

人工智能在医疗领域应用现状探讨^{*}

熊 瑶 陈 敏

(华中科技大学同济医学院医药卫生管理学院 武汉 430030)

〔摘要〕 采用文献分析法、比较研究法,从医学机器人、医学决策支持系统、中医诊疗、医学影像处理等方面阐述人工智能的应用现状,分析现阶段的局限性,指出随着人工智能的发展,其在医疗健康领域有着广阔的应用前景。

〔关键词〕 人工智能; 医疗领域; 应用现状

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2018.04.004

Discussion on the Application Situation of Artificial Intelligence in the Medical Field XIONG Yao, CHEN Min, School of Medicine and Health Management, Tongji Medical College of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

〔Abstract〕 Through literature analysis and comparative study, the paper sets forth the application situation of Artificial Intelligence (AI) from the four aspects like medical robot, Medical Decision Support System (MDSS), diagnosis and treatment of Traditional Chinese Medicine (TCM) and medical image processing, analyzes its limitation at the current stage and points out that along with the development of AI, it has a broad application prospect in the medical and healthcare field.

〔Keywords〕 Artificial Intelligence (AI); Medical field; Application status

1 引言

1.1 概念

人工智能是一门多个学科领域交叉的前沿学科,当前国际公认的人工智能学科基础由控制论、信息论、语言学、计算机科学、哲学等部分组成^[1]。人工智能通过计算机技术来模拟人类的智能,主要内容包括智能机器人、专家系统、机器学习、知识获取和处理、自动推理等。

1.2 发展

1956 年美国达特茅斯大学的研讨会上首次提出“人工智能”的概念,标志这一新兴学科的诞生。1969 年第 1 届人工智能联合会议召开,1970 年《人工智能》杂志创刊,标志着人工智能得到了国际的认可。1977 年第 5 届国际人工智能会议上费根鲍姆提出“知识工程”的概念,此后知识专家系统得到重视并开始走向商业化。20 世纪 90 年代人工智能开始与数据库、多媒体等技术交叉融合,表现形式更加多样化。目前人工智能被视为 21 世纪 3 大尖端技术之一,向着并行化、网络化、微型化不断发展^[2]。

〔修回日期〕 2017-11-28

〔作者简介〕 熊瑶,硕士研究生;通讯作者:陈敏,副教授。

〔基金项目〕 湖北省卫计委“湖北省健康医疗大数据生成应用模式和政策标准体系研究”(项目编号:0216516190)。

2 医学机器人

2.1 概述

医学机器人兼有信息收集、动作执行、图像传输、辅助决策等多项技能, 对患者的手术治疗、临床护理、术后复健都有重要促进作用, 主要用于手术、康复、护理等领域。

2.2 手术机器人

能利用高清成像系统、微创机械臂实施精密的手术, 避免传统手术视野狭窄、操作空间小、医师生理限制等障碍。1994 年美国计算机运动研究所 (Computer Motion) 研发出第 1 款微创手术机器人伊索 (Aesop), 其机械臂能模拟医生手臂实现 7 个自由度切换, 辅助医生控制内窥镜, 在心外、胸外等领域用处甚广^[3]。继 Aesop 后, 该公司又研制出宙斯 (Zeus) 机器人, 其稳定性更高、视野更加清晰, 并且采用纯信号传输方式使医生可以远程操作手术, 它曾协助医生完成了远程“林德伯格”手术。由马祖机器人公司 (Mazor Robotics) 研发的 Renaissance 机器人主要用于脊柱手术, 它能直接安装在患者背部, 避免因相对移动造成的手术误差, 同时能提供完善的手术计划和全面的三维影像供医生参考。由普罗苏吉科斯有限公司 (Prosurge) 开发的 Pathfinder 机器人能实现 1 毫米内精准手术定位, 在神经外科应用广泛。达芬奇机器人是目前最先进、使用范围最广的机器人手术辅助系统之一。它在术中能增加手术精度, 减轻创伤和失血; 在术后避免并发症, 降低护理难度, 减轻工作量, 节约医疗资源。机器人手术能远程异地开展, 使患者有更多的选择方案, 也加速新技术传播^[4]。

2.3 康复机器人

康复机器人是能自主完成工作、实现功能的人造系统, 可以辅助或替代患者实现肢体功能, 帮助患者痊愈。按其针对部位, 可分为 3 类: (1) 上肢机器人。能对患者手臂起到支撑作用, 辅助患者实现上肢的空间移动, 多采用电刺激加强神经的可塑

性, 从而逐步恢复神经肌肉的控制能力。典型代表有美国加利福尼亚大学研发的 Armeo Spring、英国南安普顿大学研制的电刺激辅助上肢康复机器人、华中科技大学研发的一款集成功能性康复机器人^[5]。(2) 下肢机器人。以坐卧式较为常见, 有 3 种主流形式^[6]: 第 1 种采用外骨骼式辅助装置矫正患肢形态, 再通过跑带为患者提供步态训练, 如瑞士苏黎士 Balgrist 医学院康复中心开发的 LOKOMAT 康复训练器。第 2 种是基于气动装置的康复训练器, 通过搜集患者下肢电信号来实现人机交互, 辅助行走, 如德国弗劳恩雷夫研究所 (Fraunhofer) 开发的 Haptic Walker 下肢机器人。第 3 种利用患者脚部控制踏板带动腿部运动的装置, 如密歇根大学研制的气动下肢外骨骼康复训练机器人。(3) 手部机器人。多用于手指和手腕的辅助控制, 帮助患者顺利地手腕的移动、手指的伸展、曲张等活动, 改善或重建患者的手部功能。一般采用在患肢上安装外骨骼来辅助运动。如日本岐阜大学开发的基于虚拟现实技术的电机驱动手部机器人。哈佛大学 Polygerinos 等^[7]设计的手部康复机器人则突破性地采用软性主体材料及液压驱动, 大幅提高舒适度。

2.4 护理机器人

护理机器人可为医生和患者提供基础辅助, 减轻医护人员的工作负担, 目前多用于传递药品器械、移动患者、日常护理等方面。美国交通研究中心 (TRC) 研制出 Helpmate 机器人, 采用视觉、超声波接近觉和红外接近觉等传感器来完成物品的取送, 能自主规划线路, 类似的医药运输机器人还有 Hospi、TUG、Swisslog 等^[8]。日本的 RI-MAN 护理机器人具有卡通化的外表, 较机械化外观更能安抚患者情绪。它具有听觉、触觉和嗅觉传感器, 用于判断患者的健康状况并反馈给医护人员, 还能帮助患者移动, 辅助完成日常护理。在饮食护理机器人方向, 目前商业化程度较高的是英国 Mike Topping 公司研发的 Handy1, 它拥有激光扫描系统和机械臂, 可利用激光定位餐盘中的食物, 由机械臂进行喂食。日本西科姆公司 (Secom) 研发的 My Spoon 和德国不莱梅大学研发的 FRIEND 都是同类型的饮

食护理机器人^[9]。在社会日益老龄化的今天,护理需求不断增长,护理机器人将大有可为。

3 医学决策支持系统

3.1 概述

医学决策支持系统(Medical Decision Support System, MDSS)是充分运用计算机技术,针对半结构化或非结构化医学问题,对临床决策提供支持的计算机系统^[10]。它拥有大型知识库,包含专家多年的诊疗经验、实时更新的专业知识,能模拟人类的思维过程,结合患者的病情在诊前预判、诊中支持、诊后评价中提供准确的参考意见。

3.2 临床决策

目前最著名的决策支持系统是超级电脑沃森,通过询问患者的病征、病史,利用自然语言处理、并行计算、机器学习等能力,快速搜索分析内存数据,给出诊断提示和治疗意见,将新的治疗方案传递给全球的医护人员。由 Archimedes Model 推出的 IndiGO 利用 30 余种变量测定每位用户的医疗信息,以实现个体化指导和决策的目标,同时也对疾病的预防和早期干预提出建议^[11]。美国马萨诸塞州综合医院推出的 DXplain 自 1986 年投入使用以来,目前已包含 2 400 个病种、230 000 个资料点,匹配数据全面及时,至今仍在全美广泛使用^[12]。荷兰威科集团(Wolters Kluwer)推出的 Up To Date 是目前使用最广泛的医疗数据库,它拥有来自 180 余个国家的 100 多万用户,在 24 个医学专科中摘录 10 500 多篇专题报告,通过它能实时获取临床可用信息,辅助诊断^[13]。英国的 Isabel Healthcare 则主要防止罕见病的漏诊、误诊问题,其数据库拥有超过 100 000 篇相关文献,为系统提供支持^[14]。类似的临床决策支持系统还有 EmBase、Medline、DynaMed、MD Consult、Evidence - Based Medicine Reviews (EBMR)、HUBBLE、人卫临床助手等。除上述全科临床决策支持系统外,还有针对单一科室的系统。北京大学与清华大学联合研发的 CDSS in RPD,是针对口腔科的可摘局部义齿设计系统。伊斯坦布尔大学研发

的乳腺癌诊断系统,能辅助判断罹患乳腺癌的概率及分期。这些系统都在各自领域推动临床诊疗向精准化发展。

3.3 管理决策

现行的 MDSS 不仅能对诊疗阶段提供帮助,还越来越多地参与到管理决策中。我国零氦科技开发的 HUBBLE 辅助决策系统能为管理层提供专门的院长模块,对医疗质量、运营成本、人员绩效等方面提供详尽的报表分析,为科学管理提供数据支撑。同时内置的课题管理模块能提供课题从设计、实施、解题的整体化解决方案。同类系统还有 Zynx Health、MINDS 等。

4 中医诊疗

4.1 概述

人工智能技术也同样适用于中医诊疗,中医思维强调个体间的独特性、人体的系统性和药物疗效的辨证性,但这种诊疗模式极易受到主观因素的影响,而人工智能通过对数据规范化处理,能较好地解决这一弊端。

4.2 数据采集

脉枕是中医诊断不可或缺的环节,上海中医药大学与复旦大学联合开发的 ZM - I 型、ZM - III 型智能脉象仪,与上海交通大学共同研制的 TP - I 型脉象数字化分析仪都已实现商业化。脉象仪通过传感器精确地收集信息并统一标准,对脉象进行自主分析,给出诊断意见,为脉诊的规范化发展提供新的道路。舌诊是中医望诊的核心组成部分,舌像采集后通过人工智能技术分离舌质和舌苔,对舌象特征如颜色、纹理、厚度自动识别分类,从而评估人体健康状况,避免因光线、色差等造成的误差。

4.3 辅助诊断

中医传承辅助系统^[15]是由中国中医科学院中药研究所研发的基于人工智能技术的应用软件。它能完整地记录包括手稿、视频等诊疗资料,采用数据

挖掘方法实现对药物配伍规律、处方与症候关联性、用法用量的分析,总结出用药规律,发现潜在的新药方,指导临床实践。同类系统还有 WF-III 中医诊疗系统、中医辅助机器人矩阵等。

5 医学影像处理

5.1 影像处理

人工智能利用人工神经网络(Artificial Neural Network, ANN)挖掘影像的价值,在更多的维度中找寻深层次的关系,大大提高影像的临床价值,目前已广泛运用到疾病的多模态影像分析中。ANN 是由大量处理单元互联组成的非线性、自组织、自学习的信息处理数学模型。它仿造人脑神经突触联接结构并行处理信息,能快速对医学影像进行降噪、复原、分类和识别,具有较高准确度。王锦程^[16]等通过 BP 神经网络对核磁共振影像进行分割,发现经过训练后影像分割的假阳性率和假阴性率分别为 0.313 0 和 0.011 8,与传统方式相比显著降低了误判率,分割更为准确。邹瑜等^[17]发现用 FIR-SOM 进行医学分割影像的 Jaccard 指数为 85.81, Tanimoto 指数为 82.88,均优于传统方法的 52.62 和 47.21,能有效降低边缘误差率,克服边缘模糊现象。采用蚁群优化算法(Ant Colony Optimization, ACO)对磁共振灰度影像进行病灶识别,与基于块的传统算法相比,ACO 能快速完成多次迭代运算,对影像特征有更加精确的提取和判断。蚁群优化算法还能与支持向量机(Support Vector Machine, SVM)模型联合使用,利用支持向量机能有效解决高维问题、非线性问题等特点,提高泛化性能,对影像处理中点选择概率等问题进行分析评估。Hopfield 则是一种循环神经网络,能通过反馈与迭代,复原模糊影像,将影像转化成函数,通过分析函数可以得出影像的复原率,同时平滑影像,使影像界限更清晰、组织结构更明显。

5.2 辅助诊断

由我国健培科技研发的 Healthview1.0 系统能帮助医生进行精准的病灶定位、定量。锐达影像研发

的 RadOnline 平台,能支持医生对影像进行跨区域协作诊断。由美国通用医疗和 Arterys 公司联合开发全新的成像技术 ViosWorks,在 MRI 中引入时间维度,形成新的 4D Flow 影像呈现方式,能全面展示心脏的状况及血流随时间变化的情况。同类医学图像处理软件还有美国 Enlityc 医学影像公司开发的恶性肿瘤检测系统、我国羽医甘蓝公司(Deepcare)研发的宫颈细胞涂片智能辅助筛查系统、美国国际商业机器公司(IBM)研制的沃森等。

6 局限性

人工智能发展迅速,由此引发的道德与伦理问题值得进一步探究。人工智能机器人现阶段并非具有独立意志的个体,其法律地位尚不明确。现有法律中限制民事行为能力人和企业法人的界定,都值得借鉴。因人工智能设计缺陷、突发故障等引发医疗事故,对操作医师、供应商、制造商、设计方等相关主体的责任划分目前在法律上仍是空白。各医学决策支持系统搜集病案时,部分收录诊疗视频、音频资料,该过程中患者的隐私保护、防止外泄机制尚不明确。如何防范人工智能装置的反社会行为以及如何界定它的自我保护行为也有待商榷。人工智能仍是一门发展中的学科,实际临床应用尚待进一步探讨。在机器人方面,其行动主要依靠人类指令,未完全实现独立思考、自主判断;在临床诊疗方面,缺乏对不同个体、环境的精准度量;在神经网络方面,现有技术尚不能实现环境的精准感知;在机器学习方面,还无法对情感等人脑高级功能进行复制。

7 结语

随着人工智能的发展,其在医疗健康领域获得越来越多的关注,有着广阔的应用前景。但仍需要广大医疗卫生工作者、计算机专家等跨领域协作,研发出更加智能的应用,为医生提供更精准的诊疗辅助,为患者带来更高品质的医疗服务。

参考文献

- 1 孔祥溢, 王任直. 人工智能及在医疗领域的应用 [J]. 医学信息学杂志, 2016, 37 (11): 1-5.
- 2 苗芳芳, 刘骏峰. 论人工智能的发展及其在医学领域的应用前景 [J]. 卫生软科学, 2009, 23 (2): 222-224.
- 3 朱震宇, 周宁新. 机器人辅助腹腔镜技术的前景展望 [J]. 临床外科杂志, 2012, 20 (4): 231-233.
- 4 张红菊, 马真胜, 卓娜, 等. 妇科机器人手术现状及其护理 [J]. 护理研究, 2015, 29 (5): 1551-1553.
- 5 王丽, 张秀峰, 马岩, 等. 脑卒中患者上肢康复机器人及评价方法综述 [J]. 北京生物医学工程, 2015, 34 (5): 526-532.
- 6 潘志超, 徐秀林, 肖阳. 下肢康复机器人研究进展 [J]. 中国康复理论与实践, 2016, 22 (6): 680-683.
- 7 Polygerinos P, Wang Z, Galloway K C, et al. Soft Robotic Glove for Combined Assistance and at-home Rehabilitation [J]. Robotics & Autonomous Systems, 2015, (73): 135-143.
- 8 倪自强, 王田苗, 刘达. 医疗机器人技术发展综述 [J]. 机械工程学报, 2015, 51 (13): 45-52.
- 9 张祥, 喻洪流, 雷毅, 等. 国内外饮食护理机器人的发展状况研究 [J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30 (6): 627-630.
- 10 董建成. 医学信息学概论 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- 11 Archimedes' Individualized Guidelines and Outcomes (Indigo) Deployed at Tulsa Health System [J]. Biomedical Market Newsletter, 2012, 21 (1): 1-2.
- 12 Elkin P L, Liebow M, Bauer B A, et al. The Introduction of a Diagnostic Decision Support System (DXplain?) into the workflow of a teaching hospital service can decrease the cost of service for diagnostically challenging Diagnostic Related Groups (DRG) s [J]. International Journal of Medical Informatics, 2010, 79 (11): 772.
- 13 Chatfield A J. Lexicomp Online and Micromedex 2.0 [J]. Journal of the Medical Library Association Jmla, 2015, 103 (2): 112-113.
- 14 Henderson E J, Rubin G P. The Utility of an Online Diagnostic Decision Support System (Isabel) in General Practice: a process evaluation [J]. Jrsm Short Reports, 2013, 4 (5): 31.
- 15 唐仕欢, 申丹, 卢朋, 等. 中医传承辅助平台应用评述 [J]. 中华中医药杂志, 2015, 30 (2): 329-331.
- 16 王锦程, 郁芸, 杨坤, 等. 基于 BP 神经网络的脑肿瘤 MRI 图像分割 [J]. 生物医学工程研究, 2016, 35 (4): 290-293.
- 17 邹瑜, 帅仁俊. 基于改进的 SOM 神经网络的医学图像分割算法 [J]. 计算机工程与设计, 2016, 37 (9): 2533-2537.

2018 年《医学信息学杂志》征订启事

《医学信息学杂志》是国内医学信息领域创刊最早的医学信息学方面的国家级期刊。主管：国家卫生和计划生育委员会；主办：中国医学科学院；承办：中国医学科学院医学信息研究所。中国科技核心期刊（中国科技论文统计源期刊），RCCSE 中国核心学术期刊（武汉大学中国科学评价研究中心，Research Center for Chinese Science Evaluation），美国《化学文摘》、《乌利希期刊指南》及 WHO 西太区医学索引（WPRIM）收录，并收录于国内 3 大数据库。主要栏目：专论，医学信息技术，医学信息研究，医学信息组织与利用，医学信息教育，动态等。读者对象：医学信息领域专家学者、管理者、实践者，高等院校相关专业的师生及广大医教研人员。

2018 年《医学信息学杂志》国内外公开发行，每册定价：15 元（月刊），全年 180 元。邮发代号：2-664，全国各地邮局均可订阅。也可到编辑部订购：北京市朝阳区雅宝路 3 号（100020）医科院信息所《医学信息学杂志》编辑部；电话：010-52328673，52328672，52328686，52328687，53238670。

《医学信息学杂志》编辑部