

AIGC 赋能离散数学个性化学习路径设计与实践*

张婷 全笑梅 同磊 刘兆英** 王璐

北京工业大学计算机学院, 北京 100124

摘要 针对离散数学内容抽象、学生基础差异大,传统教学难以满足个性化需求的问题,本文结合分学期授课特点,阐述了 AIGC 赋能个性化学习路径的建构逻辑与实施策略。该策略以模块联动与动态适配为核心,通过 AIGC 智能诊断定位学情痛点,定制阶梯式学习资源,并优化学习路径,实现知识分层递进与模块深度贯通。为验证该路径的有效性,本文构建了“智能诊断-资源推送-路径优化-效果评估”的闭环流程,并通过学生成绩、学习行为数据以及教学反馈进行量化评估。实践表明,该路径有效破解了知识碎片化难题,提升了学生知识掌握的系统性与自主学习能力,学生平均分显著提高。该研究为计算机类专业基础课教学改革提供了可行方案,对推动 AIGC 在高校教学中的应用具有重要意义。

关键字 AIGC, 离散数学, 个性化学习路径, 教学实践

Design and Practice of Personalized Learning Path for Discrete Mathematics Empowered by AIGC *

Ting Zhang Xiaomei Quan Lei Tong Zhaoying Liu** Luo Wang

School of Computer Science, Beijing University of Technology,
Beijing 100124, China

Abstract—To address the problems of abstract content in discrete mathematics, large disparities in students' foundational knowledge, and the inability of traditional teaching methods to meet personalized needs, considering the characteristics of semester-based instruction, we present the construction logic and implementation strategies of an AIGC-empowered personalized learning path. The strategy, with module linkage and dynamic adaptation at its core, uses AIGC-powered intelligent diagnosis to identify learning pain points, customizes tiered learning resources, and optimizes the learning path to realize hierarchical knowledge progression and deep module integration. To verify the path's effectiveness, this study constructed a closed-loop process of 'Intelligent Diagnosis - Resource Delivery - Path Optimization - Effect Evaluation' and conducted a quantitative assessment using student scores, learning behavior data, and teaching feedback. Practice has shown that this path effectively solves the problem of knowledge fragmentation, improves students' systematic knowledge mastery and autonomous learning skills, and significantly raises average student scores. This study offers a feasible solution for the teaching reform of foundational courses in computer science and is of great significance for promoting the application of AIGC in higher education.

Keywords—AIGC, Discrete Mathematics, Personalized Learning Path, Teaching Practice

1 引言

离散数学作为计算机类专业基础课,集合论、图论、代数系统、数理逻辑四大模块抽象性强、知识点零散。此外,学生基础参差不齐,对集合运算、逻辑推理等内容的接受度差异显著,传统“一刀切”教学难以适配个性化需求,且课后反馈滞后等问题突出,影响教学质量提升。教育部《关于征集第三批“人工智能+高等教育”典型应用场景案例的通知》明确提出,要利用智能技术支撑人才培养模式创新,构建个性化教育体系,为课程改革提供了政策遵循。AIGC 技术凭借智能分析、个性化生成、实时交互等特性,能够精准定位学生在各模块的知识盲区,定制适配两学期课

程进度的学习资源,搭建动态调整的学习路径,成为破解离散数学教学困境、实现因材施教的有效路径,其在个性化学习路径设计与实践中的应用具有重要现实意义。

2 时代诉求:离散数学教学的现实困境与 AIGC 机遇

离散数学的教学困境在分学期授课模式中更为具体,集合论与图论的概念繁杂,仅定义就达数百个,学生在子集运算与通路分析中易因知识点孤立记忆而出现理解断层;代数系统与数理逻辑的证明过程抽象,不少学生对命题公式化简、特殊代数系统的判定和证明只会机械套用算法,却无法理清步骤背后的逻辑脉络^[1]。教师受限于课堂时长,难以针对不同学生的认知差异,拆解集合幂集求解的易错点或图论算法的应用逻辑,课后答疑也难以覆盖所有个性化疑问,导致

* 基金项目:北京工业大学教育教学研究课题“基于高效虚拟教研室的离散数学‘一流课程’建设”(ER2024KCB06)。

** 通讯作者:刘兆英 zhaoying.liu@bjut.edu.cn。

学生知识碎片化问题突出,主动探究的欲望逐渐弱化。

AIGC 技术的特性恰好能精准回应这些教学痛点。其强大的知识关联挖掘能力,可将四大模块的定义、定理、算法按逻辑关系梳理成可视化网络,直观呈现主范式转化涉及的概念链条,或集合论与数据库应用的衔接点,帮助学生构建系统认知。借助动态生成功能,为基础薄弱学生集合幂集求解的易错点或图论算法的应用逻辑的分步运算过程,为进阶学生推送图论在网络优化中的拓展习题,实现学习内容的精准适配。同时,实时交互功能可模拟思维引导过程,针对学生在逻辑推理中的误区进行针对性启发,让个性化指导突破时空限制,成为破解离散数学教学难题、落实精准教学的有力支撑^[2]。

3 体系建构:离散数学个性化学习路径的核心内涵

图 1 展示了该方法的路径流程图。如图 1 所示,该路径起始于学情诊断与目标锚定环节,通过维度数据采集精准定位学生的知识盲区,并据此设定分层目标,进而形成精准画像与靶向施策。在此基础上,进入体系建构阶段,以模块联动为骨架、以动态适配为核心搭建路径框架,为后续的学习提供清晰的架构且适配学生学情。随后,在技术赋能实施环节,借助智能建模溯源解题思维偏差与认知痛点,分层生成基础巩固、能力提升、拓展资源,实时追踪学习进度并动态调整内容与节奏,同时通过模块闯关引导实现知识与能力的同步进阶。最终达成成效呈现与价值凝练,不仅破解知识碎片化难题,提升学生自主学习与思维应用能力。

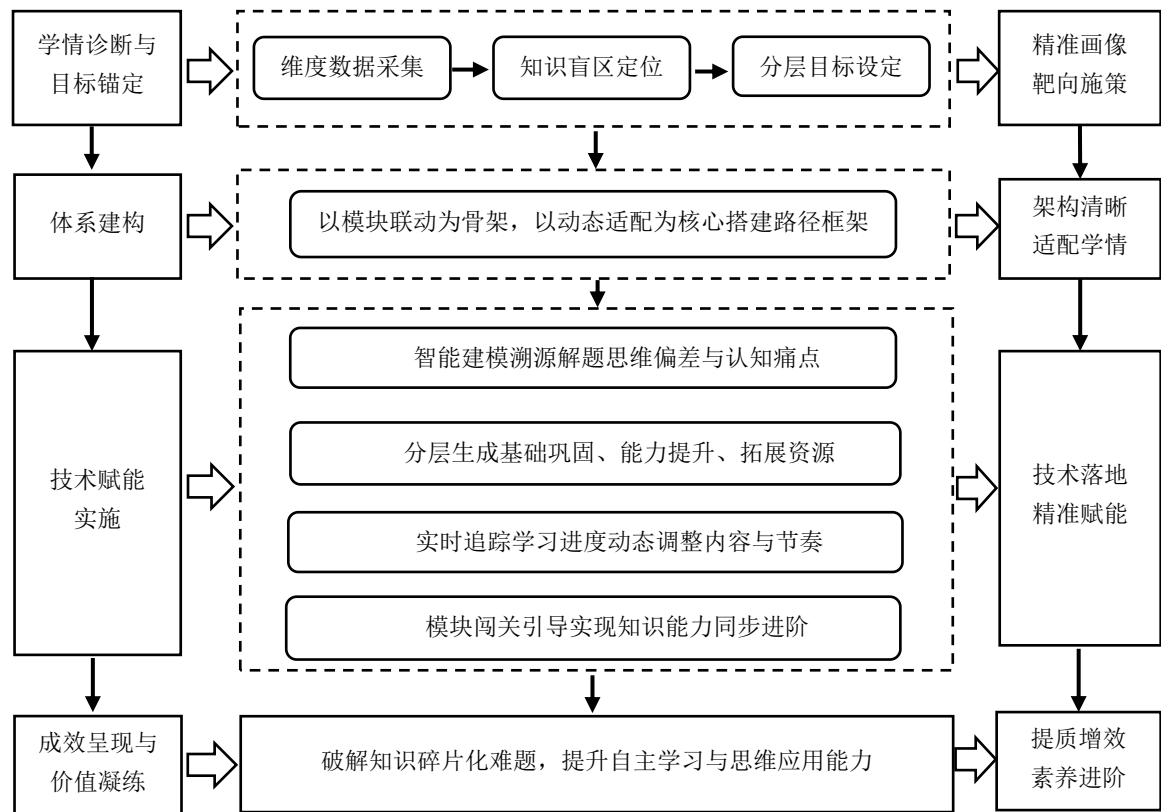


图 1. AIGC 赋能离散数学个性化学习路径流程图

3.1 模块联动架构,锚定分层目标

离散数学个性化学习路径的核心架构,以两学期课程模块划分为基础,紧扣集合与图论、代数与逻辑的内在关联,构建“模块联动+分层递进”的体系。第一学期聚焦集合论与图论的基础夯实,将知识点按“概念理解—性质应用—综合拓展”拆解:集合部分以子集、幂集、集合运算为基础层,以集合等式证明、容斥原理应用为提高层,以集合论在数据库查询中的应用为拓展层;图论部分以顶点度数、子图、通路和回

路为基础层,以最短通路算法、树的构造与应用为提高层,以图论在网络拓扑优化中的实践为拓展层^[3]。

第二学期衔接代数系统与数理逻辑,形成知识递进:代数系统以群、环、域的基本定义为基础层,以同构判定、子群性质为提高层,以代数结构在密码学中的应用为拓展层;数理逻辑以命题联结词、谓词与量词为基础层,以主范式转化、推理规则应用为提高层,以逻辑推理在程序验证中的应用为拓展层。各模块并非孤立存在,而是通过 AIGC 技术挖掘关联节点,

如将集合论中的二元关系与代数系统的等价关系联动,将图论的逻辑结构与数理逻辑的推理规则衔接,让学生在分层学习中建立系统的知识网络,确保个性化学习路径既贴合学期进度,又实现知识的深度贯通。

3.2 动态适配机制,聚焦精准赋能

个性化学习路径的核心活力在于动态适配机制,依托 AIGC 技术实现“学情诊断—内容推送—进度调整”的闭环运转。学情诊断环节不再局限于简单的答题正确率统计,而是通过分析学生解题步骤、思维过程记录,精准定位核心问题,如区分学生是因集合运算规则记忆不牢导致错误,还是因逻辑推理思路偏差引发困惑;针对图论算法题,明确学生是对算法原理理解不足,还是应用场景判断失误^[4]。

内容推送环节紧扣诊断结果,提供定制化资源:对基础薄弱学生,生成详细讲解视频,如用动画演示集合对称差运算过程、分步拆解二叉树遍历步骤;为提高层学生推送综合应用题,如结合集合论与图论设计实际场景问题;为拓展层学生提供学术文献节选、实际工程案例。进度调整则遵循弹性适配原则,若学生在数理逻辑的谓词公式化简中频繁出错,自动增加同类基础题型训练与思路引导,待掌握后再推进提高层内容;若学生快速攻克树的应用知识点,可提前解锁图论与代数系统的交叉拓展习题,让学习路径始终贴合学生实时学情,实现千人千路的精准赋能。

4 技术赋能:个性化学习路径的设计逻辑与实施策略

个性化学习路径的设计逻辑与实施策略以“主要方向—核心内容—形成目标”为脉络推进:在主要方向上,通过智能诊断建模精准定位学情痛点、定制资源生成构建阶梯学习体系、动态路径迭代实现精准适配进阶;核心内容层面,对应诊断环节运用集合模块、图论算法与代数逻辑推理溯源痛点,生成环节围绕基础巩固、能力提升、拓展延伸整合图论综合应用等知识模块设计阶梯资源;最终形成精准绘制知识盲区图谱、构建阶梯式学习体系、实现个性化适配进阶的目标,整体遵循“精准诊断—定制资源—动态迭代”的逻辑,以精准化、分层化、动态化的方式突破传统教学局限,为学习者提供契合自身需求的学习路径,助力知识盲区攻克与能力进阶。整体实施策略如图 2 所示。

4.1 智能诊断建模,精准定位学情痛点

学情诊断是个性化学习路径的起点,依托 AIGC 技术构建多维度分析模型,实现从结果判断到过程溯源的深度诊断^[5]。针对集合论模块,通过分析学生在集合运算、幂集求解、等价关系判定等题型的答题数

据,不仅统计正确率,更追踪解题步骤中的思维偏差,例如在“求给定集合的幂集”题目中,识别学生是遗漏空集等特殊子集,还是对幂集定义理解不透彻;在“利用容斥原理计算有限集合元素个数”问题中,判断学生是公式应用错误,还是对“交集元素重复计算”的逻辑本质把握不足。

图论模块聚焦通路与回路判定、最短通路算法求解、最小生成树的构造、欧拉图和哈密顿图的判定等核心题型,通过 AIGC 解析学生解题过程中的关键节点错误,比如在“迪杰斯特拉算法求解赋权图最短通路”题目中,定位学生是对贪心策略选择当前最短边的原理混淆,还是对顶点标记与权重更新步骤操作失误;在“无向树的判定”问题中,区分学生是忽略连通且边数=结点数-1 的核心条件,还是对子图与原图连通性判断失误。

代数系统与数理逻辑模块则侧重推理过程诊断,在“群的性质验证”题目中,分析学生是否能准确应用封闭性、结合律、单位元、逆元四大条件;在“命题公式主析取范式求解”问题中,追踪学生是否在真值表构造、极小项选取等步骤存在偏差;在“谓词逻辑推理理论”中,识别学生是对量词消去规则应用不当,还是对推理前提与结论的逻辑关联梳理不清,通过多维度诊断为每个学生绘制精准的知识盲区图谱。

4.2 定制资源生成,构建阶梯学习体系

基于学情诊断结果,AIGC 技术针对性生成分层资源,形成贴合两学期课程进度的阶梯式学习内容,确保资源供给精准适配学生需求。

基础巩固层面,针对集合论中笛卡尔积运算薄弱的学生,生成具象化演示动画,分步展示集合 $A = \{a, b\}$ 与集合 $B = \{x, y\}$ 的笛卡尔积 $A \times B = \{(a, x), (a, y), (b, x), (b, y)\}$ 的构建过程,并配套构建学生—课程选课关系笛卡尔积的生活化例题;针对数理逻辑中“逻辑联结词真值表记忆混淆”的问题,生成对比表格,清晰呈现“非、或、非、排斥析取、条件、等价”六种联结词的真值情况,并附“判断‘如果 2 是偶数,那么 3 是质数’的命题真值”等简单例题。

能力提升层面,为已掌握基础知识点的学生推送综合应用题,如图论模块设计结合集合论与最短通路算法,求解校园主要建筑最短通路问题,要求学生先定义主要建筑集合、路径集合,再运用迪杰斯特拉算法计算某两个建筑的最短路线;数理逻辑模块设计利用主合取范式判断 $(P \rightarrow Q) \wedge (Q \rightarrow R) \rightarrow (P \rightarrow R)$ 是否为永真式的进阶题目;代数系统模块设计验证模 5 加法运算构成群的证明题,引导学生依次验证封闭性、结合律,找出单位元与逆元,强化推理能力。

拓展延伸层面,为学有余力的学生生成跨模块融

合资源与实际应用案例，如集合论与代数系统交叉的基于等价关系的数据集聚类分析案例，要求学生运用等价关系划分样本集合，结合群论性质优化聚类算法；图论与数理逻辑融合的基于逻辑推理的网络拓扑故障诊断案例，引导学生通过图论建模描述网络节点关系，利用谓词逻辑推理定位故障节点，让学生在实践中深化知识关联，提升应用能力。

4.3 动态路径迭代，实现精准适配进阶

个性化学习路径并非固定不变，依托 AIGC 的实时追踪与反馈功能，构建“学习-诊断-调整”的动态迭代机制，确保路径始终贴合学生学习进度与能力提升^[6]。在进度调整上，针对第一学期集合与图论，若学生在集合运算模块的正确率连续达到 90% 以上，且能独立完成容斥原理综合应用题，AIGC 自动提前解锁图论与集合论交叉应用的拓展内容；若学生在最短路径算法模块多次出错，系统暂停推进新知识点，转而推送算法原理分步解析、基础题型强化训练等薄弱资源，待正确率提升至 75% 以上再恢复正常进度。

在内容适配迭代上，若学生在代数系统子群判定题目中反复出现忽略单位元存在性的错误，AIGC 自动生成子群判定三步法专项指导（先验证封闭性，再找单位元，最后确认逆元），并配套判断模 6 加法中 $\{0, 2, 4\}$ 是否为子群等针对性例题；若学生在数理逻辑和谓词逻辑推理理论中表现出色，系统推送逻辑推理在程序正确性证明中的应用案例，引导学生将理论知识与专业实践结合^[7]。

在能力进阶引导上，设置模块闯关机制，学生完成基础层、提高层、拓展层的阶段性任务后，AIGC 生成个性化能力评估报告，明确下一步提升方向。例如，针对集合论基础扎实但图论应用薄弱的学生，报告建议重点攻克图论算法实际场景建模；针对代数系统理论掌握较好但逻辑推理不够严谨的学生，推荐加强命题公式证明题的步骤规范训练，通过动态迭代让每个学生都能在适配的节奏中实现稳步进阶。

5 实践成效：离散数学教学的提质增效与能力进阶

5.1 知识建构提质，模块贯通更扎实

个性化学习路径让离散数学四大模块的知识掌握更具系统性，有效破解了知识点碎片化难题。学生不再孤立记忆集合运算规则与图论概念，而是通过 AIGC 构建的关联网络，清晰把握二元关系与等价关系的衔接、逻辑推理与代数证明的内在关联，对跨模块知识的理解更透彻。课堂上，学生能快速回应集合幂集与图论顶点子集的关联、数理逻辑规则在代数系统证明中的应用等综合性问题，知识调用的灵活性显著提

升。课后作业中，集合等式证明、图论算法应用、代数性质验证等题型的答题规范性明显改善，对核心概念的混淆率大幅降低，知识体系的完整性与扎实度得到切实增强^[8]。

5.2 能力素养进阶，自主学习更高效

AIGC 赋能的个性化引导，推动学生从被动接受转向主动探究，核心能力与学习习惯同步优化。逻辑思维层面，学生在分步引导下，分析复杂问题的条理性显著提升，面对多条件约束的集合划分、复杂图的通路优化等问题时，能自主拆解逻辑链条、梳理解题思路^[9]。自主学习层面，学生逐渐掌握根据自身情况调整学习节奏的方法，主动利用定制化资源补弱增强，遇到疑问时通过实时交互功能精准解决，学习效率大幅提高。这种能力提升还辐射到后续专业课程学习中，学生运用离散数学知识解决数据结构、算法分析中的实际问题时，思路更清晰、方法更灵活，核心素养的迁移应用效果突出^[10]。

5.3 知识掌握系统，学生反馈有收获

经过两个学年的教学实践，本课程的改革取得了显著成效，得到了学生的热烈反响。相比改革前，学生的学习成绩整体得到提升。以 2023 级和 2024 级 3 个课堂课程学习情况为例对比分析，如表 1 所示，两个学年“集合与图论”选课人数分别为 114 人和 116 人，“代数与逻辑”选课人数分别为 100 人和 117 人。与 2023 级相比，2024 级学生的平均分有所提高。从图 2 和图 3 可以看出，与 2023 级相比，2024 级 80-89 分和 70-79 分学生的数量和占比都有所提升，达到了预期效果。

表 1 2023 级和 2024 级学生成绩对比

学年	2023级		2024级	
	集合与图论	代数与逻辑	集合与图论	代数与逻辑
学生人数(人)	114	100	116	117
平均分	79.74		81.82	

此外，通过超星学习通平台获得的教学反馈与课程调查显示，87.8% 的同学会经常使用 AI 辅助学习。85.4% 的同学对离散数学课程中 AI 赋能教学满意，56.1% 的同学认为，与传统线下教学相比 AI 赋能教学对自己学习帮助程度很大，41.5% 同学认为对自己有一定的帮助。29.3% 的同学会使用 AI 动态可视化工具辅助自己理解知识点，97.6% 的同学会使用文字问答的方

式使用 AI。

还有，大部分学生认为新的教学模式“显著提升了学习兴趣”，也有学生表示“对数学的畏惧感明显降低”。许多学生在评教留言中写道：“没想到数学可以这么美，这么有趣”。

6 结束语

AIGC 赋能离散数学个性化学习路径，为这门抽象基础课的教学改革提供了解决方案。从集合与图论的关联建构到代数与逻辑的深度贯通，技术始终围绕课程模块特性与分学期授课节奏，以精准诊断、定制资源、动态迭代为核心，让每个学生都能找到适配的学习节奏。

这种融合并非技术对教学的替代，而是通过智能手段破解个性化指导难题，既夯实了集合运算、逻辑推理等基础内容，又强化了知识的系统性与应用性。未来，需持续深化技术与教学的适配度，让 AIGC 更精准贴合离散数学的教学规律，在坚守育人本质的前提下，助力学生筑牢知识根基、提升思维能力，让个性化学习真正落地见效，为计算机类专业基础课教学注入持久活力。

参考文献

- [1] 都娥娥, 圣文顺. 面向应用型本科的“离散数学”教学改革研究[J]. 江苏科技信息, 2020, 37(13): 67-69.
- [2] 唐慧. 生成式人工智能背景下离散数学教学的探索与实践[J]. 科教导刊(电子版), 2025(12): 123-125.
- [3] 刘香芹, 范纯龙, 郑志勇. 基于精细化达成的课程教学改革与研究——以离散数学课程为例[J]. 软件导刊, 2022, 21(9): 180-183.
- [4] 林开彬, 汪政, 彭立, 等. 生成式人工智能赋能离散数学课程教学改革探索[J]. 电脑知识与技术, 2025, 21(06): 159-163.
- [5] 张静, 闫玺玺, 魏锋. 基于云班课的离散数学课程翻转课堂教学[J]. 计算机教育, 2020(7): 49-53.
- [6] 谭作文, 伍琦, 熊星星. 人工智能赋能“离散数学”课程教学方法探索[J]. 当代教育理论与实践, 2025, 17(1): 22-28.
- [7] 张钢, 黄永慧, 刘洪涛, 等. 教育信息化2.0背景下物联网工程专业离散数学课程教学研究[J]. 科技风, 2024(1): 96-98.
- [8] 邓辉文, 詹成, 王艺, 等. 基于问题讨论的离散数学课程线上线下混合式教学方法与实践[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2021, 46(09): 167-172.
- [9] 陈梦婷, 朱云霞, 丁洁, 等. AI赋能离散数学课程趣味化与应用导向教学改革[J]. 大学教育, 2025(24): 63-66.
- [10] 王丽杰, 戴波. 成果导向的离散数学线上线下混合式课程建设[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(5): 67-70.