

倾斜摄影建模在聂耳公园海绵化改造中的应用

王海兵, 邓 剑, 朱磊森, 晏 鑫, 薛 伟, 聂胜军, 王宏宇
(中国建筑第二工程局有限公司, 北京 100160)

摘 要: 针对现有的无人机三维建模中使用人工 3D 建模存在的实时性和经济性问题, 提出了一种利用无人机遥感数据进行三维地形建模的方法。以玉溪聂耳公园为例, 进行了三维地形建模。实验表明, 在三维地形中使用无人机图像形状建模具有更清晰、更逼真的虚拟现实效果; 无人机航拍照片得到高层数据点, 真实地还原三维地形, 完整地展示出地形的高低不平。倾斜摄影利用无人机航拍, 通过划分区域以及逐点拍摄达到覆盖每个面, 在电脑中形成三维图像。针对聂耳公园碎片化改造内容, 高精度地记录海绵化改造的内容以及地理条件。通过对园区地形建模分析, 快速准确掌握项目地形情况, 为设计和施工决策提供参考, 为人、料、机准备和土方调配方案提供依据。

关键词: 无人机遥感; 航拍建模; Altizure; PhotoScan; 模拟

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)12-0112-05

Application of Oblique Photographic Modeling in Sponge Renovation of Nieer Park

WANG Hai-bing, DENG Jian, ZHU Lei-sen, YAN Xin, XUE Wei, NIE Sheng-jun,
WANG Hong-yu

(China Construction Second Engineering Bureau Ltd., Beijing 100160, China)

Abstract: In view of the real-time and economic problems of artificial 3D modeling with unmanned aerial vehicles (UAV), a method of 3D terrain modeling using UAV remote sensing data was proposed and applied in Nieer Park for case study. The experiment showed that modeling of 3D terrain with UAV image had a clearer and more realistic virtual reality effect, and the UAV aerial photograph got high level of point data to truly image the 3D terrain and the rugged terrain. Oblique photography used UAV aerial photography to cover each surface by division of areas as well as point-by-point photography thus to form 3D image in the computer. In view of the fragmentation renovation of Yuxi Nieer Park, the content and geographical conditions of sponge reconstruction were recorded with high accuracy. By analyzing the terrain modeling of the park, the topographic condition of the project was grasped quickly and accurately, which could provide reference for the design and construction decision, as well as basis for the preparation of labor, material and machine and allocation of earthwork.

Key words: unmanned aerial vehicle (UAV) remote sensing; aerial photograph modeling; Altizure; PhotoScan; modeling

近年来,倾斜摄影技术在国际测绘领域快速发展,改变了正射影像垂直角度的限制。通过一个垂直、四个倾斜、五个不同的视角同步采集影像,获取丰富的顶面及侧视的高分辨率纹理。它不仅能够真

实地反映地物情况,高精度地获取物方纹理信息,还可通过先进的定位、融合、建模等技术,真实地生成三维城市模型。该技术在欧美等发达国家已经广泛应用于多个行业^[1]。传统的三维建模通常采用 3Ds

Max、AutoCAD 等建模软件。目前,国内外广泛应用倾斜摄影测量技术,倾斜摄影的建模数据已逐渐成为城市空间数据框架的重要组成部分^[2]。

1 倾斜摄影与 BIM 的结合

BIM 软件中都是生成 3D 几何模型为载体的数据信息模型,与传统技术相比,从立项规划、设计、施工到交付及运营维护,采用间断的数据进行共享、交互。在初期规划与概念设计上,绝大多数使用三维效果图实现功能划分,通过图像里面的数据、平面图或拍摄图片对建筑物轮廓和高度信息进行建模。由于模型数据精度低,纹理和实际效果偏差大,就需要大量的人工参与数据调整;同时,数据生产周期长和时效性差,不能真正满足用户的需要。王建强等^[3-5]提出通过倾斜摄影及三维建模快速实现城市建模。结合无人机航拍影像综合提取地物纹理,实现三维建模^[6]。倾斜摄影测量技术可以在宽范围、高精度和高清晰度的情况下感知复杂场景,并通过高效的数据采集和专业数据处理生成的数据直接反映地面物体的外观、位置和高度。这为测绘的实际效果和精度提供了保证。同时,可以有效地提高模型的生产效率。用倾斜摄影法完成建模只需 3~5 个月,大大降低了三维模型数据采集的经济成本和时间成本。同时,无人机在地形复杂的区域、建筑物密集的城区和多云雾的山区都有更强的适应性。

通过前期对聂耳公园无人机建模,再根据改造内容绘制出效果图(见图 1)。



图 1 聂耳公园效果

Fig. 1 Effect display of Nieer Park

2 聂耳公园倾斜摄影

2.1 航拍区域任务规划

模型的精度取决于图像的精度。一般来说,距离越高,照片的分辨率越高,照片的质量越好,获取的三维效果越好。图像比视频形成的三维效果要好

很多,倾斜摄影拍摄必须从垂直方向 90°、前面 45°、后面 45°、左边 45°、右边 45°五个角度移动拍摄各组图像,也可通过软件来实现精确的照片采集。

使用 Altizure 应用,进入数据采集功能。成功连接后,进入主界面,可以点击屏幕左侧的第一个按钮——任务按钮,打开任务面板,按 +, 创建飞行任务,如图 2 所示。



图 2 航拍区域任务规划

Fig. 2 Mission planning of aerial photograph

地图上绿色矩形为建模区域,灰白半透明多边形为飞机可能的飞行区域。飞行前调整图像采集区域,使其覆盖拟采集区域。区域内白色折线为飞机航线,两端各有一个白色箭头,表示航线的起点和终点。左下角会显示该次飞行任务覆盖区域的大小和预计每条航线的完成时间,如图 3 所示。



图 3 任务区域划分

Fig. 3 Division of task area

2.2 大重叠飞行

倾斜摄影获取的影像存在严重的地物遮挡现象,尤其是建筑物密集区域。为了获取全方位无信息盲点的倾斜影像应采取大重叠飞行观测方式,同时从垂直、前视、左视、右视与后视共 5 个不同的角度采集影像。

为了便于倾斜摄影,每个任务区域会自动生成

5 条航线。第一条为正射,相机垂直面向地面。后四条为面向四个不同方向的倾斜路线,相机朝地平线下方倾斜,面向拍摄目标的侧面,当飞机处于两个长段路径点之间时会触发自动拍照机制,见图 4。



图 4 Altizure 的 5 条航线划分方案

Fig. 4 The division scheme of 5 routes in Altizure

3 聂耳公园航拍建模分析

3.1 航拍三维建模

无人机航拍图像更强调对室外场景三维重建新型技术体系的一体化构建,配合航拍技术、航空遥感技术、影像传输技术、数据处理技术以及几何视图分析技术来实现图像数据有效处理过程,三维地形数据库平台的建立是整个 3D GIS 系统的基础^[7]。在工程前期,利用无人机航拍扫描,得出园区地势高程分析,整体地势东南高、西北低,同时建立知音湖区域实景模型,将导出的 DEM 高程点数据在 Revit 中二次还原,结合湖底设计标高和原湖底标高,计算出平均土方开挖量为 $11\,327\text{ m}^3$,在施工前为土方作业的人机准备提供参考,拟定成本投入。

高程点数据分析见图 5。

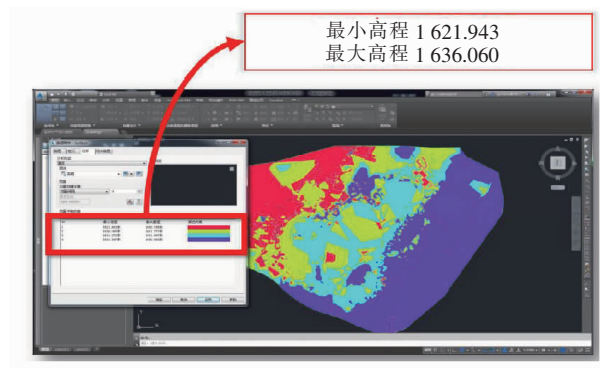


图 5 高程点数据分析

Fig. 5 Data analysis of elevation point

知音湖土方开挖实景建模分析见图 6。

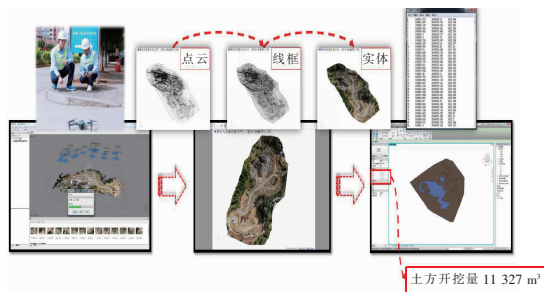


图 6 知音湖土方开挖实景建模分析

Fig. 6 The earth excavation's real modeling analysis of the Zhiyin Lake

3.2 单体图像建模

使用 dji go 里的兴趣点环绕来进行扫描拍摄。

① 先将前期拍摄好的素材拖入 lr 中进行预处理,原则是将色彩尽量还原,修正曝光错误。

② 打开 Agisoft PhotoScan,能够看到三个主要区域:a. 工作区,可见项目目录和照片明细。b. 模型功能区,对生成的模型进行操作的功能性控制。c. 模型预览区,可视化模型预览。具体如图 7 所示。

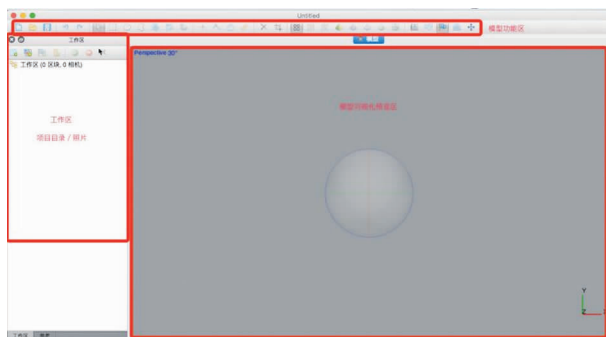


图 7 PhotoScan 工作区域划分

Fig. 7 PhotoScan work area division

③ 添加后会看到每张照片的信息,选择“工作流程”——“对齐照片”,选择建模区域,建立密集点云,如图 8 所示。

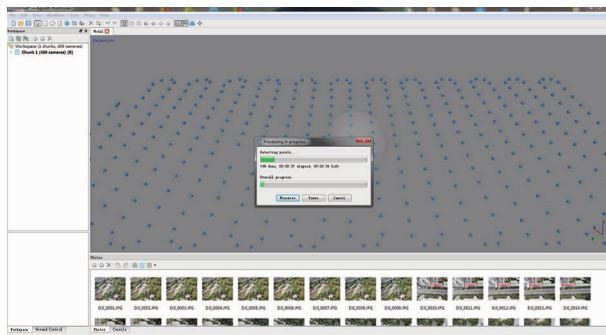


图 8 航拍照片区域划分

Fig. 8 Regionalization of aerial photograph

④ 到“生成纹理”这一步时,基本已完成建模操作,模型纹理清晰,基本与实景无区别。

聂耳公园航拍模型见图9。

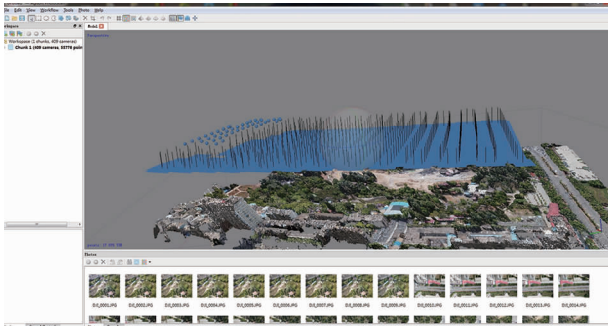


图9 聂耳公园航拍模型

Fig. 9 Nieer Park aerial photograph model

根据标定值参数来计算三维模型的参数值,并在计算机中构建最终的数学变换模型,将拼接好的图像融入进去,形成一套完整拥有参考图像坐标系的三维数学模型,获得高度整合后的高清图像^[8]。

3.3 航拍模型测量原理

利用无人机进行高精度空中测量,同步记录POS数据,计算立体模型的定向点、连接点、控制点坐标。在同时段,无人机连续拍摄几组重叠的照片,照片都有相同的建筑物,就可以分析出建筑物的结构,并制作细部纹理。无人飞机航拍通常低空飞行,受气候条件影响较小,系统携带的数字彩色航摄相机等设备可快速获取地表信息,获取超高分辨率数字影像和高精度定位数据,拍摄影像清晰、分辨率高、现势性好^[9-10],同时通过在三维环境中对聂耳公园改造内容进行坡率、走向和节点检查,对问题区域进行标注,准确、高效地测量距离、面积,标注各设施构件附属信息,提高工作效率。使用无人机航拍得出模型数据,建立出聂耳公园铜像模型(见图10),同时还可对高程点进行测量。

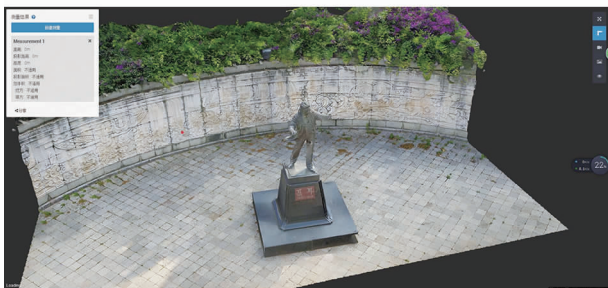


图10 聂耳公园铜像测量

Fig. 10 Measurement of copper image in Nieer Park

3.4 三维动画技术模拟

三维动画技术模拟使人们的想象逐渐变为现实。由于其精确性、真实性、可操作性,被广泛应用于诸多领域,能够完成不能表现的镜头,同时不受天气季节等因素影响,降低了拍摄成本,提高了场景的变化性。

4 结论

① 近年来,多镜头航摄仪的发展很好地克服了精度问题,同时实现了对地物顶部和侧立面的建模和纹理采集,使得倾斜航空摄影在大范围三维建模方面表现出了卓越的能力。同时,低空航拍的影像清晰、分辨率高、现势性强,用于制作三维模型时更加形象逼真,非常具有视觉冲击力。同时,倾斜航空摄影也能在建模之余,获得正射影像和数字高程模型。

② 国内外已广泛开展倾斜摄影测量技术的应用,倾斜摄影建模数据也逐渐成为城市空间数据框架的重要内容。

③ 倾斜影像不仅能够真实地反映地物情况,而且还通过采用先进的定位技术,嵌入精确的地理信息,使用户获得更高级、更逼真的用户体验,极大地扩展了遥感影像的应用领域。

④ 倾斜摄影技术在快速建立工程范围内地表三维模型的同时,大大降低了三维建模的成本,将是今后较长一段时间的三维模型主要生产方式。

参考文献:

- [1] 李安富,曾政祥,吴晓明. 浅析国内倾斜摄影技术的发展[J]. 测绘与空间地理信息,2014,37(9):57-59,62.
Li Anfu, Zeng Zhengxiang, Wu Xiaoming. The analysis of the development of oblique photography technique in China[J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2014,37(9):57-59,62 (in Chinese).
- [2] 李文慧,杨斌,黄永麟,等. 无人机遥感在三维地形建模中的应用初探[J]. 气象研究与应用,2008,29(4):38-41.
Li Wenhui, Yang Bin, Huang Yonglin, et al. Application of UAV remote sensing in 3D terrain modeling[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2008,29(4):38-41 (in Chinese).
- [3] 王建强,钟春悝,江丽钧,等. 基于多视航空影像的城市三维建模方法[J]. 测绘科学,2014,39(3):70-

74.
Wang Jianqiang, Zhong Chunxing, Jiang Lijun, *et al.* 3D city modeling construction based on multi-view aerial image[J]. *Science of Surveying and Mapping*, 2014, 39(3): 70–74 (in Chinese).
- [4] 王庆栋, 艾海滨, 张力. 利用倾斜摄影和3ds Max技术快速实现城市建模[J]. *测绘科学*, 2014, 39(6): 74–78.
Wang Qingdong, Ai Haibin, Zhang Li. Rapid city modeling based on oblique photography and 3ds Max technique[J]. *Science of Surveying and Mapping*, 2014, 39(6): 74–78 (in Chinese).
- [5] 孙宏伟. 基于倾斜摄影测量技术的三维数字城市建模[J]. *现代测绘*, 2014, 37(1): 18–21.
Sun Hongwei. Three dimensions modeling of digital city based on oblique photogrammetry method[J]. *Modern Surveying and Mapping*, 2014, 37(1): 18–21 (in Chinese).
- [6] 熊俊华, 方源敏, 付亚梁, 等. 机载LIDAR数据的建筑物三维重建技术[J]. *科学技术与工程*, 2011, 11(1): 189–192.
Xiong Junhua, Fang Yuanmin, Fu Yaliang, *et al.* The research on 3D reconstruction of buildings based on airborne LIDAR data [J]. *Science Technology and Engineering*, 2011, 11(1): 189–192 (in Chinese).
- [7] 高建强. 基于桌面云服务的计算机实验管理分析[J]. *信息系统工程*, 2017(8): 70.
Gao Jianqiang. Computer experiment management analysis based on desktop cloud service[J]. *China CIO News*, 2017(8): 70 (in Chinese).
- [8] 唐艳华. 无人机航拍技术及其在三维建模中的运用分析[J]. *科技创新导报*, 2017(36): 153–154.
Tang Yanhua. Analysis of UAV aerial photography technology and its application in 3D modeling[J]. *Science and Technology Innovation Herald*, 2017(36): 153–154 (in Chinese).
- [9] 胡晓曦, 李永树, 李何超, 等. 无人机低空数码航测与高分辨卫星遥感测图精度试验分析[J]. *测绘工程*, 2010, 19(4): 68–70, 74.
Hu Xiaoxi, Li Yongshu, Li Hechao, *et al.* The comparative analysis about spatial information access technologies based on light UAV low-altitude digital aerophotogrammetry and high-resolution satellite remote sensing[J]. *Engineering of Surveying and Mapping*, 2010, 19(4): 68–70, 74 (in Chinese).
- [10] 黎富忠. 无人机航拍技术在三维建模上的应用[J]. *广西水利水电*, 2016(4): 21–23.
Li Fuzhong. Application of UAV aerial photography technology in 3D modeling [J]. *Guangxi Water Resources & Hydropower Engineering*, 2016(4): 21–23 (in Chinese).



作者简介:王海兵(1969–),男,山西文水人,硕士,教授级高级工程师,中建二局工程部总经理,从事建筑施工技术管理研究工作。

E-mail: 123446710@qq.com

收稿日期:2018–10–22

科学调水,依法管水,安全供水