

多模态教育数字人辅助计算机通识课的效能实证研究

——以黑龙江省民办高校为例

张新 张伟*

黑龙江工商学院智能制造与交通工程学院 黑龙江 哈尔滨 150025

【摘要】：针对民办高校计算机通识课大班额教学、个性化反馈缺失、学习动机维持困难等现实痛点，本研究立足技术赋能、轻量部署、深度交互的核心理念，构建融合 DeepSeek 大语言模型与 HeyGen 数字人生成技术的轻量化多模态教育数字人辅助教学系统。系统采用 Docker 容器技术实现模型校园网本地化部署，保障数据安全与响应效率；设计脚手架式提示词策略，为《C 语言程序设计》《计算机应用技术》课程提供差异化逻辑诊断与操作指引。以黑龙江省某民办高校 452 名大一新生为研究对象，开展为期 16 周的对照实验。结果显示：实验组期末机考平均成绩（ $M=82.10$, $SD=8.42$ ）显著高于对照组（ $M=71.45$, $SD=12.35$ ）， $t(450)=10.74$, $p<0.001$, Cohen's $d=1.01$ ；过程性指标显示，实验组周均提问频次为对照组的 5.66 倍，问题平均响应时长从 18.5 小时压缩至 1.2 分钟。研究证实，轻量化部署的多模态教育数字人可有效实现规模化教学下的个性化指导，为同类院校推进教育数字化转型提供低成本、可复制的技术路径与实证依据。

【关键词】：多模态教育数字人；大语言模型；计算机通识课；实证研究；本地化部署；脚手架式提示词

DOI:10.12417/2705-1358.26.11.012

1 引言

生成式人工智能（AIGC）的快速演进，为破解高等教育规模化与个性化的长期矛盾提供了全新技术路径。教育部分别于 2024 年 4 月和 11 月公布了两批“人工智能+高等教育”典型应用场景案例，共计 50 个案例入选^[1-2]。构建 AI 助教、智能学伴已成为实现精准化教学与过程性评价的关键抓手。

民办高校承担着培养技能型人才的重要使命^[3]。《计算机应用技术》《C 语言程序设计》是该校信息素养教育体系的核心实践课程，也是大一新生的公共必修通识课。受限于师资配比、硬件条件等因素，此类课程普遍采用大班额授课模式，课堂互动形式化、课后反馈滞后化、个体指导缺失化问题突出。单一教师难以兼顾全体学生的学习需求，代码报错诊断、Office 操作指引等个性化答疑反馈周期长达数天，导致学生陷入“试错无反馈、学习无方向”的困境，严重影响课程教学质量。

近年来，学界尝试引入 ChatGPT 等通用聊天机器人缓解教学答疑压力，但实践中暴露两大问题：一是公网模型存在数据隐私泄露、网络不稳定风险，不符合校园数据安全要求；二是通用模型缺乏教学适配性，倾向直接提供答案而非启发引导，易引发学术不端行为，且纯文本交互难以激发学习动机。

尽管通用聊天机器人存在上述局限，但生成式 AI 与教育大模型作为智能教育的核心技术支撑，其技术框架与应用价值已为教育数字化转型提供了重要理论依据^[4-5]。基于此，本研究面向民办高校低成本、易落地、高适配的教学需求，构建轻量化、本地化、多模态教育数字人辅助教学系统，着力解决三个关键问题：

（1）低硬件成本的本地化部署方案：采用 Docker 容器技术实现 DeepSeek-R1-7B 模型校园网本地化部署；（2）规避学术不端的教学策略设计：构建脚手架式提示词库，强制模型输出思路引导而非直接答案；（3）提升学习情感投入的交互模态优化：融合 HeyGen 数字人形象，将抽象逻辑反馈转化为语音、表情、动作的具象交互。本研究通过对照实验，从学习成果、学习行为、主观感知三维度系统评估系统效能。

2 系统架构与关键技术

本研究构建的教育数字人系统遵循“场景驱动、教学嵌入”的原则，设计了“一核、二模、三层”的协同架构。“一核”指 DeepSeek 认知引擎；“二模”指面向办公软件与 C 语言程序设计的两套差异化提示词模板；“三层”分别为本地化认知层、多模态表现层与教学平台融合层。系统架构如图 1 所示。

作者简介：张新（1987-），男，学士，副教授，主要研究方向：计算机通识教育、人工智能赋能教学。

通讯作者：张伟（1964-），女，硕士，副教授，通讯作者，主要研究方向：人工智能应用基础、深度学习。

基金项目：黑龙江省软件学会 2025 年度高等教育研究课题“生成式人工智能赋能教学在应用型本科信息素养课程的研究实践”（HLJSF2025021）；黑龙江省教育科学规划专项重点课题“AI 赋能教育：民办高校数字化技能型人才培养模式创新研究”（GJB1425043）。



图1 教育数字人系统协同架构图

2.1 本地化认知层

(1)模型选型与本地化部署。本研究选用 DeepSeek-R1-7B 模型作为认知核心，该模型在代码生成、逻辑推理、中文自然语言理解领域表现优异，且对显存需求较低。采用 Docker 容器技术将模型、API 服务及依赖环境一体化打包，部署于校园局域网服务器（配置：RTX 4090 24GB，模型采用 INT8 量化，显存占用约 12GB）。学生提问经内网 API 路由至容器处理，原始数据全程不流出校园网，有效规避隐私泄露风险并降低网络延迟。

(2)脚手架式提示词工程。脚手架式提示词设计契合认知建构主义教学理念，强调以学生为中心的启发式引导^[6]。本研究针对两门课程构建了结构化提示词模板：

C 语言程序设计模板（指针与数组模块）：角色定位为 C 语言启蒙导师，行为约束为严禁直接提供完整可运行代码。执行流程包括：识别错误类型（指针未初始化、数组越界等）；自然语言定位错误；关联知识点微链接；推送同类简化练习题。

计算机应用技术模板（Excel 数据透视表模块）：角色定位为操作向导，行为约束为输出分步骤图文指引。执行流程包括：基于操作日志定位当前界面；分步骤给出清晰指令；生成步骤化文本及界面位置指引。该策略将大模型生成能力限定在苏格拉底式提问与步骤化引导范畴，从源头遏制直接复制答案。

2.2 多模态表现层

本研究引入 HeyGen 数字人生成引擎构建多模态数字人形象，采集授课教师 5 分钟正面高清视频及多情绪语音样本，训练生成高度拟真的虚拟教师形象。该数字人接收 DeepSeek 输出的文本脚本，生成唇形同步、头部微动及自然肢体动作的教学讲解视频，将抽象编程逻辑具象化呈现，降低认知负荷。

2.3 教学平台融合层

教育数字人以 API 服务形式嵌入雨课堂和百科园平台：在雨课堂讨论区设置关键词触发机制，数字人自动介入引导解答，交互记录纳入过程性评价；学生上机练习提交失败时，系

统自动推送错误日志至数字人，以弹窗及语音形式主动提供即时诊断。

3 研究设计与方法

3.1 研究对象与分组

本研究采用双组准实验设计，以班级为单位进行整群分配研究对象为黑龙江省某民办高校 2025 级 10 个行政班共 452 名大一新生，采用随机数表法平均分配至实验组与对照组（各 226 人）。实验组包含计算机科学与技术、软件工程、会计学、电子商务、数字媒体艺术专业各 1 班，采用“传统教学+教育数字人辅助”模式；对照组包含物联网工程、电气工程、财务管理、市场营销、视觉传达专业各 1 班，采用传统“教师主讲+多媒体课件+人工答疑”模式。两组在专业类别分布上保持基本均衡（各含 3 个工科/计算机类专业、2 个经管/艺术类专业）。授课教师、教学大纲、学时（每周 4 学时，共 16 周）、教材、考核方式完全一致。前测计算机基础摸底成绩显示两组无显著差异（ $t(450)=0.43$, $p=0.67$ ），分组均衡性良好。本研究已通过校学术委员会伦理审查，所有参与者均知情同意。

3.2 实验流程

(1) 前测阶段（第 1 周初）：通过百科园平台开展计算机基础知识摸底测试；

(2) 干预阶段（第 1-14 周）：对照组实施传统教学，实验组全程接入教育数字人系统，教师角色转变为课堂组织者及疑难问题最终审核者；

(3) 数据采集阶段（第 15-16 周）：采集期末机考成绩、教学平台行为日志，发放技术接受度量表。

3.3 测量工具与评估指标

构建三维度综合效能评估模型：

(1) 学习成果：百科园期末机考成绩（百分制，客观题 40%+操作/编程题 60%）；

(2) 学习行为：来源于雨课堂后台日志，包括学生人均周均主动提问频次、作业一次性通过率（提交后无需修改即获 60 分以上）、问题平均响应时长；

(3) 主观感知：改编自 Davis (1989) 技术接受模型 (TAM) 的量表^[7]，包含感知有用性、感知易用性、社会临场感、整体满意度 4 个维度共 12 题项，Likert 5 点计分。量表总 Cronbach's α 为 0.91，各维度 α 介于 0.85~0.92，KMO=0.87，巴特利特球形检验显著（ $p<0.001$ ）。数据分析采用 SPSS 26.0 进行独立样本 t 检验、卡方检验及协方差分析，效应量报告 Cohen's d。

4 实验结果与分析

4.1 学习成果差异分析

对两组期末机考成绩进行独立样本 t 检验，结果如表 1 所示。

表 1 期末成绩描述统计与独立样本 t 检验

组别	对照组	实验组
N	226	226
平均分(M)	71.45	82.10
标准差(SD)	12.35	8.42
优秀率(≥85)	14.6%	38.5%
及格率(≥60)	78.3%	94.7%
t 值	10.74	-
p	<0.001	-
Cohen's d	1.01	-

实验组平均分较对照组高出 10.65 分，差异极显著 ($t(450)=10.74, p<0.001$)，效应量 Cohen's $d=1.01$ (大效应)。实验组成绩标准差更小，表明成绩分布更为集中。

4.2 学习行为交互分析

学习行为过程性指标如表 2 所示。独立样本 t 检验表明，实验组人均周均提问频次 ($M=6.8, SD=2.3$) 显著高于对照组 ($M=1.2, SD=0.8$)， $t(450)=32.45, p<0.001$ ；问题平均响应时长从 18.5 小时压缩至 1.2 分钟。卡方检验显示，实验组作业一次性通过率 (85%) 显著高于对照组 (62%)， $\chi^2(1)=28.96, p<0.001$ 。

表 2 学习行为过程性指标对比

指标	对照组	实验组	提升幅度
周均主动提问频次(次/人)	1.2	6.8	+466%
课后作业一次性通过率	62%	85%	+37%
问题平均响应时长	18.5 小时	1.2 分钟	-99%

注：提升幅度 = (实验组值-对照组值)/对照组值×100%。

4.3 技术接受度与主观感知分析

实验组回收有效问卷 224 份。技术接受度量表各维度得分如表 3 所示。

表 3 技术接受度量表各维度得分 (实验组, N=224)

评估维度	具体测量题项 (示例)	平均分
感知有用性	数字人对 C 语言编程错误的诊断提示帮助我快速定位问题	4.71
感知易用性	与数字人的交互方式 (语音 / 文字) 自然流畅	4.58
社会临场感	教师的动画形象让在线学习过程不那么枯燥和孤独	4.42
整体满意度	我希望其他专业课程也能引入类似的数字人助教	4.80

量表采用 Likert 5 点计分。学生对数字人编程错误诊断与复杂操作指引的认可度最高，整体满意度达 4.80 分；社会临场感得分相对略低，为后续优化提供了方向。

5 讨论

5.1 教育数字人的效能机制

本研究证实，教育数字人的教学效能重构了教学反馈的核心机制。技能习得的效率取决于“试错-反馈”循环的频次与即时性。传统教学中反馈等待周期长达数天，本系统将响应时长压缩至 1.2 分钟，实现了分钟级即时反馈。通过脚手架式提示词策略^[8]，系统提供启发式引导而非直接答案，帮助学生在最近发展区^[9]内完成知识内化，有效规避了学术不端风险。

5.2 民办高校可复制的 AI 教学落地路径

本研究提炼出以下可复制路径：

(1) 技术落地：消费级 GPU 服务器 (如 RTX 4090) 即可完成 Docker 本地化部署，所有数据校内流转；

(2) 教学治理：通过脚手架式提示词明确 AI 辅助定位，将人机交互纳入过程性评价 (占总成绩 20%)；

(3) 伦理合规：与校学术委员会共同制定《AI 课堂使用伦理规范》，从制度上保障教学合规。

5.3 研究局限与未来展望

本研究存在以下局限：第一，实验周期仅 16 周，长效性有待纵向追踪；第二，多模态交互集中于输出端，缺乏对学生表情、姿态的实时感知；第三，采用整群准实验设计，虽通过协变量分析控制初始差异，但仍无法完全排除选择偏误；第四，样本仅来自一所民办高校，推广性有待检验。未来研究将集成视觉情感计算模型，实现数字人对学生状态的感知与主动介

入,并拓展至更多通识课程。

6 结论

本研究构建并验证了轻量化多模态教育数字人系统,通过16周对照实验得出以下结论:

(1) 显著提升学习成果:实验组期末成绩平均分高出对照组10.65分,优秀率与及格率均显著提升;

(2) 优化学习行为模式:实验组提问频次为对照组5.66倍,反馈延迟从小时级压缩至分钟级;

(3) 具备良好推广价值:系统硬件成本低、部署流程简、教学适配性强。

轻量化多模态教育数字人是破解大班额计算机通识课教学难题的有效路径,对民办高校推进AI赋能教学改革具有实践参考价值。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部.教育部关于公布首批18个“人工智能+高等教育”典型应用场景案例的通知[EB/OL].(2024-04-17).<http://www.moe.gov.cn/>.
- [2] 中华人民共和国教育部.教育部关于公布第二批32个“人工智能+高等教育”典型应用场景案例的通知[EB/OL].(2024-11-14).<http://www.moe.gov.cn/>.
- [3] 罗蓓蓓.人工智能驱动下民办高校应用型本科课程体系重构研究与实践[A].中国通俗文艺研究会教育文化理论专业委员会,2026年教育理论与管理学术年会“数智时代教育创新与高质量发展”研讨会论文集(二)[C].重庆工程学院,中国通俗文艺研究会,2026:267-271
- [4] 刘明,杨闽,吴忠明,廖剑.教育大模型智能体的开发、应用现状与未来展望[J].现代教育技术,2024,34(11):5-14.
- [5] 刘邦奇,聂小林,王亚飞,袁婷婷,赵子琪,张国强.生成式AI赋能教育:技术框架、应用场域及价值——2024智能教育发展研究报告[J].中国电化教育,2025,(03):61-70.
- [6] 何克抗.建构主义——革新传统教学的理论基础(三)[J].科学课,2004,(02):48-49.
- [7] 和重阳.基于TAM和TTF整合视角的SPOC平台用户使用意愿研究[D].中南财经政法大学,2020
- [8] 冯霞,冯文锋,冯成志.反馈类型和反馈时间对动作技能获得的影响[J].心理科学,2018,41(03):533-539.
- [9] 钟启泉.最近发展区:课堂转型的理论基础[J].全球教育展望,2018,47(01):11-20+34.