

基于 CiteSpace 的人工智能应用于医学装备领域研究的可视化分析

覃虹娜¹, 陈秋宏¹, 陈志杰¹, 农晓琳²

(1. 广西医科大学信息与管理学院, 广西 南宁 530021;

2. 广西医科大学口腔医学院附属口腔医院口腔颌面外科, 广西 南宁 530013)

摘要:目的 使用可视化分析软件对近 20 年来在人工智能应用于医学装备领域的研究热点及趋势进行分析, 为相关科研和医疗工作者开展相应研究和应用提供参考。**方法** 在 CNKI 和 Web of Science 核心合集数据库检索自 2002 年 1 月—2022 年 12 月发表的关于人工智能应用于医学装备领域的相关文献, 将收集到的文献以标准格式导入 CiteSpace 软件中, 从年发文量、作者、研究机构、关键词 4 个方面进行可视化图谱分析。**结果** 纳入人工智能应用于医学装备领域研究共 2181 篇, 其中 CNKI 数据库纳入 539 篇, Web of Science 核心合集数据库纳入 1642 篇。该领域 CNKI 数据库研究者共 267 人, 发文机构 209 个; 该领域 Web of Science 核心合集数据库共有学者 640 人, 发文机构 468 个; CNKI 数据库文献的研究热点主要为人工智能、医疗器械、医学装备、深度学习、辅助诊断等, 其中人工智能、医学装备、辅助诊断是研究前沿; Web of Science 核心合集数据库文献的研究热点和前沿主要有分类、物联网、信息技术、图像分割、深度学习、医学人工智能等。**结论** 目前, 医疗领域的人工智能正蓬勃发展。虽然应用广泛, 但合作仍分散。未来的研究将更加强调团队合作和跨学科交叉, 以便更好地利用各方面的资源和优势, 为科研人员提供更加清晰的研究方向和指导, 从而推动研究成果的创新和发展。

关键词: 人工智能; 医学装备; CiteSpace; 可视化分析

中图分类号: TP18; R197.39

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2024.05.006

文章编号: 1006-1959(2024)05-0038-06

Visualization Analysis of Artificial Intelligence Applied to Medical Equipment Research Based on CiteSpace

QIN Hong-na¹, CHEN Qiu-hong¹, CHEN Zhi-jie¹, NONG Xiao-lin²

(1. School of Information and Management, Guangxi Medical University, Nanning 530021, Guangxi, China;

2. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Affiliated Stomatological Hospital, Guangxi Medical University College of Stomatology, Nanning 530013, Guangxi, China)

Abstract: Objective To analyze the research hotspots and trends of artificial intelligence applied to medical equipment in the past 20 years by using visual analysis software, and to provide reference for relevant scientific research and medical workers to carry out corresponding research and application. **Methods** The relevant literatures on the application of artificial intelligence in the field of medical equipment published from January 2002 to December 2022 were searched in the core collection database of CNKI and Web of Science. The collected literatures were imported into CiteSpace software in standard format, and the visual map analysis was carried out from four aspects: annual publication volume, authors, research institutions and keywords. **Results** A total of 2181 literatures on the application of artificial intelligence in the field of medical equipment were included, including 539 literatures in the CNKI database and 1642 literatures in the Web of Science core collection database. A total of 267 researchers from CNKI database in this field and 209 publishing institutions were included. There were 640 scholars and 468 publishing institutions in the core collection database of Web of Science in this field. The research hotspots of CNKI database literature mainly included artificial intelligence, medical equipment, medical equipment, deep learning, auxiliary diagnosis, etc., which were the research frontiers of artificial intelligence, medical equipment and auxiliary diagnosis. The research hotspots and frontiers of Web of Science core collection database literature mainly included classification, Internet of Things, information technology, image segmentation, deep learning, medical artificial intelligence, etc. **Conclusion** At present, artificial intelligence in the medical field is booming. Although widely used, cooperation is still scattered. Future research will place more emphasis on teamwork and interdisciplinary crossover, so as to make better use of various resources and advantages, provide researchers with clearer research directions and guidance, and promote the innovation and development of research results.

Key words: Artificial intelligence; Medical equipment; CiteSpace; Visual analysis

基金项目: 1. 广西研究生教育创新计划项目基金资助课题(编号: JGY2022070); 2. 广西壮族自治区学位与研究生教育改革课题项目基金资助课题(编号: JGY2018040)

作者简介: 覃虹娜(1999.3-), 女, 广西河池人, 硕士研究生, 主要从事医学信息管理、医学图像处理等研究

通讯作者: 农晓琳(1968.7-), 女, 广西南宁人, 博士, 教授, 主要从事口腔颌面头颈部疾病诊疗及基础、医学信息等研究

医学装备是指用于医学诊断、辅助治疗、患者康复和医学研究等领域的各种仪器设备和器材。目前,医学装备已经成为医学领域的重要组成部分,对于医疗质量和效率的提高具有至关重要的意义和价值^[1]。自 21 世纪以来,随着人工智能(Artificial Intelligence, AI)的高速发展,将人工智能应用于医学装备,可以使医学装备具备更多的功能,从而提高医学装备的智能化、自动化和精准化水平,促进医学研究的良性发展,提高医学诊断的正确率,为后续的治疗提供方便和更多可能^[2]。因此,探索人工智能赋能医学装备领域的现状以及前沿热点问题具有现实意义。CiteSpace 是一种主流的领域热点的文献计量学的可视化分析软件,是由美国德雷塞尔大学陈超美教授基于 JAVA 语言开发^[3]。CiteSpace 软件它可以对大量文献数据进行可视化分析,以图形化形式呈现不同领域的关系、研究趋势和知识结构等信息,帮助研究者更好地理解 and 掌握研究现状和前沿^[4]。本研究使用可视化分析软件对近 20 年来在人工智能应用于医学装备领域的研究热点及趋势进行分析,旨在为相关科研和医疗工作者开展相应研究和应用提供参考。

1 资料与方法

1.1 数据来源 文献数据分别来自 CNKI 和 Web of Science 核心合集数据库, CNKI 中检索式 TS=(人工智能 or 深度学习 or 机器学习)and (医学装备 or 医学设备 or 医疗器械 or 医学实验装置 or 医学软件 or 医学系统 or 医疗设备 or 医疗仪器 or 医疗器具 or 医疗器材 or 计算机辅助诊断系统)。Web of Science 核心合集数据库中检索式 TS=(“Artificial intelligence” or “deep learning”)and (“medical equipment” or “medical device” or “medical software” or “hospital

system” or “medical instrument” or “Computer aided diagnostic system”)。纳入标准:摘要内容符合人工智能应用于医学装备领域的主题,其中在 Web of Science 核心合集数据库剔除我国作者发表的英文文献,时间设定为 2002 年 1 月 1 日-2022 年 12 月 31 日,排除标准为科技成果、报纸、会议文献、会议、书稿序言、图书等。

1.2 研究方法 中文文献数据在 CNKI 下载,导出“Reforks”格式,使用 NoteExpress 软件对所有数据进行去重后,最终获得 539 篇。英文文献数据在 Web of Science 核心合集数据库下载,导出为纯文本文件格式,去重后最终获 1642 篇。利用 CiteSpace6.1.R2 软件对所得到的文献数据进行可视化分析,探索人工智能技术在医学装备领域中的研究进展、研究热点和研究趋势。将可视化软件时间片设置为 1 年,绘制作者、机构、关键词共现图谱,同时结合关键词出现频率、中心性等客观数据,评估分析对象的研究热度、重要程度以及研究趋势。

2 结果与分析

2.1 发文量趋势分析 分析发文量趋势在一定程度上可以衡量某一领域在未来的发展趋势和受关注程度,为研究提供重要参考^[5]。根据检索结果在 CNKI 和 Web of Science 核心合集数据库上分别检索到 539 和 1642 篇,对其进行统计分析绘制年发文量线图(图 1)。由图可知,2002-2017 年属于该领域研究的起步阶段,发文量小幅度增加, CNKI 和 Web of Science 核心合集数据库发文量均低于 40 篇。2017-2022 年属于该领域研究的快速发展阶段,发文量涨幅飞速, CNKI 和 Web of Science 核心合集数据库发文量分别增加 95 篇、442 篇。

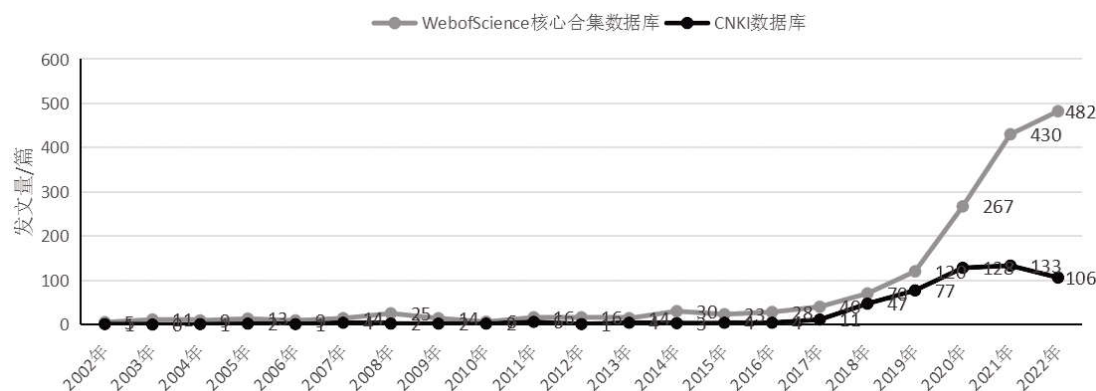


图 1 AI 应用于医学装备领域研究年度发文量趋势图

2.2 作者合作网络分析 根据 CiteSpace 软件数据统计发文量前 5 的作者,见表 1。CNKI 数据库发文量最高的作者是中国食品药品检定研究院医疗器械检定所的王浩,Web of Science 核心合集数据库发文量最高的作者是美国路易斯维尔大学的 El-baz Ayman。

使用 CiteSpace 软件将 T 节点设置为“Author”,生成作者合作网络图谱。作者合作网络图谱反映了在该研究领域中作者之间的合作密切程度与合作模式^[6]。在作者合作网络图谱中,每个节点代表一个作者,节点之间的连线代表作者之间存在合作关系,连线的粗细可以反映合作的强度和类型^[7]。如图 2 和图 3 所示,主要的研究团队为王浩、任海萍、孟祥峰、李佳戈等为代表的团队,总体说来 CNKI 数据库的研究者间的合作强度较低,研究力量较为分散。

Web of Science 核心合集数据库主要的研究团队为 El-baz, Ayman、Ghazal、Mohammed、Tada、Tomohiro、Lee、Yeha,他们的合作强度较高,研究力量更加集中,表明 Web of Science 核心合集数据库的学者更重视该领域的研究。

2.3 机构地区共现分析 运用 CiteSpace 软件绘制人工智能应用于医学装备研究领域的机构合作网络图谱,以展示人工智能应用于医学装备研究领域的核心研究群体。从图 4 和图 5 机构共现图谱显示,CNKI 数据库中各机构之间在智能医学装备领域的研究合作关系不够紧密,合作项目和合作频率相对较低。相比之下,Web of Science 核心合集数据库中各机构之间的合作关系更加紧密,合作项目和合作频率较高。

表 1 AI 应用于医学装备领域研究发文量前 5 的学者

| 序号 | CNKI 数据库 | | Web of Science 核心合集数据库 | |
|----|----------|--------|------------------------|--------|
| | 作者 | 发文量(篇) | 作者 | 发文量(篇) |
| 1 | 王浩 | 17 | El-baz Ayman | 15 |
| 2 | 任海萍 | 11 | Acharya U Raiendra | 14 |
| 3 | 孟祥峰 | 9 | Ghazal Mohammed | 9 |
| 4 | 李澍 | 7 | Tada Tomohiro | 7 |
| 5 | 李佳戈 | 6 | Lee Yeha | 6 |

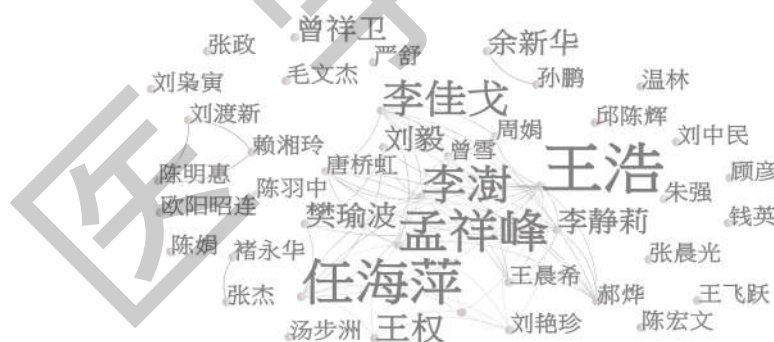


图 2 CNKI 数据库学者共现图谱



图 3 Web of Science 核心合集数据库学者共现图谱



图 4 CNKI 数据库机构共现图



图 5 Web of Science 核心合集数据库机构共现图

从研究机构的地区分布来看,CNKI 数据库发文量排名前 3 的机构分别来自湖北的华中科技大学(10 篇)、北京的国家药品监督管理局医疗器械技术评审中心(10 篇)、上海上海交通大学(8 篇)。Web of Science 核心合集数据库中发文量排名前 3 的机构分别来自美国的哈佛大学(48 篇)、埃及知识库(44 篇)、韩国首尔大学(39 篇),见表 2。

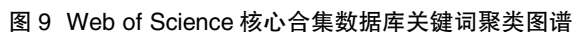
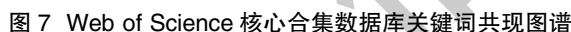
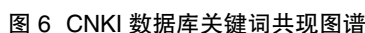
2.4 研究热点分析

2.4.1 关键词共现分析 在可视化分析软件中设置关键词节点生成关键词共现图谱^[8],以反映人工智能技术在医学装备领域的热点研究方向。如图 6 和图 7 图中出现了人工智能、深度学习、医疗器械、医疗设备、辅助诊断、医学影像、医学装备、肺结节、机器学习、artificial intelligence、classification、computer aided diagnosis 等字号较大的关键词,说明这些关键词是该领域的研究热点和研究方向。

2.4.2 关键词聚类分析 关键词的聚类图谱可以更清晰地展现研究热点与前沿趋势^[9],其中图谱中显示的 #0~#7 代表人工智能应用于医学装备领域中各聚类名称,聚类大小与聚类序号呈负相关。在 CNKI 和 Web of Science 核心合集数据库的关键词聚类视图中选取排名前 8 的关键词进行聚类分析,得到图8、图 9 的聚类图谱。从图 8 可以看出,CNKI 数据库的研究热点主要集中在医疗设备及其智能化、医学装备的辅助诊断等方面。而在图 9 中可以发现,在 Web of Science 核心合集数据库中,学者的研究主要集中在医疗装备的智能化、图像分割与识别、机器学习、深度学习等方面。虽然两个数据库研究的热点有所不同,但是都聚焦于医疗装备智能化、深度学习、机器学习、图像分割和识别等前沿技术。这些研究方向和趋势有望为医学装备领域带来更多的创新与发展。

表 2 AI 应用于医学装备领域研究发文量前 3 位的机构

| 序号 | CNKI 数据库 | 发文量(篇) | Web of Science 核心合集数据库 | 发文量(篇) |
|----|------------------------|--------|------------------------|--------|
| 1 | 华中科技大学 | 10 | 哈佛大学 | 48 |
| 2 | 北京的国家药品监督管理局医疗器械技术评审中心 | 10 | 埃及知识库 | 44 |
| 3 | 上海交通大学 | 8 | 韩国首尔大学 | 39 |



3.2 研究机构及作者合作分析 对人工智能在医学装备领域的机构地区共现和作者合作网络分析,发现研究者之间的合作更多集中在同一地区或机构,而且相互间合作越紧密,合作发文量也越多。此外,国内研究者间、团队间的合作也有待加强。跨学科合作是推进人工智能应用于医学装备领域研究的关键^[13],当前研究团队成员只由医学和计算机专业研究人员组成,需要加强不同领域的合作,以提高研究的质量和深度,推动该领域的发展。

3.3 AI 应用于医学装备领域的研究热点前沿趋势分析 通过查阅相关文献,并结合关键词共现图谱、聚类分析,发现人工智能在医学装备领域的研究热点和前沿主要包括以下几个方面。首先,深度学习、机器学习在医学图像识别和解析领域的应用是一个重要的研究热点。通过深度学习、机器学习,可以有效地识别和分析医学图像,如 X 光片、CT 扫描和 MRI 图像,从而帮助医生诊断各种疾病,如肺癌、脑癌、龋齿等各种疾病^[14-16]。其次,人工智能医学辅助诊断系统也是一个研究热点。通过结合人工智能技术和医学专业知识开发出辅助诊断系统,系统可以帮助医生做出更准确的决策,从而提高治疗效果,减少医疗资源的浪费^[17,18]。另外,智能医疗穿戴设备也是该领域的研究热点。目前智能手表、健康监测设备等医疗穿戴设备已经广泛应用于患者的生理参数和运动数据的实时监测和分析,提供实时的健康监测、预警和提高治疗效果^[19,20]。这些研究热点和前沿趋势表明人工智能技术在医学装备领域的应用正处于一个热潮期,因此进一步关注和研究这些热点和前沿趋势至关重要,其为医学装备的发展和创新提供了有力的支持。

3.4 本研究的局限性 本研究存在一定的局限性,仅选取了中国知网数据库和 Web of Science 数据库核心集的文献作为研究的文献数据来源,而忽略了其他国内数据库和外文数据库,这可能导致数据来源不够丰富,具有一定的局限性和主观性。

本研究通过对近 20 年国内外人工智能技术在医学装备相关文献进行了基于 CiteSpace 可视化分析,通过可视化图形和表格展示,深入探究了该领域的研究热点、研究趋势以及研究成果等方面。从结果可以看出人工智能在医学装备领域的研究文献呈现出快速增长的趋势,其已广泛应用在医学装备领域的研究和实践应用中,是当下研究热点方向之一,国内对该领域的应用尚处于起步阶段,具有极大的研究潜力和应用前景。

参考文献:

[1]李志勇,李鹏伟,高小燕,等.人工智能医学技术发展的聚焦领域与趋势分析[J].中国医学装备,2018,15(7):136-145.
[2]张磊,袁鉴辞,李静.基于物联网技术的医学装备质控管理平台设计[J].电子设计工程,2023,31(17):164-168.
[3]褚旭龙,史冬梅,刘进长.近 20 年中国智能机器人领域研究热点——基于 CiteSpace 的文献计量分析[J].科学技术与工程,2023,23(6):2477-2484.

[4]Zhang G,Song J,Feng Z,et al.Artificial intelligence applicated in gastric cancer: A bibliometric and visual analysis via CiteSpace [J].Front Oncol,2023,12:1075974.
[5]刘春,蹇文渊,段俊国.人工智能应用于糖尿病视网膜病变的文献计量学分析[J].中国全科医学,2023,26(15):1847-1856.
[6]唐莉,徐欣,廖生.口腔医学领域人工智能研究前沿和热点分析[J].中国循证医学杂志,2022,22(6):684-691.
[7]李科科,于文兵,李硕奇,等.基于 CiteSpace 的大学生社交焦虑研究的热点与前沿趋势分析[J].中国全科医学,2022,25(33):4217-4226.
[8]李双远,吕彦昌.疫情防控背景下人工智能口罩检测技术的研究热点——基于 CiteSpace 可视化图谱分析[J].吉林化学学院学报,2022,39(9):55-60.
[9]杭苒枫,何子扬,王思远,等.基于 CiteSpace 的国内外病人安全文化研究的可视化分析[J].现代医院,2022,22(9):1326-1331.
[10]韩晓光,朱小龙,姜宇楦,等.人工智能与机器人辅助医学发展研究[J].中国工程科学,2023,25(5):43-54.
[11]Grazia D,Francesca D,Antonio F,et al.Healthcare system: Moving forward with artificial intelligence [J].Technovation, 2023,120:102510.
[12]魏东海,Steven Stumpf,Louis Rubino,等.从远程医疗到互联网+人工智能(AI)医疗看医疗数字化的演进[J].中国研究型医院,2022,9(5):64-76.
[13]陶会荣.多学科交叉融合人才培养模式探究——以医疗设备应用技术专业为例[J].科技与创新,2020,162(18):86-88.
[14]Nam JG,Park S,Park CM,et al.Histopathologic Basis for a Chest CT Deep Learning Survival Prediction Model in Patients with Lung Adenocarcinoma[J].Radiology,2022,305(2):441-451.
[15]谢志勇,周翔.基于机器学习的医学影像分析在药物研发和精准医疗方面的应用[J].中国生物工程杂志,2019,39(2):90-100.
[16]严鑫森,孙桃兰,卢雨航,等.基于机器学习的四川省 12 岁儿童龋齿预测模型[J].华西口腔医学杂志,2023,41(6):686-693.
[17]王冰,张明博,万政,等.动态人工智能超声辅助诊断系统对甲状腺结节诊断价值研究[J].中国实用外科杂志,2022,42(6):680-684.
[18]赵艳娜,柳俊,谢荣理,等.计算机辅助诊断系统与 TI-RADS 分级及超声评分法对甲状腺良恶性结节诊断价值的比较[J].实用医学杂志,2021,37(13):1746-1749.
[19]陶杨,张勇,钟韵,等.基于智能穿戴设备和互联网络的社区慢病管理在社区高血压病人健康管理中的应用效果[J].保健医学研究与实践,2022,19(4):134-137,145.
[20]Chidambaram S,Maheswaran Y,Patel K,et al.Using Artificial Intelligence -Enhanced Sensing and Wearable Technology in Sports Medicine and Performance Optimisation [J].Sensors (Basel),2022,22(18):6920.

收稿日期:2023-08-25;修回日期:2023-09-11

编辑/肖婷婷