

基于人工智能的医工结合研究型人才培养模式探索

陈 峥, 高予心, 陈安龙, 陈莉娜

(电子科技大学 信息与软件工程学院, 四川 成都 611731)

摘要: 为了探索人工智能技术在优化人才培养模式中的应用路径, 解决医工结合研究型人才培养过程中存在的学科融合难、跨学科协作能力不足和实践教学资源有限等问题, 提出教学案例分析、问卷调查和教学实验比较的教学方法, 以评估人工智能辅助教学在提升学生跨学科知识掌握、实践技能和科研产出方面的成效。实践表明, AI辅助教学组的学生在期末成绩、课程作业评分、科研论文发表数量、竞赛获奖数量等方面均显著优于传统教学组, 期末考试平均分为85.4分, 较对照组高出6.8分, 科研论文发表总数为8篇, 较对照组增加3篇。研究发现, 将人工智能技术系统融入教学内容和教学方式, 能显著改善医工结合人才培养的成效, 学生自信度和对教学的满意度均有提升, 为高校开展复合型研究人才教育提供了可推广的实践框架和策略参考。

关键词: 医工结合; 研究型人才培养; 人工智能; 跨学科教育; 个性化学习

DOI: 10.11907/rjdk.251409

中图分类号: G434

文献标识码: A

文章编号: 1672-7800(XXXX)0XX-0001-07

扫描二维码阅读全文:



Exploration of a Talent Cultivation Mode for Interdisciplinary Medical-Engineering Researchers Empowered by Artificial Intelligence

CHEN Zheng, GAO Yuxin, CHEN Anlong, CHEN Lina

(School of Information and Software Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

Abstract: In order to explore the application path of artificial intelligence technology in optimizing talent cultivation mode, solve the problems of difficult disciplinary integration, insufficient interdisciplinary collaboration ability, and limited practical teaching resources in the process of cultivating research-oriented talents in the combination of medicine and engineering, a teaching method of teaching case analysis, questionnaire survey, and teaching experiment comparison is proposed to evaluate the effectiveness of artificial intelligence assisted teaching in improving students' interdisciplinary knowledge mastery, practical skills, and scientific research output. Practice has shown that students in the AI assisted teaching group are significantly better than those in the traditional teaching group in terms of final grades, course assignment scores, number of scientific research papers published, and number of competition awards. The average final exam score is 85.4 points, which is 6.8 points higher than the control group. The total number of scientific research papers published is 8, which is 3 more than the control group. Research has found that integrating artificial intelligence technology systems into teaching content and methods can significantly improve the effectiveness of talent cultivation in the integration of medicine and engineering. Students' confidence and satisfaction with teaching have both increased, providing a scalable practical framework and strategic reference for universities to carry out comprehensive research talent education.

Key Words: medical-engineering integration; research-oriented talent cultivation; artificial intelligence; interdisciplinary education; personalized learning

收稿日期: 2025-06-16

基金项目: 电子科技大学研究生教研教改项目(JYJG2024039)

作者简介: 陈峥(1981-), 男, 博士, CCF会员, 电子科技大学信息与软件工程学院副教授, 研究方向为自然语言处理与人工智能; 高予心(2001-), 女, 电子科技大学信息与软件工程学院硕士研究生, 研究方向为自然语言处理与人工智能; 陈安龙(1971-), 男, 博士, 电子科技大学信息与软件工程学院副教授, 研究方向为大数据与人工智能; 陈莉娜(1978-), 女, 博士, 电子科技大学信息与软件工程学院副教授, 研究方向为人工智能。本文通讯作者: 陈峥。

0 引言

当今,人工智能(Artificial Intelligence, AI)的迅猛发展正深刻影响医疗领域,推动了医学与工程的深度融合。医学工程交叉历来是医疗创新的重要源泉,从显微镜到现代医学影像,每一次工程突破都为医学注入了新动力^[1]。然而,社会对医工结合人才的需求日益迫切,医疗发展与复合型人才供给不足的矛盾突出,传统培养模式已难以满足新时代需求。我国“健康中国 2030”规划和“科教兴国”战略均强调医工结合创新人才的重要性。因此,在 AI 快速应用的大背景下,加快培养既懂医学又通工程的研究型人才具有现实紧迫性和战略意义^[2]。

近年来,国内外高校虽积极探索跨学科培养,但仍面临以下共性挑战:①学科壁垒明显,院系协同与资源整合不足;②课程体系更新滞后,未能有效融入医学 AI 等前沿内容^[3];③实践环节薄弱,高校与医院、企业的联合培养机制不完善,产学研合作受体制限制。受这些因素影响,医工结合复合型人才依然匮乏,制约了医学人工智能等新兴领域的发展,因此对教育改革提出了迫切要求^[4]。

人工智能发展为医学工程教育提供了新契机。一方面, AI 自身是前沿课程内容,能激发学生兴趣与创新意识;另一方面, AI 作为教学工具,通过虚拟仿真、智能助手可提升互动性与个性化,弥补传统教学的不足。例如,机器学习驱动的案例模拟平台可帮助学生在接近真实的场景中锻炼跨学科能力;大模型技术可支持个性化教学与科研训练,辅助教师评估学生理解情况。目前,越来越多高校已探索将 AI 与医学教育进行融合,在教学中引入 AI,学生可逐步掌握利用现代工具解决复杂医学问题的能力,形成“懂医学、会工程”的综合素养^[5]。这不仅是技术趋势,更是培养复合型人才的实际需求。

本文研究的核心目标是探索 AI 如何优化医工结合研究型人才培养模式,拟构建一种面向未来的培养框架,将 AI 作为学习内容和教学工具,贯穿整个教学全过程当中。本文在借鉴国内外经验,结合我国高校实际的基础上,提出以下 3 条实践路径:①医学院与工学院协同授课、项目制科研训练与双导师制结合;②全过程引入医学问题导向的 AI 应用实际案例;③依托大型医学数据库和 AI 实践平台,提升学生在术后并发症预测等前沿课题中的科研与创新能力。

本文研究贡献在于:提出 AI 赋能的医工结合新范式,针对学科整合难、实践环节弱等痛点提供了可行方案,为高校培养复合型人才提供路径。该路径不仅丰富了医工结合教育的理论与实践,还回应了行业对新型人才的迫切需求,对加快医学与工程深度融合、培养面向未来的创新人才具有积极意义。

1 相关工作

1.1 国内外医工结合人才培养模式

医工结合的人才培养已成为国内外医学教育改革的重要方向^[6]。国内,“新医科”战略明确提出要紧密结合医学与工程,培养适应智能化医疗时代的复合型人才,“卓越医生教育培养计划 2.0”等政策也进一步推动医教融合,要求医学教育在规模、结构与质量上满足健康中国战略需求。近年来,多所高校探索“双导师制”,由临床医学专家和工科教授共同指导学生,以跨学科视角开展科研训练。例如,清华大学医学院在临床医学硕士培养中实施“双导师制”,以临床需求为导向进行转化医学研究,培养医工结合的创新型人才^[7,8]。上海交通大学医学院依托医工结合项目配备跨学科导师组合,构建面向智能医学前沿的科研体系。

随着项目驱动的教学实践逐渐普及,高校将真实临床与工程问题引入教学,促使学生自主学习与创新。研究提出以医工结合创新项目为驱动、全过程实践为主线的课程体系,使知识、能力与创新素养实现一体化培养。在课程体系方面,国内高校逐步设立跨学科课程模块和复合专业学位,典型案例是天津大学与天津医科大学联合创办智能医学工程本科专业,形成了医学院与工学院联合培养的“双学位机制”,通过“本硕贯通”和“本博直通”衔接培养体系,使学生在本科阶段即接受科研训练和前沿课程。两校实行课程协同、资源共享和联合导师制度,提升了课程的系统性与连贯性。“天大模式”推动了医学与工程的深度交叉,全国已有 70 余所高校开设类似的智能医学交叉专业。

国际上,医工结合的人才培养同样受到重视,典型案例是 1970 年开始的哈佛—麻省理工学院卫生科学与技术项目(HST),被认为是全球最早的医工结合教育项目之一。HST 通过麻省理工学院与哈佛医学院及附属医院合作,建立了医学博士(MD)与博士(PhD)交叉培养机制,学生既学习生物医学基础,又接受工程与定量科学训练,并在波士顿地区医院获得临床实践^[9]。这种跨院校、跨学科模式有效融合了医学知识与工程技术,使毕业生能胜任医学前沿创新与临床研究。

综上,无论是国内还是国外,高校均通过双导师制、项目式教学和跨学科课程等方式,探索医工结合拔尖创新人才培养路径,以满足新兴医疗科技发展的需求^[10]。

1.2 人工智能在医学工程教育中的应用

AI 的快速发展为医学教育带来了新机遇与变革^[11]。近年来,许多研究者关注如何将 AI 融入医学工程教育,以提升教学效果和个性化培养。在理论教学中, AI 驱动的智能教学系统可分析学生学习数据,提供个性化方案和反馈,用于诊断易错点并给予指导,实现“以学生为中心”的教学^[12,13]。例如,上海交通大学医学院建设智慧教学平

台,为学生提供个性化路径与资源推荐,辅助因材施教^[14]。在临床技能培训中,AI结合虚拟仿真显著提升了教学沉浸感与安全性,典型应用是虚拟患者系统,例如DxR Clinician、Body Interact等^[15]利用AI模拟病情,供学生进行问诊、查体和诊断训练。国际上,Body Interact、MedSimAI等AI教育平台集成了虚拟病人模拟、诊疗反馈与智能教学管理,为人才培养提供了实践环境和多维支持^[16]。研究表明,这类虚拟病人和增强现实模拟能在不危及患者的情况下提升临床推理与实践参与度。

同时,AI还推动了医学教育中的智能辅导与评估系统,例如一些智能辅导软件依托自然语言处理和知识图谱提供问答指导,自动批改作业并给出反馈,既减轻了教师负担,又提升了学习效率。在医学影像、病理等课程中,机器学习模型能自动标注片段、评价诊断结果,帮助学生直观理解复杂数据。此外,研究发现AI拓展了医学教育的新内容。多所医学院校已在课程中加入编程、数据科学和机器学习基础,以培养医学生掌握AI工具的能力,不仅有助于未来医生理解和运用智能医疗设备,还推动了“人工智能+医学”的交叉领域发展^[17,18]。

综上,AI在语言处理、推理决策和认知建模等方面取得了进展,现已应用于虚拟问诊、远程医疗教学及人文素养培养;虚拟患者与AR/VR结合创造沉浸式教学场景,突破了传统限制,学生可随时参与临床模拟训练^[19]。

1.3 AI赋能医工结合人才培养的探索

人工智能赋能下的医工结合人才培养探索,体现在教学模式与培养内容的双重创新:一方面,利用AI实现个性化、沉浸式和智能化的跨学科训练;另一方面,不断拓展AI相关课程与方向,丰富跨学科培养路径^[20]。

近年来,多所高校与研究机构将AI作为工具融入医工结合全过程,构建智能化教学新模式。一方面,AI作为教学工具正在重塑培养方式,智能教学平台依托大数据和算法实现教学全过程监测与优化,在医工结合课程中提供个性化辅导和实时反馈。例如,上海交大医学院制定“AI+医学教育”行动方案,通过智慧教学平台与“AI+”评价体系推动教学改进^[21]。同时,引入虚拟现实(Virtual Reality, VR)、增强现实(Augmented Reality, AR)与数字仿真打造沉浸式跨学科实验环境,学生可在AI支持的虚拟实验室中远程操控手术机器人、模拟器官诊疗,在实践中融会贯通医学与工程知识^[22]。另一方面,AI自身也可作为教学内容纳入医工人才培养体系,部分高校开设“人工智能+医学”方向微专业或辅修课程,将前沿AI技术与医学教育相结合^[23]。例如,上海交大医学院已开设AI赋能全生命周期健康管理学、AI+医学影像技术等课程与微专业,推动AI与医学的快速融合^[24]。通过这些课程,医学生和工科学生可掌握了数据分析、机器学习等技能,为智能医疗奠定基础。此外,还有学者指出AI赋能教育需兼顾工具与内容:既要利用AI优化教学方法,也要使学生理解AI原理与

应用^[25]。

在实践教学中,为了确保AI在教育中应用的安全与有效,一些研究强调建立伦理框架和跨学科协作机制。医学院校应加强医学、工程与教育领域专家协作,共同开发和评估智能教学系统,以平衡机遇与风险^[26]。同时,在培养方案中融入AI相关课程,提升学生科技素养,形成“工具+内容”双轮驱动,进而培养既精通医学又掌握智能技术的复合型人才,以契合未来医学创新发展的需求。

2 研究方法

本文采用定性与定量相结合的方法,构建AI赋能医工结合人才培养模式的系统评估框架,以验证其有效性并为教学优化提供数据支撑。实验周期为1学年,将同一年级、同方向的研究生60名,随机分为实验组(30人)和对照组(30人),均由同一主讲教师及助教团队授课,课程内容、考核标准一致,仅实验组融入医工实践与AI辅助工具。

随机分组后,对性别比例、上一学期GPA及编程基础课成绩进行基线检验,以确保可比性。同时,研究综合运用案例分析、问卷调查、实验比较和数据分析,多维度探讨AI在医工结合培养中的作用,评估框架如图1所示。

2.1 教学案例分析:基于现有医工结合课程的实证研究

为了全面了解人工智能技术在医工结合人才培养中的应用情况,选择电子科技大学的医工结合相关专业作为研究案例,重点分析其在课程体系、教学模式及AI融合方面的实践情况。研究主要围绕以下问题展开:①该专业如何构建医工结合课程体系?②人工智能技术在教学过程中的实际应用情况如何?③该培养模式在实际运行过程中存在哪些优势和挑战?

为了确保案例分析的系统性,收集了该专业的培养方案、课程大纲、教学平台使用情况,以及与AI教学工具相关的使用数据。此外,通过访谈部分教师和学生获取AI在课程教学中的反馈意见,特别关注AI技术在跨学科学习、教学互动、实验实践等方面的作用。案例分析结果将为后续实验研究提供依据,有助于界定人工智能在复合人才培养中的关键影响因素。

2.2 问卷调查:师生对AI赋能教学模式的认知与反馈

为了进一步量化AI介入医工结合教学的影响,研究设计了一份针对教师和研究生的问卷调查,以收集学生对培养模式的反馈。问卷的核心目标是评估AI在以下方面的作用:①是否提升了学生的跨学科知识掌握能力?②是否增强了实践教学的效果?③是否改善了教学互动和个性化学习体验?④师生对AI赋能教学的接受度和改进建议有哪些?

研究选取实验组(使用AI辅助教学的学生)和对照组(采用传统教学模式的学生),全面评估“AI赋能医工结合”教学模式的成效。问卷依据教学评估与成人学习理论,围

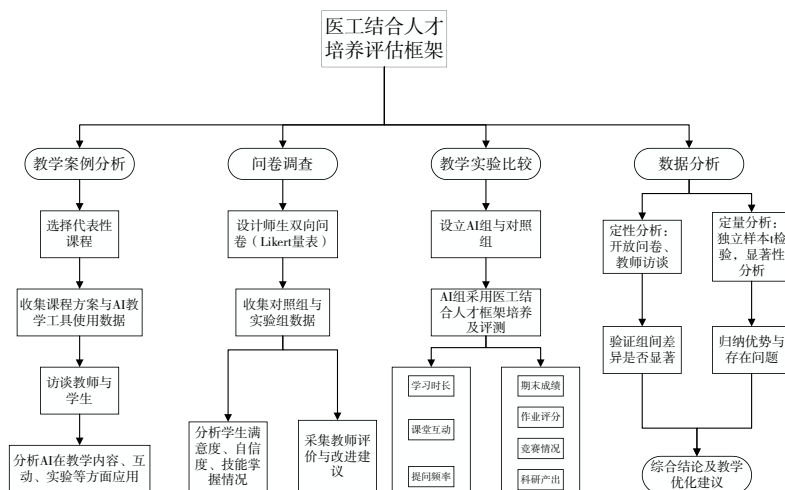


Fig. 1 Research methods and evaluation framework for AI empowered medical engineering integrated education

图1 AI赋能医工结合教育的研究方法与评估框架

绕四大核心维度构建:①跨学科知识掌握,检测学生在医学与工程双重知识体系中的整合水平,以及教师对其知识迁移表现的感知;②实践教学成效,聚焦实验技能、项目操作与问题解决能力的提升;③课堂互动与个性化体验,衡量智能辅导系统对课堂交流频次、即时反馈质量及个性化学习路径支持的促进程度;④AI赋能教学接受度与改进建议,评估师生对新型教学模式的认可度、可持续性态度及改进诉求。

所有量化条目采用五级 Likert 量表(1=完全不同意,5=完全同意),配套若干开放式题目收集定性意见。由于学生端样本量较大,本文采用独立样本 t 检验($\alpha=0.05$)来呈现结果;教师端样本量相对有限,但为了保持量表同构性与视角对称性,研究仍记录教师对应维度评分,所有计量数据以均值 $\pm$ 标准差进行描述。

综上,通过师生双视角、四维度的一体化测评,问卷实现了对教学知识效能、实践能力培养、互动体验优化及模式可持续性的系统化量化与质性交叉验证,为后续教学模式迭代提供了可信的实证依据,可作为后续实验研究的重要支撑。

2.3 教学实验比较:AI辅助教学对学习成果的影响

两组学生在同一学期共同完成由基础医学、工程技术与临床数据科学三大教学模块构成的统一教学单元,总学时 108 学时。三大模块的大纲、授课教师、学时比例和考核权重由同一教学团队统一制定并执行;学生的选修课及其他院系课程不计入本研究分析,以消除额外的教学差异。实验组在所有课堂、实验和课后环节统一引入 AI 工具:①智能辅导系统——课前/课后推送个性化练习并即时诊断知识盲点;②虚拟仿真实验平台——实践周提供沉浸式医学影像判读与手术流程训练;③智能评测系统——自动批改作业,生成诊断式反馈;④学习行为数据分析模块——实时监测学习动态,辅助教师调整互动节奏。

实验设计遵循严格的对照实验原则,确保两组学生的学习内容、课时安排、考核方式等均保持一致,仅在教学方

式上进行区分,唯一干预变量为“是否使用 AI 技术”:①实验组使用 AI 辅助教学,例如智能辅导系统、虚拟实验环境、AI 评测系统等;②对照组采用传统教学模式,主要依靠教师课堂授课与传统实验室操作。

为了确保实验数据的准确性,从多个角度进行效果测量:①客观评价为学生的期末考试成绩、项目作业评分等;②学习行为分析为记录学生的在线学习时长、课堂提问次数、互动讨论频率等;③主观反馈为结合前述问卷调查结果,分析学生的学习体验与自信度变化;④科研成果为统计学生科研论文发表数量及竞赛获奖情况。实验数据将通过独立样本 t 检验等统计分析方法,计数类数据通过组间比较进行分析,显著性水平设定为 $p<0.05$ 。

2.4 数据分析与综合评价

在完成案例研究、问卷调查与教学实验后,研究采用定量与定性相结合的方法对数据进行综合分析。定量部分主要通过统计学方法,包括计算各项指标的均值、标准差及独立样本 t 检验,以检验实验组相较于对照组在各项学习表现中的差异是否具有统计学显著性;定性部分则基于教师访谈与学生开放式问卷反馈,运用编码归纳与主题分析法,提炼不同群体对人工智能赋能教学模式的主要看法与关注重点,从中识别出有代表性的优势体验与潜在问题。

研究特别关注以下问题:①AI 技术在哪些方面显著提升了医工结合人才培养的效果? ②AI 在教学中的应用是否存在瓶颈或局限有哪些? ③如何进一步优化 AI 支持的教学模式,使其更具推广价值?

3 实验结果与分析

表1为学习成绩、项目作业评分、跨学科知识掌握度、课堂互动参与度、自信度提升、科研论文发表数及竞赛获奖数等客观量化指标。表2为方案正向反馈率、教学模式满意度评分、教学认同比例等主观反馈指标。表3为教师

问卷评分,因人数少,以均值±标准差表示。其中,连续变量按均值±标准差呈现;计数或比例数据以 $n(\%)$ 表示;通过 X^2 检验计算显著性,不足5时用Fisher精确检验;统计在SPSS 28.0中完成,显著性水平 $\alpha=0.05$ 。

Table 1 Analysis of the teaching effectiveness of AI assisted teaching and traditional teaching among students

表1 学生对AI辅助教学与传统教学的教学效果分析

评价指标	实验组 (AI辅助教学)	对照组 (传统教学)	统计检验 (p-value)
期末考试平均成绩	85.4 ± 4.2	78.6 ± 5.1	0.02 (显著)
课程作业评分	88.1 ± 3.7	81.3 ± 4.5	0.03 (显著)
跨学科知识掌握度	4.5 / 5.0	3.8 / 5.0	0.04 (显著)
课堂互动参与度	90%	75%	0.01 (显著)
自信度提升(问卷)	92%	78%	0.02 (显著)
科研论文发表	8 篇 (平均1.9 人/篇)	5 篇 (平均3.0 人/篇)	0.05 (临界显著)
竞赛获奖情况	6 项	3 项	0.03 (显著)

Table 2 Comparison of feedback results of students under AI assisted teaching mode

表2 学生对AI辅助教学模式的反馈结果比较

评价指标	实验组 (AI辅助教学)	对照组 (传统教学)	统计检验 (p-value)
方案正向反馈率	93.3%	73.3%	0.03 (显著)
教学模式满意度评分	4.5 / 5.0	3.8 / 5.0	0.04 (显著)
教学认同比例	90%	60%	0.02 (显著)

Table 3 Comparison of feedback results of teachers between AI assisted teaching and traditional teaching

表3 教师对AI辅助教学与传统教学的反馈结果比较

评价指标	实验组教师评分 (n=4)	对照组教师评分
跨学科知识掌握度	4.55±0.35	3.88±0.44
实践教学成效	4.48±0.41	3.65±0.52
课堂互动与个性化体验	4.38±0.37	3.55±0.42
AI赋能教学接受度	4.70±0.21	4.05±0.40

(1)教学效果量化比较。实验组(AI辅助教学)学生综合成绩显著高于对照组。由表1可知,实验组期末平均成绩85.4分,高于对照组78.6分;课程项目作业88/100,高于对照组81/100($p<0.05$)。在跨学科问题测试中,实验组60%的学生提出了完整方案,对照组为40%,证明了AI辅助可提升综合应用能力。

(2)学生问卷反馈。实验组中,93.3%学生认为培养方案提升了跨学科科研能力,优于对照组的73.3%;满意度平均为4.5/5,高于对照组的3.8/5。约90%的实验组学生认为AI工具(智能辅导系统、在线实验平台)有助于理解复杂医学工程问题,对照组约为60%。开放式反馈显示:实验组学生提到“个性化练习提高效率”“跨领域知识融合更系统”;对照组希望增加实践环节,表明AI可提升学生的个性化学习和实践参与度。

(3)教师与培养效果评价。教师反馈和客观成果验证了模式的有效性。教师指出,实验组学生主动性和科研兴趣更高,能自觉结合医学背景与工程方法。一位教师评

价:使用AI后,学生问题解决深度提升,对医疗AI进展关注度增加。实验组一年内发表论文8篇(第一作者3篇,含IEEE SIGNAL PROCESSING LETTERS、PEERJ COMPUTER SCIENCE等期刊^[27,28]),申请专利1项;对照组论文5篇,无专利。毕业去向显示,实验组选择医工结合方向深造或就业人数为对照组的两倍。

科研成果差异仅临界显著($p=0.05$),由此可知,一年的干预周期可能不足以全面反映长期学术产出;医学与工程交叉论文出版需多轮审稿,部分成果可能未统计;不同导师指导差异及学生使用AI工具的熟练度也会影响初期成果。综上,AI融合培养模式有潜力提升科研产出,但仍需长期观察、控制指导差异并系统跟踪论文发表进程。

4 结果讨论

4.1 优化与优势分析

AI技术使课堂教学发生了实现质变,智能教学系统基于深度知识追踪与协同推荐算法,可实时捕捉学生掌握情况,生成个性化学习路径(难度适配、节奏可调、反馈即时),避免“一刀切”与低效学习,提升了成绩提升且在线时长下降。VR/AR虚拟仿真实验结合虚拟患者库,营造了接近临床交互的场景,可提升沉浸体验与实践参与度。基于BERT与CNN/R-CNN的智能评测系统可自动批改并生成诊断式反馈,缩短评估周期、减轻教师负担。深度学习框架与AutoML组件承担了算力密集环节,使学生聚焦假设验证与科研产出。学校针对平台成本、师资不足和数据安全等问题,通过资金投入、双栖教师培训和联邦学习沙箱提供了解决思路。

AI工具拓宽了实践边界。VR/AR平台结合6DoF交互和多模态渲染,构建了虚拟手术和诊断环境,虚拟患者数据库与动态病例生成器让学生在安全情境中高频试错与复盘。大规模影像与病历数据让学生熟悉“数据—算法—决策”全链路。在项目式学习中,深度学习框架和AutoML工具分担特征工程与算力任务,学生专注建模、验证与结果解读,更易孵化出“AI×医学”创新思路,培养数据思维与跨界能力。总之,AI深度嵌入使培养体系由知识灌输转向能力建构与思维启迪,实现了“以学生为中心、以综合能力为导向”的优化。

4.2 模式比较与不足

在成本方面,智能教学平台搭建、虚拟仿真系统维护及高质量医学数据获取,均需大量经费和跨部门协作,中小院校难以推广。在师资瓶颈方面,医学背景与AI实践兼具的“双栖”教师稀缺,现有教师仍需系统培训。课程难度和广度增加后,须平衡“医学深度”与“工程广度”,避免偏科。人文关怀与职业伦理亦不可忽视,医工人才需具备医患沟通和同理心,课程应兼顾技术与人文。

数据伦理与隐私安全也十分关键,真实数据使用需严

格审批与脱敏,依托联邦学习沙箱、分级权限和操作审计机制防范泄露与偏见。传统模式在人文传承、临床思维与经验积累方面仍有价值,AI模式在效率、规模化训练与创新培养上十分突出。未来,应在资源配套、师资培训、课程平衡和伦理安全方面持续完善,实现两种模式优势互补与协同发展,构建智能医疗时代的复合型人才培养生态。

5 教学实践

电子科技大学在医工结合人才培养方面进行了系统探索,构建了涵盖本科、硕士和博士的跨学科课程体系。其中,本科阶段开设医学信息与大数据分析、医用机器人与智能化系统的原理与应用、医学信息学等课程,可帮助学生建立交叉知识体系。在研究生和博士阶段提供了灵活的方案,支持医学影像分析、智能诊疗、大数据医学等研究。具体为:基础层设置跨学科必修课;方向层结合实验室重点开设数字图像处理、医学图像处理等模块,以训练医学影像算法,提升学生的工程实践能力;实践层依托虚拟仿真实验中心,开展“光电成像与视觉感知技术”等实验,安排学生赴四川省人民医院、四川省肿瘤医院、成都市妇女儿童中心医院、绵阳市中心医院临床见习,形成了“基础夯实—方向拓展—实践驱动”的课程体系。

在教学方法上,学校采用案例教学、项目驱动和跨学科团队协作,课程引入术后并发症预测、智能影像分析等真实问题,引导学生运用人工智能解决。在项目驱动中,学生依托联合实验平台完成数据预处理、模型构建、效果评估与应用优化等环节,在导师指导下掌握AI在医学中的应用流程,培养自主探究与跨领域协作能力。学校还建立了“医学+工学”混合团队机制,鼓励研究生与附属医院、科研机构及企业合作,在真实环境中提升科研与沟通能力。同时,学校重视实践教学,建设医药知识工程与智能软件实验室聚焦数字医学、计算健康、人工智能与大数据交叉研究,为学生提供科研机会,鼓励学生参与科研与竞赛,例如全国大学生生物医学工程创新设计竞赛“医工AI赋能赛”。此外,与华为医疗、科大讯飞、腾讯医疗等企业合作,支持研究生进入企业实习,参与“AI+医疗”项目,在实际场景中掌握前沿技术。

在人工智能应用方面,学校启动“人工智能+教育”行动计划,推动本科教学改革,构建智助学、智助教、智助管、智助研的教育生态。在实践教学中优化实验体系,打造递进式实验载体,依托基于多模态教学数据的能力智能评估机制构建智能测评系统,对病例分析、影像标注和诊疗方案撰写进行过程性评价与反馈。实践表明,通过集成AI工具与临床资源,学生跨学科能力显著增强,学生对医学AI方向兴趣提高35%,课程满意度由82%升至91%。在成果方面,近3年学校在医学AI方向发表多篇高水平论文,研究生团队在MICCAI国际挑战赛等赛事中多次获一等奖。

实验室与四川大学华西医院等合作,部分成果进入临床测试,例如医学影像分析技术在华西医院应用。学生在导师指导下完成多项医学图像处理与智能诊断专利,其中部分已授权并试用。毕业生广受产业界认可,多数进入华为、腾讯医疗、平安智慧医疗、科大讯飞等企业从事医疗AI研发,部分优秀学生继续在国内外一流高校攻读博士学位。

综上,电子科技大学在医工结合人才培养上已形成了完整的交叉体系与实践机制。通过系统课程、创新教学、实践环节、智能工具和科研产业合作显著提升了培养质量,推动了医学与AI深度融合。未来,学校将拓展国际合作,加强与医疗机构和企业联动,促进AI在医学领域落地,培养更多高水平复合型人才;将对教学模式进行验证,据此构建评估框架,采用多维方法开展实证研究。

6 结语

本文针对医工结合研究型人才培养过程中存在的学科融合难、跨学科协作能力不足和实践教学资源有限等问题,探索人工智能技术在优化人才培养模式中的应用路径。首先,明确培养目标与课程体系,高校应优化结构,确保医学、工程与AI课程衔接,全面推进“人工智能+医学”课程建设,更新大纲以适应新技术发展;其次,强化师资与团队建设,通过培训、学科交流和引进复合型人才提升教学能力,鼓励医学与工学教师合作备课,形成多学科团队;再次,建立科学的考核评估体系,针对新模式设计评价指标与反馈机制,既考察学生的知识掌握情况,又注重创新实践能力,结合过程性与结果性评价及时调整教学策略;接下来,深化产学研联合培养,拓展校际和国际交流,加强与附属医院、科研院所、企业合作,探索“学校—医院—企业”联合培养模式,共建实习基地、联合指导课题、共享资源,让学生在真实环境中得到锻炼;最后,持续创新教学方法,关注自适应学习、虚拟导师、数据驱动分析等新兴教育技术,引入教学实践优化学习体验,始终以学生成长为中心,在技术应用中尊重教育规律^[29]。

实践表明,AI技术能弥补传统模式不足,提升学生跨学科应用与科研创新能力。具体为,AI辅助培养方案在学习成绩、科研产出和满意度方面均优于传统模式,验证了人工智能作为教学工具的潜力,医工结合的人才培养在模式创新上大有可为。然而,改革仍面临师资不足、资源投入较高等挑战,需在实践中逐步解决。未来,随着更多实践经验积累和数据丰富,将对培养模式进行持续跟踪研究,不断完善理论框架,推动医工结合人才培养迈上新的台阶,为医疗与科技的发展输送源源不断的优秀人才^[30]。

参考文献:

- [1] YIN Z M, LI W, ZHANG K. “Five-in-one” talent training model design for medical artificial intelligence majors [J]. Innovative Education Research, 2024, 12(12): 211-217.

- 尹梓名,李伟,张凯.“五位一体”——医学人工智能类人才培养模式设计[J]. 创新教育研究, 2024, 12(12): 211-217.
- [2] ZHU X, WANG Y, LI H. Cultivating multi-disciplinary talents of medicine-engineering [EB/OL]. <https://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/656014f82bab8.pdf>.
- [3] AAMC. Principles for the responsible use of AI in medical education [EB/OL]. <https://www.aamc.org/about-us/mission-areas/medical-education/principles-ai-use>.
- [4] YANG H, WANG L. Innovation path analysis of medical engineering education based on artificial intelligence[J]. Computer Education, 2023(6): 77-83.
杨红,王丽. 基于人工智能的医学工程教育创新路径分析[J]. 计算机教育, 2023(6): 77-83.
- [5] ZHAO X L, XU D, HU Z. Artificial intelligence reshaping higher education ecology: trends, changes, and governance—key points and reflections on the 2025 horizon report (teaching edition) [J]. Open Education Research, 2025, 31(3): 42-51.
赵晓丽,徐丹,胡贞. 人工智能重构高等教育生态:趋势、变革与治理——《2025年地平线报告(教学版)》要点与思考[J]. 开放教育研究, 2025, 31(3): 42-51.
- [6] ZHAO Y, SUN P, LI K. Comparative study of medical-engineering talent training models at home and abroad[J]. Educational Research and Experiment, 2020(2): 45-53.
赵宇,孙鹏,李凯. 国内外医工结合人才培养模式比较研究[J]. 教育研究与实验, 2020(2): 45-53.
- [7] Tsinghua University School of Medicine. New initiatives for cultivating interdisciplinary medical-engineering talents such as the dual-mentor system [EB/OL]. <https://www.med.tsinghua.edu.cn/info/1021/1501.htm>, 2023-05-20.
清华大学医学院. 双导师制等医工结合人才培养新举措介绍[EB/OL]. <https://www.med.tsinghua.edu.cn/info/1021/1501.htm>, 2023-05-20.
- [8] LI D M, CHEN J J, WAN W H, et al. Implementation and exploration of the dual-mentor system for professional master's students in clinical medicine under the context of medical-education collaboration [J]. Medical Education Management, 2022, 8(3): 319-324, 330.
李东明,陈建军,万文慧,等. 医教协同背景下临床医学专业学位硕士研究生“双导师制”实施及探索[J]. 医学教育管理, 2022, 8(3): 319-324, 330.
- [9] School of Engineering, MIT. Harvard-MIT Program in Health Sciences and Technology overview [EB/OL]. <https://catalog.mit.edu/schools/engineering/harvard-mit-health-sciences-technology/>.
- [10] WANG L, XU J. Current status and development trend of AI-enabled medical education [J]. Medical Education Exploration, 2022 (5): 88-94.
王磊,许佳. AI赋能医学教育的现状与发展趋势[J]. 医学教育探索, 2022(5): 88-94.
- [11] SMITH R, JOHNSON K. AI-driven innovations in biomedical engineering education[J]. International Journal of Engineering Education, 2022 (5): 88-94.
- [12] WANG J, LI H, ZHANG X. AI-driven innovations in interdisciplinary medical engineering education [C]// International Conference on Educational Technology and Innovation, 2021: 201-208.
- [13] BROWN T, GREEN R. Transforming medical education with artificial intelligence: challenges and opportunities [C]// 2022 IEEE Global Engineering Education Conference, 2022: 409-416.
- [14] Shanghai Jiao Tong University News. “AI+Medical Education”: SJTU explores new talent training models for medical innovation under the background of new medicine [EB/OL]. <https://news.sjtu.edu.cn/jdyw/20250108/206413.html>.
上海交通大学新闻网.“AI+医学教育”,交医探索新医科背景下医学创新人才培养新模式[EB/OL]. <https://news.sjtu.edu.cn/jdyw/20250108/206413.html>.
- [15] DxR Development Group. DxR clinician virtual patient simulation platform [EB/OL]. <https://medsimhealth.com/dxr-clinician-2/>.
- [16] HICKE Y, GEATHERS J, RAJASHEKAR N, et al. MedSimAI: simulation and formative feedback generation to enhance deliberate practice in medical education [DB/OL]. <https://arxiv.org/abs/2503.05793>.
- [17] RINCÓN E H H, JIMENEZ D, AGUILAR L A C, et al. Mapping the use of artificial intelligence in medical education: a scoping review [J]. BMC Medical Education, 2025, 25(1): 526.
- [18] LEE J, WU A, LI D, et al. Artificial intelligence in undergraduate medical education: a scoping review [J]. Academic Medicine, 2021, 96(1): 62-70.
- [19] CHEN Y T, CHEN J, ZHU L C, et al. Research and practice on project-based medical-engineering integrated engineering practice curriculum system [J]. Experimental Science and Technology, 2024, 22(4): 41-46.
陈依桐,陈建,朱鲁闽,等. 项目制驱动的医工结合工程实践课程体系研究与实践[J]. 实验科学与技术, 2024, 22(4): 41-46.
- [20] LI N. Exploration and practice of medical-engineering talent cultivation model [D]. Beijing: Tsinghua University, 2021.
李娜. 医工结合人才培养模式的探索与实践[D]. 北京:清华大学, 2021.
- [21] GAO Y, ZHAO Q P, ZHOU X D, et al. The role and application status of virtual reality technology in the training of new medical talents [J]. Journal of Sichuan University (Medical Edition), 2021, 52(2): 182-187.
高阳,赵沁平,周学东,等. 虚拟现实技术在新医科人才培养中的作用及应用现状[J]. 四川大学学报(医学版), 2021, 52(2): 182-187.
- [22] ANNALISA R, LUIGI M C, COSTANZA M, et al. Artificial intelligence in medical education: a narrative review on implementation, evaluation, and methodological challenges [EB/OL]. <https://www.mdpi.com/2673-2688/6/9/227>.
- [23] ZHAO G, ZHANG L. Reform and development of medical engineering education [M]. Beijing: Science Press, 2021.
赵刚,张磊. 医学工程教育改革与发展[M]. 北京:科学出版社, 2021.
- [24] GOODFELLOW I, BENGIO Y, COURVILLE A. Deep Learning [M]. Cambridge: MIT Press, 2016.
- [25] SHORTLIFFE E H, CIMINO J J. Biomedical informatics: computer applications in health care and biomedicine [M]. Berlin: Springer, 2014.
- [26] WARTMAN S A, COMBS C D. Medical education must move from the information age to the age of artificial intelligence [J]. Academic Medicine, 2018, 93(8): 1107-1109.
- [27] YANG C, SHENG D, YANG B, et al. A dual-domain diffusion model for sparse-view CT reconstruction [J]. IEEE Signal Processing Letter, 2024, 31: 1279-1283.
- [28] ZHENG W F, LU S Y, YANG Y S, et al. Lightweight transformer image feature extraction network [J]. PeerJ Computer Science, 2024, 10: 1755.
- [29] LI W X, TANG J, QU Y, et al. Application and development of artificial intelligence in medical education [J]. Journal of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine: Educational Science Edition, 2019, 21(1): 17-18.
李文星,唐军,屈艺,等. 人工智能在医学教育中的应用和发展[J]. 成都中医药大学学报:教育科学版, 2019, 21(1): 17-18.
- [30] CAI Y C, ZHANG J B, YU C L, et al. Artificial intelligence literacy in the era of intelligence and data: connotation, framework and implementation path [J]. Journal of Library Science in China, 2024, 50(4): 71-84.
蔡迎春,张静蓓,虞晨琳,等. 数智时代的人工智能素养:内涵、框架与实施路径[J]. 中国图书馆学报, 2024, 50(4): 71-84.