



以“耕织图像”为核心的知识图谱设计及应用研究*

□ 谢玮 杨家瑶

摘要 耕织图像是艺术领域重要的图像资源,在人工智能技术与网络技术的驱动下,提出一种面向耕织图像的数字资源开发,实现多种载体形式的耕织图像资源数据知识图谱构建、主题性检索功能设计,以满足知识服务需求。构建耕织图像知识图谱与数据关联,选取各种载体形式的耕织图像资料为数据来源,搭建图文资料图数据库,并在此基础上构建本体知识图谱,以充分挖掘利用图像知识。基于关联数据构建作品的知识图谱模型,能够揭示耕织图像的语义信息,为各种载体形式的耕织图像资料的数据化转换提供新方法和新思路,既能揭示耕织图像之间隐藏的关系,又能比较分析耕织图像中未知图像的内涵,以及耕织图像中所涵盖的关于耕作和纺织图像技术、工具、动能等的发展演变。

关键词 耕织图像 载体形式 知识图谱 知识检索

分类号 G255.9

DOI 10.16603/j.issn1002-1027.2024.01.011

2022年,中共中央办公厅和国务院办公厅印发《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》,该建议明确指出到“十四五”时期末,基本建成文化数字化基础设施和服务平台,形成线上线下文化供给的融合互动以及立体覆盖^[1]。中国有悠久的农耕文明,耕织贯穿于生活的方方面面。中国古代耕织图像具有时间跨度长、载体形式多样、地域跨度广、图像内容丰富等特点,其图像与史料可充分结合,以图证史。中国耕织图像的起源可以追溯到战国时期的采桑纹铜壶上,历经汉画像石、画像砖,魏晋南北朝墓室壁画,再到唐朝时期大量蚕织、农耕图像的大量出现,最终达到楼璩“耕织图”这样完整的高峰。载体形式涵盖绘画、石刻、碑刻、瓷器、拓片、壁画和古籍等多种形式。正是由于耕织图像的丰富性,因此本文以“耕织图”的代表性图像为基础,梳理有关“耕织图”的图像资源以及构建知识图谱,揭示图像之间所隐含的联系和共性,基于这一思路,实现“耕织图像”的可视化展示,及其相异载体的信息互联与知识的融合共享,目的是更好地诠释图像的历史文化背

景及其核心价值。

1 图像知识图谱的研究现状

知识图谱现已成为大数据收集与分析、语义检索及智能推荐较强有力的技术支撑,在众多领域和行业中得到了广泛应用^[2]。通用领域知识图谱构建的方法和技术早已成熟,但图像领域知识图谱的研究尚处于起步阶段,两者可相互借鉴,以促进图像知识图谱的构建和开发。图像知识图谱强大的表达和知识互联能力,使图像不同载体孤立的信息点进行“串联”,可诠释其背后的文化内涵,通过最大程度地实现图像之间的互联,来突破时空限制,使知识向深度和广度扩展,并最终实现相关图像信息智慧化融合和共享。当前,图像数字化已经在模型构建、古籍识别、本体提取、图像关联等领域获得了一系列的成果和技术工具,能够实现元数据的聚合、数据的提取、图像关联与本体词典的开放数据服务。而对于图片的深层标注、语义检索和文化内涵的深层挖掘,还有待进一步拓展^[3]。

* 教育部教育类教指委中文专委会——北京语言文字工作协会 2024 年度教育教学改革重点课题“基于图像艺术的中华优秀传统文化融入语言文字教学的路径研究”(编号:2024JGZD012)、2018 年度全国高校古籍整理研究项目“《天工开物》异本图像整理研究”(编号:1859)的阶段性成果。

通讯作者:杨家瑶,ORCID:0009-0009-4223-9267,邮箱:2035075836@qq.com。



张敏借鉴通用知识图谱,开展了面向文物领域的知识图谱技术构建,为文物知识图谱提供了一定的理论与技术支持^[4]。胡汗林、邓三鸿在 Neo4j 数据库的基础上,导入多个博物馆的青铜器数据资料,完成青铜器知识图谱构建^[5]。鞠斐以版刻纺织图为基础,实现知识图谱的构架以及检索功能设计,为古代纺织领域研究提供了智慧化的平台^[6]。李永卉等对南朝陵墓石刻进行进一步探索,实现了对于南宋陵墓石刻的知识挖掘及知识发现^[7]。程结晶利用知识关联完成了对敦煌遗书图像资源的高效整理^[8]。臧志栋等以明代“元绘画”为例,抽取其绘画特征,从六个方面揭示其语义信息,构建了对“元绘画”作品的知识关联组织模型^[9]。

目前所常用的图像检索技术多借助计算机来提取图像特征,信息的抽取成为构建知识图谱中重要的一环,田学东等利用卷积神经网络模型(CNN)对古籍汉字图像数据集进行特征提取,有效提取了古籍汉字的特征,提高了检索的准确率^[10]。丁恒等对比了向量空间模型(VSM)、潜在语义索引(LSI)、视觉词袋模型(BOW)、卷积神经网络模型(CNN)等多种特征表达模型在医学图像模态自动标注上的效果^[11]。邓三鸿等将博物馆中的图像资源给予社会标签,并对其进行合理分类,进一步推进了文化遗产在博物馆中的虚拟展示^[12]。张毅以读者需求为中心,介绍了其采用开源软件和数字人文技术进行西文古籍数据库开发的过程和经验^[13]。

耕织图像的深度揭示与模型构建目标是以图像元数据、资源描述框架和图像互操作标准为基础,将图像进行数字化和内容深度标注,在图片与文献之间、图像与图像之间建立语义链接,帮助用户快速检索图像的内容及其中所蕴含的背景知识,提升图像的可读性,实现信息之间的关联,推动数字人文科学的发展。本研究在已有的研究方法与技术基础上,根据图像元数据规范,面向图像领域进行知识图谱技术构建,同时依托语义标注和链接,深入图像的深层内涵。以“耕织图像”为例,文章对耕织图像的知识图谱进行设计,并在此基础上构建知识图谱的检索系统,通过“耕织图像”知识图谱实现语义关联,从而深度揭示“耕织图像”的关联性以及文化内涵。

2 耕织图像知识图谱的体系构架

知识图谱是在语义网络的基础上,采用三元组

的方式表示以及储存实际数据,构建数据链^[14]。耕织图是一种概括性的名称,“耕”“织”皆指向衣食民生。古代耕织图像知识图谱知识覆盖范围较小且属于领域单一的垂直知识,其强调古代耕作与纺织方面的知识逻辑,同时包含古代耕作与纺织的技术演变,服务有“耕织图像”检索需求的用户。

耕织图像知识图谱的体系构架分为三个层面:第一层面数据层以用户需求为导向,其中包括数据来源、数据采集的构建流程;第二层面是包括信息抽取、知识表示、知识融合的功能层,以图像知识挖掘为导向;第三层面是服务层,以智能化服务为导向(见图1)。其中耕织图像数据来源于文化遗址(石窟、墓室等)、图书馆或博物馆等馆藏、相关文化机构以及知识共享平台等,属于非结构化数据,耕织图像需人工分别抽取并保存,文献文本需要有目标地输入并存储,并辅以人工进行破碎化与数据标记。结构化数据一般为表格、数据库等按照一定的格式表示的数据,非结构化数据为文本、音频、视频等,需要先对其进行信息抽取才能进行指示图构建,半结构化数据是介于两者之间,也需要提前进行信息抽取。在进行知识链接与融合前,需要以文本、图像信息为基础分别对应进行实体抽取、关系抽取和属性抽取。实体抽取是指从文本中自动识别出命名的实体,也被称为命名实体抽取;关系抽取指从输入的文本之中抽取实体与实体之间的关系,将零散的实体信息

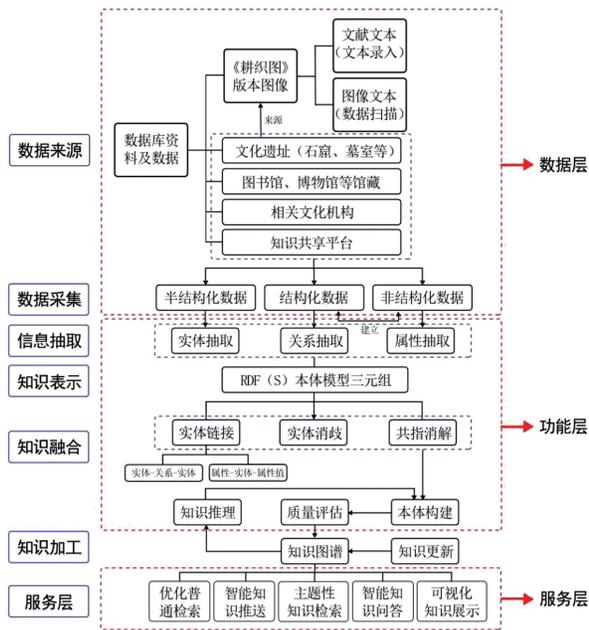


图1 耕织图像知识图谱框架结构图



串联起来;属性抽取是从文本中抽取出实体的属性信息,例如“技术”的“耕作”“灌溉”等属性^[15]。进而产生知识表达,最终构建出 RDF(S) 本体模型三元组,与此同时对三元组数据展开知识融合,利用 Python 将所形成的数据导入到非关系型数据库(NOSQL)、图形数据库(Neo4j)中,最终构建知识图谱,支持对于耕织图像隐性知识的多角度挖掘,促进知识共享与发现。

2.1 耕织图像知识服务需求

耕织图像数字化有助于将分散的图像知识进行深度组织,实现外部知识关联,并在知识图谱具有检索和知识服务功能的基础上,为用户提供更有创新性、针对性的耕织图像知识的获取方式。

从用户检索功能的需求性角度来看,耕织图像知识图谱的检索用户主要来源于研究古代耕织图像、传统造物研究领域以及设计领域的研究者,本研究获取图像的主要平台是古籍数据库以及各大博物馆、图书馆馆藏和文化遗址等。用户对耕织图像的认知大多来自当代出版的中国古代耕织图著作,如《天工开物》《幽风广义》《便民图纂》《钦定授时通考》《授衣广训》《县志》,石窟如敦煌莫高窟等,博物馆如北京故宫博物院、台北故宫博物院等以及各类墓室壁画,这些载体均有关于耕作以及纺织图像内容的记载。而本研究所选的耕织图像为中国历史文化长河中所出现的、内容反映农业耕作与桑棉纺织的图画和相关艺术作品,范围上起战国下至清末(公元前475年至公元1911年),所选图像载体包括绘画、壁画、古籍、石刻、瓷器、铜器、碑刻等,以及散落在海外的宋代梁楷绘“耕织图”、元代程桢绘“耕织图”,现存台北故宫博物院的清代冷枚、陈枚等绘“耕织图”,所选载体种类较多、覆盖面广。本研究从各种载体搜集耕织图像,对于“人—物—环境”进行细致描摹,通过建构的知识图谱设计及应用,促使耕织图像信息可被跨时空、多维度检索并传播,不仅有利于耕织图像的保护,且有利于更好地总结先民耕织实践,提供农史研究、艺术鉴赏以及图像资料应用等方面的便利。

本研究涉及基础图像 1000 余幅。在所选内容上,包括画像砖石、壁画、卷轴、册页、瓷绘、墨绘、碑刻、版刻等,其中版刻耕织图像的选取不含不同版本。关于碑刻中的耕织图部分,未选取颐和园仿制清乾隆碑刻耕织图。册页中的陈枚绘“耕织图”缺“窖茧”和“练丝”两幅。所选耕织图像不是单独存在

的个体,而是一个了解古代社会生产与生活、欣赏先人创造的辉煌艺术、分享具有鲜明中国特色的古代农耕文化遗产的平台。因此,耕织图像的知识关联对于平台的检索功能具有重要作用。此外,由于网络检索到的耕织图像质量层次不一,各种载体的耕织图像存在图像不一致、保存不完整、画面模糊等各种问题,导致难以针对图像进行准确检索,因此可建立“图像—文物类型”关联网络,帮助用户在查询图像时可识别清晰图像内容、甄别版本来源。

2.2 知识图谱的核心数据及本体模型设计

本文采用基于 RDF(S)三元组表示方法的本体框架结构构建知识图谱,通用表示形式为 $G(\text{三元组}) = (\text{Entity head}(\text{头实体}), \text{Relation}(\text{关系}), \text{Entity tail}(\text{尾实体}))$,可以随时添加和保存实体信息,并将分散的耕织图像数据紧密关联,充分利用网状知识结构优点,进一步展现出图像的知识结构与语义关联,进而为文本理解、语义搜索、智能问答等应用提供有力支撑。RDF(S)包含 RDF 和 RDF Schema,是用于对语义网的内容进行规范化描述的模型框架,该结构中包含大量中间态数据模型框架,这类模型框架是以图存储模式中的 Neo4j 图数据库为主,因此该基本模型是有标记的多变关系图,图中“节点”表示实体或者资源,“边”表示实体间关系或为实体属性,将众多不同的“节点”与“边”进行相互关联,可实现数据查找、访问等使用路径^[16]。

本体框架结构中的设计从原始数据出发,鉴于原始耕织图像数据具有垂直领域的特殊专业性,因此,注重人工构建时概念之间的体系结构。实体抽取时尽可能处理差异化信息,并依据《古籍元数据规范》^[17]、《绘画类文物元数据规范》^[18]、《壁画元数据规范》^[19]、《瓷器类文物元数据规范》^[20]、《拓片元数据规范》^[21]、《铜器类文物元数据规范》^[22]、《石刻类文物元数据规范》^[23]和古代耕作与纺织技术,手动抽取各类型的核心元数据和子属性,其中包括不可分解型(Data Property)和可层次化分解型(Object Property)两种属性类型,所有耕织图像的对象属性(Object Property),“工艺技法”统一层次化分解为“工具一级,工具二级,技术一级,技术二级,动能,原料,工序,耕作方式”,在元数据规范的约束下,设置属性与实体的关系。

在以上元数据规范的基础上,呈现出从属(Subordinate)关系的图像(中心实体),通过选取手动提



取的方法进行“耕织图像”本体框架设计(见图2)。

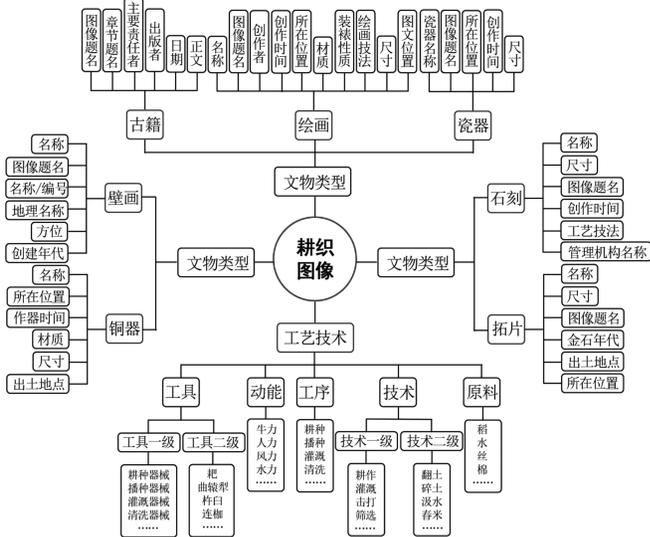


图2 知识图谱结构的“耕织图像”本体框架设计

以耕织图绘画部分为例,“文物类型”在正式的分类架构下,依据类似的特征如载体形态、功用等将文物归类,“名称”“图像题名”归并于“来源”,通过从属的文物信息来确定,“创作时间”为“创作者”创作绘画文物的相关的时间或时间区间,“所在位置”为绘画文物现藏机构或管理机构所在的地理位置名称,“材质”“装裱形式”“尺寸”为绘画文物的外在形态,图像中“绘画技法”“图文位置”以及“工艺技法”属性下的子属性等作为补充,用来表述实体之间的关系。由于属性与属性值之间存在层级逻辑,属性“工具”下包括子类“工具一级”“工具二级”,“工具一级”子属性的属性值为“耕种器械”“播种器械”“灌溉器械”等,“耙”“曲辕犁”“杵臼”“织机”等为“工具二级”子属性的属性值……由于耕织图像为文字与图像相结合,因此图像以及文字共同组成“图像内容”,在进行耕织图像信息实体抽取时,需要对实体信息以及关系的名称进行归并统一,并借助相同或不同的约束性来增加关系属性。

2.3 设计建构知识图谱“实体—属性—属性值”三元组

从文化遗址(石窟、墓室等)、图书馆以及博物馆等馆藏、相关文化机构和知识共享平台等获取相关耕织图像,并对获得的这类结构化数据线进行标准化转化,再进行处理和删除无效的信息数据;对于半结构化以及非结构化数据进行实体以及实体属性抽取,同时采用人工抽取的方式,抽取“文物类型”“文物名称”“图像题名”“工具”“技术”“动能”“原料”“耕

作方式”“工序”等描述性文字。如图像中的“耕作图”,其“文物类型”包括“绘画”“瓷器”“石刻”“拓片”“壁画”以及“古籍”,从“文物类型”中获取“文物名称”,如“绘画”中的“耕织图”“务农图”涵盖“耕作图”图像,“瓷器”中“青花耕织图碗”“青花耕织图扁壶”等,“石刻”有“御题耕织图碑”“碑刻耕织图”,“拓片”中“牛耕图”“耕耨图”“耨地图”“舜子耕田图像画像砖”等图像,“壁画”中包含“耕作图”图像的有“牛耕图”“农耕图”“雨中耕作图”等,“古籍”中有代表性著作《便民图纂》《授农广训》《天工开物》《钦定授时通考》《御制耕织图墨》等均有“耕作图”的记载。“工艺技术”主要为人工标注对象,提取“技术”(翻土、碎土)、“工具”(耙、方耙、碌碡、耙耨、直辕犁、曲辕犁)、“原料”(稻、“动能”(牛力、人力)、“工序”(耕作)、“耕作方式”(一牛一人式、二牛一人式)。文本数据处理完成后,在RDF下转化成“实体—属性—属性值”三元组和数据层的逻辑架构(见图3)。在进行实体信息抽取时需要注意,由于不同文物载体中相同的图像以及图像题名中抽取的属性值可能存在名称不一致的现象,如清光绪时期碑刻耕织图“运粮归家”与宋宗鲁的耕织图“入仓”图像内容属于同一耕作环节,宋宗鲁耕织图“一耘”、明邝璠《便民图纂》“耘田”和宋应星《天工开物》“耘”描绘耕作场景相同,宋应星《天工开物》“南种牟麦图”与清焦秉贞“耕织图”种“布秧”所描述为同一耕作场景。因此在进行实体抽取时,需要针对文字以及图像内容将不同命名相同图像的知识内容进行对齐,采用知识融合下的整合、加工和消歧等操作。提取的知识元素经过实体链接之后添加到数据库,得出一系列基于图像和文献的知识表达,实现知识合并。

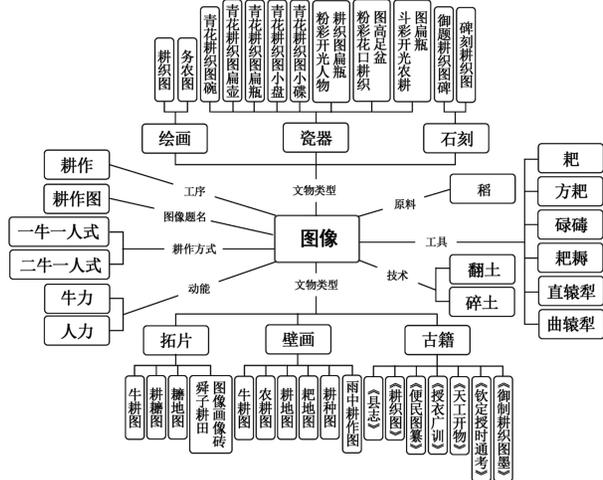


图3 “耕作图”数据层的“实体—属性—属性值”的逻辑架构



实体的并列关系与上下位(IsA)关系抽取均基于属性的概念分类。以图像“耕作图”为例,在古代耕种与纺织技术知识储备的基础上,进行概念分类知识,指定公共上位词,分别从属文物类型“绘画”(耕作图,IsA,绘画)、“瓷器”(耕作图,IsA,瓷器)、“石刻”(耕作图,IsA,石刻)、“拓片”(耕作图,IsA,拓片)、“壁画”(耕作图,IsA,壁画)、以及“古籍”(耕作图,IsA,古籍),技术为“耕作”(耕作图,IsA,耕作),工具为“耙”(耕作图,IsA,耙)。

2.4 本体知识储存与实体路径关系呈现

在获取的“耕织图像”数据源中的数据基础上,将已经建立的结构化数据导入 Neo4j 图数据库中,作为知识图谱构建的数据储存。Neo4j 图数据库与传统数据库所不同的是,它没有表和字段的概念,而是实体、关系和属性,它使用明确的关系(Relationship)来取代传统关系型数据库中表与表之间隐藏的关系,从而更容易表述现实世界中事物之间的关系,实体与实体之间通过明确的关系产生链接,Neo4j 资源数据的储存集中在“节点”以及“边”的构建上。实体作为节点,链接节点的边代表不同实体之间的相互关系。关系的属性和名称可以由设计者根据实际情况自由定义。因此,Neo4j 图数据库的模型设计相对而言更加自由^[24]。“图像”之间既可以相互关联,又可以相互借助描述性信息,如“题名”“技术”“工具”“年代”等角度对其进行聚类,可推导出各实体之间的关联。如以图像题名“舂碓”图像为例(见图4),可以推导出涉及“文物名称”有古籍类的《天工开物》《钦定授时通考》《便民图纂》等,拓片类“舂米图画像砖”“舂米图”等,石刻类“御题耕织图碑”,瓷器类“五彩耕织图瓶”“粉彩耕织图罐”等,绘画类“捣练图”“耕织图”等;涉及技术一级“精加工器械”,技术二级“舂米”;工具一级“食品精加工器械”,工具二级“杵臼、踩碓”;动能“人力”;此外还有“创作者”“创作时间”“尺寸”“所在位置”“工艺技法”等信息。

3 设计构建知识图谱服务应用平台

知识图谱的检索包括知识问答、智能检索等,在“耕织图像”知识图谱的基础上,构建知识服务平台,是实现耕织图像可视化检索的方式之一。作为信息关联、知识共享的知识库,具有多路径知识检索能力(见图5)。用户可以从数字图书馆资源的平台入口

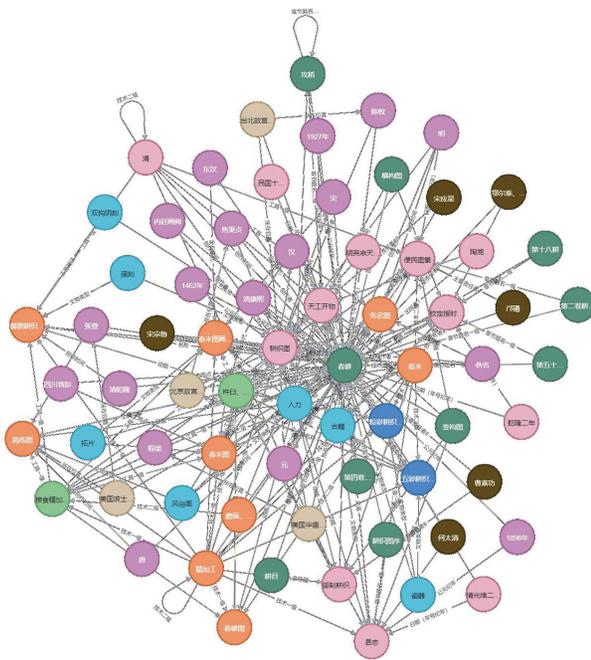


图4 图像题名路径下的知识图谱

进入检索主页开始知识检索,包括普通检索、传图识图和基于知识图谱结构的主题性知识检索,主题性知识检索包括“图像题名”“文物类型”“文物名称”“工艺技术”等,还可以通过知识问答获取信息。知识问答可以依据用户的自然语言提问,基于知识图谱的三元组知识结构搜寻相关结果。可视化检索的内容界面可以呈现图像信息、相关文本信息,用户可以选择知识图谱中的节点链接,浏览包含图像和文本的资源页面,以获取具体信息。

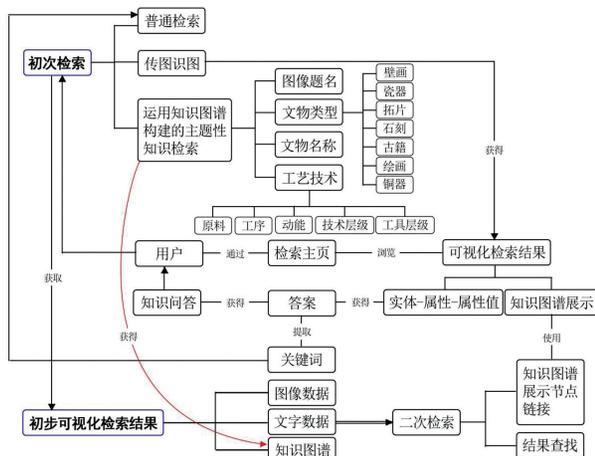


图5 浏览用户检索流程



3.1 基于知识图谱组合检索设计

基于知识图谱的普通检索属于语义检索,检索流程有一定的优化(见图6)。浏览用户可以利用知识图谱中的节点,浏览包含图像以及文字信息的资源,进行实体推导。由于耕织图像中单个“实体”具有多个“属性”与“属性值”,使得不同图像之间涉及的技术特征(技术、工具、原料、工序等)以及图像题名之间高度重叠,关联度较高。因此可适当添加描述性词汇在检索时达到约束范围的作用。在浏览用户进行检索时,输入关键词(数量 ≤ 3 ,以“,”间隔),搜索引擎可以通过知识图谱进行关联所输入的“实体词—题名”“属性值”和“关系词—属性”,最终的结果会以知识图谱的形式呈现给用户。若检索结果为多个实体时,可在获取可视化实体列表后,选择相对应图像进一步查看图像信息和知识图谱,或者进行结果内的检索细化,检索的方式相当于组合检索。检索条件的设定和优先顺序为“图像题名”—“文物类型”—“文物名称”—“创作时间”(“创建年代”“金石年代”“做器时间”)—“工具”—“技术”—“工序”—“原料”,筛选出的结果=1,则直接获取可视化结果展示,若结果 ≥ 2 ,获取实体列表,分别点击列表中的缩览图,以此获取可视化结果展示,并可通过知识图谱的节点连接得到实体链接,进一步进行知识检索。

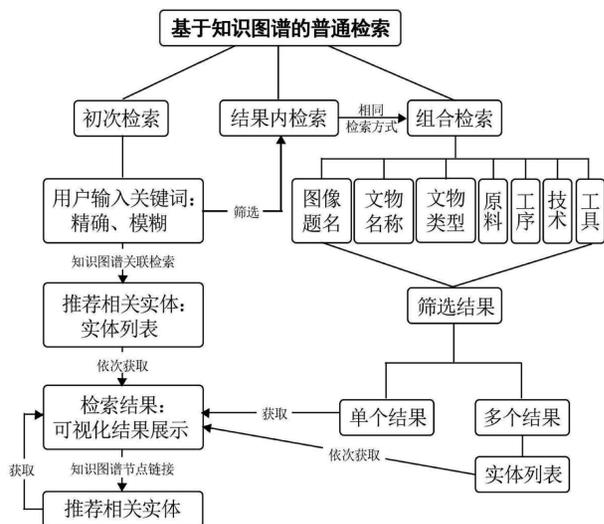


图6 基于知识图谱结构的普通检索流程

以词查图,实现对于图像的数据描述以及语义标注,数据描述包括作者、图像题名、文物类型、名称、年代等,语义标注为图像内容,实现“物”“图”“语言”之间的相互关联(见图7)。



图7 “以词查图”界面内容

3.2 主题性检索功能设计

主题性检索可以通过多条关系路径,挖掘其细粒度知识内容,通过对耕织图像“工艺技法”的检索可以探索古代耕作与纺织工具和技法的横向发展,通过“创作时间”(“创建年代”“金石年代”“做器时间”)可以探索其时间演变规律。用户输入的关键词经过系统的解析与进一步推理,映射到知识图谱中,将节点概念通过层次结构的图形化,为检索用户呈现出可视化结果(见表1)。以耕织图像为研究对象,呈现了耕织图像“工艺技术”的属性值层次化分解,以“工艺技术”为对象属性,由多个子属性(技术、工具、动能、原料、工序、耕作方式等组成,利用“工艺技术”中任意一个子属性的单个或者多个组合约束,实现对知识图谱的智能搜索与利用。

以“工具”第二层级“直辕犁”和“曲辕犁”为例,以“技术”和“文物类型”两个要素为约束条件,可推导出不同农业生产时期、各类载体类型中所含工具以及技术的演化与发展(见图8)。以关系属性“工具”为节点图像为例,由此可见“工具”与“文物名称”之间的连续性。如“曲辕犁”出现在唐壁画的“耕获图”中,其相关历史信息均有所呈现,展示了“工具”与图像之间的知识关联。

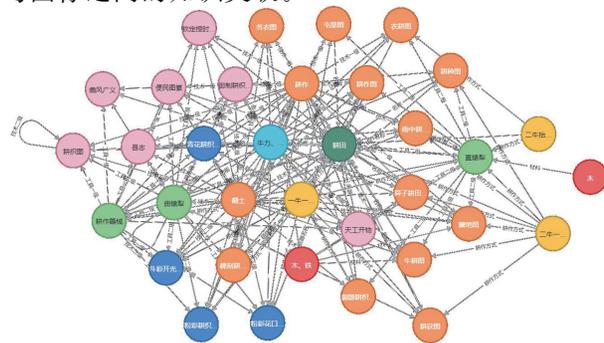


图8 “工具—直辕犁、曲辕犁”路径关系推导



表 1 耕织图像“工艺技术”的属性值层次化分解

子属性 (sub_Property Of)	属性值 (Attribute Values)		
	一级 (sub_first-level)	二级 (sub_second-level)	三级 (sub_third-level)
技术	耕作	土地处理	翻土、碎土、培土
	水利	灌溉	概坡障水、柳椿、闸、水硯、岸,脚踏灌溉,牛力带动龙骨传送灌溉,排涝,杠杆汲水,障流引水,池塘储水
	麦工	播种	掘地与播种,压土埋麦,牟麦,锄草
	缫丝	索绪	单缴,双缴
		收丝,络丝,并捻	
	机织	牵经,穿经,上浆,平素,提花	
	粮食加工	击打	脱秆,打枷脱粒
		石碾	稻谷脱粒,脱壳,石碾碾米
		筛选	去壳、筛谷
		磨面、舂米、罗面	
动能	人力	手摇,脚踏,挖掘	
	水力	---	
	风力	---	
	火力	---	
	畜力(牛力)	---	
原料	稻、麦、草、茧、丝、棉花、棉絮、蚕种、蚕、蚕丝、谷		

例如,以“瓷器”为图像节点(见图9),其涵盖了所搜集瓷器的耕织图像名称,包含图像题名、所在位置、创作时间、尺寸、工具、技术、动能、原料。以“文物类型”为边,将耕作与纺织图像以节点链接起来,各种文物类型被清晰地划分出来,直接呈现给检索用户,便于其下一步的知识发现。

3.3 知识问答系统功能设计

知识问答是用户获取信息与知识的主要手段,知识图谱问答系统是通过问题分析与知识图谱推理,反馈给用户问题的答案及其关联知识,现已被广泛应用于智能检索、个性化推荐等信息服务中^[25]。耕织图像知识图谱对耕织图像资源的关联进行直观呈现,各实体之间通过关系互相链接,在该本体模型上,可以实现耕织图像资源相关数据的自动补充与实例添加,快速与实体形成相互关联。在实际应用中,该耕织图像知识图谱可以在知识问答、智能检索、可视化展示以及知识发现等方面发挥作用。

耕织图像知识图谱可以对艺术领域检索需求进一步优化,实现智能搜索。其搜索引擎可通过语句

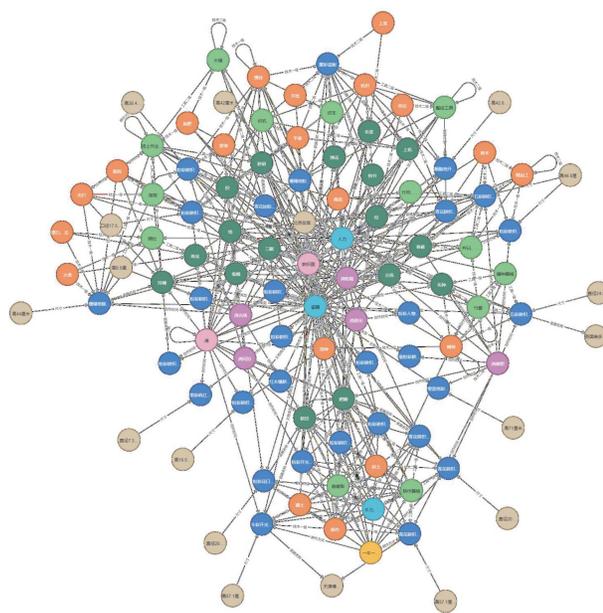


图9 “文物类型—瓷器”路径关系推导

的语义,链接出语句中的实体及关系,提取关键词并实现在 Neo4j 图数据库中的查询匹配,知识的关联在进行智能检索时不仅能够准确返回检索结果,还会返回与该检索结果实体相关的其他实体信息。如



当检索用户搜索“雨中耕作图一壁画”时,检索展示其他壁画类的耕织图像信息,为用户提供系统性的知识学习条件。例如,当检索用户提问“《天工开物》中所含耕织图像的图像题名有哪些”,耕织图像知识图谱可以提取出实体“天工开物”和关系“图像题名”,基于知识图谱中的三元组返回结果“耕田”“耘”“耙耨”“陂”“灌溉”“播种”“收刈”“持穗”“簸扬”“攻

稻”“筛”“砬”“舂碓”“推磨”“面罗”“蚕浴”“下簇”“择茧”“缫丝”“络”“经”“织”“布浆”“攀华”“赶棉”“弹棉”“擦条”“纺”。

根据定义类和类的层次结构,可将耕织图像的特征信息分为基础属性类(NK:Basic)、物理属性类(NK:Phys)以及内容属性类(NK:Cont)(见表2)。

表2 耕织图像实体类型和形式化描述

类	核心元素	机读名称	示例
基础属性类 (NK:Basic)	名称	Title	雯蓝地彩描金耕织图凤尾尊、耕织图、《天工开物》、碑刻耕织图、春米图画像砖……
	创作时间	Time	汉、魏晋、宋、元、明、清……
	创作者	Creator	程棨、仇英、焦秉贞、宋应星……
	收藏地	Collection	英国维多利亚和阿尔伯特国立博物院、北京故宫博物院、台北故宫博物院、南京博物院……
物理属性类 (NK:Phys)	地理位置	Location	陕西绥德汉王得元墓、山东滕县黄家岭……
	载体材质	Material	瓷器、古籍、绘画、拓片、壁画、铜器
	尺寸	Size	高 46.5 厘米,口径 12.3 厘米,足径 13.2 厘米、长 24 厘米 宽 22.8 厘米(页幅)……
	设色	Color	工笔重设色、线描淡彩……
内容属性类 (NK:Cont)	绘画主题	Theme	耕田、灌溉、持穗、舂碓……
	故事情节	Storyline	耕种、灌溉、缫丝……
	工具	Tool	直辕犁、曲辕犁、耙耨、碌碡、铤艾、整经工具……
	动能	Energy	牛力、风力、水力、人力……
	技术	Technology	翻土、碎土、汲水、存水、脱粒……
	材料	Material	水、稻、谷、蚕种……
	耕作方式	Cultivation	一牛一人式、二牛一人式……

当检索用户搜索“耕作方式有哪些类型”时,经过语义输入,系统返回答案“一牛一人式、二牛一人式”。以“耕作方式——一牛一人式”为例(见图10),语义信息进入功能层,信息输入可分为字符输入以及知识图谱输入,经过一系列的场景图生成以及文字和图像的检测,形成视觉特征及外部知识图谱扩充两大部分,获得内容属性类(NK:Cont)、物理属性类(NK:Phys)以及基础属性类(NK:Basic)等各种核心元素信息。之后进入信息交叉层(见图11),将视觉特征与外部知识图谱扩充内容进行特征融合,进一步发现信息交叉层中的关联信息,挖掘正确的相关信息,实现信息的再传递。

每一幅图像的背后都蕴藏着人类发展的足迹,随着信息技术的发展,我们可以实现从多个维度对图像载体进行提取、关联,给用户提供更高层次、便捷

的服务体验,使图像信息流动、关联成网状。

4 结语

“耕织图像”是我国古代为宣扬农业生产、教化百姓生活,采用绘画的形式翔实记录耕作与纺织的系列图谱。“耕织图像”呈现时,基本每幅图配以简明扼要的诗文,对所描绘的生产环节给予精炼的注释和说明,由于其“图绘以尽其状,诗文以尽其情”,形象生动、细腻传神地描绘了耕织劳作场景的详细过程,对传播农业生产知识、推广耕作技术以及促进社会生产力发展起到巨大的作用^[26]。本研究通过对耕织图像资源进行调研和采集,将采集到的数据按人工标注规则以及各种载体类型的元数据规范抽取核心元数据,从不同角度展示了耕织图像的相关知识。用知识图谱来表达“耕织图像”,拓展了耕织图



像研究与知识服务的新思路^[27]。耕织图像知识图谱的设计建构是借助知识图谱这一人工智能的重要分支实现图文信息与图像的可视化呈现。“耕织图像”

相较于其他信息图像最大的特点就是其图像载体的多样性,如不进行知识关联,很难通过简单检索实现多种载体之间的关联。

由于当前的自然语言方法尚未完善,因此构建知识图谱需要付出一定的代价。完全人工的方法构建知识图谱,虽然保证了知识抽取时的准确性,但需要花费一定的时间与人力,较大规模的知识图谱构建由人工完成的几乎没有。因此,目前知识图谱的构建在准确率以及效率上还有待进一步完善。

总之,耕织图像知识图谱的构架设计及应用,是借助新的互联网技术带来的一种新的知识传播和服务方式,通过对知识和数据进行整合处理,再由计算机反馈给用户相关图像信息和扩展信息。在一定程度上解决了归类分散资料、快速存储调阅资料等一系列局限性,为用户提供了一条获取耕作与纺织知识的新路径,而且拓展了对耕织图像的整理与利用。本研究作为一种尝试,希冀在探索耕织图像知识图谱构建的同时,能推进对该类图像有针对性、更准确识别、聚类等问题的研究。

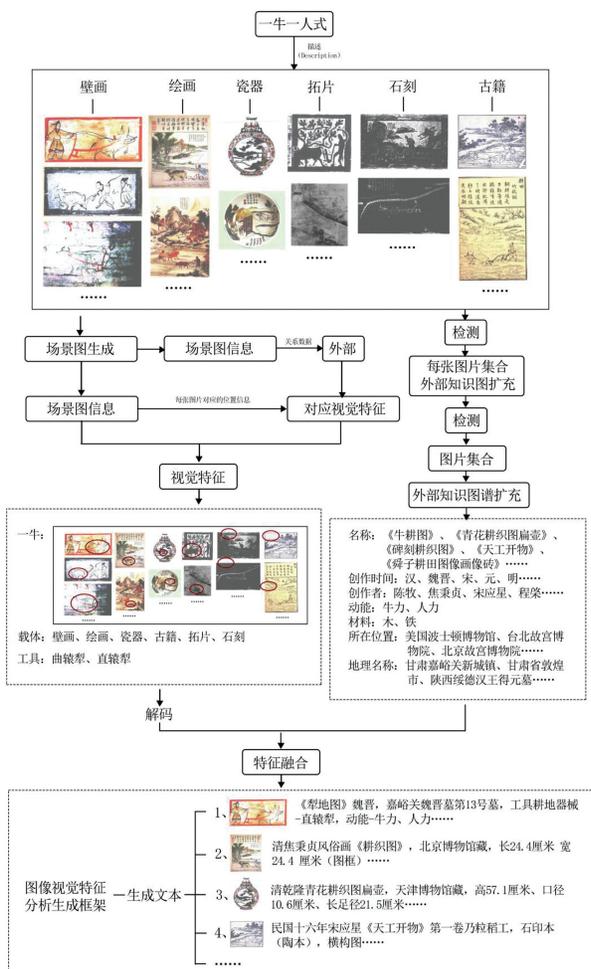


图 10 “耕作方式——一牛一人式”知识搜索结果查询

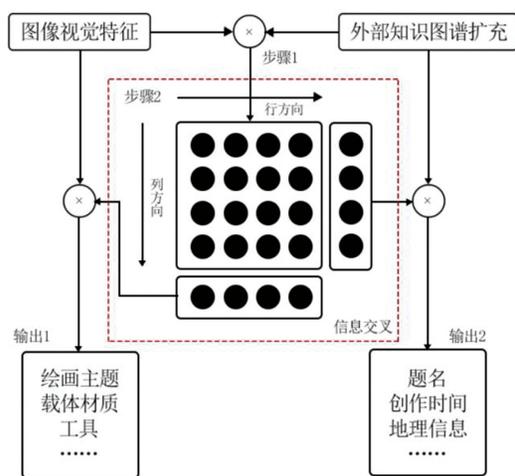


图 11 信息交叉程序

参考文献

- 1 新华社.中共中央办公厅国务院办公厅印发《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》[EB/OL].[2022-12-21].http://www.gov.cn/xinwen/2022-05/22/content_5691759.htm.
- 2 丁利民.基于数字化下博物馆文物知识图谱的构建[J].文物鉴定与鉴赏,2022(17):40-43.
- 3 钱智勇,陈涛,张志美,等.面向数字人文的典籍图像深度揭示与利用[J].大学图书馆学报,2022,40(5):37-47.
- 4 张敏.面向文物领域的知识图谱构建技术研究[D].西安:西北大学,2021:3-18.
- 5 胡汗林,邓三鸿.知识图谱在青铜器数字馆藏建设中的应用[J].数字图书馆论坛,2023,19(4):1-8.
- 6 鞠斐,王强.以版刻古籍纺织图像为核心的知识图谱设计及应用[J].图书馆论坛,2023,43(10):126-138.
- 7 李永卉,刘沁芃,卢章平.基于知识图谱的南朝陵墓石刻信息资源开发研究[J].图书馆杂志,2023,42(9):86-93,129-135.
- 8 程结晶,王心雨.敦煌遗书图像知识关联与语义描述[J].图书情报工作,2021,65(7):123-131.
- 9 臧志栋,随成龙,程结晶.“元绘画”作品的知识关联和语义描述研究——以明代“元绘画”作品为例[J/OL].图书馆杂志:1-14 [2023-10-12].
- 10 田学东,王志红,左丽娜.古籍汉字图像的可变形卷积网络检索模型[J].中国科技论文,2020,15(4):461-468.
- 11 丁恒,陆伟,林霞,等.医学图像模态特征表达及其比较研究[J].情报学报,2016,35(12):1296-1304.
- 12 邓三鸿,刘齐进,夏立新.博物馆中面向图像需求表达的标签分



- 类研究[J].图书情报工作,2016,60(2):14-21.
- 13 张毅.数字人文视野下西文古籍数据库的研发[J].大学图书馆学报,2023,41(2):57-64.
- 14 姚萍,李坤伟,张一帆.知识图谱构建技术综述[J].信息系统工程,2020(5):121,123.
- 15 张春云.实体关系抽取算法研究[D].北京:北京邮电大学,2016:20-23.
- 16 李悦,孙坦,赵瑞雪,等.大规模 RDF 三元组转换及存储工具比较研究[J].数字图书馆论坛,2020(11):2-12.
- 17 文化部.文化行业标准 古籍元数据规范: WH/T 66-2014[EB/OL].[2020-08-13].<https://www.mct.gov.cn/whzx/zxgz/wlbzhgz/202008/W020200813589545894387.pdf>.
- 18 绘画类元数据规范(征求意见稿),文物数字化保护元数据标准规范征求意见稿发布[EB/OL].[2017-03-20].<https://www.lib.pku.edu.cn/portal/sites/default/files/news/cms/resupload/0000001494/18.pdf>.
- 19 壁画元数据规范(征求意见稿),文物数字化保护元数据标准规范征求意见稿发布[EB/OL].[2017-03-16].<https://www.lib.pku.edu.cn/portal/sites/default/files/news/cms/resupload/0000001494/38.pdf>.
- 20 瓷器类元数据规范(征求意见稿),文物数字化保护元数据标准规范征求意见稿发布[EB/OL].[2017-03-10].<https://www.lib.pku.edu.cn/portal/sites/default/files/news/cms/resupload/0000001494/21.pdf>.
- 21 拓片元数据规范(征求意见稿),文物数字化保护元数据标准规范征求意见稿发布[EB/OL].[2017-03-10].<https://www.lib.pku.edu.cn/portal/sites/default/files/news/cms/resupload/0000001494/34.pdf>.
- 22 铜器类元数据规范(征求意见稿),文物数字化保护元数据标准规范征求意见稿发布[EB/OL].[2017-03-10].<https://www.lib.pku.edu.cn/portal/sites/default/files/news/cms/resupload/0000001494/19.pdf>.
- 23 石刻类文物元数据规范(征求意见稿),文物数字化保护元数据标准规范征求意见稿发布[EB/OL].[2017-03-10].<https://www.lib.pku.edu.cn/portal/sites/default/files/news/cms/resupload/0000001494/48>.
- 24 桑丽丽,朱哈.基于 Neo4J 的人物事件关系知识图谱构建研究[J].电脑知识与技术,2022,18(22):18-20.
- 25 毕鑫,聂豪杰,赵相国,等.面向知识图谱约束问答的强化学习推理技术[J].软件学报,2023,34(10):4565-4583.
- 26 王红谊.中国古代耕织图[M].北京:红旗出版社,2009:38-585.
- 27 谢玮,衡雨,邱菊芯.面向《天工开物》版本图像资源的知识图谱应用研究[J].包装工程,2023,44(S1):480-492,535.
- 作者单位:扬州大学美术与设计学院,江苏扬州,225009
收稿日期:2023年8月14日
修回日期:2023年12月19日

(责任编辑:关志英)

Research on Farming and Weaving Images Oriented Knowledge Graph Design and Application

Xie Wei Yang Jiayao

Abstract: Farming and weaving images are important image resources in the art field. The paper proposes a digital development for images of farming and weaving to construct the knowledge graph in various formats, and to design thematic search function for knowledge service. In the design research, the paper aims to construct data association, build graphic archive and ontology knowledge graph based on relevant images and texts. The knowledge graph model based on associated data can reveal the semantic information of farming and weaving images and provide new methods and ideas for their data conversion. The application of knowledge graph helps to obtain the hidden relations among images, interpret the connotation of unfamiliar farming and weaving images through comparison and analysis, and learn more about the evolution of farming and textile technology.

Keywords: Farming and Weaving Images; Media Formats; Knowledge Graph; Knowledge Search