

知识网络及其测度应用文献分析^{*}

杨淑娇 刘 伟 吴曙霞

(军事医学科学院卫生勤务与医学情报研究所 北京 100850)

〔摘要〕 在以往知识网络相关研究的基础上,对基于文献载体的知识网络的概念演变、构成、模型、测度指标及实际应用等相关研究进行综述,为知识管理与科技创新管理提供参考。

〔关键词〕 文献;知识网络;网络模型;测度指标;知识流动

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2017.03.010

Knowledge Network and Its Evaluation Application Literature Analysis YANG Shu-jiao, LIU Wei, WU Shu-xia, Institute of Health Service Medical Information, Academy of Military Medical Science, Beijing 100050, China

〔Abstract〕 Based on previous research on the knowledge network, the paper summarizes the relevant research on the concept evolution, structure, model, evaluation index and practical application of the knowledge network based on the literature carrier, and provides reference for knowledge management and scientific innovation management.

〔Keywords〕 Literature; Knowledge network; Network model; Evaluation indicator; Knowledge flow

1 引言

知识是推动人类社会发展的要素,随着科技快速融合发展,各学科领域知识呈现快速增长趋势。科技创新活动产生的知识节点和/或知识元链接构成不同的网状结构,在学科领域内部与外部形成复杂关联的知识网络,知识在复杂网络中的

流动与转化最终会影响科技创新水平。目前,世界各国对科技创新的重视程度日益加强,知识网络的流动、扩散转化已成为知识管理与政府科技创新管理的热点研究方向。

在图书情报学领域,知识在网络中的流动转化体现载体为科学文献、专利、专著等。科技文献的传播与引用,构成了知识流动、转化的动态网络,知识网络可以视为科学文献、专利等知识形态在国家、机构、研究人员等行为主体之间的交流与转化过程。科学文献是知识最重要的载体之一,能够反映科技最新进展,具有前沿性强、更新周期短的特征;同时,文献作者与机构之间的合著与引用,也反映了科学的活动规律与发展脉络,承载了知识的流动与扩散的渠道。因此,本文对科学文献载体的知识网络研究予以梳理,对知识网络模型、测度指标进行归纳,分析知识的分布特征、流动特点和转化网络,以及知识网络在图书情报、医学等领域的

〔收稿日期〕 2016-12-28

〔作者简介〕 杨淑娇,硕士研究生;通讯作者:吴曙霞,副研究员,发表论文 70 余篇。

〔基金项目〕 国家重点研发计划课题“精准医学文本知识网络构建”(项目编号:2016YFC0901 902);北京市科技计划课题“十三五北京生命科学前沿技术发展策略研究”(项目编号:Z151100003115064)。

实际应用现状,总结知识网络在理论和应用研究方面存在的问题,为知识网络在科技创新和知识管理中的应用提供思路和支撑。

2 知识网络

2.1 演变

2.1.1 演变过程 最早直接关注知识网络的是企业管理界。据报道国外关于知识网络的概念最早是由瑞典工业界提出的^[1],该领域对知识网络的研究多集中在实际构建方面,同时也对知识网络的经济、市场结构模型进行了大量分析和研究。在情报学和信息管理领域对知识网络的研究始于对文献关系网络的研究。知识网络源于普赖斯(D. Price)的一篇著名论文“科学论文的网络”,普赖斯在文章中详细而又创造性地研究了科学论文之间的引证和被引证关系,由此形成了引证网络,根据网络分析的原理,进而提出了能指明科学研究前沿的定量模型。加菲尔德则在引文分析的基础上利用《科学引文索引》使引文关系网络分析从理论研究走向实践和实际应用^[2]。随着知识网络的不断发展与广泛应用,知识网络也逐渐成为我国企业管理、图书情报学等领域的热点研究方向以及重要的工具之一,我国各领域学者对于知识网络的研究也大大丰富和拓展了知识网络的理论与应用研究。如马德辉等^[3]对企业知识网络进行了系统研究,认为企业知识网络是一种获取、共享嵌入在企业内外部社会网络中的知识资源,以创造新知识为目的,提出一个企业知识网络3层框架结构模型;刘向等认为知识网络是一个集合概念,具体是指与知识、信息及知识间联系有关的、由节点与边构成的一类网络,其中节点可以是书刊、论文等,边代表的是知识单元之间的连接关系,可以是引证关系、共现关系等^[4]。随着知识网络相关理论的不断丰富以及计算机技术的不断发展,CiteSpace、VOSviewer等知识网络可视化工具应运而生,使得知识网络的呈现与绘制更加简单明了。

2.1.2 概念 目前,关于知识网络还没有一个统一的概念,不同领域专家从不同的角度总结出不同

的知识网络定义,但基本已经达成以下共识:知识网络可看作是知识流动与扩散的一种直观的表现形式与研究方式,一般由知识节点、知识联线等构成开放式或封闭式的网络,是进行知识管理的一种有效的工具与方法。

2.2 构成

一般来说,知识网络是由知识节点(即知识单元)和知识关联构成的一种网络结构,反映的是知识单元之间的关系网络,及知识单元之间的时空变化关系和逻辑结构关系^[5]。在情报学领域,知识网络中的节点是网络分析对象,可以是文献、作者、机构、期刊、学科、主题词和关键词等知识单元,从而形成文献知识网络、作者网络、机构网络等;节点间的链接或联线是知识单元之间的关系,可以是共被引关系、耦合关系等,其中存在着不同量或不同性质的知识流,体现在知识联线的粗细或长短。通常用节点间的距离或联线的粗细来表示知识单元之间关系的强度。以任何一种知识单元为节点,从任何一个知识节点向四周延伸,都会得到不同类型的知识网络。

2.3 类型

不同的知识单元类型或性质会形成不同的知识网络。知识网络在不同的领域与时期有不同的分类,大致有以下几种分类原则与类型^[6]。(1)广义知识网络和狭义知识网络。根据知识网络的构成性质划分。其中从存在形态上看广义知识网络包括主观知识网络和混合型知识网络;从组织层次上看,广义知识网络可分为个体组织网络、组织知识网络和社会知识网络。狭义知识网络是指依附和记录于各种文献载体(纸张、光盘等)的客观知识形态的知识及其关联体系,也可称为客观知识网络。具体来讲,狭义知识网络可划分为基于文献的知识网络、基于数据库的知识网络、学科知识网络、基于引文的知识网络、知识地图等不同的类型。(2)显性知识网络和隐性知识网络。按照知识的属性可将知识划分为显性知识和隐性知识^[7-8]。显性知识网络是指能够统一以一定符号系统(如语言、数学公

式等)加以完整表述的知识及其关联构成的知识关联体系;隐性知识网络与显性知识网络是相对的,即是由高度个性化且难于格式化的知识及其关联构成的知识关联体系。图书情报领域的隐性知识网络可以体现为合著网络中作者之间的合作关系,显性知识网络则可体现在引文网络中文献之间的引用^[9]。(3)其他分类形式。根据知识网络结构的表现形式,可将知识网络分为树形结构、星状结构、辐射结构、环形结构、综合或混合结构、单向关系网络、多向交叉复合关系网络等。根据知识的无形性和知识载体存在形态的不同,可将知识网络分为主观知识网络和客观知识网络。其中主观知识网络主要指存在于人脑中的、具有主观性质的无形的知识及其关联构成的知识关联体系,客观知识网络是指记录和依附于文献等脑外载体中而客观存在的知识及其关联构成的知识关联体系。主观知识网络由于知识载体的限制,相对比较复杂;客观知识网络由于知识载体的多样性与客观性,具有完全共享性,因此可称为公共知识网络。

3 知识网络模型与测度

3.1 概述

知识的时效性、可流动性和可传递性等属性为知识的流动与转化研究提供了条件,如何实现知识的有效流动已成为知识网络研究的核心内容。对知识网络中的知识流动进行量和效率的测度,在此基础上分析知识流动的特征与存在的问题,对知识网络的功能实现和顺利运行具有十分重要的意义。但是由于知识具有时效性以及知识接收主体不同,并且知识在从一个节点扩散到下一个节点的过程中存在耗散现象,给知识流动与转化研究带来了一些挑战。本研究基于已有相关学者的一些学科理论进行了梳理。

3.2 知识网络模型

由于知识网络的应用范围较广,因此模型也多种多样。Caniels 引入新经济增长理论中的“干中学”概念,将干中学效应纳入区域知识溢出研究范

围,构建了基于六边形区域的空间知识溢出蜂巢模型^[10];朱光美等对 Caniels 的模型进行了修正,改进后的模型可以直接评价区域间实际知识溢出效应值^[11];Latora 等提出了网络结构特征与节点间信息传递的效率模型^[12];基于知识网络的发展与演化具有一定的周期性和规律性,万君等建立了知识网络形成与演化的生命周期模型,提取了各个阶段的主要特征因素,针对阶段特征的模糊性,运用基于模糊贴近度的综合评判方法,对知识网络生命周期阶段的判定进行了研究^[13]。基于人类社会网络的模型,Watts 等在对规则网络和随机网络进行研究的基础上,提出了著名的、同时具有较短路径长度和较大群集系数的小世界网络模型^[14],被广泛应用于多个领域的知识流动与扩散研究;林敏等构建了知识转移复杂网络模型,分别对无标度网络、小世界网络、规则网络和随机网络 4 种典型网络中的知识转移过程进行了仿真分析,从知识增长速度、知识水平差异以及知识水平等方面对比了其在 4 种网络中的不同,结果表明小世界网络相比较规则网络和随机网络更有助于知识转移^[15]。王文华等采用多主体建模与仿真方法,从知识流动效率(用网络平均知识水平和知识流动速度衡量)和知识分布的均衡性(用网络知识分布方差衡量)两方面,研究了具有小世界特征和无标度特征的复杂知识网络中的动态关系强度对知识流动的影响^[16];赵志远等基于热传学中的理论研究方法,建立了文献时空分布和知识传播模型,用热传学中热源扩散以及能量守恒等观点进行了文献的分布、知识传播能力以及生命周期的分析判断等相关研究^[17]。

3.3 知识网络测度

如今各个学科之间呈现交叉、渗透、融合等新的特点与发展趋势,知识管理领域相关学者将物理领域的知识概念引入知识管理的研究中。根据信息场的相关理论^[18-19],每个国家、机构或者研究人员都可看作一个信息点,在向其他信息点传递信息的同时,也吸收来自其他信息点的信息,认为存在知识交流与扩散的机构、团队或国家等会形成一个信息场,通过构建信息扩散场,运用信息熵等指

标计算其中存在的信息流量、信息强度与信息流速等相关指标分析知识流动情况^[20-21]。根据以往研究,知识网络的测度指标主要有:(1)知识网络广度。通过测度或计算知识网络中与某个知识单元(知识节点)存在关联关系的链接数的多少,能够比较直观地体现知识网络的广度和关联范围,也从侧面体现了知识网络中知识节点的结网能力。陶勇等对高校学科建设网络中的知识流动效应进行了研究,利用平均路径长度测度了知识流动的深度,利用聚类系数测度了知识流动的广度^[22]。(2)知识网络深度。通过测度具有相互联系的两个知识单元或知识节点之间所包含的中间节点个数,可表明知识节点之间具有直接关联及间接关联的程度如何,其中知识节点越多则表明关系深度越大。而在知识网络和图论研究中,知识网络深度被称为“距离或直径”(距离是指节点间最短路径的长度;直径是指一个网络中所有节点对之间最长的最短路径的长度),常用特征路径长度^[23]来体现知识在网络中流动的深度。网络中两个节点间最短路径集合称为路径长度,其平均值称为特征路径长度。特征路径长度度量了节点间知识流动所需经过路程的远近,即知识在两个节点间流动所必须途经其他节点的个

数。其表达式为: $L(G) = \frac{\sum d_{ij}}{N(N-1)/2}$, 其中, d_{ij} 为节点 (i, j) 之间最短路径。(3) 关联强度。一般用知识节点间的距离、联线的长度及粗细来表示具有直接关联的知识节点间的联系密切程度,可分为强联系和弱联系。通常,知识单元之间的联线粗且距离短,说明二者之间为强联系,否则为弱联系。目前,图书情报学领域中反映知识网络关联强度的指标主要有相关度、耦合强度和共引强度、共词和共现频次等。此外,网络的“平均度”(通常情况下,网络中不同节点的度并不相同,所有节点 i 的度 k_i 的平均值为该网络的节点平均度,可反映网络的整体连接情况)^[24]、“密度”(表征网络中节点的紧密关系程度, Watts 等^[14]将网络密度定义为:节点间实际建立的关系数量占所有可能建立的关系数量的比例,其表达式为: $D = \frac{l}{N(N-1)/2}$, 其中 l 为网络中实际存在的各节点联系边数, N 为网络节点规

模)、“中心度”(反映网络中节点的影响力,如果一个节点在网络中与其他许多节点都存在直接关联,说明该节点处于网络的中心地位,可能拥有较大的影响力或处于较重要的地位)^[25]等指标可测度知识关联强度。(4) 知识链接关系和链接方向。知识网络中知识单元之间会存在等同、等价、层次、等级、包含、因果、先后、交叉、并列、矛盾等各种关系,在图书情报学领域,知识单元间的关系可体现为引用与被引用等关系。各个关系中知识节点间的链接会有链入、链出等不同方向,其中,链入是指向某个知识节点的链接,链出是从某个知识节点出发的链接。知识单元间的链接关系与方向揭示了知识流动与扩散的方式与方向,为有效测度知识流动提供了不同的角度与方式。

4 知识网络在信息与医学领域的应用

4.1 信息领域

知识网络在图书情报领域的应用源于引文知识网络分析。随着计算机技术的发展与信息时代的到来,知识网络在引文分析网络的基础上又延伸出了一系列新的分析方法,如共词分析、共现分析、相关文献分析、非相关文献分析、社会网络分析以及知识地图和科学知识图谱等,其中知识地图与知识图谱以其独特的优势成为知识网络的重要表现形式并得到了广泛研究与应用。Balaid 等综述了知识地图的定义、优势、相关技术及其优劣势、种类以及方法等,认为知识地图是组织内进行知识管理的一种必要的、有效的工具,知识地图通过向组织内成员说明知识的来源、流动的轨迹等,实现有效知识的管理^[27]。知识网络分析工具与技术的不断发展给知识管理提供了更加便利的工具,其中知识网络与计算机与信息科学的完美结合给知识网络的分析与研究带来了新的工具与角度。王佩等运用 SWOT 分析法分析了超链接网络分析理论在图书情报领域中的应用展望^[28];贺焕振等提出一种综合考虑主体、专家合著和引用网络等信息的专家知识地图构建方法,为专家个人知识的构建、领域专家的识别评价等提供了一种科学、便利的工具与方法^[29]。

4.2 医学领域

目前, 知识网络在医学领域的研究与应用主要是以文献、专利等知识载体为主要分析对象, 通过利用社会网络分析和可视化工具分析医学领域的知识网络, 从而研究医学领域的研究现状, 探索该领域的研究重点方向等。马费成等以生物医学领域为实例, 利用 Pajek 和 CiteSpace 等可视化分析工具, 构建该领域的引文分析网络并绘制知识网络图谱, 对知识的演化与创新进行主题词聚类等系统分析^[30]。岳增慧等融合了聚类分析、多维尺度分析和战略坐标分析等, 形成了一种基于共词分析的分阶段、多层次领域主题热点及演进态势研究方法体系^[31]。段志光团队基于知识网络进行了精神医学领域^[32]、肿瘤学^[33]以及心血管病、肿瘤和健康管理研究领域^[34]等生物医学领域的科研合作研究。根据医学知识的相关特点, 在基于本体的知识集成基础上建立知识元的关联, 利用网络技术实现对知识资源的整合, 实现医学知识的协同与共享, 也为提高医学知识管理效率提供了一定参考^[35]。John 等基于美国制药业领域的专利引证数, 通过构建企业在不同时期的知识网络, 识别企业在交互式知识联盟中的吸收能力^[36]。

5 结语

知识网络现已成为知识管理的主要平台与载体。通过知识网络可有效分析知识的流动特征与转化特点, 促进知识的交流、传播、共享与管理。随着知识网络研究的不断深入, 预期知识网络会在各个领域发挥其重要的作用, 为知识的共享、流动、转化、利用提供重要的理论依据。不同学科领域对知识网络的研究与应用, 在某种程度上大大丰富了知识网络的理论研究, 推动了知识网络的研究与发展, 但是目前关于知识网络模型与指标的实证研究较少、适用度较低, 医学等产业领域需要更加深入、实用的研究, 以为领域内的发展提供更加具有参考价值的理论指导与支撑; CiteSpace 等可视化工具的出现, 在给知识网络研究提供便利的同时, 也

存在工具功能亟待完善、用户使用不熟练、工具的高级功能使用不足等问题; 而且新媒体交流载体与平台的出现、日益频繁的国际合作等一系列复杂因素的出现, 对知识流动与转化的研究也提出了一定的挑战。

当今医学领域的迅速发展, 使得进行更加科学、实用的知识流动与转化研究具有一定的重要性, 也对该领域的知识管理提出了重大挑战。因此, 基于知识网络, 进行医学产业链(临床前研究-临床研究-市场)中的知识流动速度、知识转化为成果的速度及该过程中影响知识流动和转化因素等方面的深入研究将成为医学领域知识网络领域的重要课题, 将为医学领域的发展策略提供更加全面、科学的理论支撑, 具有一定的战略指导意义。

参考文献

- 1 Beckmann M. J. Economic Models of Knowledge Networks [M]. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 1995: 159-174.
- 2 文庭孝, 汪全莉, 王丙炎, 等. 知识网络及其测度研究 [J]. 图书馆, 2009, (1): 1-6.
- 3 马德辉, 包昌火. 企业知识网络探析 [J]. 情报理论与实践, 2007, 31 (6): 737-741.
- 4 刘向, 马费成, 陈潇俊, 等. 知识网络的结构与演化——概念与理论进展 [J]. 情报科学, 2011, 35 (6): 801-809.
- 5 赵蓉英. 论知识网络的结构 [J]. 图书情报工作, 2007, 51 (9): 6-10.
- 6 赵蓉英, 邱均平. 知识网络的类型学探究 [J]. 图书情报工作, 2007, 51 (9): 11-15, 24.
- 7 Nonaka I. A Dynamics Theory of Organizational Knowledge Creation [J]. Organization Science, 1994, 5 (1): 14-37.
- 8 Nonaka I, Takeuchi H. The Knowledge-creating Company: how Japanese companies create and the dynamics of innovation [M]. New York: Oxford University Press, 1995.
- 9 李力, 刘德洪, 张灿影. 基于知识流动理论的科技论文学术影响力评价研究 [J]. 情报科学, 2016, 40 (7): 113-119.
- 10 Caniels MCJ. Knowledge Spillovers and Economic Growth: regional growth differentials across Europe [M]. Edward Elgar: Cheltenham, 2000: 43-56.
- 11 Giles J. Internet Encyclopedias go Head to Head [J]. Nature, 2005, 438 (7070): 900-901.

- 12 Latora V, Marchiori M. Economic Small – World Behavior in Weighted Networks [J]. The European Physical Journal B, 2003, 32 (2): 249 – 263.
- 13 万君, 顾新. 知识网络的生命周期及其阶段判定模型研究 [J]. 管理学报, 2012, 9 (6): 880 – 883, 899.
- 14 Watts D J, Strogatz S H. Collective Dynamics of Small – World Networks [J]. Nature, 1998, 46 (393): 440 – 442.
- 15 林敏, 李南, 陈婷婷. 基于复杂网络的知识转移模拟与分析 [J]. 系统工程, 2009, 27 (3): 115 – 118.
- 16 王文平, 张兵. 动态关系强度下知识网络知识流动的涌现特性 [J]. 管理科学学报, 2013, 16 (2): 1 – 11.
- 17 赵志远, 郑彦宁, 赵筱媛, 等. 基于传热学理论的文献时空分布与知识传播规律研究 [J]. 计算机科学, 2015, 42 (11A): 10 – 15.
- 18 马岩, 王猛. 国外信息场理论的发展与演进研究 [J]. 图书与情报, 2014, (1): 105 – 110.
- 19 赵俊玲, 周旭. 信息行为研究中信息场理论发展评析 [J]. 情报科学, 2015, 39 (4): 35 – 39.
- 20 Fisher K E, Durrance J C, Hinton M B. Information Grounds and the Use of Need – based Services by Immigrants in Queens, New York: a context – based, outcome evaluation approach [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2004, 55 (8): 754 – 766.
- 21 吴春玉. “场 (Ba)”、熵与情报学 [J]. 图书情报工作, 2005, 49 (4): 135 – 138, 22.
- 22 陶永, 刘思峰, 方志耕, 等. 高校学科建设网络中知识流动效应的测度 [J]. 统计与决策, 2007, (9): 37 – 38.
- 23 徐绪松. 复杂科学管理 [M]. 第 1 版. 北京: 科学出版社, 2010.
- 24 林德明, 陈璐璐. 科学知识网络自相似性的实证研究 [J]. 科学与管理, 2015, (1): 34 – 40.
- 25 尹春丽. 科学学知识图谱 [M]. 大连: 大连理工大学出版社, 2008: 33 – 52.
- 26 邱均平, 刘宁. 国内知识网络发展述评及演化分析 [J]. 图书馆学研究, 2016, (10): 10 – 16.
- 27 Balaida A, Rozan M A Z, Hikmi S N, et al. Knowledge Maps: a systematic literature review and directions for future research [J]. International Journal of Information Management, 2016, 36 (3): 451 – 475.
- 28 王佩. 超链接网络分析理论在图书情报领域应用展望 [J]. 图书馆学研究, 2013, (13): 5 – 8, 4.
- 29 贺焕振. 基于合著与引用网络的专家知识地图构建研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2015.
- 30 马费成, 陈满俊, 刘向. 基于科学知识图谱分析的知识演化研究——以生物医学为例 [J]. 情报科学, 2012, (1): 1 – 7, 15.
- 31 岳慧慧, 许海云. 基于共词分析的医学伦理学领域主题热点及演进态势 [J]. 中华医学图书情报杂志, 2016, 25 (1): 43 – 51.
- 32 武颖. 基于知识网络的精神医学科研合作研究 [D]. 太原: 山西医科大学, 2015.
- 33 邵红芳. 基于知识网络的肿瘤学衍生与发展研究 [D]. 太原: 山西医科大学, 2013.
- 34 于琦. 生物医学领域科研合作现状及预测研究 [D]. 太原: 山西医科大学, 2014.
- 35 司莹莹, 李继宏, 李炯. 医学知识网络模型的构建研究 [J]. 科技情报开发与经济, 2009, 19 (12): 90 – 92.
- 36 Dang J Q, Yang C H. Information Technology and Organizational Learning in Knowledge Alliances and Networks: evidence from U. S. Pharmaceutical industry [J]. Information & Management, 2015, 52 (1): 111 – 122.

欢迎订阅 欢迎赐稿