定理等,并对实体进行准确的定义和描述。同时明确实体之间存在的不同关系,例如因果关系(如函数可导与连续之间的因果关系)、从属关系(如定积分是积分的一种特殊形式)、等价关系(如一些等价无穷小之间的关系)等。

4.3. 知识融合

对于可能存在歧义的实体,通过对比不同来源的知识信息,确定其准确的含义,消除歧义。与此同时,将来自不同数据源的相同或相关知识进行合并,避免知识的重复和冲突。例如,将不同教材中关于同一概念的表述进行整合,形成统一的知识描述。

4.4. 知识存储

以东北师范大学出版的“十四五”职业教育国家规划教材(基础模块 第二版)为研究主体,以学习通平台为载体,通过人工输入的方式构建知识图谱,见图1。

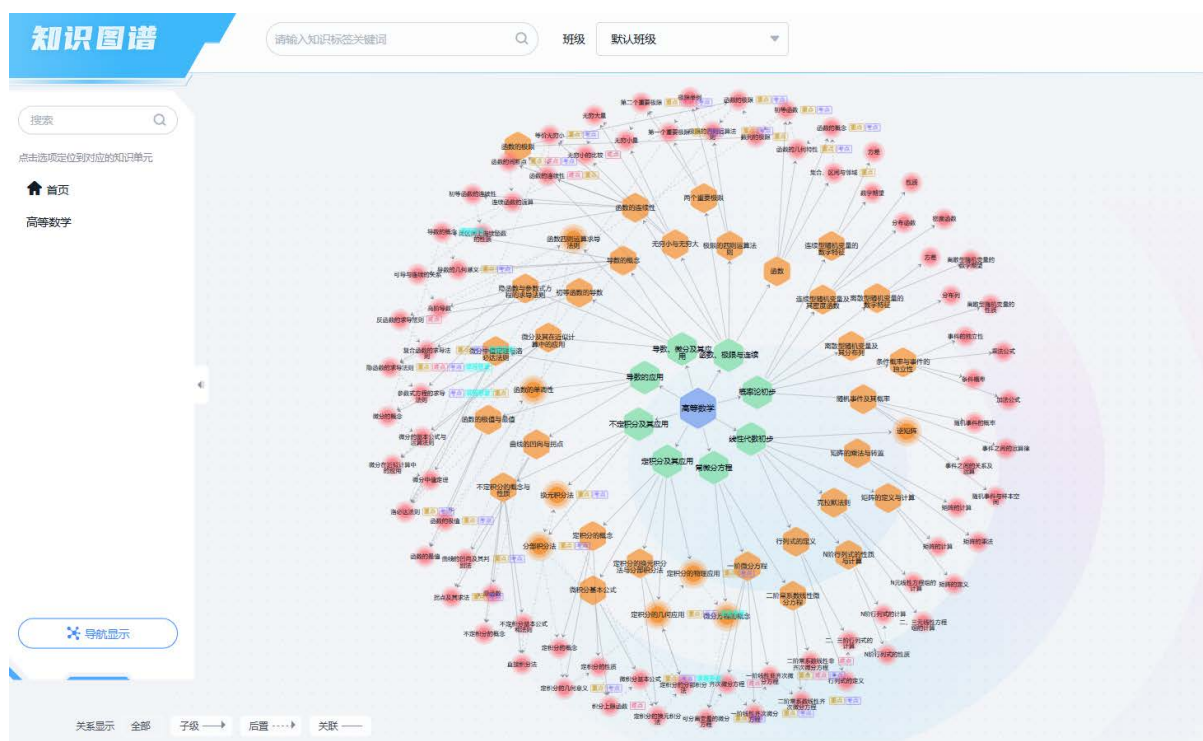


Figure 1. Knowledge graph of advanced mathematics
图 1. 高等数学的知识图谱

由图 1 可知,知识图谱将碎片化的知识关联起来,形成系统的学习网络和直观的学习路径,使知识成为“可见”的体系结构,从而实现教授层层递进、学习循序渐进,进而实现知识的有机组织、深入挖掘和全面利用。除此之外,知识图谱链接了教案、教学 PPT、教学视频、作业、题库、思政案例、学科案例等资源,实现了教学资源的集成化。

5. 知识图谱在高等数学中的应用

知识图谱以其强大的知识整合与关联能力，为高等数学的教与学开辟了新路径。通过将抽象的数学

知识结构化、可视化, 不仅有助于学生理解掌握重难点, 也为教师教学提供了新思路。主要体现在:

1) 概念理解与梳理。高等数学包含许多抽象概念, 例如极限、导数、积分等。知识图谱可以将这些概念及其相关的定义、性质、定理、示例等组织起来, 形成一个可视化的结构。例如, 在极限概念的知识图谱中, 会包含极限的定义、极限的运算法则、不同类型函数求极限的方法等相关知识节点, 通过有向边展示它们之间的关联, 帮助学生更清晰地理解极限概念的全貌和内在联系, 避免孤立地记忆知识点。

2) 知识体系构建。高等数学知识体系庞大且复杂, 各个章节之间存在着紧密的逻辑关系。利用知识图谱可以将整个高等数学的知识体系进行整合, 从基础的函数概念出发, 逐步延伸到微分、积分、微分方程等各个分支。比如, 在函数与微积分的关系中, 知识图谱可以展示函数是微积分的研究对象, 导数和积分是研究函数性质(如单调性、极值、曲线所围面积等)的重要工具, 清晰地呈现出知识之间的层次结构和逻辑脉络, 有助于学生构建完整的知识框架。

3) 解题思路引导。当解决高等数学问题时, 知识图谱可以作为一种辅助工具, 引导学生找到解题思路。例如, 求解一个函数的定积分时, 学生可以通过知识图谱查找与定积分相关的知识点, 如牛顿-莱布尼兹公式、换元积分法、分部积分法等, 以及这些方法适用的函数类型和条件。根据问题中函数的特点, 从知识图谱中找到对应的解题方法和相关的示例, 从而启发解题思路, 提高解题效率。

4) 知识检索与复习。在学习高等数学的过程中, 学生需要不断地查找和复习相关知识。知识图谱提供了一种便捷的知识检索方式, 学生可以通过关键词或者概念节点快速定位到所需的知识点及其相关内容。例如, 在复习多元函数微分学时, 学生可以通过知识图谱找到多元函数的偏导数、全微分、方向导数等概念的详细解释和相关的例题, 方便进行系统的复习和巩固。

6. 结语

知识图谱将高等数学的严谨逻辑与现代教育技术的创新精神无缝衔接, 实现了完美融合。但绝非简单的整合, 而是深度的交融。借助知识图谱, 课程设计更精准地锚定知识点间的关联, 实现内容的优化重组。同时, 它与现代教育技术手段结合, 为学生搭建起互动式、可视化的学习环境, 恰似源头活水, 为高等数学课程的持续创新提供无限动力, 推动高等数学教育迈向新高度。

基金项目

陕西铁路工程职业技术学院教育教学改革项目(2024JG-05)。

参考文献

- [1] 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗[N]. 人民日报, 2022-10-26(01).
- [2] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm, 2023-05-08.
- [3] 郎亚坤, 苏超, 王国中, 等. 基于 Neo4j 的 C++课程知识图谱的构建和推理[J]. 智能计算机与应用, 2021, 17(7): 144-150+155.
- [4] 王得强, 吴军, 关立文. 结合知识图谱的行业知识库构建方法研究[J]. 制造技术与机床, 2022(8): 74-80.
- [5] 徐瑞哲. AI+ 教育, “数智人大学”呼之欲出[N/OL]. 解放日报, 2023-09-28(16). <https://www.ecnu.edu.cn/info/1094/64591.htm>
- [6] 阿里云. 数字知识平台[EB/OL]. <https://kg.edu.aliyun.com>, 2025-04-20.
- [7] 罗莉霞. 知识图谱驱动的“数据挖掘”在线课程建设及应用[J]. 信息系统工程, 2024(12): 119-122.
- [8] 吴砥, 冯倩怡, 郭庆. 教育强国背景下数字教育的内涵、特点、难点与进路[J]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版), 2024, 45(4): 80-89.