

基于虚拟现实技术的佛山“数字祖庙”构建

李越琼*, 范劲松
(佛山科学技术学院, 广东佛山 528000)

摘要:采用高动态光照渲染技术(HDR)全景图像和超高分辨率高清图像,以虚拟现实技术(VR)为平台,构建了“数字祖庙”的虚拟现实系统和数字化系统.通过“数字祖庙”的策划与准备、实地测量与采集、影像数据与文字数据的分析与整理、建成“数字祖庙”平面、三维模型及可视化数据库等工作,实现祖庙建筑实体空间在虚拟环境的映射.“数字祖庙”的构建是虚拟现实技术在古建筑保护中的一次有益尝试.

关键词:虚拟现实技术;数字祖庙;高动态光照渲染技术;可视数据库

中图分类号:TP391.9;G264 **文献标志码:**A doi:10.6054/j.jscnun.2013.04.023

虚拟现实技术(Virtual Reality,简称VR),是利用计算机模拟真实环境,给用户以身临其境感受的仿真技术^[1].近年来,对珍贵古建筑遗产进行保护与传承也是虚拟现实技术的重要应用领域.

在国外有古罗马、西班牙圣地亚哥大教堂、巴黎圣母院、泰国Phimai神庙等世界文化遗产的虚拟空间,国内也有敦煌艺术数字保护与虚拟旅游、故宫三维虚拟展示、数字兵马俑等^[2-4].虚拟现实技术通过三维建模和虚拟漫游、虚拟交互技术实现了古建筑文化遗产的数字化,有效地保护、展示、复原古建筑文化遗产,而且能让人们利用计算机互联网进行虚拟漫游、欣赏、感受古建筑文化遗产的艺术魅力.本文应用虚拟现实技术和数字化技术构建了“数字祖庙”,实现了虚拟场景重现、高精度环境尺寸测量、高清晰度数字影像图片欣赏等功能.这不仅对保护、传承祖庙文化自身是一项具有重大意义的文化工程,而且在古建筑保护领域为拓展虚拟现实技术和数字化技术也作出了有益的探索与创新.

1 佛山“数字祖庙”构建背景与目标

佛山祖庙始建于北宋元丰年间(公元1078—1085年),是供奉道教北方真武玄天大帝的神庙,是一座体系完整、结构严谨、具有浓厚地方特色的庙宇

建筑,并完好保存至今.其主体建筑群的装饰工艺充分体现了本地民间工艺的精湛技艺和卓越成就,1996年被列为全国重点文物保护单位,与肇庆悦城龙母庙、广州陈家祠合称为岭南古建筑三大瑰宝.佛山祖庙除了岭南建筑本身具有丰富的文化价值,还有大量木雕为主的建筑构件、陶塑瓦脊和大型铁铸瑞兽.这些建筑装饰和陈列品集中反映了明清时期佛山高超的民间工艺技术,更是当今人们研究传统历史文化最珍贵的实物资料.

为了保护、传承佛山祖庙这一珍贵的历史文化遗产,佛山市政府决定建设“数字祖庙”.构建“数字祖庙”的目标是:基于虚拟现实技术与数字化技术,采用高动态光照渲染技术(High-Dynamic Range,简称HDR)的全景图像,以虚拟现实技术(VR)为平台,建立可视数据库,实现祖庙建筑实体空间在虚拟环境的映射,以数据库形式将修缮前后的祖庙古建筑资料数据留存下来,立体、逼真地展现佛山祖庙的全貌,为文物保护获得全面完整的资料.

2 “数字祖庙”的主要实现技术

“数字祖庙”虚拟现实系统的设计与实现分为策划与准备、数据测量与采集、数据分析与处理和建立可视数据库等4个阶段(图1).

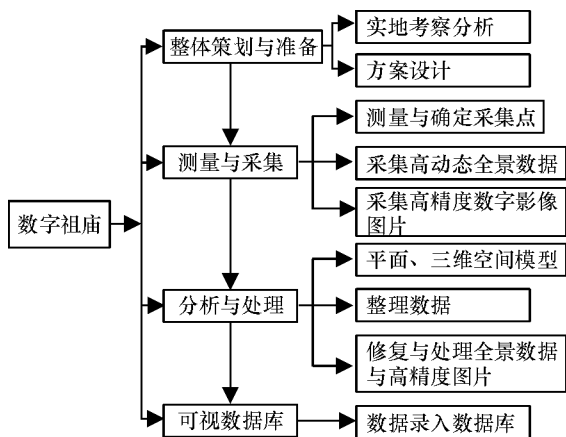


图1 佛山“数字祖庙”虚拟现实构建技术路线

Figure 1 Technology roadmap for the construction of Foshan “Digital Zumiao” virtual reality

2.1 策划与准备阶段

策划与准备工作包括“数字祖庙”实地考察,平面图纸、建筑物布局数据收集,设计项目整体计划,以及设备调节、数字模型建模、文件信息管理、后期处理方法等。

2.2 高动态范围图像与超高分辨率图像数据的测量与采集阶段

“数字祖庙”的数据采集分为两大部分:一部分数据是利用高动态全景相机进行数字化拍摄,获得360°全方位高动态范围图像数据。高动态范围图像(HDR)是一种可以显示真实世界场景中高动态范围亮度信息的图像,其像素值与实际亮度成正比,具有层次更加丰富、色彩空间更高的特性,可以记录场景中的亮部与暗部的细节。另一部分数据是利用先进的数字后背拍摄超高分辨率数字图像数据。数字后背又称数字机背,包含CCD芯片和数字处理等部分。该装置没有镜头等机构,通常用于中幅照相机和大型照相机,使相机实现数字化拍摄。使用数字后背可拍摄出像素达到亿万级高清晰度、无压缩图像。360°全方位高动态范围图像与超高分辨率图像的完美整合与匹配,实现了使用者在进入360°虚拟现实空间后,局部定点可查看超高分辨率清晰细节图像,两种技术相互配合与辅助,保证了数据信息的全方位、高质量,是“数字祖庙”一次全新有益的尝试。

“数字祖庙”的数据采集包含了佛山祖庙修缮前与修缮后数据,以修缮前的原始数据为主,修缮完成后又进行了多次补充拍摄采集,为后期的图像处理与信息比对提供重要依据。

数据采集时,依据建筑修缮的顺序和最佳观测

位置的选择,将数据采集分为万福台、锦香池、三门、前殿、正殿、庆真楼六大区域。每个区域根据平面、立面图与视角范围以及与周边环境位置关系,确定多个采集视点。

构建“数字祖庙”所需的影像,包括建筑群整体影像、单体建筑外部各立面影像、能反映建筑群与单体之间关系的影像、单体建筑主要构造与结构影像(如屋脊、山墙、驼峰、梁架),能说明建筑地点与年代特征的局部影像(如斗拱、墀头、雀替、满洲窗、彩绘壁画、套色艺术玻璃),以及陈设在建筑内、外的附属文物(如木雕、石雕、砖雕、灰塑、陶塑瓦脊、铁铸武士立像)等。依据《全国重点文物保护单位记录档案工作规范》的要求,在高动态全景相机和数字后背影像拍摄过程中应注意以下要点:

(1)拍摄古建筑群不能使用广角镜头,数字后背拍摄时使用红外线水平仪找准中心点,在焦距、光照等不变的情况下沿水平和垂直方向正立面平拍,使画面无俯仰的感觉。数字后背具有移轴功能,可以很好地解决成像中垂直和水平的校正问题,避免影像产生畸变,为连续影像的拼接提供了准确的素材;同时,由于数字后背具有“沙姆定律”校正功能,即当被摄体平面、影像平面、镜头平面这3个面的延长面相交于1条直线时,它可以获得大光圈下极大景深全面清晰影像。

(2)每个视点拍摄时必须精确设定相机白平衡,使现场的色温值与数字后背感光芯片CCD的色温模式保持一致。使用数字后背拍摄时,光照方向以45°左右为宜,拍摄时间以上午9:00~10:00、下午3:00~4:00为宜,防止多种不同色温的光源交叉照明对影像色彩的影响。此外,为保证还原古建筑的真实色彩,每个视点影像拍摄前须加拍1张DNG标准色卡影像,为影像后期拼接处理时调整色彩灰平衡提供准确的色温依据。色卡文件必须与拍摄影像文件一起保存,并明确标注精准的时间、地点等拍摄属性信息。

(3)同一视点需要进行不同方位的数字后背数据采集,保证在有遮挡物时对文物有全貌的结构把握。同一镜头应拍摄3张以上,以确保选取的相片色调真实。连续的位置影像必须有至少1/3的重叠,方便后期拼接。

(4)拍摄数字后背高分辨率影像的同时,在相同视点使用高动态全景相机进行高帧率、高像素、高

定位精度的360°全方位高动态全景数据采集.高动态全景相机具有高速采集特点,因此,在采集时,应清理镜头范围内活动的人与物,避免造成数据影像中出现“虚糊”的效果.

采集数据时,需做到及时进行编号,以便后期处理时与平面图纸相对应.同时,还需对佛山祖庙的原始记录相关资料进行收集.充分利用文献资料、互联网等资源全面收集祖庙的历史背景、发展概况、当地人文环境等相关资料,并进行扫描、拍照等数字化处理,并录入“数字祖庙”数据库,使用户通过阅读文字材料,全面了解佛山祖庙的历史、人文环境,加深对佛山祖庙的认识^[5].

2.3 数据分析与处理阶段

首先,利用前期采集的数据,建立和完善“数字祖庙”平面及三维空间模型,使研究人员能够对区域和方位全面把握,同时对后期创建数据库有重要作用.

其次,按照编号和平面图纸分类整理不同区域采集和测量的数据.根据文件管理标准对每个区域的数据(平面测量数据、高动态全景数据、高清晰度数字影像图片数据与相关文本资料等)进行归类整理.

第三,高精度影像的修复与拼接.每个区域的超高分辨率数字图像数据量巨大,因此,需使用专业的图形工作站(Apple MacPro. HPXW8400)以及图像处理软件(Adobe CS4 Master Collection PTGui Pro V8.02 Photomatrix Pro V3.0)修复与拼接.其中,必须注意的技术要点有:

(1)色彩校正.使用色彩校正管理系统(Pm 5 Publish Eye-One XT)对输入和输出的数字设备进行色彩校正,有助于更科学更高效地还原祖庙建筑环境色彩的真实性;

(2)RAW文件处理.为了保证采集的影像文件具有完整的ISO设置、快门速度、光圈值等原始图像编码数据,拍摄的高分辨率数字图像需用具有“数字底片”之称的RAW格式文件保存.处理RAW格式文件前需要对图像进行预处理,包括调整曝光、反差、镜头、焦距、光圈、明暗度、锐度、降噪、白平衡等处理,使图像的轮廓更为清晰,有利于进一步找到最佳的拼接位置,并将调整理想的图像导出为TIFF格式;

(3)拼接技术.高分辨率数字图像拼接技术就

是将数张有重叠部分的图像拼成一幅大型的无缝高分辨率图像的技术.图像拼接的关键是利用图像灰度相关性精确地找出相邻两张图像中重叠部分的位置,然后确定两张图像的变换关系,即图像配准^[6].拼接时,可寻找到最佳拼合位置,进行平移、旋转、大小变换、色差等变换以及组合、变形与扭曲等调整,最后达到局部对齐、全局调整拼接和拼缝融合^[7],拼接后的影像达到与原始图像最大程度接近,没有明显的拼接痕迹和曝光差异.

第四,利用虚拟现实(VR)制作软件,将高动态全景影像数据录入并进行曝光调整与三脚架位置修复处理,最终拼接、渲染生成一组连接的VR虚拟演示文件.高动态全景相机具有独特的三维测距功能,实现距离测量以及任意点的三维坐标测量,做到在虚拟空间中便可以测量所有可见物与空间的精确尺寸.

2.4 建立可视数据库阶段

采集与处理后的文本与影像文件,需要以直观的形式展示给专业人员,因此,建立一个可视数据库才能最终建成“数字祖庙”.利用可视化场景资料数据库管理软件(R2S V2.0),将采集处理后的360°全方位高动态范围图像、超高分辨率数字图像、平面图、文档、视频数据等,统一放置在以服务器为存储终端的可视数据库中,进行存储和发布.数据库管理软件具有管理员模块和客户端模块2种管理级别,共享与授权功能可以实行多级别的用户管理,针对不同数据需求分配用户不同的权限.专业文化遗产保护及相关人员进入360°虚拟现实空间后,局部定点可查看超高分辨率清晰细节图像,如需要下载大分辨率图,必须采用实名注册并填写下载申请,在得到后台管理人员认可激活账号后,可进行浏览、检索、下载等.数据库能合理有效地将项目的影像文件、虚拟演示文件、音频文件、文本文件等数据信息整合在这一平台上,不仅方便快速查询,而且在最大程度上保证了所有电子信息的安全性,是数字化与古建筑遗址之间重要平台,为使用者提供了强大的信息数据管理,从而更直观地了解场景原貌.

3 结语与展望

基于虚拟现实技术构建的“数字祖庙”是利用高动态光照渲染技术(HDR)与虚拟现实技术(VR)

完美结合而形成的高科技成果,它不仅是一项重大的文化保护工程,而且是虚拟现实技术和数字化技术在古建筑保护领域的一次有益探索。“数字祖庙”通过策划与准备、实地测量与采集、影像数据与文字数据的分析与整理、可视化数据库的建立等技术工作,构建了“数字祖庙”的虚拟现实系统与数字化系统,实现了古建筑数字化保护和查询等功能。“数字祖庙”的构建是虚拟现实技术在古建筑保护领域的拓展与技术创新。在“数字祖庙”的构建中应用了高动态光照渲染技术(HDR),以可视数据库为依托,实现祖庙建筑实体空间在虚拟空间的映射,令立体场景真实地展现给用户,增加虚拟的真实感。“数字祖庙”建成后取得了良好效果并获得广大专业人士的一致好评。

随着科学技术的发展,未来在古建筑保护领域,虚拟现实技术还可以与互联网、物联网和云计算等新一代信息技术结合起来,以更有效地保护、展示、修复、复原古建筑文化遗产,使更多的观众能足不出户、方便快捷、身临其境地切实感受古建筑的全貌与

艺术展品,更好地欣赏、感受古建筑文化遗产的艺术魅力,也在很大程度上为文化遗产保护事业的推广和传播起到了积极作用。

参考文献:

[1] 杨丽,项秉仁. 虚拟现实技术在建筑设计中的应用[J]. 华中建筑,2007,25(9):98-99.

[2] 李敏杰,张堃. 虚拟现实技术在建筑行业中的应用[J]. 现代计算机:专业版,2011(5):82-84.

[3] 周宁,王家祯,等. 基于虚拟现实的中国古建筑虚拟重建[J]. 计算机工程与应用,2006(18):200-203.

[4] 邵亚琴,汪云甲,刘云. 基于虚拟现实的龟山汉墓虚拟重建研究[J]. 测绘通报,2008(2):11-15.

[5] 李晓峰,黄涛. 武当山遇真宫大殿数字化与虚拟复原研究[J]. 建筑学报,2004(12):66-68.

[6] 王娟,师军,吴宪祥. 图像拼接技术综述[J]. 计算机应用研究,2008,25(7):1940-1947.

[7] 吴健,余生吉,俞天秀. 莫高窟雕塑数字化与艺术表现——以莫高窟第158窟三身雕塑为例[J]. 敦煌研究,2009,118(6):109-111.

Construction of Foshan “Digital Zumiao” Based on Virtual Reality Technology

LI Yueqiong*, FAN Jinsong
(Foshan University, Foshan 528000, China)

Abstract: Digital systems and virtual reality systems of the “Digital Zumiao” were build by using panoramic images and ultra-high-resolution images with high dynamic range rendering (HDR) technology on a platform of virtual reality technology. After planning, data collection, field measurement and analysis of images and text data, the plane and three-dimensional models, visual database, the physical space of the “Digital Zumiao” architecture was mapped in a virtual space. The construction of “Digital Zumiao” is a beneficial attempt for the application of virtual reality technology in ancient architecture protection.

Key words: virtual reality technology; digital zumiao; high dynamic lighting rendering technology (HDR); visual database

【中文责编:谭春林,成文 英文责编:李海航】