

# 国内知识服务系统核心业务研究进展

孙雨生, 刘彦雨, 刘涛, 高希 (湖北工业大学经济与管理学院)

**摘要:** 文章从用户兴趣建模、知识服务机制、知识资源管理三方面阐述了国内知识服务系统核心业务的研究进展, 发现存在用户兴趣建模研究薄弱、知识服务机制研究亟待优化创新、知识资源管理研究参差不齐等问题, 并由此提出用户兴趣建模趋向认知化、知识服务机制趋向智慧化、知识资源管理趋向智能化的新一代知识服务系统将成为研究趋势。

**关键词:** 知识服务系统; 用户兴趣建模; 知识服务机制

**中图分类号:** TP399; G252      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005—8214(2023)03—0094—09

**DOI:** 10.14064/j.cnki.issn1005-8214.2023.03.001

## Research Development on Core Business of Knowledge Service System in China

Sun Yusheng, Liu Yanyu, Liu Tao, Gao Xi

**Abstract:** The article clarifies the research progress of knowledge service system core business from three aspects of user interest modeling, knowledge service mechanism, and knowledge resource management. It is found that there are problems of the weakest user interest modeling research, knowledge service mechanism research to be optimized and innovated urgently, uneven knowledge resource management research and others. It points out that a new generation of intelligent knowledge service system will become a research trend, in which user interest modeling tends to be cognitive, knowledge service mechanism be wisdom, and knowledge resource management be smart.

**Keywords:** Knowledge Service System; User Interest Modeling; Knowledge Service Mechanism

### 1 研究背景

随着以知识资源为基础、以知识服务为核心、以知识变现为目标的知识经济环境的形成, 以及云计算、大数据、情境感知、语义分析、区块链等新兴数字智能技术的发展, 多源异构、多态分布的知识资源的激增导致用户知识认知、应用创新负荷陡增, 用户知识资产化意识、知识服务体验提升需求强烈, 并由此刺激了知识创新与服务供应市场的庞大需求, 吸纳了大量资金和知识从业者加入, 催生了诸多专业知识服务、监管机构以及知识服务产品, 进而形成了良性发展的知识服务及知识付费生态。因此, 需要构建新型知识

基础设施及应用系统, 整合知识管理技术与服务机制, 按用户需求提供结构化、流程化、体系化的知识服务, 提升知识资源的配置高效性和流动合理性, 使知识服务嵌入化、智能化, 并最终实现终端用户、服务机构、知识生产者的多方共赢。在此形势下, 知识服务系统应运而生, 其遵循知识管理与服务规范、运维与安全标准, 依托知识服务基础设施、知识中台、应用系统, 融合传统知识管理技术与新型数字智能技术, 协同系统内外部诸多要素, 泛在感知用户兴趣、智能整合知识服务机制、创新协同知识资源管理, 以构建用户需求导向、应用场景驱动<sup>[1]</sup>的嵌入式、体系

**[基金项目]** 本文系 2017 年教育部人文社会科学研究规划基金项目“基于本体的数字图书馆语义用户兴趣模型构建机理及应用模式研究”(项目编号: 17YJA870016), 2023 年河南省高等学校哲学社会科学基础研究重大项目“融入多用户属性的网络知识社区核心用户识别与推荐研究”(项目编号: 2023-JCZD-27), 2020 年国家社会科学基金一般项目“基于新媒体的用户学术搜索行为机理研究”(项目编号: 20BTQ072) 的研究成果之一。

化知识服务模式,以及以集成式、流程化知识管理模式和分布式、自组织知识生态系统,提供面向知识管理生命周期的规范化、多元化、专业化的知识服务方案,支持知识资源配置与组织合理化、知识生产与传播流程化、知识服务创新与应用体系化,以实现知识工程系统化、标准化,进而支撑知识共享交流、增值变现及用户服务体验提升、形式丰富、标准统一、成本降低。但是,在现有外部知识生态环境中,从业者及服务机构认知水平、数字智能技术应用、知识资源质量、产品服务品质参差不齐,且行业管理待规范、业务数量待丰富、流程待标准,现有知识服务系统用户兴趣感知片面且表征模糊、服务机制集成度不够且业务流程支撑度不够、知识资源管理规范不理想且应用体系不完善,同时三者职责分离、协同低效等状况,严重影响系统实用性及性价比、知识服务主动性及体系化、业务多态性及流程化、知识管理工程性及标准化,进而导致依托知识业务处理服务机制的知识资源管理、服务提供、应用创新成效不理想,同时导致知识产品低质、用户体验不佳,知识机构业务处理及服务提供低效,知识生态体量及活力受限、知识经济态势持续低迷。究其原因,现有知识服务系统缺乏面向用户、服务机构便于管理的知识服务业务参考模型,客观亟须根据知识管理、服务生命周期、用户需求系统分析全面梳理现有知识服务系统核心业务研究成果,以构建场景化、多元化、流程化、体系化知识管理及服务业务范式或模型,进而构建有数字智能技术加持以及具备嵌入式服务驱动的智慧服务系统,有效支撑用户体验提升、服务机制智能组合、知识资源规范管理,最终促进知识生态良性进化。由此可见,系统研究知识服务系统核心业务问题有着重要意义。

考虑到研究结果的可信度及数据采集的全面性、可行性,本研究以中国知网、万方学位论文库、期刊论文库及维普期刊论文库为信息源,以“知识服务系统”为关键词进行题名检索(截至2022年10月14日),共获得期刊论文128篇、硕博论文27篇,合计155篇。在详读全部文献

后,本研究归纳了知识服务系统核心业务研究进展,并按提及频次、内容质量进行标注,同时本着覆盖全部文献内容并最大限度反映国内知识服务系统核心业务研究进展重要文献以及优中选优的原则,剔除主题相关度低、提及频次少、内容重复的文献,最终选出41篇参考文献。本研究将从用户兴趣建模、知识服务机制、知识资源管理三方面揭示国内知识服务系统核心业务的研究进展。

## 2 用户兴趣建模

作为知识服务系统的内在动力,用户兴趣建模感知、采集、规范处理用户属性、需求、行为等数据,层次化、结构化标示用户信息,以构建精准反映用户兴趣、知识需求的模型,并显式映射至知识服务系统内部,从而调度、集成服务机制生成服务方案并匹配、序列化知识资源后反馈给用户,进而提升服务场景适配性及用户体验。遵循建模思路形式化、体系化深层挖掘,多维表示用户兴趣、混合显隐性方式动静结合采集用户属性、行为信息并流程化处理、量化用户兴趣,以初始化用户兴趣模型,同时依托数据挖掘技术及用户反馈,进化用户兴趣模型以提升其精准性、全面性、时效性,进而保障知识服务系统性能,并运用新型情境感知及动态跟踪技术加工、增值用户数据,以创新、混用表示方法构建场景化、领域化用户兴趣模型框架,结合情境变化、业务更新智能、主动进化用户兴趣模型,并嵌入知识服务系统业务逻辑以提供个性化、沉浸式服务体验。

### 2.1 建模思路

根据用户兴趣差异及领域关联特征,依托标签网络、用户画像等技术,体系化、差异化解析用户数据,以构建符合领域业务要求、揭示用户兴趣的形式化模型。刘燕等<sup>[2]</sup>运用统计分析、关联挖掘、主题识别、标签设计与映射等方法,构建了以基本属性、用户类型、访问偏好等标签为主的用户标签体系模型;王曦光<sup>[3]</sup>运用网络结构计量指标,量化用户兴趣标签网络中标签权重,构建用户兴趣模型;朱焱等<sup>[4]</sup>运用自然语

言处理、文本挖掘、特征提取、模式识别等技术,处理用户所关注领域、专家、机构及技术方向、行业及其政策等资讯以构建用户画像;杨涛等<sup>[5]</sup>基于用户能力及兴趣构建领域独立用户模型,并基于用户行为构建领域特定过程模型,进而按多层次用户模板分类用户,构建可重用用户兴趣模型。

## 2.2 模型表示

本研究根据用户兴趣数据语义复杂、模态多样的特征适配模型表示方法,以规则化、层次化表示用户兴趣,进而构建易迁移可复用、高内聚低耦合的用户兴趣模型计算框架。多研究模型表示方法亟待强化其可重用性、智能性,涉及神经网络表示法(结构化兴趣信息但影响模型进化方法选择、适用范围窄、难理解)、向量空间模型表示法(向量化兴趣度、匹配项目但存在语义分歧、精准度低等局限)、案例表示法(基于用户行为信息结构化表示其短期兴趣,难重用)、本体表示法(可共享、重用)、贝叶斯法、机器学习法<sup>[5-6]</sup>。

## 2.3 模型初始化

根据用户兴趣以及数据多源、多元、异构的特征,混用显隐性方式直接或间接全面采集用户静态属性、动态行为信息,将其存入用户信息库进行统一管理,并按标准流程清洗、抽取、标引、解析、关联、隐私化用户数据、精准量化兴趣度以初始化多维度、全方位、深层次构建用户兴趣模型,多研究用户兴趣采集及处理<sup>[2,7]</sup>。

### 2.3.1 数据采集

(1) 采集方式。多分为显式、隐式采集<sup>[5,6]</sup>:前者多通过用户注册、表单询问等方式直接采集用户数据,虽简单准确,但灵活性弱,用户负荷重<sup>[6]</sup>;后者多用机器学习等技术间接采集用户数据,可动态揭示用户兴趣变化,用户负荷轻,但成本高且尚处探索阶段。杨涛等<sup>[5]</sup>通过键盘及鼠标、菜单及按钮、文件及模型实时多层次采集用户行为数据;唐晓波等<sup>[8]</sup>运用系统日志模块记录用户浏览、检索等行为信息。在实际应用中,常将二人的研究成果进行混合使用。孙梅<sup>[9]</sup>通

过分析用户注册行为直接采集用户静态数据,并监视其Web页面行为,分析其行为及浏览器日志间接采集用户动态数据,最终结合两者构建用户画像。

(2) 采集内容。相关研究多集中于静态显式采集用户基本信息和动态隐性式采集用户行为信息<sup>[5]</sup>。前者包括用户背景、兴趣、需求等静态属性特征,如ID、姓名、性别、年龄、联系方式、教育求职经历、生活习惯、获取知识目的与渠道等;后者包括检索、浏览、反馈等动态行为特征,如输入、筛选关键字,收藏页面信息、知识资源评分等。此外,周光等<sup>[7]</sup>研究了动态感知情景持续性、突发性等数据,以及用户行为连贯性、偶然性等受情景影响数据,对用户需求多维预测;刘燕等<sup>[2]</sup>采集热门检索、地域分布、系统环境、受访页面等用户统计数据,揭示特定时段用户整体需求及访问情况。

### 2.3.2 数据处理

多研究用户数据预处理、兴趣度量化。前者通过清洗、集成、转化、规约等步骤规范化处理用户动静态数据以初步解决用户数据离散无序、错误遗漏、属性缺失等问题。刘燕等<sup>[2]</sup>通过清洗冗余数据、抽取数据实体和关系、构建标引字典以自动标引用户行为、解析访问路径及参数等方式提取用户行为,通过用户名关联用户访问日志数据表及其注册数据表等步骤预处理用户数据,同时通过加密、数字映射等技术脱敏用户隐私。后者依托兴趣特征向量、知识图谱识别用户兴趣项、量化其兴趣度并据此全面精准量化用户兴趣。

## 2.4 模型进化

### 2.4.1 模型学习

多研究模型学习技术、机制。前者包括TF-IDF、神经网络、贝叶斯分类器等。李广<sup>[6]</sup>将基于用户反馈集扩展算法构建的参考本体并入用户个性化本体中,反映用户兴趣模型自学习知识及其相关等价、泛化、特化知识。后者包括旨在反映知识变化的实时反馈自学习,旨在反映知识遗忘的定期反馈自学习(遵循遗忘曲线)。刘豫



徽等<sup>[10]</sup>基于用户检索记录的观察记忆学习机制、用户反馈学习机制进行了用户兴趣模型学习。

#### 2.4.2 模型更新

多研究模型更新技术、机制:常运用知识发现、大数据挖掘等技术,结合用户描述、机器学习<sup>[5]</sup>等方法,探测人机交互过程以动态采集用户反馈、自适应更新用户兴趣描述<sup>[11]</sup>并智能更新用户兴趣模型。王珊珊等<sup>[12]</sup>用触发机制追踪用户属性变化,以更新用户数据及其兴趣模型;杨涛等<sup>[5]</sup>用统计相关分析法关联用户行为与上下文,以预测其行为并动态更新用户兴趣模型。

### 3 知识服务机制

知识服务机制依托用户兴趣模型、知识资源管理融合数字智能技术,智能适配业务场景并面向多类型、多层次用户及其行为嵌入式提供场景定制化、业务流程化、认知递进化的知识服务方案,以智能混合服务机制、自适应应用场景、规范服务业务流程,进而提升知识资源利用效率,促进用户知识应用创新。常依托用户交互界面动态适配用户行为及场景,支持用户自主选择或系统混合个性化定制、结构化导航、语义化问答、智能化推荐、精准化检索等服务形式,结合用户需求、领域知识、业务流程提供规范化、标准化知识服务方案,并根据用户反馈动态进化以保障知识服务系统功能,多研究知识定制、知识导航、知识问答、知识推荐、知识检索,且相关研究亟待优化创新,需改进传统服务机制及其资源,运用新型知识服务机制技术,整合多种知识服务机制优势,以提供支持资源融合创造、用户协同探索的智能知识服务机制,同时在业务驱动型知识服务机制基础上拓展资源驱动型、用户驱动型知识服务机制。

#### 3.1 知识定制

用户根据个人兴趣及需求,在系统注册时定制界面、知识和服务等,系统根据用户自主行为及所定制的内容构建用户模型,分析、预测用户的兴趣及需求,并依托语义网技术、混合服务机制以过滤重组多源多态知识资源,进而提供全方位、全流程的知识服务方案(学习路径、知识体

系等),最终满足多学科交叉融合背景下用户的领域化、层次化知识需求。在多研究知识定制机制方面,霍星明等<sup>[13]</sup>支持用户自主定制网页模板及首页栏目内容,并依据关键词、分类等全面主动推送知识;陈红叶等<sup>[14]</sup>认为,可针对普通用户倾向低成本、易理解知识的特点定制专家系统模块从而为其提供定制服务,并针对领域专家倾向高质量、深层次知识的特点定制多元检索功能并提供嵌入式服务;赵瑞雪等<sup>[1]</sup>依托知识内容管理、知识可视化、多媒体嵌入等技术,协同众包定制跨学科、领域性“数据+人+工具”服务。

#### 3.2 知识导航

用户根据具体需求在系统首页筛选、点击主题类型及实例链接,在跳至相关概念展示界面<sup>[15]</sup>后可漫游式、探索式、全景式理解知识脉络;系统跟踪用户探索行为,运用Flash、D3.js、Echarts等可视化工具,结合知识图谱、知识地图等智能技术关联、描述知识资源实体属性特征、实体间关系及其隐含内容,并按分类、主题等方式指引用户点击、跳转、浏览,帮助用户高效获取知识<sup>[4]</sup>,并构建知识间的关联。针对界面设计,李森<sup>[16]</sup>按一致性原则设计了全局导航界面,于彤等<sup>[15]</sup>设计展示了语义关系及实例数量的导航界面。针对导航方法,按导航机制分为分类导航、语义导航及概念关联导航,按可视化形式分为知识网络、知识列表、词云结构、网络关系图、题图等。针对导航优化,胡小丽<sup>[11]</sup>在传统导航基础上新增分屏、历史路径保存功能,并分别支持用户同时观察、定位知识内容及知识追溯,以免知识迷航。

#### 3.3 知识问答

用户可根据需求在问答平台运用自然语言进行多轮提问并获得反馈,系统根据用户咨询行为对问句文本进行语义分析,深度挖掘用户隐性意图,遵循问答流程,依托问答方法,整合多方知识资源以匹配最佳答案,支持众包式知识创造并根据用户反馈优化问答机制完善答案库。多研究问答方法、核心流程及服务优化。

(1) 问答方法。常用模板法(构造、遴选模板以转换问句、匹配答案)、图探索法(分析、识别问句核心实体并计算其与知识库实体的相关度以定位答案)、语义解析法(用机器学习算法语义解析、转换问句为可计算描述性语言)、深度学习法(用深度学习算法映射问句、知识至低维向量空间进行知识语义匹配)、搜索引擎法。邢军等<sup>[17]</sup>用FAQ专家系统法支持普通用户常规知识咨询,用同步参考咨询(依托聊天、视频会议、网络语音、同步浏览、即时消息等方法)、异步参考咨询(依托E-mail、表单回复等方法)及参考咨询法与学科馆员交互,支持专家、学者的专业知识咨询。

(2) 问答流程。核心流程包括通过分词、识别词性、去停用词等解析问句,并按问句成分、类别和潜在答案类型等筛选、遍历知识库,并结合知识推理、知识融合、实体链接、自然语言理解、概念化及语义标引等技术整合、生成答案,基于模板适配、评价反馈<sup>[18]</sup>机制分别返回答案、优化问答机制及答案库。

(3) 问答优化。常从问答服务精准性视角优化问答效能。李连喜<sup>[19]</sup>通过引入依托社会网络、群体智慧的Wiki知识库提升问答精准性。

### 3.4 知识推荐

用户沉浸式浏览并接受系统嵌入式推荐服务,系统跟踪用户交互行为,按用户兴趣模型混合推荐算法,筛选、分类、序化知识资源特征<sup>[20]</sup>,以适时、适策、精准、主动推荐知识,提供嵌入式知识服务。前者研究多基于内容推荐、用户协同过滤推荐、规则推荐、Web使用挖掘推荐、本体推荐以及混合推荐等。赵瑞雪等<sup>[1]</sup>依托领域受控词表推荐与初始检索词语义相似词汇展开研究;王曦光等<sup>[3]</sup>用网络结构计量指标向量化用户知识兴趣标签以推荐知识。后者多研究基于流行趋势、人物相关、人人相关或物物相关<sup>[16]</sup>等推荐策略。

### 3.5 知识检索

用户根据需求在系统界面提交请求并接收结果,系统根据用户检索行为智能匹配知识资源,

并按特定策略序化生成结果,根据用户反馈优化检索机制、完善知识资源库。多研究检索方法、流程、结果展示及服务优化。

#### 3.5.1 检索方法

按检索知识策略主要分为关键词、语义检索。前者基于关键词聚类、分类、关联知识提升检索效率,多用于知识图谱、搜索引擎等;后者从语义层面对知识对象进行概念分析、分类、标引、表示及处理<sup>[12]</sup>,用知识本体、知识推理和知识挖掘等技术进行语义消歧,以精确检索结果。按检索知识技术主要分为基本检索、高级检索<sup>[16]</sup>。前者包括全文检索、统一检索等;后者包括字段检索、专业检索、语义检索、定题检索、相似检索及一站式检索等,此外还涉及组合检索、二次检索、跨库检索等混合多模态检索。

#### 3.5.2 检索流程

核心流程依次为分词处理、语义扩展及推理用户请求,结合用户兴趣模型特征化检索请求,映射、遍历知识库以匹配请求特征与知识标识,抽取知识并按预设路径算法检索关联知识,生成、筛选、排序、展示检索结果。

#### 3.5.3 结果展示

按相关性、热度等策略序化检索结果,以知识列表、知识图谱、知识树、知识网络等形式展示。赵瑞雪等<sup>[1]</sup>基于多因子混合排序模型,结合知识质量、时效、用户偏好等因素序化检索结果;霍星明等<sup>[13]</sup>按数据库来源、事件、上下位关系、数据格式等分类展示检索结果;杨志<sup>[21]</sup>按导航区(点击即可定位内容细览区)、内容细览区分区展示检索结果。

#### 3.5.4 检索优化

从查全率、查准率方面优化知识检索、语义检索效能。邢军等<sup>[17]</sup>对自建网络资源数据库、特色数字资源库、引进数据库、联合机构在线数据库及专业导航库等知识资源的检索结果进行整合、序化、去重处理,以提高查全率、查准率;王曦光<sup>[3]</sup>基于目录检索构建了支持多种分类的结构树,并编目、简化管理特性相同的元数据,以提高知识检索效率;寇远涛等<sup>[22]</sup>基于本体智

能拓展检索词的上下位词、同义词、相关词及对应英文词,以提高查全率。

#### 4 知识资源管理

作为知识服务系统的基础支撑,知识资源管理根据应用场景和知识业务处理需求,遵循知识资源生命周期规范构建知识处理链,并融合数字智能技术形成知识资源管理方式,以实现系统知识资源一体化管理、合理化流动、协同式创新、开放式应用。通过全面采集、规范表示、序化组织、分布存储、深度推理、动态更新等方法实现流程化、体系化、规范化知识资源并循环建模、管理、集成、创新,从而实现多源知识结构化、结构知识形式化、形式知识关联化、关联知识分布化、分布知识语义化、语义知识丰富化以提升知识资源管理规范性及其业务服务机制适配性,进而保障知识服务系统效能(有效性、稳定性),多研究知识采集、表示、组织、存储、推理、更新且相关研究参差不齐,需提升知识采集智能性、表示规范性、组织体系化、存储多态性、推理纵深性、更新动态性。

#### 4.1 知识采集

为保障系统资源的可靠性、多样性,常按系统目标、业务需求混用采集方式采集显隐性知识,因此要多研究采集方式和内容。前者常分为人工、半自动、自动采集。人工采集准确性高、智能性强<sup>[13]</sup>,但成本高、周期长、效率低;半自动采集分工明确、业务流程清晰,但质量易受知识表示模型影响且成本高。自动采集运用搜索引擎(综合型、主题型、元型搜索引擎等)、网络爬虫、机器感知、机器翻译、机器学习等技术的实时性强,但尚处于探索阶段。此外,江国林<sup>[23]</sup>依托知识服务系统发布众包任务及用户反馈采集知识,武博轩<sup>[24]</sup>按本体定义及描述结合用户语义标注采集领域知识。后者常分显式、隐式知识,显式知识包括文本(概念、实例、关系、函数、公理及规则等)、图像、音视频等,隐式知识包括经验、技能等。此外,王胜海<sup>[25]</sup>按来源将知识分为静态知识、动态知识及剪贴板知识。

#### 4.2 知识表示

为保障系统资源规范性和易计算,常参照领域知识结构特点,遵循表示原则、适配表示方法,转换多态异构知识资源为结构规范、存取便捷形式化知识,进而构建领域知识基础框架以及机用认知模型以便计算机处理和用户认知。主要有以下两个方面。

(1) 表示原则。多遵循清晰明确、形式规范、易理解扩充、差异化表示原则满足多层次、多类型用户需求。万敏<sup>[26]</sup>提出了面向专家、学者的标准化、规范化知识表示原则,同时还提出面向普通用户的简洁化、通俗化知识表示原则。

(2) 表示方法。常见知识表示方法及其优劣见表1,此外还包括状态空间表示法、与或图表示法、决策树表示法、概率网表示法、约束网络表示法、粗糙集表示法、脚本表示法、神经网络表示法、向量空间模型法(表示文本知识)以及基于范例表示法等。

表1 常见知识表示方法及其优劣势

方法	内涵	表示单位	知识类型	优势	劣势
语义网络表示法 <sup>[6,35]</sup>	用带标记有向图表示节点关联	网络图	陈述型	自然性好、语义联想 <sup>[6]</sup> 、直观清晰	模块性低、难处理、难检索
框架表示法 <sup>[6,35]</sup>	以槽(节点)、侧面(属性)形式提炼固定概念间规律 <sup>[6]</sup> 以形成框架系统	框架	陈述型、规则型、控制型	自然性、继承性、结构性好 <sup>[6]</sup> 、易理解	难表示过程型知识,适用范围有限
谓词逻辑表示法 <sup>[6,35]</sup>	以谓词形式表示主客体,常用于符号化数学逻辑论证 <sup>[6]</sup>	逻辑公式	陈述型	自然性 <sup>[6]</sup> 、模块性好、通用性强、精确度高 <sup>[6]</sup>	推理效率低、易产生组合爆炸
产生式表示法 <sup>[6,35]</sup>	以条件-结果形式表示知识	规则	规则型、控制型	自然性、模块性好、格式固定 <sup>[6]</sup>	效率低 <sup>[6,35]</sup> 、语义能力弱且难表示结构关系 <sup>[6]</sup>
面向对象表示法 <sup>[6,35]</sup>	用对象封装其属性、关系、方法集以描述对象相关知识	对象	陈述型、规则型、控制型、过程型	自然性、模块性好、易理解	难处理、计算量大
本体表示法 <sup>[6,11,35]</sup>	用本体形式化表示知识概念及关系 <sup>[11]</sup> 以体现知识层次关系、结构体系 <sup>[6]</sup>	本体	陈述型、规则型、控制型、过程型	自然性、关系性好 <sup>[6]</sup> 、模块性好、共享重用 <sup>[11]</sup>	难编码、难实现

#### 4.3 知识组织

为保障系统资源的条理性,参照领域知识内在逻辑联系,适配组织方法先分类、标引、序化知识,再通过知识分析、知识揭示和关系计算体系化、关联化知识资源以便存储利用。在研究组



织方法方面,可运用主题词表法分布协作构建主题词表以便维护知识体系结构,跨领域合并词表以扩展重用,同时运用线性分类法、组面分类法、混合分类法等体系分类法划分等级关联以揭示知识从属关系,运用本体法语义规范、组织、关联知识资源以形成知识语义网络,运用网络技术法人工、自动标引匹配知识,以构建知识网络。

#### 4.4 知识存储

为保障系统资源的易访性,参照领域知识格式特征及其存储标准体系,依托分布式存储架构协同各知识中心,适配软硬件存储技术,按特征属性精准分类、规范重组、安全存储知识资源于可扩展知识库,并增量更新以支撑知识服务生命周期与系统调用、共享及重用知识资源。

##### 4.4.1 知识库构建

根据领域复杂知识、用户多元需求,依托知识挖掘等技术按系统目标构建知识库。王曦光<sup>[3]</sup>根据统一的知识存储、管理规范定制汇总知识,构建案例库、规则库、动态信息库、资源数据库、基础数据库,并基于知识挖掘、知识融合、知识推理模块对其进行抽象认知、扩展以构建动态知识库。万敏<sup>[26]</sup>按知识领域、载体、质量、时间、地域等特征定义知识库结构,并关联特征知识库,进而构建内容丰富、结构合理、存取便捷的知识仓库,同时用本体技术协调、调度系统各层次知识库。王珊珊等<sup>[12]</sup>爬取已有数据库知识获取基础引文资料库,并组织、检索数据,形成概念特征表并映射至本体,再经本体处理、语义推理构建引文知识库。王道平等<sup>[27]</sup>基于敏捷供应链成员共享数据库、知识库构建数据仓库及集成知识库。

##### 4.4.2 存储技术

硬件、软件存储技术。前者多用磁盘阵列技术解决数据存储容错性、可靠性问题,后者多为支持结构化存储<sup>[24]</sup>的数据库技术,涉及MySQL、PostgreSQL、Oracle、SQL Server等关系数据库,以及GraphDB、RDF4J(主流Web框架及数据库)、Neo4j(主流、原生图存储,易伸缩)、JanusGraph(分布式海量存储)等非关系数

据库<sup>[28-29]</sup>。

##### 4.4.3 存储策略

武博轩<sup>[24]</sup>将存储策略分为适宜存储的小型本体及小数据集的文件存储、适宜大规模数据集的数据库存储。王道平等提出<sup>[27]</sup>基于分层结构高效存储数据,认为基础数据层存储未经计算、汇总等处理的低粒度原始数据,汇总数据层存储业务规则汇总后的数据。赵瑞雪等<sup>[1]</sup>提出集成MySQL集群结构化关系存储、MongoDB半结构化存储、FastDFS文件及非结构化存储、Solr集群索引存储和GraphDB图存储等的多模态数据混合存储策略以满足不同阶段存储需求。寇远涛等<sup>[22]</sup>用本体关系映射技术动态存储知识资源,用Hessian技术跨语言、跨平台调用知识库。

##### 4.5 知识推理

为保障系统资源全面性,按应用场景需求确定推理粒度、策略,适配推理机制、挖掘算法、触发机制,转化推理规则及策略为推理过程语言,进而推理隐性知识以延伸知识链、进化知识库,纵向拓展知识资源,丰富用户认知范式,创新增值知识服务,研究推理机制、推理算法及策略。推理机制方面,常见有Jess、FaCT、Pellet、Jena(含CLISP配合本体领域产生式规则的前向推理)、RACER、RacerPro<sup>[8,14]</sup>等,其适配后向链引擎、前向链引擎和混合规则引擎<sup>[30]</sup>触发机制以解释推理规则进行知识推理。推理算法方面,褚冰<sup>[31]</sup>基于易计算、理解、学习的ID3算法提取信息增益结果高的特征参量作为推理参数,以据此返回推理结果。于哲<sup>[30]</sup>依托Rete前向链形推理算法,遵循模式匹配思想,用推理机规则结构相似性、时间冗余性循环存储匹配状态提升推理效率。在推理策略方面,涉及语义推理、规则推理。前者常基于RDF、OWL某子语言层级,推理并规范描述已有语义描述所隐含事实;后者基于推理引擎的规则推理知识资源通用描述。

##### 4.6 知识更新

为保障系统资源的时效性,按系统内外环境混用主、被动方法动态更新、横向拓展知识库,以适应系统运行过程中的用户兴趣变化、应用场

景迁移以及知识资源迭代,从而提升知识资源及其服务时效性、新颖性。更新方法包括涉及依托机器学习、智能算法的主动更新及依托众包机制、社群的被动更新。余昕<sup>[32]</sup>依托泛在网络重构、关联、整合各组织机构知识元数据进而更新知识资源;江国林<sup>[23]</sup>依托众包技术动态更新知识资源。

## 5 结语

综上所述,本文从用户兴趣建模、知识服务机制、知识资源管理三方面揭示了国内知识服务系统核心业务研究进展。研究认为,当前研究集中于构建用户本位、数字智能技术加持、动态交互、智能管理的知识生产与服务一体化知识服务系统。①作为系统内在动力的用户兴趣建模研究,按照用户画像、标签网络等基础建模思路,适配本体、向量等表示方法,构建形式化用户兴趣框架,混用人工、自动方式多维、深层采集、处理、量化用户兴趣,并基于用户反馈动态智能进化用户兴趣模型。②作为系统功能输出的知识服务机制,研究服务机制及其集成、优化,以支持服务定制化、导航可视化、问答知识化、推荐智能化、检索语义化。其中,知识定制核心研究自主式服务,但相关研究较少;知识导航核心研究漫游式服务指引,多依托可视化工具直观揭示知识组织、资源配置;知识问答核心研究交互式服务提供且相关研究较多,多依托问答方法、遵循匹配流程响应用户提问;知识推荐核心研究嵌入式服务提供,多依托用户模型驱动的适配算法、机制挖掘用户潜在需求并主动提供服务;知识检索核心研究探索式服务提供且相关研究较多,多依托语义化检索策略、技术遍历知识库并序化检索结果,最终生成一站式、体系化知识服务解决方案。作为系统基础支撑的知识资源管理研究集中于资源管理方法、技术、策略应用:多研究采集方法优化、表示方法完善、存储技术规范以自动采集、序化表示、分布存储知识资源,知识组织、推理、更新相关研究亟待强化。

为适应知识社会智慧化转型,旨在依托人机深层交互协同用户兴趣建模、知识服务机制、知

识资源管理模块,构建、拓展知识生产、传播、应用业务链并数智赋能知识创新应用的新一代知识服务系统构建成为研究趋势,其依托数字智能技术,集成知识环境、知识用户构建知识服务场景,语义建模并规范管理知识资源,进而智能调度协同知识服务机制以丰富知识服务形态、提升用户体验,最终形成新型知识服务生态。具体而言,用户兴趣建模趋向认知化,核心研究遵循用户认知模型确定用户兴趣建模方案,依托情境感知、智能挖掘技术实时采集、语义关联用户数据并动态进化用户兴趣模型,最终归纳用户行为特征及规律、挖掘用户心理特征及隐性需求并保障用户隐私安全;知识服务机制趋向智慧化,核心研究深度融合语义网络、人工智能、物联网及移动互联网等技术与应用场景,根据用户兴趣模型智能混合服务机制生成领域业务契合化、多元化服务方案并增强服务主动性、敏捷性,提升用户沉浸式、嵌入式服务体验;知识资源管理趋向智能化,核心研究基于知识地图、知识图谱、知识仓库等技术,遵循知识资源生命周期、管理方式多态异构知识资源,以结构化知识资源配置、体系化知识资源建模、流程化知识资源治理、创新化知识资源应用、最大化知识资源价值,最终形成知识资源一体化建模、管理、服务机制。为此,笔者下一步将构建数字智能技术赋能的智慧知识服务系统模型,以供相关研究与实践参考。

## [参考文献]

- [1] 赵瑞雪,李娇,张洁,等.多场景农业专业知识服务系统构建研究[J].农业图书情报学报,2020,32(1):4-11.
- [2] 刘燕,李露琪,侯丽.面向知识服务系统的用户画像研究与应用[J].中华医学图书情报杂志,2020,29(11):16-23.
- [3] 王曦光.农技推广知识服务系统的研究与实现[D].北京:中国农业科学院,2014.
- [4] 朱焱,王强,王涓.基于用户画像的科技创新知识服务系统构建[J].数字图书馆论坛,2021(8):24-30.
- [5] 杨涛,王云莉,肖田元,等.个性化主动设计知



- 识服务系统研究 [J]. 计算机集成制造系统, 2002 (12): 950—953.
- [6] 李广. 基于本体的扩散制造主动式知识服务系统研究与应用 [D]. 南京: 南京航空航天大学, 2009.
- [7] 周光, 孙福强. 图书馆大数据知识服务系统的用户动力机制分析 [J]. 图书馆学研究, 2018 (18): 12—15.
- [8] 唐晓波, 郑杜, 谭明亮. 慢性病健康教育知识服务系统模型构建研究 [J]. 情报科学, 2019, 37 (1): 134—140.
- [9] 孙梅. 数字图书馆知识服务系统用户协作平台的研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2006.
- [10] 刘豫徽, 周良. 基于 Agent 的主动式知识服务系统 [J]. 中国制造业信息化, 2008 (19): 16—19.
- [11] 胡小丽. 高校图书馆学科知识服务系统构建探析 [J]. 大学图书情报学刊, 2011, 29 (4): 3—6.
- [12] 王珊珊, 肖明. 基于本体的引文知识服务系统构建研究 [J]. 情报理论与实践, 2017, 40 (11): 125—129.
- [13] 霍星明, 李国强. 基于开源数据的学科知识服务系统构建及研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 图书情报, 2020 (12): 102—104.
- [14] 陈红叶, 金国英. 基于本体的茶叶知识服务系统研究与实现 [J]. 中国农学通报, 2011, 27 (4): 453—458.
- [15] 于彤, 杨硕, 贾李蓉, 等. 面向中医证候学研究的知识服务系统研发 [J]. 中国医学创新, 2014, 11 (21): 120—123.
- [16] 李森. 创新设计知识服务系统之商业构成库的设计 [D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
- [17] 邢军, 王华. 现代图书馆知识服务系统研究 [J]. 图书馆学刊, 2007 (3): 78—80.
- [18] 翟兴, 王涛, 韩芳芳. 基于知识图谱的健康养生智能知识服务系统架构设计 [J]. 信息资源管理学报, 2020, 10 (3): 36—48.
- [19] 李连喜. Wiki 在图书馆知识服务系统中的应用 [J]. 图书馆学刊, 2013, 35 (9): 100—104.
- [20] 廖盼, 孙雨生. 基于人工智能的知识服务系统模型研究 [J]. 湖北工业大学学报, 2017, 32 (6): 47—51.
- [21] 杨志. 一种基于知识挖掘与知识组织的知识型数据库——中国疾病知识总库之临床药理学知识服务系统介绍 [J]. 中华医学图书情报杂志, 2008 (3): 63—65.
- [22] 寇远涛, 赵瑞雪, 鲜国建, 等. 水稻领域知识服务系统的设计与实现 [J]. 数字图书馆论坛, 2012 (12): 43—47.
- [23] 江国林. 信息安全知识服务系统研究与实现 [D]. 郑州: 郑州大学, 2017.
- [24] 武博轩. 基于语义网的软件开发知识服务系统的研究 [D]. 沈阳: 东北大学, 2012.
- [25] 王胜海. 网络智能知识服务系统设计与实现 [D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2002.
- [26] 万敏. 面向农户的问题解决型农业科技知识服务系统研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- [27] 王道平, 贾洁, 郝玫. 基于 Web Service 的敏捷供应链知识服务系统设计 [J]. 图书情报工作, 2010, 54 (5): 106—109.
- [28] 陶成. 基于知识图谱的心理学知识服务系统设计与实现 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2021.
- [29] 李戈. 基于知识组织的图书知识服务系统的设计与实现 [D]. 杭州: 浙江大学, 2015.
- [30] 于哲. 基于本体的健康知识服务系统的研究与实现 [D]. 沈阳: 东北大学, 2013.
- [31] 褚冰. 基于知识图谱的油藏构造知识服务系统研究 [D]. 大庆: 东北石油大学, 2020.
- [32] 余昕. 应用型教育联盟泛在图书馆知识服务系统运行体系研究 [J]. 图书馆理论与实践, 2017 (9): 38—42.
- 
- [作者简介]** 孙雨生 (1980— ), 男, 湖北工业大学经济与管理学院副教授, 硕士研究生导师, 研究方向: 数据智能系统工程, 大数据科学与知识服务技术, 智慧图书馆技术; 刘彦雨 (2002— ), 女, 湖北工业大学经济与管理学院 2020 级本科生, 研究方向: 数据智能系统工程; 刘涛 (1998— ), 男, 湖北工业大学经济与管理学院 2021 级硕士研究生, 研究方向: 数据智能系统工程, 大数据科学与知识服务技术; 高希 (2001— ), 女, 湖北工业大学经济与管理学院 2019 级本科生, 研究方向: 数据智能系统工程.
- [收稿日期]** 2022—10—14      **[责任编辑]** 刘 丹