

新工科背景下医学影像分析人才培养 研究与实践

赵于前¹, 阳春华¹, 卢赫明¹, 廖苗²

(1.中南大学 自动化学院,湖南 长沙 410083;2.湖南科技大学 计算机科学与工程学院,湖南 湘潭 411201)

摘要:医学影像分析涉及高等数学、医学影像学、数字图像处理和计算机科学等多学科知识,是进行疾病筛查和诊治的重要手段,也是实现智能医疗的重要前提。为响应新工科建设要求,对新工科背景下医学影像分析人才的培养进行了初步探索与实践。根据“人工智能+医疗”及“高精尖复合”型人才培养定位,从理论研究能力、实践能力和创新能力三个维度阐述了人才素质要求;从注重学科交叉融合、加强导师队伍建设、加强医校协同合作、推进科研项目驱动和促进深度学术交流等五个方面提出了医学影像分析创新人才培养措施,并结合中南大学人才培养实际做了分析和总结。

关键词:新工科;人工智能;医学影像分析;创新人才培养

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2022)02-0018-05

1 新工科背景下医学影像分析人才培养定位

2017年,教育部印发《关于开展新工科研究与实践的通知》,指出高等工程教育研究和改革要围绕新理念、新结构、新模式、新质量、新体系展开,提出工程教育新理念,升级传统工科专业,深化人才培养模式改革探究与实践^[1]。新工科建设对高校工程人才培养提出了新的方向和要求,即培养面向新经济发展,着眼未来,能够与世界接轨的卓越人才。2018年,教育部印发《关于公布首批“新工科”研究与实践项目的通知》,指出要加快培养新兴领域的科技人才,“实现从学科导向转向产业需求导向、从专业分割转向跨界交叉融合”,促进“工医”交叉,推进人才培养机制改革^[2]。医学影像分析涉及图像分割、配准、识别、跟踪、可视化等内容,是计算机辅助诊疗的重要手

段。高校医学影像分析人才培养,应该积极响应新工科建设要求,加快改革,统筹规划,明确定位,顶层设计,促进人才素质与时代需求相契合。

1.1 医学影像分析介绍

医学影像分析涉及高等数学、医学影像学、数字图像处理和计算机科学等多学科知识,是实现疾病筛查、精准治疗的重要手段,其主要内容包括医学影像分割、配准和可视化等。医学影像分割是指根据某种均匀性或一致性原则,将PET、CT、MRI等模式的医学影像中的感兴趣区域(ROI)从背景中分离。涉及的算法包括基于区域的分割方法、基于边界的分割方法、基于特定理论的分割方法等。医学影像分割是三维重建、病理分析、临床诊断、手术计划的前提^[3]。医学影像配准是指通过寻找不同时期获取的单模态、多模态医学影像空间坐标对应关系,为医生从不同角度观察和分

收稿日期:2021-03-02

基金项目:湖南省学位与研究生教学改革研究重点项目(2021JGZD009);中南大学研究生教育教学改革研究重点项目(2021JGA004);中南大学教学学术研究项目(2021j011);中南大学教育教学改革研究项目(2020jy047);中南大学基地教育教学改革研究项目“基于产教融合和项目驱动的人工智能创新应用型人才培养与实践”;中南大学研究生教育教学改革研究项目(2018JG10);中南大学金课建设项目(中大教学[2021]51号,序号58);湖南科技大学教学改革研究项目(科大政发[2020]111号,序号13)

作者简介:赵于前(1973—),男,湖南娄底人,教授,博士,主要从事人工智能、控制科学与工程等学科领域的教学与研究。

析内部器官空间位置关系和健康状态提供辅助^[4]。医学影像可视化是指运用数字图像处理技术,通过面绘制、体绘制等算法,将二维医学影像序列映射为三维立体图像,医生可以通过旋转、缩放、移动、分割等交互操作多角度观察人体组织结构,辅助医生准确判断病灶^[5]。

1.2 人才培养定位

1.2.1 依托新兴产业,培养“人工智能+医疗”型人才

当前,人工智能、云计算、大数据、区块链等新兴产业正在成为推动产业升级、引领新一轮科技革命的重要驱动力。人工智能在医疗技术领域引发颠覆性变革,“人工智能+医疗”成为医疗现代化的发展方向。医疗信息化时代,海量的医学影像是健康医疗大数据的重要组成部分,医学影像分析成为“人工智能+医疗”的关键细分方向。对于医学影像分析人才的培养,应该立足实际,着眼长远,抓住机遇,加快改革,充分利用国家政策支持,发挥高校自身优势,积极靠拢新兴产业,深化改革人才培养模式,加快“人工智能+医疗”型人才培养。

1.2.2 注重学科交叉,培养高精尖复合型人才

复合型人才是指同时具备两门以上专业知识和能力的人才,相对而言,复合型人才比专才具有更广的知识面,比通才具备更优的知识、能力结构^[6]。医学影像分析多学科交叉的特点决定了该研究方向的人才必须兼具多学科知识背景。医学影像处理的算法理论很多是建立在高等数学基础上的,如模糊C均值聚类、贝叶斯(Bayes)分类器、马尔科夫(Markov)随机场等图像分割算法都属于统计学范畴。医学影像学介绍了医学影像的成像设备、原理及过程,了解这些知识是从事医学影像分析工作的前提。数字图像处理包含图像处理的共性知识,对具体的医学影像处理有理论指导作用,同时也涉及软硬件知识、编程算法、程序设计等,是医学影像分析的实验基础。例如,利用深度学习算法进行医学影像分析,需要熟悉tensorflow、pytorch、keras、caffe等深度学习编程框架。复合型人才知识结构的形成,不是多学科知识的机械累加,而是知识碎片“叠加—整合—融合”的过程,是从“百纳被”到“大熔炉”的过程。无论是科学研究,还是实践应用,单一学科背景的知识结构越来越难以适应当前社会学科交叉融合的趋势,成为严重制约学生发展的短板,而医学影像分析领域问题的复杂性,要求从事该方向研究的人

才必须有扎实的理论 and 实践基础。因此,要注重学科交叉,培养高精尖复合型人才。

2 新工科背景下医学影像分析人才素质要求

新工科背景下医学影像分析人才培养需要把握新工科建设内涵,考虑工科建设新要求,不仅要促进医工交叉,还要加强文工、文医交叉^[2],科学教育与人文教育并重、智育与德育并举,重点加强学生理论研究能力、专业实践能力以及创新思维能力的培养。

2.1 理论研究能力

医学影像分析方向的理论研究重点是针对算法理论进行研究。理论研究能力包括“信息获取—知识总结—理论形成”三个有序环节。(1)信息获取主要包括掌握数据库检索工具,熟悉下载、检索技巧,了解该方向的国内外核心期刊、会议,及时跟踪热点,高效、精准搜集有价值信息;充分利用网络资源,包括国内外慕课平台、教学网站、学术论坛、专业社区等;重视线下传统教学资源的价值,注重课堂教学过程,吃透书本知识重点等。(2)知识总结是指对信息进行加工提炼,“去粗取精,去伪存真”,厘清脉络,梳理重点,使之系统化、条理化、模块化,成为知识;知识总结的过程,既是信息加工的过程,也是思维训练的过程。(3)理论形成是指挖掘知识模块之间的深层、本质、必然联系,总结规律,将知识进一步系统化、抽象化,概括为理论。理论对实践具有指导作用,知识只有上升为理论才能发挥更大作用。

2.2 专业实践能力

医学影像分析具有很强的实践性,专业实践能力的强弱直接关系到理论成果能否“落地”转化为直接生产力。专业实践能力包括“分析实际问题—提出解决方案—优化实验设计”三个有序步骤。(1)分析实际问题是指通过文献调研、专家访谈和资料分析来发掘不同人体器官、病变组织和医学成像的特征差异性,根据待分析图像的特殊性,具体问题具体分析。例如,关于肺结节的检测,不仅要综合分析两肺轮廓、气管、血管特征,还要重点分析肺结节所在位置、尺寸、形状和结构特征,为肺实质分割和特征提取做准备。(2)提出解决方案是在分析问题的基础上给出算法、程序设计的完整过程,保证算法的正确性和鲁棒性。

算法是解决问题的步骤,其具体实现依赖于程序设计,程序设计的过程是计算思维运用的过程。

(3)优化实验设计是指分析实验结果,调整参数,优化算法,提高实验准确率,提高敏感度和特异性,降低假阳性和假阴性,增强模型的泛化性能。

2.3 创新思维能力

医学影像分析方向瓶颈的解决仍然依靠创新,尤其是原发性的技术创新。创新思维能力是指能够针对某一问题提出新理论、新观点和新方法,是创新的前提。创新思维能力包括“创新意识—发散思维—批判思维”三个有序关键点。(1)创新意识是在好奇心、求知欲和探索欲驱动下产生的创新动机。创新动机的产生一般与良好的软硬件环境、浓郁的科研氛围、优秀的合作团队、强烈的自信心、扎实的专业基础和丰富的想象力有密切关系。(2)发散思维是针对一个具体问题,通过想象、联想、演绎和归纳,由此及彼,从多个维度观察、思考、分析和论证,举一反三,不拘一格,大胆假设,小心求证,提出多种解法,体现了逻辑横向加工过程,拓展了思维广度。(3)批判思维是一种自觉通过理解、质疑、查证和推理等探究活动判断论证合理性的思维^[7]。对待前人观点,不盲从,由表及里,独立思考,辩证审视,合理质疑,体现了逻辑纵向加工过程,拓展了思维深度。批判思维对思维训练的完整性、创新思维的发展有重要影响^[8]。

3 新工科背景下医学影像分析人才培养措施

人才培养措施的制定,既要重视医学影像分析多学科交叉特点,注重学科交叉融合,又要发挥导师关键作用,注重导师团队建设;既要加强医校协同合作,加强科研项目驱动下的创新能力培养,又要促进学术交流,培养学生的科研灵感和创新思维。这些因素之间又是相互关联互为补充的,它们共同助力医学影像分析创新人才培养,如图1所示。

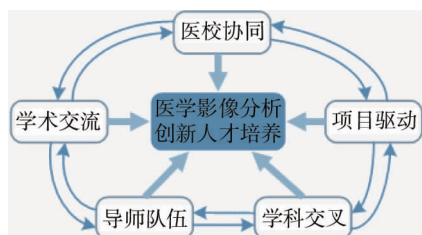


图1 医学影像分析创新人才培养关键因素关联

3.1 注重学科交叉

医学影像分析涉及多学科交叉知识,培养学生掌握全面、扎实、系统的知识结构,必须从医学影像分析学科交叉的特点出发,改革传统教育,由传统的单一学科教育向跨学科教育转变。(1)构建跨学科交叉融合课程体系^[9],加强课程群建设。合理安排课程体系,注重不同课程间横向的互补性与纵向的有序性,贯通相关学科之间的纵横联系,促进学生交叉学科知识系统的构建。(2)探索交叉学科教师协同教学。课堂是高校教育的基础阵地,教育教学改革必须重视课堂教学,实现课堂教学的学科交叉。例如,医学影像处理课程,可以由医院、医学院的专家来讲解医学影像的成像原理及过程、噪声产生的原因、临床应用、技术改进等等,使学生了解医学影像应用现状;由计算机领域的教师来讲解医学影像处理算法,使学生掌握医学影像处理的实验工具;由医疗企业的专家来讲解医学影像处理技术的主要应用、主流算法和前沿技术,使学生熟悉医学影像分析的发展动态、趋势和方向等。(3)跨校、跨院系联合培养。打破学科限制,发挥协同优势,促进高校间、院系间优质资源和教学平台共建共享,开展工科、医科院校人才联合培养等。

3.2 加强导师队伍建设

研究生管理实行导师负责制,导师是学生科研的引路人和启迪者,在人才培养方面的作用至关重要。首先,导师需要根据学生的能力层次布置科研任务。指导老师有着丰富的理论研究经验和教学经验,能够根据学生学科背景和知识结构,判断学生科研的“最近发展区”,给学生布置合理的科研任务,避免学生产生“习得性无助”心态,提振学生科研自信,引导学生尽快入门。其次,坚持导师重点指导与学生自主探究相结合。科学研究是学生自主探索的过程,也是知识和技能积累的过程。导师对学生的指导,应该遵循认知发展规律,“不愤不启,不悱不发”,一方面要鼓励学生大胆尝试新的方法和思路解决科研难题,培养学生独立解决棘手问题的能力;另一方面,当学生科研陷入困境,多次尝试解决无果时,导师要适时予以点拨,使学生跳出思维死角。

中南大学一直重视导师队伍的建设,从思想政治、科研项目、经费和成果等方面制定了严格的导师遴选制度,以及对研究生思想政治教育的导

师责任制,这也是导师对学生政治素质和理论研究能力培养的重要保障。项目组长期从事医学影像分析领域的研究工作,根据项目需要设置了目标分割、三维重建、图像配准、肿瘤追踪、剂量计算和疗效评估等方向,学生可根据自己的兴趣爱好选择其中一个研究方向。项目组所有老师都定期和学生研讨课题的进展情况,并对他们在实际工作中遇到的问题予以指导。

3.3 促进学术深度交流

学术交流能够引起思想碰撞的火花,是灵感产生的重要来源,是创新点形成的催化剂。人才的培养要采取多种措施促进学术深度交流,包括跨学科学术沙龙、国内外专家学术报告、高水平学术会议和学生交流互访等。项目组对学术交流非常重视,这也是学生取长补短、相互学习、扩大视野的重要机会。不仅每周定期组织团队内部的学术研讨和经验交流,而且经常邀请国内外知名学者进行学术讲座,借助中南大学“医学大数据分析理论与应用学科创新引智基地(111计划)”以及“医疗大数据应用技术国家工程实验室”等平台优势,资助优秀学生参加国际学术会议和联合培养,取得了非常满意的效果。

3.4 加强医校协同合作

在医校共同利益基础上,加强医校协同合作,促进资源共享,优势互补,互利共赢。首先,医院可为高校人才培养提供支持。提供脱敏医疗数据集,为高校科研给予数据支持;接收高校教师挂职锻炼,促进双师型教师培养;作为高校学生实践基地,促进学生理论与实践结合,提高学生实践能力;派遣医师到高校担任兼职讲师,传授学生临床经验等。其次,高校“反哺”医院。高校通过承担医院科研项目,为学生实践锻炼提供平台,在实现人才培养的同时,推动医院医疗技术进步,服务医院发展。

中南大学拥有享“南湘雅”美誉的湘雅医院、湘雅二医院和湘雅三医院3所大型三级甲等综合性医院及湘雅口腔医院,这是我们得天独厚的优势。项目组长期与影像科、肝胆外科、神经外科、肿瘤科等有密切的合作,在数据采集、影像标注、临床验证和疗效评估等方面给予了大力支持,我们的研发成果也在相关科室得到了推广应用。学生通过理论与实践的结合,大大提高了科研兴趣,也有不少学生选择留在了医院。

3.5 科研项目驱动式教学

学生动手能力的培养、创新能力的提升,无不与科研项目的参与程度密切相关,否则,只能停留在纸上谈兵、理论与实践脱离的状态。项目驱动式教学能够解决实践课程教学中存在的理论与实践时空分离、学生实践时间严重不足等问题,可以充分发挥学生的积极性和主动性,极大提高学生的实践能力,实现“以师为主”到“以生为主”教学模式的转变^[10]。学生通过积极探索现实生活中的挑战,解决实际存在的问题来获取知识,同时将实践能力的培养从课内延伸到课外,将理论学习与科研实践融为一体,转被动式教学为主动式学习,充分激发学生的学习兴趣,使学生在充分理解理论的前提下,将理论转化为实际项目的关键技术和解决方案,真正提高实践能力和创新能力。医学影像分析应用性很强,需求的知识面广,与理论结合紧密。例如,早期癌症的影像诊断与治疗评估是智慧医疗领域应用范围最广且最具挑战性的课题,基于这些科研项目的驱动式教学不仅体现在对知识的综合交叉运用、国内外研究现状的了解掌握,还体现在对项目的组织实施、内容理解和关键技术突破等方面,而这些都是学生创新能力培养的重要途径。

4 结语

新工科建设背景下,医学影像分析人才培养应该顺应社会发展与时代需求,注重学科交叉教学,发挥导师关键作用,加强医校协同合作,促进学术深度交流与科研项目驱动式教学,全方位改革传统教育模式,培养具备理论研究、专业实践和创新思维的服务于“人工智能+医疗”的专业素质过硬的工程技术人才。中南大学关于医学影像分析人才的培养主要在生物医学工程、计算机科学与技术、控制科学与工程等相关专业。作为医、工科见长的综合性高校,中南大学具有深厚的医学底蕴和扎实的工科基础,开展医校合作有着得天独厚的优势,且已取得可观的成果,建设了一批涉及医学影像分析领域的校企人才培养基地、医疗大数据实验室、工程研究中心等,多次举办医工交叉研讨会。学校老师积极组织学生参与科研项目,申报学生自主探索项目,参与全国大学生生物医学工程竞赛,取得一系列科研成果。通过定期邀请国内外学者作学术报告,资助优秀学生出国

留学、参加国际会议,使学生受益匪浅。近年来,学校多次举办“医学影像分析及其前沿技术国际研讨会”,邀请了数十位国内外著名的专家学者共同探究该领域的前沿热点问题,取得了圆满成功,也为医学影像分析领域创新人才的培养积累了丰富的经验。

参考文献:

- [1] 教育部高等教育司. 关于开展新工科研究与实践的通知[EB/OL]. (2017-02-20) [2020-10-15]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201702/t20170223_297158.html.
- [2] 教育部办公厅. 关于公布首批“新工科”研究与实践项目的通知[EB/OL]. (2018-03-15) [2020-10-15]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201803/t20180329_331767.html.
- [3] 郭迎,赵于前. 图像分割与医学工程大学生创新能力培养[J]. 中国医学物理学杂志, 2012(3): 3318-3321.
- [4] 皮一飞,吴茜,裴曦,等. 基于掩膜优化的多模态医学图像刚性配准[J]. 中国医学物理学杂志, 2018(9): 1022-1029.
- [5] 田捷,薛健,戴亚康. 医学影像算法设计与平台构建[M]. 北京:清华大学出版社, 2007.
- [6] 王旭,周晋,李双寿. 人工智能实践教学的创新探索[J]. 教育教学论坛, 2021(4): 73-77.
- [7] 徐飞. 批判性思维的人性视角考察及教育启示[J]. 江苏社会科学, 2019(6): 146-154.
- [8] 苏华. 工程基础课程批判性思维培养的探析[J]. 高等工程教育研究, 2019(2): 99-104.
- [9] 林建. “卓越工程师教育培养计划”专业培养方案研究[J]. 清华大学教育研究, 2011(2): 47-55.
- [10] 高岩,林颖,吴德文,等. 项目驱动的线上线下启发式深度学习实践教学探索[J]. 计算机教育, 2019(9): 51-53.

Research and Practice on the Talent Cultivation of Medical Image Analysis in the Context of New Engineering

ZHAO Yuqian^a, YANG Chunhua^a, LU Heming^a, LIAO Miao^b

(a. School of Automation, Central South University, Changsha 410083, China;

b. School of Computer Science and Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

Abstract: Medical image analysis fuses multiple subjects involving “Advanced Mathematics”, “Medical Imaging”, “Digital Image Processing”, “Computer Science”, etc., which is an important means of disease screening and diagnosis as well as a prerequisite for smart medical treatment. To meet the requirements of new engineering education, this paper makes a preliminary exploration and practice on the cultivation of medical image analysis talents in the context of new engineering. Based on training positioning of “Artificial Intelligence + Medical” and “High Sophisticated” talents, the talent quality requirements are explained from three dimensions of theoretical research ability, practical ability, and innovation ability. Five measures including multi-disciplinary intersection and integration, the construction of tutor team, the cooperation between hospitals and schools, scientific research project, and in-depth academic exchanges are proposed to promote the innovation capability cultivation of medical image analysis talents. Moreover, the analyses and summary are made in combination with the actual talent training at Central South University.

Keywords: new engineering; artificial intelligence; medical image analysis; cultivation of innovation talents

(责任校对 龙四清)