

引文格式: 孙运豪,高洪,胡朵朵,等. 无人机倾斜摄影在文物修复中的应用[J]. 北京测绘,2017(5):92-95.

DOI:10.19580/j.cnki.1007-3000.2017.05.021

无人机倾斜摄影在文物修复中的应用

孙运豪¹ 高洪¹ 胡朵朵¹ 黄文丽² 袁濛茜²

(1. 国信司南(北京)地理信息技术有限公司,北京 100048; 2. 中国文化遗产研究院,北京 100083)

[摘 要] 无人机倾斜摄影技术是国际地理信息领域近年发展起来的一项高新技术,它克服了传统航空摄影技术只能从单一角度拍摄的局限性,通过对地物进行多角度拍摄,可获取同一地物的多幅倾斜影像。倾斜摄影在智慧城市建设中的应用已经相对成熟,在文物考古、修复中由于文物本身具有的特殊性,对倾斜摄影提出了更高的要求。本文主要论述如何利用无人机倾斜航空摄影技术,最大限度提高模型精细度,构建文物实景三维模型,用以分析、研究文物的形态,探索了一种针对文物保护、修复的倾斜摄影实景三维建模方法。

[关键词] 倾斜摄影;无人机;文物修复;实景三维

[中图分类号] P231

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-3000(2017)05-0092-4

1 引言

倾斜摄影测量作为传统摄影测量技术的发展方向,弥补了传统航空摄影测量不能获取建筑物侧面纹理的缺陷。随着摄影测量技术的理论和硬件的发展,尤其是在立体匹配和三维重建中新理论和技术的突破,使得快速的自动化的建立实景三维模型成为了可能。倾斜摄影测量具有快速、成本低、精度高、产品真实等特点^[1],因此倾斜摄影测量作为智能景区与大数据时代的基本数据载体的获取手段,具有无可比拟的优势,受到相关行业和学者的青睐与关注。目前倾斜摄影技术在智慧城市的建设中的应用已经相对成熟。在文物领域中,由于文物本身具有的特殊性,对文物实景三维模型的分辨率、材质颜色、清晰度提出了更高的要求。本文主要结合文物修复、重建的项目,探索了利用倾斜摄影测量技术,如何实现快速重构文物实景三维模型,同时确保重要文物的模型精细度,为文物的修复、研究提供基础数据支撑。

2 背景

在柬埔寨政府建立之初,国王西哈努克多次

要求联合国教科文组织对吴哥古迹进行保护与修复工作。2004年3月,时任国务院副总理吴仪在访问柬埔寨期间,中柬两国政府签署了《中柬两国政府双边合作文件》,将“帮助柬埔寨修复周萨神庙以外的一处吴哥古迹,在周萨神庙修复工程完工后实施”作为中柬双边合作的第一项工作内容。为落实吴仪副总理指示及两国协议,受国家文物局指派,中国代表团一行五人于2005年8月1日至7日赴柬埔寨进行援柬二期项目的考察选点工作。在实地考察并征求柬埔寨政府及 APSARA 局意见的基础上,初步选定茶胶寺作为中国政府援助柬埔寨吴哥古迹保护的二期项目^[2]。

根据国家测绘地理信息局与国家文物局签署的合作协议,为了加强对中国政府援柬工作组的工作支持,2016年9月由国信司南(北京)地理信息技术有限公司、中国文化遗产研究院联合组成工作组,对柬埔寨修复后的茶胶寺遗址进行无人机倾斜摄影工作,获取茶胶寺遗址航空影像数据,为遗址的研究、保护提供基础地理数据支撑。

3 无人机倾斜摄影测量技术优势

随着倾斜摄影技术的发展,人们对实景三维模型的分辨率、材质颜色、清晰度提出了更高的

[收稿日期] 2017-01-11

[作者简介] 孙运豪(1982—),男,云南宣威人,大学本科,注册测绘师,工程师,从事摄影测量与遥感相关工作。

E-mail: sunyh1982@126.com

要求,这就促使飞行载体高度不断降低,期间催生出力三角翼、多旋翼无人机等多种中低空倾斜摄影数据采集方案。

无人机遥感技术综合了无人机和遥感技术的特点,可以自动快速获取地貌的空间遥感信息,具有诸多优势;

(1)无人机是由无线设备控制操作的不载人飞机,其成本低廉、空域限制小,能完成载人驾驶飞机不宜执行的多种航拍任务。

(2)无人机使用灵活,可垂直起飞和降落,无需任何辅助装置,不需要专门的机场和跑道,对环境要求极低,可在野外随处起飞和降落,无人机通过不同航高可实现高空、大面积航拍,也可以实现低空间较小范围精确航拍。

(3)无人机具有安全高效的视频、图像数据采集能力。无人机飞行精度高,可长时间悬停、前飞、后飞、侧飞、盘旋等。可采集目标地物正射、倾斜航空影像,可以根据项目需求,对主要建筑物360度立体环绕飞行,采集目标物体全方位影像数据。

4 茶胶寺遗产区情况

茶胶寺是十一世纪初由高棉帝国国王阇耶跋摩五世建造的印度教寺院,是吴哥遗址中最为雄伟且具有典型特征的庙山建筑之一,代表了公元十世纪末至十一世纪初吴哥庙山建筑发展的一个历史节点,见图1。2007年以来,受国家文物局委托,作为中国政府援助柬埔寨吴哥古迹保护修复工程的执行机构,中国文化遗产研究院参与选定茶胶寺作为援柬二期项目,并在国家文物局的具体指导下,对茶胶寺庙进行了系统的、有针对性的勘测和研究,踏上了继周萨神庙保护修复完成后的又一征程^[3]。至2016年,经过十多年的维修,完成了柬埔寨茶胶寺遗址的维修和加固工作,获得了柬埔寨吴哥古迹管理局与联合国教科文组织的高度肯定。



图1 茶胶寺修复前照片

5 方案设计

茶胶寺修复完成后,相关文物专家需要一套能真实反映遗产现状的数据资料,用以分析和研究遗产修复后情况,为以后文化遗产的保护、管理提供基础信息数据支撑。因此对茶胶寺三维实景模型的精细度提出了较高的要求。为了解决大场景实景三维模型与重要建筑物实景三维模型对模型精细度要求不同这一难题,针对项目需求,优化项目设计方案,如图2所示,尝试采用倾斜摄影+立体环飞航拍的技术方案,获取遗址区航空影像数据,最后将两种数据融合建立遗产地实景三维模型数据,既保证了遗产区域大范围实景三维模型效果,同时也保证了重要遗址三维模型的精细度^[4-5]。

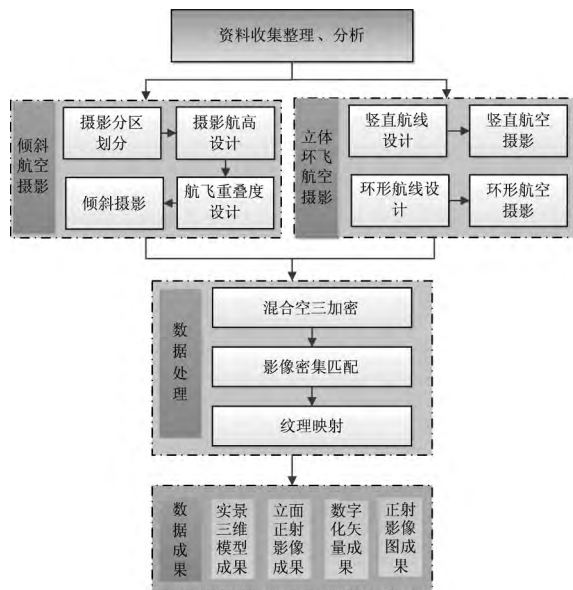


图2 技术方案流程图

5.1 倾斜航空摄影

(1) 摄影分区划分

由于试验区面积较小,适合采用无人机进行航空摄影,根据遗产范围,每个方向外扩200米进行摄影分区划分,本项目设计为一个摄影分区。

(2) 摄影航高确定

根据项目需求,此次航空摄影获取的影像用于制作成图比例尺为1:500比例尺的正射影像图,影像的地面分辨率(GSD)应满足内、外业测图规范要求。数字航空摄影的地面分辨率

(GSD)取决于飞行高度,考虑到该测区相对高差大,为保证成图精度要求,本次航摄影像的平均地面分辨率按 0.04m 进行设计,飞行航高设定为 150 米。如图 3 所示。

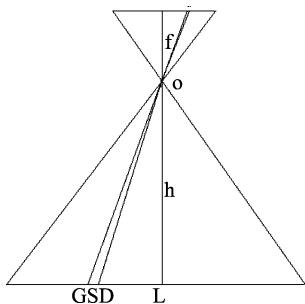


图3 飞行航高示意图

$$\frac{a}{GSD} = \frac{f}{h} = \frac{f * GSD}{a}$$

式中: h —飞行高度; f —镜头焦距; a —像元尺寸 ($1.39\mu\text{m}$); GSD —地面分辨率。

(3) 航飞重叠度设置

为了保证实景三维模型的效果,本次倾斜航空摄影航向重叠度设计为 80%,旁向重叠度应为 80%。

(4) 无人机倾斜航空摄影

本次倾斜航空摄影数据的获取采用精灵 4 Phantom 无人机进行。根据设计要求,获取了遗产区下视、左下视 30 度、右下视 30 度、前下视 30 度、后下视 30 度等五个视角的航空影像数据。五镜头数据按照前视、后视、左视、右视、下视分别存放,各文件夹内影像数量一致。如图 4 所示。



图4 倾斜摄影范围图

5.2 立体环飞航空摄影

由于项目对遗产区重要遗址的精细度要求较高,为了使三维模型效果更加真实、精细,航空摄影时,除了常规倾斜摄影外,对重要的遗址进行近景立体环形航空摄影,设计竖直与环形交叉航线,使用无人机全方位获取遗址航空影像数据。

(1) 竖直航线设计

竖直航线设计主要是获取遗址竖直方向上的近景航空影像数据,分别获取每个塔的东、南、

西、北、东北、西北、西南、东南等 8 个方向的竖直航空影像数据。

(2) 环形航线设计

环形航线设计主要是以建筑物为中心,按照不同的高度设置环形航线,采用无人机获取建筑物各个方位的航空影像数据。与竖直摄影形成交叉的网状结构,立体式的 360 度获取建筑物影像数据。如图 5 所示。



图5 立体环形飞行设计图

5.3 数据处理

航空影像数据处理主要在第三方软件 Smart3D 里进行。将带有坐标信息的倾斜航空影像数据与立体环形航空影像数据导入数据处理软件,进行混合空三加密,优化影像外方位元素,之后对两组影像进行密集匹配,制作高精度的遗产区三维模型,并对模型进行纹理映射^[6],形成遗产区三维实景模型数据成果、正射影像成果、立面正射影像成果以及其他数字化成果。工作流程如图 6 所示。



图6 航空影像数据处理流程图

倾斜摄影+立体环飞航拍混合空三加密与匹配的数据处理方式,可以快速的构建大范围的实景三维模型成果,同时也保证了重要遗产三维模型的精细程度,满足了项目的需求,达到了快速构建实景三维模型的效果。如图 7、图 8 所示。



图7 茶胶寺整体实景三维模型成果



图8 茶胶寺中央五塔精细三维模型数据成果

5.4 数据成果

数据处理完成后,根据项目要求,制作遗产区多维基础地理信息数据成果,主要成果包括:1)遗产区实景三维成果;2)遗产区正射影像成果;3)遗址立面正射影像图成果;4)遗产立面数字化成果。如图9~图12所示。



图9 实景三维模型成果



图10 中心塔立面图



图11 立面正射影像成果



图12 数字化立面图

6 项目意义

无人机倾斜摄影技术是国际地理信息领域近年发展起来的一项高新技术,目前广泛应用于测绘、林业、水利、农业等行业,特别是近年影像纹理重构技术得到了较大的发展,相关技术已相对成熟^[7],加上无人机技术的发展^[8],使得快速、高精度的建模成为可能。当前倾斜摄影技术在文物的修复、考古行业应用较少,通过本项目的实施,充分发挥了倾斜摄影测量技术在文物修复、考古等方面的应用价值,探索倾斜摄影测量技术如何更好的服务于文物行业。

(1)探索了倾斜摄影技术在文物行业的应用模式。

从以往项目经验看,无论是三维激光扫描或者是单纯的倾斜摄影测量均不能完全满足文物保护、分析对三维模型精细度的要求。为了解决这一难题,项目组采用了倾斜摄影测量与近景摄影测量相结合的方式,获取遗址区航空影像数据,最后将两种数据融合建立遗产地实景三维模型数据,既保证了遗产区域大范围实景三维模型效果^[9],同时也保证了重要遗址三维模型的精细度,探索了倾斜摄影测量技术在文物行业的应用模式。

(2)实现文化遗产的数字化保护。

提高文化遗产保护的安全性,从理论上说,不论我们怎么保护,随着岁月的流逝,文化遗产还是会被损坏或者遗失。通过对文物的数字化,为文化遗产信息的保护、管理、文物病害分析等提供数据支撑,可以安全和长久地保存弥足珍贵的文化遗产。

(3)搭建多维文化遗产基础地理信息数据库。

在文物保护和重建过程中,构建文物的三维模型是一项基础性工作,精确的文物数字模型能够记录文物的原始三维信息和纹理信息,从而为文物的三维重建^[10]、保护、展示、修缮等工作提供重要的数据和模型支持。通过本项目的实施,获取了吴哥窟茶胶寺航空遥感影像、三维点云数据等多维文化遗产信息数据,为文化遗产保护工作的优化提供可能,建立文化遗产多源、多时态、多尺度、多类型的地理数据顺应了未来对文化遗产保护基础数据需求。

参考文献

- [1] 曲林. 基于无人机倾斜摄影数据的实景三维建模研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2015(3): 38-43.
- [2] 许言. 从茶胶寺修复看援外工程的意义[J]. 世界遗产, 2013(3): 70-71.
- [3] 朱艳霞. 修复茶胶寺未竟国庙的重新拼配[J]. 世界遗产, 2015(3): 46-55.
- [4] 朱国强. 无人机倾斜摄影技术支持下的三维精细模型制作[J]. 测绘通报, 2016(9): 151-152.
- [5] 周克勤. 近景摄影测量技术在数字城市中的应用[J]. 北京测绘, 2007(1): 42-46.
- [6] 周晓敏. 倾斜摄影测量的城市真三维模型构建方法[J]. 测绘科学, 2016(9): 159-163.
- [7] 王琳. 无人机倾斜摄影技术在三维城市建模中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2015(12): 30-32.
- [8] 李德仁. 无人机遥感系统的研究进展与应用前景[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2014(5): 505-513.
- [9] 陈亮. 一种基于无人机序列图像的地形地貌三维快速重建方法[J]. 北京测绘, 2013(6): 29-32.
- [10] 陈东海. 城市空间三维数据快速提取与更新研究[J]. 北京测绘, 2012(4): 19-22.

(下转第108页)

- [17] Bay H, Tuytelaars T, Van Gool L. Surf: Speeded up robust features [M]. Computer Vision-ECCV 2006. Springer Berlin Heidelberg, 2006.
- [18] Mikolajczyk K, Schmid C. A performance evaluation of local descriptors[J]. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, 2005, 27(10): 1615-1630.
- [19] Yu G, Morel J M. A fully affine invariant image comparison method [C] // Acoustics, Speech and Signal Processing, 2009. ICASSP 2009. IEEE International Conference on. IEEE, 2009: 1597-1600.
- [20] Mikolajczyk K, Tuytelaars T, Schmid C, et al. A comparison of affine region detectors[J]. International journal of computer vision, 2005, 65(1-2): 43-72.
- [21] Morel J M, Yu G. ASIFT: A new framework for fully affine invariant image comparison[J]. SIAM Journal on Imaging Sciences, 2009, 2(2): 438-469.
- [22] Moisan L, Stival B. A probabilistic criterion to detect rigid point matches between two images and estimate the fundamental matrix [J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 57(3): 201-218.

Indoor Positioning Technology Based on Image Matching with High Accuracy

CHEN Min¹, XU Weifang²

- (1. Qinghai Provincial Land Planning and Research Institute, Xining Qinghai 810001, China;
2. The First Surveying and Mapping Institute of Qinghai Province, Xining Qinghai 810001, China)

Abstract: This paper puts forward a new method of indoor positioning, upload the photographs taken by cell phone cameras, in positioning image library for scenario selection, image matching, image to get the best match, according to the image of the reserved information to achieve accurate indoor positioning. First of all, Using the feature of the deep convolution neural network and the unsupervised learning method to select the scene, And then apply ASIFT(Affine Scale Invariant Feature Transform)The algorithm matches the image of the established scene one by one, while adding the geometric constraints, further improving the positioning accuracy and speed. This image matching based indoor positioning technology can simultaneously obtain the user's location information and the direction information of the photograph.

Key words: Indoor positioning; image matching; scenario selection; ASIFT

(上接第 95 页)

Application of the UAV Oblique Photography Technology in the Restoration

SUN Yunhao¹, GAO Hong¹, HU Duoduo¹, HUANG Wenli², YUAN Mengxi²

- (1. Geo-Compass Information Technology Company Limited, Beijing 100048, China;
2. Chinese Academy of Cultural Heritage, Beijing 100083, China)

Abstract: The UAV oblique photography technology is a new and high technology developed in the field of international geographic information in recent years. It overcomes the limitation that traditional aerial photography technology can only acquire from a single angle. It can capture multiple oblique images of an object from different angles. The UAV oblique photography technology has been widely used in the construction of Smart City. But it is faced a higher requirement in the application of archaeology and cultural relic restoration due to the particularity of the cultural relics. This paper mainly introduces how to use the UAV oblique photography technology to improve the model precision and build the real 3D models of the cultural relics for analysis and research of their forms. It provides a method of real 3D modeling based on oblique photography for cultural relic conservation and restoration.

Key words: oblique photography; unmanned aerial vehicle (UAV); cultural relic restoration; real 3D