

基于生成式人工智能的 教学全流程系统构建与实证*

尧横**

诸燕平

李文杰

阴祥

常州大学王诤微电子学院, 常州 213159

常州大学学生工作处, 常州 213159

摘要 针对传统高校课堂教学中“课前-课中-课后”数据断裂、反馈滞后及个性化支持不足的问题,本研究设计并实现了一个基于生成式人工智能(GenAI)的教学全流程闭环系统。该系统基于“数据采集-分析洞察-决策干预-效果评估”(DADE)闭环模型构建,采用前后端分离架构,集成了大语言模型(LLM)以实现教学全过程的智能化赋能。在课前阶段,系统利用知识图谱和历史数据预测教学难点;在课中阶段,通过实时语义分析实现秒级反馈与学情可视化;在课后阶段,基于动态能力画像生成自适应练习路径。在《DSP 控制器原理》课程中的对照实验表明,该系统显著提升了学生的学习成绩($p<0.001$, Cohen's $d=1.407$),尤其帮助低分段学生实现了成绩反超。研究结果验证了 DADE 闭环模型在解决规模化因材施教难题上的有效性,为数智化教学系统的工程落地提供了可参考的技术范式。

关键字 生成式人工智能(GenAI), DADE 闭环模型, 智能教学系统, 数据驱动教学, 个性化学习

Construction and Empirical Study of a Generative AI-Based Full-Process Instructional System*

YAO Heng ZHU Yanping LI Wenjie

YIN Xiang

School of Microelectronics and Control Engineering
Changzhou University,
Changzhou 213159, China;

Student Affairs Office
Changzhou University
Changzhou 213159, China

Abstract—To address the problems of data fragmentation across "pre-class, in-class, and post-class" stages, delayed feedback, and insufficient personalized support in traditional university classroom teaching, this study designed and implemented a generative artificial intelligence (GenAI)-based full-process closed-loop instructional system. The system is constructed based on the "Data-Insight-Decision-Evaluation (DADE)" closed-loop model, adopts a front-end/back-end separated architecture, and integrates large language models (LLMs) to enable intelligent empowerment of the entire teaching process. In the pre-class stage, the system utilizes knowledge graphs and historical data for targeted prediction of teaching difficulties; during the in-class stage, it achieves second-level feedback and learning situation visualization through real-time semantic analysis; in the post-class stage, it generates adaptive exercise paths based on dynamic competency profiles. A controlled experiment conducted in the "Principles of DSP Controllers" course demonstrated that the system significantly improved students' academic performance ($p<0.001$, Cohen's $d=1.407$), particularly helping lower-performing students achieve grade reversals. The results validate the effectiveness of the DADE closed-loop model in addressing the challenge of scalable personalized instruction and provide a referential technical paradigm for the engineering implementation of data-intelligent teaching systems.

Keywords—Generative Artificial Intelligence (GenAI); DADE Closed-Loop Model; Intelligent Instructional System; Data-Driven Instruction; Personalized Learning

1 引言

随着教育数字化转型的深入,利用人工智能技术重塑教学流程已成为必然趋势。尽管生成式人工智能(Generative AI, GenAI)在内容生成与自然语言理解方面展现出巨大潜力,但当前的教育应用实践仍面临“碎片化”与“浅层化”的挑战^[1-4]。现有的智能教学工具往往作为孤立的插件存在,或仅用于静态资源的

检索,或局限于单一的习题判分,未能打通“课前预习-课中互动-课后巩固”的数据壁垒。这种数据流的断裂导致教学干预缺乏系统性:课前的学情预测无法实时指导课中教学,课后的作业数据也难以反哺下一轮的备课设计,难以真正实现以数据驱动的精准教学。针对上述痛点,本研究提出了一种基于“数据采集(Data)—分析洞察(Analysis)—决策干预(Decision)—效果评估(Evaluation)”(简称 DADE)模型的全流程闭环教学系统架构。不同于传统辅助工具,该系统旨在构建一个数据持续流动、自我迭代的智能生态:通过集成大语言模型(LLM)的语义分析能力,系统能

* 基金资助: 本文得到常州大学教育教学研究课题(编号: GJY25020028)资助。

** 通讯作者: 尧横 yaoheng@cczu.edu.cn。

够在毫秒级处理多模态教学数据，实现从经验驱动向数据驱动的范式转变。

本研究以《DSP 控制器原理》课程为例，设计并开发了“AiPlusCourse”智能教学平台。该平台采用前后端分离技术架构，通过 API 接口深度集成 GenAI 能力，实现了智能预测、即时语义反馈以及自适应路径推荐。通过严格的对照实验与数据分析，本研究重点评估了该系统在实际工程部署中的有效性，旨在回答两个核心问题：

第一，如何从技术架构层面实现教学全流程的数据闭环？

第二，基于 DADE 模型的智能干预能否显著提升工科课程的教学绩效？

本研究不仅提供了一套可落地的技术解决方案，也为 GenAI 在高等教育场景中的深度融合提供了实证依据。

2 DADE 闭环实现

“AiPlusCourse”智能教学系统在技术层面上采用高扩展性的前后端分离架构^[5]，旨在解决传统教学中数据碎片化与反馈滞后的工程难题^[6]。

2.1 技术架构与 AI 集成方案

本系统采用了层次化的架构设计，依次构建了数据持久层、应用服务层、AI 分析层与前端交互层。其中，AI 分析层与业务逻辑的深度集成，是实现教学智能化闭环的核心^[7]。其整体技术架构如图 1 所示。

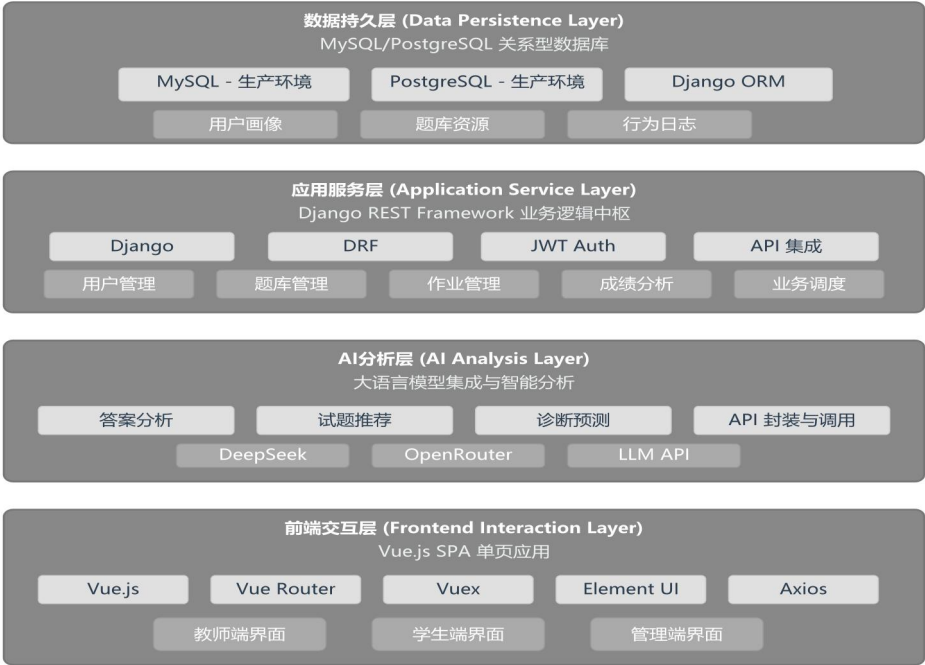


图 1 系统整体架构图

AI 分析层采用模块化设计以保障其可扩展性。该层并不直接管理数据存储，而是通过标准化 API 接口，封装了对 DeepSeek、OpenRouter 等大语言模型的调用过程，从而将前沿的自然语言处理能力引入教学场景。其核心功能模块主要包括：基于语义理解的答案分析 (analyze_answers)、依据动态能力画像的个性化试题推荐 (recommend_questions)，以及融合多源数据的学习诊断与风险预测 (learning_diagnosis)。这一设计使得系统能够有效处理如主观题批改、生成式反馈等传统算法难以应对的非结构化任务，为教学过程的精准分析与干预提供了关键技术支撑。应用服务层基于 Django REST Framework 构建，承担了业务逻辑调度与 API 集成的中枢职能。该层负责接收由 Vue.js 构建的前端单页应用传来的用户交互数据，在进行必要的清洗与结构化处理后，将其发送至 AI 分析层进行

推理计算。随后，将 AI 生成的个性化反馈、诊断报告等非结构化结果，经由 API 返回至前端界面呈现给师生。这一流程实现了用户交互、业务处理与智能分析之间的高效协同与数据流转。系统选用 MySQL/PostgreSQL 关系型数据库，对用户画像、题库资源及全流程行为日志进行存储与管理。通过 Django ORM 框架进行数据操作，不仅提升了开发效率，也确保了在高并发访问情境下的数据一致性与事务可靠性。完备的数据记录为实现学习过程的可追溯性、开展基于证据的教学分析与系统持续优化奠定了坚实基础。

2.2 DADE 闭环的工程化实现

基于上述分层架构，系统将线性的教学过程重构为一个持续运转的数据驱动闭环。该闭环确保每一教

学环节的输出均能作为下一环节的输入,从而使教学干预始终建立在实时、全面且可追溯的数据证据之上。在数据采集(Data)阶段,系统致力于实现教学全场景、多模态数据的无缝捕获。课前,系统自动聚合历史学情报告与课程知识图谱,形成预设的教学基线数据;课中,通过嵌入式课堂互动工具,实时采集学生的作答内容(包括客观选项与主观文本)、答题耗时及交互序列;课后,则持续跟踪作业完成质量、错题分布及平台参与度等长周期行为数据。在分析洞察(Analysis)阶段,系统借助集成的大语言模型,实现了超越传统关键词匹配的语义级诊断。对于课堂即时提交的主观题答案,系统能进行秒级解析,不仅判定正误,更能精准识别诸如“忽略系统因果性前提”或“积分上下限设置错误”等深层认知偏差。同时,系统动态整合学生的历史与实时数据,持续更新其个人能力画像,进而生成班级维度的知识掌握热力图,为教师揭示群体性薄弱环节。在决策干预(Decision)阶段,系统依据分析洞察的结果,执行自适应的教学决策。课堂中,教师可依托实时可视化的学情仪表盘,针对系统标识的高频错误点进行集中讲解或组织研讨,实现教学节奏的动态调控。课后,系统则依据每位学生的“最近发展区”,自动生成并推送个性化的作业包,为基础薄弱者提供概念巩固练习,为学有余力者设计综合拓展任务,从而实现“资源找人”的精准供给。此外,在备课环节,系统能基于往期学情数据,为教师生成包含重难点解析与启发式问题链的结构化方案,支撑“以学定教”的精细化教学设计。最后,在效果评估(Evaluation)阶段,系统通过生成可视化诊断报告与前瞻性预警来完成闭环反馈。定期产生的学情诊断报告不仅呈现分数,更通过能力维度雷达图等形式,刻画学生在“计算应用”、“概念理解”等方面的发展趋势。更重要的是,系统基于纵向数据构建预测模型,能早期识别出学习轨迹异常的学生,并及时向师生双方发送预警及具体改进建议(如推荐特定复习资源),从而将教学支持从“事后补救”前移至“过程干预”,实现了从数据洞察到教育行动的完整闭环。

3 实证结果与分析

《DSP 控制器原理》是电子信息类核心课程,理论抽象度高、工程实践要求严,传统教学中学生成绩往往呈现“中间大、两头小”的纺锤形分布,高阶能力培养较为困难。另一方面,该课程教学目标的明确性与学习成效的可测量性,又使其成为验证数据驱动型智能教学系统能否有效实现精准诊断、个性化干预与能力提升的理想实证场景。本研究对实验班(增强教学班,物联网 231)与对照班(原始教学班,物联网 211 与物联网 212 合并)在《DSP 控制器原理》课程中的成绩进行全面的量化对比分析。全程由同一位教师

执教实验班与对照班,保障教学内容与进度严格同步。其中,实验班采用基于 DADE 闭环的智能教学系统,而对照班则沿用传统多媒体讲授模式。

3.1 学业成绩的总体表现分析

基本统计指标如表 1 所示,实验班(N=38)的平均分(86.79)较对照班(N=37)的平均分(79.73)显著提升了 7.06 分,增幅达 8.85%;中位数从 80.0 提高至 86.5,进一步证实了整体成绩水平的上移趋势。成绩分布呈现明显优化:对照班优秀率仅为 2.70%,而实验班优秀率大幅提升至 36.84%(+34.14 个百分点),良好率也从 54.05%提升至 60.53%(+6.48 个百分点),且实验班无中等成绩学生,97.37%学生均达到良好及以上水平。

表 1 实验班与对照班测验成绩对比

	平均分	优秀率	良好率	中等率
对照班	79.73±4.73	2.70%	54.05%	40.54%
实验班	86.79±5.28	36.84%	60.53%	0.00%

实验班的标准差(5.28)略高于对照班(4.73),结合具体分值分析,这种离散度的微增并非源于低分段的下沉(两组最低分基本持平,分别为 68 和 69),而是源于高分段的突破。实验班最高分达到 95 分,显著高于对照班的 90 分。这说明系统成功地将原本处于“中等”水平的大量学生,通过精准的查漏补缺和针对性训练,集体推升至“良好”甚至“优秀”梯队,实现了班级整体学业水平的结构性右移。图 2 成绩分布对比图清晰展示了智能教学系统的实施效果。

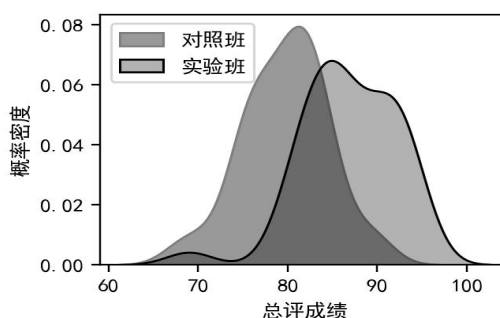


图 2 实验班与对照班实测成绩对比

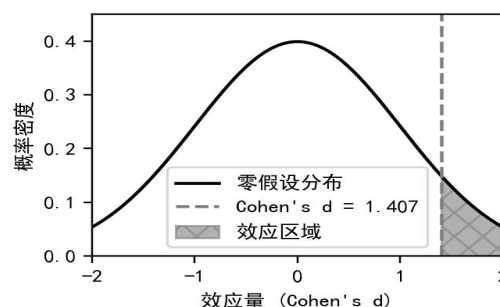


图 3 效应量可视化(Cohen's d)

统计显著性检验结果显示, t 检验统计量为 6.0924, p 值趋近于 0 ($p < 0.001$), 在 0.05 显著性水平下, 两个班级的成绩差异具有统计学意义, 验证了教学系统效果的可靠性。效应量分析 (Cohen's $d=1.407$) 表明, 智能教学系统对学生成绩产生了超越常规预期的巨大正面影响, 远超过 0.8 的大效应阈值, 进一步证实了系统的显著效果, 如图 3 所示。

3.2 问卷调查反馈

课程结束后, 对实验班 38 名学生发放《在线学习支持服务评价反馈表》。该问卷采用李克特五级量表, 共 10 个题项, 涵盖学习内容、成绩提升、即时反馈、

薄弱弥补、知识记忆等方面, 用于收集学生的主观体验与感知数据。问卷调查结果从学习者视角有力佐证了平台的有效性。调查结果显示, 绝大多数学生对系统持积极认可态度, 从学习者主观视角进一步佐证了系统的教学有效性。具体而言, 逾九成 (91.3%) 的学生肯定了系统即时反馈的优越性; 在学习内容 (92.7%)、薄弱弥补 (89.8%)、兴趣激发 (87.0%) 及自主学习能力提升 (79.7%) 等多个维度, 表示认同的学生比例均达到较高水平; 此外, 亦有 82.6% 的学生认为该系统有助于知识的长期记忆与迁移。最终, 总体意愿调查显示, 94.2% 的学生表示愿意在后续学习中继续使用该服务, 反映出 DADE 全流程教学模式具有极高的接受度。

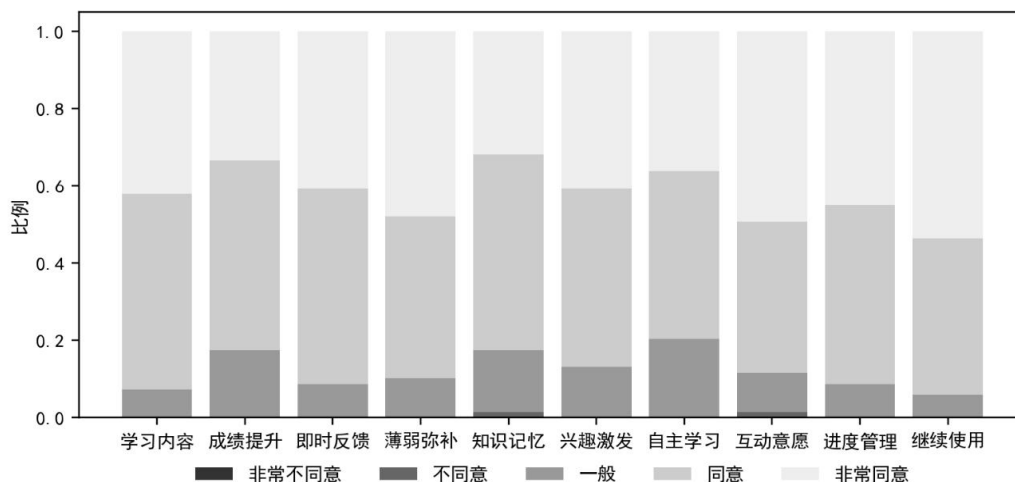


图 4 学生评价反馈各题项比例分布图

如图 4 所示的比例分布图揭示了各方面的积极评价分布, 选择“同意”及“非常同意”的学生比例均稳定在 80%至 93%的高位区间。这一高度一致的主观评价数据, 与客观学业成绩的显著提升相互印证, 共同构成了 DADE 闭环系统有效性的完整证据链。

4 结束语

本研究成功构建并实证了一个以生成式 AI 为核心、以 DADE 数据闭环为驱动逻辑的智能教学系统。实证结果表明, 该系统能显著提升学生的学业表现, 且观测到的巨大效应量 (Cohen's $d = 1.407$) 并非偶然, 其根源可直指系统架构中 AI 分析层的关键性突破^[8]。传统教学模式下, 教师难以实现对学生认知状态的实时、精准、规模化诊断, 更无法基于诊断实施即时且个性化的干预, 这正是导致教学效果存在“天花板”的核心瓶颈^[9]。本系统所构建的 AI 分析层, 通过集成大语言模型的深层语义理解与动态推理能力, 从根本上重塑了这一过程。它为教育数字化转型从“工具应用”走向“流程重塑”提供了关键性的技术方案与实践证据, 更提供了一个具备清晰技术架构与实证

支撑的可行范式。

参考文献

- [1] 卢宇,余京蕾,陈鹏鹤,等.生成式人工智能的教育应用与展望——以 ChatGPT 系统为例[J].中国远程教育,2023,43(04):24-31+51.
- [2] 郭曦,王建勇.生成式人工智能在 Python 教学中的作用与思考[J].计算机技术与教育学报,2024,12(02):31-36.
- [3] 顾小清,李世瑾.人工智能促进未来教育发展:本质内涵与应然路向[J].华东师范大学学报(教育科学版),2022,40(09):1-9.
- [4] 中共中央办公厅,国务院办公厅.教育强国建设规划纲要(2024—2035年)[EB/OL].北京:国务院,2024.
- [5] 胡姣.大语言模型赋能数据驱动教学决策的模型构建与应用研究[D].华东师范大学,2024.
- [6] 钟绍春,唐烨伟.人工智能时代教育创新发展的方向与路径研究[J].电化教育研究,2018,39(10):15-20+40.
- [7] 孙科宏,郑旭东,杨海燕.生成式 AI 支持的人机协同精准教学模式设计与实践研究[J].数字教育,2025,11(05):70-77.
- [8] 李波,黄雪飞,章勇.数字化教育场景下教学干预的因果推断评估与实践[J].中国教育信息化,2025,31(07):97-107.
- [9] 欧阳忠明,李嘉妮,韩晶晶.数字技术赋能现代学徒制:价值逻辑、实践图景与伦理审视[J].现代远距离教育,2025,(05):66-77.