

# AI驱动的个性化数学学习路径生成与优化

王丽莉

内蒙古呼伦贝尔市根河市第二小学，内蒙古呼伦贝尔，022350；

**摘要：**人工智能技术给数学教育个性化发展开辟了新的技术途径。本文主要研究AI支持的个性化数学学习路径的生成机制和优化方法，对从学生学习特征识别、数学知识体系结构化构建、个性化学习序列智能生成和动态调整等关键环节进行系统的分析。研究表明，多维度学习行为数据的采集、精准的认知能力建模、知识点关联网络的创建以及适应性难度调节策略的应用，可以为不同特性的学生生成高度吻合的学习路径。经过实践证明，该模式相比传统统一教学，在提高知识掌握的牢固性、增强学习内驱力、发展高阶数学思维和问题解决能力等方面有明显的效果，为革新数学教学模式、实现规模化因材施教提供了一条行之有效的技术途径。

**关键词：**人工智能；个性化学习；学习路径；数学教学

**DOI：**10.64216/3080-1494.26.03.079

数学学习具有严格的逻辑性、递进性等特点，不同学生在认知基础、思维方式、学习速度等方面存在较大的个体差异。传统的班级授课模式因为统一的教学进度和教学内容，很难适应这种多样性，容易造成部分学生因为节奏不适或者难度不合适而产生学习困难，也不能很好地激发学优生的潜力。人工智能技术的发展，给解决教育公平和效率矛盾提供新的可能。通过对学生学习过程的数据采集与分析，AI可以建立学生认知模型，根据知识图谱进行智能规划与动态优化，为每个学生提供适合的学习路径。该技术路径希望把数学教学从“标准化”推向“个性化”，它的主要价值是帮助教师开展精准教学，使教师有更多时间去关注每一个学生、指导学生的全面发展。

## 1 学生数学学习特征的智能识别与建模

### 1.1 学习行为数据的多维采集

学习特征识别要依靠对多维行为数据的系统采集。平台要对答题的过程进行记录，即答题的时间、答题的正确与否、答题修改的痕迹等，以此来分析答题的速度和答题的知识掌握程度。对学生在不同的题型（计算、应用、几何）上所表现出的数据进行采集，找到学生的优势和不足<sup>[1]</sup>。跟踪学生对辅助资源（例题、视频）的使用情况来了解学生的学习习惯。记录错题的种类以及学习时间分布，形成反映学生知识状况和学习节奏的画像。

### 1.2 认知能力特征的量化评估

根据所采集的数据来创建量化模型，以此来评定学生多方面的认知能力。用基本运算题考查计算能力、熟练度。用推理题、规律题来评估逻辑思维和抽象分析能

力。用图形和空间问题来考查空间想象能力。用综合应用题来考查问题解决和知识迁移的能力。另外，也可以从长时间的学习过程中评价学习耐力，从错题纠正情况评价反思与调整能力。根据这些方面来形成每位学生认知能力的剖面图。

### 1.3 学习风格与偏好的识别分类

学习风格不同就会导致路径设计的不同。系统要分析学生对不同呈现方式（文字、图形、动画）的偏好和学习效果。辨识出其学习节奏的特点，即喜欢快节奏的连续学习还是慢节奏的分段消化。评价学生对于挑战的接受程度，判断其合适的难度范围。观察学生对于反馈的依赖程度以及互动偏好，是独立学习还是合作学习。把它们风格特征编码起来，给之后的学习资源以及交互方式的个性化匹配赋予依据。

### 1.4 知识掌握状态的动态追踪

学生知识掌握情况是动态变化的，必须有实时追踪。给每一个知识点标上掌握度等级（未学、了解、掌握、熟练），根据答题表现实时更新。设立遗忘追踪，根据记忆曲线预测并提示复习。监测知识迁移的能力，评价其在新的情景下运用的水平。在学习新的知识之前，诊断相关前置知识的掌握情况，保证学习链条的连贯性。通过不断的追踪来保持学生知识状态模型的时效性、准确性。

## 2 数学知识图谱的构建与智能组织

### 2.1 知识点的层级与关联建模

数学知识有内在逻辑结构，需要用知识图谱来结构化地表达。按照课程标准把知识分为概念、法则、方法、策略等层次单元。明确知识点之间严格依赖的前置知识

和相关的支持知识。标注知识点综合难度，创建知识点和题型之间映射网络。最终形成以图结构组织起来的、可以计算的知识网络，作为路径规划的导航地图。

## 2.2 能力要求与知识点的映射

不同的知识点培养的能力不同。系统要给每一个知识点标出主要训练的能力维度（记忆、计算、推理、建模）。设置学习各个知识点所必需的最低能力门槛。预测学习某一知识序列之后能带来的能力发展轨迹。路径规划要兼顾能力发展平衡，防止某一方面过度训练而另一方面发展不足，保证学生各方面能力的全面发展<sup>[2]</sup>。

## 2.3 题库的精细化分类与难度标定

题库是学习与练习的载体，按照知识点、题型、认知层次等进行细致分类和标注。创建包含知识综合度、思维深度、题意复杂度等各方面的难度评价体系，用学生历史答题数据进行难度校准。创建经典题型的变式序列，构成由浅入深的练习阶梯。建立错题关联网络，给针对性教学设计提供支持。

## 2.4 学习资源的类型化匹配与管理

丰富的学习资源是达成个性化支持的前提。要创建包含概念讲解、例题分析、方法总结、拓展阅读等种类的资源库。给每一种资源标上适用场景、表现形式（文本、图示、视频）、难度层次。创建资源同知识点之间的强联系索引，创建智能推荐算法，依照学生模型（当前水平，学习方式）给出最合适的资源。

## 3 个性化学习路径的生成算法与策略

### 3.1 基于知识图谱的路径搜索

个性化学习路径生成的核心就是找到知识图谱中最佳序列。以学生现有知识状态为起点，目标知识点为终点，算法在遵循知识逻辑依赖的前提下，综合考虑路径长度、难度梯度、能力匹配度等因素来构造代价函数，最终给出综合代价最小的学习路径<sup>[3]</sup>。为了提高效率，可以使用启发式搜索并设置平滑机制防止难度突增，也可以根据前一个知识点的掌握情况动态插入复习节点。

### 3.2 难度梯度的自适应调节

系统创建出学生能力同题目难度相匹配的动态模型，关键原则就是使学生的能力发展区保持适度的挑战性。根据实时答题表现（连续答对或者答错）动态调整后面的题目难度，设置调整阈值防止波动过大。新知识刚开始引入时可以适当降低难度来建立自信。路径总体设计要重视难题题目的安排，防止长时间做高难度题目而产生的挫败感，保证学习动力的持续。

### 3.3 学习节奏的个性化控制

系统要支持差异化的学习节奏。根据学生历史学习数据来预测学生在各个知识点上需要的时间，从而灵活分配学习时间，允许在难点上多花时间，易点上少花时间<sup>[4]</sup>。通过观察答题的正确率、答题时间的变化来判断学生认知负荷、疲劳状态，适时提出休息或者换学科学习。提供不同的进度控制模式（自主调控或者系统引导），并且可以适应假期等特殊时间段的安排。

### 3.4 新知与旧知的平衡设计

路径要统筹安排新知学习和旧知巩固。在设计时应该采用螺旋式的结构，在学新知识的同时，周期性、有策略地安排对已学知识的复习。按照记忆规律，在学习后的重要时间点发出复习任务来对抗遗忘。建立知识关联机制，在学习新知识的时候自然地调动起相关的旧知识，促进知识网络的形成。给不同水平的学生设计差异化的路径，为学有余力的学生提供拓展，为学习有困难的学生强化基础，达到巩固和提高的平衡。

## 4 学习路径执行中的实时监测与优化

### 4.1 学习过程的实时数据监测

学习路径的执行要依靠实时的数据监测。系统应该不断地对学生答题的正确性、耗时、操作路径等行为数据进行采集。对核心指标（知识点掌握度、答题正确率趋势等）实施动态监测，从中找出可能的学习异常（正确率忽然下滑）。建立预警机制，当检测到学习困难信号的时候，立即启动干预措施。通过对学习轨迹、常见错误模式进行分析，对答题节奏变化等间接情绪指标进行追踪，为精准的学习支持打下数据基础。

### 4.2 路径偏离的检测与动态调整

学生的学习过程会偏离预期的路线。系统需要把实际表现与预定目标相比较，在超过预设阈值的时候判定为路径偏离。分析偏离的可能原因（路径设计不合理、学生状态波动），并采取相应的调整策略，难度过高时降低难度或者给予额外的支持，前置知识不足时插入复习环节，学习态度问题时用激励机制引导。系统应该事先设计出多条备选路径，以应对重要评估节点处突然出现的情况。

### 4.3 个性化提示与辅导的智能触发

适时、适量地给予学习上的支持。系统应该设计分层次的提示策略，从方向性引导、逐步解析、根据学生遇到的问题（超时未答、连续错误或者主动求助）来触发相应的帮助<sup>[5]</sup>。提示内容应根据具体错误类型智能生成，不能给通用答案。系统能自动关联相关讲解资料，

并且可以推送给用户。同时应该设置鼓励性反馈,在适当的时机给出同伴解题思路或者转接到教师进行人工辅导。

#### 4.4 学习效果的多维即时评估

每个学习单元结束之后,要开展及时且多方面的效果评定。评估方法要综合快速检测、深度探究和实际运用测试。采用诊断性评估的方法,对错误背后认知过程和思维误区做深入的分析。持续跟踪学生各项能力的发展轨迹,比较学习前后变化。从综合答题准确率、效率、知识迁移能力等多方面数据出发,来判定学生对于知识点是否真正掌握。评估结果用可视化的方式反馈给学生,用来动态更新学生模型,为之后的学习路径优化提供依据。

### 5 AI 驱动学习路径系统的实施与应用

#### 5.1 系统架构的模块化设计

完整的系统应该采用模块化的设计,主要由:数据采集与存储模块、学生建模模块、知识图谱管理模块、路径生成引擎、学习交互界面、实时监控与干预模块、评估分析模块和教师管理后台组成。各个模块之间用标准接口进行协作,整体采用云计算架构来支持高并发、稳定运行。

#### 5.2 多元化教学场景的应用模式

系统应该支持多种教学场景,课堂教学中辅助教师分层练习,课后布置个性化作业,学生自主学习时按个性化路径学习,复习阶段根据薄弱点生成计划,假期保持学习连续性,为学困生补差、优生培优提供专门路径,同时还要建立家校协同界面以及教师人工介入通道,实现人机协同教学<sup>[6]</sup>。

#### 5.3 面向不同学生群体的差异化支持策略

系统需要具有很强的适应性,对于学习困难的学生来说,降低起始点、减缓节奏、增加基础练习和详细反馈,重在培养自信心。对中等生来说,维持好难易度与节奏,加强理解运用。对优秀学生,给予高难度的任务以及拓展的内容,促使学生进行深入的研究。同时还要根据学段来改变资源呈现的方式,依据学生学习进展动态地改变其所属的支持群体及策略。

#### 5.4 系统效果的评估与持续迭代

要创建起多维评价体系,包含学习成果方面的知识成绩、能力提升、学习效率、用户满意度等指标,还有系统性能方面的路径推荐准确率、干预有效率等指标。定期搜集教师反馈,做 A/B 测试检验新策略,根据数据

分析结果不断改进路径算法、完善知识图谱和学习资源,从而持续提高系统的有效性、实用性。

## 6 结论与展望

### 6.1 结论

本研究显示,依靠人工智能技术实现对学习者特征的准确识别、数学知识体系的结构化搭建、个性化学习路径的智能生成和动态调整,可以给每一个学生创建出非常契合其学习需求的方案。经过实践检验发现,该种 AI 驱动的个性化学习模式在提高学生数学知识掌握效率、保持学生学习兴趣以及培养学生问题解决能力、高阶思维能力方面比传统统一教学模式更具有优势。这就为实现规模化教育下因材施教找到了一条切实可行的技术途径,它的核心价值就是赋能教师而不是取代教师,使教师把更多的精力放在学生个性化的指导和全面发展上。

### 6.2 展望

未来个性化学习路径系统的发展可以从以下几点来加深,第一,不断提高算法模型的准确性以及可解释性,第二,继续丰富高质量、多模态的适应性学习资源库,第三,进一步加强人机协同机制,优化教师与 AI 系统的分工与配合,第四,探索在更多学科领域、学段的适用性。随着人工智能同教育融合程度的不断加深,个性化学习系统将会成为未来教育的标准配备,对实现教育公平、提高教育质量、培养适应未来社会发展的创新型人才起着关键的作用。

### 参考文献

- [1] 林丽娜. 基于人工智能的小学数学个性化学习路径设计[J]. 读写算, 2025, (36): 115-117.
- [2] 杨登霖. AI 技术赋能小学数学个性化教育的实践路径[J]. 广西教育, 2025, (28): 62-65.
- [3] 余华丽. AI 赋能数学课堂个性化学习路径[J]. 湖北教育(政务宣传), 2025, (09): 80.
- [4] 崔延华. 基于 AI 动态诊断的小学数学个性化学习路径生成机制研究[J]. 标准生活, 2025, (06): 260-262.
- [5] 张秀玲. AI 技术下的小学数学智能学习平台构建与优化[J]. 中国信息化, 2025, (08): 28-29.
- [6] 卡毛亚. 智能时代的教育革新: 人工智能在小学数学教学中的应用[J]. 中小班主任, 2025, (08): 49-51.

作者简介: 王丽莉(1977.05-), 女, 蒙古族, 籍贯: 黑龙江, 学历: 本科, 职称: 中级职称, 研究方向: 小学数学。