# 国内外智慧医疗研究现状与发展前沿分析

# 夏宪玲 詹何庆

(海南医学院生物医学信息与工程学院 海口 571199)

[摘要] 应用 CiteSpace 软件,以 CNKI 及 Web of Science 为数据源,分析国内外智慧医疗领域发展趋势、交流合作情况及研究热点,指出该领域研究呈持续发展趋势,主要热点包括人工智能在医疗领域的普及与应用、大数据在医疗领域的运用、移动医疗等。

〔关键词〕 智慧医疗;知识图谱;CiteSpace;可视化分析

[中图分类号] R – 056 [文献标识码] A [**DOI**] 10. 3969/j. issn. 1673 – 6036. 2021. 02. 003

Analysis of Study Status and Development Frontier of Smart Medical at Home and Abroad XIA Xianling, ZHAN Heqing, School of Biomedical Information and Engineering, Hainan Medical University, Haikou 571199, China

[Abstract] Using CiteSpace and taking CNKI and Web of Science as data sources, the paper analyzes the development trend, exchange and cooperation situation and study hotspots in the field of smart medical at home and abroad, points out that the study in this field shows a trend of continuous development, and the main hotspots include the popularization and application of Artificial Intelligence (AI) in the medical field, the application of big data in the medical field, mobile medical, etc.

(**Keywords**) smart medical; knowledge graph; CiteSpace; visualization analysis

# 1 引言

医疗服务需求和医疗卫生资源失调、"看病难、看病贵"等问题长期存在亟待处理。随着数字化技术发展,中国医学研究领域逐渐向智慧医疗阶段迈进<sup>[1]</sup>。如何利用可视化计量软件挖掘国内外智慧医疗研究中所蕴含的高价值信息是目前该领域主要研究课题之一。本文选取中国知网(China national knowledge infrastructure,CNKI)与美国核心期刊数据库 Web of Science 中智慧医疗相关文献作为数据分析来源,使用 CiteSpace 分别从关键词、突现词、

[修回日期] 2020-08-05

[作者简介] 夏宪玲,本科生;通讯作者:詹何庆,博士, 讲师。 合作机构、作者共被引、合作国家等方面切入对图 谱进行解分析,以探讨国内外智慧医疗领域发展动态、研究热点,以期为今后该领域研究拓展新思路 提供参考<sup>[2]</sup>。

# 2 资料与方法

本文数据来源于 CNKI 和 Web of Science。对于 CNKI, 文献类型为"期刊",选择中图分类号为 "R"并且主题 = "智慧医疗"或"人工智能医学应用",限定时间为 2001 - 2020 年,共检索到 2 295 条结果;对于 Web of Science,文献类型为"ARTI-CLE",选择主题 = "wise medical" OR" medical artificial intelligence" OR" smart healthcare",时间段为 2012 - 2020 年,共检索到 2 729 条结果。采用 CiteSpace (5.0 版)对以上数据进行处理并对生成

的知识图谱进行分析。

# 3 以 CNKI 数据库为来源的知识图谱分析

#### 3.1 发文趋势

2001-2008年间发文量持续较少,自 2009年 开始发文量逐步上升,见图 1。由此可见自 2009年 国内外提出智慧医疗概念后,该领域逐渐引起关注, 对此展开大量研究并取得长足进展。数字技术与医疗 技术相结合的巨大市场前景吸引众多科技投资,各国 纷纷出台相关政策推动智慧医疗发展以降低医疗支付 费用,成功带动全球智慧医疗市场快速提升。

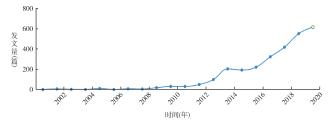


图 1 智慧医疗领域各年份发文量统计

### 3.2 关键词共现

3.2.1 结果 以 2001 - 2020 年间发表论文为基础,选择每两年出现频次最高的前 50 个关键词即可得出对应时间段关于智慧医疗研究热点的知识图谱,见图 2。图谱中节点与关键词对应,其大小与关键词出现频次相关。节点外周出现紫红圆圈表明该关键词中心性高且为该研究范畴转折节点并与其他关键词存在较强关联程度<sup>[3]</sup>。两节点相互连接表明其对应关键词为共现关系,连线粗细表明共现关系强度<sup>[4]</sup>。线条越粗共现程度越强,反之则越弱。



图 2 智慧医疗关键词共现图谱

3.2.2 图谱分析 节点数量为90个,连线136条,网络密度为0.034,表明网络关系整体较为松散,该领域研究主题集中度不强。图谱中代表"智慧医疗"的节点最大,说明其频次最高。其他较高频次关键词还有"人工智能"、"物联网"、"医联体"和"大数据"等。同时,"互联网+"、"云计算"、"智慧社区"、"远程医疗"、"电子病历"等与"智慧医疗"之间连线较粗,表明其都与"智慧医疗"存在较强共现程度。分析高频关键词可知"互联网+"医疗目前为智慧医疗领域研究热点;高中心性关键词则反映出目前智慧医疗研究建立在计算机科学、生物学和医学等学科基础上,说明与其他学科融合发展是智慧医疗研究和发展的方向,见表1。

表 1 基于 CNKI 的智慧医疗 文献高频及高中心性关键词(前 10 位)

	高频关键词	频次	高中心性关键词	中心性
1	智慧医疗	601	医联体	0.60
2	人工智能	243	智慧医疗	0. 57
3	物联网	90	分级诊疗	0.40
4	大数据	75	人工智能	0. 29
5	智慧城市	71	社区卫生服务	0. 25
6	互联网+	43	医疗大数据	0. 22
7	智能医疗	42	物联网	0. 19
8	智慧医院	38	电子病历	0. 18
9	医联体	34	医疗数据	0. 17
10	云计算	33	移动医疗	0. 15

#### 3.3 关键词聚类

对不同年份关键词进行聚类分析后生成关键词聚类知识图谱。对关键词进行聚类分析可以更好地展示该学科主要研究领域和研究热点<sup>[5-6]</sup>。13个聚类标签分别为:安防行业、分级诊疗、智慧城市、物联网技术、新医改、研究院、低时延、预约挂号、医疗物联网、智慧社区、服务业、云计算和医保患者,见图3。图谱中"医保患者"等绿色区块说明智慧医疗在此方面应用较早并形成聚类;橙黄色区块则说明相关聚类主题出现时间较晚。聚类标签(#)数字越小表示该聚类规模越大。

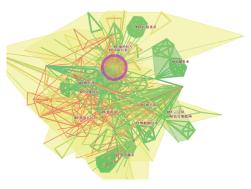


图 3 智慧医疗领域关键词聚类知识图谱

#### 3.4 关键词主题路径

关键词主题路径(时区图)以时间为切入点,展示知识学科演变路径,可直观呈现文献变动和彼此间作用<sup>[7]</sup>。图中横轴为时间轴,时区(柱形)间隔为2年,各时区内显示关键词节点大小与词汇出现频次高低正相关,见图4。智慧医疗起步于2009年,之后医疗数据、社区卫生服务、智慧城市、分级诊疗等关键词开始涌现。近年来出现医联体、人工智能、医疗信息化和大数据等关键词,是目前智慧医疗研究热点领域。



图 4 智慧医疗领域关键词主题路径(国内时区图)

#### 3.5 突现词聚类

突现词适用于学科发展新兴走向分析<sup>[8]</sup>。根据近20年间排名前9突现词分析可知,该领域研究自2001年起更倾向于研究企业管理、中国、智慧社区、移动医疗、可穿戴设备、预约挂号、智慧城市建设等方面。2017-2018年出现新研究热点——机器人,说明人工智能成为智慧医疗领域研究热点,

#### 见图5。

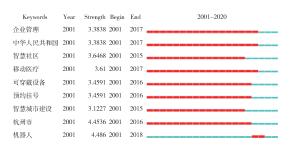


图 5 智慧医疗领域变化频率最高的 9 个突现词 (2001 – 2020 年)

#### 3.6 作者共被引

生成智慧医疗领域作者共被引知识图谱,其中名单为近20年内合作共现次数超过2次及以上的作者,节点大小和连线分别代表作者发文数量和作者间合作,线条色彩和粗细分别代表作者的合作时间和次数。图谱中有69条连线,248个节点,网络密集度为0.0023,表明该领域作者间交流合作较少,分布较为分散,见图6。作者之间相互合作有利于加深学术探讨,推动科研进展<sup>[9]</sup>。



图 6 智慧医疗领域作者共被引知识图谱

# 3.7 机构共被引

智慧医疗领域研究机构共被引知识图谱可反映 当前该领域核心研究机构情况<sup>[10]</sup>。图谱中节点代表 机构名称,线条粗细和色彩分别代表机构间合作程 度和时间<sup>[11]</sup>。图中有 64 条连线,215 个节点,网 络密集度为 0.002 8,表明该领域研究机构较为分 散,合作较少,见图 7。

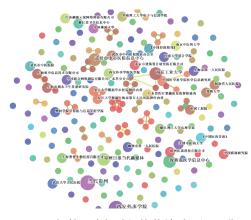


图 7 智慧医疗领域机构共被引知识图谱

# 4 以 Web of Science 数据库为来源的知识 图谱分析

#### 4.1 国家和地区合作频次

基于 Web of Science 数据库,使用 CiteSpace 进行可视化分析生成智慧医疗合作国家知识图谱,其中圆圈对应文献所属国家和地区被引用频次<sup>[12]</sup>,圆圈颜色表示该国作者发表文献年份,见图 8。根据智慧医疗领域国家和地区合作频次排名可知,美国位居世界第1,说明其在智慧医疗领域研究投入较多,具备较强实力与影响力。中国与印度位居第2,之后依次为德国、英格兰、加拿大等国家和地区,说明世界范围内已普遍开展该领域相关研究,见表2。

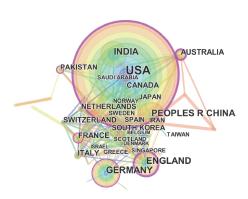


图 8 智慧医疗合作国家和地区知识图谱

表 2 智慧医疗领域国家和地区合作频次 (前 10 位)

序号	国家和地区	频次
1	美国	228
2	中国	70
3	印度	70
4	德国	66
5	英格兰	59
6	加拿大	33
7	法国	30
8	澳大利亚	29
9	意大利	27
10	巴基斯坦	25
-		

#### 4.2 国际研究热点和前沿

4.2.1 关键词共现图谱 根据图谱,共现性较强的12个关键词分别为:人工智能 (artificial intelligence)、系统 (system)、机器学习 (machine learning)、分类 (classification)、深度学习 (deep learning)、因特网 (Internet)、模型 (model)、大数据 (big data)、诊断 (diagnosis)、医疗 (healthcare)、物联网 (Internet of thing) 和管理 (management)。对比 CNKI 研究数据可知中国在智慧医疗领域的研究热点侧重于临床决策支持,而国外更侧重于数据挖掘。

4.2.2 关键词聚类图谱 该领域研究主题集中在 artificial intelligence (人工智能)、Internet (因特网)、prevalence (流行率)、diagnosis (诊断)、performance (性能)、education (教育)和 drug (药品)等方面。

4.2.3 突现词分析 根据近8年间排名前16的突现词分析可知,智慧医疗领域的研究前沿主要包括人工神经网络(artificial neural network)、图像(image)、患病率(prevalence)和框架(framework)等方面。

4.2.4 时区图分析(图 9) 对比国内与国际时区图可以看出,国外较早开始此领域学术研究,但我国近几年在该领域发展迅猛。随着时间推移,研究均渗透到更深层次的领域范畴<sup>[13]</sup>。

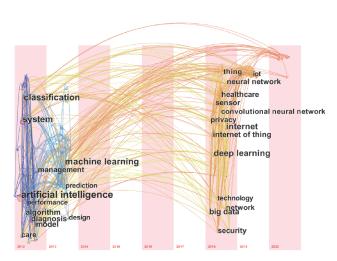


图 9 智慧医疗领域关键词主题路径国际时区图

#### 4.3 国际机构共被引分析

分析国际上智慧医疗领域研究机构共被引知识图谱可知,沙特国王大学(King Saud University)引用频次最高,其次是华中科技大学(Huazhong Univ Sci & Technol)和梅奥医学中心(Mayo Clinic)等机构,图谱网络密集度较低,说明机构间尚未形成大规模合作交流。

#### 5 结论

#### 5.1 相关研究发展趋势

从发文数量上看,近年来智慧医疗领域知识量整体呈增长趋势,反映出该领域依然存在较大研究空间。结合目前国内外"互联网+"医疗发展趋势,可以预测智慧医疗领域相关应用研究成果在未来10年还将大幅增长。

#### 5.2 共现和聚类分析

5.2.1 人工智能在医疗领域普及与应用 在我国 人工智能在医疗领域的应用场景主要集中在虚拟助 理、医学影像辅助诊断、临床决策支持系统和新药 挖掘等方面。针对人工智能在现代医疗服务中的应 用展开研究,可为智慧医疗发展提供新思路<sup>[14]</sup>。

5.2.2 医联体与智慧医疗之间存在关联性 随着物联网、区块链等信息技术快速发展以及医疗信息 化领域相关产业日趋成熟,未来智慧医疗建设发展将呈现共性与个性并存的趋势特点。

5.2.3 大数据在医疗领域的运用 在移动大数据背景下,新兴医疗模式及智慧医疗系统可以提供更加轻松、高效、安全的医疗环境,促进医疗行业数字化管理<sup>[15]</sup>。在未来大数据分析和处理将成为智慧医疗领域热点研究主题之一。

#### 5.3 突现词共现和主题演化路径分析

- 5.3.1 智慧社区领域 该领域研究呈增长趋势, 将智慧医疗拓展到社区中为居民就诊提供便利通 道,为医疗资源分配不均衡、信息交流闭塞等问题 解决提供方针与策略。
- 5.3.2 移动医疗研究 移动医疗具备移动互联与 医疗健康的交叉属性,是"互联网+医疗"的主要服务模式。
- 5.3.3 健康管理等研究 国内外已根据居民健康信息行为影响因素,对健康管理、健康数据监管、标准化流程等进行研究,未来该领域将会持续受到关注。

# 6 结语

智慧医疗是一种以患者就诊信息数据及电子健康档案为核心,通过融合物联网和数据挖掘等技术,借助必要医疗设备实现患者及其家属、医疗机构、医务人员、卫生健康行政主管部门之间信息化互动的新兴医疗服务模式。其目的是将信息技术融合到医疗行业,实现医疗信息实时交互以及资源合理调配<sup>[6]</sup>。医疗行业应当注重"互联网+智慧医疗"建设和推广,打造"互联网+智慧医疗"先进模式,从而实现医用资源最优配置。智慧医疗研究目前仍处于持续发展阶段,伴随着科技进步,区域性医疗信息平台也将继续带动基层医疗机构,推动全球性医疗信息发展与整合,为人民健康保驾护航。

# 参考文献

- 1 卢严砖,孔祥勇,李星星,等."医路同行"智能医疗服务平台设计与实现[J].软件,2020,41(1):234-239.
- 2 王林旭,严承希.情报学领域人工智能相关研究的文献 计量分析及探析 [J].图书情报知识,2020 (1):53 -62,83.
- 3 林琳,王韬,邓超颖.智能化病历内涵质控平台设计及应用[J].中国数字医学,2019,14(11):48-50,112.

- 4 孙杰,佟泽华,姜子元,等.基于文献计量的中国人工智能研究知识图谱分析 [J].山东理工大学学报(自然科学版),2020,34(1):46-51.
- 5 奥德玛,杨云飞,穗志方,等.中文医学知识图谱 CMeKG 构建初探 [J].中文信息学报,2019,33 (10):1-9.
- 6 赵乔娟,李志红.我国智慧医疗研究热点及前沿可视化分析 [J]. 科技促进发展,2019,15 (8):878-883.
- 7 罗雨宁, 王忠民, 蒋宏伟, 等. 基于 Citespace V 分析的中国医学人工智能研究进展 [J]. 中国数字医学, 2019, 14 (3): 11-14.
- 8 凌曦, 赵志刚, 李新刚. 人工智能技术在药学领域的应用——基于 Web of Science 的文献可视化分析 [J]. 中国药房, 2019, 30 (4): 433-438.
- 9 吕红.基于知识图谱的国际健康大数据研究可视化分析 [J].图书情报导刊,2019,4(1):65-73,77.

- 10 侯梦薇,卫荣,陆亮,等.知识图谱研究综述及其在医疗领域的应用[J].计算机研究与发展,2018,55(12):2587-2599.
- 11 陶波, 陈敏. 中美医疗人工智能研究的比较分析 [J]. 中国数字医学, 2018, 13 (10): 35-38.
- 12 崔春舜, 孙晓北, 杨渊, 等. 基于 Citespace 的医学人工智能研究热点与前沿探测 [J]. 中国数字医学, 2018, 13 (10): 8-10.
- 13 刘路. 基于医学知识图谱的疾病智能诊断研究 [D]. 长沙: 湖南大学, 2018.
- 14 孔鸣,何前锋,李兰娟.人工智能辅助诊疗发展现状与战略研究[J].中国工程科学,2018,20(2):86-91.
- 15 卫荣, 陆亮, 钱步月, 等. 基于大数据的院级临床科研平台建设与实践[J]. 中国数字医学, 2019, 14 (11): 91-93, 96.

# 2021年《医学信息学杂志》编辑 出版重点这题计划

2021 年本刊将继续以"学术性、前瞻性、实践性"为特色,及时追踪并深入报道国内外医学信息学领域前沿热点,反映学科研究动态,展示学科研究与应用成果,引领学科发展方向。现对 2021 年度编辑出版重点选题策划如下:

# 一、医学信息学研究

1 庆祝中国共产党成立 100 周年,党领导下的医学信息事业发展历程和取得的辉煌成就; 2 医学信息学基础理论研究及其方法、指标、工具创新研究; 3 医学人工智能的前沿技术、临床应用及挑战; 4 重大公共卫生事件风险预警与网络舆情分析; 5 真实世界数据研究方法、案例及其对医疗卫生决策的助推作用; 6 生物信息学、生物医学信息学、基因组学理论研究及实践; 7 公众健康信息素养培养及健康促进。

#### 二、医药卫生体制改革与医药卫生信息化

1"互联网+医疗健康"关键支撑技术研究与应用; 2健康中国战略背景下医药卫生信息化发展规划与方案; 3与传统医疗健康服务深度融合而形成的新型医疗健康服务业态分析; 4医疗卫生信息系统互联互通及相关标准建设与落地; 5医疗卫生信息化相关法律法规与伦理建设。

#### 三、医学信息技术

1 智慧医疗健康及其服务体系建设、模式创新; 2 医用机器人系统研发、模型设计及典型案例; 3 精准医学与个性化健康管理研究与应用; 4 云计算、物联网、移动互联网在医疗健康领域的综合运用; 5 健康云平台功能、技术、系统架构及基础设施构建; 6 5G 医疗技术应用及实践; 7 临床医疗可视化及虚拟现实技术的医学应用; 8 网络安全体系建设与隐私保护。

#### 四、医学信息组织与利用

1 "互联网+"环境下医学图书馆的理念创新与转型发展; 2 智慧医学图书馆建设管理及智慧馆员培养; 3 人工智能技术及新型媒体在医学图书馆中的应用; 4 开放科学与机器智能环境下学术信息服务范式变革; 5 全媒体时代医疗卫生信息资源整合及共建共享。

#### 五、医学信息教育

1 "互联网+"环境下医学信息专科、本科、研究生教育及继续教育面临的挑战、改革与实践创新; 2 医工结合背景下医学信息学专业设置及复合型人才培养; 3 医疗信息教育培训平台及在线课程研发与建设; 4 基于互联网的健康科普知识精准教育; 5 中外医学信息学教育及人才培养比较研究。

(《医学信息学杂志》编辑部)