数字人文视域下可移动文物时空数据模型构建研究*

高劲松 杨慧娟 付家炜 张强
(华中师范大学信息管理学院，武汉 430079)

摘要：时间和空间是可移动文物的基本维度，也是可移动文物数据的重要属性和内容。对可移动文物时空数据进行组织与管理，有利于促进可移动文物的研究与利用。针对可移动文物的时间与空间信息特征，在对可移动文物进行时空变化类型和驱动因素分析的基础上，基于数字人文的方法与技术，提出了面向可移动文物的时空数据模型，并将其应用于绘画类可移动文物。基于该模型可以有效地组织与管理绘画类文物的时空信息，表达绘画类文物的时空演变过程，包括与绘画类文物时空变化相关的关键人物与驱动事件，对可移动文物的保护与发展具有一定的意义。

关键词：可移动文物；时空数据模型；数字人文；绘画
中图分类号：G254　DOI：10.3772/j.issn.1673-2286.2022.01.005
引文格式：高劲松，杨慧娟，付家炜，等. 数字人文视域下可移动文物时空数据模型构建研究[J]. 数字图书馆论坛，2022 (1)：37-46.

文物是人类在历史发展过程中遗留下来的、由人类创造或与人类活动有关的遗物或遗迹。按其形态可以分为不可移动文物和可移动文物。可移动文物，即可以通过外力移动且移动后不改变其价值和性能的文物，主要包括馆藏文物和流散文物，如历史上各时代重要实物、艺术品、文献、手稿、图书资料、代表性实物等[1]。可移动文物的研究涉及考古学、历史学、地理学等多学科内容，利用数字人文研究的技术与方法，可以进一步发现可移动文物隐藏的知识，更好地满足学者和大众的需求。

数字人文是一门跨学科的研究领域，主要包括时序分析、空间分析、文本分析等方法，以及计算机、GIS、文本挖掘等相关技术[2-3]。在数字人文的背景下，随着现代信息技术、数字化技术等的发展，产生了数量庞大、种类繁多的文物信息资源，这对于可移动文物信息资源的组织与管理提出了新的要求。与此同时，可移动文物在特定的时间和空间内产生，其流转、管理和利用过程是动态变化的，蕴含丰富的时空信息。数字人文研究要求研究者全面地掌握与研究主题相关的所有资料[4]，关注的不仅是可移动文物本身的特征内容和属性，还强调与之相关的时间、空间、事件等信息以及其随着时间变化的发展情况和规律。因此，建立合理的时空数据模型对可移动文物进行组织与管理就显得尤为重要。数字人文研究丰富的方法与技术，为可移动文物时空数据模型的构建提供了坚实的基础。同时，作为将不同尺度、时序的数据进行融合的时空数据模型，也是数字人文研究基础支撑平台建设的基础和关键，合理、完善的时空数据模型将促进可移动文物数字人文应用的开发。

1 相关研究

1.1 文物信息资源相关研究

文物信息资源主要是指在文物发现、出土、整理、

* 本研究得到中央高校基本科研业务费自由探索项目“面向用户的文物信息资源知识服务研究”（编号：CCNU20A06025）资助。

研究、利用和保护的过程中，形成的一系列以语言、文字、图表、声像等不同形式记载和描述文物的状态、变化特征及其在不同时间和空间与客观环境之间的联系特征等文物蕴含的原始信息，或者是经过加工处理的并用纸张、磁带、光盘、胶卷等物质存储的信息[5]。国内外关于文物信息资源的研究主要集中于文物资源的数字化、文物信息资源融合与文物信息资源应用方面。例如：宗立成[6]提出了文化遗产数字化设计理念和关键技术，通过对青铜牛尊的三维数字化实验，构建了完整的文物数字化设计流程框架；Ikeuchi等[7]提出了对大型文物的数字化存储与修复算法，并将其应用于奈良大佛及其大殿的修复；高劲松等[8]提出了基于关联数据的文物信息资源融合方法，构建了一个含有数据资源层、语义描述层、关联融合层、应用服务层的文物信息资源融合模型；Meyer等[9]开发了一个管理和传播文物信息资源的网络信息系统，该系统可以记录、利用和展示文物信息资源，可应用于各种类型的考古遗址或建筑遗迹。但在这些研究中，缺乏对文物时空动态变化信息及过程的研究与把握，较少将文物与其相关的时空信息建立强联系，难以对文物信息资源进行全面、系统地组织与管理。在文物已有的时空研究中，主要是对古楼[10]、全国重点文物保护单位[11]等文物的空间分布格局及影响因素的研究。

随着数字人文研究的兴起与发展，产生了大量历史地理建设的平台与系统，如中南民族大学建设的唐宋文学编年地图[12]，复旦大学与哈佛大学合作研发的中国历史地理信息系统（CHGIS），台湾地区的“中研院”开发的中华文明之时空基础架构（CCTS）平台[13]等。关于时间和空间数据的研究也逐渐成为人文学科的研究热点，例如：和娇霞[14]通过引入GIS技术、建立硃卷时空数据模型，实现对硃卷时空数据的存储与管理；谈国新等[15]提出了一种面向非物质文物遗产文化空间的时空数据模型，表达和分析非遗文化空间的时空演变过程。随着数字人文技术与方法的不断成熟与完善，文物时空数据的建设与发展也将成为必然趋势。

1.2 时空数据模型相关研究

时空数据是指具有时间、空间和属性特征的数据。时空数据模型起源于地理信息系统，主要是研究如何有效地组织和管理时空数据，表达实体的空间及关系随时间的变化情况，在时间、空间和属性语义上更加完整的数据模型[16]。国内外研究学者对时空数据建模进行了深入的研究与应用，提出了多种时空数据模型。其中，最为经典的时空数据模型主要有时空立方体模型[17]、序列快照模型[18]、时空复合模型[19]、面向对象的时空数据模型[20]、基于事件的时空数据模型[21]及时空三域模型[22]等。国内对于时空数据模型的研究主要是对上述时空数据模型进行改进与扩展。如刘飞等[23]针对基于事件的时空数据模型难以表达空间对象个体特征时空变化的问题，提出了一种基于事件的双序列时空数据模型。同时，混合多种时空数据模型的研究越来越多，主要以满足具体行业和研究的需要为基础。例如：林广发等[24]针对房产信息系统，设计了一种以事件为核心的面向对象时空数据模型；王占刚等[25]结合基于事件的时空数据模型和面向对象的思想，提出了一种面向历史事件的时空数据模型。虽然不同的时空数据模型研究的重点不一，在表达时空信息方面各有优劣，通用性较差，但这些模型能够较好地表达数据的时间、空间和属性信息，有效地组织和管理时空数据，这为可移动文物时空数据模型的建立提供了指导和理论依据。

综上所述，虽然研究和扩展出了多种多样的时空模型，但大多数是针对某一研究领域或具体的实际问题，不能在文物领域得到较好的应用。国内外对文物时空数据的研究较少，针对文物的时空演化研究和应用相对匮乏。文物领域已有的时空数据研究虽然能够在一定程度上表达文物的时间、空间和属性信息，但对文物变化的原因、文物之间的关系方面的表达较为欠缺，模型的时空分析能力较弱。随着数字人文研究的发展，地理信息系统在人文社会科学领域的应用已经成为重要的研究热点和方向，其不仅能够更好地整合、管理信息资源，还能促进资源更好地利用与服务。因此，本文在已有时空数据模型的基础上，针对文物时空演变原因及其相互关系表达的不足，提出了面向可移动文物的时空数据模型。其不仅能够为可移动文物时空信息的组织与时空演化过程的表达提供技术支撑，还能够发现可移动文物间的关联关系，有利于可移动文物的保护与利用。

2 面向可移动文物的时空数据模型构建

2.1 可移动文物的时空特征及演变类型分析

随着时间的推移，可移动文物的时空信息也随之

不断地发生变化。把握可移动文物的时空特征，对其时空变化进行分类与联系，是时空数据建模的基础。

2.1.1 可移动文物时空特征分析

（1）时间特征分析。可移动文物具有丰富和显著的时间信息，主要包括发掘时间、买卖时间、馆藏时间、展览时间等与之相关的其他时间。在对时间信息进行记录时，由于表达的内容与主题不同，其表达的方式也有所不同。可移动文物的时间信息具有以下特点。①多种时间纪年方式并存。如“道光初年，西周大盂鼎在陕西省郿县礼村出土…同治十三年九月，左宗棠将大盂鼎赠予潘祖荫…民国初年，曾有人出价数百两黄金求购大盂鼎…1951年，潘祖荫的后人将大盂鼎捐赠给上海市文物管理委员会…”，该示例中混用了多种纪年方式。可移动文物主要的时间纪年表达方式有公元纪年、干支纪年、民国纪年、年号纪年或帝王纪年等。②时间跨度大。从国家文物局发布的第一次全国可移动文物普查数据公报中可以看出，可移动文物所涉及的时间跨度较大，从中华人民共和国可追溯到旧石器时代，时间长达约上百万年。如现收藏于浙江省博物馆的“神人纹玉琮”，是来自新石器时代的产物。③时间粒度不一。由于年代久远、时间信息具有模糊性，记录资料较少或计时方式不同等原因，可移动文物的时间粒度大小不一。对于可移动文物时间的描述可能精确到某一具体的时期，如“嘉靖二十一年五月廿一日”“1951年11月4日”等，也可能粗略至某一时期、朝代或年号，如“新石器时代”“唐代”“宋徽宗宣和年间”等。

（2）空间特征分析。由于可移动文物具有可移动性，在其发展、演变的过程中，空间位置能够轻易地发生改变；同时，可移动文物具有较高的历史、文化和收藏价值，能够作为商品进行买卖，可能会经历多次的交易和变化，其空间位置变化频繁。因此，可移动文物具有丰富的空间信息，其空间信息具有以下特点。①空间信息表达方式多样，古今地名并存。可移动文物从制造完成至今，大多经过了几百年或上千年的历史，其空间位置变化较为频繁，既有用府邸、机构名、官署名等聚落地名来表示空间位置，也有用行政区划等政区地名来表示其地理位置；既有历史时期的地名，也有现代的地名。如“《清明上河图》被收入御府…金兵南下攻破汴梁，《清明上河图》流落民间…将它保存在紫禁城的迎春阁…《清明上河图》等文物被溥仪等人偷运出宫，经天津到长春的伪满皇宫…转入故宫博物院保存…”，文中表示空间信息的既有行政区划，也涉及机构名、官署名等地理实体；既有历史地名，也存在现代地名。②空间信息描述模糊，具有一定的不确定性。可移动文物空间信息描述的粒度不一，有时可以精确到具体的地理位置，有时只能精确到某一行政区划。同时，由于朝代更迭等原因，可能出现同一地理位置在不同的时期有不同的名称，同一历史地名在不同的时期代表不同的地理位置，古代地名存在定位困难等问题，难以找到其具体的地理信息。

2.1.2 可移动文物时空演变分析

（1）可移动文物时空变化类型。结合可移动文物实际的变化情况和特点，将其时空变化主要分为两类，即空间变化和属性变化。值得注意的是，在一定的阶段或时刻，可移动文物也存在两种变化并存的组合变化形式。可移动文物的空间变化主要是空间位置、形状、大小等的变化。其中，合并是指两件及以上可移动文物合并为一件，分裂是指一件可移动文物分解为两件或以上。属性变化主要是可移动文物的名称、功能、颜色、材质等非空间属性的变化。

（2）可移动文物时空变化驱动因素。可移动文物在其生命周期发生的各种时空变化，都有一定的原因和规律可循。将引起可移动文物时空变化的因素分为自然因素和人为因素。①自然因素。自然因素主要包括自然灾害与自然环境。地震、洪涝、泥石流、海啸、台风等突发性的自然灾害会引发可移动文物发生空间和属性等变化。温度、湿度、空气、紫外线等自然环境主要会使可移动文物发生属性变化。如陶器、漆器、纸质或丝质等文物在自然环境下会出现自然腐蚀等情况。②人为因素。人为因素是引发可移动文物产生时空变化的主要原因，包括政治、经济、文化、科技、军事、外交、研究和个人因素。政治因素主要是历史朝代的更迭、权力、政策、法规等会导致可移动文物发生位置、形态、名称、功能等空间和属性变化；经济因素主要体现在商品贸易、经济现象等经济方面对可移动文物时空变化产生的影响；文化因素主要是指思想、习俗、宗教、展览、交流等文化方面对可移动文物产生的影响；科技因素是指3D技术、VR技术等信息技术对可移动文物产生的影响；军事因素是指一些战争的发生会引发可移动文物产生时空变化；外交因素是指一些外交

事件和关系等对可移动文物时空变化产生的影响；研究因素是指在可移动文物的发掘、收藏、管理的过程中会对可移动文物的时空变化产生影响；个人因素是指一些偷盗、暴力、火灾等个人行为会引发可移动文物发生时空变化。

2.2 可移动文物时空数据模型构建

2.2.1 概念模型设计

根据可移动文物的时空特征及时空演变分析可以得出，可移动文物蕴含着丰富的、不同尺度的时空信息，涉及时间、空间、属性等方面的变化，时间和空间信息是可移动文物的重要内容和属性。同时，人为因素是驱动可移动文物发生时空变化的主要原因。可移动文物作为一种物品存在，其本身是没有生命的，必须在人物的驱动下，才会发生空间等变化。因此，在描述与表达可移动文物的时空演变信息与过程中，人物是一个不可或缺的维度。对可移动文物时空变化原因的表达，是展现可移动文物时空演变的重要内容，其可以挖掘可移动文物背后的故事，使可移动文物真正地“活起来”。由于事件是事物变化的源泉，作为已经发生的事实，可以用来表达引起时空对象形态、特征发生变化的直接或间接原因。因此，本文利用事件来表达可移动文物时空变化的原因。

在现实的世界里，每件可移动文物都不是孤立存在的，与其他文物之间都有着或多或少的关联关系，并且这种关系会随着时间和空间的变化而不断发生变化。时空关系的描述与表达是时空数据模型的重要内容，时空数据模型不仅要表达可移动文物的时空信息，还应该表达可移动文物间的时空关系。

综上所述，为了更好地描述可移动文物的时空信息，表达其时空演变的原因与过程，将驱动可移动文物发生时空变化的人物和事件抽象为人物类、事件类。同时，为了更好地表达可移动文物间的时空关系，将可移动文物间的时空关系抽象为关系类。值得注意的是，不仅可移动文物具有时空属性，与可移动文物相关的人物、事件、关系同样具有时空属性。因此，本文以可移动文物为核心，以时间、空间为主线，构建了面向可移动文物的时空数据模型（Spatio-temporal Data Model for Movable Cultural Relics，SDMMCR），如图1所示。可移动文物类由时间、空间、人物、事件和关系聚合而成；时间类分为时刻、时段和时间跨度；空间类可分为点、线、面三类要素，主要包括历史地名和现代地名；人物类由时间、空间聚合而成，泛化为个人和机构两个子类；事件类由可移动文物、人物、时间和空间聚

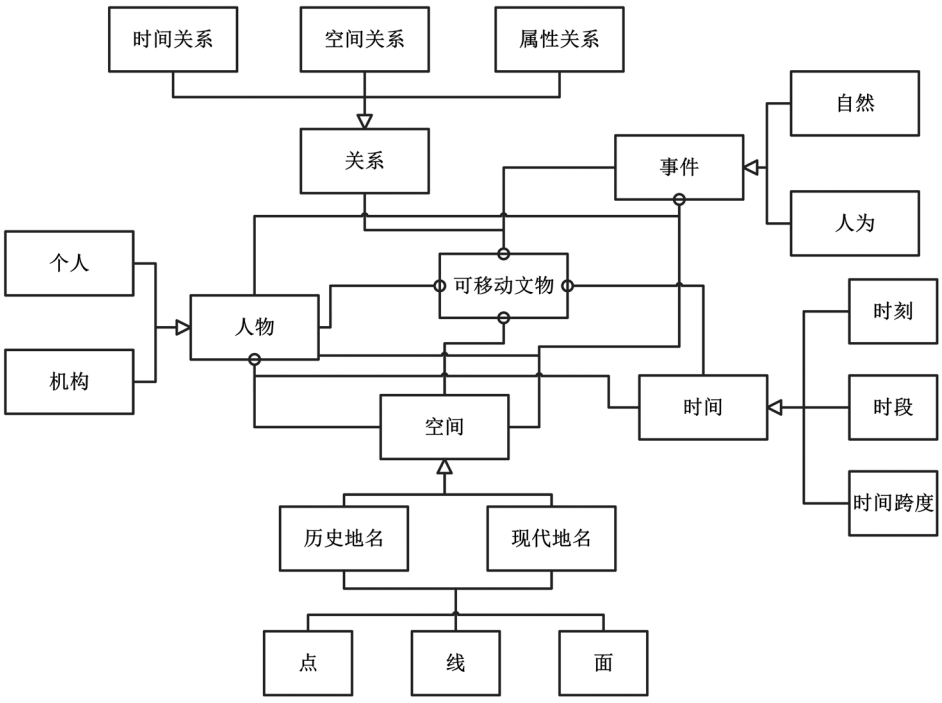

图1 面向可移动文物的时空数据模型

合而成：关系类派生出时间关系、空间关系和属性关系。该模型不仅概括了可移动文物实体的空间、时间和属性特性，揭示了可移动文物间的关系，还包含了可移动文物的时变信息。

模型的主要定义为：SDMMCR=<Cultural relics，Time，Space，Event，Person，Relationship>。

其中：Cultural relics表示可移动文物类；Time表示时间类；Space表示空间类；Event表示事件类；Person表示人物类；Relationship表示关系类。

模型的具体描述如下所述。

（1）可移动文物。可移动文物类主要是对可移动文物基本属性的抽象表达，可形式化地描述为：Cultural relics={CID，Name，Type，Dimension，Time，Space，Person，Organization，Description}。

其中：CID表示可移动文物的唯一标识；Name表示可移动文物的名称；Type表示可移动文物的类型；Dimension表示可移动文物的规格或尺寸；Time表示可移动文物的时间；Space表示可移动文物的位置；Person表示可移动文物相关的人物；Organization表示可移动文物的馆藏机构；Description表示与可移动文物对象相关的描述或补充信息。

（2）时间。时间类主要描述与可移动文物、事件、人物相关的时间信息。由于可移动文物的时间信息具有多种纪年表达方式、时间跨度大、时间粒度大小不一的特征。因此，在对时间信息的表达上，以公元纪年为主，将其他的纪年方式转为公元纪年的表达方式。在时间粒度的选择上，以年作为单位。当无法确定可移动文物或事件等的准确时间时，可将时间粒度放大，采用时间跨度来表示。时间跨度是指没有开始时间和结束时间的一段时间范围，如“五年”“十个月”等。根据所描述的对象不同，可以将时间分为时刻和时段。时刻主要描述对象在某一时刻的状态或变化，时段主要描述对象在某一段时间内的状态或变化。时间类可形式化地描述为：Time={TID，Type，Moment，Period，Timespan}，Period ={St，Et}。

其中：TID表示时间的序列号；Type表示时间的类型；Moment表示时间点；Period表示时间段；Timespan表示时间跨度；St表示开始时间；Et表示结束时间。

（3）空间。空间类主要描述可移动文物、事件与人物等的空间位置，根据可移动文物所具有的空间特征，可将空间类分为历史地名和现代地名，以此来更好地表达所描述对象的空间位置。由于地名可能会随着时间的变化而变化，因此需要标注地名的生命周期，为地名引入时间属性。其根据空间数据类型，可以将其抽象为点、线、面三类元素。点元素主要用来描述可移动文物的具体位置或地点等。线元素主要用来描述可移动文物的移动轨迹，反映出可移动文物随着时间与空间的变化而变化的情况。面元素主要用来描述不同区域内可移动文物的分布情况，可以通过面的颜色或透明度等属性来反映不同区域的差异与联系。空间类可形式化地描述为：Space={SID，Time，Hname，Mname，Type，Coordinate，Region}。

其中：SID表示表示地理位置的序列号；Time表示地名的生命周期；Hname表示历史地名；Mname表示现代地名；Type表示地名的类型，如机构名、官署名、行政区划名等；Coordinate表示经纬度信息；Region表示地理位置所属的行政区划。

（4）事件。事件类是对引起或驱使可移动文物的形态或特征发生变化的直接或间接原因的抽象描述。已有的时空数据模型引入事件表达文物的产生、变化和消亡，但仅仅局限于对引起文物时空变化过程的表达与组织，如“文物发掘事件”“文物修复事件”“文物位移事件”等，而忽视了引起文物时空变化的真正原因。因此，本文根据上文对可移动文物时空变化驱动因素的分析，将事件分为自然灾害、自然环境、政治、经济、文化、科技、军事、外交、研究、个人及其他事件。其中，其他事件主要用于描述未知可移动文物时空变化驱动因素的情况。通过对这些驱动性事件的表达与组织，来更好地表达可移动文物时空变化的原因及演变情况。事件是发生在一定时间内、一定地点下、与某些人或物相关的活动中，因此，事件类可形式化地描述为：Event={EID，Object，Type，Person，Time，Space，Change，Description}。

其中：EID表示事件的序列号；Object表示事件相关的可移动文物；Type表示事件的类型；Person表示事件相关的人物，如事件的发起者或主导者；Time表示事件的时间；Space表示事件发生的位置；Change表示事件引起的时空变化，如位置、颜色等的变化；Description表示事件的概要或描述。

（5）人物。人物类是对与可移动文物或事件相关人物的抽象描述，其指代的范围较为广泛，既可以指可移动文物的创造者、收藏者、研究者等，也包括引起可移动文物变化事件的发起者或参与者（如团体或组织机构）。因此，可将人物类作为一个泛化类，具体分

为个人与机构两个子类，个人类与机构类继承人物类的所有属性，并可根据实际增加特有属性。人物类可形式化地描述为：Person={PID，Name，Time，Space，Description}。

其中，PID表示人物的序列号；Name表示人物的名称；Time表示人物的时间；Space表示人物的位置；Description表示对人物的补充或描述。

（6）关系。关系类是对可移动文物间、事件间所形成的时空关联关系的抽象描述，根据可移动文物时空数据的特点与描述主体的不同，主要可以分为空间关系、时间关系与属性关系。可移动文物间的空间关系主要是指空间拓扑关系，可以分为相离、相邻、相同、包含；时间关系主要描述可移动文物或事件的时间关系，可以分为在…之前、在…之后、在…之间、同时发生4种情况；属性关系可以分为关联、依赖、分解、组合4种关系。其中：依赖关系是指一个对象发生变化，其依赖对象也会发生变化；分解关系与组合关系分别描述可移动文物时空变化中，分裂与合并变化而产生的关系；关系类可形式化地描述为：Relationship={RID，Type，Time，Robject，Description}。

其中：RID表示时空关系的序列号；Type表示时空关系的类型；Time表示关系的生命周期；Robject表示发生关系的对象集合；Description表示对关联关系的描述信息。

2.2.2 逻辑模型设计

利用统一建模语言（Unified Modeling Language，UML）对可移动文物时空数据逻辑模型进行描述，定义可移动文物类、时间类、空间类、事件类、人物类和关系类的属性类型，表示类与类之间以及属性间的逻辑关系，为可移动文物时空数据的存储和管理提供支持。如图2所示，可移动文物类与事件类、人物类、关系类是多对多的关系。一件文物可以经历多个事件、拥有多个关系和人物，一个事件、人物和关系可以涉及多个文物；可移动文物类与时间类和空间类是多对多的关系，一个时间或地点可以涉及多件文物，一件文物可以涉及多个时间和地点。事件类与人物类、关系类是多对

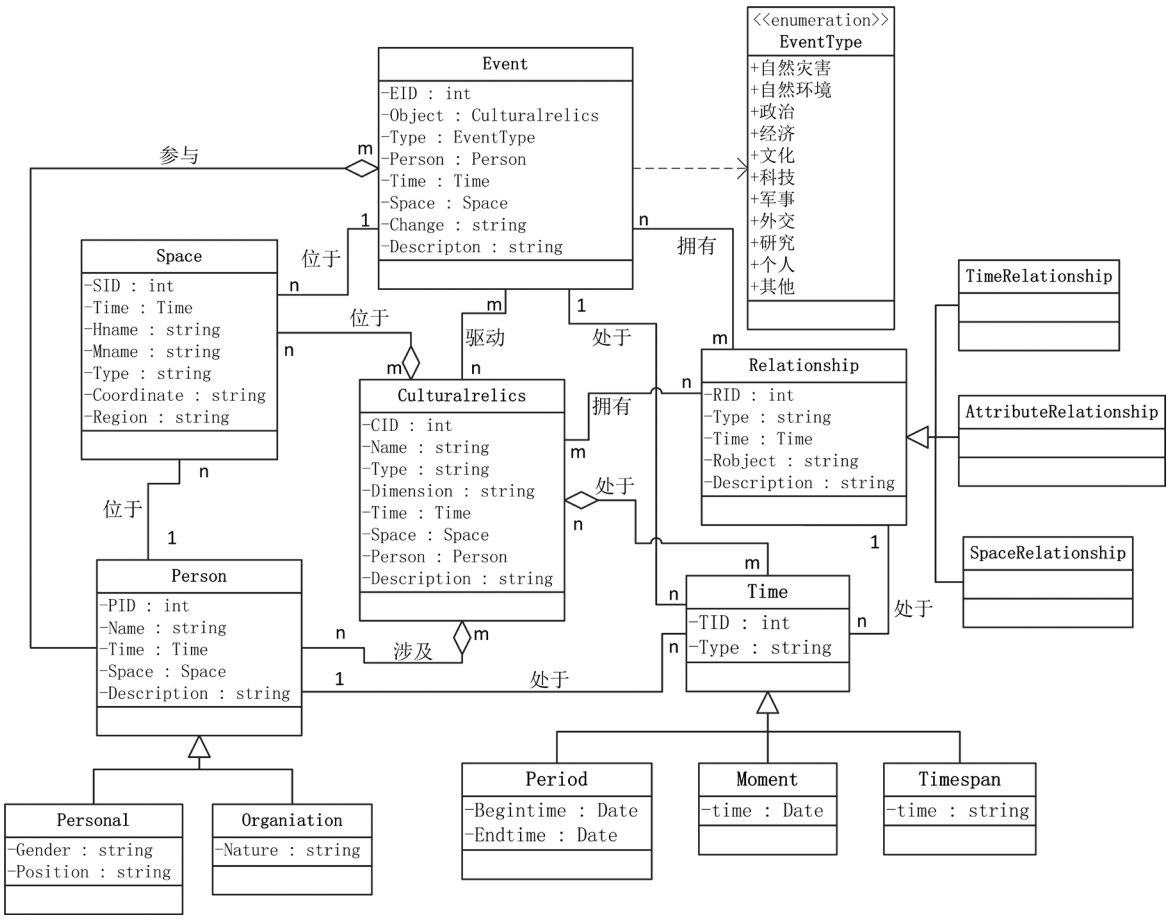

图2 基于UML的可移动文物时空数据逻辑模型

多的关系。一个事件可以有多个人物的参与、涉及多个关系，一个人物和关系也可以涉及多个事件。事件类、人物类与时间类和空间类是一对多的关系。关系类与时间类是一对多的关系，一个关系只有一个生命周期，但在一个生命周期内可以发生多个关系。

3 可移动文物时空数据模型的应用——以绘画类文物为例

3.1 案例选择

中国绘画至今已有几千年的发展历程，最早可以追溯到新石器时代的彩陶和岩画。绘画类文物作为宝贵的历史文化遗产，具有较高的研究意义和历史价值。在不同的历史时期和地域条件下，绘画具有不同的载体和表现形式。先秦时期的绘画主要体现在壁画、青铜器、玉器等纹饰上，具有较强的纪实作用；汉代的帛画和墓室壁画最具有代表性；魏晋南北朝时期为了宣扬佛法，出现了大规模的佛像、菩萨画像等；宋代涌现大量描绘世俗生活的风俗画。同时，绘画类文物作为可移动文物，在经济、政治、社会等因素的影响下，会发生空间、属性等诸多变化，具有不同的发展和演化规律。如在绘画类文物的流传、收藏和保护的过程中，会发生地理位置的变化、收藏对象的变更、文物的损坏或消失等。因此，从时间和空间的角度去组织和管理绘画类文物的相关数据，不仅可以了解不同历史时期和地域下人们的生活、生产及社会等的发展状况，更有利于对绘画类文物的管理和利用，厘清其发展脉络。

3.2 数据采集与组织

由于文物具有特殊性和历史性，容易出现数据缺失或无从查找的情况。为了尽可能地获得详细的实验数据，将选择比较珍贵且研究较多的文物。因此，本文从国家一级可移动文物中选取部分绘画类文物作为实验对象，如表1所示。首先，从各个馆藏博物馆的官方网站、各类文物研究的相关网站、百度百科、中国知网及相关的文物书籍中获取绘画类文物的相关数据；其次，对收集到的数据进行清洗和加工处理，从文本数据中提取绘画类文物的属性信息、时间信息、空间信息、事件信息、人物信息及关系，形成规范化的数据；最后，将规范化的数据存储在Neo4j图数据库中。

Neo4j图数据库主要包含节点、关系、属性、标签等元素[26]，在此基础上，根据上文所构建的可移动文物时空数据模型，设计可移动文物时空数据图数据库的存储规则，以保证可移动文物相关数据与关系完整地存储在Neo4j图数据库中。具体的存储规则为：除关系类外，将模型中的类与标签一一对应，类所对应的实例以节点的形式存入数据库，类自身的属性以键值对的形式存入数据库中。类与类之间的关系以有向边的形式存入数据库中，其中，关系类所包含的时间关系、空间关系及属性关系也以边的形式存入数据库中。可移动文物图数据库节点定义如表2所示。

表1 部分绘画类文物数据

序 号	名 称	作 者	年 代	馆藏机构
1	《游春图》	展子虔	隋	故宫博物院
2	《高逸图》	孙位	唐	上海博物馆
3	《勘书图》	王齐翰	五代	南京大学
4	《重屏会棋图》	周文矩	五代	故宫博物院
5	《夏景山口待渡图》	董源	五代	辽宁省博物馆
6	……	……	……	……

表2 可移动文物图数据库节点定义

节点标签	节点属性	说 明
Cultural Heritages	Name、Type、Dimension……	可移动文物
Time	ID、Type	时间
Space	Name、Type、Coordinate……	空间
Person	Name、Gender、Position……	个人
Organization	Name、Nature、Description……	机构
Event	Type、Change、Description……	事件

3.3 绘画类文物时空数据可视化

将文物的时空数据进行可视化展示，有助于对文物进行深入的研究与分析，为人文学者提供新的思考路径，带给用户更直观的感受。由于Neo4j图数据库提供了Neo4j Browser等可视化工具，能够通过Cypher语言进行数据的查询和可视化展示。如图3所示，以可移动文物《清明上河图》为例，查询并可视化其时空数据，由于完整的图谱较大，这里仅展示与其相关的前10条事件数据，主要包括驱动可移动文物《清明上河图》发生时空变化的事件、与该文物和事件相关的关键人物、事件发生的时间和地点等信息及实体间的关系。同时，

点击某一实体节点，还可以展示出该节点的所有属性内容。如点击事件节点中的“《石渠宝笈》特展”，即可展示出该事件所属的类型、引起的时空变化及对该事件详细的描述信息等。

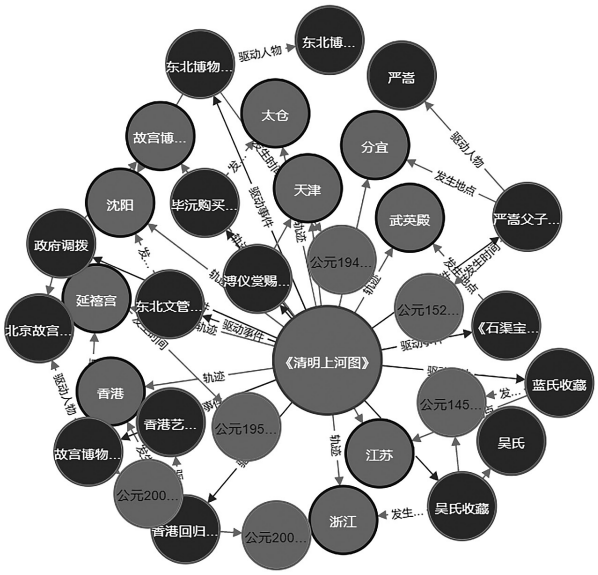

图3 《清明上河图》知识图谱可视化

同时，通过Cypher语言还可以进行简单查询和推理，如图4所示，在对《清明上河图》空间轨迹进行查询展示的过程中，点击地点“长春”，可以发现与其关联的“溥仪建立伪满洲国”与“日本投降”两个事件，而这两个事件都与人物“溥仪”相关，通过人物节点“溥仪”，又可以发现更多与其相关的事件。从图4可以看出，《清明上河图》的空间轨迹较为丰富，涉及我国北京、江苏、浙江、香港以及日本等广大的区域。通过对可移动文物时空数据的可视化展示，可以更好地了解可移动文物的时空变化情况，把握其时空演变规律，有利于进一步发掘文物背后的故事，促进文物知识的发现。

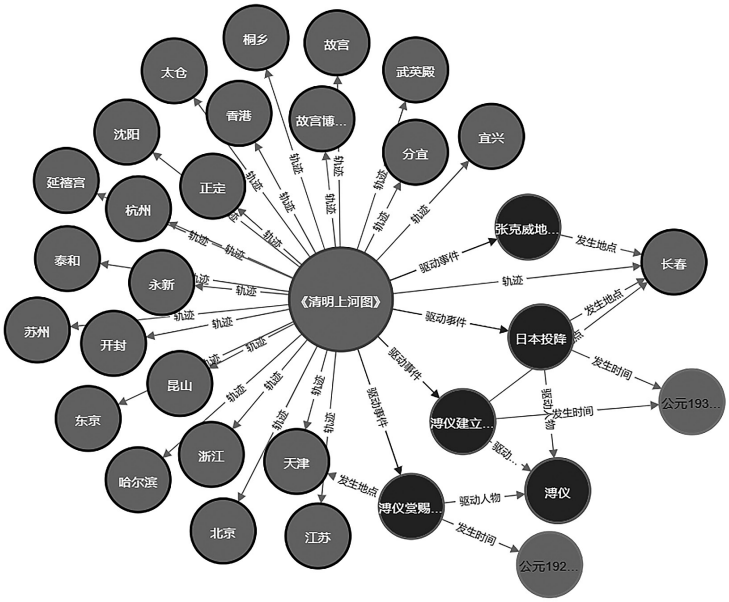

图4 《清明上河图》知识检索可视化

4 结语

只有高效地组织和管理文物数据，了解文物的时空变化过程，把握文物的发展和演变规律，才能有效地管理和利用文物，促进文物的传承与保护。数字人文的兴起，为可移动文物时空数据的组织与管理提供了新的理论与方法。灵活性高、扩展性好、实用性强的时空数据模型是实现可移动文物时空数据组织与管理的关键。本文在对可移动文物进行时空特征分析、时空演变分析的基础上，提出了一种面向可移动文物的时空数据模型，围绕可移动文物、时间、空间、人物、事件与关系6个维度进行建模，并将绘画类文物作为具体的分析对象，验证了模型的有效性。由于存在样本量较小、部分数据获取困难、可视化形式不够丰富等问题，未来将进一步扩大数据来源、增加数据量、完善数据内容；同时，对模型进行进一步的扩展，构建相应的知识发现与展示平台，满足可移动文物时空数据的浏览与知识发现的需求，促进可移动文物的研究利用与传承。

参考文献

[1] 王云霞. 文化遗产的概念与分类探析 [J]. 理论月刊，2010（11）：5-9.

[2] 何志丽，陈子丹. 数字人文视域下滇缅抗战史料数据库建设研究 [J]. 数字图书馆论坛，2021（3）：58-65.

[3] 王光华，裴阳，常金玲. 基于数字人文的城市记忆资源整合与服务研究 [J]. 档案管理，2021（4）：71-72.

[4] 夏翠娟，娄秀明，潘威，等. 数智时代的知识组织方法在历史地理信息化中的应用初探——兼论图情领域与人文研究的跨学科融合范式 [J]. 图书情报知识，2021，38（3）：37-49.

[5] 肖花，刘春年. 文物信息资源分类与特征分析 [J]. 现代情报，2012，32（10）：8-11，92.

[6] 宗立成. 文物三维数字化设计及其实验方法研究 [J]. 文物保护与考古科学，2018，30（2）：127-132.

[7] IKEUCHI K，OISHI T，TAKAMATSU J，et al. The great buddha project：digitally archiving，restoring，and analyzing cultural heritage objects [J]. International Journal of Computer Vision，2007，75（1）：189-208.

[8] 高劲松，张园芳，胡秋萍，等. 基于关联数据的文物信息资源融合方法研究 [J]. 情报科学，2020，38（12）：36-42，115.

[9] MEYER E，GRUSSENMEYER P，PERRIN J P，et al. A web information system for the management and the dissemination of cultural heritage data [J]. Journal of Cultural Heritage，2007，8（4）：396-411.

[10] 吴清，何秋娴. 中国现存古楼的时空分布特征及影响因素 [J]. 经济地理，2021，41（1）：202-211.

[11] 田小波，胡静，徐欣，等. 历史时期全国重点文物保护单位时空分布特征及影响机理 [J]. 经济地理，2021，41（1）：191-201.

[12] 唐宋文学编年地图 [EB/OL]. [2021-12-09]. https://sou-yun.cn/MPoetLifeMap.aspx.

[13] 廖泫铭，范毅军. 中华文明时空基础架构：历史学与信息化结合的设计理念及技术应用 [J]. 科研信息化技术与应用，2012，3（4）：17-27.

[14] 和娇霞. 硃卷时空数据组织与管理研究 [D]. 南京：南京师范大学，2014.

[15] 谈国新，张立龙. 非物质文化遗产文化空间的时空数据模型构建 [J]. 图书情报工作，2018，62（15）：102-111.

[16] 曹志月，刘岳. 一种面向对象的时空数据模型 [J]. 测绘学报，2002（1）：87-92.

[17] HAGERSTRAND T. What about people in regional science [J]. Papers in Regional Science，1970，24（1）：7-24.

[18] ARMSTRONG M P. Temporality in spatial database [C] // American Congress on Surveying and Mapping，American Society for Photogrammetry and Remote Sensing，Ed. GIS/LIS 88 Proceedings：Accessing the World. Falls Church，VA：American Society for Photogrammetry and Remote Sensing，1988：880-889.

[19] LANGRAN G，CHRISMAN N R. A framework for temporal geographic information [J]. Cartographica the International Journal for Geographic Information and Geovisualization，1988，25（3）：1-14.

[20] WORBOYS M F，HEARNSHAW H M，MAGUIRE D J. Object-oriented data modeling for spatial databases [J]. International Journal of Geographical Information System，1990，4：369-383.

[21] PEUQUET D J，DUAN N. An event-base spatiotemporal data model（ESTDM）for temporal analysis of geographical data [J]. International Journal of Geographical Information Science，1995，9（1）：7-24.

[22] YUAN M. Wildfire conceptual modeling for building GIS space-time models [C] //Wellar B，Ed. Proceedings of the GIS/LIS'94. Fort Colin，CO：GIS World Books，1994：860-869.

[23] 刘飞，何珍文，郑新奇. 一种基于事件的双序列时空数据模型 [J]. 地理与地理信息科学，2015，31（3）：1-6.

[24] 林广发，冯学智，王雷，等. 以事件为核心的面向对象时空数据模型 [J]. 测绘学报，2002（1）：71-76.

[25] 王占刚，庄大方，王勇. 历史事件时空过程描述及其可视化研究 [J]. 计算机工程，2014，40（11）：50-55.

[26] 李永卉，周树斌，周宇婷，等. 基于图数据库Neo4j的宋代镇江诗词知识图谱构建研究 [J]. 大学图书馆学报，2021，39（2）：52-61.

作者简介

高劲松，女，1966年生，博士，教授，研究方向：情报学、图书馆学研究。
杨慧娟，女，1996年生，硕士研究生，通信作者，研究方向：信息组织与管理，E-mail：yhj@mails.ccnu.edu.cn。
付家炜，男，1994年生，博士研究生，研究方向：情报学、图书馆学研究。
张强，男，1993年生，博士研究生，研究方向：数字人文。

Research on the Construction of Spatio-temporal Data Model of Movable Cultural Relics from the Perspective of Digital Humanities

GAO JinSong YANG HuiJuan FU JiaWei ZHANG Qiang
(School of Information Management, Central China Normal University, Wuhan 430079, P. R. China)

Abstract: Time and space are the basic dimensions of movable cultural relics, as well as important attributes and content in movable cultural relics data. The organization and management of temporal and spatial data of movable cultural relics is beneficial to the research and utilization of movable cultural relics. Aiming at the time and space information characteristics of movable cultural relics, based on the analysis of the types of temporal and spatial changes and driving factors of movable cultural relics, and based on the methods and technologies of digital humanities, a spatio-temporal data model for movable cultural relics was proposed, and it was applied to painting movable cultural relics. Based on this model, the temporal and spatial information of painting cultural relics can be effectively organized and managed, and the temporal and spatial evolution process of painting cultural relics can be expressed, including key figures and driving events related to the temporal and spatial changes of painting cultural relics, which has certain significance for the protection and development of movable cultural relics.

Keywords: Movable Cultural Relic; Spatio-temporal Data Model; Digital Humanities; Painting

（收稿日期：2022-01-09）