

领域知识组织研究的历史演化与未来展望*

朱晓峰 蒋旭牧 (南京工业大学经济与管理学院 江苏 211816)

张 卫 (南京大学信息管理学院 江苏 210023)

摘要: [目的/意义]文章针对国内外领域知识组织的研究成果进行回顾、梳理和分析,以期把握领域知识组织的发展脉络,并为后续研究提供参考和借鉴。[方法/过程]首先从研究体系演化路径维度对领域知识组织研究的主要分支与关键环节进行阐述,涵盖理论与方法、系统与应用两个层面;接着,从研究热点演化脉络维度,阐述了领域知识组织不同时期的研究热点及其演进变化;进而,从研究主题演化态势维度呈现了领域知识组织研究聚焦的主题与变化;最后,分析了领域知识组织面临的问题与研究趋势。[结果/结论]与知识组织一脉相承又有显著区别的领域知识组织,需要完善与夯实基础理论、变革组织模式、创造组织方法与策略和拓展应用领域。

关键词: 领域知识 知识组织 知识组织模式 知识组织系统

On the Historical Evolution and Future Prospects of Domain Knowledge Organization Research

Zhu Xiaofeng Jiang Xumu

(School of Economics and Management, Nanjing University of Technology, Jiangsu, 211816)

Zhang Wei (School of Information Management, Nanjing University, Jiangsu, 210023)

Abstract: [Purpose/significance] On the basis of reviewing, combing and analyzing the research results of domain knowledge organization at home and abroad, this paper attempts to grasp the development context of domain knowledge organization and provide reference for the follow-up research. [Method/process] The thesis first describes the main branches and key links of domain knowledge organization from the perspective of the evolution path of the research system, which covers two aspects: theory and method, system and application. Then, the research hotspots and their evolutionary changes of domain knowledge organization in different periods are elaborated, based on the evolution of research hotspots. Further, it presents the research themes and their changes of domain knowledge organization from the dimension of evolution situation of research topic. Finally, this paper analyzes the problems and research trends faced by domain knowledge organization. [Results/conclusion] Domain knowledge organization, which is not only in the same line with knowledge organization but also distinctly different from knowledge organization, needs to improve and consolidate its basic theory, innovate its organization model, create organization method and strategy, and expand its application field.

Keywords: domain knowledge knowledge organization knowledge organization model knowledge organization system

* 本文系国家自然科学基金重点项目“大数据环境下领域知识加工与组织模式研究”(项目编号:20ATQ006)的研究成果之一。

1 引言

领域知识是某一领域内的概念、概念之间的相互关系以及有关概念约束的集合^[1]。随着信息技术的更新迭代以及网络资源形式的日益多样,领域知识面临多方面的约束和影响,各个不同学科领域在知识组织时的需求也有差异,传统知识组织的基础理论、技术方法、组织模式已不能完全适应时代的发展和领域知识组织的需求。当然,已有的知识组织研究为领域知识组织提供了坚实的理论依据和参考,实现知识表示、知识关联、知识聚类、知识组织与存储的知识组织理论与方法,仍然是领域知识组织不可分割的历史基石和进化源泉。

因此,本文拟基于共词、聚类分析技术,从研究体系演化路径、研究热点演化脉络和研究主题演化态势三个维度对2001—2020年国内外领域知识组织研究进行系统梳理和对比分析,旨在探索国内外领域知识组织的历史演化过程和最新研究进展,把握领域知识组织的发展趋势。

2 领域知识组织研究体系演化路径分析

领域知识组织研究体系的演化路径分析,是指在梳理国内外领域知识组织研究论文的基础上,整合梳

理领域知识组织研究的主要分支与各个关键环节。

文献诞生以后,就有了知识组织概念。近些年,知识的加工与组织研究开始关注领域知识的组织。国内外对领域知识加工与组织的研究涉及面较广,囊括了领域知识加工组织的基础理论、手段与方法、系统与技术、应用与实践等。为了探究领域知识组织研究体系的演化路径,本文从理论与方法、系统与应用两个维度进行整合(如图1所示)。

2.1 理论与方法的演化路径

由于知识组织的概念、原则、策略、方法等研究颇为丰富,为领域知识组织研究奠定了坚实的理论基础。总体而言,领域知识组织研究中理论与方法的演化路径表现为:结构认知→组织模式→组织方法→知识网络。

领域知识的结构认知与组织模式始终是学者们的研究重点之一,如关联结构、属分结构、概念网络、主题树等。研究表明,引入知识组织框架-概念网络,构建特定领域知识项或者知识点,可以有效降低领域知识库构建的难度^[2]。随后,面临各个领域海量多源异构数据的冲击,学者们开始探索领域知识组织方法,如关联组织法、语义组织法等,以期解决数据量庞大、数据类型众多、数据结构松散和数据关联复杂等难题^[3],实现

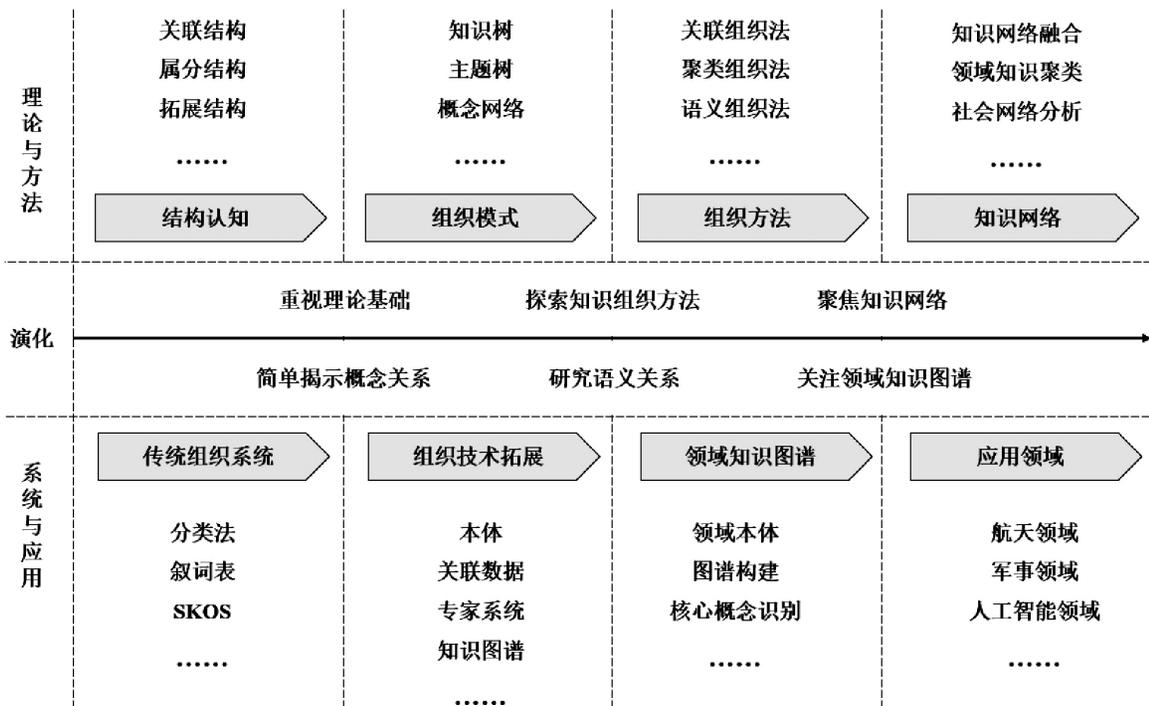


图1 领域知识组织研究体系演化路径

领域知识的快速关联组织与分析。为了分析、研判领域知识的发展趋势,有关知识网络的研究逐渐兴起。知识网络是对知识进行结构化组织^[4],科研合作网络、引文网络和共词网络等类型在学科知识层面应用广泛。由于社交媒体的兴起,社交网络分析方法被用来对领域知识扩散的中介性特征以及中间人角色特征进行剖析^[5]。除此之外,领域知识发展过程中的聚类演化^[6]、多源情境下异构知识网络的知识网络融合^[7]正在深化领域知识理论与方法的研究。

2.2 系统与应用的演化路径

自从1929年英国著名分类学家布利斯提出了“知识组织”概念,至少图情领域的知识组织研究主要以网络知识组织系统(Networked Knowledge Organization System, NKOS)作为重点研究方向开展研究。领域知识组织最初同样比较依赖传统的知识组织系统,如分类法、叙词表、SKOS等。

显而易见的是,传统知识组织系统主要揭示概念之间的关系,且其一维的组织方式不利于充分揭示多维的网络信息资源,学者们开始研究语义关系,对知识组织技术进行拓展,如本体^[8]、关联数据^[9]、专家系统^[10]、知识图谱^[11](即 Knowledge Graph,是一个以真实世界中存在的实体或概念为节点,通过实体或概念间的语义关系链接而成的语义知识库,本文中的知识图谱均属于此类)等。其中,专家系统是国内外领域组织研究共同关注的知识组织技术。究其原因,专家系统具有很强的系统易用性,不仅可以通过学习和推理机制实现知识的重构,还能够准确表示用户提问并准确输出满足意义查询的数据,并启发用户准确表达自己的知识需求,有效解决了专家系统中不同领域知识的判别问题^[12],故而在知识组织方面比其他知识组织方法都更灵活和先进。

自从知识图谱被认为是一种知识组织系统^[13]以来,无论是基于领域本体模型的领域知识图谱构建^[14],还是利用关系抽取技术构建领域知识图谱^[15],领域知识图谱受到了学者们的密切关注。本文的领域知识图谱(Domain-specific Knowledge Graph, DKG)是指聚焦在特定垂直领域的知识图谱,涉及的实体和概念大多与该特定领域相关。

无论是系统设计、技术工具,还是应用领域、实践探索,领域知识组织研究中系统与应用的演化路径主要为:传统组织系统→组织技术拓展→领域知识图谱,

此外,经过多年的发展,领域知识组织目前在航天^[16]、军事^[17]、人工智能^[18]等领域取得广泛应用。

3 领域知识组织研究热点演化脉络分析

领域知识组织研究热点的演化脉络分析,是指基于国内外领域知识组织研究文献高频关键词的统计分析,从时间线展现领域知识组织研究热点的变化和演进发展。

3.1 领域知识组织研究高频关键词的统计分析

本文的原始数据源于 Web of Science 核心合集(WOS)与中国知网(CNKI)。WOS核心合集中构建检索式:TI=(domain knowledge OR knowledge organi*),出版年选择2001—2020,文献类型设置为“ARTICLE”OR“REVIEW”进行高级检索,初步获得1572篇文献;在CNKI数据库中,本文将“领域知识”“知识组织”作为检索词,出版年选择2001—2020,通过篇名途径检索,初步获得1154篇文献。然后,将诸如“生态文明领域知识产权战略”“国际泛在学习领域知识图谱研究”(此文的知识图谱为 Mapping knowledge domains,即科学知识图谱绘制,是指以现有科研成果为基础,用可视化的图谱清晰展现学科领域的内部知识结构与发展过程,关注的焦点在于科学计量与数据可视化,不属于本文研究的领域知识图谱)“Domains of Subject Matter Knowledge”等非领域知识组织研究的文献删除,最终获得WOS核心合集文献数据1342条,CNKI文献数据1056条。

具体而言,国外领域知识组织研究以“knowledge management”为核心关键词(出现频次为163)。推究根源,自1997年英国出版商 Emerald 出版了知识管理的专业期刊 *Journal of Knowledge Management* 以来,有关知识管理的研究与应用受到国外学者的持续关注,被视为知识管理研究核心之一的领域知识组织研究,主要集中在基于本体的知识表示、语义网等技术改进对数据和服务的描述,从而改进和完善知识库,推动知识管理系统的构建。具体而言,通过电子政务领域知识库建模方法^[19]等探索,促使政府、企业等机构重新描述其知识组织框架、知识组织评价、领域知识融合等。也正是如此,导致国外领域知识组织研究中出现频次排名靠前的关键词还有 model(115)、performance(105)、system(100)、framework(62)、ontology(43)以及 domain knowledge(38)。一言以蔽之,国外领域知识组织研究

主要与知识管理、模型、表现、系统等关联密切。

国内领域知识研究则以“知识组织”为核心关键词(出现频次为406)。知识组织是对知识进行整序和提供,自从1964年文献情报学家袁翰青教授提出“知识组织”一词^[20]以来就备受关注,并逐渐引起人工智能、语言学等领域的关注,对图书情报学的理论与方法、工作内容等产生了深远的影响。已有的知识组织原理与原则、目标与研究范围、方法与技术等,都为领域知识组织研究奠定了坚实的理论基础。此外,国内领域知识组织研究中排名靠前的关键词还有本体(107)、领域知识(98)、知识组织系统(63)、数字图书馆(61)、知识管理(46)、知识组织体系(31)、知识表示(30)以及图书馆(29),表明国内领域知识组织研究主要聚焦于本体、领域知识基础理论、知识组织系统等,相关热度始终较高。

3.2 领域知识组织研究热点变化与演进分析

为了分析领域知识组织研究的热点演进态势,本文按照时间线对领域知识组织研究热点进行分类和描绘,根据最高频关键词以及与其共现频次较高的关键词,绘制国内外领域知识组织研究热点演进分析图(图2)。需要说明的是,近20年来领域知识组织研究的发文量整体呈上升趋势,且其变化呈现三个阶段性特征。第一个阶段是2001—2006年,这期间国内外该研究主题的发文量总体呈缓慢增长趋势,国外发文总量显著高于国内,此外,这一阶段的文献主要与知识组

织、领域知识有关,其中,较多文献引入了领域知识的概念,但与领域知识组织不直接相关。第二个阶段是2007—2015年,这一阶段国内外领域知识组织研究的发文量波动较大,但总体上仍然在增加,国内该研究发文量的增速明显加快,超过国外领域知识组织研究的发文总量(573篇),达到608篇,说明国内学者在此期间对领域知识组织的关注度更高。第三个阶段是2016—2020年,这一阶段国内外领域知识组织研究的发文量出现一个下滑点(2017年),其他时间段都保持快速增长态势,且国外增速迅猛,年均发文量超过90篇。

由图2可知,国内外领域知识组织研究热点在时间线索上存在相同之处,即两者都研究了领域知识、知识组织方法、知识组织体系等。彼此的差异性主要表现为:国外学者更侧重于领域知识的应用研究,探索领域知识在数据挖掘标准框架^[21]、医学领域知识融合等具体应用中的可能路径和具体策略;国内学者更关注领域知识组织的理论基础及其演化模式等方面的研究,通过知识网络中心性的动态分析^[22]等方式和维度,揭示领域知识发展过程的规律与模式。

具体而言,在2001—2006年,国外领域知识组织侧重于基于传统的知识组织研究领域知识的实现与应用,如计算机辅助教学领域知识的组织技术^[23]、软件工程领域知识组织^[24],核心关键词主要有 digital libraries、KMS、knowledge creation 以及 knowledge transfer。

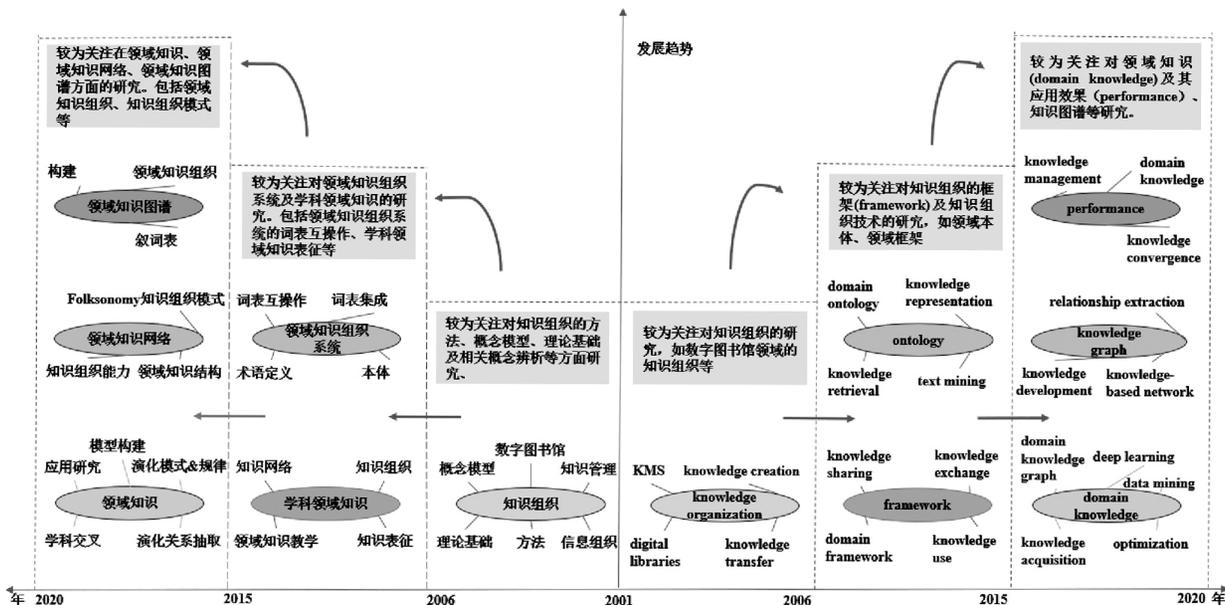


图2 国内外领域知识组织研究热点演进分析

同时期,国内学者主要聚焦于对知识组织的方法、概念模型、理论基础等方面的研究。具体地,学者们先探讨了如何用本体层次化表示领域知识,实现领域知识共享^[25];进而,面向学科领域,提出并分析了领域知识本体构建的基本流程和方法^[26]。

随着研究的深入,学者们逐渐意识到领域知识组织不能简单地作为各个领域的知识组织案例,它本身就是一个非常科学、严谨的研究对象和研究热点。所以,2007—2015年国外领域知识组织研究的关注点主要为领域知识组织框架、领域本体;国内领域知识组织研究的关注点主要为:学科领域知识、领域知识组织系统,核心关键词有:知识组织、领域知识教学、词表互操作等。具体而言,为了实现基于知识树的领域知识组织和应用,以旅游领域为背景构建了概念知识树模型^[27];为了探索领域知识的学科学习与教学问题,建立了学科领域学习模型^[28];为了精炼准确地反映领域知识的内容和上下文结构,如何组织领域知识、构建领域知识本体成为研究热点,本体被证明是一种行之有效的办法^[29]。

新技术、新媒体的出现为领域知识组织提供新手段和新源泉,通过构建基于Wikipedia的食品领域知识图谱^[30]等研究,2016—2020年的领域知识组织研究主要聚集于领域知识深度学习与优化、领域知识图谱等,国外的核心关键词主要有 domain knowledge、domain knowledge graph、deep learning等;国内的核心关键词主要有学科交叉、演化模式、领域知识结构、领域知识组织等。由于知识图谱能够从多维角度对领域知识进行组织和分析,使其迅速成为领域知识组织的新热点。通过从叙词表内部结构中提取实体类型、关系类型的算法,为构建领域知识图谱提供了新的研究思路^[31]。

总体来看,国内外领域知识组织研究热点的演化脉络逐渐清晰,发展方向大致明确。早期主要依托传统知识组织研究的发展与进步,虽然已经考虑到不同领域知识的差异,但实际上仍然未彻底脱离传统知识组织范畴,与现代意义上的领域知识组织相差甚远。随着时代发展变革,更加复杂的数据形式、更加多样化的知识组织方法、更加精准化的用户需求及更有针对性的结果呈现,必然不断探索领域知识组织的新需求、新理论、新方法和新思路,并设计对应的领域知识组织模式。

4 领域知识组织研究主题演化态势分析

领域知识组织研究主题演化态势分析,是指基于高频关键词进行聚类分析,以期发现领域知识组织的研究主题及其变化态势。关键词是作者为文献标引需要从学术论文中选择出来,用以表达其主题内容^[32];而且聚类分析能够呈现相关文献在研究主体、研究内容上的相似度,在一定程度上可以反映研究的热点领域^[33]。所以,本文对国内外领域知识组织研究的高频关键词进行了聚类分析,得到4个类团,并从“理论研究-方法研究-应用研究”三个层面进行整合,呈现了领域知识组织研究聚焦的主题与变化(如下页图3所示)。

由图3可得,整体来看,国内外领域知识组织研究聚类中有一类是相同的,即本体论,说明该主题是国内外学者共同关注的焦点,也表明利用本体概念与技术,对各领域知识设计知识组织模型成为常规手段。就国外研究而言,领域知识组织研究聚成4类,分别是知识管理(B1)、知识组织系统(B2)、本体论(B3)、深度学习(B4)。从国内来看,领域知识组织研究主要聚类为:知识(A1)、分类法(A2)、本体论(A3)、人工智能(A4)。

4.1 理论研究

作为科学基础理论,信息组织、系统论、逻辑学、知识表示、知识组织等基础理论有力支撑了领域知识组织的研究。除此之外,由于领域知识之间的复杂关联(知识单元结构、知识单元关系等),必然需要突破传统树形知识组织的桎梏。无论是基于特定载体的领域知识研究^[34],还是基于内容的领域知识及其关联关系研究^[35];无论是领域知识群落的基本生长路径,还是紧密型领域知识群落动态演化^[36-37];无论是上层的知识组织探究中知识组织的理论探究,还是底层实践构建上,计算机技术的进步与创新推进着知识组织的革新^[38],相关的基础支撑理论都在多维度多层次拓展领域知识组织视野。

除了基础支撑理论之外,领域知识组织的基本理论体系研究必然是核心焦点,它涵盖了领域知识的基本概念、内涵、作用、特征、类型、结构等诸多方面。已有文献系统梳理和讨论领域知识结构的概念、构成、类型和构建等^[39];聚焦领域知识的生长演化问题,解释了领域知识概念之间的逻辑关系,并验证了基于频度演化的领域知识关联关系、生长模式与机制^[40];分析领域

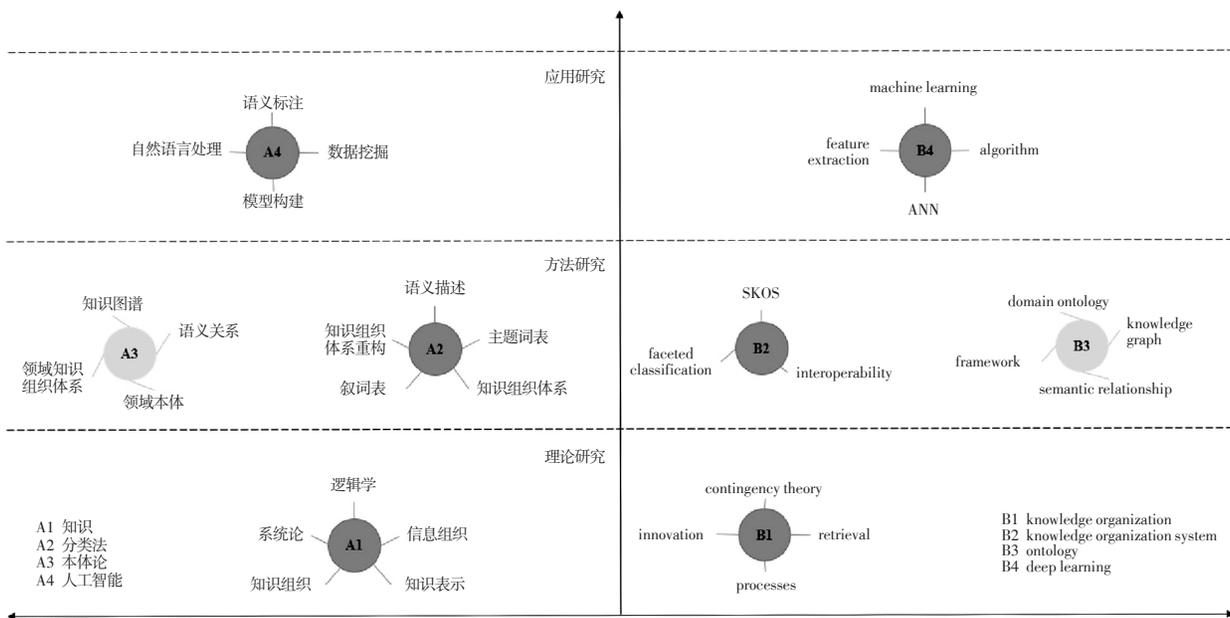


图3 国内外领域知识组织研究的主题演化态势分析

知识聚类演化问题,揭示知识聚类的特征和规律^[41];揭示了领域知识中的学科交叉现象存在一定程度的小世界特征和近似的无标度分布特征^[42]。总体而言,能够全面梳理和全景展现领域知识组织的基础理论框架尚未显现,需要进一步明晰。

4.2 方法研究

国内外领域知识组织研究热点在方法研究层面的共同主题为本体论(A3/B3),不同的主题表现为分类法(A2)、知识组织系统(B2),具体剖析如下:

(1)本体论。本体是近年来蓬勃发展的知识组织技术,可以建立数据间的联系,从单纯的显性知识描述转变为揭示其潜在深层的语义关系,并支持机器理解与推理^[43]。基于本体的知识组织方式通过提供对领域知识的共同理解实现知识共享,从而引发了国内外学者们的深入探讨。

为提高领域知识表示效率,领域本体应运而生。作为描述指定领域的一种专门本体,非常有利于表示软件工程领域知识、提升软件工程领域知识组织的效率^[44],从而受到软件工程领域学者的关注。随着学者们对本体认识的深入,本体被认为是对领域知识进行组织最有效的技术和方法。基于本体构建领域知识组织核心体系框架,可以理清领域知识组织中各部分的关系、有效地支持领域知识组织的动态利用^[45];基于本体

构建领域知识图谱,提高领域知识图谱构建的准确性和效率^[46-47]。显然,本体在领域知识的表示、组织,领域知识组织系统构建方面均有涉及,然而,不容忽视的是,如何利用本体准确、高效地对领域知识进行组织仍需要大量研究。

(2)分类法。在分类法主题中,国内领域知识组织研究主要聚焦于知识组织体系的构建、拓展与重构。具体而言,随着人类信息活动由纸质环境向数字环境迁移,传统知识组织体系的数字化、网络化势在必行,网络环境下知识组织体系构建方法受到国内学者的密切关注。随后,为实现中文叙词表、分类法等传统受控词表的全描述,进而利用分类法为用户提供更加便捷、先进的网络化共享服务,知识组织的互操作、语义规范、语义关系及语义描述成为国内领域知识组织研究的重点^[48-50]。随着研究的深入,学者们尝试借助主题词表等重构领域知识组织体系,拓展领域知识组织的应用领域,以期满足特殊领域知识组织与知识服务的需求^[51]。需要强调的是,特定领域知识组织体系已经颇为丰富,但是如何在分类法、主题词表的基础上,提升语义关系扩展的效率和准确度、优化和完善领域知识组织体系,始终是学者们追逐的目标和方向。

(3)知识组织系统。在知识组织系统主题中,国外领域知识组织研究主要关注简单知识组织系统、分面

分类法、互操作三个方面。在简单知识组织系统(SKOS)层面,主要论述了SKOS的构成,表示及应用效果^[52],并以实例论述拓展SKOS的方法,以期提升领域知识获取能力^[53]。在分面分类法层面,多基于实例论述应用于特定领域的知识组织的实际表现以及效率的提升^[54]。在互操作层面,主要论述不同知识组织系统之间的映射方法,以期提升异构信息源之间的互操作性^[55]。总之,由于知识组织系统本身是一种解释知识结构的有效工具,对于结合领域知识组织理论与应用,探索不同领域知识组织模式意义重大。

4.3 应用研究

国内外领域知识组织研究热点在应用研究层面的主题分别为深度学习、人工智能,具体剖析如下:

(1)深度学习。在深度学习主题中,国外领域知识组织研究主要关注领域知识在机器学习、特征提取、人工神经网络等方面的应用。具体而言,机器学习方面主要论述领域知识如何辅助机器学习,进而提升机器学习的效果^[56];特征提取层面多聚焦于融入领域知识提升相关算法的准确性,以期验证相关模型在AUC等方面的性能^[57];人工神经网络层面主要探讨如何整合领域知识与神经网络,试图提高受训网络的易理解性、可解释性^[58]。总而言之,领域知识在深度学习领域的应用较多,主要围绕机器学习及其技术展开,说明机器学习是国外领域知识组织应用研究的重要热点。

(2)人工智能。在人工智能主题中,国内领域知识组织研究主要表现为领域知识在数据挖掘、自然语言处理等领域的应用以及带来的巨大作用。将领域知识融合嵌入机器学习过程,可以优化数据挖掘模型构建策略,提高知识发现结果的可靠性和置信度^[59];将领域知识应用于自然语义处理,能够拓展词义消歧的方法,提高语义标注的准确度^[60-61]。无论是数据挖掘,还是自然语言处理,都是目前国内领域知识的重要应用领域,也必然会成为国内领域知识组织研究持续关注的热点。

5 领域知识组织研究面临的问题与发展趋势

无论是激活蕴藏在海量数据资源中的多维度知识,形成可整理、可拓展、可关联、可展示的领域知识库和知识图谱;还是动态展示核心技术发展趋势与热点;亦或探究大数据等新环境下领域知识加工与组织的研

究范式,与传统的知识组织相比,领域知识组织在数据源、数据规模、数据结构化程度等方面更为复杂。因此,在基础理论、组织模式、技术方法等方面有着根本的不同,也给领域知识研究带来巨大的困难和挑战。

5.1 领域知识组织的基础理论需要完善与夯实

新环境新技术下的领域知识组织研究,需要借助科学的理论作为支撑,需要明确基本理论知识加以诠释与升华。在基础支撑理论层面,需要进一步探讨系统科学理论、情报学中的相关定律等对领域知识组织的支撑作用;在基本理论体系层面,需要重新界定领域知识的基本概念,重新分析和强化领域知识的结构认知,研究领域知识组织的目标、原则、构成要素、发展历程、内涵外延,明确用户对于领域知识的需求等,构建完善坚实的领域知识组织的基础理论框架。通过完善基础支撑理论、基本理论体系两个层面,架构全新框架夯实领域知识组织的基础理论。

5.2 领域知识的组织模式研究需要变革与凝练

领域知识与传统文献、通用知识不同,需要突破传统知识组织模式的羁绊,在已有的诸如数据库、主题树、知识库和分类主题一体化模式等知识模式之外,探索适应新时代需求的领域知识组织新模式。具体而言,就是针对海量数据的不同来源,运用大数据技术、知识组织技术,对不同的数据设计面向不同领域知识服务要求的知识组织模式,将零散的领域知识组织研究凝练提升为可以广泛推广的标准环节、关键要素和规范方式。

5.3 领域知识组织的方法与策略需要创造与升华

领域知识组织,不仅需要传承过去知识组织方法,更需要创造和完善知识组织新方法、新策略,具体而言,就是在已有文献组织方法、信息组织方法、通用知识组织方法基础上,系统研究并重新构建领域知识组织方法,包括:第一,基于海量数据内涵知识的领域知识关联组织法;第二,基于大数据技术的领域知识聚类组织法;第三,面向具体领域应用的领域知识语义组织法等。

5.4 领域知识组织的应用领域需要丰富和深化

特定领域知识组织需要在理论研究、组织模式、方法探索的指引下,进行实证研究,即针对该学科领域知识的特性,进行针对性的知识结构分析,明晰符合该学科领域特点的合理的知识关系与关联,构建对应的方法体系与组织模式,为该学科领域知识组织提供可拓

展、可推广、可行的具体实现路径与手段,从而拓展和强化领域知识组织的应用领域。

6 结语

作为与传统知识组织一脉相承,但又有着显著区别的领域知识组织,已经悄然兴起。总结过去,已有的众多研究为领域知识组织的深度探讨提供了厚实基础,为凝聚领域知识组织的基础理论、技术手段、方法体系提供了有效思路。展望未来,尚需构建一套适合于领域知识的科学组织方法体系。因此,后续研究必然需要进一步夯实领域知识组织的理论基础,增强领域知识的结构认知,变革领域知识的各种组织模式,探索领域知识的新方法、新策略,并通过实证分析进行验证、补充,实现领域知识的科学、合理组织,以适应领域知识服务的要求。

参考文献

- [1] Dhondt M, Dhondt T. Is domain knowledge an aspect? [C]. ECOOP Workshops 1999,1999:293-294.
- [2] 刘曙光,曾隽芳,李小兵.基于概念网络的领域知识组织及应用[J].计算机工程,2006(7):212-214.
- [3] 石宇,詹明,尹璐,等.面向对象的多源异构数据关联组织与分析[J].测绘通报,2015(1):102-104.
- [4] 周荣,喻登科.知识网络研究述评:结构、行为、演化与绩效[J].现代情报,2018,38(4):170-176.
- [5] 岳增慧,许海云.学科引证网络知识扩散特征研究[J].情报学报,2019,38(1):1-12.
- [6] 安宁,滕广青,白淑春,韩尚轩.网络中心性视角下的领域知识聚类研究[J].情报理论与实践,2018,41(8):120-126.
- [7] 余传明,李浩男,安璐.基于深度学习的领域知识对齐模型研究:知识网络视角[J].情报学报,2020,39(5):521-533.
- [8] 陆敏,杨发毅,彭骏.基于本体的知识组织和知识检索[J].现代情报,2009,29(1):144-147,150.
- [9] 戎军涛.基于关联数据的知识组织深度序化机制研究[J].图书情报工作,2015,59(13):134-141.
- [10] 李杰,李鹏伟.多专家系统及其知识组织[J].软件导刊,2011,10(7):23-25.
- [11] 杨玉基,许斌,胡家威,等.一种准确而高效的领域知识图谱构建方法[J].软件学报,2018,29(10):2931-2947.
- [12] 李建勋,沈冰,解建仓,等.领域知识语义距离及其在专家系统中的应用[J].计算机应用,2012,32(11):3009-3013.
- [13] 赵一鸣.知识图谱是一种知识组织系统吗?[J].图书情报知识,2017(5):2.
- [14] 潘理虎,张佳宇,张英俊,等.煤矿领域知识图谱构建[J].计算机应用与软件,2019,36(8):47-54,59.
- [15] Haoze Yu, Haisheng Li, Dianhui Mao, et al. A relationship extraction method for domain knowledge graph construction[J]. World Wide Web: Internet and Web Information Systems, 2020,23(1):735-753.
- [16] 韩翔宇,李彦,刘勇,等.基于本体的航天领域知识组织方法[J].航天工业管理,2018(4):66-69.
- [17] 邢萌,杨朝红,毕建权.军事领域知识图谱的构建及应用[J].指挥控制与仿真,2020,42(4):1-7.
- [18] 张华平,吴林芳,张芯铭,等.领域知识图谱小样本构建与应用[J].人工智能,2020(1):113-124.
- [19] Lamharhar H, Chiadmi D, Benhlima L. Ontology-Based knowledge representation for e-government domain[C]. Information Integration and Web-based Applications & Services, 2015,51:1-10.
- [20] 袁翰青.现代文献工作基本概念[J].图书馆,1964(2):25-31.
- [21] Rauch J. Formal framework for data mining with association rules and domain knowledge - overview of an approach[J]. Fundamenta Informaticae, 2015,137(2):171-217.
- [22] 滕广青,贺德方,彭洁,等.基于网络中心性的领域知识动态演化研究[J].图书情报工作,2016,60(14):128-134,141.
- [23] Pecheanu E, Dumitriu L, Segal C. Domain knowledge modeling for intelligent instructional systems[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2004,3038:497-504.
- [24] Dias M G B, Anquetil N, Oliveira de K M. Organizing the knowledge used in software maintenance[J]. Journal of Universal Computer Science, 2003,9(7):641-658.
- [25] 傅谦,张申生,胡锦涛.基于本体的领域知识共享研究[J].计算机集成制造系统,2001(11):54-58.
- [26] 杜小勇,马文峰.学科领域知识本体建设方法研究[J].图书情报工作,2005(8):74-78.
- [27] 海涛,高一波,杨一平.基于知识树的领域知识组织和应用[J].计算机应用研究,2008(11):3246-3248,3252.
- [28] 蔡笑岳,何伯锋.学科领域的研究与教学——当代领域知识研究及其教学迁移[J].华东师范大学学报(教育科学版),2010,28(2):43-51.
- [29] Nguyen T T S, Lu H Y, Lu J. Web-page recommendation based on web usage and domain knowledge [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2014,26(10):2574-2587.
- [30] Yu H Z, Li H S, Mao D H, et al. A domain knowledge graph construction method based on Wikipedia[J/OL]. Journal of Information Science:1-11[2021-03-18]. <https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/WOS:000544678300001>.

- [31] 韩其琛,赵亚伟,姚 郑,等.基于叙词表的领域知识图谱初始种子集自动生成算法[J].中文信息学报,2018,32(8):1-8.
- [32] 胡吉明,温芳芳,黄如花,等.中国政府数据开放研究的主题关联结构与演化态势[J].情报资料工作,2019,40(4):56-68.
- [33] 王立清,余章旭,师晓莹,等.近10年知识组织研究的文献计量分析[J].知识管理论坛,2017,2(4):274-288.
- [34] Polites G L., Watson R T. Using social network analysis to analyze relationships among IS journals[J]. Journal of the Association for Information Systems, 2009,10(8):595-636.
- [35] Pham M C., Klamma R., Jarke M. Development of computer science disciplines: a social network analysis approach[J]. Social Network Analysis and Mining, 2011,1(4):321-340.
- [36] 滕广青. Folksonomy 模式中紧密型领域知识群落动态演化研究[J].中国图书馆学报,2016,42(4):51-63.
- [37] 滕广青.关联驱动的领域知识群落生长[J].中国图书馆学报,2017,43(5):58-71.
- [38] 李旭晖,李媛媛,马费成.我国图情领域社会化标签研究主要问题分析[J].图书情报工作,2018,62(16):120-131.
- [39] 张发亮,刘君杰,周沫.领域知识结构基础理论及构建研究[J].情报杂志,2018,37(2):188-193.
- [40] 滕广青.基于频度演化的领域知识关联关系涌现[J].中国图书馆学报,2018(5):79-95.
- [41] 安 宁,滕广青,白淑春,等.领域知识聚类性的动态演化分析[J].图书情报工作,2018,62(10):85-93.
- [42] 王思茗,魏玉梅,孙熊兰,等.学科交叉对领域知识研究的影响分析[J].情报资料工作,2019,40(4):26-33.
- [43] 赖 臻,陈 雅.我国近十年知识组织技术研究进展分析[J].数字图书馆论坛,2020(12):9-16.
- [44] Rosario Girardi,Adriana Leite. A knowledge-based tool for multi-agent domain engineering[J]. Knowledge-Based Systems,2008,21(7):604-611.
- [45] 胡兆芹.基于本体的领域知识组织核心体系的构建[J].农业图书情报学刊,2012,24(10):9-12,16.
- [46] 王亚强,臧根林,吴庆蓉,等.一种领域知识图谱的本体根类型设计[J].计算机工程与科学,2019,41(10):1861-1867.
- [47] 董永强,王 鑫,刘永博,等.异构YANG模型驱动的网络领域知识图谱构建[J].计算机研究与发展,2020,57(4):699-708.
- [48] 曾新红.中文知识组织系统形式化语义描述标准体系研究(一)——扩展SKOS实现传统受控词表全描述[J].中国图书馆学报,2012,38(3):57-68.
- [49] 王知津,赵梦菊.论知识组织系统中的语义关系(上)[J].图书馆工作与研究,2014(8):65-69.
- [50] 黄华军,曾新红,林伟明,等.中文知识组织系统形式化语义描述标准体系研究(二)——分类法共享服务系统CLSS研究与实现[J].中国图书馆学报,2015,41(2):17-28.
- [51] 薛山顺,周 峰,王春宁,等.基于主题词表的知识组织体系重构——以地学知识组织系统为例[J].国土资源信息化,2020(3):9-14.
- [52] Thomas Baker, Sean Bechhofer, Antoine Isaac, et al. Key choices in the design of simple knowledge organization system (SKOS)[J]. Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web,2013,20:35-49.
- [53] Cristian A Rodríguez-Enríquez, Giner Alor-Hernández, Jezreel Mejía-Miranda, et al. Supply chain knowledge management supported by a simple knowledge organization system[J]. Electronic Commerce Research and Applications,2016,19:1-18.
- [54] Aida Slavic. Faceted classification: management and use[J]. Axiomathes,2008,18(2):257-271.
- [55] Wei Du, Xusen Cheng, Chen Yang, et al. Establishing interoperability among knowledge organization systems for research management: a social network approach[J]. Scientometrics, 2017,112(3):1489-1506.
- [56] Violeta Mirchevska, Mitja Luštrek, Matjaž Gams. Combining domain knowledge and machine learning for robust fall detection[J]. Expert Systems,2014,31(2):163-175.
- [57] Ligang Zhou, Dong Lu, Hamido Fujita. The performance of corporate financial distress prediction models with features selection guided by domain knowledge and data mining approaches [J]. Knowledge-Based Systems,2015,85:52-61.
- [58] Kulkarni Shrinivas, Guha Anirban. Equation-based domain knowledge utilization into neural network structure and learning[J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 2018,232(10):1275-1291.
- [59] 王 萍,牟冬梅,石 琳,等.领域知识融合驱动下的数据挖掘模型构建与优化[J].情报理论与实践,2018,41(9):114-117,153.
- [60] 魏勇刚,张国春,常 勇.基于词性分析和领域知识的 Deep Web 语义标注[J].郑州大学学报(理学版),2009,41(1):52-55.
- [61] 杨 安,李素建,李 芸.基于领域知识和词向量的词义消歧方法[J].北京大学学报(自然科学版),2017,53(2):204-210.
- [作者简介] 朱晓峰,男,1975年生,南京工业大学经济与管理学院教授。
- 蒋旭牧,男,1998年生,南京工业大学经济与管理学院硕士研究生。
- 张 卫,男,1994年生,南京大学信息管理学院博士研究生。

收稿日期:2021-04-30