

• 综 述 •

护理领域知识表示发展现状与展望

罗园,苗逸群,赵宇涵,王慧莹,郭蓉蓉,吴瑛
(首都医科大学 护理学院,北京 100069)

继 2017 年发布《新一代人工智能发展规划》^[1]之后,2025 年 8 月,国务院再次印发了《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》^[2],强调围绕医疗、护理等迫切民生需求,进一步探索技术的应用。国家卫生健康委在《全国护理事业发展规划(2021—2025 年)》^[3]中也明确指出,需利用信息化手段创新护理服务模式。要实现上述目标,首先需解决护理领域内的知识表示问题。知识表示是指利用机器能够识别和处理的符号和方法来描述人类知识的活动^[4]。由于护理知识融合了自然科学、社会科学等多领域知识,且临床应用中产生了大量实践知识,护理人员的实践经验也至关重要。因此,全面且准确地表示知识,以满足临床和计算机应用需求是亟待解决的难题。本文综述了护理领域知识表

示的研究现状并进行探讨,旨在为后续研究提供参考。

1 护理领域知识表示方法概述

随着技术的持续进步,知识表示方法可分为传统体系和新兴体系两大类。传统体系依托于符号逻辑和结构化模型,强调确定性规则和静态知识组织,尽管技术成熟度高,但灵活性相对有限。新兴体系随着计算机技术发展而出现,以数据驱动和动态建模为核心,强调上下文感知、自学习能力和复杂关系推理,虽然技术迭代速度快,但需要依赖大量数据支持^[4-5]。鉴于护理领域知识的独特性和实际应用需求,本部分总结了 6 种在护理领域常见且具有代表性的知识表示方法,详见表 1。

表 1 护理领域常见知识表示方法

分类	方法	特点	应用	示例
传统体系	规则表示法	形式明确,便于执行简单推理	为系统设置简单护理推理知识	如果患者体温超过 38.5℃,那么采取物理降温
	框架表示法	结构化知识,全面描述特征	为系统构建护理知识框架	构建护理信息系统框架,包含姓名、年龄、病史、当前症状等
	语义网络表示法	用语义将知识节点关联,直观展示知识间联系	总结系统中相关概念,并基于语义关联	疾病与症状之间的语义关系,如“感冒-伴有咳嗽”
新兴体系	本体表示法	对概念进行标准化定义和分类	概念化系统构建的护理知识框架	定义护理领域中的本体,如护理诊断、护理措施等概念
	知识图谱表示法	整合数据,构建大规模知识网络,支持复杂查询和推理	基于护理知识逻辑将系统中概念关联并可视化	构建护理决策系统,基于护理程序将护理评估、护理诊断、护理措施等知识关联
	事理图谱表示法	揭示事件间逻辑和演化关系,理解事件发展过程	将系统中的护理路径可视化	关联发展过程中不同阶段的护理干预及其先后顺序

2 护理领域常用知识表示方法

2.1 规则表示法 规则表示法,亦称产生式规则表示法,是基于人类大脑记忆中知识间因果关系而形成的一种基于规则的推理方法。该方法采用“if-then”结构,形式简洁,常用于表达护理领域的因果推断^[4]。Guo 等^[6-7]基于此方法构建了老人照护专

家系统,其规则示例为:如果(if)爷爷有压疮的风险,那么(then)需要定时改变体位。然而,在处理复杂问题时,该方法易出现组合爆炸现象,甚至引发规则冲突,导致推理过程中断。例如,若上述爷爷存在制动等情况,将与预设规则产生冲突。因此,在面对真实护理场景时,其应用受到一定限制。

2.2 框架表示法 框架表示法通过将复杂问题拆解简化,探寻内部联系,从而更清晰地理解和分析事物各部分及其相互关系。框架由多个槽组成,呈现为一种层次化的数据结构^[4],常用于结构化知识库的搭建。Guo 等^[7]采用框架表示法,有效整合和存

【收稿日期】 2025-07-29 【修回日期】 2025-10-07
【基金项目】 国家自然科学基金重点项目(72034005);首都医学科学创新中心重大课题(CX23YZ02)
【作者简介】 罗园,博士在读,电话:010-83911766
【通信作者】 吴瑛,电话:010-83911766

储护理知识,将其分为护理问题、危险因素、诊断依据、护理目标、护理措施等多个槽,并将相应知识映射至设定的槽内。然而,框架的构建过程耗时耗力,且难以充分展示护理领域的诸多具体细节知识。

2.3 语义网络表示法 语义网络表示法通过带标识的有向图直观展示事物的属性及其语义关联,从而表达人类语义知识^[4],常用于展现护理知识间的语义联系。Hyun等^[8]采用该方法,将北美护理诊断分类系统、奥马哈系统、护理干预分类系统和家庭健康护理分类系统进行交叉映射,构建统一的护理语言,从而将护理现象、行为和结局有效关联。随着计算机技术的进步,Gangavarapu等^[9]融合多种神经网络与自然语言处理技术,基于真实的护理记录,提取特征构建语义网络,有效预测患者预后风险,辅助护士提前制订护理计划。然而,由于该方法缺乏严格的关系规则,其临床应用受限,仍需进一步探索。

2.4 本体表示法 本体是相关领域基本术语概念及其关系的集合,其表示法基于这些术语和关系来描述和规定领域内的术语及关系^[10]。基于本体的护理知识表示具有通用性和规范性等特点,因此,越来越多的研究开始探讨护理领域本体的构建。在护理领域本体构建的实践中,不同研究呈现出各自的优劣。朱艳艳^[11]提取网页、网络论坛和聊天记录等,总结出康复护理、记忆训练等概念,并界定其关系,例如康复护理包含记忆训练,构建阿尔兹海默症患者家庭护理知识本体。然而,由于语料源自网络,存在不完整性、权威性不足和滞后性等问题。张映等^[10]则基于护理教材等权威资料构建脑卒中护理领域本体,虽然确保了其完整性和权威性,但随着医疗护理领域的不断发展,新名词和新概念不断涌现,本体的更新问题仍需持续关注。

2.5 知识图谱表示法 知识图谱常用“实体-关系-实体”三元组表示知识,凭借强大的语义关联和信息组合能力,让实体相互连接成网状结构^[12]。目前,护理知识图谱多采用自上而下的构建方式,王丽敏等^[13]基于指南、专业书籍等资料,辅以科研文献、医疗网站等信息,构建了膝关节骨性关节炎疾病知识图谱。该图谱以疾病概述、临床症状、临床诊断、预防与康复指导、治疗等为知识框架,并定义了诸如“临床症状-采用-治疗”等关系。然而,自上而下构建知识图谱依赖于预先制订的本体,存在难适应新知识、覆盖细节不全等不足;而自下而上构建则能从实际数据中提取实体和关系,使其能够迅速适应新出现的概念、术语和关系。随着人工智能和大数据的发展,未来护理领域的知识图谱能否融合这两种方法,兼具规范性与灵活性,值得进一步探索。

2.6 事理图谱表示法 事理图谱是一种描述护理事件在时间和空间上的演化规律及模式的事理逻辑知识库^[14]。传统的知识图谱在护理过程中难以进行有效的逻辑推理,难以清晰展现疾病发展、护理干预及患者康复进程之间的复杂因果关联。在护理场景中,事理图谱能够可视化和结构化事件的时间顺序,通过展示事件关系的构成,清晰呈现演化规律,降低理解难度,从而助力知识的整理、检索和应用^[15]。郭宇捷^[16]基于病历抽取事件元素,将病史、体征、治疗等信息整合成事理图谱,直观展示疾病发展过程,使护士能够更直观地了解病情变化趋势,有助于个性化调整护理方案。然而,事理图谱目前仍处于探索阶段,护理领域存在事件边界模糊、缺乏统一关系体系等问题,未来需完善护理知识以更好描述事件间的逻辑关系。

3 护理领域知识表示的应用

在传统体系中,规则表示法是最常用的方式;而在新兴体系中,知识图谱表示法则占据主导地位。随着研究的深入,多种知识表示方法的结合已成为共识。目前,主要的应用场景包括构建护理决策辅助系统、健康推荐系统以及监测预警系统。

3.1 构建护理决策辅助系统 护理决策是护士根据护理知识和经验,分析患者情况并选择最适宜护理方案的过程,直接影响患者治疗与康复效果^[17]。章莹莹等^[18]构建儿科患者临床决策支持系统,通过规则表示法,从病历记录中及时识别病情变化,基于不同预警级别的护理计划予以决策支持。但也存在担忧,仅依赖电子病历数据难以全面掌握患者情况,数据更新不及时、记录不完整,均会削弱决策及时性、个性化和精准性。未来应用此类决策系统时,护士要结合与患者及家属沟通、床旁观察等多渠道信息,综合判断核实系统提示^[17];还需探索有效融合医疗监测实时数据、患者个性化特征等多源异构数据的方法,借助先进算法提升数据更新速度与完整性,以增强护理决策的个性化与精准度。

3.2 构建健康推荐系统 近年来,基于人工智能的健康推荐系统备受关注,它能依据用户健康状况、习惯和偏好提供个性化健康咨询^[19]。Caballero-Ruiz等^[20]为妊娠期糖尿病患者构建基于规则表示法的临床决策支持系统,提供胰岛素使用和饮食建议,虽减轻了临床负担,但存在关注静态信息、动态适应性差及个性化不足等问题。鉴于早期推荐系统存在数据稀疏、冷启动、语义挖掘不足影响结果准确性的问题,另一健康生活方式推荐系统先以规则表示法构建语义规则缓解冷启动问题,再结合本体表示法与

语义网络,依用户特征提供精准个性化推荐^[21]。随着知识表示研究的深入,知识图谱在健康系统中的应用愈发受重视,它能整合异构信息源、构建语义知识,提升推荐系统准确性、多样性与可解释性,增强系统性能,但在图像数据应用上的不足限制其捕捉病历信息完整性^[22]。未来需结合多种数据来源弥补单一数据不足,也可结合多种知识表示方法取长补短。

3.3 构建监测预警系统 传统监测预警系统通常基于简单阈值规则,易致误报,如快速蹲下可能被误报为跌倒。研究^[23]表明,采用模糊规则表示法可提高预测准确度,即为规则赋予一个可靠的估计区间或概率函数。尽管这种方法可以缓解不确定性问题,但因监测预警因素关联复杂,算法可能找到局部最优解而非全局最优解,实际运用仍需结合专家经验,确保规则适用性和模糊概率稳定。此外,传统系统多以结构化电子病历为数据集,难捕获细节信息。Gangavarapu等^[9]认为实际护理中,多数重要评估未结构化,依赖护理记录,尤其是患者的主观体验与行为,且记录能反映治疗进展。未来,探索非结构化数据的知识表示法有助于个性化监测。结构化数据可快速锁定关键信息;非结构化数据蕴藏患者潜在健康特征。如今自然语言处理技术趋于成熟,融合二者可使监测预警系统更全面、精准洞察患者状况。

4 展望

4.1 关注知识表示特点及发展趋势 不同的知识表示方法呈现出多样化的特点,并随着护理知识管理需求的持续演变而不断进化。(1)规则表示法逻辑清晰、便于操作,但知识扩展后规则冗余与冲突问题凸显,需大量验证和调试才能有效运转;(2)框架表示法通过知识分层,虽能缓解规则冗余等问题,但缺乏灵活性,知识革新时可能需重建框架;(3)语义网络表示法相比之下结构灵活,但随着知识增长,其复杂性也随之增加,且缺乏严格的形式化体系,更新维护标准不明,难以广泛推广;(4)本体表示法形式化程度高,短期内稳定性强,但高度概念化,面对新知识时兼容性不佳;(5)知识图谱和事理图谱结构灵活且形式严格,但高度依赖数据源质量,若数据存在噪声或错误,将直接影响图谱的准确性和完整性,导致更新和维护困难。未来,可融合多种方法的优势,采用本体表示法搭建形式化知识框架,借助知识图谱和事理图谱灵活展示,运用规则表示法处理细节逻辑,并严控数据源质量以提升效能;同时,可充分发挥大语言模型的能力,实现高效的知识捕捉、整合与推理,借助其特性大幅提升知识管理的智能化

水平^[24]。

4.2 关注护理知识的形式 知识形式分为显性知识和隐性知识^[25]。在护理领域内,目前已形成规范化的显性知识,如标准化的护理术语、操作规范和指南等,然而,在护理实践中,也存在着大量的隐性知识,如照护经验和感受等。护理研究可把隐性知识转化为显性知识,而显性知识在实践中内化更新,进而激发实践者产生新的隐性知识。两者在传递转化中交融,推动护理知识呈螺旋式发展^[26]。目前,护理知识的表示多聚焦于显性知识。未来,随着护理实践对综合知识需求的增长,隐性知识的表示将成为重要趋势,如搭建交流平台以促进隐性知识的分享,借助语义网络使其结构化,并与显性知识的本体结构相融合,从而实现护理知识更高效的应用与创新发展。

4.3 关注护理知识的来源与应用 护理领域的知识表示正朝着更科学、智能与场景适配的方向发展。循证护理学推动我们通过科学探究来完善和扩充护理知识,并以严谨标准保证其准确性^[27],尽管许多研究仍会搜集网页等资料作为知识来源,但以循证为基础的表示已成为不可逆转的趋势。当前,护理场景不断细化,知识表示应考虑情景适应性。近年来,越来越多的研究聚焦于具体护理场景中的应用效果^[10,28],然而,随着大数据技术的迅猛发展,传统的结构化知识表示方式逐渐显露出其局限性。相较之下,通过自下而上的探索,从真实护理场景中不断挖掘和涌现新知识,正逐步成为护理知识表示领域的主流方向。因此,可将循证护理的科学结论作为知识基础,结合实际护理场景数据丰富知识细节,并通过计算机模拟认知过程,使不同来源的知识在情景适配中相互补充完善。

4.4 关注护理知识体系的融合 不同标准化护理术语体系之间的差异,给护理信息的有效传递与共享带来了挑战。建立科学、标准的术语间映射和融合机制,是实现不同术语体系顺利融合的关键^[29]。通过相应机制,确保不同术语体系和谐共存,并能无缝融入到各类计算机系统中。目前,护理领域虽已积累一定数量的术语体系,但知识表示方法缺乏统一性,导致不同系统间的数据交互存在障碍,严重制约了信息流通效率。为此,必须不断完善术语体系,推动护理知识的标准化和统一化,以适应学科发展的趋势;同时,还需构建通用转换框架,整合不同术语体系的优势,并结合临床实际需求,对各体系特色内容进行针对性适配,使不同来源的术语在统一规范下实现互融共通。

5 小结

护理知识不仅复杂多样,且持续演变,其不断扩展和更新对知识表示提出了严峻挑战。当前技术水平的局限性,还难以准确而全面地表达和应用这些复杂的护理知识。因此,须密切关注知识的动态变化,并积极采纳先进技术,以优化和完善知识表示体系。

【关键词】 知识表示;知识工程;人工智能;护理

doi: 10.3969/j.issn.2097-1826.2025.11.020

【中图分类号】 R47 **【文献标识码】** A

【文章编号】 2097-1826(2025)11-0083-04

【参考文献】

- [1] 国务院.新一代人工智能发展规划[EB/OL].[2025-04-01].https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.
- [2] 国务院.关于深入实施“人工智能+”行动的意见[EB/OL].[2025-09-15].https://www.gov.cn/zhengce/content/202508/content_7037861.htm.
- [3] 卫生健康委,国家卫生健康委关于印发《全国护理事业发展规划(2021-2025年)》的通知[EB/OL].[2025-04-19].https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-05/09/content_5689354.htm.
- [4] 惠军华.知识表示与处理[M].北京:电子工业出版社,2021:1-170.
- [5] 丁效,刘挺,秦兵.事理图谱概念与技术[M].北京:电子工业出版社,2024:1-46.
- [6] GUO R, XIAO S, YANG F, et al. Development of rules and algorithms for an intelligent and integrated older care model[J]. *Stud Health Technol Inform*, 2024(315): 246-250.
- [7] GUO R, XIAO S, YANG F, et al. Development of a knowledge base for an integrated older adult care model(SMART system) based on an intervention mapping framework: mixed methods study[J/OL].[2025-08-14].<https://nursing.jmir.org/2025/1/e59276>. DOI: 10.2196/59276.
- [8] HYUN S, PARK H A. Designing a semantic network for unified nursing language system[J]. *J Korean Soc Med Inform*, 2000, 6(3): 39-50.
- [9] GANGAVARAPU T, KRISHNAN G S, KAMATH S, et al. Far-Sight: long-term disease prediction using unstructured clinical nursing notes[J]. *IEEE T Emerg Top Com*, 2020, 9(3): 1151-1169.
- [10] 张映, 韩世范, 曹妍, 等. 基于语料的脑卒中护理领域本体的构建[J]. *护理研究*, 2022, 36(23): 4186-4190.
- [11] 朱艳艳. 阿尔茨海默病患者家庭护理领域本体构建研究[D]. 北京: 北京协和医学院, 2014.
- [12] 肖仰华, 徐波, 林欣, 等. 知识图谱概念与技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2020: 2-40.
- [13] 王丽敏, 陈泓伯, 王琦, 等. 以公众健康教育与非药物干预为主的膝关节骨性关节炎疾病知识图谱的构建[J]. *中华护理杂志*, 2022, 57(10): 1172-1177.
- [14] 胡书琴, 廖晓琴. 事理图谱在护理领域中的研究进展[J]. *护士进修杂志*, 2025, 40(2): 198-201.
- [15] LI D, YAN L, ZHANG X, et al. EventKGE: event knowledge graph embedding with event causal transfer[J/OL].[2025-08-14].<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950705123006676>. DOI: 10.1016/j.knosys.2023.110917.
- [16] 郭宇捷. 基于电子病历的事理图谱构建系统的设计与实现[D]. 沈阳: 中国科学院大学, 2022.
- [17] 黄锐娜, 刘璐, 温双双, 等. 基于 PubMed 数据库的护理决策支持系统文献计量可视化分析[J]. *医学信息*, 2025, 38(6): 41-47, 68.
- [18] 章莹莹, 张晓波, 陆国平, 等. 儿科患者病情恶化早期预警临床决策支持系统构建及应用评价[J]. *军事护理*, 2024, 41(1): 14-18.
- [19] 郑子浩, 王月, 王婧婷. 健康推荐系统在癌症症状管理中应用的范围综述[J]. *军事护理*, 2023, 40(10): 52-56.
- [20] CABALLERO-RUIZ E, GARCÍA-SÁEZ G, RIGLA M, et al. A web-based clinical decision support system for gestational diabetes: automatic diet prescription and detection of insulin needs[J]. *Int J Med Inform*, 2017(102): 35-49.
- [21] CHATTERJEE A, PRINZ A, GERDES M, et al. An automatic ontology-based approach to support logical representation of observable and measurable data for healthy lifestyle management: proof-of-concept study[J/OL].[2025-08-14].<https://www.jmir.org/2021/4/e24656/>. DOI: 10.2196/24656.
- [22] ZHANG X, YI M, SUN Y, et al. The application of health recommender systems based on knowledge graph: a scoping review[J]. *Interdis Nurs Res*, 2023, 2(1): 37-45.
- [23] TAI K, CHIANG D, CHEN T, et al. Smart fall prediction for elderly care using iPhone and apple watch[J]. *Wireless Pers Commun*, 2020(114): 347-365.
- [24] FEI H, REN Y, ZHANG Y, et al. Enriching contextualized language model from knowledge graph for biomedical information extraction[J]. *Brief Bioinform*, 2021, 22(3): 1-14.
- [25] GB/T 23703.2-2010. 知识管理第2部分: 术语[S]. 北京: 国家知识产权局, 2011.
- [26] SHERWOOD G. Reflective practice and knowledge development: transforming research for a practice-based discipline[J]. *Int J Nurs Sci*, 2024, 11(4): 399-404.
- [27] 胡雁, 郝玉芳. 循证护理学[M]. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 52-80.
- [28] 冷敏敏, 孙月, 鲁卫华, 等. 失智照护领域知识图谱的构建[J]. *中华护理杂志*, 2024, 59(4): 432-438.
- [29] 穆楠, 简伟研, 杨磊, 等. 临床照护分类系统与北美国际护理诊断分类系统的对比研究[J]. *中国护理管理*, 2021, 21(11): 1712-1715.

(本文编辑: 刘于晶)