

医工结合背景下医学信息专业产学研协同育人体系研究^{*}

李学沧

钱凤翠

(哈尔滨医科大学大庆校区 大庆 163319)

(南华大学附属第一医院 衡阳 421001)

〔摘要〕 分析医学信息专业发展环境、专业发展方向,详细阐述医工结合背景下的医学信息创新人才培养路径,包括建设教学环境以及构建医工结合实践教育体系、多元化教师体系及产学研协同育人体系。

〔关键词〕 医工结合;医学信息;人才培养;协同育人

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2023.02.018

Study on the Industry - University - Research Collaborative Education System of Medical Information Specialty under the Background of the Combination of Medicine and Engineering LI Xuecang, Daqing Campus, Harbin Medical University, Daqing 163319, China; QIAN Fengcui, The First Affiliated Hospital, University of South China, Hengyang 421001, China

〔Abstract〕 The paper analyzes the development environment and direction of medical information specialty, and elaborates the training path of medical information innovative talents under the background of the combination of medicine and engineering, including the construction of teaching environment, the establishment of the practical education system combining medicine and engineering, the diversified teacher system and the collaborative education system of industry - university - research.

〔Keywords〕 combination of medicine and engineering; medical information; talent training; collaborative education

1 引言

医学信息专业是医学和信息学等交叉融合形成

的学科。经过多年建设,开设该专业的院校和招生人数已经趋于稳定,课程设置也趋于同质化^[1]。而在教育模式趋于稳定的同时,生物学、医学、信息学正在经历快速发展,结合云计算、医疗机器人、人工智能等技术涌现出许多创新实践,并在此基础上实现移动医疗、互联网医疗、精准医疗等医疗行业创新。面对医疗行业的不断创新,不论是医学还是工程学都难以单独应对,医工结合是必然发展趋势。在医工结合背景下,如何利用现有教学资源,发挥自身专业特点,培养掌握新技术、适应行业发展需求的医学信息人才是亟待解决的问题。本文围绕医工结合背景下的医学信息专业产学研协同育人体系开展研究。

〔修回日期〕 2022-06-23

〔作者简介〕 李学沧,讲师,发表论文 14 篇。

〔基金项目〕 中华医学会医学课题“创新创业能力测评系统开发与实证研究”(项目编号:2018A-N12009);哈尔滨医科大学课题“基于动态综合评价的大学生创新创业能力测评体系研究”(项目编号:XY201910)。

2 发展环境

2.1 医学信息发展主要趋势

医学信息不对称、利用率低、地区间医疗资源不均衡等问题是当前行业发展的主要矛盾。解决这些问题, 需要靠行业自身不断发展和技术创新。现阶段, 整合云计算、医疗机器人、人工智能、基因测序等技术解决医学问题将成为医学信息发展的主要趋势。

2.2 云计算

云计算是指将数据计算处理程序分解成多个子程序, 并通过服务器集群进行处理和分析, 得到结果并返回给用户^[2]。基于私有、公有云计算平台集成部署医院的各类信息系统, 如医院信息系统(hospital information system, HIS)、实验室信息管理系统(laboratory information management system, LIS)等。随着 5G 网络的普及, 远程医疗、云医院的部署和应用成本快速降低, 同时进一步促进人工智能、混合现实、三维可视化诊疗辅助等应用场景区创新。以云计算为基础, 以智能终端和 5G 为载体, 以人工智能为应用的技术创新, 将为整合不同地区间医疗资源、提高医学信息利用率发挥重要基础设施作用。

2.3 医疗机器人

2.3.1 定义及分类 医疗机器人是指应用于医院、诊所的医疗或辅助医疗的半自主或全自主工作的机器人, 属于特种服务机器人。医疗机器人按用途可分为手术机器人、康复机器人、服务机器人和辅助机器人 4 大类。

2.3.2 手术机器人 以达芬奇医疗机器人为代表的手术机器人由于其操作精细、创口小、出血少、恢复快等特点, 已经广泛用于外科微创手术, 在心血管外科手术^[3]、泌尿外科手术^[4]、肝胆胰手术^[5]、胃癌手术^[6]等多个领域取得了很好的应用效果。

2.3.3 康复机器人 用于解决患者康复动作的标

准性和把控性问题, 辅助治疗残疾、年老及术后人群, 有效促进神经系统的功能重组、代偿和再生。在手术后辅助患者进行康复训练, 帮助患者快速恢复运动机能, 有效减轻理疗师及患者家属的负担。目前在膝关节术后^[7]、髌部骨折患者术后^[8]和脑梗死偏瘫患者^[9]康复治疗中发挥了积极的作用。

2.3.4 辅助机器人 为医生提供辅助的专业诊断和治疗技术, 通过人工智能、人机语音交互、模拟场景等方式, 实现医护人员临床诊疗能力培养、考核、评估。近年来随着人工智能、虚拟影像诊断快速发展, 辅助机器人根据医学影像实现特征提取^[10]、定量评估^[11]、病灶标记^[12]、手术规划^[13]等功能, 减少医生工作量, 提高诊断正确率。

2.3.5 医疗服务机器人 辅助医护人员分担危险的医护工作, 可以提供患者服务、健康护理以及情感陪伴等服务。根据姚冲等^[14]的研究, 智能化消毒机器人在手术间的消毒效果明显优于手工消毒方式。随着相关技术的不断完善, 医疗与机器人技术的融合也将不断深入。现阶段医疗机器人的发展呈现出模块化、智能化、轻型化等特点^[15], 成为医疗卫生装备智能化的重要发展方向。

2.4 人工智能

人工智能是利用计算机模拟人类智能行为科学的统称, 训练计算机完成自主学习、判断、决策等人类行为。《新一代人工智能发展规划》中提出利用技术进步推动智能医学发展进入新时代。人工智能具有从大量复杂医疗数据中学习的能力, 可从海量、多类型的医学数据中挖掘信息, 目前已经广泛应用于医学影像、电子病历、预测疾病发生风险等领域。

2.5 基因测序技术

基因测序技术在评估患病风险、识别治疗靶点、设计靶向药物、形成精准治疗方案方面具有重要意义。基因编辑是一种能够精确对生物体基因组的特定目标基因进行修饰, 从而在基因水平影响机体生命活动过程的技术。基因编辑可以纠正遗传缺陷, 治疗癌症、罕见遗传病等多种疾病。目前基因

测序和编辑技术领域已经积累了大量公开的医学数据、算法和工具,这些开源资源对医学信息相关专业开展教学和科研具有潜在的价值。

3 专业发展方向

3.1 医疗信息化

《医药卫生体制改革近期重点实施方案》提出以医疗信息化作为深化医疗改革的“四梁八柱”之一,指明了行业发展方向,后续相关政策的出台推动行业快速发展。目前医疗信息化已经形成近千亿元市场规模,医疗信息化人才需求包括系统设计、研发、测试、运维等方向,是目前开设最为广泛、课程设置最为成熟的培养体系^[16]。各类医疗管理信息系统在未来多年还将继续发挥重要作用,但是随着云计算普及,细分市场趋于饱和,相关人才需求规模将在达到峰值后初步减少到稳定规模。这就要求相关课程内容应该与时俱进,建议各高校根据自身办学条件,在现有教学内容基础上增加云计算、移动应用程序开发、自动化软件测试、自动化运维等课程内容,以适应新一代信息技术进步所带来的医疗信息化人才需求变化。

3.2 精准医学

精准医学是基因组学、生物信息学、大数据等多学科交叉应用发展而来的新型医学模式,整合个体的基因组、转录组、蛋白质组等多组学数据以及临床信息、生活方式、环境因素等数据,实现人类疾病精准治疗和有效预警。2016 年,国务院办公厅发布《关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》,从政策层面指出精准医学发展路线图,促进行业快速发展。在技术层面,随着基因组学、生物信息学和人工智能等领域的快速发展,人工智能创新企业在蛋白质结构预测^[17]、染色质互作预测^[18]等领域取得较大进步。同时美国国家生物技术信息中心(National Center for Biotechnology Information, NCBI)、DNA 元件百科全书计划(Encyclopedia of DNA Elements, ENCODE)等组织收集、存储和共享了海量多组学数据,促进行业的快速发展。

在政策、技术、市场需求等多方因素合力助推下,预计未来几年我国精准医疗行业市场规模将保持快速增长趋势。近年来我国精准医疗行业市场规模年均增速保持在 20% 左右,预计 2024 年市场规模将达到 1 356 亿元。随着精准医学商业化节奏加快,对相关人才的需求也会不断增加。建议根据自身办学条件开设数学建模、统计学、R 数据分析、医学数据挖掘等课程,增加 Linux、新一代测序、单细胞测序、多组学数据分析、机器学习等教学内容。

3.3 医疗机器人

目前国内医疗机器人普及率还处于较低水平,在政策利好、老龄化加剧和产业化发展提速等综合因素影响下,医疗机器人将进入高速发展期,相关人才需求增加。现有医学信息、生物医学工程专业设置主要集中在医疗设备与材料研发方向,是工程技术、材料科学与生物医学相结合的交叉学科,在创新医疗应用、解决医疗设备卡脖子问题方面发挥重要作用。但是相关课程内容与医疗机器人行业应用还存在差距,建议相关院校在原有课程内容基础上增加传感器原理及应用、机器人操作系统、机器人学等。

4 医工结合背景下的医学信息创新人才培养

4.1 教学环境

4.1.1 管理平台建设 教学环境包括管理平台、实践平台、资源平台,见图 1。其中管理平台是开展教学活动的载体,用于支持专业教学管理,包括教学档案系统、综合授课系统、学生综合测评系统等。医学信息专业长期面临缺乏专业教师的问题,实践平台作为课堂教学的补充,可有效满足低年级学生对课程学习和实验以及高年级学生专业实践能力培养需求。医疗信息化方向由于测试、运维实验需要依托于云服务器,可以通过私有/公有云服务器替代之前的专业课实验机房;精准医学需要大量计算资源,建议有条件的情况下可以自建超算中心,没有条件也可以利用虚拟技术组建计算服务集群;教学资源方面可以采用开源机器学习框架帮助

学生学习。医疗机器人由于学习周期长、硬件开发投入大，本科低年级以虚拟仿真环境为主，利用仿真软件开展实验，本科高年级可以采用 STM 32 开发套件等开源硬件平台开展创新实践。



图 1 教学环境

4.1.2 资源库建设 近年来国内高校重视线上线下混合式教学课程建设，其中资源库建设是开展混合式教学的基础。资源库可以作为知识管理系统，包括教学材料库、代码库等。通过资源库建设整理各类教学资源如代码、基因参考文件、多组学数据等，通过积累的材料为开展高水平专业课程建设提供基础。

4.2 构建医工结合实践教育体系

实践不足是导致学生专业能力差的主要原因，因此构建医工结合实践教育体系，引导学生拓展创新思维、参与创新实践，探索以实践为核心的创新能力培养机制是必要的。构建医工结合实践教育体系应包含以下内容：一是以开源软件/硬件技术、多组学数据分析、自动化运维/测试、人工智能、机器人等技术创新为导向，设计实践课程内容；二是细化课程知识点，按照不同专业方向设计学习路线，构建彼此独立又相互联系的专业课程群；三是精简理论课程学时，将部分理论课程做成慕课，充分利用网络资源开展线上线下混合教学；四是将实践教学融入课程实验、课程设计、毕业设计，形成分方向、递进的实践教学体系，保证学生理论与实践结合；五是整合教学资源，鼓励学生基于公开的

芯片、测序、影像等多组学生物医学数据，使用超算中心、开源软件/硬件技术开展创新实践活动；六是建立由教师牵头的科研团队，鼓励感兴趣的学生参与科研活动，组建不同研究方向的学术梯队，实现学生学以致用、教师科研有所建树，形成正反馈。

4.3 创新教学管理模式

长期以来师资结构不合理是影响医学信息专业发展的难题^[19]。因此，需要教学管理部门创新教学管理模式，从多方向、多层次完善师资队伍整体结构；围绕不同专业方向构建不同的专业课程群，吸收工程师、信息化技术培训机构讲师、科研人员共同组建教师团队，参与教学、科研、制定人才培养方案等工作。创新现有教学管理体系，将线上教学作为课堂教学的必要补充，合理分配学时，保证实验课和理论课在课时费核算时具有相同价值，采用更为灵活的评价和奖励机制吸引不同领域专家参与教学过程等。医学信息是快速发展中的交叉学科，只有在教学过程中不断创新教学管理制度才能形成可持续发展的人才培养模式。

4.4 构建产学研协同育人体系

在医工结合背景下构建医学信息专业产学研协同育人体系，需要围绕医疗行业发展和需求制定人才培养方案。在执行过程中强调实践学习与理论教学具有同等重要的作用，将知识学习、技能训练、素质培养融入实践项目中，形成产学研协同育人体系。教学方面，根据不同专业方向设置课程群，引入不同领域的专家参与课程教学、实习实训、毕业设计等教学环节，形成多元化师资结构，同时加强新一代信息技术在教学中的应用。科研方面，高校搭建平台组织师生团队参与企业、医院、科研机构课题，制定成果奖励政策，形成正向激励机制。学生实践方面，鼓励学生以团队形式参与各类课题，以课题研究成果为基础参与各类竞赛和项目，并以此作为毕业设计，见图 2。



图2 产学研协同育人体系

5 结语

本研究以技术和行业发展为导向，围绕医学信息专业“学什么”和“怎么学”等问题提出改革内容，包括构建教学环境和实践教育体系、多元化教师体系等一系列举措。技术进步为行业带来发展契机，同时也对专业教学、科研和学生管理提出新要求。教学管理应该与时俱进，以更加开放、包容的态度鼓励探索新的教学模式、创新评价和奖励机制，顺应未来医疗行业的发展，培养医学信息创新人才。

参考文献

1 张小磊,张敏,张浩,等. “互联网+医疗”背景下卫生信息管理本科人才培养与需求分析 [J]. 医学信息学杂志, 2018, 39 (2): 85-88.

2 陈康,郑纬民. 云计算:系统实例与研究现状 [J]. 软件学报, 2009 (5): 1337-1348.

3 杨明,高长青,王刚,等. 400 例机器人微创心脏手术入路 [J]. 中华胸心血管外科杂志, 2011, 27 (7): 387-389.

4 韦欣,何威,钱菡健. 单中心泌尿外科达芬奇机器人手术 650 手术护理配合讨论 [C]. 苏州:中国医学装备协会第 26 届学术与技术交流年会, 2017.

5 顾磊,詹茜,邓侠兴,等. “达芬奇”机器人在肝胆胰手术中的应用 (单中心报道) [J]. 外科理论与实践, 2013, 18 (3): 6.

6 余佩武,钱锋,曾冬竹,等. 应用达芬奇机器人手术系统治疗胃癌 [J]. 中华消化外科杂志, 2010 (2): 2.

7 BRADLEY D, ACOSTA - MARQUEZ C, HAWLEY M, et al. NeXOS - the design, development and evaluation of a rehabilitation system for the lower limbs [J]. Mechatronics, 2009, 19 (2): 247-257.

8 FUJIKAWA T, TAKAHASHI S, SHINOHARA N, et al. Early postoperative rehabilitation using the hybrid assistive limb (HAL) lumbar type in patients with hip fracture: a pilot study [J]. Cureus, 2022, 14 (2): e22484.

9 王从平,曾艳,贾敏,等. 上肢机器人在脑梗死偏瘫患者康复治疗中的应用 [J]. 神经损伤与功能重建, 2016, 11 (6): 2.

10 王安娜,吕丹,王哲,等. 基于 SIFT 特征提取的非刚性医学图像配准算法研究 [J]. 生物医学工程学杂志, 2010 (4): 7.

11 郭和合,詹鹤凤,张永高,等. 人工智能肺炎辅助诊断系统在新型冠状病毒肺炎疑似病例 CT 筛查中的应用价值 [J]. 实用医学杂志, 2020, 36 (13): 4.

12 哈婷婷,潘俊,王洪光,等. 基于深度学习的乳腺 X 线摄影病灶检出系统的临床价值 [J]. 中国医学影像技术, 2019, 35 (12): 1789-1793.

13 MA C, ZOU D, QI H, et al. A novel surgical planning system using an AI model to optimize planning of pedicle screw trajectories with highest bone mineral density and strongest pull-out force [J]. Neurosurg focus, 2022, 52 (4): e10.

14 姚冲,高兴莲,吴荷玉,等. 智能化消毒机器人在新型冠状病毒肺炎患者术后手术间消毒效果的评价 [J]. 中国医学装备, 2020, 17 (6): 174-176.

15 何炳蔚,张月,邓震,等. 医疗机器人与医工融合技术研究进展 [J]. 福州大学学报:自然科学版, 2021, 49 (5): 10.

16 杨天化,董静静,叶寒锋,等. 医学信息工程专业人才需求调研及培养对策研究 [J]. 医学信息学杂志, 2020, 41 (10): 89-93.

17 JUMPER J, EVANS R, PRITZEL A, et al. Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold [J]. Nature, 2021, 596 (7873): 583-589.

18 AVSECŽ, AGARWAL V, VISENTIN D, et al. Effective gene expression prediction from sequence by integrating long-range interactions [J]. Nature methods, 2021, 18 (10): 1196-1203.

19 张怀文,胡博. 创新型生物医学工程人才培养模式探讨 [J]. 医学教育探索, 2008, 7 (3): 227-228.