

“五位一体”——医学人工智能类人才培养模式设计

尹梓名, 何 宏, 周 雷, 林 勇

上海理工大学健康科学与工程学院, 上海

收稿日期: 2024年10月25日; 录用日期: 2024年12月4日; 发布日期: 2024年12月11日

摘 要

随着大数据和人工智能技术的发展, 医学人工智能已成为一门新兴的交叉学科, 但目前市场上还比较缺乏此类人才, 高校中还没有完善的人才培养方式。文章依托的医学信息工程教学团队以多年的医学信息化和智能化人才培养经验, 以科研项目课程为突破口, 设计了一套包含教、学、练、研、评, “五位一体”的医学人工智能类人才培养模式, 涵盖了医学人工智能人才培养的诸多方面。并依托国家重点研发计划的科研项目, 详细分析、展示了如何按照“五位一体”的方法实施科研项目课程, 列出具体的授课内容。

关键词

医学人工智能, 科研项目课程, 人才培养

“Five in One”—Design of Medical Artificial Intelligence Talent Training Model

Ziming Yin, Hong He, Lei Zhou, Yong Lin

School of Health Science and Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Oct. 25th, 2024; accepted: Dec. 4th, 2024; published: Dec. 11th, 2024

Abstract

With the development of big data and artificial intelligence technologies, medical artificial intelligence has become an emerging interdisciplinary discipline. However, there is still a shortage of such talents in the market currently, and there is no perfect talent cultivation method in colleges and universities. The medical information engineering teaching team relied on by this project, based on years of experience in cultivating medical informatization and intelligent talents, takes scientific

research project courses as a breakthrough point and designs a set of “five-in-one” talent cultivation model for medical artificial intelligence talents, which includes teaching, learning, practicing, researching, and evaluating and covers many aspects of cultivating medical artificial intelligence talents. Relying on the scientific research projects of the national key research and development plan, it analyzes and demonstrates in detail how to implement the scientific research project courses according to the “five-in-one” method and lists the specific teaching contents.

Keywords

Artificial Intelligence in Medicine, Scientific Research Project Courses, Talent Cultivation

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着人工智能技术的发展和成熟,越来越多的前沿技术被应用于医疗领域,为医疗行业带来前所未有的变革,人工智能技术已逐渐成为医护人员的重要助手。医学人工智能领域的快速发展也带来了巨大的人才需求缺口,无论是学术界还是工业界,都对既懂医学专业知识又兼备人工智能前沿技术能力人才极其渴求[1]。高校作为向社会输送人才的主要阵地,肩负着培养高水平医学与人工智能融合型创新人才培养的重要职责[2]。因此,如何培养出素质高、能力强的医学人工智能类创新人才,是目前亟需探讨和解决的问题[3]。

从高校人才培养及选拔角度来说,本科生在入读研究生之前,研究生导师们对于未来入学的准研究生们的要求是其拥有扎实的理论基础,能够掌握基本的科学思维、科研规范、科研素养和技能,具备良好的创新意识[4]。而目前本科阶段的“教师讲、学生听”的传统授课模式因为学生动手实践机会不多,授课内容距离实际科研课题较远,导致无法满足医学人工智能类人才培养的需要。学生整体科研素质不高,缺乏基本的学术能力。因此需要探索新的医工交叉人才的培养机制和培养模式。

实践证明,本科生越早接触科研项目,越早接受专业的科研训练,越有助于学生科研能力的培养。科研项目课程是一种新型的教学模式[5],以学科前沿科研项目为中心对学生进行科研素养的培养。该模式强调以具体的科研问题为导向,精心设计教学过程并合理规划研究进程,着重强化学生的创新、实践、合作、展示、实验、设计等能力培养[6]。该课程非常适合作为常规本科课程的补充,也适合作为医学人工智能人才培养的新模式和载体[7]。

结合医学人工智能人才培养的特殊性,本团队依托的医学信息工程专业教学团队多年来在进行医学人工智能人才培养时,以工科学生为基础,培养医工交叉人才,提出一套“五位一体”的医学人工智能类人才培养模式,包含教、学、练、研、评等一系列举措与方法,培养具备学科交叉融合素养、创新与实践能力突出的医学人工智能融合型人才,为其他相关高校实现高质量医工融合型创新人才培养提供参考和借鉴。

2. 医学人工智能类人才培养的核心问题

医学人工智能类复合人才的培养需要兼顾医和工两个学科的内容,是一个较为复杂的问题。如何在科研项目课程中进行医学人工智能人才培养是要回答的核心问题。此问题可分成如下两个子问题来讨论:

2.1. 人才培养的内容

科研项目地开展有其特殊性，对于人才的各方面技能和素养要求较高，对人才从哪些方面入手进行培养是要回答的首要问题。

2.2. 人才培养的方式方法

在确定了培养内容后，培养的方式方法是要解决的另一个核心问题。如何让一名学生在较短的时间内掌握科研的基础知识，迅速进入科研状态，对医学和人工智能技术都有所掌握，是要解决的核心问题。

3. 医学人工智能类科研项目课程教学目标

充分发挥前沿性科研项目课题的作用，培养理论知识与应用实践能力兼备，具备较高科学素养和综合能力的新型医学人工智能类人才。通俗来讲，就是让学生的能力既能“顶天”，又能“立地”。“顶天”是指熟悉科研方法，会进行科学研究和论文写作。“立地”是指让学生在项目中学习扎实的计算机及人工智能技术，通过项目开发，使其具备较好的程序开发能力，开发的人工智能系统可以真正在医院临床投入使用。这也为未来学生的发展提供了更广阔的途径，无论是进一步深造还是找工作，都会更有优势。

4. “五位一体”教学方法

我国目前医学人工智能类人才较为缺乏，此类人才培养的模式还缺乏统一标准，本文提出以“五位一体”教学法为核心，来解决上述提出的关键问题。具体来说，“五位一体”的含义是“教、学、练、研、评”，从不同的角度来对学生进行全方位的培养。同时在整个教学过程中，还要考虑医学人工智能类人才培养的特点。将“医”和“人工智能”两条线贯穿人才培养的始终。

4.1. 教——医科工三导师，专业指导

科研项目课程的项目来源一般是国家级或者省市级的医工交叉科研项目，也可以是来自企业委托的具有研究内容的课题。教师根据需要研究的科学问题，将研究任务进行拆解，分离出其中适合本科生完成的研究内容，进而设计科研项目课程的内容。然后教师需要对学生进行包含三个方面的讲解：一是课题的背景介绍，以及国内外的研究现状；二是课题需求即主要科学问题的介绍；三是课题相关的基础知识。以上是学生尽快入门，开展课题研究的基础。授课方式可以通过基础知识短课、专题研讨课等多种方式。比较推荐的方式是请医工交叉课题医生成为课题组的副导师，可以定期来为组内的学生上课，也可以以专题讲座的形式讲解临床知识和临床需求，条件允许的情况下，可以带领学生深入临床实践，让学生与医护人员深入交流。有了临床医生的参与和指导，会让学生对于临床需求有更加清晰的认识。同时，也可以让有丰富实践经验的工程师参与进来，工程师可以来自医院信息科，也可以来自医疗电子病历的厂商。这些工程师可以凭自身经验来讲解医学人工智能在医学信息系统中应用时可能遇到的问题，以及一些成熟的解决方案。

4.2. 学——注重思维培养，深入临床

参与科研项目课程的学生人数不宜过多，以3到5人适宜。科研项目课程的学习，不能光局限于技术和方法的学习，还要从科研的多个方面去学习，比如严谨的科研思维、科研习惯的养成。以医学人工智能中的临床决策支持系统为例，想开发出能满足临床需求的人工智能工具，必须要熟悉临床环境，熟悉医生的工作内容，熟悉诊断的方法和治疗的原则，所以就要求在科研项目课程开展的过程中多带学生

去临床实习，与医生讨论，多带学生参加科研项目学术会议，从医生的各种讲座和讨论中来多渠道获取知识进行学习。

4.3. 练——贴近实战，严格管理

医学人工智能类科研项目课程要求学生具备一定的项目开发能力。针对学生开展科学研究所需的专业技能(比如某项技术的计算机编程开发)，以教师讲授辅导和学生实操相结合的方式开展专用技术技能集中训练和培训，强调培训的针对性和实效性。需要强调的是，要让学生以团队的方式完成一个小项目的开发。期间要以软件工程的方式，来管理学生的开发项目和代码，这么做的必要性在于更有效地培养学生的工程能力以及团队协作能力，注重开发规范性和质量控制。有条件的可以聘请校外具有实践经验的工程师担任联合指导教师，让最先进的开发经验走进校园。

4.4. 研——教师引导，学生自主

将科研项目的课题进行拆解，由教师拟定相关的学术主题或科学问题，并布置学生在课下查阅资料和文献，进行理论学习和研讨准备；课堂上由教师组织学生围绕该主题或问题进行研讨，并对分析问题和解决问题的方法进行训练。以学生为主体，通过学科交叉综合性科研小课题的设计与实施来组织课程教学，将科学研究方法和能力的培养融合在课程教学过程中，培养学生创新精神和创造能力。“研”的结果固然重要，但是更重要的是“研”的过程。

4.5. 评——综合评价，以评促改

评的重点是对学生的考评，如何判断学生达到课程考核要求。可以将每位学生最后的得分拆成小的得分项，有定量评价也有定性评价，如项目参与度、出勤、提交研究报告得分等。同时，还设计一整套的评价机制，从多种角度、课程相关不同角色来对整个课程进行评价，如有教师对学生综合素质的评价，学生有对教师的评价，教师学生对第三方人员(如医生)的评价、同行专家对课程的评价、用人单位对学生评价等。评价体系包括他评和自评，使整个体系形成闭环。

5. 教学案例

下面以笔者参与的国家重点研发计划项目“面向脑卒中及相关重症智能化康复的临床路径研究与康复系统研发”为例，具体讲述如何在科研项目实践中实施“五位一体”教学法。

5.1. 科研项目课程的任务

本课程共计 32 学时。

课题背景：面向脑卒中及相关重症康复需求，针对 ICU 救治手段复杂、患者健康状况及功能障碍多样等问题，建立脑卒中重症全程精准康复可解释决策支持方法，和康复过程信息集成可视化模型及决策支持系统。

主要任务有两个：

1) 可解释的康复决策支持知识建模及推理方法

在 ICU 环境中，患者的症状和生理状态较为复杂，对患者进行康复涉及到的临床专科和概念较多。本项目以现有标准医学本体为基础，建立多层次的，能有效表达复杂康复过程的医学知识表达方法，为进一步进行康复方案推荐提供基础。

2) 康复过程信息集成可视化表达模型及决策支持系统

本课题基于知识图谱技术，将重要的临床数据元素按照顺序构建为康复过程路径图，将患者各类信

息按照时间线进行展示，提供一个以患者为中心的康复过程信息集成整合视图。通过图形化展示，帮助医生理解决策支持结果的来源过程，掌握完整的患者疾病信息。

从两个任务的内容可以看出，一个是偏科研的临床知识建模及推理，另一个是偏工程的系统开发，二者结合有助于学生获得全面的能力提升。

5.2. 科研项目课程的教学目标和教学内容

从表 1 我们可以看出，教学内容综合了我们提出的“五位一体”教学方法的全部内容。课程考核以课程论文和系统开发时工作量为基础，综合出勤状况，对每位学生打分。在课程中，指导教师需要协调合作医生和合作的工程师共同对学生进行指导，多学科融合，培养学生的跨学科思维，提高培养效果。

Table 1. The content arrangement of scientific research project courses
表 1. 科研项目课程内容安排

序号	教学目标	教学内容	学时	参与人员与教学方式
1	了解医学人工智能分析的发展和最前沿的技术动态。	医学人工智能的应用与发展。	2	由高校教师授课
2	掌握传统临床知识建模与医疗知识图谱技术。	从构建本体、关系开始构建演示知识图谱构建。	6	由高校教师授课
3	了解脑卒中重症康复的背景。	脑卒中康复的相关概念，脑卒中重症康复需求及实际操作，构建脑卒中重症康复知识图谱。	2	由合作医生授课
4	了解脑卒中康复，特别是重症康复的临床过程	去医院实习，参观康复科和 ICU。	4	由合作医生授课
5	掌握知识图谱图算法，实现针对患者临床信息的智能辅助决策。	重点学习图算法，实现基于康复知识图谱的图推理，并完成算法设计。	2	由学生自学，以 PPT 汇报和课程论文的形式展示并打分。
6	掌握临床决策支持系统的开发方法。	了解由系统 UI，推理引擎，知识库，数据库共同构成的临床决策支持系统的经典架构。	4	由合作工程师授课
7	了解电子病历中的集成视图的意义及开发方法	重点掌握以模型驱动的思想去组织临床数据。	2	由高校教师授课
8	康复集成视图开发实践	上机开发实践。	4	由高校教师授课
9	脑卒中临床路径决策支持系统开发综合实践	上机开发实践，结束时做系统展示。	6	由高校教师授课

6. 课程评价

6.1. 学生评价

本教学方法分别于 2019 年，2021 年，2022 年，2024 年依托国家自然科学基金和国家重点研发计划等国家级项目，共历经 4 个科研项目课程的实践。每次科研项目课程共有 5 名学生参加。本团队依托学校的教务处于课程结束前会请每位学生对教师的教学工作进行打分评价，以保证课程评分的规范性和客观性。课程评价的内容分为五个方面，分别是工作态度(教师对教学工作认真负责，按时上课，遵守教学规范)、课程内容(教学要求明确，内容充实，理论与实践契合良好)、教学方式(教师对实验原理、过程讲解清晰，指导与交流主动)、教学组织(教师课堂组织合理，实验报告批改认真)、促进兴趣(该教学有效促进了我对该课程学习的兴趣和知识的掌握)。从图 1 的统计我们可以看出，学生对于这门课的总体评价还是比较高的，各方面的打分都在 90 分以上，尤其是课程内容和教学方式这两项关键的指标上，学生打分

都在 95 分以上，说明对于这两方面认可的。但同时，我们也可以看出学生对于促进兴趣一项的打分并没有预期的高，可能是由于课程时间有限，涉及的内容较多，较难所致，对学生的要求较高，这也是未来需要课程调整的地方。

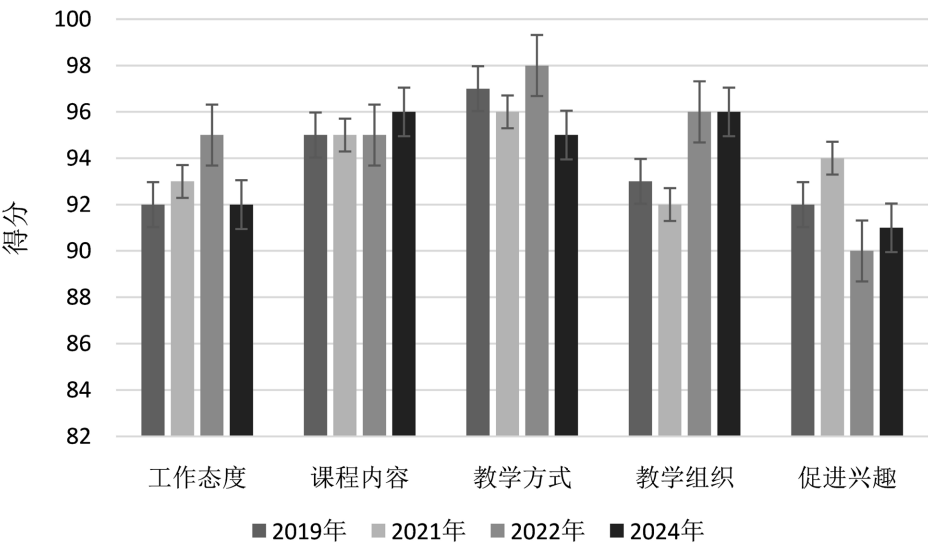


Figure 1. The scoring situation of students' scientific research project courses over the years
图 1. 学生科研项目课程历年打分情况

6.2. 用人单位评价

从课程产出成果来看，共发表科研论文 5 篇，其中 SCI 论文 2 篇，EI 论文 1 篇，确实起到了有效提高了学生们的科研能力的作用。由于这是针对本科生设计的课程，从学生的毕业出路来看，20 名学生中，有超过一半的学生考上研究生(11 人)，远高于学校平均水平。学生通过发表论文，证明了自己的科研能力和创新能力，在研究生面试环节得到了对方高校教师的认可。其余就业的 9 人中，因为做过实际的项目，锻炼了动手能力、团队协作能力、分析问题和解决问题的能力，也获得了大型医疗信息公司和大型三甲医院等用人单位的青睐。

6.3. 同行专家评价

本教学方法实施四年来，学校都会派教学督导来对课程教学进行观摩、评价和打分。每位督导都会对课程内容给予较高的评价，评教分均大于 90 分。同时，督导组会对教学内容提出改进建议，帮助持续优化本方法。

7. 讨论

本文提出的“五位一体”教学方法吸取了以往教学方法建构主义学习理论中探究学习、支架式教学、情景教学和合作学习等诸多方法的优点，并对这些方法在教学安排上进行了综合利用，所以是一种综合的教学策略，如：我们会在“研”的环节安排一个或几个科研问题供学生们调研或讨论，并给出相应的解决方案，这其实就是探究学习的应用；在“练”的环节，学生们采用团队协作的模式进行软件开发既是合作学习的应用，也是项目式学习的应用；在“教”的环节，我们会将情境教学融入其中，带学生去临床调研、学习，有的学生会驻扎在医院和医生一起坐诊、查房，了解真实的临床需求和痛点，为能更好地开发医学人工智能系统打下基础。

针对本文前文提出的医学人工智能类人才培养的内容问题,我们通过多年的实践经验,认为医学人工智能类人才要从思维、知识、技能三方面去培养。既要建立科研思维,更要建立学习思维;知识与技能密不可分,包括人工智能知识、医学知识和工程化的技术能力。而人才培养的方式方法问题,我们认为“教、学、练、研、评”这一整套的方法,可以在科研项目实践中培养学生的各项能力,对于本科生的培养有很好的启发意义。

8. 结论

本文介绍了一种“五位一体”的医学人工智能类科研项目课程人才培养方法和模式。经多次课程教学实践,可以证明该方法从多角度全方位地培养学生的各种理论与实践并重的科研能力,为学生未来进入研究生阶段打下很好的基础,值得进一步完善和推广。未来,本教学方法会在院系内部、学校内部等多个部门进行推广应用,积极采纳同行们的方案和建议,并探讨根据不同高校的具体情况进行调整和优化。同时,加强国际交流,借鉴国际上先进的经验和做法,进一步完善本方案的诸多内容。

基金项目

上海理工大学本科教学研究与改革项目、上海市教育委员会 2023 年上海高校本科重点教改项目。

参考文献

- [1] 黄正行, 齐炜, 周泓. 生物医学工程专业开展人工智能课程建设的问题和实践探索[J]. 教育教学论坛, 2021(12): 1-4.
- [2] 赵越, 李佳月, 崔笑宇, 等. 新时代面向新工科的医工交叉复合创新型人才培养模式探索[J]. 交通医学, 2022, 36(5): 468-470.
- [3] 周泓, 黄正行, 杨扬, 等. “双翼并举”的生物医学工程创新人才培养体系建设探索[J]. 教育教学论坛, 2020(38): 329-330.
- [4] 陈杭, 周泓, 沈义民, 等. 生物医学工程创新教育模式实践探索[J]. 教育教学论坛, 2020(23): 251-252.
- [5] 郑岳久, 周龙, 来鑫, 等. OBE 理念视角下科研项目课程实验的探索与实践[J]. 实验室科学, 2023, 26(3): 106-108.
- [6] 杜林, 邱彬彬, 孙茂循, 等. 机电一体化专业“科研项目”课程评价体系的构建研究[J]. 南方农机, 2022, 53(16): 158-161.
- [7] 刘红美, 何艳, 杨帆, 等. DCL 教学模式在生物医学工程《卓越工程师》班的教学实践与效果[J]. 教育现代化, 2020, 7(3): 130-131.