

• 专家论坛 •



田建辉 上海市中医药研究院中医肿瘤研究所基础研究部主任, 上海中医药大学附属龙华医院肿瘤科主任医师。医学博士, 主任医师, 博士生导师, 英国利物浦大学访问学者。全国第一届中医药传承博士后, 师从国医大师刘嘉湘先生。长期从事中西医结合治疗恶性肿瘤工作, 善于综合运用中医药和放射治疗、化学治疗、生物疗法提高肿瘤患者生存质量和延长生命。遵循肺癌发病的实际病理过程和中医学的整体观念指导, 先后建立肺癌循环肿瘤细胞系、肺癌原位移植瘤模型、基于免疫衰老基础的肺癌预防模型等研究平台。先后承担国家自然科学基金面上项目3项, 获得上海市科技进步奖二等奖等3项奖励, 获发明专利授权3项, 发表核心期刊论文80多篇, 其中SCI收录论文8篇。入选上海市优秀青年医学专家和上海市卫生计划生育委员会优秀学科带头人计划。现任国家食品药品监督管理局肿瘤疾病中医临床专家咨询委员会委员、全国膏方抗癌专家委员会副主任委员、中国中医药学会肿瘤分会常务委员、中华中医药学会中医免疫分会副秘书长、吴阶平基金会肿瘤综合治疗部专家委员会委员、上海中医药学会肿瘤分会常委、美国癌症研究协会(AACR)活跃会员。多本SCI收录期刊审稿人, 并任国家自然科学基金项目评审专家、上海市科学技术委员会项目评审专家、上海市自然科学奖和科技进步奖评审专家。

DOI:10.16781/j.0258-879x.2018.08.0873

人工智能技术促进中医药传承发展

杨 蕴^{1,2}, 阮春阳³, 杨美清¹, 于观贞^{1,4}, 田建辉^{1,4*}

1. 上海中医药大学附属龙华医院肿瘤科, 上海 200032
2. 上海中医药大学附属上海市中西医结合医院, 上海 200082
3. 复旦大学计算机科学技术学院医疗健康大数据研究中心, 上海 201203
4. 上海市中医药研究院中医肿瘤研究所, 上海 201203

[摘要] “互联网+”的飞速发展和大数据技术的广泛应用为人工智能技术的发展奠定了基础。基于强大的深度学习理论与技术, 人工智能技术已在医学专家问答、中医医学影像切割和分类、中医四诊客观化等众多领域取得了突破。中医药传承发展迫切需要解决的问题是效率的提高, 而人工智能技术已在数据挖掘、智能诊疗、智能学习、诊疗指南构建等方面促进中医药的全面发展, 如何更进一步通过人工智能技术促进中医药传承发展是需要思考的重要问题。

[关键词] 人工智能; 中国传统医学; 传承; 发展

[中图分类号] R 2-03

[文献标志码] A

[文章编号] 0258-879X(2018)08-0873-05

Artificial intelligence technology promotes development and inheritance of traditional Chinese medicine

YANG Yun^{1,2}, RUAN Chun-yang³, YANG Mei-qing¹, YU Guan-zhen^{1,4}, TIAN Jian-hui^{1,4*}

1. Department of Oncology, Longhua Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200032, China
2. Shanghai Traditional Chinese Medicine-Integrated Hospital, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200082, China
3. Medical Health Big Data Research Center, School of Computer Science, Fudan University, Shanghai 201203, China
4. Oncology Institute of Traditional Chinese Medicine, Shanghai Research Institute of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China

[收稿日期] 2018-06-21 **[接受日期]** 2018-07-10

[基金项目] 上海市卫生计划生育委员会优秀学科带头人计划(2017BR044). Supported by Fund for Leading Scientists of Health and Family Planning Commission of Shanghai (2017BR044).

[作者简介] 杨 蕴, 博士生. E-mail: 20067225@qq.com

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-64385700-9605, E-mail: tjhhawk@163.com

[Abstract] The rapid development of “Internet Plus” and extensive application of big data technology has laid foundations for the development of artificial intelligence technology. Based on powerful deep learning theory and technology, artificial intelligence technology has made breakthroughs in different areas such as in aiding medical experts answering questions, cutting and classification of medical image of traditional Chinese medicine, and establishing objective four diagnostic methods of traditional Chinese medicine. There is an urgent need to improve overall efficiency in the inheritance and development of traditional Chinese medicine. Artificial intelligence technology has promoted the comprehensive development of traditional Chinese medicine in data mining, intelligence diagnosis and treatment, intelligence learning, and construction of diagnosis and treatment guidelines. How to further improvement in traditional Chinese medicine by artificial intelligence technology is an important issue that needs to be considered.

[Key words] artificial intelligence; traditional Chinese medicine; inheritance; development

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2018, 39(8): 873-877]

人工智能 (artificial intelligence) 是研究和开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法和技术及应用系统的一门新的技术科学^[1], 其为大数据时代的经济发展提供了新能量, 缔造了一种“虚拟劳动力”, 提高了生产力。我国政府高度重视人工智能对社会发展的推动潜力, 先后推出多项政策支持。2017年7月国务院发布了《新一代人工智能发展规划》, 十九大报告中也提到“加快发展先进制造业, 推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”, 人工智能技术迅猛发展的时期已经到来。

目前, 人工智能技术已在医学影像、体外诊断、手术导航、智能康复和健康大数据等方面取得了实际应用, 并在提高癌症确诊率、加速新药研发、改善诊疗体验以及判断患者预后等方面发挥了重要作用^[2]。如 Esteva 等^[3]使用对致密纹理有较强图像处理能力的深度卷积神经网络 (convolutional neural network, CNN), 利用大数据训练 CNN, 在充分学习皮肤病病理图像后, 其诊断准确率可达 91%, 达到了专业级别。病理人工智能辅助诊断已实现了形态上的定量分析和细胞学初筛, 在国内外也开始了商业化运作; 而疾病的预后诊断、病理学分类和良恶性判断等组织病理学诊断在实验室也取得了显著进展^[4]。基于图像诊断的其他医学领域如放射学也可以进行相应转化, 如美国休斯敦卫理公会医院团队开发了自然语言处理 (natural language processing, NLP) 软件算法, 该算法准确获得了 543 例乳腺癌患者乳腺 X 线的关键特征, 并与乳腺癌亚型进行了关联, 其诊断速度为普通医师的 30 倍, 且准确率高达 99%^[5]。人工智能技术依靠大量数据支持和深度机器学习, 使其诊断效率远

高于临床医师, 且能力还可以在学习中不断完善和提高。IBM 研发的人工智能肿瘤医师 Watson 于 2012 年开始在 MD 安德森肿瘤中心使用, 辅助白血病诊疗并已指定作为肿瘤专家的顾问工具, 其提供相关意见的准确率为 82.6%, 肿瘤科医师可以将就诊患者的所有临床资料输入计算机系统, 然后 Watson 会回顾数据并推荐治疗方法^[6]。由于肿瘤科医师不可能完全掌握各类肿瘤的最新研究进展, 且肿瘤治疗极具复杂性, 因此加以人工智能技术的强大数据辅助将有助于获得更好的治疗方案。人工智能技术具有加速生物学和医学科学进展以及改变医疗保健的巨大潜力, 能为个体提供更有效、更简单及低成本的医疗护理服务^[7]。张康团队开发的一种使用迁移学习技术的人工智能系统能有效将图像分类为黄斑变性 with 糖尿病性视网膜病变, 其表现接近于专业的眼科医师, 并可在 30 s 内确定患者是否应该接受治疗, 准确率达 95% 以上; 在区分病毒性肺炎与细菌性肺炎上其准确率也超过 90%^[8]。在智能影像检查技术方面, 2017 年初, 美国食品药品监督管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 批准了全球首个人工智能深度学习影像临床应用平台 Arterys Cardio DL, 其主打产品 ViosWorks 革新了传统的心脏磁共振成像方法, 将扫描时间从 1 h 缩短至 6~10 min, 患者无需屏住呼吸, 提高了检查效率和患者检查的依从性与成功率。人工智能技术在新药研发方面的作用也越来越受到重视, 药物晶型是药品研发中的核心环节, 将量子物理、人工智能技术与超大规模云计算相结合, 可实现对小分子药物重要特性的快速、准确预测, 如生物科技企业泰晶科技已完成大量早期分子的晶体预测, 在提高新药研发效率的同时降

低了研发成本。人工智能技术在手术导航中的运用逐步从辅助医师完成手术迈向自主完成手术。美国儿童国家健康系统(Children's National Health System)研究团队为提高手术效率与安全性开发了全自动手术机器人 STAR (smart tissue autonomous robot), 即智慧组织自主手术机器人^[9]。未来智能手术机器人有望接手外科医师的工作, 为人类进行外科手术等治疗服务。人工智能技术正在医疗的各个领域被深入应用, 并带动医疗领域的飞速发展, 中医药领域在这种大环境下也正与人工智能技术融合, 借助人工智能的技术优势提高自身发展和传承效率。与其他医疗领域一样, 大数据结合人工智能的前沿技术必将带领中医药走向全新的时代。

1 人工智能技术将融入中医传承发展

中医药发展迎来了良好机遇, 十九大报告明确提出“坚持中西医并重, 传承发展中医药”, 为中医药发展提供了政治保障。2017年7月1日颁布实施的《中医药法》为中医药发展提供了法律保障, 而屠呦呦获得诺贝尔生理学或医学奖为中医药发展提供了国际环境。此外, 随着人类寿命的延长, 基于衰老的慢性病、恶性肿瘤、心脑血管疾病、阿尔茨海默病等发病率逐年上升, 已成为主要社会健康负担。2016年国务院颁布的《中医药发展战略规划纲要(2016—2020年)》提出要充分发挥中医药“在治未病过程中的主导作用、在重大疾病治疗中的协同作用、在疾病康复中的核心作用”。中医药的治未病优势在这些领域有广阔的发展空间, 临床巨大需求也为中医药发展提供了良好机遇。

在面临发展良机的同时, 中医药发展也面临着挑战。中医药虽然有悠久的历史、丰富的实践经验和海量文献, 但资源挖掘利用不够, 直接影响其传承效率。中西医的发展模式不同, 西医从实验数据中归纳提炼经验, 然后再通过时间检验、修正、发展成理论; 而中医则是在临床实践中不断总结、摸索, 经验极具个性化, 个体差异大, 总体发展比较困难和缓慢。名老中医学术经验的传承效率不高, 传统师带徒模式成才周期长、培养人才数量少, 难以满足临床需求。此外, 临床产生的大量中医药诊疗数据, 尤其是中西医诊疗的综合信息资源整体利用度不高, 存在数据资源浪费情况。

随着互联网的普及, 大数据的累积加速为人工智能技术在中医药领域的应用提供了基础。从以往数据中挖掘信息, 尤其是名老中医用药规律, 利用科学的研究手段将传统经验升华为科学规律, 同时为进一步的基础研究和中药新药筛选研发提供依据和思路。与此同时, 各种辅助诊疗系统和中医智能学习系统可以提高人才培养、中医传承效率和中医诊疗效率, 使智能化的中医融入日常生活, 真正做到智慧中医。

2 中医领域人工智能技术应用现状

2.1 第1阶段: 人工智能技术挖掘中医药数据 中医药数据挖掘已被广泛应用于中医药古籍的检索和名老中医经验的挖掘整理中; 目前常用方法包括频数分析、关联分析、复杂网络分析、聚类分析等。大数据技术促进了传统中医药典籍电子化, 有助于充分挖掘历代中医药知识, 如《中华医典》等书籍和数据库。中医药现代化研究也积累了大量中药和方剂的药理研究资料和作用机制的资料, 形成了标准的数据库。目前, 中医药标准化工作已完成对中医疾病病名、证候、中药药名、方剂名等的标准构建, 为通过人工智能技术挖掘这些海量数据奠定了基础。挖掘中医诊疗数据有助于发现用药规律与终点事件的关系, 并建立算法。伊璠^[10]对张艳教授治疗的186例慢性心力衰竭患者的病案进行了频数分析和聚类分析, 最后总结出242张处方中常用的6个用药类别, 居于前2位者为补气药和活血化瘀药, 印证了心气虚、心血瘀阻为慢性心力衰竭的主要病机。各种数据挖掘方法均能在研究名老中医用药规律中起到辅助作用, 对经验的总结有一定的帮助。但应对中医药数据的复杂性, 传统的统计分析工具和简单的数据挖掘技术已不能满足中医药信息化发展的需求, 因此需应用人工智能的深度学习功能进一步对大数据进行学习, 变被动挖掘为主动的表现和探索。

2.2 第2阶段: 人工智能技术辅助中医诊疗及辅助学习系统 在中医智能诊断方面, 目前四诊客观化的研究已取得阶段性成果, 脉诊和舌诊的客观量化有了长足进步^[11], 这可以改变传统诊断受医师主观意识、经验积累影响, 以及受限于环境因素, 缺乏客观指标而难以重复的问题。如人工智能化的语音识别技术为问诊的客观化提供了可能。此外, 可

穿戴健康设备的研发为中医健康管理平台即时健康监测带来了便捷^[12],患者可以即时将相关信息传送到平台进行分析和记录,同时可以及时接收平台反馈。基于以上即可建立中医诊断的智能化平台,优化患者的信息收集,减轻医师工作量,还可用于患者筛选、疾病预防、随访、诊断教学和科学研究。

在中医智能治疗(智能处方)方面目前研究也有很大进展,复旦大学医学健康大数据研究中心以实际临床场景和处方数据为基础,实现了中药智能分类^[13]和针对肺癌的中医自动开方。中药智能分类针对中医处方的无序自然语言性,利用异构信息网络和基于排序的聚类技术发现中药所属类别(按功效)和针对症状。中医临床处方数据在数据科学中属于文本类,具有非结构性;同时,不同数据来源的处方间还存在异构性。如何处理大规模的异构医学文本数据是需要解决的关键问题。异构信息网络包括多元类型节点和多元关系的图结构,是数据结构化/半结构化表示的一种方法,广泛应用于数据挖掘^[14]。以症状、草药为节点,共现关系为边构建中医药异构信息网络可巧妙解决处方无序自然语言性的难题。在数据高效表示的基础上,利用受限随机游走计算节点之间的先验概率^[15];在先验概率的基础上加入聚类隐藏信息,利用最大期望算法估计隐参数。最终得到一个软聚类模型,可计算草药聚类并找到症状与药物的强关系。针对肺癌的中医自动处方利用贝叶斯模型实现依据症状主动开方。首先使用 Word2Vec^[16]将临床处方嵌入到低维度向量空间以提高模型处理速度,将向量化的数据输入朴素贝叶斯分类器^[17]进行模型训练,并对训练好的模型使用临床处方进行测试;最终得到初步的处方生成模型。目前,模型在根据临床需求优化过程。智慧中医的人工智能技术有望形成与中医专家高匹配的自动处方,从而应用于临床和教学中,目前系统正在进一步提高推荐的准确度,以期更好地辅助医师诊疗和发挥教学功能。

2.3 第3阶段:中医药人工智能技术融入全生命周期健康维护 在数据挖掘和辅助诊疗及辅助学习相关技术均比较成熟的状态下,进一步将中医药领域的人工智能技术融入健康管理,真正应用于相关疾病的一级预防及二级预防中,充分发挥中医药治未病的理念,使中医药理念融入到日常生活中。中医对于未病的理解更深入,不同于现代医学的健康

管理主要针对某一种或某几种常见疾病,中医是通过对不同个体的望闻问切,然后根据个体的体质及相关危险因素选用针对性的干预措施,以实现整体调节,可以更好地实现“未病先防、既病防变、愈后防复”,在预防阶段进行健康投资能有效降低医疗费用^[18]。基于人工智能技术建立中医药健康管理云平台可实现高效的人机对话并进行相关信息的处理分析,能根据每个人不同的体质状况给出相应的健康处方,对不同体质个体进行相应的调理改善,做到精准化个体医疗保健,同时跟踪随访、收集健康大数据,开发并完善疾病预测模型和疾病筛查模型的建模策略与方法。随着老年人口的快速增加,医疗费用支出已成为不少国家和家庭愈加沉重的负担,而人工智能技术在健康管理中的应用可显著减少这些医疗费用,并在一定程度上改善医疗资源缺乏的状况,这种融入将对中医药发展产生强力推动作用。

3 展 望

人工智能的理念和技术必将促进中医药的传承和发展。中医人工智能在现在和未来的发展可分为3个阶段:(1)将众多中医古籍、临床资料数字化,大力挖掘相关数据并进行分析,形成经验,辅助临床诊疗工作。(2)人工智能技术拥有独立自主的诊疗功能,其通过大数据学习可达到与临床专家高度匹配的诊疗结果,此时人工智能技术在临床辅助诊疗中可发挥一定的主动性;同时还可利用已达到中医临床专家水平的人工智能技术培养中医人才,提高中医药传承效率,促进中医药传承。

(3)人工智能技术将中医全面融入生活,从健康管理、诊断、治疗等方面全方位服务患者,相应的人工智能技术能独立完成临床任务。目前中医人工智能正处在第2个阶段的研究发展中,在进行中医相关人工智能研究时,中医领域人才需要与信息技术专家紧密联合,使相关人工智能技术保留中医药精髓,贴近临床实际需求。中医药大数据分析和机器学习需要真实可靠的数据,而无论是作为输入的症状、体征、检测指标还是作为输出的疾病种属、证候类型以及最终的诊疗方案,都应该采用统一的、尽可能规范化、客观量化的体系及规则进行标定,这是保证数据质量的必要前提。症状、体征规范化的目的在于尽可能使用简洁、易懂、不会产生

歧义的词语描述患者的病况,同时保持统一性和一致性。这也是现阶段需要努力完善的,现有的四诊客观化、中医术语规范化等已对该问题有了初步的涉及,但其广泛推广和应用尚未完成,仍需建立全面、规范的临床信息采集体系,开发一个程序化的软件云端平台,使中医大数据具有标准、规范、开放、无限、动态的特征。此外,最终医师会被人工智能替代吗?从辅助诊疗到完全依靠人工智能技术进行诊疗的过程很长,而且临床医疗行为具有极其鲜明的人文特质,人工智能无法替代医师对患者进行交流与安慰;尊重患者隐私以及对患者隐私的保护也是一个潜在问题;人工智能技术与患者医疗保险的关系、医疗数据如何依法依规开放、人工智能技术出现医疗纠纷时应承担的法律 responsibility 等基本问题,尚需有关部门进一步评价并制定相应政策。人工智能技术可对中医的发展产生正面、积极的影响,使其在理论发展、人才培养、规范化、客观化的科学进程等各方面均有望获得长足的进展,最终引领中医更好地传承、创新,尽快实现现代化和国际化。

[参考文献]

- [1] 张远望. 人工智能与应用[J]. 中国科技纵横, 2015 (20):22.
- [2] LECUN Y, BENGIO Y, HINTON G. Deep learning[J]. Nature, 2015, 521: 436-444.
- [3] ESTEVA A, KUPREL B, NOVOA R A, KO J, SWETTER S M, BLAU H M, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks[J]. Nature, 2017, 542: 115-118.
- [4] 于观贞,魏培莲,陈颖,朱明华. 人工智能在肿瘤病理诊断和评估中的应用与思考[J]. 第二军医大学学报, 2017, 38: 1349-1354.
YU G Z, WEI P L, CHEN Y, ZHU M H. Artificial intelligence in pathological diagnosis and assessment of human solid tumor: application and thinking[J]. Acad J Sec Mil Med Univ, 2017, 38: 1349-1354.
- [5] PATEL T A, PUPPALA M, OGUNTI R O, ENSOR J E, HE T, SHEWALE J B, et al. Correlating mammographic and pathologic findings in clinical decision support using natural language processing and data mining methods[J]. Cancer, 2017, 123: 114-121.
- [6] DOYLE-LINDRUD S. Watson Will see you now: a supercomputer to help clinicians make informed treatment decisions[J]. Clin J Oncol Nurs, 2015, 19: 31-32.
- [7] LEACHMANS A, MERLINO G. Medicine: the final frontier in cancer diagnosis[J]. Nature, 2017, 542: 36-38.
- [8] KERMANY D S, GOLDBAUM M, CAI W, VALENTIM C C S, LIANG H, BAXTER S L, et al. Identifying medical diagnoses and treatable diseases by image-based deep learning[J]. Cell, 2018, 172: 1122-1131.
- [9] SHADEMAN A, DECKER R S, OPFERMANN J D, LEONARD S, KRIEGER A, KIM P C. Supervised autonomous robotic soft tissue surgery[J]. Sci Transl Med, 2016, 8: 337-364.
- [10] 伊璠. 慢性心力衰竭的中医证治规律及临证经验数据挖掘研究[D]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2014.
- [11] 张士舜. 中医学与人工智能[J]. 辽宁师专学报(自然科学版), 2017, 19: 1-4.
- [12] 侯滢. 可穿戴设备与中医健康管理平台的融合创新研究[J]. 现代中医药, 2017, 37: 76-79.
- [13] RUAN C, WANG Y, ZHANG Y, MA J, CHEN H, AICKELIN U, et al. THCluster: herb supplements categorization for precision traditional Chinese medicine[C]//IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine. IEEE, 2017: 417-424.
- [14] SUN Y, HAN J. Mining heterogeneous information networks: a structural analysis approach[J]. ACM SIGKDD Explorations Newsletter, 2012, 14: 20-28.
- [15] SHI C, RAN W, LI Y, YU P S, WU B. Ranking-based clustering on general heterogeneous information networks by network projection[J/OL]. CIKM, 2014: 699-708. doi: 10.1145/2661829.2662040.
- [16] CERISARA C, KRÁL P, LENC L. On the effects of using Word2Vec representations in neural networks for dialogue act recognition[J]. Computer Speech Lang, 2017, 47: 175-193.
- [17] MEHMOOD A, KHANAN A, MOHAMED A H H M, SONG H. ANTSC: an intelligent naïve bayesian probabilistic estimation practice for traffic flow to form stable clustering in VANET[J]. IEEE Access, 2017, 6: 4452-4461.
- [18] Health Management as a Serious Business Strategy[EB/OL]. (2010-02-08)[2018-06-18]. <http://www.health.ri.gov/chic/worksite/edingtonwellnesspresentation112006.ppt>.

[本文编辑] 曾奇峰