

事件驱动的数据可视化交互设计:基于“数据叙事”的探索和实践

铁 钟 夏翠娟 黄 薇 朱永宁 刘梦悦

摘 要 随着美术馆、图书馆、档案馆、博物馆(GLAMs)等文化记忆机构的数字化转型,大批馆藏资源转化成多模态数据,大量经过规范整序和结构化组织的知识从资源和数据中被提取出来,供“数据叙事”分析和利用。以“上海年华”项目所建“上海文化总库”为数据源,通过“上海之源·文化年谱”展项,重构数字叙事模式,该组数据涵盖美术、出版、戏曲、文学、教育、音乐、电影等12个大类,时间跨度从1840至1949年,包含16865条历史文化事件。根据事件之间的事理逻辑关系,建立非线性的时空关联关系,遵循交互式、艺术化的数据可视化设计理念,构建体现城市历史文化演化关系的数据艺术图谱,实现城市数字记忆的多维数字叙事;以“事件驱动”为基础,通过知识节点的主题领域和节点间关联强度进行分类,根据影响因子的数量与粒度生成宏观的时空可视化图谱,图谱以交互式的方式,多维度展示了馆藏资源内容之间的叙事性、互动性与关联性;在交互的过程中,赋予用户更多的互动性选择,通过非线性的数据关联,引导用户基于兴趣点建立属于自己的数字叙事逻辑。这种非线性可视化交互模式为跨机构的知识聚合与传播提供了新的方法与路径。图4。参考文献34。

关键词 数字人文 数字记忆 数据叙事 数据可视化 交互设计 文化年谱 GLAMs

分类号 G250.7

Event-driven Interaction Design for Data Visualization: Exploration and Practice Based on “Data Storytelling”

TIE Zhong, XIA Cuijuan, HUANG Wei, ZHU Yongning & LIU Mengyue

ABSTRACT

With the implementation of the national cultural digitization strategy, GLAMs has extracted a large amount of standardized and structured knowledge from resources and data. Some knowledge data comes from newspapers, old photos, books, celebrity files, maps, videos, etc. Data resources include the results of metadata description, OCR recognition, named entity recognition, and keyword tagging of digital resources. Data types include different formats such as image data, text-based unstructured and semi-structured data, structured data and semantic data, showing the characteristics of multi-source heterogeneity and multimodality. These multimodal data are used in fields such as resource promotion, knowledge dissemination, and innovative services. Based on these multimodal cultural heritage resources, the interaction and virtual space constructed by digital technology are integrated to form a new “media language” and a new “narrative language”.

This article takes the “Cultural Chronicle” exhibition item of the Shanghai Library as an example, and uses

通信作者:夏翠娟,Email:xyk@yeah.net,ORCID:0000-0002-1859-6979(Correspondence should be addressed to XIA Cuijuan,Email:xyk@yeah.net,ORCID:0000-0002-1859-6979)

event-driven interactive data visualization design to help promote cultural heritage resources and spread urban culture. These data are multiple data sets that have been carefully processed and fine-grained indexed by professional librarians from resources and data of various types, sources, and formats, and are organized and coded by semantic technology. Such a data set not only serves as a knowledge base for readers to consult, but also serves as a data snapshot of Shanghai's historical and cultural development process, reflecting the details and overall picture of the city's historical and cultural development from all aspects.

The innovation of this paper is that the “Cultural Chronicle” exhibition item is based on the multimodal cultural heritage resources in the “data infrastructure” oriented to humanities research, embodies the development and evolution of Shanghai's history and culture as a luxuriant tree of life, and displays Shanghai with six cultural dynasties. From germination to early formation, from transformation to resistance, modern culture has a new development process together with the birth of new China. Different from the traditional linear timeline, it highlights the interrelationships of important figures, social groups and landmarks in the development of modern Shanghai culture, and reveals how celebrities from different life backgrounds and cultural fields communicate and connect. Intertwined and connected, like lush branches, it presents the flourishing Shanghai style culture.

As a new model of “digital storytelling”, “data storytelling” can break the traditional single and linear narrative logic, establish an interactive context with users, and help users obtain the hidden meanings in large-scale data in the process of continuous interaction. Discover new links and encounter new knowledge in fragmented data. Based on the framework of data storytelling, using data as a carrier, the cultural value behind the event is deeply excavated, so that research sources, hidden information, clear reasoning and visualization-based results can be displayed and shared, triggering the audience's thinking about history and vision of the future. 4 figs. 34 refs.

KEY WORDS

Digital humanities. Digital memory. Data storytelling. Data visualization. Interaction design.
Cultural chronicle. GLAMs.

0 引言

2022年5月发布的“国家文化数字化战略”针对文化数字化建设工程的实施包含文化资源数字化、文化生产数字化、文化传播数字化三个部分^[1]。“战略”强调要加快文化产业数字化布局,特别是在文化数据采集、加工、交易、分发、呈现等领域重点推进。随着国家文化数字化战略的推行,各美术馆、图书馆、档案馆、博物馆(Galleries, Libraries, Archives and Museums, GLAMs)不仅在馆藏资源的收集、保存上借助新型数字化手段,同时也更重视以新的数字化方

法和技术助力资源推广、知识传播和创新服务,从知识聚合(Knowledge aggregation)到知识组织(Knowledge organization)再到知识传播(Knowledge transmission),GLAMs正在全面推进数字化转型。这些知识数据来自报纸、老照片、书籍、名人档案、地图、视频等数字资源的元数据著录、OCR识别、命名实体识别、主题词关键词标注的结果,数据类型包括影像数据、文本型非结构化与半结构化数据,以及结构化数据和语义数据等不同格式,呈现多源异构、多模态的特点。基于多模态文化遗产资源,利用数字技术将其所构建的交互和虚拟空间加以融合,形成了一种新的“媒体语言”和新的“叙事语言”^[2]。

当多模态数字内容被组织在一起呈现时,需要借助新的叙事形式和逻辑。不同的媒介具有独特的信息呈现形式,相应地也会要求独特的叙事语言和表达形式。报纸通过二维的版面进行呈现,历史照片拓展出三维的空间,声影资料加入了时间的维度,媒体特征决定了内容表达的设计方式。文化遗产资源的数字化和数据化为不同的叙事语言融合在一起提供了可能性,多模态数字内容的分享与传播需要重构媒介化表达,以充分传递新的数字叙事模式。

上海图书馆东馆基于“上海年华”项目建设的数据基础设施,策划了以文化体验、感知、传播为目标的上海之源、上海视界、上海之声等三大内容、五个系列的数字媒体展项,充分利用声音、色彩、线条等元素,以及元素变化和交互所传达出的各项特征和关联,将数字叙事与可视化交互设计交叉融合。本文在综述国内外“数据叙事”研究和实践的基础上,介绍并阐释“上海之源·文化年谱”(以下简称“文化年谱”)展项在“数据叙事”方面的探索和创新,以期为数字人文和数字记忆实践探索和学术研究提供参考。

1 研究和实践综述

随着信息技术的进步,图像逐渐成为人们理解世界和再现世界的方式,人类已经全面进入“世界图像时代”。以视觉为基础的文本内容、以跨学科为架构的研究范式,为 GLAMs 提供了新的研究思路。不同的文化机构研究内容存在一定交叉,《巴拉宪章》(*The Burra Charter*)将文化机构定义为“一个探究过去记忆的地方,一个考虑现在的论坛,一个可以激励、指导和告知的场所”。大部分 GLAMs 都在致力于馆藏资源的数字化,根据《欧洲文化遗产数字化报告 2015》(*Survey Report on Digitisation in European Cultural Heritage Institutions 2015*)显示,平均 25% 的馆藏被数字化,这一数字还在逐年递增^[3]。如何将这些数字化内容从单调的数据转换为可以被传播的知识内容成为 GLAMs 近

年来关注的重点。

1.1 叙事路径

多模态文化遗产资源的数字化和内容数据化为多维度的叙事路径奠定了多元的文化数据基础, GLAMs 不再以权威的姿态出现在公众面前,而是以更加亲近的方式提供参与与访问的空间。数字叙事(Digital storytelling)以视觉感知为切入点,在信息化的时代背景下,探讨数字化所能带来的更多可能性。这一概念是信息技术与叙事学结合的产物,主要有互动小说、超文本、网络叙事、互动戏剧和包含叙事的电子游戏五种类型。

“互动性”是数字叙事区别于传统叙事形式的关键,在描述数字媒体这种特殊资源时,数字叙事将叙事性和交互性作为主要特征,数字图像具有真实性和流动性,同时用户的输入决定也会引起数字环境的变化。可以说数字媒体的特点就在于交互性,这体现在其内部线性结构的回应方面^[4]。

数字叙事的概念有时也会用多媒体叙事(Multimedia storytelling)或跨媒体叙事(Cross-media storytelling)来表述,这种叙事形式是在单一媒介形式向多元媒介形式转换的背景下降生的。扁平化的叙事结构多以参与者的角度讲述故事,但人们更倾向于数字叙事这种带有互动参与形式的叙事表达。“数字”并不是指特定的技术,而是一种建立在语义网和媒介化基础之上的手段与路径。有别于传统博物馆的“宏大叙事”和“纪念性叙事”,数字叙事呈现更多不完美或并不完整统一的表述,以融合、重叠、即兴随机的内容与方式,提供一系列并存的意义,供人们在不同的实际或虚拟场所参观或访问^[5]。图像也逐渐成为了叙事的主题内容,利用可视化可以形成多种类型的视觉叙事模式,其中包含诸多基于数据驱动的可视化图形^[6]。这些可视化数据被广泛应用在数据之间关系的呈现方面,这不是单一局部维度的叙事,而是通过分析、比较和映射多维度地反映数据和知识之间的关系,通过对比分析揭示数据集中隐含的意

义,观众可通过直观的视角看到这些数据形成画面^[7]。

随着数据环境的复杂化,以及数字技术发展和信息生产能力的提升,数字人文项目的资源不断趋向多样化和复合化。冯惠玲指出相较于传统叙事的线性结构,非线性的数字叙事以及加入用户参与的互动交互,可以产生新的知识聚合与传播^[8]。数字叙事作为一种在线叙事,交互性成为叙事的核心^[9]。也有学者提到超文本与用户参与等多方面的影响,这种最具文学性的形式使用户不必每次都从头展开一条故事线,也许互动的操作只是作为一块拼图,不断完善整个故事的结构^[10]¹²⁻¹³。超文本改变了叙事结构的编码,参与用户的理解方式和用户的最终体验,其对于叙事的重构最为重要的就是交互的过程和方式。宋新潮指出,在信息技术影响下,一种以物、人、数据动态双向多元信息传递模式为核心的智慧博物馆逐渐形成,其具有基于角色(Role)、对象(Object)、活动(Activity)、数据(Data)四个维度的特征模型^[11]。相关文化机构叙事的主题发生转变,新技术的介入也在不断重塑机构的传播模式,从“线性传播”到“参与式传播”,叙事的主体在不断扩展^[12],这种传播模型大都基于交互数字叙事理论^[13]。在GLAMs数字化转型以及用户需求多样化的背景下,GLAMs需要探索出一条属于自己的发展道路。张斌提出“数字叙事驱动型”馆藏利用模型,并从该模型的核心特点、组成架构、实践案例三个方面进行剖析,旨在为数字环境下GLAMs创新业务内容、服务人文研究、传承和发展人类文明成果提供新的路径^[14]。

在实践方面,欧洲 Europeana 项目的 EDM (Europeana Data Model) 即是一种基于本体的跨 GLAMs 领域的知识模型。EDM 提供了额外的表达性和灵活性,从而提高数据内容查询的丰富性,包括获取第三方资源的丰富数据,以及基于上下文的数据关联。这种扩展性的参与,可以让用户从不同的角度将数据关联在一起,不同于专家所设定的交互路径,这种数据的互动

带有用户本身的视角,参与性和游戏性都能引起用户的高度关注。部分机构将这种参与性提高到了另一个高度,美国克利夫兰艺术博物馆(Cleveland Museum of Art)早在2013年就开发了 Gallery One 项目,在进入博物馆之前就有一个数字化空间,通过互动游戏,用户有机会了解每件艺术品的故事,可以更有目的地探索自己感兴趣的艺术品所在位置以及相关背景故事。这种邀请参观者加入的互动游戏从参观伊始就建立了用户和展品之间的联系,针对不同的年龄和知识层次定制知识内容,激发用户从自己的角度与展品互动。这些交互设计都是通过由元数据进行数据控制和组织的定制型数据融合管理系统(Piction CMS)实现关联的^[15]。基于知识传播的严肃游戏(Serious games)概念提出后^[16],经过多年的发展,在GLAMs中已经被广泛应用,与之相似的叙事游戏(Narrative games)也有着共同的技术基础^[10]^v。早期这些项目大多结合互动文学,加入部分互动影像与装置,逐渐被公众所认知。类似的案例还有澳大利亚的“分享我们的战后移民故事”项目,英国国家档案馆的“面向对象的多用户游戏”项目,武汉大学开发的“基于 IIIF 的敦煌壁画数字叙事系统”等。也有以跨领域合作为基础的数字化项目,这些数字化项目都在尝试构建基于知识重构、场景再现以及用户参与的互动内容,从不同的维度对数据进行说明(Illustrating)和诠释(Representing)^[17]。

1.2 数据叙事

大数据时代,人们在海量低值数据的裹挟下获取数据看似容易,但由于算法推送等诸多原因,致使数据不能保持开放性、公共性和可持续性。GLAMs 领域的学者逐渐认识到打通数据底层逻辑的必要性^[18]。大数据技术支撑了新的研究范式和跨界交流模式,数据体量的几何倍数增长让数据的处理与分析变得困难,对于人文社科的研究者而言尤其困难,因为人文研究的数据更强调资源描述和内容数据化。学者基

于数字人文的视角,在研究数字叙事的基础上,提出利用数据叙事(Data storytelling)展开文化与教育研究的路径与方法,也寻求建立数据间的逻辑关系。原生数据是未经过处理和组织的客观观察,缺乏上下文和解释,其本身并没有含义和价值^[19]。未经过处理的数据虽然客观地反映了观察结果,但只是数据对象及其属性的集合,用于描述对象的变量、阈值和特征等属性。近些年来,数据呈现巨量化、动态化和多样化的特征,传统的方法已难以应对海量的原生数据,只有赋予目标,并关联上下文的语义数据才能参与叙事。早在1966年,彼得·诺尔(Peter Naur)就提出了数据学(Datalogy)的概念,数据学将数据本身作为研究对象,作为数据和数据处理领域的术语以区别于计算机学。2001年,国际虚拟叙事会议(International Conference on Virtual Storytelling, ICVS)召开,数字叙事逐渐加入交互的内容,研究也多聚焦于虚拟现实技术和非线性叙事等内容^[20]。数字工具的不断丰富,为传统叙事理论扩展了新的范式。早期数字叙事多基于传统的叙事形式,只是在数字环境中加入叙事内容;沉浸式交互技术的发展,为数字叙事提供了更多可能性;数据科学的发展使关于数据本身的研究受到关注,文本、结构化、非结构化和语义化数据的相关研究也在不断展开。

经过多年的发展,针对文本的数据描述逐渐提升到对层次性文本内容分析的高度,如提取关键词建立标签云(Tag cloud)^[21],或建立文档卡片(Document cards)^[22]分析图像与文本之间的关系。数据驱动的叙事研究从静态化数据视觉分析向数据挖掘以及动态数据内容提取等研究路径发展。研究的目标也逐渐清晰,定位于开展跨学科的数据驱动叙事,并开发叙事的评估框架^[23]。数字叙事关注在数字化环境下基于多种数字化媒介和数字化技术所呈现的故事构建,而数据叙事则更强调将数据作为数字叙事的主要媒介,聚焦数据本身从抽象到具象,从可计算到可视化,从记录到展演和传播的叙事

过程。国内研究数据叙事的学者集中于图情学和传播学领域。在图情学领域,朝乐门系统分析了数据叙事的基本要素、呈现途径和结构等关键内容,提出数据叙事可以提升数据的可理解性、可记忆性及可体验性^[24];丁家友从数字人文视角分析了数据叙事的应用与实践^[25]。传播学领域的学者关注数据对于传播的影响力,以及数据新闻传播范式与策略。其他学者主要聚焦于互动性参与对于数据内容传播的影响,但研究大多滞后于实践,缺少在应用层面上的突破。

在数据体量呈几何级倍数增长的当下,基于视觉的信息处理无疑是高效的,可视化有利于在宏观层面快速获取信息并做出判断。但简单的数据可视化不能传达出深刻的议题,加上人文社科数据的特点,通过“叙事”或“故事化”的语境可以被受众快速接纳。上海博物馆的“宋徽宗数字人文专题”项目从“人”“事”“物”三个维度实现数据的知识化、结构化和可视化呈现^[26]。类似的项目还有威尼斯时光机(Venice Time Machine, VTM),该项目将威尼斯国家档案馆的馆藏资料(包括手稿、专著、画作、信函、地图等文献类型)从多维的角度重组,创新了数字叙事的方式,重现威尼斯的历史场景与记忆;历史的形状(The Shape of History)项目将历史事件表达为形状和色彩;映射手稿迁移(Mapping Manuscript Migrations)项目基于手稿中提取的语义数据,以易于重用的模板化设计,从时空和社会网络关系等不同维度搭建多个门户,还原欧洲中世纪和文艺复兴时期的历史面貌;意大利的英国和爱尔兰旅行者词典1701—1800(A Dictionary of British and Irish Travellers in Italy, 1701—1800)项目则是通过档案的原始数据,基于特定的历史节点呈现可视化的空间形态,通过数据叙事展现出新的历史事件关联与形态^[27]。

2 事件驱动的数据叙事:重构“上海年华”的数字叙事模式

面向人文研究的数据基础设施建设将多媒

体数字资源进行文本化、结构化、语义化,同时整合了大量的多源异构数据。数据规模的扩大、维度的增加、粒度的细化、来源的多样化、关联关系的复杂化,更加充分地揭示了文化遗产资源内在的文化性、历史性与客观性,但其叙事方式反而趋于一种“复兴”和“回归”的势态。以“数据驱动”为主体的数字叙事模式,结合可视化技术和交互式设计,可以降低数据资源的多样性和复杂性,使数据资源变得易于感知和理解。与此同时,表达场景也会变得更为广泛,不仅限于网页式的检索和导航,而且可配合文化遗产资源的现场展陈进入展厅,呈现在各种显示设备和沉浸式设备中。

2005年3月,上海图书馆以“上海年华”为名,开始了对历史文献资源建设的全新尝试。该项目以上海开埠以来的地方史精华为主题、以政治史和经济史为背景、以社会史和文化史为主脉,从馆藏近代文献、老照片、老地图等资源中提取素材进行编辑,并采用多媒体为表现形式,向公众开放。经过十多年的建设,“上海年华”项目陆续建成“电影记忆”“图片上海”等资源库,“上海历史文化年谱”等知识库以及“上海:融入世博的精彩历史”“辛亥革命在上海”等专题库,并投入使用。2020年,“上海年华”项目启动升级改版工程,在原有基础上构建了集老照片、老唱片、老地图、老电影等素材库、文献库和专题库,以及优秀历史建筑、历史街区、景点、地标、名人、历史文化事件等基础知识库于一体的集成管理和服务平台——上海文化总库,形成了在数据底层的知识节点间建立广泛关联关系的数据基础设施。

“文化年谱”展项是为了配合上海图书馆东馆建设,基于本体的知识组织方法与关联数据等方法,从上海文化总库的条目数据(包括历史照片、报纸杂志、信札档案、音频视频等)中提取人物、事件、活动、年代等相关信息,采用交互式数据可视化技术打造文化遗产资源创新利用新模式的数字展陈项目。该展项采用全新的数字叙事模式聚焦近代以来上海城市文化的发展历

程,呈现出西风东渐影响下电影、戏剧、戏曲、美术、新闻出版业等繁荣发展的盛景,提炼出国际饭店、梅兰芳、鄧达克、鲁迅、王一亭等处于当时社交网络枢纽位置的文化地标、社会名流、文化机构等,揭示联通当时及之后上海历史文化的核心,将无数平行松散的人物与事件通过这些枢纽联系成团块,为读者与研究人员提供独特的历史视野和研究思路。这些数据所建立的叙事逻辑,以及数据间清晰且完整的关联,将原本碎片化的知识内容组织起来,每一个数据单元都可以进行资源集合,并建立相互对应的数据集,与其他数据集产生比照。在CIDOC-CRM模型框架中Event是人物、时间、地点等元素的综合体,反映了当时社会活动的特点及发展情况。由于语义网的引入,特别是关联数据(Linked data)技术提供了一套完整的知识建模和知识表示规范,可以借由数据基础设施与更多的数据组合形成新的数据集,从用户关注的焦点出发,将事件与事件相互连接,基于数据本身的关联关系建立事件驱动的叙事逻辑。

“文化年谱”展项将上海历史文化的发展演化具象为人物、社会团体与地标建筑相互关联的“文化生命树”,构建出海派文化的演化脉络。有别于传统的线性时间轴,“文化年谱”展项以事件为基本容器和叙事单元,将近代上海文化发展过程中的人物、社会团体与地标建筑相互关联,揭示不同生活背景与文化领域的名人们如何交流联系,在鲜为人知的事件中交错勾连,如茂盛的生命树一般构建出蓬勃发展的海派文化。展项的数据来源于“上海文化总库”中的“上海历史文化年谱”,也就是数据基础设施中的事件知识库,是以RDF作为形式化编码格式的关联开放数据集,以Restful API方式提供开放数据服务。同时开放机器可读的数据结构定义(Schema),事件的各要素为人物、机构、建筑、街区等知识节点,节点之间遵循“上海年华”本体建立相互之间的关联关系。展项的可视化设计将事件作为最基本的节点,以组成历史事件的各要素与其他事件建立的联系为驱动动力。

交互设计基于 TouchDesigner 和 Houdini 开发,数据基础设施建设所形成的大量人、地、时、事、物作为知识节点的关联数据集,同时基于知识节点 HTTP URI 的内容协商机制获得节点的 RDF 数据,通过事件驱动的数据叙事逻辑以可视化和交互式的形式呈现出来。数据最终呈现也会实时更新,例如,在展项设计开发的过程中,著名演员秦怡(1922—2022)去世,与之相关的节点数据也在第一时间得到更新。

以拉斯洛·邬达克(Laszlo Hudec)为例来说明“文化年谱”展项的基本叙事单元及其知识结构。邬达克是近代中国著名建筑设计师,在将近四十年的时间里,他在上海设计并建成的项目不下 50 个(其中单体建筑超过 100 幢)。他的设计领域几乎遍及各种类型的建筑,如学校、公寓、饭店、教堂、戏院等,国际饭店、大光明电影院等新型建筑不仅是中国建筑史上的杰作,更是近代上海繁荣兴盛的文化事业生发的重要场域。例如,上海城市的重要地标之一国际饭店(Park Hotel),在相当长的时间内是上海

城市最高的单体建筑,同时也是城中最著名的文化场所之一,卓别林、梅兰芳、宋庆龄等重要人物均在此参加过文化活动。通过这些重要的文化事件,建筑、机构、人物被串联到了一起。如果将邬达克在上海设计的各种公共建筑都置于同一视野之中,就会发现几乎可以关联到 20 世纪 30—40 年代上海最为重要的公共文化事件。在“文化年谱”展项中,我们尝试以邬达克为中心,更为直观地勾勒出这样一幅文化图景:当用户打开邬达克的页面时,不仅可以看见他与国际饭店、大光明电影院等主要作品的直接连接,也能通过国际饭店、大光明电影院、卡尔登大戏院等关键词与卓别林、黄柳霜、宋庆龄、白虹、黎锦晖等其他二级关联的关键词以暗淡虚线连接。邬达克左侧的代表建筑类别的玫红色点位,表明了他作为建筑师属于建筑类别的主要属性,此外,也因为他设计了多个戏剧建筑,而出现戏剧的黄色点位以及电影的绿色点位等信息,传达了他与上海文化的多方面关联(见图 1)。

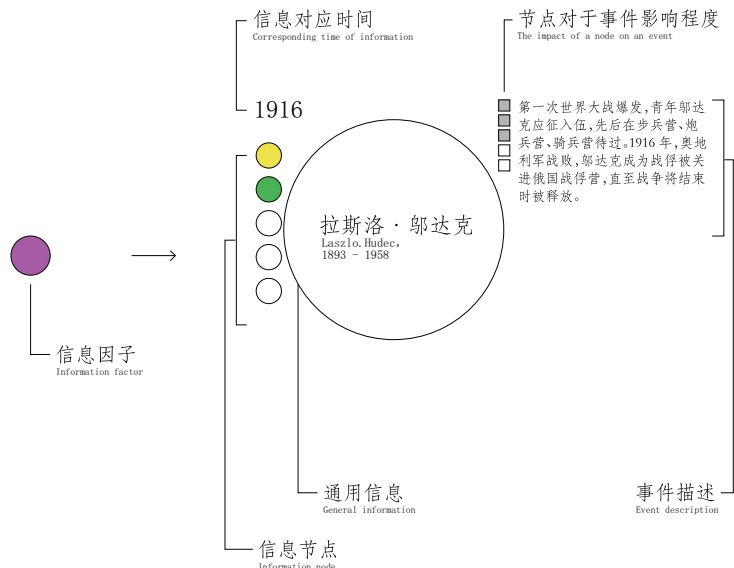


图 1 信息因子关联信息

通过这样的交互方式,用户可以根据自己的兴趣,对事件要素中的人、机构、地、时、物、资

源等知识节点进行关联性查询匹配,其中资源包含文本、图像、视频等。知识节点通过事件要

素的交集产生关联,用户可以根据节点色彩、形状的变化找到感兴趣的事件大类,节点也会因事件知识库及数据基础设施的更新产生实时的色彩和形状变化,这种“数据叙事”方式被有些学者定为重构当代图书馆的要素之一^[28]。多元的叙事路径需要针对用户的关注点建立,对于 GLAMs 而言,通过关联数据、知识图谱、自然语言处理等数字技术,将馆藏资源以数据叙事模式进行界面重构,可以满足用户不同角度的知识获取诉求。事件相互之间的关联是随机的,程序无法预见用户的切入点,需要用户通过自己的视角,在纷乱的事件中找到自己的兴趣点,过滤、选择、拼接,形成属于自己的故事结构。叙事在不同的媒介中所展现出的形式是不同的,同样的主题通过不同媒介所展现出的叙事逻辑也不尽相同,如游戏专注于代入感的体验,电影关注故事要素的衔接,文学善于想象的拓展。数字媒介则有着相同的底层内容——数据,展现出的不同数字媒介平台具有不同的叙事特征。由于异构性,数据会呈现多模态特征,包括文本、声音、图像、视频等多媒体形态,这也从不同侧面体现出了数据叙事的开放性和包容性,也为 GLAMs 提供了一种全新的传播人文精神与文化价值的方式。

3 “文化年谱”展项的数据可视化和交互设计

真正进入大数据和人工智能定义的数智时代的标志是传统行业彻底完成数字化转型,这种转型不是一蹴而就的。电力刚被人类利用时,能想象到的利用价值只是照明,我们今天面对信息过载,同样缺乏想象力。GLAMs 面对海量的数据不仅仅是将数据不加区分地进行知识聚合,而是针对不同的需求场景进行有差异的精准分发,这不是传统意义上的算法投喂,而是带有目的性的数据定制。这种对需求的探测将在用户与数据之间进行多次反复的交互操作,以现在的计算机算力还无法实现实时推送专业

化的数据内容。新闻类和短视频类的算法投喂建立在对应的数据标签之上,这些数据包括交互时长和兴趣偏好等。GLAMs 的知识传播并不是制作一个项目让受众接受其全部内容,而是可以根据受众的需求产生对应的知识内容,未来知识数据的交互应该趋于叙事化、专业化和精准化。数据可视化作为一种兼具科学性和艺术性的展演手段,受到 GLAMs 的高度重视。

3.1 关键词信息关联

“上海历史文化年谱”项目已完成事件条目 16 865 条,近 200 万字,涉及出版、新闻、戏剧、戏曲、文学、电影等 12 个分类(目前项目仍在每日更新,已达 16 个分类)。每个条目著录按照重要性分为大、中、小三个级别,除基本分类外,还标注主题词/关键词、人物主题、机构主题、出版物名称等信息,并与图片库、多媒体资源、音频资源关联。可视化和交互设计的目的是为了更好呈现数据内容。“文化年谱”展项着力于从时间的视角呈现近代上海文化事业孕育、发展、繁盛的历程,同时将文化史重要元素的关联和演进以更为直观的方式传达给观众,引发思考,以期能进一步推广“上海文化总库”的使用。“上海历史文化年谱”数据庞杂,核心是 1840—1949 年间上海地区发生的文化事件,其他诸如人物、机构、大事件等均围绕这一原点展开(人物、机构等信息按照出生或者成立时间如实著述,但事件发生的时间均限于 1840—1949 年范围之内)。因此,“文化年谱”展项选取了新闻、出版、戏剧、戏曲、美术、电影、建筑、文学等 12 个领域内 1 074 个事件条目作为“种子”,形成 298 个关键交互点。每个类别被赋予一种颜色,向上围绕竖轴螺旋生长出枝干(时间轴),散开形成年谱树的巨大树冠(见图 2)。观众可以直观看到不同时代、不同数据呈现出的文化景观。上海的城市文化植根于传统江南文化,早期诸如戏曲、美术、文学等类目,已然生根发芽,如 3 267 条美术类数据自始至终贯穿全程。而有些类目则深受西学东渐之影响,如电影从 20 世

纪以后才出现发展,数据条目也仅有 900 多条。“文化年谱”展项之所以选择事件条目,又以主题词/关键词作为信息关联的核心,是希望这种全新的叙事模式能呈现出单纯时间叙事所不能

给予的联想,如前文所述的邬达克与国际饭店及黄柳霜、卓别林、梅兰芳等人的关联信息,希望能更好地将事件所关联的人、机构、建筑等还原到其所在的历史场景之中。

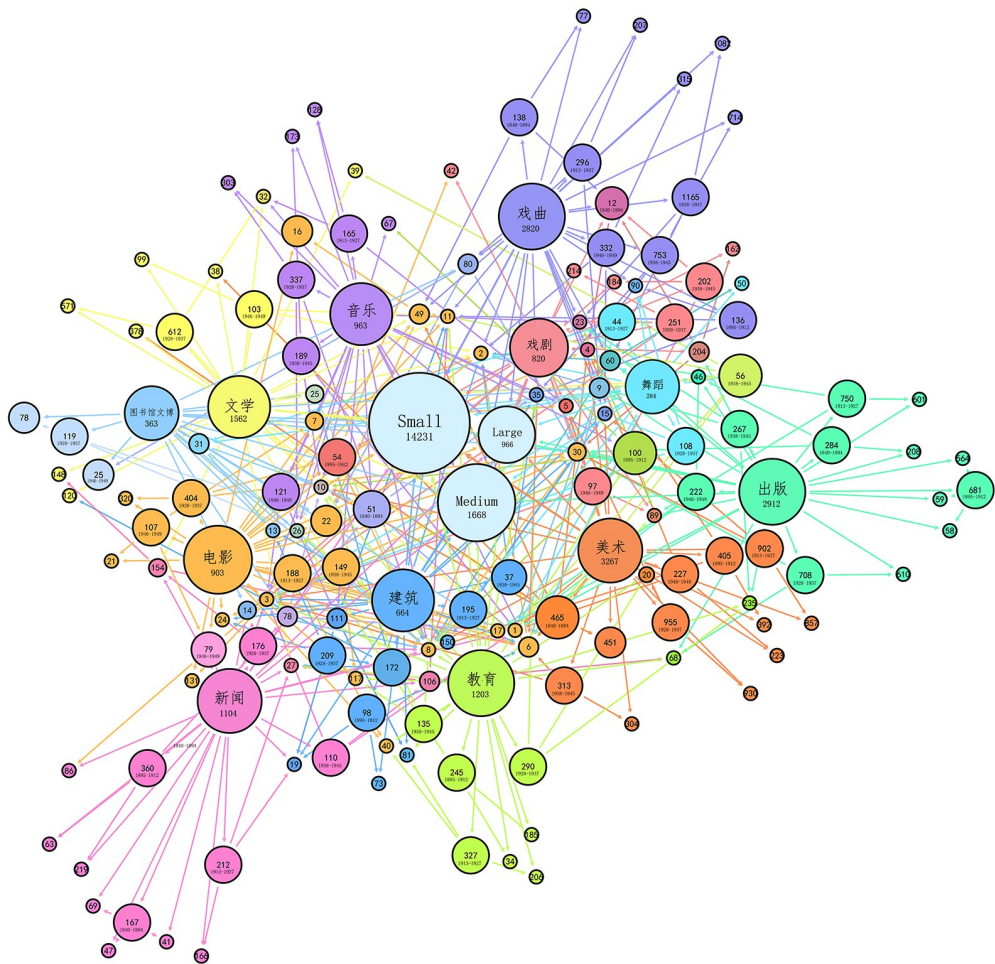


图2 “文化年谱”展项数据关键词信息关联

数据基础设施建设将数据以 HTTP URI 为标识的知识节点作为基本组成单位,主要包括支持名称规范控制的名称规范库(人、机构、地名)和支持书目控制的文献知识库,通过在文献编目和实体标注的过程中建立并链接名称规范库和文献库中的 HTTP URI 来实现。同样的方法还可以推广到事件、实物等,任何 GLAMs 的多模态文化遗产资源,也包括其数据属性和资

源、实体之间的关联关系,均可以 HTTP URI 表示和链接。图2中,“文化年谱”展项基于 12 个大类信息节点的事件影响力由大到小做了三级的区分,用大小不同的圆圈表示。事件的不同属性和节点之间关联关系的密切程度,最终会在交互画面的色彩和空间结构及其动态变化中得到充分的表达。但这种基于二维图形和概括数量所展现出的知识图谱并不能完整地展现出

数据之间的关联,需要进行重新设计。

3.2 设计原则

可视化并不是一个新的概念,1987年,由美国国家科学基金会(NSF)召开的科学计算可视化研讨会上正式提出了“可视化”(Visualization)一词。视觉的感知是人类最为重要的能力,大脑中50%以上的功能用于视觉感知,视觉可以增强大脑的识别效率^[29]。针对数据的可视化设计主要基于人眼感知力对数据内容的增强认知,或者将不可见的复杂数据结构表达为更易于理解的可视化图像。在没有工具的情况下,人类沟通会习惯用手势比画出一些图形,似乎这样有助于提高交流的效率。这些简单的图形用于描述认知过程的视觉隐喻(Metaphor),并暗示了我们所看与所想之间的联系。隐喻的设计包含着本体和喻体之间的关联性和相似性,在“文化年谱”展项中通过色彩渐变、影响因子强弱等手段建立了多模态隐喻。

古代绘制的地图可以说是最早的可视化资源,随着计算机图形学的发展,影像、文本、数据库、音频等数据格式范围不断扩大。三维技术也逐渐被引入可视化研究中,交互的维度也变得更为多样。GLAMs的可视化设计更多聚焦于用户知识获取这一焦点,这一过程也是数据加工的过程,因为最终是通过数据提炼加工的信

息内容进行知识传播的。DIKW体系的四个层级(数据—信息—知识—智慧)呈现线性递进的关系,数据被加工成有用的信息,聚合为知识内容,最终形成人类的智慧。结合“双钻设计模型”(Double-diamond Design Process Model)^[30],基于可视化设计的四个阶段(探索—聚焦—设计—评估),将其与DIKW体系的四个层级相对应。数据经过编码,提取命名实体以便于信息内容进行比较和关联、归纳和演绎,这些以规范名称和HTTP URI标识的实体转换为RDF格式,可以被计算机读取和理解,通过视觉设计和交互引擎的驱动,保证交互操作的直观性、易感知,并变得易于被人理解。与此同时,对于数据的密度和复杂性进行分层分级的消减,在不影响叙事的情况下,着重通过颜色、形状的变化来增强数据呈现的态势,这样有利于缓解实时交互时计算机的计算压力,提高性能,保证用户体验的流畅和清晰。展现在用户面前的将是可以互动的界面,机构和用户都可以参与可视化过程的评估、分析、演绎、阐释和创造性的决策。基于数据叙事的框架,以数据作为载体,将事件背后的文化价值进行深度挖掘,使研究来源、隐含信息、清晰推理和基于可视化的成果能够加以展现和分享,引发受众对于历史的思考以及对于未来的构想(见图3)。

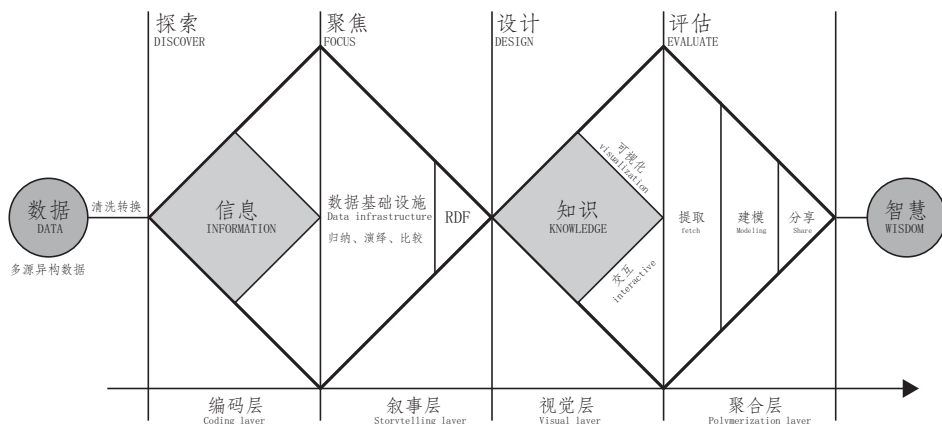


图3 基于 DIKW 体系的双钻设计模型

图书中的插图也起到了可视化的作用,但插图只是支持书面语言的图像,只有当图像是信息的主要载体,而不是文本的补充时,才是真正的可视化。数据可视化在传达信息、传播知识的过程中是通过数据与用户对话,数据叙事则基于事件营造情境(Context),这有利于用户从复杂的数据中找到基于自我认知的观点和经验,并形成知识内容。与静态的图像相比,数据可视化还为数据赋予了可交互性。随着数据基础设施的不断更新迭代,这种交互性也获得了不断成长的生机。GLAMs的来源数据是多源异构、多模态的高维度数据,通过数字化,这些数据由原有载体(照片、文献、胶片、画作、磁带等)转换为计算机可读、可计算、可理解的数据,新的数据也将不断生成。“数据叙事”作为一种新的“数字叙事”,可以打破传统单一和线性的叙事逻辑,与用户建立具有交互性的语境,在不断的交互过程中帮助用户获取大规模数据中隐含的逻辑,在碎片化的数据中发现新的链接、邂逅新的知识。有时候,在可视化和交互设计的过程中需要对数据进行深层次的描述、组织与重构,例如在“文化年谱”展项的事件结构之上,增加事件各要素之间的“影响因子”这一变量,以增强颜色和形状的变化,成为引导用户探索关联事件的诱因,在无形中激励用户在交互过程中通过放大、缩小、点击等交互动作,去探索和发现。基于这样的交互环境,可视化可以被视作一种交互性的解读行为,一种明确的内省方法,并帮助用户更好地理解馆藏资源所蕴藏的文化价值。

3.3 时序关系的可视化和交互设计

科学数据大致可分为多维度(Multi-dimensional)、多变量(Multi-variate)、多模态(Multi-modal)、多趟(Multi-run)和多模型(Multi-model)几种形式^{[19]243}。面对海量数据,数据可视化呈现出规模大、时变、异构等诸多特征。“文化年谱”展项中部分节点具有时变特征,需通过多模态和多维度的综合形式加以展示,这种形式的

困难在于数据融合方式难以定义,空间分布会在最终呈现上出现差异,也会影响最终的数据叙事效果。SEO提出根据用户指定特征框架进行交互^[31]。参考这种方法,本展项抽取事件中带有特征的信息节点,即数据属性、衍生关系特征以及影响程度大小(主要基于相关文献描述的复杂程度),呈现形式并不是基于单一时空,而是多维时空的融合构建,最终所展现出的是一种时空可视化(Spatio-temporal visualization)框架。玛丽—劳尔·瑞安(Marie-Laure Ryan)认为交互性存在于文本空间中自由的路线选择,但这一空间与叙事背景的物理空间无关。文本的隐式地图表示一个语义网络,而不是一个虚构世界的地理位置。在此基础上,她提出叙事的八个核心条件:空间维度、时间维度、非习惯性物理事件、心理维度、有目的的行动、导向封闭的因果链、故事世界中被断言的事实、传达的某种意义^[32]。时空作为叙事的维度,需要将叙事从用户的视角触发,并建立在用户的理解力和想象力上,这种多维的叙事结构需要从时间、空间、事件等多个角度进行组织。在“文化年谱”展项中出于对最终算力与交互简易的考量,限制了最后一个层级的数据集之间的跨越,因为相关的数据内容是实时演算的,为了保证用户视角的自由度,也做出了一定简化。

时变型数据的可视化设计涉及三个维度,即表达、比例尺和布局^[33],表达维度将时间信息映射到二维平面,比例尺维度将时序数据映射到空间中,布局维度决定了最终的结构以什么样的形态呈现。“文化年谱”展项是基于事件驱动的“数据叙事”,是构建数媒展项的一次尝试。在展项设计之初就摒弃了传统的以线性结构构建事件发展时间轴的方式,试图构建一棵自下而上生长的“文化生命树”。基于提供检索和导航功能的事件知识库中的数据,搭建可视化的“文化生命树”意象和关键词热力图,形成关键词云。通过建模引导数据从视觉上呈现出一棵具有枝干、树叶、颜色、形态和生机的树,体现出历史文化事件发展的内在结构、领域关联和人

物、建筑、时间、地点等知识节点之间的相互影响,而不再是单一线性发展的时间轴。图4展现了这棵文化生命树的构造和设计过程,通过建模确定了树的基本结构,色彩代表不同的数据类型,形态的生长顺应时间数据的顺序。传统的“事件知识库”可视化中具有交互功能的生命

树后,可让用户更直观感受到数据库的内容种类和数据在时间上的分布,观察上海文化发展的宏观态势。可视、可触控的关键词云让读者近距离地体验和发现词云之间、词云内部的知识节点,如人物和历史建筑的关联,以及知识节点的细节。

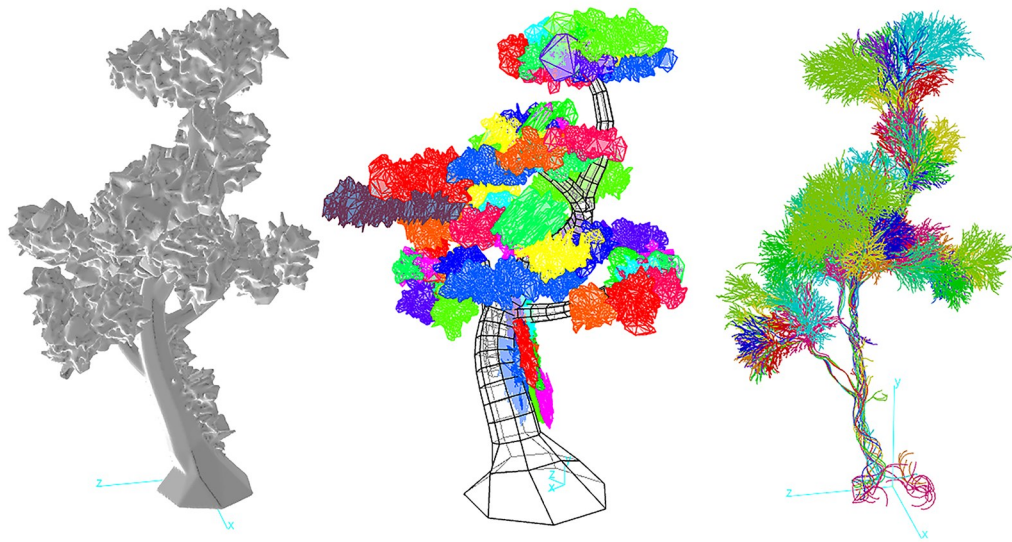


图4 文化生命树建模与结构

图4中关键词云之间的关联进一步提炼为可度量的影响因子,关联关系通过色彩的渐变表现出来,这种形式并不是要界定出准确的时序关系和影响程度,而是通过聚集的词云之间的颜色变化,使用户对于所列出的12种类别有一个宏观的感知,可以从时序的大概位置判断出某一种类型的事件节点的影响力。在可交互界面中会出现12种颜色的关键词集合组成的词云,这些关键词(目前为1074条)疏密有间地根据知识节点的时间分散在年谱树的不同阶段,其不同色彩的交织碰撞反映了特定时间段不同类别新生事物蓬勃发展的态势。如1840—1895年间涌现出近代教育家和近代学校,1896—1912年间在上海陆续公开出版了新闻报纸,1913—1927年间在上海居住并发表新文学作品作家诗人日渐增多,1928—1937年间落成的西式建筑和有影响力的民族音乐家较为凸显,1938—

1945年间出现了诸多赫赫有名的影剧院和明星,1946年至新中国成立前有多位为整理抢救文化遗产的考古学家和图书馆人,等等,这些都能体现特定时代的主旋律与文化发展方向。在这一层级页面中可以进行的交互操作有:缩放、拖拽、移动、点击和归位。1074个事件条目中包括出版121个、新闻67个、文学64个、戏剧45个、戏曲23个、电影97个、美术312个、舞蹈12个、音乐26个、教育90个、图书馆文博90个、建筑147个,反映了事件知识库的条目整理状态及馆藏上海文化史文献的类型分布情况。1074个事件条目的核心关联信息点有298个,平均每20年有50个关键词和关联信息,每个切换到详细信息页面的关键词有闪光效果提示,点击关键词进入关联页面,关联页面中以近大远小的样式展示与该关键词有一级、二级关联的其他关键词。关联界面仅显示关键词基本

信息,如对于人物,显示类别、常用名、别名/西人原名、生卒年及正面头像;对于建筑或机构,显示类别、当时通用名、别名、存废时间及带有标志性物件或标牌的照片。读者可以通过将特定关键词的基本信息框拖拽至屏幕中央,显示关键词的完整信息,完整信息除基本信息外,还包括该关键词在当前时间段中的节点事件信息、节点事件重要程度和节点具体年份。相较于传统线性时序叙事的单一性互动,基于事件间关联关系的数据叙事的交互还包括更多的层面、更丰富的维度和更多元的方式。用户自己不再是故事的旁观者和看客,而成为故事的创作者。展项中同一个知识节点在不同的时间段也会显示出来,对于这种信息密度较高的节点通过分段式的数据进行关联,而不同时间段信息也会通过交互直接访达。

3.4 场域扩展的可视化交互设计

“文化年谱”展项的可视化交互设计所形成的时空结构可以定义为一个“场域”,这是GLAMs物理空间的一种延展。物理空间是实体场域,交互项目可以作为虚拟场域与实体场域相互呼应。在这种虚拟场域中,用户作为主体,参与感会大大提升。在物理空间中大部分GLAMs都不允许观众触摸藏品,触摸的感官体验在这里是被禁止的,感官的缺失会使体验度大大降低,而虚拟场域中的触控交互恰恰弥补了这一缺失的感官体验。每个进入交互场域的观众都会从自己的视角观察每一个关键词所代表的知识节点,这并不是基于权威的视角,例如某个名人在业内被人熟知,但是普通受众并不知晓,而在交互过程中多个观众所熟知的名人都与这个关键词相关联,观众会逐渐意识到这个人的重要性,接下来会自然而然地关注他所做的事情以及从事的专业领域,这种叙事逻辑要比传统的说教更为有效。玛丽—劳尔·瑞安把这一过程称为“再媒介化”,这是一种媒介分析工具^[4]。这种数据叙事的互动框架包含多个分支并且相互关联,同时包含多个终点。

展项设计中,部分琐碎的细节被消减,在保持叙事客观性的同时,尽可能保持画面的美感和艺术性,如粒子的细节,以及事件关联线段的蚁行动画。数据叙事的关键在于视觉感知和参与交互,枯燥的数据很容易让观众产生排斥心理,如果一味地强调数据本身及其背后的数理逻辑关系,会让观众陷入一种麻木的情境中。在最细粒度的知识节点层级如人物、建筑上加入与之相关的历史照片等细节性的视觉元素,可以加强画面的多样性。由于需要保持实时交互的流畅和清晰,删减了一些节点相关的视频和音频。有研究表明,利用叙事的方式来传达知识,人的长期记忆是直接记忆的七倍^[34]。保持交互过程中观众的参与度非常重要,这样会加强其空间沉浸、时间沉浸以及情感沉浸,有助于知识的传播,以及最终在受众中形成长期记忆,逐渐形成新的知识。

数据基础设施建设为可视化和交互设计提供了数据关联的基础,由于数据已经梳理清晰,可以让设计师更多地关注视觉设计本身。与此同时,数据的异构性会影响数据的互动性,在数据层面,数字化统一了数据的可编辑基础,无论是报纸、照片、胶片等实体数据,还是三维文件格式的数据内容,在数据的完整性上都不断趋同,打破了异构性的模式,为设计本身提供了更多的可能性,未来的研究也将建立在这种模式之上,有了这样的统一数字平台,才能使研究的内容在横向和纵向上产生对比,并且这些对比数据更为科学和理性。在交互的环节,不同媒介形态的数据嵌入其中,不仅重构了数据的呈现样式,而且重新定义了这些数据的聚合场景以及互动传播方式。数据叙事的核心在于面对海量的数据,通过可视化的表达,将其转化为易于受众理解和认知的形式,并在宏观上凸显数据价值,这需要整合关联已有的数据资源,通过某种类型的数据节点加以关联,在此基础上通过多样化的设计和创作,将知识进行分享,并最终形成带有长期记忆的智慧体系。GLAMs在这一过程中起到了推波助澜的作用,在展示之前

必须在底层对数据进行必要的语义关联,这种创新依赖数据作为中介,不再局限于具体的数据库或者技术框架,而是将不同类型的数据节点结合在一起,所形成的结构具有开放性的特点,以满足各类型的数据叙事需求。受众在访问时更多的是一种探究的姿态,并且是通过自己的视角,机构也失去了一定的权威性,这对于知识传播而言是一种创新和进步。

4 结语

面对 GLAMs 等文化机构收藏的大量多源异构的资源和数据,通过交互式、艺术化的可视化设计,可全方位、多角度地展示,这不仅有助于加强知识的有效传递,更有助于提升受众的体验,增强其间的情感链接能力。“文化年谱”展项将上海历史文化的发展演化具象为生长繁茂的生命树,展示近代不同时期上海文化从萌生到初成,从变革到抗争,最终与新中国的诞生一同获得新生的发展历程。有别于传统的线形时间轴,突出体现近代上海文化发展过程中重要人物、社会团体与地标建筑的相互关联,揭示

不同生活背景与文化领域的名流们如何交流联系,在鲜为人知的事件中交错勾连,如茂盛的枝条般呈现出蓬勃发展的海派文化。数据可视化和交互设计实现了“事件知识库”的成果转化,将原本枯燥的史实考据通过“数据叙事”的方式呈现,不仅更加直观地展示数据基础设施中数据间复杂的关联信息,也让用户体验到前沿科技与艺术表达在历史研究推广中起到的作用,在数据可视化设计上,兼具了科学性和艺术性,生动直观地体现了城市历史文化的非线性发展脉络和态势。

“文化年谱”展项是对“上海年华”项目所建“上海文化总库”原有各子库和历史文化年谱的有机整合和重构,实现了数据基础设施、上海文化总库与“上海之源”主题展的紧密融合,也是数字人文的理念、方法、数据、技术在数字记忆展演和数字叙事模式上的一种新的尝试和探索。利用“数据叙事”这种新的数字叙事模式,受众对于传统文化遗产资源的理解与认知可以通过感知、体验和参与来获得,为 GLAMs 的数字资源服务、城市记忆数字化再造,以及文化数字化创新和利用,提供一种新的思路和路径。

致谢:本文系国家社会科学基金一般项目“支撑城市记忆项目的数据基础设施理论建构与实践探索”(编号:19BTQ007)的研究成果。

参考文献

- [1] 高书生. 文化数字化:关键词与路线图[M]. 北京:北京联合出版社,2022. (GAO S S. Cultural digitization: keywords and roadmap[M]. Beijing:Beijing United Press,2022.)
- [2] 列夫·马诺维奇. 新媒体的语言[M]. 车琳,译. 贵阳:贵州人民出版社,2022. (MANOVICH L. The language of new media[M]. CHE L,trans. Guiyang:Guizhou People's Press,2022.)
- [3] NAUTA G J,HEUVEL W V D. Survey report on digitisation in European cultural heritage institutions 2015[EB/OL]. (2015-06)[2022-03-11]. https://pro.europeana.eu/files/Europeana_Professional/Projects/Project_list/ENUMERATE/deliverables/ev3-deliverable-d1.2-europeana-version1.1-public.pdf.
- [4] 玛丽—劳尔·瑞安. 超越神话与隐喻:数字媒体叙事[J]. 李轩,译. 电影理论研究(中英文),2021,3(2): 53-69. (RYAN M L. Beyond myth and metaphor:narrative in digital media[J]. LI X,trans. Journal of Film Studies,2021,3(2):53-69.)
- [5] 简·基德. 新媒体环境中的博物馆:跨媒体、参与及伦理[M]. 胡芳,译. 上海:上海科技教育出版社,2017: 5-40. (KIDD J. Museums in the new media environment:transmedia,participation and ethics[M]. HU F,trans.

- Shanghai; Shanghai Science and Education Press, 2017: 5-40.)
- [6] SEGEL E, HEER J. Narrative visualization: telling stories with data[J]. IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics, 2010, 16(6): 1139-1148.
- [7] JHALA A, YOUNG R M. Comparing effects of different cinematic visualization strategies on viewer comprehension [C] // Joint International Conference on Interactive Digital Storytelling. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009: 26-37.
- [8] 冯惠玲. 数字人文视角下的数字记忆——兼议数字记忆的方法特点[J]. 数字人文研究, 2021, 1(1): 87-95. (FENG H L. Digital memory from the perspective of digital humanities—concurrently discussing the method characteristics of digital memory[J]. Digital Humanities Research, 2021, 1(1): 87-95.)
- [9] 胡亚敏. 数字时代的叙事学重构[J]. 江西社会科学, 2022, 42(1): 42-49, 206. (HU Y M. The reconstruction of narratology in the digital age[J]. Jiangxi Social Sciences, 2022, 42(1): 42-49, 206.)
- [10] KOENITZ H, FERRI G, HAAHR M, et al. Interactive digital narrative: history, theory and practice[M]. London: Routledge, 2015.
- [11] 宋新潮. 关于智慧博物馆体系建设的思考[J]. 中国博物馆, 2015, 32(2): 12-15, 41. (SONG X C. Thoughts on the construction of intelligent museum system[J]. Chinese Museum, 2015, 32(2): 12-15, 41.)
- [12] 童芳. 数字叙事: 新技术背景下的博物馆设计研究[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2020(3): 165-171, 210. (TONG F. Digital narrative: research on museum design in the context of new technology[J]. Journal of Nanjing Arts Institute(Fine Arts & Design), 2020(3): 165-171, 210.)
- [13] BASARABA N. A communication model for non-fiction interactive digital narratives: a study of cultural heritage websites[J]. Frontiers of Narrative Studies, 2018(4): 48-75.
- [14] 张斌, 李子林. 图档博机构“数字叙事驱动型”馆藏利用模型[J]. 图书馆论坛, 2021, 41(5): 30-39. (ZHANG B, LI Z L. Study on the digital-storytelling-driven model of collection utilization in libraries, archives, and museums[J]. Library Tribune, 2021, 41(5): 30-39.)
- [15] ALEXANDER J, BARTON J, GOESER C. Transforming the art museum experience: gallery one[C/OL]//Museums and the Web 2013, 2013 [2022-03-11]. <https://mw2013.museumsandtheweb.com/paper/transforming-the-art-museum-experience-gallery-one-2/index.html>.
- [16] ABT C C. Serious games: the art and science of games that simulate life[J]. Simulation & Gaming, 1970, 1(4): 435-437.
- [17] UNSWORTH J. Scholarly primitives: what methods do humanities researchers have in common, and how might our tools reflect this[C]//Symposium on Humanities Computing: Formal Methods, Experimental Practice. London, UK, 2000.
- [18] 夏翠娟. 面向人文研究的“数据基础设施”建设——试论图书馆学对数字人文的方法论贡献[J]. 中国图书馆学报, 2020, 46(3): 24-37. (XIA C J. The construction of “data infrastructure” for humanities research: the methodological contribution of library science to digital humanities[J]. Journal of Library Science in China, 2020, 46(3): 24-37.)
- [19] 陈为, 沈则潜, 陶煜波. 数据可视化[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013. (CHEN W, SHEN Z Q, TAO Y B. Data visualization[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2013.)
- [20] BALET O, SUBSOL G, TORGUET P. Virtual storytelling: using virtual reality technologies for storytelling[C]//International Conference ICVS 2001. Avignon, France, 2001.
- [21] VIÉGAS F B, WATTENBERG M. TIMELINES: tag clouds and the case for vernacular visualization[J]. Interac-

- tions, 2008, 15(4): 49-52.
- [22] STROBELT H, OELKE D, ROHRDANTZ C, et al. Document cards: a top trumps visualization for documents [J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2009, 15(6): 1145-1152.
- [23] RICHE N H, HURTER C, DIAKOPOULOS N, et al. Data-driven storytelling [M]. Germany: Dagstuhl Publishing, 2018.
- [24] 朝乐门, 张晨. 数据故事化: 从数据感知到数据认知 [J]. 中国图书馆学报, 2019, 45(5): 61-78. (CHAO L M, ZHANG C. Data storytelling: from data perception to data cognition [J]. Journal of Library Science in China, 2019, 45(5): 61-78.)
- [25] 丁家友, 唐馨雨. 数字人文视角下的数据叙事及其应用研究 [J]. 情报理论与实践, 2022, 45(2): 121-128. (DING J Y, TANG X Y. Research on data storytelling and its application from the perspective of digital humanities [J]. Information Studies: Theory & Application, 2022, 45(2): 121-128.)
- [26] 李峰. 文物知识聚合与传播的初步研究——以上海博物馆“宋徽宗与他的时代数字人文专题”为例 [J]. 东南文化, 2022(3): 169-177, 197-199. (LI F. A preliminary study on knowledge aggregation and dissemination of cultural relics: Shanghai Museum's digital program “Emperor Huizong of Song and His Times” as an example [J]. Southeast Culture, 2022(3): 169-177, 197-199.)
- [27] MIGNINI C, BARTOLINI V. Using formal narratives in digital libraries [J]. Digital Libraries and Archives, 2017 (733): 83-94.
- [28] HERRERA L. The paradox and the promise: perspectives on the future of public libraries [J]. Public Library Quarterly, 2016(4): 267-275.
- [29] GAREY L J. Brodmann's localisation in the cerebral cortex [M]. London: Imperial College Press, 1999.
- [30] Design Council. The “double diamond” design process model [S]. London: Design Council, 2004.
- [31] SEO J. Information visualization design for multidimensional data: integrating the rank-by-feature framework with hierarchical clustering [D]. Maryland, USA: University of Maryland, College Park, 2005.
- [32] RYAN M L. Narrativity and its modes as culture-transcending analytical categories [C] // Japan Forum. Taylor & Francis Group, 2010, 21(3): 307-323.
- [33] BREHMER M, LEE B, BACH B, et al. Timelines revisited: a design space and considerations for expressive storytelling [J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2016, 23(9): 2151-2164.
- [34] BOWER G H, CLARK M C. Narrative stories as mediators for serial learning [J]. Psychonomic Science, 1969, 14(4): 181-182.

铁 钟 上海戏剧学院、上海市虚拟环境下的文艺创作重点实验室副教授。上海 200040。

夏翠娟 中国人民大学信息资源管理学院博士研究生, 上海图书馆研究员。上海 200031。

黄 薇 上海图书馆研究馆员。上海 200031。

朱永宁 上海交通大学研究员。上海 200030。

刘梦悦 上海图书馆助理馆员。上海 200031。

(收稿日期: 2023-01-26; 修回日期: 2023-03-26)