

虚拟现实技术在文化遗产领域的应用

李旭健,李皓,熊玖朋

山东科技大学计算机科学与工程学院,山东 266590

摘要 分析了2010—2019年Web of Science与中国知网中虚拟现实技术用于文化遗产保护的相关文献,发现近年虚拟现实在物质文化遗产领域的研究主要集中在器物、书画、雕塑和建筑遗址方面;在非物质文化遗产领域的研究主要集中在口头故事与语言、传统技艺和传统习俗方面;随着技术的进步,虚拟现实三维建模的速度与准确性不断提高,且声音的加入增强了虚拟系统的沉浸感。未来虚拟现实技术在文化遗产保护领域具有很广泛的前景。

关键词 文化遗产;虚拟现实;增强现实

文化遗产经过自然和社会因素的侵蚀和影响,留存下来的并不多,文化遗产的保护是亟需解决的问题。但是,当前中国文化遗产保护面临诸多挑战。首先,群体保护意识较低^[1],破坏文物的现象时有发生;其次,文物保护制度不够完善,保护技术相对落后,文物修复存在过度修复现象;最后,文物保护专业人才缺口较大,中国文物修复领域一直都是师徒相传的师承制度^[2],但这种培养人才的方式效率较低,远不能满足文物修复领域的人才需求。近几年部分高校虽有开设文物保护相关专业,但毕业人数与需求人数仍然存在很大差距^[3],专业人员队伍尚未建立完备。

近年来,虚拟现实(virtual reality, VR)技术的发展为文化遗产的保护提供了新途径。虚拟现实

是以计算机技术为核心,结合相关科学技术,生成与一定范围真实环境在视、听、触感等方面高度近似的数字化环境,用户借助必要的装备与数字化环境中的对象进行交互,产生亲临真实环境的感受和体验^[4]。由此可见,虚拟现实具有多感知性、沉浸性、交互性和构想性等特点^[5],将这些特点应用于文化遗产的保护中,将会带来很大帮助。多感知性和沉浸性会为体验者创造文物所在历史时期的社会环境,体验者可以切身体会,这比从文字和图片中感知历史知识更容易让人理解;交互性使用户与系统产生联系,系统按照使用者的意愿进行表述;构想性是指用户通过联想和推理等思维过程,对系统运行的未来进行想象,以获取更多的知识,认识复杂系统深层次的运动机理和规律性。目前,博物

收稿日期:2020-08-21;修回日期:2020-10-30

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFC0804406)

作者简介:李旭健,副教授,研究方向为计算机视觉、虚拟现实,电子信箱:xjlee@163.com

引用格式:李旭健,李皓,熊玖朋. 虚拟现实技术在文化遗产领域的应用[J]. 科技导报, 2020, 38(22): 50-58; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2020.22.006

馆、美术馆等文化交流场所应用虚拟现实系统交互性与共享性特点,引起游客好奇心,向游客普及文化知识。

应用虚拟现实技术具备的优势主要体现在2方面:一是虚拟现实技术可以对同一问题生成不同的应对方案模型,相关领域的专家和研究人員可以根据生成的模型进行利弊分析,选择出最佳解决问题的方案,并且在选择模型时,不会产生实际成本;二是虚拟现实技术具有的多感知性和沉浸性特点,使利用该技术制作的系统能极大地调动使用者的兴趣,这一优势对于教育和旅游领域极为有益。

在文化遗产保护领域,虚拟现实技术的应用主要分为2个方向:文物保护和辅助文物展览。在文物保护方面,目前大量的工作都集中在如何快速准确地建立文物3D模型,虚拟现实技术可对文物和遗址进行重复建模以选出最适合的修复方案,这一过程不会对文物造成损坏且极大地降低了修复成本,这对于文物修复至关重要。在辅助文物展览方面,虚拟现实技术依靠沉浸性和多感知性等特点,实现用户异地沉浸式游览古建筑及文物,深入了解文物细节,抓住游览者的好奇心,增加游览趣味和扩大知识传播力度。

基于上述优势,虚拟现实技术越来越多地应用到文物保护中,且3D保真度越来越高。20世纪90年代,敦煌研究院开始对敦煌壁画进行计算机存储与管理系統研究,参与联合国教科文组织推动的“世界记忆”项目,中国的文化遗产保护进入数字化阶段。随后,故宫博物院的数字化研究也开始展开,构建了故宫模型与网站,对故宫进行数字化的保护与开发^[6]。近年来,故宫相继推出“超越时空的紫禁城”^[7]、“走进清明上河图”^[8]等虚拟现实项目来增强游客的沉浸感,增加游客乐趣的同时,宣传历史文化知识,高效保护文物。

以下根据文化遗产的2大分类——物质文化遗产和非物质文化遗产,将器物、书画、石刻和建筑遗址划归前者,将口头故事与语言、传统技艺和传统习俗划归后者进行研究,重点分析Web of Science中的相关文献,总结虚拟现实技术应用在文化遗产领域近10年的研究成果,从物质文化遗

产和非物质文化遗产2大方面介绍虚拟现实技术在文物保护领域的应用。

1 虚拟现实在文化遗产虚拟化的研究

近年来,将虚拟现实技术应用于文化遗产保护中的研究越来越多。根据Web of Science以及中国知网2010—2019年关于虚拟现实技术在文化遗产领域应用的文献数量统计,文化遗产领域关于虚拟现实技术应用的研究呈迅速增长的趋势(图1)。

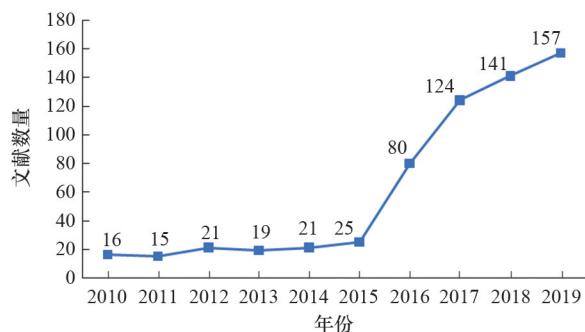


图1 虚拟现实技术在文化遗产领域应用的发展趋势

以2010—2019年为时间区间,在Web of Science中检索到虚拟现实技术在文化遗产领域的应用相关文献437篇,在中国知网中检索到相关文献182篇。将这些文献按照物质文化遗产、非物质文化遗产、文化场所以及其他进行分类,其中文化场所包含博物馆、美术馆和图书馆等场所,表1是上述各类文献的统计。

表1 2010—2019年虚拟现实应用于文化遗产的文献数量统计

文献来源	物质文化遗产	非物质文化遗产	文化场所	其他
Web of Science	302	40	22	73
中国知网	76	84	2	20

在Web of Science中虽包含中国学者的研究成果,但总体可代表国际上的研究趋势,中国知网可代表国内研究趋势。国际上对物质文化遗产研究较多,主要集中在建筑遗址方面,三维建模的速度

和准确性是研究人员最关心的问题,并且国际上广泛地将虚拟现实技术应用在博物馆和美术馆等文化场所中,用来拓宽体验者的知识面,提高体验者的学习兴趣。国内对非物质文化遗产的研究文献较多,重点集中在对传统技艺的虚拟化研究上,以帮助传统技艺的传承,扩大非物质文化遗产的影响范围。在文化场所的应用中,国外的应用要比国内多,这提醒国内虚拟技术的应用有待普及。

图2是根据Web of Science中的检索结果以国别为参考,得出的虚拟现实技术用于文化遗产的文献数量前10名的统计。文化遗产的虚拟化研究集中在欧洲与亚洲,很大程度上受到历史发展的影响。中国五千年文明留下了种类极为丰富且数量极大的文化遗产,而14—16世纪的文艺复兴运动也为欧洲留下了宝贵的文化遗产,这些文物不仅为研究人员提供了素材,更激励着研究人员为保护这些文化遗产而努力。

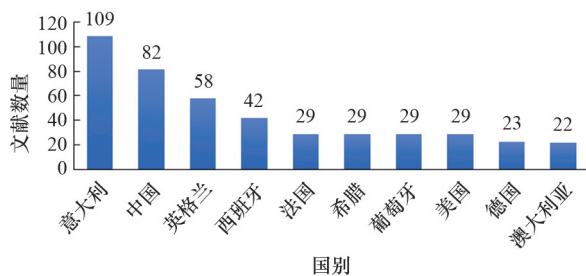


图2 不同国家将虚拟现实技术用于在文化遗产的文献统计

2 物质文化遗产

物质文化遗产以物件为依托,可以反映当时社会的诸多信息,是专家学者研究历史的重要依据。但经过自然和社会因素的侵蚀,物质文化遗产遭到破坏,通过虚拟现实技术的应用,有助于修复物质文化遗产。图3为物质文化遗产中虚拟现实技术在器物、字画、雕塑和建筑遗址方面的研究比例,“其他”包括虚拟现实技术应用于物质文化遗产领域中的教育、宣传及系统评估等。本文主要分析器物、字画、雕塑石刻和建筑遗址等的研究情况,其中,建筑遗址的虚拟化是研究人员最为关心的领

域,字画和雕塑石刻的研究目前关注度较低。

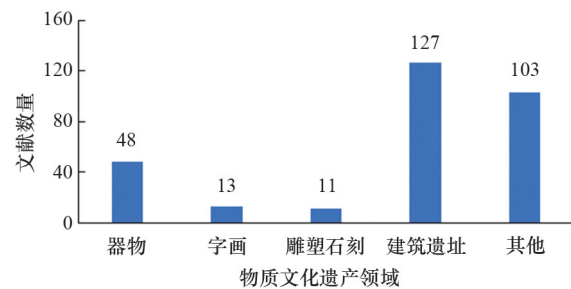


图3 虚拟现实技术用于物质文化遗产不同领域研究文献统计

1) 器物。本研究将容器、古代家具、考古中的随葬品划分到器物类,目前对器物的研究主要集中在博物馆中,使用较多的技术是通过全息投影+手势互动的方式使博物馆游客近距离接触展览物品^[9-12],通过放大缩小手势,详细了解器物细节,包括纹理、颜色、图案等(图4^[10])。

因器物对保存环境的要求较高,即使是博物馆中的日常展出也会对其造成影响,所以各博物馆中有大量器物不会对游客开放,这对公众了解历史非常不利。利用虚拟现实技术,对器物进行虚拟3D建模,还原器物本来颜色与纹理,并将其应用到博物馆的日常展出中,一方面,高科技的出现会激发游客好奇心,吸引游客了解与学习文物历史,另一方面,不会对真实文物造成损坏。

2) 字画。字画是反应时代的重要物件,字画的内容中不仅可以表达作者的观点,直观地反映当时社会情形,从字画装裱中还可以看出当时社会的棉帛织物的技艺。目前对字画的虚拟化研究主要是通过动画的形式活化画中人物与场景,不仅是景与物的动态,还有声音的动态。《清明上河图》最能说明这一点。2010年上海世博会期间在中国馆展出的“会动的清明上河图”^[1],制作团队在原画的基础上增加昼夜变化和人物景观的动态,在人物密集处减少部分人物形象以使整幅作品动态有序,虽然减少了画作本身的历史信息,但增加了作品的趣味性和吸引力。同年故宫博物院的“走进清明上河图”项目^[8]对外开放,相对于“会动的清明上河图”,“走进清明上河图”更倾向于对画作本身的转译,以

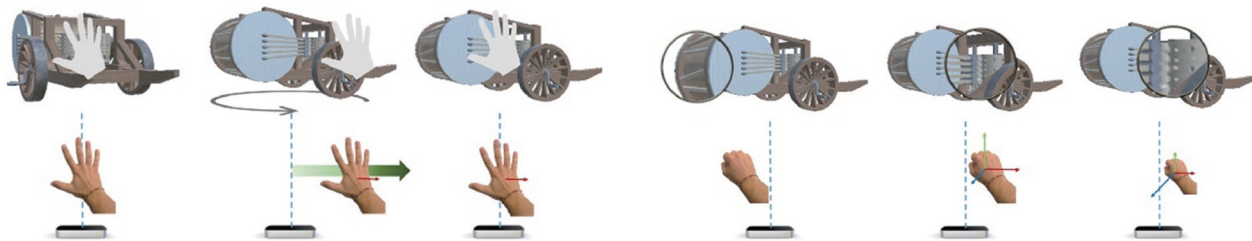


图4 全息投影+手势互动

音释画,通过声音的层次感来表现画作的动态性,虽然作品视觉上静止,但当放大图像时,听到人物对白和环境声音,增强了游览者的沉浸感。另外,故宫博物院还推出了《黄筌写生珍禽图》的交互项目^[13],这幅图构图较为分散,边缘精彩处容易被忽略,而利用虚拟现实技术使画中珍禽活起来,同时设计了喂鸟的交互层,使游客在欣赏时与作者产生共鸣,增加趣味性。

3) 雕塑石刻。随着旅游业的不断发展,对原始洞穴和雕塑造成不可逆转的影响,而虚拟现实的应用可以有效解决这一问题。在石刻雕塑方面,虚拟现实的应用场景与器物方面类似,但器物是对相对较小的物件进行虚拟,而石刻雕塑是相对于较大的物件进行虚拟。另外,器物虚拟面对较多的问题是文物碎片化的复原,而在石刻雕塑方面,面临的更多的问题是由于自然因素的侵蚀,导致缺失部分的几何形状未知,只能通过专业修复人员的主观想法来进行复原。Hou等^[14]针对这一问题提出了有效的解决方法,以中国大足千手观音像为例进行了基于文物多尺度空间几何特征的虚拟修复研究。通过分析雕塑的整体几何特性,从人物骨架线中提取高精度的三维模型作为文物的局部几何特征,通过数学分析来确定缺失部分的几何特征。Mandelli等^[15]通过摄影测量法1:1建立了Pietà Rondanini雕像,证明在判断模型正确性时使用结构化光扫描仪较为可靠。Zhang等^[16]提出了新的图像纹理映射方法,解决了纹理映射中局部细节区域的不匹配问题,提高了彩绘雕塑纹理的保真度,但是该方法中从图像到三维模型相应特征点的提取都是基于手工,这极大降低了纹理贴图的效率。

4) 建筑遗址。在文化遗产保护领域,虚拟现

实在建筑遗址中的应用最为广泛。研究重点在于提高虚拟系统的准确性和建模效率。目前。在建筑遗址的虚拟复原中,单个物件的虚拟与器物、雕塑的虚拟过程相似,但还需要组合单个虚拟建筑,构建建筑整体,使体验者游览过程中体验到方向感,这对系统的沉浸感要求更高。

2008年,故宫博物院与IBM公司合作,建成“超越时空的紫禁城”^[7],是中国第一个在互联网上展现重要历史文化经典的虚拟世界,利用虚拟现实技术,为游客提供沉浸式体验,从不同角度观察和欣赏这座规模宏大、保存完整的宫殿,感受到北京故宫的魅力,了解清代皇家生活。2016年,杨涵茜利用三维虚拟现实技术,复原了河南省安阳市汤阴县城的羑里城遗址,这座世界遗存最早的国家监狱,属于新石器、商、周时代遗址^[17]。Pagano等以意大利重要文化遗址帕埃斯图姆为例,设计VR应用程序Archeo,为游客提供沉浸式体验,感受公元前5世纪上半叶麦格纳·格拉西亚古城居民的信仰、价值观和习惯^[18]。Hanan等研究北苏门答腊萨摩西岛上记录传统巴塔克多巴房屋的方法,改变了传统二维记录房屋信息的方式,通过三维建筑可视化模型,为分析和研究随时间、地点和文化变化的传统民居的演变提供了可靠方法,提高了公众对保存传统房屋的认识,为传统房屋的保护与推广提供了支持(图5)^[19]。

文化遗产的虚拟化过程中,建模环节最为关键。在此环节中使用较多的是摄影测量法和激光扫描法。摄影测量法是从建筑遗址不同角度的一组照片中获得三维数字模型,无需几何纹理配准即可获得高质量的几何和纹理数据^[16],当建筑物具有明确的形状时,模型制作效果较好。该方法需要获

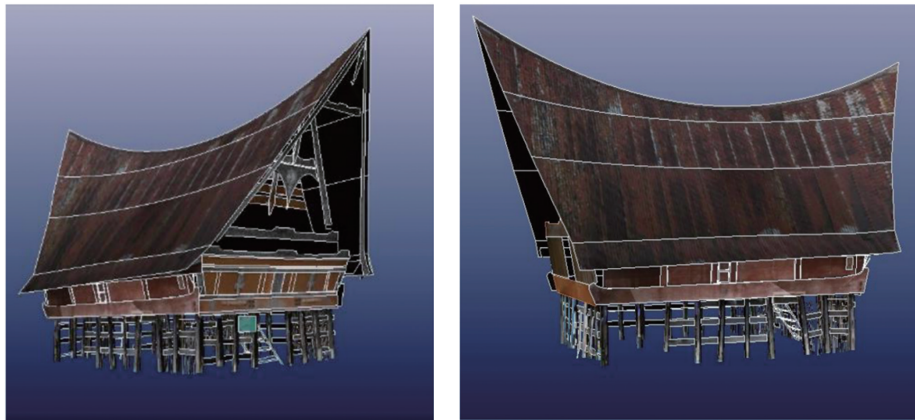


图5 巴塔克多巴房屋的三维模型^[19]

取图像中的多个控制点的坐标,这一过程会耗费大量的人力和时间,而且不适用于建模建筑物中经常出现的雕刻细节^[20]。激光扫描技术,作为摄影测量技术的补充,可以获取复杂的建筑形状。激光扫描仪会生成2D网格的距离图像,适当的校准可以将这些值转换为3D信息,通过组合来自不同视点的重叠范围图像,可以获得完全数字化的对象^[21]。Benjamin等^[22]详细比较了2种方法的优缺点,传统的摄影测量建模每个步骤都需要大量的人工判断,技术操作必须提供许多重要参数,例如相机和镜头属性等。激光扫描仪价格昂贵且速度相对较慢,需要在现场工作之前和工作期间进行大量投资。但是,它会输出密集且非常规则的数据形式,这对于曲面重建是非常理想的输入。因为两种方法都受到外部物理环境的影响,二者间的差别并不能决定基于摄影测量法建立的模型不如基于激光扫描建立的模型准确,El-Hakim等利用这2种技术对同一对象进行了建模,结果表明两者之间的差异可以忽略不计^[23]。

3 非物质文化遗产

非物质文化遗产具有无形化和活态性的特点^[24-26],在不同时间和空间中会呈现出不同的形态,在内涵和意义上也会有所不同,这也是非物质文化遗产的数字化保护与有形的文化遗产的数字化保护的区别。

目前,在有形文化遗产的保护中,虚拟现实重点在于恢复建筑物或文物的历史原貌,研究者的研究重心在于如何改进关键算法降低虚拟系统制作的计算成本,增强系统的真实性,以实现使用者近距离、沉浸式欣赏文物,了解历史。但在非物质文化遗产的数字化保护中,由于非遗的特点,目前更多的是结合增强现实技术^[27-29],制作虚拟系统用于宣传和传承非物质文化遗产,扩大影响力。

在非物质文化遗产的保护中,传承人是关键问题^[25]。随着经济发展,非物质文化遗产所带来的经济效益不能满足年轻一辈的追求,许多年轻人会选择放弃传承祖辈的技艺,去大城市追求梦想。但随着老一辈的老去,他们所掌握的非物质文化遗产技艺也将会逐渐消失,所以,激发青年一辈对非物质文化遗产文化的兴趣尤为重要。

图6为非物质文化遗产中虚拟现实技术在口头故事与语言,传统技艺和传统习俗方面的应用比例,“其他”包括虚拟现实技术应用于非物质文化遗产领域中的教育、宣传及系统评估等。研究人员更多地集中在传统技艺的虚拟化上,口头故事和语言以及传统习俗由于具有较大的活态性,目前的虚拟化研究较少。

1) 口头故事与语言。随着最后一位会某种少数民族语言的老人逝世,也带走了这种语言在地球上的痕迹。时间与社会的不断前行,不可避免地造成这种现象,现在通过虚拟现实技术可以弥补这一遗憾。目前,声学考古在不断发展,并且开始应用

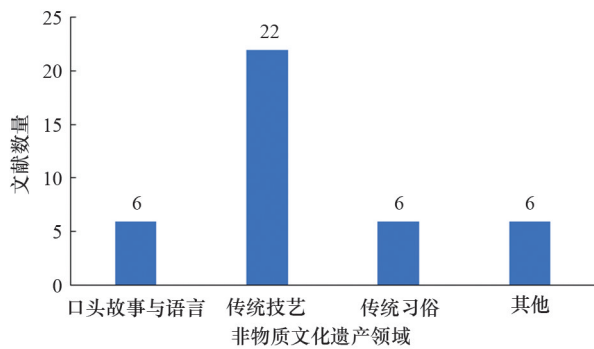


图6 虚拟现实技术用于非物质文化遗产不同领域研究文献统计

于虚拟现实技术来保护这类遗产。Suárez等^[30]研究了克鲁尼修道院的声音,考虑感官体验和声音的空间维度,分析空间声音,恢复空间的声学记忆,反映了宗教,音乐和建筑之间的密切关系,这种声音的记录方式也为语言的记录开辟新途径。另外,对于口口相传的警示故事也可以使用虚拟现实技术进行复原。Chen^[31]以非洲Tokoloshe口头相传的警示故事为例,结合虚拟现实技术制作故事游戏,增强玩家的参与感,对故事的意义有更深刻的理解。

2) 传统技艺。对于传统技艺的虚拟化主要采取与增强现实的结合,来创造虚拟环境,使体验者学习和发扬传统技艺。Yang^[24]以中国皮影戏为例,根据唐·诺曼提出的内在、行为和反思3个维度设计了非物质文化遗产保护的方法和策略,加强了人与物之间的感情联系,帮助皮影戏保持活力;Chen^[32]以中国昆曲为例,提出了一种可编辑文本方法来表示昆曲歌词的多维树状信息结构,以适应昆曲歌词的音乐特征,保持了原始昆曲乐谱的特征。另外还有福清光饼^[33]、四川泸州的油纸伞^[34]、苗族赶秋节^[25]、赫哲鱼皮文化保护^[35]等都用到虚拟现实技术等数字化的保护方式来传承和发扬非遗文化。

3) 传统习俗。社会发展简化了传统习俗的流程,这顺应时代发展的要求。但传统习俗中携带的文化内涵需要被大家了解。传统习俗的虚拟化重点在于虚拟系统中各构件的联系性。Micoli等^[36]建立博物馆中的文物虚拟系统,通过故事讲述的形式带领游客浏览博物馆中的藏品,将多个文物放在一起,由故事叙述将文物串联在一起,帮助游客理解

埃及葬礼的细节;穆弈君等^[37]虚拟了南京“秦淮灯会”,借助动画展现出唐宋明清4个时期灯会的热闹景象,通过虚拟现实的交互参与彩灯的扎制,乘坐画舫夜游秦淮河等环节。

4 结论

分析了虚拟现实技术在物质与非物质文化遗产中的应用研究现状:(1)在物质文化遗产领域,建筑遗址的虚拟化研究较为集中,重点在三维建模的准确性和速度上,近几年对字画的虚拟化逐渐引起研究人员的注意,虚拟系统的交互性越来越强;(2)在非物质文化遗产领域,传统技艺的虚拟化是重点,对非物质文化遗产的虚拟化应用有助于扩大其影响范围,对寻找传承人有较大帮助。

在文化遗产的保护领域,虚拟现实技术的未来应用会越来越广泛,体验者对3D保真度的要求会更高,因而,相关技术研究也会越来越迫切。根据前述研究现状分析,未来研究可重点集中在以下3个方面。

1) 物质文化遗产领域,加大对字画、雕刻和器物等方面的虚拟化研究,尤其要注意纹理、着色等细节的虚拟化,这不仅会提高体验者的沉浸感,也会给文物修复领域带来很大帮助。目前文物修复过程中应用最多的是仿真复制技术,虽然可以较为准确地复制文物,但缺乏交互性,虚拟现实技术的交互性可以使其在文物修复领域发挥更大作用。因为古代文物的材质特殊性,制作工艺大多失传,利用虚拟现实技术有助于寻找最佳材质、运用最合适的方法修复文物。

2) 非物质文化遗产领域,可在口头故事和传统习俗的虚拟化上投入更多精力,因为二者的活态化更高,研究者需要深入地了解当地民族风俗、自然与社会环境等因素,以保证高真实度。

3) 关于用户体验的提高,可以结合心理学,综合考虑视觉、听觉、嗅觉和记忆规律等因素,增加在虚拟现实系统中体验者之间的交互,提高用户使用虚拟系统的沉浸感。目前,虚拟现实系统的交互功能还仅仅停留在手势动作上,未来,通过自然语言

实现与虚拟现实系统的对话将会带给体验者更强的沉浸感。

参考文献(References)

- [1] 鲁丽彬. 数字媒体技术在物质文化遗产保护中的应用[J]. 信息与电脑(理论版), 2019, 31(23): 131-132.
- [2] 姜玥. 仿真复制技术在传统书画修复中的应用[D]. 长春: 吉林艺术学院, 2017.
- [3] 杨璐. 古陶瓷复原性修复方法应用[D]. 济南: 山东艺术学院, 2020.
- [4] 赵沁平. 虚拟现实综述[J]. 中国科学(信息科学), 2009, 39(1): 2-46.
- [5] 罗博峰, 周清. 虚拟现实技术训练应用研究综述[J]. 计算机仿真, 2020, 37(4): 1-4.
- [6] 翟红杰. 基于数字化理念与方法的建筑遗产保护策略研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2006.
- [7] IBM 打造“超越时空的紫禁城”虚拟世界发布[EB/OL]. (2008-10-10) [2020-08-27]. <http://smb.zol.com.cn/109/1090861.html>.
- [8] 李琼, 刘颖异. 数字《清明上河图》研究[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2020, 2: 147-151.
- [9] Fabrizio B, Giuseppe C, Giuseppe D P, et al. An interactive 3D holographic pyramid for museum exhibition[C]//2016 12th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS). Naples: IEEE, 2016: 428-434.
- [10] Giuseppe C, Luigi G, Pietro N. Evaluation of spatial interaction techniques for virtual heritage applications: a case study of an interactive holographic projection[J]. Future Generation Computer Systems, 2018, 81: 516-527.
- [11] Louis N, Lyuba A, Martin B. A prototype that fuses virtual reality, robots, and social networks to create a new cyber-physical-social eco-society system for cultural heritage[J]. Sustainability, 2020, 12(2): 645.
- [12] Giuseppe C, Giuseppe D P, Massimo E, et al. Discovering Leonardo with artificial intelligence and holograms: A user study[J]. Pattern Recognition Letters, 2020, 131: 361-367.
- [13] 吴萌. 利用数字技术实现中国古代书画的文化转译——故宫博物院数字《黄筌写生珍禽图》交互项目的实践[C]//科学艺术 传承创新——科学与艺术融合之路. 北京: 北京数字科普协会, 2017: 95-101.
- [14] Miaole H, Su Y, Yungang H, et al. Novel method for virtual restoration of cultural relics with complex geometric structure based on multiscale spatial geometry[J]. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2018, 7(9): 353.
- [15] Mandelli A, Achille C, Tommasi C, et al. Integration of 3D models and diagnostic analyses through a conservation-oriented information system[C]//26th International Symposium of ICOMOS/ISPRS-International-Scientific-Committee-on-Heritage-Documentation (CIPA) on Digital Workflows for Heritage Conservation. Ottawa: International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2017: 497-504.
- [16] Zhang F, Huang X, Fang W, et al. Texture reconstruction of 3D sculpture using non-rigid transformation[J]. Journal of Cultural Heritage, 2015, 16(5): 648-655.
- [17] 杨涵茜. 基于数字终端的文化遗址虚拟化展示与保护方法设计探究——以河南姜里城遗址数字化虚拟保护设计为例[J]. 艺术科技, 2016, 29(2): 137, 139.
- [18] Pagano A, Palombini A, Bozzelli G, et al. ArkaeVision VR game: User experience research between real and virtual paestum[J]. Applied Sciences-basel, 2020, 10(9): 3182.
- [19] Hanan H, Suwardhi D, Nurhasanah T, et al. Batak Toba cultural heritage and close-range photogrammetry[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2015, 184: 187-195.
- [20] Pedro M L, Jose L F, Alvaro M G, et al. A practical approach to making accurate 3D layouts of interesting cultural heritage sites through digital models[J]. Journal of Cultural Heritage, 2010, 11(1): 1-9.
- [21] Leonardo G, Olga Regina P B, Luciano S. 3D reconstruction methods for digital preservation of cultural heritage: A survey[J]. Pattern Recognition Letters, 2014, 50: 3-14.
- [22] Benjamin D, David S, Joseph R. Multiview 3D reconstruction of the archaeological site at Weymouth from image series[J]. Computers & Graphics, 2011, 35(2): 375-382.
- [23] Sabry F E, Fabio R, Lorenzo G, et al. Effective high resolution 3D geometric reconstruction of heritage and archaeological sites from images. Layers of perception[C]//CAA2007-Layers of Perception. Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA). Berlin: Kolloquien zur Vor-und Frühgeschichte, 2007: 43-50.
- [24] Yang L Y. Research on product design of intangible cultural heritage from an emotional viewpoint: A case study based on chinese shadow puppet[C]//2018 11th Interna-

- tional Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID). Piscataway, NJ: IEEE, 2018: 275-279.
- [25] 向倩, 郭丽瑶, 李江波. 基于虚拟现实技术的少数民族非物质文化遗产保护策略研究——以苗族赶秋节为例[J]. 电脑知识与技术, 2016, 12(25): 210-213.
- [26] 段晓卿. 虚拟现实在非遗保护中的应用探究[J]. 文化艺术研究, 2020, 13(1): 19-23.
- [27] Wang Y, Deng X, Zhang K, et al. The intangible cultural heritage show mode based on AR technology in museums: Take the li nationality non-material cultural heritage as an example[C]//3rd IEEE International Conference on Image, Vision and Computing (ICIVC). Piscataway, NJ: IEEE, 2018: 936-940.
- [28] Xu S L. Intangible cultural heritage development based on augmented reality technology[C]//International Conference on Robotics and Intelligent System (ICRIS). Piscataway, NJ: IEEE, 2018: 352-355.
- [29] Xie X, Tang X. The application of augmented reality technology in digital display for intangible cultural heritage: the case of cantonese furniture[C]//20th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International). Las Vegas: Lecture Notes in Computer Science, 2018: 334-343.
- [30] Suárez R, Alonso A, Sendra J J. Archaeoacoustics of intangible cultural heritage: The sound of the maior ecclesia of cluny[J]. Journal of Cultural Heritage. 2016, 19: 567-572.
- [31] Skovfoged M M, Viktor M, Viktor M, et al. The tales of the Tokoloshe: Safeguarding intangible cultural heritage using virtual reality[C]. Proceedings of the Second African Conference for Human Computer Interaction-Thriving Communities (Africhi). New York: Association for Computing Machinery, 2018: 332-335.
- [32] Chen G F. Intangible cultural heritage preservation: An exploratory study of digitization of the historical literature of Chinese Kunqu opera librettos[J]. Journal on Computing and Cultural Heritage, 2014, 7(1): 4.
- [33] 马碧芳, 王伟, 陈浴权, 等. 基于VR技术的福清光饼非物质文化遗产保护系统研究[J]. 电子技术与软件工程, 2019(10): 152-153, 256.
- [34] 刘心瑜. 基于虚拟现实技术的传统手工艺非物质文化遗产的保护与传承——以四川泸州油纸伞为例[J]. 艺术科技, 2019, 32(13): 57-58.
- [35] 刘贺, 宋立权. 虚拟现实交互技术在非物质文化遗产保护中的应用——以赫哲族鱼皮文化保护为例[J]. 新闻知识, 2018, 2: 58-60.
- [36] Micoli L L, Barsanti S G, Caruso G, et al. Digital contents for enhancing the communication of museum exhibition: The pervival project[C]//8th International Workshop on 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures (3D-ARCH). Bergamo: International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2019: 487-493.
- [37] 穆弈君, 黄涛. 南京“秦淮灯会”非物质文化遗产的动画实现[J]. 艺术与设计(理论), 2018, 2(8): 91-92.

Applications of virtual reality technology in the field of cultural heritage

LI Xujian, LI Hao, XIONG Jiupeng

School of Computer Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Shandong 266590, China

Abstract The virtual reality enjoys multisensory, immersive, interactive and imaginative features. In recent years, the development of the virtual reality technology has provided a new way for the protection of the cultural heritage. This paper reviews the applications of the virtual reality technology in the cultural heritage protection based on the information of the Web of Science and CNKI from 2010 to 2019, focusing on the material and intangible cultural heritages. It is found that the researches of virtual reality have mainly focused on the artifacts, the alligraphy and painting, the sculpture and the architectural sites in the field of material cultural heritage, and in the field of intangible cultural heritage, the researches have mainly focused on oral stories and sound, traditional skills and customs. With the advances of technology, the speed and the accuracy of the 3D modeling are continuously improving, and the addition of sound enhances the immersion of the virtual system. On this basis, the research direction is highlighted.

Keywords cultural heritage; virtual reality; augmented reality ●



(责任编辑 徐丽娇)