

人工智能及在医疗领域的应用

孔祥溢 王任直

(北京协和医院神经外科 北京 100730)

〔摘要〕 阐述人工智能的概念, 介绍医学专家系统的发展历程、应用、工作机制以及人工神经网络的兴起背景、优势、在医疗领域的应用, 对人工智能在医疗领域的未来发展提出建议。

〔关键词〕 人工智能; 医学专家系统; 人工神经网络

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2016.11.001

Artificial Intelligence and Its Application in Medical Field KONG Xiang-yi, WANG Ren-zhi, Department of Neurosurgery, Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100730, China

〔Abstract〕 The paper describes the concept of Artificial Intelligence (AI), introduces the development history, application and working mechanism of medical expert system, as well as the emerging background, advantages and application in medical field of Artificial Neural Nets (ANN). It also proposes suggestions for future development of artificial intelligence in medical field.

〔Keywords〕 Artificial Intelligence (AI); Medical expert system; Artificial Neural Nets (ANN)

1 引言

1992 年 5 月 11 日, IBM 公司制造的“深蓝”计算机战胜了俄罗斯棋王、国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫, 当时引起了很多讨论、关注和遐想, 人们也开始向被视为“智力巅峰”的围棋发起挑战, 但因计算机所遇到的一个个壁垒, 一直无法取得突破性进展^[1]。2016 年 3 月 9 日-3 月 15 日, 在短短的 1 周时间内, 谷歌公司的人工智能 AlphaGo 机器人与世界围棋顶级棋手李世石激战 5 场, 以大比分 4:1 取胜, 震撼了整个科技界, 人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 和人工神经网络 (Artificial Neural Network, ANN) 成为讨论的重点。人工智能是在计

算机科学、控制论、信息论、神经心理学、哲学、语言学等多种学科研究的基础上发展起来的一门综合性很强的交叉学科, 是集新思想、新观念、新理论、新技术于一体的新兴学科以及正在发展的前沿学科, 在机器人、语言识别、军事、刑侦等各个领域被广泛应用^[2]。随着科学技术的发展, 人工智能技术的 3 大主要分支——专家系统、人工神经网络和数据深度挖掘, 在医疗领域所起到的作用越来越大, 其地位也越来越重要, 引起了人们极大的关注^[3]。本文主要讨论专家系统和人工神经网络。

2 人工智能概述

人工智能的历史可以追溯到 20 世纪 50 年代, 1956 年夏天, 在美国达特默斯 (Dartmouth) 召开的一次学术会议上, McCarthy 第一次提出“人工智能”的概念并将其作为一门新兴学科^[2]。此后人工智能获得了迅速的发展, 引起人们的高度重视, 但

〔收稿日期〕 2016-07-01

〔作者简介〕 孔祥溢, 博士, 发表论文多篇; 通讯作者: 王任直。

关于人工智能的概念至今尚未取得一致。美国斯坦福大学人工智能研究中心的 Nilson 等学者对人工智能的定义是“通过模拟人类的方式,记录、积累、再现和运用知识的学科”。日本公立函馆未来大学校长中岛秀之对人工智能的定义是“采用人工方法制作并拥有智能的机器或程序,或是以创造智能为目的并对智能本身开展评估、研究的学科”。世界顶级人工智能专家、日本人工智能学会伦理委员长松尾丰教授在 2015 年 12 月出版的《人工智能狂潮》一书中认为,人工智能是“用人工方法制作的类人智能”,类人智能指具有“发现和觉察功能”的计算机,即能够从数据中生成特征量,对相关现象进行模拟化处理的计算机。这些概念均反映了科学界对人工智能的基本认识和理解。半个多世纪来,人工智能的发展突飞猛进、成绩斐然,受到了很高的评价,其与原子能科技、空间科技一并被誉为 20 世纪 3 大科学技术成就,甚至还有人称它为“智慧革命”——能够导致社会智能化,即智能社会的出现。

3 专家系统在医学领域的应用

3.1 医学专家系统的发展历程及应用

3.1.1 国外 在第 2 次人工智能高潮时期,充分利用知识的专家系统被不断开发、完善和利用。专家系统本身就是一种程序,通过引入某个专业领域的知识,再经过推理便能像该领域专家一样出色地开展工作。而医学专家系统则是将医学诊断知识大批量导入计算机,然后模拟医学专家的临床诊疗思路,最终根据病情从知识库中提取并综合有价值诊断线索,进而给出治疗方案^[4]。其中一个很有名的医学专家系统是 20 世纪 70 年代初由美国斯坦福大学开发的 MYCIN 系统,其能对感染性疾病患者进行诊断,开出抗生素处方。在其内部共有 500 条规则,只要按顺序依次回答其提问,系统就能自动判断出患者所感染细菌的类别,为其开出相应处方。经测试 MYCIN 对菌血症、败血症、肺部感染、颅内感染等方面的诊疗水平已超过了该领域的专家。近来,美国纪念斯隆-凯特琳(Memorial Sloan -

Kettering) 癌症中心正在与 IBM 合作,引入“沃森”技术,开发医疗研究应用程序,帮助医生为病情特殊的患者选择最佳的治疗方案。该癌症中心研究人员和 IBM 的工程师一起,向“沃森”传输大量与病情、治疗方案和治疗结果有关的数据,运用“沃森”分析这些数据,找出隐藏的模式和相关性。研究人员希望“沃森”能帮助医生识别有效的诊疗方案,对其进行临床试验然后公布试验结果,将这种新的治疗方案介绍给全世界的医生。

3.1.2 国内 我国医学专家系统的开发研究始于 20 世纪 80 年代初,起步虽然较发达国家晚,但是发展速度迅猛。1978 年北京中医医院关幼波教授与计算机科学领域的专家合作开发了“关幼波肝病诊疗程序”,第 1 次将医学专家系统应用到我国传统中医领域。1986 年我国骨科学专家林如高教授的学生林子顺协助福建中医学院与省计算中心,将林如高医学思想输入计算机,开发出居国内先进水平的“林如高骨伤计算机诊疗系统”。1992 年中国中医研究院和中国科学院软件所共同研制出“中国中医治疗专家系统”。1997 年上海中西医结合医院与颐养圣计算机公司联合开发了具有咨询和辅助诊断性质“中医计算机辅助诊疗系统”,现已整合到很多医院的信息系统中。进入 21 世纪后,各类医学专家系统层出不穷,如骨肿瘤辅助诊断专家系统、胃癌诊断专家系统、口腔牙周病诊断专家系统、心血管药物治疗专家系统、基于螺旋 CT 图像的冠状动脉钙化点的诊断系统等。

3.2 工作机制

一般认为传统的专家系统 = 知识库 + 推理机,故专家系统也被称为以知识和信息为基础的系统。知识库中存储的专家知识具有固定的形式化语言表达和数据结构组织样式,主要包括 3 种:(1) 最常见的是直觉知识(经验知识),常表现为一些生成规则,即当规则所需的条件满足时,系统就执行某种动作或得出某种结论(早期 MYCIN 版本即如此)。(2) 当使用直觉知识难于解决复杂问题时,常借助于支持知识——可指导医疗实践的医学理论,用因果模型表示。(3) 策略知识,能在几条规

则同时适用时,通过运行推理机程序,决定何种规则优先使用。推理机有两种推理策略:①前向推理,又称面向数据的推理,即根据掌握的事实,应用其条件得到满足的规则以得到新事实,然后再应用这些新事实的相关适用规则,直至得出恰当的结论。②后向推理,又称面向假设的推理,即首先提出假设结论,寻找那些其结论与假设相吻合的规则,这些规则所需的条件又成为新假设,如此循环,直至所有必需的假设均能直接从用户得到,从而确证或否定某些最初假设。在复杂的临床实践中,很多事实与结论之间并无绝对确定的关系,这时往往需借助统计推理或模糊推理,即系统的推理不是确定性的,是对每一结论提出其可信度,而优先考虑可信度较大的结论。对于特别复杂、困难的问题,系统也可提供几个可能的结论及其可信度,供医务人员参考。这在具体临床事例中意义重大,如在新版本 MYCIN 系统中就包含这种机制。

4 人工神经网络在医学领域的应用

4.1 兴起背景和概述

在第 2 次人工智能高潮时期,只要向计算机中输入足够多的知识,计算机就能相应地完成很多任务,但是其能力也仅限于所输入知识的范围;如果想扩充计算机的实用性及其应对例外病例的能力,则需输入海量知识,永远输不完。另外,从根本上讲,输入的符号与其所表示的意义往往脱节,对计算机而言,掌握“语义”非常困难。然而,在这种闭塞的条件下,有一项技术——机器学习得到了稳步发展,即人工智能程序自身进行学习。机器学习常用的原理包括最近邻分类算法、朴素贝叶斯算法、决策树、支持向量机等,而其中最为著名的当属人工神经网络。ANN 是在第 3 次人工智能高潮中兴起的一门集脑科学、信息科学、计算机科学于一体的高度综合的前沿、交叉学科,是一种通过模仿人类脑神经回路将生物神经网络在结构、功能等方面的理论高度抽象、概括、综合而构成的信息处理系统,是当代人工智能领域的重要分支。

4.2 优势

同传统的符号处理方法相比,ANN 独有的优势在于:(1)分布式存储信息,ANN 呈现、处理信息的途径是通过各个神经元之间的链接及其权重,不会因局域网的故障而受到较大影响,稳定性非常强。(2)自适应性,即整个 ANN 可根据当时的环境状态、信息特点自行调整,包括学习、自组织、泛化及训练。ANN 通过学习不断建立与外界变化相吻合的新模式,通过自组织同时对多个神经元进行系统、高效、最优化地连接和分配,泛化是指 ANN 通过不断训练可以对全新的信息输入做出最合理的反应。(3)并行性,ANN 各个神经元在处理信息时既相互配合、形成网络合力,又保持自身独立性,将输出结果与其他神经元分享、串联。(4)联想记忆功能,即能够完成复杂的非线性映射,是目前较为理想的非线性估计器,并且能够自适应学习,使网络表现出抽象思维能力并完成联想推理。

4.3 在医学领域的应用

由于很好地克服了知识输入“有限性”的问题,而且具备学习、自组织、泛化及训练的能力,因此 ANN 在医学专家系统领域飞速发展^[3,5]。在医学图像、视频、音频等智能识别领域,日本 MIT-SUBISHI 机电公司 LSI 制造中心推出的“人工网膜”可精确、高效、飞速地处理海量非结构化医疗数据。对于医学诊断,由沙特阿拉伯国王大学 Saito 教授、Nakano 教授等开发的基于 PDP 模型的医学诊断专家系统,通过不断学习、自组织、泛化及训练,诊断准确率远超过传统医学专家系统,且不亚于相关领域最博学的专家。Steven 等学者开发的 DP 神经网络肌电脉冲甄别程序,诊断准确率也远远超过传统机器识别方法。在中医领域,ANN 中医诊疗系统可在一定程度上智能“辨证”,经综合分析后提出合理的中医诊断。最近,IBM 研究团队基于 ANN 机器学习原理,设计了一套名为“沃森通路”(WatsonPaths)的用户界面。“沃森通路”是一套帮助沃森学习医生如何诊疗的人机互动程序,在“沃森通路”的辅助下,医学工作人员可检查沃森举出

的病症和推论是否合理,然后将更多的信息和见解输入沃森系统。同时,纪念斯隆-凯特琳癌症中心、WellPoint 公司及 IBM 合作开发了基于沃森技术的交互式肿瘤诊治技术,该技术通过持续基于 ANN 技术的深度学习,帮助肿瘤医生获得患者最新治疗信息。数据库信息包罗万象,包括病历资料、大型图书馆医学文献、临床指南、顶级医生行医札记和药物试用报告等,目前,共有 60 万页的医学报道、42 种医学期刊、近 200 万页医学论文和临床试验报告以及上万本病历被导入沃森系统,医生通过这些海量数据训练内置 ANN 程序的沃森,让其给出最佳诊治建议。

5 结语

人工智能技术近年来的飞速发展,使得医学专家系统、人工神经网络等在医学领域的开发与应用成为现实,并且取得了很大的突破。然而目前国内医学人工智能的发展态势和应用规模较西方发达国家仍然存在较大的差距,技术水平普遍不高,多数属于低级别开发,在性能方面还有很大的提升空间,还需要与临床实践作更为紧密的结合。人工智能是计算机科学领域的前沿,其在医学领域的不断发展和应用需要计算机软硬件方面的专家、医学专家、数学家等的共同努力,需要跨领域、多学科通力协作:一方面,应采用更为成熟的算法使专家系

统帮助医生更准确、科学地识别有效诊疗方案;另一方面,应继续加强 ANN 的研究,使其具备更强的学习、自组织、泛化及训练的能力。

参考文献

- 1 Ensmenger N. Is Chess the Drosophila of Artificial Intelligence? A Social History of an Algorithm [J]. Soc Stud Sci, 2012, 42 (1): 5-30.
- 2 Lawrence DR, Palacios - Gonzalez C, Harris J. Artificial Intelligence [J]. Camb Q Healthc Ethics, 2016, 25 (2): 250-261.
- 3 de Grey ADNJ. Artificial intelligence and medical research: time to aim higher? [J]. Rejuvenation Res, 2016, 19 (2): 105-106.
- 4 Das S, Roy CS, Saha H. Accuracy Enhancement in a Fuzzy Expert Decision Making System Through Appropriate Determination of Membership Functions and its Application in a Medical Diagnostic Decision Making System [J]. J Med Syst, 2012, 36 (3): 1607-1620.
- 5 Furiasse N, Thomas JD. Automated Algorithmic Software in Echocardiography: artificial Intelligence? [J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 66 (13): 1467-1469.
- 6 Jagarlapudi SA, Kishan KV. Database Systems for Knowledge - based Discovery [J]. Methods Mol Biol, 2009, 575: 159-172.
- 7 Hua J, Hao Y, Jin P, et al. Challenges to Evidence - based Medicine in an Era of Artificial Intelligence [J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27 (9): 709-711.

《医学信息学杂志》开通微信公众号

《医学信息学杂志》微信公众号现已开通,作者可通过该平台查阅稿件状态;读者可浏览当期最新内容、过刊等;同时提供国内外最新医学信息研究动态、发展前沿等,搭建编者、作者、读者之间沟通、交流的平台。可在微信添加中找到公众号,输入“医学信息学杂志”进行确认,也可扫描右侧二维码添加,敬请关注!



《医学信息学杂志》编辑部