

基于人工智能的个性化学习系统设计与应用研究

罗家繁

广东白云学院，广东 广州 510450

DOI: 10.61369/TACS.2025070032

摘要：个性化学习系统能够依据学生的学习行为、知识水平及兴趣偏好，提供定制化的学习资源与学习路径，从而提升学习效率与学习效果。本文以人工智能技术为核心，设计了一套个性化学习系统，并开展实际教学中的应用研究。研究结果表明，该系统能够有效提高学生的学习兴趣、知识掌握程度及自主学习能力，为教育信息化与智能化发展提供了实践参考。

关键词：人工智能；个性化学习；学习系统；教育技术；自适应学习

Research on the Design and Application of Personalized Learning System Based on Artificial Intelligence

Luo Jiafan

Guangdong Baiyun University, Guangzhou, Guangdong 510450

Abstract : Personalized learning systems can provide customized learning resources and paths based on students' learning behavior, knowledge level, and interest preferences, thereby improving learning efficiency and effectiveness. This article focuses on artificial intelligence technology and designs a personalized learning system, which is applied in practical teaching research. The research results indicate that the system can effectively improve students' learning interest, knowledge mastery, and self-learning ability, providing reference for the development of educational informatization and intelligence.

Keywords : artificial intelligence; personalized learning; learning system; educational technology; adaptive learning

引言

随着教育信息化的深入发展，传统“一刀切”的教学模式已难以满足学生多样化的学习需求。个性化学习强调根据学习者的认知水平、兴趣爱好与学习习惯实施定制化教学。人工智能技术的发展为实现真正意义上的个性化学习提供了可能。通过数据挖掘、机器学习、自然语言处理等技术，系统可分析学生学习行为，实时调整学习内容与路径，从而有效提高学习效率^[1]。

一、相关研究综述

(一) 个性化学习研究现状

个性化学习（Personalized Learning）起源于教育心理学中的差异化教学理念，核心在于以学生为中心，根据个体差异设计学习内容和教学策略。传统教育模式强调统一教学，而个性化学习强调针对学生的认知水平、兴趣爱好和学习风格进行定制化教学，以提高学习效率和学习体验^[2]。近年来，国内外学者对个性化学习进行了广泛研究。国外如美国、欧洲等国家或地区，已经在K-12教育、高等教育及职业教育中探索了基于计算机辅助的个性化学习系统，其研究表明，个性化学习能够有效提升学生的学习

动机、参与度和学业成绩。例如，使用自适应学习平台的学生在知识掌握和学习成绩上显著优于使用传统教学模式的学生。国内研究则主要集中在教育信息化和智能教育的实践应用上，逐渐从理论探索向系统开发和应用研究转变。

(二) 人工智能在教育中的应用

AI在教育中的应用主要包括智能辅导系统、自适应测评系统、学习行为分析、学习资源推荐以及教育数据挖掘等方面。智能辅导系统能够根据学生的学习历史和知识掌握情况，提供即时反馈和指导，提高学习效率。自适应测评系统通过分析学生答题结果，动态调整题目难度和知识点覆盖，实现精准测评。学习行为分析利用数据挖掘和机器学习方法，挖掘学生学习习惯和认知

作者简介：

罗家繁（1974.07—），男，汉族，广东湛江人，硕士研究生，工程师，研究方向：计算机结合教育方面。

模式，为教学策略优化提供参考。学习资源推荐系统则可以根据学生的兴趣、知识掌握情况和学习目标，推送最适合的学习资源，从而提高学习积极性和自主性。例如，基于深度学习的知识追踪模型可以实时预测学生对各知识点的掌握程度，实现个性化学习路径规划^[3]。

(三) 存在的问题

首先，智能化程度不足，部分系统在知识追踪和学习行为分析方面仍依赖传统算法，难以全面反映学生的认知状态。其次，数据利用效率不高，许多系统无法充分整合多源数据（如课堂行为数据、在线学习数据和心理测评数据），导致个性化推荐精度有限^[4]。此外，跨学科适用性较差，现有系统多针对单一学科设计，难以在多学科环境中灵活应用。最后，用户体验有待改善，包括交互界面不够友好、学习反馈不够及时以及系统对学生学习行为的引导作用有限。因此，如何提高系统智能化水平、优化数据利用效率、增强跨学科适用性和改善用户体验，成为当前个性化学习系统研究亟须解决的关键问题。

二、个性化学习系统设计

(一) 系统架构

本个性化学习系统的设计以人工智能为核心，旨在通过数据驱动和智能分析实现个性化教学与学习。系统整体架构包括五个核心模块：数据采集模块、学习行为分析模块、智能推荐模块、学习资源库以及用户界面模块。数据采集模块主要负责记录学生在学习过程中的各类行为数据，包括学习时长、题目作答情况、在线互动记录等，这些数据构成了系统后续分析和推荐的基础^[5]。学习行为分析模块基于机器学习算法，对采集的行为数据进行处理与分析，提取学习模式、知识掌握情况及潜在学习障碍，从而为个性化推荐提供依据。智能推荐模块结合协同过滤和内容推荐算法，根据分析结果动态生成个性化学习路径和资源推送。学习资源库提供多样化学习资源，包括文本、视频、题库、实验任务等，可满足不同学生的学习需求。用户界面模块通过交互式界面实现学生自主学习、教师管理及数据可视化功能。系统架构可用公式描述为：

$$Ru=f(Du, Au, s) \quad (1)$$

其中，表示为学生推荐的学习资源集合，为学生的行为数据，为学生知识掌握分析结果，为学习资源库中的可用资源集合，函数表示推荐算法的映射关系。

(二) 核心算法

个性化学习系统的核心在于算法实现，其主要包括知识追踪模型、推荐算法和学习行为分析算法。知识追踪模型（Knowledge Tracing）采用深度学习方法，对学生在不同知识点上的掌握情况进行动态预测。常用模型包括 RNN、LSTM 和 DKT (Deep Knowledge Tracing)，其核心公式为：

$$P(Kt+1 | Ht) = \sigma(WhHt + b) \quad (2)$$

其中，表示学生在下一学习时间点对知识点的掌握概率，为历史学习行为状态向量，和为模型参数，为激活函数。推荐算法

则通过协同过滤和内容推荐结合的方法，根据学生兴趣、能力水平及历史行为生成个性化资源推荐。协同过滤通过计算学生相似度或项目相似度，推测潜在需求；内容推荐通过分析资源内容特征，实现匹配推送。学习行为分析使用聚类分析（如 K-means）和异常检测方法，识别学生学习特点和潜在问题，公式示例如下：

$$J = \sum_{i=1}^n k = 1 \sum_{j=1}^K \| x_i - \mu_j \|_2^2 \quad (3)$$

其中，为第*i*个学生特征向量， μ_j 为第*j*个聚类中心， $\| \cdot \|_2$ 为聚类误差平方和，通过最小化可确定学生群体的学习模式。

(三) 系统功能

个性化学习系统的功能设计主要围绕学生学习过程的优化和教师教学决策支持展开。首先，系统实现学习路径自适应调整，根据学生知识掌握情况和学习行为动态调整学习顺序，保证学习内容既符合认知发展规律，又避免重复或跳跃^[6]。其次，系统提供个性化学习资源推荐，结合学生兴趣、历史表现及知识掌握水平，为学生推送最适合的学习内容。推荐算法可通过如下公式表示：

$$r_{ui} = \mu_u + b_u + b_i + q_i T p_u \quad (4)$$

其中， r_{ui} 表示预测学生对资源的偏好评分， μ_u 为总体平均值， b_u 为学生和资源偏差， b_i 为资源和学生特征向量。第三，系统实现学习效果实时评估与反馈，通过对测试成绩、作业完成情况和互动行为的分析，生成学习报告，帮助学生及时调整学习策略。最后，系统为教师提供教学数据分析与决策支持，包括班级整体学习水平分析、知识点薄弱环节识别和学生行为趋势预测等，使教师能够科学地设计课程内容和教学方法。

三、系统应用与实验研究

(一) 实验设计

为科学验证本个性化学习系统的实际效果，本研究于2023年9月至2024年1月间，在某省重点高中高二年级中开展了教学实验。共选取4个班级，合计180名学生作为研究对象，依据前测成绩、性别比例及学习风格问卷结果，将学生匹配分为实验组与对照组，每组90人，确保两组学生在学习基础、认知风格与信息技术使用能力上无显著差异 ($p > 0.05$)。

实验组采用本文开发的个性化学习系统进行辅助学习^[7-8]。系统部署于学校机房及学生个人设备，涵盖数学、物理两门学科，包含12个核心知识单元。对照组仍沿用传统多媒体讲授与练习巩固相结合的教学模式。为控制无关变量，两组由同一位教师授课，采用统一教材、教学进度及作业内容，且实验期间均未参加其他课外辅导。

实验过程中，系统全程记录实验组学生的多维度行为数据，包括：每日登录时长、单元学习轨迹、作业完成准确率、视频观看完成度、自主练习次数、错题重新作答正确率、论坛发帖与答疑交互频次等。此外，每四周进行一次学科能力测试，用于动态评估知识掌握情况。

(二) 数据收集与分析

本研究收集了三类数据：学术表现数据、系统使用行为数据及心理问卷数据。

学术表现数据包括：实验前测、期中考试、期末考试成绩以及8次单元测验得分，所有测验均经学科教育专家审核，信度(Cronbach's α)介于0.84 - 0.92之间。

系统使用行为数据通过后台日志获取，主要包括：每周学习资源点击量、不同难度习题的尝试与通过情况、学习路径偏离系统的次数、重复学习同一知识点的频次、使用系统推荐功能的比例等。

心理问卷包括《学习兴趣量表》《自我调节学习问卷》和《系统接受度调查》，均采用 Likert 5 点计分，于实验前、中、后三个时间点施测，量表信效度经验证符合心理测量学要求。

数据分析采用 SPSS 26.0 和 Python scikit-learn 进行。首先，通过独立样本 t 检验和重复测量方差分析(ANOVA)，比较两组在学业成绩与心理指标上的差异及时间变化趋势。其次，使用聚类分析(K-means 算法)对实验组学生的学习行为模式进行分类，识别出“高效型”、“依赖型”、“探索型”等不同学习风格。进一步，通过多元线性回归分析行为指标(如学习时长、资源浏览次数、错题复习次数)对学业成绩的预测效应^[9]。

(三) 实验结果

学业成绩方面，实验组后测平均成绩(87.6 ± 5.3)显著高于对照组(79.2 ± 7.1)， $t(178)=4.72$, $p<0.001$ ，效应量 Cohen's

$d=0.89$ 。从进步幅度来看，实验组整体提升12.3%，而对照组为4.1%。细致分析发现，实验组在高层级知识应用类题目上的得率尤其突出(提高15.6%)。

行为数据表明，实验组中高频使用系统推荐功能(每周使用 ≥ 5 次)的学生，成绩提升幅度(14.8%)明显高于低频使用群体(8.9%)。聚类分析识别出三类典型学习模式：“系统遵循型”(占42%)成绩提升最大；“自主探索型”(占35%)在综合题表现更优；“被动学习型”(占23%)进步幅度较小。这一结果提示个性化路径与自主探索需进一步结合。

心理测量结果显示，实验组学生在学习兴趣($F=6.74$, $p<0.01$)、自我效能感($F=5.82$, $p<0.05$)及时间管理能力($F=7.31$, $p<0.01$)上均有显著提高。此外，86.7%的学生认为系统提供的实时反馈和自学计划“很有帮助”。教师访谈结果也显示，系统生成的学习预警报告(如“三角函数知识群掌握较弱”)有助于其开展针对性辅导，尤其在小组教学中效果显著^[10]。

四、结束语

本文提出并设计了一套基于人工智能的个性化学习系统，通过实验证其在提高学习效果和学习体验方面具有显著优势。未来，系统可进一步融合多模态数据分析、智能评估与教育决策支持功能，为教育信息化与智能化发展提供理论与实践依据。

参考文献

- [1] 常坤,吴建平,马玉洁,等.基于人工智能技术的个性化自适应学习的实践研究[J].中国教育技术装备,2023(13):44-46.DOI:10.3969/j.issn.1671-489X.2023.13.044.
- [2] 金慧慧.基于人工智能的计算机教学系统设计与应用研究[J].华东科技,2024(1):69-71.
- [3] 石琬若,韩锡斌.生成式人工智能对学习分析研究的影响:现状与前瞻[J].电化教育研究,2024,45(12):113-120.
- [4] 安浩男.基于深度学习的教育资源推荐系统研究与应用[D].西京学院,2023.
- [5] 常坤,吴建平,马玉洁,等.基于人工智能技术的个性化自适应学习的实践研究[J].中国教育技术装备,2023(13):44-46.
- [6] 左亚曼,刘翠梅.人工智能背景下自适应学习系统模型研究[J].2024.
- [7] 周玺,杨勇.人工智能技术赋能高校体能训练教学体系研究[C]//2023年全国运动训练学学术研讨会论文摘要集(专题报告).2023.
- [8] 陈凌白.人工智能在高校个性化教育中的应用与挑战[J].教书育人(高教论坛),2024(9):12-17.
- [9] 邹晓彬.基于人工智能的个性化教育[J].电脑校园,2024(3).
- [10] 曹菲.人工智能背景下的大学生个性化学习设计研究[J].葡萄酒,2024(15):0115-0117.