

【档案资源】

基于关联数据的敦煌遗书 图像知识组织模式的构建

程结晶 王心雨

【摘要】敦煌遗书图像蕴含丰富的文化内涵,对于研究中国古代社会历史、宗教与美术具有重要意义,但传统单一线性的图像检索方式不利于敦煌遗书图像隐性知识的挖掘,影响知识发现的深度与广度。而关联数据能够连接多源异构资源,实现多种资源的语义互联,既能促进管理标准化与规范化,又有利于提升图像内容的深入整合,同时,将关联数据应用于敦煌遗书图像在理论、实践与技术上都具备可行性。为此,本文针对敦煌遗书图像的物理特征与内容语义特征构建敦煌遗书图像层次模型,使用元数据描述后将这些元数据进行关联;同时,本文基于关联数据设计敦煌遗书图像知识关联的组织模式,其自底向上分为数据收集层、语义描述层、数据关联层与知识应用层四层,旨在改善图像检索效果并利于敦煌遗书图像的知识发现与智能查询。

【关键词】关联数据;敦煌遗书图像;语义特征层次模型

【作者简介】程结晶,王心雨,扬州大学社会发展学院(扬州 225009)。

【原文出处】《档案学研究》(京),2021.5.52~59

【基金项目】本文系2019年扬州大学专业学位研究生教学案例库建设项目“图书情报硕士专业课程教学案例设计与分析(2019-2021)”、教育部人文社科基金“在线学术社交网络用户科研共享行为研究”(20YJAZH059)的阶段性研究成果。

0 引言

2020年是敦煌莫高窟藏经洞被发现120周年,藏经洞所藏珍品中的大部分历经百年颠沛流失海外,现分藏于各国博物馆、图书馆和档案馆等机构。敦煌遗书图像种类多样、内容丰富、色彩浓艳繁复、线条简单流畅,同时具有重要的历史文化价值,是历史、文学、艺术、宗教等诸多领域专家学者的重要研究素材。随着科学技术的进步以及学科体系的分类具体化,科研需求程度日益加深,关于敦煌遗书图像资源的研究也更加细致和多元,但由于敦煌遗书图像多种多样、所含语义内涵极其丰富,用户很难理解其中蕴含的特殊意义,这也严重阻碍了敦煌遗书图像的知识挖掘。目前,以图像元数据对图像进行标引的传统知识组织方式已经无法准确揭示数字图像自身及数字图像之间所隐含的深刻语义内涵。因此,为使当代科研人员与普通用户的研究需求相适

应,扩大敦煌遗书图像的知识发现程度,提高用户对遗书图像的认知程度,改进敦煌遗书图像的传统知识组织工作迫在眉睫。

1 关联数据优势

1.1 促进管理标准化和规范化

RDF是关联数据的底层数据模型,单条RDF陈述包括主体、谓词和客体三元素,描述两个事物及其关系,对可以链接或描述的内容没有任何限制,所以RDE具有强大的语义描述能力。^[1]它可实现对敦煌遗书图像及其相关资料之间的语义化描述与关联,横向上,敦煌遗书图像之间有着紧密联系,如形成朝代相同、呈现主题相同、装帧形式相同等;纵向上,围绕同一图像也会形成声像档案、论文著作、相关图像资料等。结合敦煌遗书图像形式与内容特征属性构建图像元数据,并在此基础上,采用RDF格式对遗书图像进行描述,并使用web可解析的HTTPURI形成

关联数据项。

1.2 提升图像知识的深入整合

目前国内外的各个敦煌遗书数据库相互独立,机构之间没有进行图像资源的整合;而在各个独立的数据库内部文献资源与图像资源的检索方式并无差异,均采用相同的著录条目,内部资源散落分布和外部资源相对封闭造成敦煌遗书图像资源没有进行最大化的档案资源整合,实际上大量的敦煌遗书图像都存在关联性。但图像资源的整合并不是简单机械的“加法”,而是冲破各个敦煌遗书数据库的限制对图像进行深度整合,关联数据技术支持随时将数据发布为关联的开放数据,URI可以对图像资源进行定位,实现图像与图像之间关联以及减少数据冗余;SPARQL是专门为RDF模型设计开发的查询语言,可用于查询RDF数据,以此提升图像资源的检索质量;蕴含知识推理功能的本体能够辅助研究人员挖掘图像潜在的隐性信息^[2];关联数据不受限于图像及其他资源的格式变化,将多源异构、分布式的图像资源进行有效的融合,增强敦煌遗书图像资源的整合深度。

2 敦煌遗书图像知识关联的可行性分析

2006年7月,万维网之父蒂姆·伯纳斯·李(Tim Berners-Lee)在《关联数据笔记》中最先提出关联数据这一全新概念,关联数据要求采用RDF(Resource Description Framework, RDF)描述资源,利用URI标识和命名资源实体,并建立能够被万维网解析的HTTP URI帮助用户查找与获取相关资源和数据^[3],它可将跨来源、跨类型的数据进行关联,实现知识的有序化和共享^[4]。因此,将关联数据技术应用于敦煌遗书图像知识的语义组织有利于挖掘图像资源的最大价值颗粒度,满足用户的检索需求。

在理论上,首先,敦煌遗书图像是中国乃至世界的珍贵文化遗产,通过分析敦煌遗书图像的语义特征有利于揭示图像本身、图像与图像之间隐含的语义内涵,对于研究中国古代社会历史、美术、宗教等具有重要意义;其次,目前档案领域对于图像信息利用与开发的探索依旧停留在图像信息的数字化,互联网、微信公众号、微博等大众媒介的研究层次,较少涉及挖掘图像信息蕴含的丰富知识内涵,通过研究关联数据的开发、发布和搜索技术,为相关部门对

图像信息进行开发与利用提供新思路和新实践指导。最后,敦煌遗书图像本身属于图像档案,对关联数据如何应用于敦煌遗书图像进行研究,同样对图像档案的开发与利用具有普适性,可以为档案界挖掘图像档案的知识内涵提供新的研究方向。

在实践上,国内上海博物馆在收集整理明代著名书画家董其昌的高清书画作品及其相关的文献资料的基础之上,借鉴CIDOC CRM等国际元数据标准,基于关联数据技术设计明清文人书画本体,以可视化的形式展现董其昌创作—教育—鉴定—旅游的四个人生维度^[5];国外博洛尼亚大学以Zeri照片档案馆收藏的意大利绘画私人档案为基点,开发F条目本体和OA条目本体以描述现有模型尚未完全涵盖的所有问题;然后,将目前Zeri照片档案馆目录中使用的描述性元素映射到RDF中,转换为CIDOC CRM,并将基于意大利内容标准Scheda(英文摄影条目)和SchedaOA(英文艺术条目工作)的源数据映射到上述两个新模型中;最后创建映射数据集输出的RDF^[6]。

在技术上,目前有许多软件工具支持关联数据的生成、发布和利用。如Drupal本质是内容管理系统,其核心是高度模块化的设计思想,以模块的形式进行功能的开发与管理,能够将自身站点的所有内容自动转换为基于RDF的语义数据,同时也支持导人领域本体FOAF、SKOS等,使这些领域本体和本地的站点内容模型之间形成映射关系;此外,Drupal还支持通过RDF链接在不同来源的数据之间建立关联关系,为用户提供更加便捷的访问服务^[7]。

关联数据技术能否应用于敦煌遗书图像知识开发,取决于相关知识的数字化程度。虽然目前尚未出现敦煌遗书图像专业数据库,但众多敦煌遗书数据库可以弥补这一空缺,这些数据库基本上都已完成敦煌遗书的数字化工作,并能提供编号检索功能,例如,综合性敦煌遗书数据库“国际敦煌项目IDP”,可以说基本上囊括了英、法、日、俄、中所藏敦煌遗书,在某种意义上可以将其视为敦煌遗书图像数据库,该数据库不仅可以提供敦煌遗书图像的清晰扫描文件,还在关联检索功能方面设置有丰富的元数据,甚至备列对某号遗书图像的研究文献目录。此外,从敦煌藏经洞被发现后,各国学者对敦煌遗书所

存图像的相关问题进行广泛探索,有关敦煌遗书图像的研究成果丰硕,研究文献数量相当庞大,这就为关联数据中的“关联”设定提供重要参考。敦煌遗书图像的数字化与充足的研究资料为关联数据的应用探讨奠定了基础。

总之,不论是从理论分析到实践验证还是到技术的应用,关联数据本身具有的RDF格式能够促进图像知识描述统一化和标准化、提升图像知识的整合质量到支撑关联数据应用的各种技术,这些都证明将关联数据运用于敦煌遗书图像的语义关联和知识组织具有极强的可行性。从已经建成的敦煌遗书图像相关数据库可知,目前收录有敦煌遗书图像的数据库在图像资源的标引与检索存在不足,而敦煌遗书图像数量庞大,绘画作品之间在不同层面有着紧密的关联,只有深入发掘和揭示图像之间隐藏的隐I生知识,才能充分发挥敦煌遗书图像知识最大的价值。因此,如何对敦煌遗书图像进行详尽描述是首先需要解决的问题。笔者根据已有的图像描述、标引与检索等文献,结合敦煌遗书图像自身物理层面与内容语义层面的特征设计敦煌遗书图像语义特征层次描述模型。

3 敦煌遗书图像知识关联的语义数据描述

在敦煌遗书图像知识本体的数据中,可在语义描述的层面上全面地揭示敦煌遗书图像的语义数据特征及内涵,来设计统一规范的多粒度语义数据描述模型(见图1),满足敦煌遗书知识的语义互操作要求。^{[8][9][10]}因此,在明确敦煌遗书图像知识的结构、概念、组成元素以及彼此之间关系的基础上,借鉴FOAF、ABC、CIDOC CRM等国际通用本体模型,以及参考DCMI、CDWA等元数据标准,结合敦煌遗书图

像知识本体的扩展及自定义特征^{[11][12]},对敦煌遗书图像知识高度抽象的概括,并将非形式化的敦煌遗书图像知识明确表达为敦煌遗书图像知识的各种概念及其之间的关系,来深度描述与揭示图像知识资源的层次型、叙事型、低层型、高层型、知识型、多粒度等多维度语义特征,相关资源交叉的语义关联^{[13][14]},对提高图像知识的检索与获取效率、语义的理解程度有重要意义。而实现跨域的图像资源自动调整与知识发现,需要针对用户检索图像的需求,将相应的图像资源词表及其元数据加入图像的高层语义描述中,结合图像扩展及自定义的多维度语义特征,借鉴图像志(潘诺夫斯基)理论,融合交叉元数据描述、实体标注、知识组织、结构化叙事的展示功能^[15],实现敦煌遗书图像语义描述内容的规范化,揭示敦煌遗书图像蕴含的主题、实体、概念、文化、事件等深层次知识资源及其语义结构。将该模型运用于敦煌遗书图像知识解读,不仅能够描述敦煌遗书图像知识的整体特征,还能描述敦煌遗书图像知识内部的细粒度对象与结构性语义单元,是敦煌遗书图像知识的高质量图像语义数据库建设的重要环节。^{[16][17]}

从图1可知大量敦煌遗书图像本身具有物理特征,这一物理性质往往是附着于其载体纸本之上而得以体现,所以在对其进行语义特征描述时,应该包含原始图像的物理(对象)层次和经过数字化扫描之后图像本身所呈现出来的视觉信息。物理(对象)层次主要涉及材质特征、边缘特征和字形特征,即纸张材质、尺寸、颜色、绘画技法以及施彩用墨等,有些特例[比如剪纸图像P.4517《持幡菩萨像》(剪纸)]就可以通过这一层次的描述加以区别,但是因为不具备相关条件,这一层次的语义描述暂不加以讨论,但若条

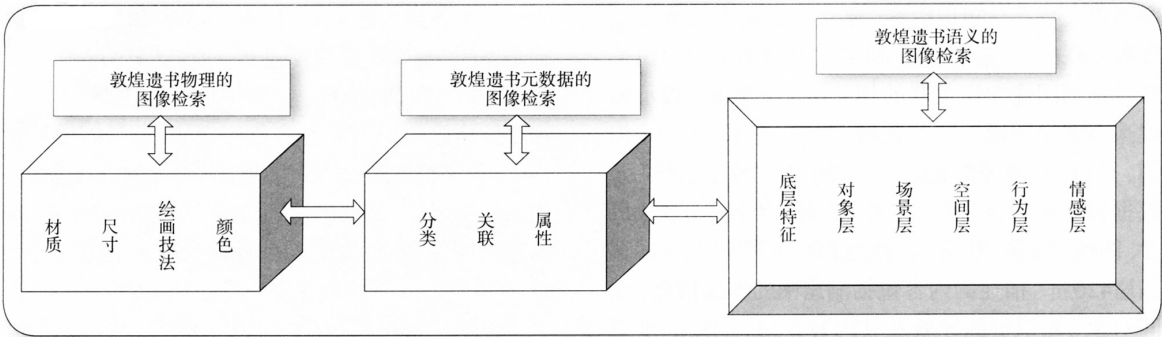


图1 敦煌遗书图像语义特征描述层次模型

件允许,还是应该尽力列入,以丰富语义描述的层次,使之臻于完善。

在图1中敦煌遗书图像的语义检索包含6个层次,分别是:敦煌遗书图像底层特征、对象层、空间层、行为层、场景层、情感层。其中,敦煌遗书图像最底层是其视觉特征层,包括敦煌遗书图像的各类花纹、符号、标记、形状、颜色、纹理等特征,采用识别、统计、学习等技术手段来实现基于敦煌遗书图像知识的检索内容,该层次不涉及敦煌遗书图像的知识内容,如最具代表性的云纹BD.13801《妙法莲华经卷第一织锦护首》卷首的织锦部分绘制大量精美的云纹,反映唐代绘画的精湛水平(见图2),值得美术史学者深入研究,将云纹列为元数据标签,收录于数据库,以便关联检索无疑将较大便利相关研究的开展。因此,该分类属性与关联有着敦煌遗书图像最底层特征与最高层语义之间相互关联的“语义鸿沟”。显然,敦煌遗书图像最底层视觉特征层以上的分类可称为敦煌遗书图像的最高层语义层。^[18]例如,学者王晓光认为敦煌遗书图像知识关联的语义描述方法可分为敦煌遗书图像语义描述底层视觉特征的底层特征层,敦煌遗书图像语义描述对象和对象空间的对象层,敦煌遗书图像语义描述对象场景、行为和感情的语义层。^{[19][20]}除敦煌遗书图像元数据和视觉特征外,还有反映敦煌遗书图像有其自身属性的是其空间层、对象层的特征,如敦煌遗书图像中人、植物、动物或者是其之间的行为活动、名字、动作、方向、拓扑等空间关系。敦煌遗书图像场景是特定对象空间之间特定关系的抽象表现,是指在敦煌遗书图像中非图像要素对象外的部分,敦煌遗书图像中每个对象空间所处的环境氛围、气候等条件,其场景是处理敦煌遗书图像语义中存在的短板、分歧等,但场景中的元素都是对象空间来描述的内容。如《220号窟北壁:药师经变》《257号窟:鹿王本生》《112号窟南壁:反弹琵琶》《428号窟:舍身饲虎》《61号窟:五台山图》,其中《鹿王本生》与《舍身饲虎》为叙事性图像,其余是经变性图像,描述的是敦煌佛经图像中的具体场景或地点。敦煌遗书图像中出现大量故事场景,往往是佛经故事的图像再现,类似于后世的连环画,如P.2003《佛说阎罗王授记四众预修生

七往生净土经》,类似图像的刻印本或其他写本,往往被称为佛经变相、经变或是变相。由于后世刻印或手抄本年代远远晚于敦煌遗书,所以敦煌遗书图像对研究经变的发展及其所折射出的社会形态、宗教历史具有极为重要的作用。

在图1中元数据图像检索包含敦煌遗书图像的元数据分类、关联、属性3个层次,包含的描述有题名与关键词描述、题记与图版描述、资源类型与资料格式描述、作者、出土地、绘成年代、内容等元素,是揭示敦煌遗书敦煌图像知识关联的语义类型、内容及修复历史、保存形式等,实现敦煌遗书图像资源的有效组织、准确地定位识别、存储和访问、快速搜索与便捷利用^[21]。针对敦煌遗书图像知识关联的语义特点与知识内容,建立敦煌遗书图像知识资源关联的元数据规范,制定敦煌遗书图像知识关联及遗书图像知识关联的相关语义元素集,揭示敦煌遗书图像知识关联的题材、内容、色彩、技法、构图、拍摄、资源等语义信息。^[22]例如,“数字敦煌”元数据核心集包含名称、作者、主题、年代、分类、尺寸、图像、描述、状态、收藏地和所属洞窟^[23],如“莫高窟420窟”描述的内容包括洞窟中的图像信息、空间对象、知识资源导航及其内容介绍、洞窟的全景漫游等^[24]。其中,洞窟中知识信息包括:洞窟号、建成时代、洞窟形质、遗址名称、所在地、知识资源数据创建单位及其创建时间等整个洞窟状态及各个部分的原创图像、洞壁、佛像的介绍等。^[25]

敦煌遗书语义的图像行为层是指人类在某个场景下特定的活动、状态或动作,人类的集体活动行为等。其行为要素是对象(who)、时间(when)、场景/地点(where)、内容(what),即人与人、人与物之间的背景知识作用与被作用及其行为发生场景的关联。交通工

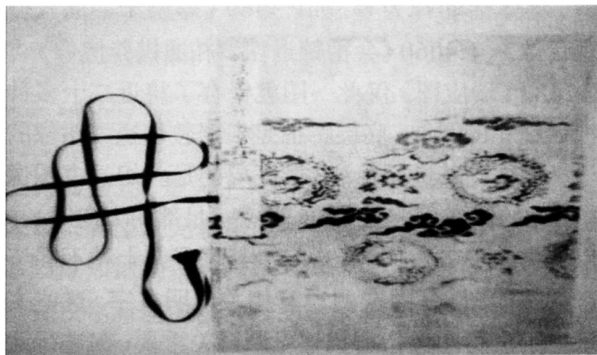


图2 BD.13801《妙法莲华经卷第一织锦护首》

具如凤辇、牛车、马车,如P.3995《彩绘炽盛光佛一尊》中炽盛光佛所乘坐的交通工具便是牛车,以及军事工具、生产生活用具和宗教使用的器具佛像、菩萨像中佛与菩萨所坐的莲花台座等,如敦煌洞窟位置,其图像标题及内容的大致描述,其图像的作者以及图像的创作年代,图像大小、图像内容,世俗人物、佛教神祇及供养人等对象空间,包括基础元素标注、事件、顺序、音频、讲解、集体活动行为等,如P.3969《彩绘十一面六臂观音像》、P.4060《会稽镇遏使罗祐通供养佛像》、P.2683《瑞应图》仅此一图就保存了将近二十多种神话精怪的图像。底层特征是根据敦煌遗书图像的语义层次为其进行标注,最底层的是敦煌遗书图像中人物的佩饰(头饰、服饰、手势、足部的方向等),以人物的手势为例,P.3905就记载了几十种不同姿态的手印图,各图左侧还有相关说明文字,这些文字对于进行图像特征描述可谓至关重要,在进行元数据处理之后,便可以与其他类别如敦煌壁画、石窟造像等进行数据关联,从而有利于研究者进行横向比较,拓展其研究广度和深度。如附有大量咒语的P.3679《唵字赞》,还有些甚至夹杂了西域文字,如P.4521就在符号中夹杂了很多回鹘文的字形,通过关联形式展现出来,便于研究者开展深入研究。其次是对象空间中不同的人物与动植物,再高的是场景层,最后是整个敦煌遗书图像的文本知识与语音解读。

对于各类人物来说,不同的人物对象所表现的情感是不同的,或者说敦煌遗书图像中人物与人物之间的情感是抽象的、模糊的、不可辨识的,因此,不同人物之间情感的识别需要结合人物所在的具体场景做描述。语义检索层中整个敦煌图像给人的主观感受,相关人物事件、人物出现的次数与所对应的位置,敦煌遗书图像中的人物自身与环境交融所流露出的高兴、惊奇、悲伤、恐惧、愤怒、厌恶等行为特征。图1模型中的情感层是指敦煌遗书图像中人物对象之间所流露出的高兴、悲哀情绪及其感受等。^[26]特别是有一些十分古怪,甚至是诡异的人物图像,更加需要补充相关语义描述,如P.4514《头像》(见图3),图像中心描绘了一位妇女的正面面容,夹杂忧郁、厌恶等情绪,而环绕在头像四周的密密麻麻的眼睛,仿佛画家故意营造出一种特殊、神秘又让人恐惧的

氛围,类似于这类表达人物特殊情绪的敦煌遗书图像,具有独特的研究价值,理应给予更多关注,并进行细致的语义描述,以便相关学者展开研究工作。敦煌遗书图像中的人物比较复杂,应为敦煌遗书图像中的人物单独构建本体,在语义描述层级中,对比人物的行为活动、服饰、手势等低层级特征,人物的情感态度的语义描述要更加深入,但是,为便于抽取实体概念和深入研究,可将人物的情感态度与人物其他相关方面结合,共同形成敦煌遗书图像中的人物本体模型(见图4)。

4 敦煌遗书图像知识关联的组织模式构建

关联数据的突出优势就是能够将分散、异构、跨界的数据进行链接,准确标识和定位各元素,支持不同知识层面资源的聚合、共享与发现。关联数据不仅突破了传统文本知识的组织方式,在图像研究领域也



图3 P.4514《头像》

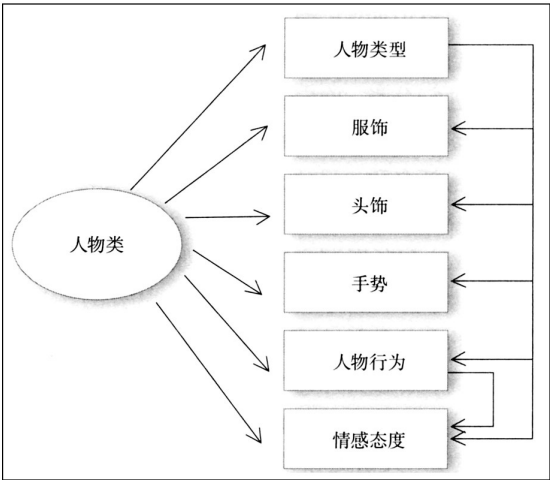


图4 敦煌遗书图像中人物本体模型

有所涉及。而关联数据的基础RDF则可以定义数据元素,将各元素关联在一起并提供通用框架以合并不同来源的数据。因此,敦煌遗书图像知识关联的组织内容包括:知识关联的数据收集,知识本体的语义描述,进行RDF知识链接的数据关联,为用户提供深度服务的知识资源应用与服务等元素(见图5)。

数据收集层。收集数据是通过计算机图像处理技术来获取数据形态与高精度的专业数码相机采用覆盖式拍摄获得高分辨率的图像数据,是敦煌遗书图像知识关联语义组织模式构建的基础工作,数据的来源多样、内容异构,如各国敦煌遗书收藏机构中的数字化图像、相关敦煌遗书数据库、专业数据库中收录的研究文献(包括学术期刊、论著、科普性书籍等)、与敦煌遗书图像有关的电视节目、纪录片等视频资源。对于非数字化的资源,可按照国家档案局发布的《纸质档案数字化规范》《录音录像档案数字化规范》等档案数字化领域的相关标准统一转化为数字形式。这些数据、信息和知识被收集后会出现重复的内容,所以需要对它们进行基本的分类与去重,建立初始的元数据语料库。在第一层数据采集层中,经过图像数据收集、保存、检索和利用,用元数据的标注方法,对敦煌莫高窟中的壁画、塑像、遗书、

洞窟等文化遗产进行深度的语义标注,标注包括洞窟号、所在地、洞窟年代、名称、洞窟形状、分类、遗址名称、曾用名、图版编号、图版标识、数据创建单位、类别、壁画子类、创建时间、关键词和备注等,呈现文字、图表、声音、图像、动画、视频等视听效果的综合语义关联^[7],其视觉元素主要围绕敦煌知识图像的色彩、造型与材质进行,它们既可以独立的形式存在也可以复合的形式存在,由此所形成敦煌图像语义描述与图像内容互为一致、相融,这样就不会影响图像数据收集的语义描述的质量。

语义描述层。语义描述是对敦煌图像知识特征进行的描述,是关于其图像数据的数据。由敦煌图像知识属性或元素组成的一系列元数据记录,在敦煌图像知识的描述或标注中是必需的。例如,在拜城克孜尔石窟中被发现的《鹿王本生》的元数据即敦煌壁画的元数据,由描述该壁画的数据标题、内容、出土地、绘成年代、作者等相关元素组成。这与文本检索的图像元数据(TBIR)和内容检索的图像元数据(CBIR)有异同之处。TBIR是用关键词对每张图像的描述,构成关键词索引,容易操作,只需检索关键词即可搜索所需图像。CBIR是利用计算机直接抽取图像的特征,即对图像的底层视觉特征(如图像的色

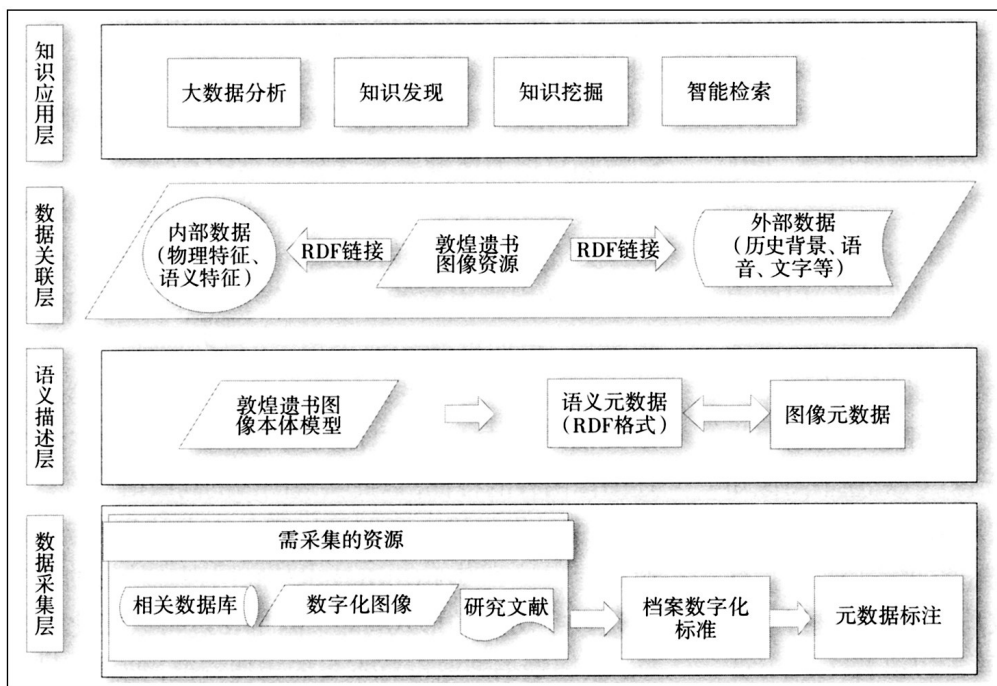


图5 敦煌遗书图像知识关联的组织模式

彩、形状和纹理等)进行描述,从海量的图像中快速查找到与用户需求相满足的相关或相似的图像。^[28]本体描述是指共享概念模型的明确的形式化的规范说明^[29],简而言之,本体是某个领域内实体概念的集合,是用来表示语义的载体,本体能对实体进行分类、确定上下位关系及所有实体的属性,还能实现实体之间跨类别的连接。即本体描述的内容包括名称、尺寸、重量、外形、文物时期、出土日期、出土地点、色彩、用途、象征意义、描述、状态、收藏地和所属洞窟等元素,如敦煌“莫高窟420窟”^[30]。因此,相比于TBIR和CBIR,构建敦煌遗书图像知识本体能够实现图像本身的高级语义表达,使用户的检索更加快捷和智能。鉴于此,笔者自建本体模型,将敦煌遗书中的图像分为四类,即物体类、图案类、人物类和场景类,在各大类下又分小类等,笔者在上文语义数据描述中已详细阐述,这里不再赘述。然后采用RDF对本体模型抽取的实体及实体之间的关系进行描述,再通过相关研究文献内容的资源自动标引技术,不断丰富敦煌遗书图像的语义信息,建立有效的HTTP URI进而实现图像与文本的语义互联,为多种类型的数据关联做好准备。

数据关联层。数据关联层是实现基于关联数据的敦煌遗书图像知识关联的语义组织模式的核心。数据关联包括图像内部和各个图像之间的关联,以敦煌遗书中P.4518(39)的《达摩多罗像》为例,图中达摩多罗与手上的工具是“持有”的关系,与此同时达摩多罗又与P.4029的《行脚僧图》有着密切联系,因为这两张图像的原型都是唐代李通玄居士像。敦煌遗书图像知识比较分散且杂乱无章,更需要对语义描述层形成的RDF形式的语义元数据进行分析,根据图像自身特点以及图像之间的关系,将这些散乱的元数据进行重新整合与组合,即通过视觉元素,再配以语音、文字、音乐、背景所形成故事情节元素的再现,尽可能将敦煌遗书图像背后隐藏的各种关系完全展现出来,这些都离不开图像数据的关联。即使不同地域敦煌遗书再现,其图像数据的描述与关联不变,如敦煌莫高窟的“数字敦煌”的再利用,其图像内容的构成是基于“历史实际”传承的再现。^[31]而RDF的三元组语句的主谓宾都表现为URI,通过URI

对相关敦煌遗书图像的数据进行统一标识,然后利用RDF将不同的数据集中链接到同一资源的元数据进行关联,由此形成语义互连网络。数据关联层基于关联数据发布的技术将RDF语义元数据相互关联,以此揭示隐含在不同遗书图像之间的相互关系,并通过RDF链接使得图像之间能够相互访问。最终使复杂的敦煌遗书图像资源信息重组为一个互相联系的有机整体,发掘整个敦煌遗书图像知识网络的最大价值,提高图像的利用质量和服务效率。

知识应用层。为社会公众提供利用服务是图书情报与档案工作的最高原则。利用关联数据对敦煌遗书图像采集、描述、组织和整合之后,将已经获得和将要获得的图像、视频等多种数据和文献数据汇集的智能关联,运用测绘遥感技术将莫高窟外形、洞内雕塑等一切遗迹进行虚拟再现,构建一个多元化与智能化相结合的石窟文物数字化资源库、通过互联网和移动互联网面向全球共享,并建立数字资产管理系统和数字资源科学的保障体系,形成数字敦煌:经典洞窟—经典壁画—全景漫游,包括将图像知识发布为关联数据、图像语义浏览与检索、图像知识发现与知识挖掘等,不仅有洞窟、壁画、塑像等文物,还有与洞窟相关的窟外自然、人文环境,是多学科交叉融合保护的必然,涉及人文、物理、化学、工程、建筑、环境、生物、计算机等多学科结合,从而形成完整的敦煌遗书图像知识的组织模式。为用户提供图像知识利用服务的智能高效检索,实现敦煌遗书图像知识大数据分析 with 数据价值的挖掘。^{[32][33]}

总之,任何事物都包括形式和内容两部分,通过上述分析发现,第一层即最底层为物理层,第二层是图像视觉内容特征层,第三层是高层级的语义数据层,第四层是知识应用层,以期加强图像检索深度,为用户提供更加智能的检索效果。在第二层语义描述层中,笔者提出构建敦煌遗书图像本体描述图像内容的特征,以此实现图像的高级语义检索,这是数字化扫描之后图像知识的内容特征,与此同时笔者也提到基于CBIR技术的底层视觉特征抽取,这是数字图像的形式特征。但是在进行数字化扫描前,敦煌遗书图像也有本身的物理特征,如载体材质和载体尺寸等,这三方面都属于图像的特征。因此,在设

计图像检索的元数据时应该包括以上三方面,这样才能把敦煌遗书图像的特征完整地表现出来。

5 结论

敦煌遗书图像是世界的艺术宝藏和珍贵的文化遗产,其中蕴含丰富而又复杂的历史文化和艺术积淀。目前,国内外的许多敦煌数字化项目在图像检索方面存在不足,本文首先对关联数据应用于敦煌遗书图像进行了可行性分析,丰富的理论文献与国内外的实践表明,关联数据在图像关联与检索方面有具有广阔的应用空间;其次,笔者根据敦煌遗书图像的物理(对象)特征与图像内容语义特征构建敦煌遗书图像语义特征描述层次模型,使用元数据描述它们各自的属性并将这些元数据进行关联以此揭示敦煌遗书图像的显性与隐性知识;最后提出基于关联数据的敦煌遗书图像知识关联的组织模式,它包括数据收集层、语义描述层、数据关联层和知识应用层四层,从收集基础数据的前提工作,到对敦煌遗书图像进行语义描述,再到建立图像之间的语义互联,最后实现知识发现与智能检索等为社会提供更便利的目的。

本文存在许多不足之处:首先,敦煌遗书中的图像除保存部分完整的图像之外,还有许多残缺的图像,为便于研究,笔者只选择敦煌遗书中保存较为完整的图像作为研究对象,如若条件允许,关于残缺图像的研究也应列入文中进行探讨;其次,由于实践条件和技术能力限制,本文只是从理论层面提出敦煌遗书知识关联的组织模式和语义特征描述层次模型,尚需在具体实践的过程中来检验相关设想的可行性,并作出相应修正和完善。

参考文献:

- [1][美]大卫·伍德,[美]玛莎·扎伊德曼,[美]卢克·鲁恩,等.关联数据万维网上的结构化数据[M].蒋楠,译.北京:人民邮电出版社,2018:16.
- [2]左娜,张卫东,贾琼.基于关联数据的档案文化资源整合研究[J].兰台世界,2018(2):21-25,16.
- [3]刘炜.关联数据:概念、技术及应用展望[J].大学图书馆学报,2011(2):5-12.
- [4]陈涛,夏翠娟,刘炜,等.关联数据的可视化技术研究与实现[J].图书情报工作,2015(17):113-119.
- [5]童茵,张彬.董其昌数字人文项目的探索与实践[J].中国博物馆,2018(4):114-118.

[6]DAQUINO M, MAMBELLI F, PERONI S, et al. Enhancing Semantic Expressivity in the Cultural Heritage Domain[J]. Journal on Computing and Cultural Heritage, 2017(4): 1-21.

[7]夏翠娟,刘炜,赵亮,等.关联数据发布技术及其实现——以Drupal为例[J].中国图书馆学报,2012(1):49-57.

[8][14][16]王晓光.敦煌智慧数据研究与实践[J].数字人文,2020(4):6-10.

[9]王晓光,侯西龙,程航航,等.敦煌壁画叙词表构建与关联数据发布[J].中国图书馆学报,2020(4):69-84.

[10][20]王晓光,徐雷,李纲.敦煌壁画数字图像语义描述方法研究[J].中国图书馆学报,2014(1):50-59.

[11]徐雷,王晓光.叙事型图像语义标注模型研究[J].中国图书馆学报,2017(5):70-83.

[12]李旭晖,吴燕秋,王晓光.演化视角下图像的语义表示[J].图书情报知识,2017(6):79-86.

[13]李旭晖,吴燕秋,王晓光.基于角色关联方式的叙事型文化遗产知识表示方法[J].图书情报工作,2017(9):116-122.

[15]王晓光,刘雪梅,夏生.文化遗产图像深度语义标引方法设计与实现[J].图书馆学与资讯科学,2017(1):97-121.

[17][18][25][26]郭精卫.用户视角下的敦煌壁画数字图像语义标注效果比较研究[D].武汉:武汉大学,2015.

[19]戴旼.博物馆文物数字化影像元数据的研究与应用[J].博物馆管理,2020(4):11-17.

[21]杨西宁,杜义涛,赵书城.敦煌石窟艺术元数据标准的设计及实现[J].上海交通大学学报,2003(S1):221-225.

[22]黄崑,王珊珊,耿晖.国内图像元数据应用研究现状与分析[J].国家图书馆学刊,2015(4):60-66.

[23]百度.打开“数字敦煌”官网——这里让你走进敦煌石窟[EB/OL].[2021-04-20]. <https://www.e-dunhuang.com/index.htm>.

[24]百度.敦煌石窟旅游网[EB/OL].[2021-04-20]. <http://tour.dha.ac.cn>.

[27]谷阿靖.敦煌文化的数字化再现及旅游体控设计[D].兰州:西北师范大学,2015.

[28]王磊,朱学芳.图像检索中的元数据分析[J].情报科学,2005(9):1414-1417.

[29]王向前,张宝隆,李慧宗.本体研究综述[J].情报杂志,2016(6):163-170.

[30]郭精卫.用户视角下的敦煌壁画数字图像语义标注效果比较研究[D].武汉:武汉大学,2015.

[31]钟林斌.史实与虚构之间——论关汉卿对历史题材的处理和历史人物形象的塑造[J].社会科学辑刊,1984(5):124-126.

[32]樊锦诗.“数字敦煌”意义在于永续利[EB/OL].[2021-04-20]. http://www.cssn.cn/lxs/xpy/201408/t20140801_1276184.shtml.

[33]“数字敦煌”资源库平台全球发布[EB/OL].[2021-04-10]. http://wwdc.sach.gov.cn/art/2016/5/3/art_722_130588.html.