

基于动态共词分析的国际医学信息学领域热点演变^{*}

敦欣卉 张云秋 冯 佳

(吉林大学公共卫生学院 长春 130021)

〔摘要〕 以 PubMed 数据库医学信息学领域的核心期刊为数据源, 基于动态共词分析及信息可视化方法, 利用 BICOMB、VOSviewer、EXCEL 等软件, 以知识图谱的形式对国际医学信息学领域近 10 年热点主题的演变进行分析与呈现, 结果表明互联网在医学信息学领域的应用一直是国际医学信息学的研究热点。

〔关键词〕 医学信息学; 动态共词分析; 主题热点; 可视化

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2016.10.001

Hotspots Evolution of International Medical Informatics Field Based on the Analysis of Dynamic Co-word DUN Xin-hui, ZHANG Yun-qiu, FENG Jia, Public Health School, Jilin University, Changchun 130021, China

〔Abstract〕 The paper based on the dynamic co-word and information visualization analyzes international medical informatics literatures from core journals in PubMed database, analyzes and shows the hot spots evolution of international medical informatics in latest 10 years in the form of knowledge maps with BICOMB、VOSviewer、EXCEL. The results shows that the utilization of Internet in medical informatics is always the hot spots of international medical informatics.

〔Keywords〕 Medical informatics; Analysis of dynamic co-word; Hot themes; Visualization

1 引言

20 世纪 60 年代以来, 信息科学与计算机技术在医疗卫生领域的不断应用, 逐步形成了集医学、信息科学和管理学于一身的新兴交叉学科——医学信息学^[1]。医学信息学涵盖医学信息采集、数据存储与传输、生物医学信号处理、医学图形和图像、医学信息获取、智能专家系统、计算机仿真和医药信息工程等众多的概念和范畴, 基本覆盖了医学研

究领域的所有方面^[2]; 且随着科学技术的不断发展, 医学信息学的研究领域仍然在不断扩展、渗透。对医学信息学领域主题热点的演变研究不仅有助于快速掌握该领域的研究现状, 而且还能更直观、清晰地了解学科主题热点的演变趋势, 有助于学科专业人员选择科研主题并重点发展。目前已有许多学者运用各种方法对医学信息学领域的研究热点进行了分析, 如通过对国际上医学信息学领域重要的期刊内高被引论文进行同被引聚类分析, 以展现医学信息学的研究热点^[3]; 通过文献计量学方法分析, 以表现出我国目前主要医学信息学专业科研人员发表论文的主题^[4]; 通过对医学信息学领域的文献进行多维尺度和聚类分析, 得出医学信息学的研究热点^[5]; 采用 CiteSpace 软件对海量文献从聚

〔修回日期〕 2016-05-27

〔作者简介〕 敦欣卉, 硕士研究生; 张云秋, 教授, 博士生导师; 冯佳, 博士研究生。

类视图和时区视图展示来进行可视化分析，以“突变词检测算法”来确定医学信息学领域正在兴起或突然出现的研究热点及研究前沿^[6]。但对医学信息学领域研究热点演化与变迁的研究较少。鉴于此，本文提出结合时间滑动动态分析学科主题热点的共词分析法（简称动态共词分析法），基于动态共词分析及信息可视化方法对国外近10年的医学信息学领域主题热点进行比较研究，以期为我国医学信息学及其相关领域的发展提供参考借鉴。

2 资料与方法

2.1 数据来源

基于 PubMed 数据库，以 2014 年《期刊引证报告》医学信息学类别中 IF 值最高的 10 种期刊作为数据来源，检索并导出 10 种期刊 2006 – 2010、2011 – 2015 两个时段刊载的文献，共计 11 292 篇。检索时间为 2016 年 4 月 20 日。具体情况，见表 1。

表 1 国际医学信息学领域 10 种高影响因子期刊

序号	刊名	IF 值	2006 – 2010 年 载文量（篇）	2011 – 2015 年 载文量（篇）
1	《医学研究中的统计方法》（ <i>Statistical Methods in Medical Research</i> ）	4. 472	232	571
2	《美国医学信息学协会杂志》（ <i>Journal of the American Medical Informatics Association</i> ）	3. 504	545	1 112
3	《医学互联网研究杂志》（ <i>Journal of Medical Internet Research</i> ）	3. 428	248	1 157
4	《医学决策：国际医学学会杂志》（ <i>Medical Decision Making; an international journal of the society for medical decision making</i> ）	3. 24	445	523
5	《IEEE 关于生物医学中的信息技术汇报：一个在医药学和生物学领域中的关于 IEEE 工程的出版物》（ <i>IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine; a publication of the IEEE engineering in medicine and biology society</i> ）	2. 493	581	259
6	《医药信息方法》（ <i>Methods of Information in Medicine</i> ）	2. 248	498	373
7	《医学系统杂志》（ <i>Journal of Medical Systems</i> ）	2. 213	657	1051
8	《生物医学信息学杂志》（ <i>Journal of Biomedical Informatics</i> ）	2. 126	498	784
9	《医学人工智能》（ <i>Artificial Intelligence in Medicine</i> ）	2. 019	294	297
10	《国际医学信息学杂志》（ <i>International Journal of Medical Informatics</i> ）	2. 004	567	600
总计	—	—	4 565	6 727

由表 1 可知，在医学信息学领域内影响因子排名前 10 的期刊发文量并不是很多，排名第 1 的期刊的发文量甚至在这 10 个期刊中都占少数，并且与 2006 – 2010 年相比，2011 – 2015 年间发文量明显增加的也有一半的期刊，说明这些期刊重视文献的质更多于量，也从侧面印证了这 10 个期刊作为国际医学信息学领域代表性期刊的地位。

2.2 方法

2.2.1 高频词截取 主要主题词与副主题词的组配能够比较完整地反映文献的主题，本文通过 BICOMB 提取出文献集主要主题词/副主题词并从中选取高频词作为研究对象。目前高低频词界值的确定

还没有统一的方法，主要有经验法、二八定律、齐普夫第二定律、g 指数、h 指数、高频低频词界分公式等。经过试验，选择由 Donohue 提出的高频低频词分界公式截取高频词^[7]，计算公式如下：

$$T = \frac{\sqrt{1 + 8 * I_1 - 1}}{2}。$$

式中：I₁ 是词频为 1 的关键词的个数；T 是高频词中的最低频次，即高低频分界。利用 BICOMB 分别统计 2006 – 2010 年以及 2011 – 2015 年两个时段文献集的主要主题词/副主题词的频次，通过高低频词界分公式截选出高频词。两个时间窗的高频词均为 73 个，部分见表 2。通过比较 2006 – 2010 年及 2011 – 2015 年两个时段的高频词集，得到两个

时段的高频词差异，见表 3。但是高频词并不能代表领域的研究热点，所以仅仅从两个时段高频词的差异是不能说明热点主题的变化了的。为了更清晰显示两个时段的热点主题词，本文利用共现网

络分析和热点密度分析来分别识别 2006 – 2010 年、2011 – 2015 年两个时段内国际医学信息学领域学者近 10 年来关注的热点主题。

表 2 2006 – 2010 年及 2011 – 2015 年医学信息学领域部分高频词

2006 – 2010 年				2011 – 2015 年			
序号	高频词	英文	词频	序号	高频词	英文	词频
1	人工智能	Artificial Intelligence	289	1	互联网	Internet	635
2	算法	Algorithms	280	2	电子健康档案	Electronic Health Records	424
3	互联网	Internet	247	3	算法	Algorithms	252
4	信息存储与检索/方法	Information Storage and Retrieval/ methods	218	4	自然语言处理	Natural Language Processing	201
5	用户计算机接口	User – Computer Interface	214	5	人工智能	Artificial Intelligence	184
6	自然语言处理	Natural Language Processing	174	6	医学信息学	Medical Informatics	173
7	临床决策支持系统	Decision Support Systems, Clinical	172	7	数据挖掘/方法	Data Mining/ methods	164
8	计算机化病案系统	Medical Records Systems, Computerized	164	8	用户计算机接口	User – Computer Interface	163
9	计算机辅助信号处理	Signal Processing, Computer – Assisted	160	9	临床决策支持系统	Decision Support Systems, Clinical	138
10	自动化识别模式/方法	Pattern Recognition, Automated/ methods	160	10	电子健康档案/组织与机构	Electronic Health Records/ organization&administration	136

表 3 2006 – 2010 年及 2011 – 2015 年医学信息学领域高频词差异

2006 – 2010 年				2011 – 2015 年			
序号	高频词	英文	词频	序号	高频词	英文	词频
1	数据库管理系统	Database Management Systems	113	1	数据挖掘/方法	Data Mining/Methods	164
2	术语为主题	Terminology as Topic	88	2	电子健康档案/组织与机构	Electronic Health Records/ organization&administration	136
3	生物模型	Models, Biological	75	3	远程医疗	Telemedicine	123
4	人口监测/方法	Population Surveillance/ methods	57	4	计算机安全	Computer Security	98
5	医学信息学/组织与机构	Medical Informatics/ organization&administration	52	5	电子健康档案/使用	Electronic Health Records/ utilization	92
6	流动监测/工具	Monitoring, Ambulatory/ instrumentation	50	6	社会化媒体	Social Media	91
7	医院信息系统/组织与机构	Hospital Information Systems/ organization & administration	50	7	手机	Cell Phones	84

续表 3

8	健康知识态度的实践	Health Knowledge, Attitudes, Practice	48	8	信息传播	Information Dissemination	72
9	图像增强/方法	Image Enhancement/methods	47	9	个性化健康档案	Health Records, Personal	66
10	基因表达图谱/方法	Gene Expression Profiling/methods	47	10	健康行为	Health Behavior	63
11	数据的统计学解释	Data Interpretation, Statistical	46	11	健康促进/方法	Health Promotion/methods	61
12	生理监测/方法	Monitoring, Physiologic/methods	43	12	支持向量机	Support Vector Machine	60
13	流动监测/方法	Monitoring, Ambulatory/methods	43	13	生物医学研究	Biomedical Research	59
14	信息系统/组织与机构	Information Systems/organization&administration	42	14	电子健康档案/标准	Electronic Health Records/standards	58
15	寡核苷酸序列分析/方法	Oligonucleotide Array Sequence Analysis/methods	42	15	社会支持	Social Support	56
16	信息传播/方法	Information Dissemination/methods	41	16	医疗记录联动	Medical Record Linkage	55
17	按指导方针进行实践为主题	Practice Guidelines as Topic	41	17	文本信息	Text Messaging	52
18	医患关系	Physician – Patient Relations	41	18	数据挖掘	Data Mining	51
19	计算机辅助决策制定	Decision Making, Computer – Assisted	41	19	计算机安全/工具	Computer Security/instrumentation	48
20	患者满意度	Patient Satisfaction	41	20	自我保健	Self Care	48
21	计算机化的医疗档案系统/标准	Medical Records Systems, Computerized/standards	40	21	健康搜寻行为	Information Seeking Behavior	47
22	健康状况	Health Status	40	22	健康保健的质量	Quality of Health Care	47
23	医院信息系统	Hospital Information Systems/organization & administration	40	23	移动应用程序	Mobile Applications	46
24	患者教育为主题/方法	Patient Education as Topic/methods	40	24	组织的效率	Efficiency, Organizational	43
25	医学信息学/教育	Medical Informatics/education	40	25	信息的可获得性	Access to Information	41
26	风险评估/方法	Risk Assessment/methods	38	26	健康信息交换	Health Information Exchange	41
27	合作行为	Cooperative Behavior	38	27	临床决策支持系统/组织与机构	Decision Support Systems, Clinical/organization&administration	41

2.2.2 构建共现矩阵及其标准化 关键词共现分析的思想来源于文献计量学的引文耦合与共被引概念，即当两个能够表达某一学科领域研究主题或研究方向的关键词在同一篇文献中出现时，表明这

两个词之间具有一定的内在关系，并且出现的次数越多，关系越密切、距离越近^[8]。高频主题词/副主题词是文献集中出现频率最高的词，其共现在一定程度上代表了学科领域的关注重点。为了更好地

进行热点主题的展示以及探究高频主题词/副主题词之间的联系,本文利用 BICOMB 软件分别构建了 2006–2010 年以及 2011–2015 年两个时段 73×73 的原始矩阵。但是在原始共现矩阵中,词频之间的共现程度多少会受高频词自身词频的影响,因此为了减少这个误差,更好地揭示高频词间的共现关系,需要对原始共现矩阵进行标准化处理。利用 Ochiai 系数法^[9]对原始共现矩阵进行标准化, Ochiai 系数计算公式如下:

$$O_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sqrt{C_i \times C_j}}$$

式中: C_{ij} 代表词对 M_i 和 M_j 在文献集合中共同出现的频次; C_i 代表词 M_i 在文献集合中的出现频次; C_j 代表词 M_j 在文献集合中的出现频次。

2.2.3 共现网络分析 基于标准化后的矩阵,采用 VOSviewer 来构建可视化图谱。图 1 及图 2 分别为 2006–2010 年、2011–2015 年医学信息学领域的共现标签视图。其中,节点代表主要主题词/副主题词,节点的大小与词的权重呈正比,权重越大,节点越大。VOSviewer 为了更直观、清晰,避免标签重叠,不将所有节点标签都显示出来,但是将鼠标放在节点上就会显示出相应的主题词。节点间连线代表词之间的共现关系,当鼠标放在节点间连线之间就会显示连线两端的节点以及连线的强度,即词的共现强度^[10]。

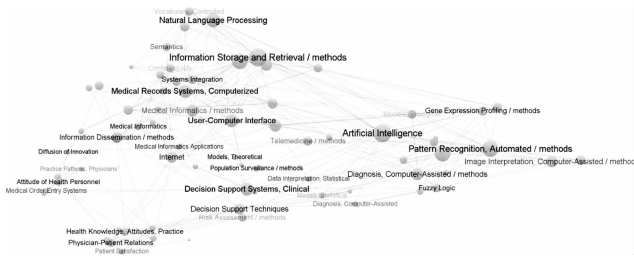


图 1 2006–2010 年医学信息学领域共现标签视图



图 2 2011–2015 年医学信息学领域共现标签视图

可以看出,图 1 中 Natural Language Processing、Information Storage and Retrieval/methods、Medical Records Systems, Computerized、User – Computer Interface、Artificial Intelligence、Pattern Recognition, Automated/methods、Decision Support Systems, Clinical 等节点权重较大, Information Storage and Retrieval/methods 与 Natural Language Processing 及 Artificial Intelligence 的联系比较密切,说明人工智能下的自然语言处理能够实现更好的信息存储与检索;图 2 中 Confidentiality、Computer Security、Natural Language Processing、Electronic Health Records、Data Mining/methods、Algorithms、Internet、Decision Support Systems、Clinical 等节点权重较大, Electronic Health Records 与 Confidentiality 和 Computer Security 的联系比较密切,说明学者们在研究电子健康档案的同时,也注重研究档案的保密性以及对于计算机安全性的要求;其中, Natural Language Processing、Decision Support Systems、Clinical 在两个时段内均有出现,说明其在近 10 年间一直是医学信息学领域的研究重点,而两个时段其他不同的词是否是该领域的研究重点还要根据热点进行具体分析。

2.2.4 热点密度分析 Vosviewer 软件绘制的热点密度图中,每个节点的颜色由该节点的项目密度决定,而项目密度与节点间的平均距离相关。图中颜色代表密度,图谱默认呈现红、蓝两色,节点在领域中权重越大,颜色越接近红色;相反,在领域中的权重越小,颜色越接近蓝色,因此通过颜色能够直观地辨别哪些节点比较重要^[11]。图 3 和图 4 分别为 2006–2010 年、2011–2015 年医学信息学领域热点密度。

Vosviewer 为了更好地呈现可视化效果,并没有将所有词均在热点密度图中呈现出来,而是结合节点的权重,将主题词分层错落呈现。图中位于红色区域的是国际医学信息学领域的研究热点主题词,接近红色区域的词也是领域的研究重点。2006–2010 年及 2011–2015 年医学信息学领域的热点主题词/副主题词,见表 4。

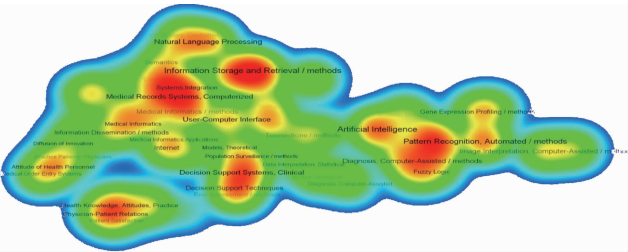


图 3 2006 – 2010 年医学信息学领域热点密度



图 4 2011 – 2015 年医学信息学领域热点密度

表 4 2006 – 2010 年及 2011 – 2015 年医学信息学领域热点主题词/副主题词

2006 – 2010 年			2011 – 2015 年		
序号	热点主题词	英文	序号	热点主题词	英文
1	自然语言处理	Natural Language Processing	1	自然语言处理	Natural Language Processing
2	信息存储与检索/方法	Information Storage and Retrieval/ methods	2	保密	Confidentiality
3	计算机化的医疗档案系统/标准	Medical Records Systems, Computerized/standards	3	计算机安全	Computer Security
4	用户 – 计算机接口	User – Computer Interface	4	用户 – 计算机接口	User – Computer Interface
5	医学信息学 – 方法	Medical Information/ methods	5	电子健康档案/组织与机构	Electronic Health Records/ Organization & administration
6	互联网	Internet	6	互联网	Internet
7	卫生人员态度	Attitude of Health Personnel	7	卫生人员态度	Attitude of Health Personnel
8	医患关系	Physician Patient Relations	8	支持向量机	Support Vector Machine
9	健康知识态度的实践	Health knowledge, Attitudes, Practices	9	神经网络（计算机）	Natural Networks (computer)
10	临床决策支持系统	Decision Support Systems, Clinical	10	临床决策支持系统	Decision Support Systems, Clinical
11	决策支持技术	Decision Support Techniques	11	数据挖掘/方法	Data Mining/ methods
12	人工智能	Artificial Intelligence	12	人工智能	Artificial Intelligence
13	自动化识别模式/方法	Pattern Recognition, Automated/ methods	13	电子健康档案/使用	Electronic Health Records/ utilization
14	基因表达图谱/方法	Gene Expression Profiling/ methods	14	算法	Algorithms
15	计算机辅助诊断/方法	Diagnosis, Computer – Assisted/ methods	15	电子健康档案	Electronic Health Records
16	计算机辅助图像解释/方法	Image Interpretation, Computer – Assisted/ methods	16	远程医疗	Telemedicine
17	人口监测/方法	Population Surveillance/ methods	17	健康行为	Health Behavior

3 结果与分析

3.1 高频词词序变化

3.1.1 纵向比较 纵向上分别对 2006 – 2010 年以及 2011 – 2015 年两个时段的高频词词序进行比较。2006 – 2010 年间排名靠前的主要是关于人工智能、用户计算机接口以及计算机辅助实施的一系列主

题，说明在该 5 年间国际医学信息学领域比较关注如何将大数据通过自然语言处理及一系列算法进行信息的存储与检索，从而更好地帮助支持临床决策系统；2011 – 2015 年间排名靠前的有互联网、算法、自然语言处理、人工智能、医学信息学、数据挖掘方法、用户计算机接口、临床决策支持系统以及电子健康档案等一系列主题，说明在该 5 年间

关于互联网的使用以及自然语言的处理及其算法、人工智能一直是该领域内关注的焦点。通过研究用户计算机接口,能够更好地将人工智能利用到医学信息学中,从而能更好地实现临床决策支持系统为公共服务,新增的电子健康档案等系列主题,说明国际医学信息学学者重视医学信息学无纸化的利用以及用户自我保健意识的提高。而从副主题词上来看,关于方法学及组织机构讨论的主题有很多,说明近 10 年间学者一直比较关注于方法的研究,重视发展医学信息学的技术,同时也有兴趣扩展研究具体的组织机构,努力扩大国际医学信息学组织。

3.1.2 横向比较 横向上通过比较 2006–2010 年以及 2011–2015 年两个时段高频词的排序变化,可知因特网、人工智能、算法在近 10 年的词频均保持在前 5 名,说明互联网、人工智能、算法一直是国际医学信息学研究热潮主题,而自然语言处理、用户–计算机接口、临床决策支持系统的词频在近 10 年均保持在前 10 名,成为仅次于前 3 者的热点话题。此外,如模型、统计、决策支持、软件、医学信息学/方法、信息存储与检索/方法等也均排名前列。在这其中,因特网、自然语言处理、决策支持呈上升趋势,而其余的主题词/副主题词呈下降趋势,说明在近 10 年的医学信息学领域内,对于互联网的使用、自然语言处理以及决策制定仍然是大多数学者研究的热点,其还有一定的上升空间,而其余的词虽然曾经是研究热点,当前也是研究重点,但是研究热度已经开始慢慢消散了。

3.2 主题热点演变分析

3.2.1 动态演变 通过对比医学信息学领域 2006–2010 年及 2011–2015 年的高频主题词/副主题词列表可知,10 年间减少的是对医学信息学组织机构和教育的研究,数据库管理系统、医院信息系统等系统类的研究以及生物模型、基因表达图谱、寡核苷酸序列分析的方法等生物学相关内容的研究,健康知识态度的实践、患者满意度、患者教育为主体等的医患关系相关内容的研究,增加的是数据挖掘及其方法的研究以及手机移动应用程序等社会化媒体在诸如远程医疗、医疗记录联动等医学信息学领

域中应用的研究,还有电子健康档案的标准、组织与机构、使用等方面内容,甚至衍生出个性化电子健康档案的定制等内容,及通过研究包括用户健康搜寻行为在内的健康行为、健康促进的方法来提升健康保健的质量进而实现自我保健等内容。

3.2.2 热点主题 通过对比热点主题词/副主题词列表可知,互联网、人工智能、用户–计算机接口、临床决策支持系统、卫生人员态度、自然语言处理在近 10 年一直是国际医学信息学领域研究的热点主题,说明学科专业人员仍然致力于将计算机如何更友好地应用于医学信息学领域,而替代 2006–2010 年信息的存储与检索、医患关系、计算机辅助实施的一系列方法、基因表达图谱等热点主题的 2011–2015 年的热点更多集中在计算机安全、保密等信息安全方面以及数据挖掘算法,还有包括电子健康档案的使用在内的关于用户自我保健的主题,说明国际医学信息学领域开始从被动的医疗关系探索和被动的计算机依赖转化为主动地借助于计算机来帮助我们实现寻求自我保健的主动式探索,对于信息安全的重要性的重视更是体现了国际医学信息学对信息尤其是医学信息学的内涵更深一步的认识。

4 结论

4.1 热点主题的变化

本文基于动态共词网络分析以及信息可视化方法,利用 BICOMB、VOSviewer、EXCEL 等软件以可视化图谱的形式对国际医学信息学领域近 10 年的热点主题进行了分析和呈现。通过对比 2006–2010 年以及 2011–2015 年的高频词词序和内容以及热点主题的变化,可以得出如下结论:国际医学信息学领域学者一直关注人工智能以及如何将因特网更好地应用于医学信息学领域的研究,此外对于医学信息学及其相关领域方法学的研究也是重点之一。但是通过热点主题的演变可知,相对于在被动地研究包括医患关系、临床决策支持系统在内的临床科研领域或者包括基因表达序列分析等在内的生物学领域等主题,近 5 年来国际医学信息学的主题热点已经开始转变为主动地研究从用户角度的自我保健等

用户健康信息以及信息安全等,说明国际医学信息学领域开始重视大数据对于健康管理的应用研究以及安全隐私保护等的技术研究。

4.2 研究意义及局限性

利用动态共词分析方法通过揭示高频词之间的共现关系可以定量地对国际医学信息学领域的研究现状及热点的演变进行研究,在一定程度上补充了之前对于该领域近年来热点研究的内容。以往基于共词分析方法针对固定时段内的研究热点进行分析,由于是基于高频关键词进行分析,就有可能受到发文时滞的影响,某些低频关键词也有可能成为以后的研究热点,但在文中无法体现,因而在展现领域研究热点的效果上面差强人意,利用动态共词分析将时间拉长,从相对更远的角度看整个领域的热点演变更清晰直观也更具说服力。但是以共词分析为基础来探究学科热点仍然存在一定的局限性:因为其单纯从关键词共现的频次判断该学科的研究热点,由于不同作者对于关键词的把握不同和关键词标引的限制,使得不同关键词表达同一意思,或者使用某一关键词的下位词语作为关键词的情况不在少数,这样在使用单一关键词作为检索词进行检索的检全率较低,数据收集不完整,无法做出全面准确的分析。若使用语义丰富技术从文章摘要中提取关键词进行分析,则可以使提取出的关键词对文章的主题更具代表性,也更客观,从而使分析结果更准确^[12]。因此,以共词分析为基础来分析学科领域研究热点的方法仍有很大一部分空间可以改进。

通过研究国际医学信息学领域热点主题的演变,不仅能够帮助我国学者对近年来国际医学信息学领域研究现状有更直观、更清晰的了解,还能够对我国医学信息学领域的学者们的研究思维有所启发,也有助于促进我国医学信息学领域的研究跟上国际的步伐,从而促进我国医学信息学领域的发展

与进步。

参考文献

- 1 徐一新,应峻,董建成. 医学信息学的发展 [J]. 中国医院管理, 2006, 26 (3): 30-32.
- 2 Von Bemm JH, Musen MA. Handbook of Medical Informatics [M]. New York: Springer, 2001.
- 3 崔雷,陈东滨. 国外医学信息学科研热点的文献计量学分析 [J]. 医学信息学杂志, 2007, 28 (2): 97-102.
- 4 崔雷,方丽,王林,等. 国内医学信息学院系科研热点分析及其与国际研究热点的比较 [J]. 医学信息学杂志, 2013, 34 (3): 2.
- 5 赵颖颖,邱宇红,陈斯斯,等. 基于共词分析的国外医学信息学研究热点 [J]. 医学信息学杂志, 2013, 34 (1): 46-50.
- 6 王理,肖水凤,姚敏,等. 基于 CiteSpace 的医学信息学研究热点可视化分析 [J]. 中国数字医学, 2015, 10 (10): 27-29, 75.
- 7 Donohue JC. Understanding Scientific Literatures: A Bibliometric Approach [M]. Massachusetts: The MIT Press, 1973: 1-80.
- 8 殷沈琴,张计龙,任磊. 基于关键词共现和社会网络分析法的数字图书馆研究热点分析 [J]. 大学图书馆学报, 2011, (4): 25-30, 38.
- 9 钟伟金,李佳. 共词分析法研究(一)——共词分析的过程与方式 [J]. 情报杂志, 2008, 27 (5): 70-72.
- 10 魏丽,张云秋,冯佳. 国外医学信息学领域研究前沿 [J]. 中华医学图书情报杂志, 2015, 24 (11): 27-31.
- 11 宗乾进,袁勤俭,沈洪洲,等. 知识图谱视角下的 2010 年我国情报学研究热点——基于知识图谱的当代学科发展动向研究之一 [J]. 情报杂志, 2011, 30 (12): 48-53.
- 12 李纲,吴瑞. 国内近十年竞争情报领域研究热点分析——基于共词分析 [J]. 情报科学, 2011, 29 (9): 1289-1293.