

基于大疆无人机的 Context Capture 三维实景建模探讨

张福友

(广东省水利电力勘测设计研究院, 广东 广州 510635)

摘要: 提出一种利用大疆消费级无人机采集影像, 结合 Context Capture 建立三维实景模型的方案。探讨该方案在外业采集和内业处理时要注意的一些关键技术。通过实际工程项目验证了方案的可行性, 为以后类似的工程项目提供借鉴和参考。

关键词: 大疆无人机; Context Capture; 倾斜摄影测量; 三维实景模型

中图分类号: P231 **文献标识码:** B **文章编号:** 1008-0112(2017)08-0088-04

1 概述

倾斜摄影技术是国际测绘领域近年来发展起来的一项高新技术, 颠覆了以往正射影像只能从垂直角度拍摄的局限, 通过在同一飞行平台上搭载多台传感器, 同时从1个垂直、4个倾斜共5个不同的角度采集影像, 将用户引入了符合人眼视觉的真实直观世界^[1]。倾斜影像技术的引进和应用, 使目前高昂的三维建模成本大大降低。该技术的推广应用依赖软件的强大处理能力和硬件的支持。目前世界上支持多视角影像三维实景建模的软件有许多, 诸如 Context Capture、Pixel Factory、Pix4D、VirtuosoGrid、VirtuoZo、DP-Smart、PhotoScan 等软件, 其高度自动化和智能化给建模带来极高的效率。在硬件方面也得到了国内外许多倾斜无人机的支撑, 比如 Harwar、MicroDrones、JOUAV、Dragon50 等。软件和硬件的支持给三维实景建模带来改革性的变化, 推动着三维实景建模飞速发展。

软件的高度智能化使得对原始影像的要求越来越低, 只要相机足够好、影像足够多、重叠度足够高、拍摄角度足够覆盖物体、拍摄距离足够近, 建立的模型精度和分辨率能最大限度地满足要求。换言之, 无论是专业的量测相机, 还是普通的手机摄像机拍出来的照片, 都能进行三维实景建模。

一般专业的搭载五镜头的量测无人机适用于大范围的三维实景建模, 但遇到小面积的或者是局部的地物要建模的情况, 使用专业无人机不但体现不了高效率, 成本反而高。因此本文提出一种利用大疆无人机搭载标配相机采集地物影像, 利用 Context Capture 软件进行三维

重建的方案, 可以灵活、高效、低成本地完成小范围地物的三维重建。

2 关键技术探讨

传统的利用无人机倾斜影像进行三维实景建模流程如下图1所示, 本文所讨论的方案存在特殊性, 不同于传统倾斜摄影测量, 这种局部的、小范围的实景三维建模与传统的倾斜摄影测量实景三维建模在外业采集和内业处理上存在差异。

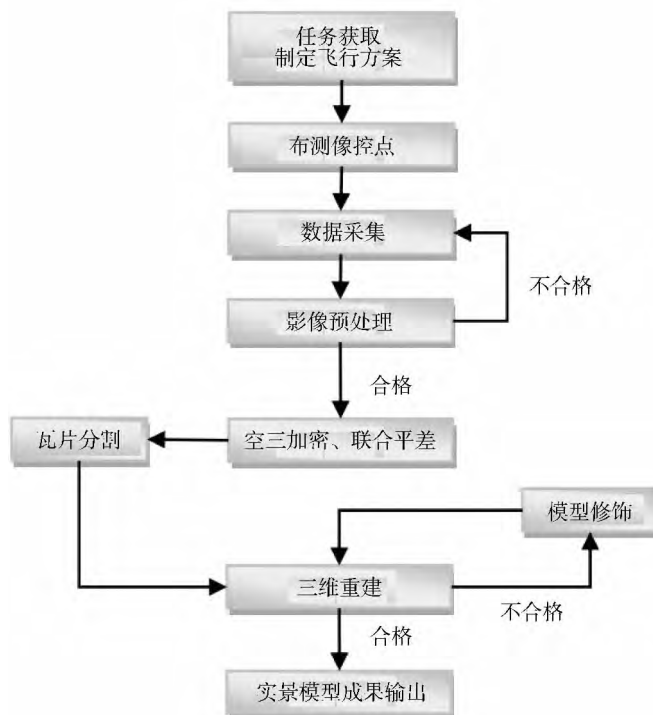


图1 三维实景建模流程示意

收稿日期: 2017-04-26; 修回日期: 2017-05-22

作者简介: 张福友(1987), 男, 本科, 工程师, 从事水利水电工程测量工作。

2.1 外业数据采集关键技术

由于采用的是大疆消费级无人机采集数据, 主要是针对局部的地物来拍摄, 拍摄的范围较小, 不能按正规航测方法设置其飞行高度、重叠度等来自动完成数据的采集, 只能靠手动控制快门来采集数据。因此, 对飞手的操控技术和采集技术要求比较高。在拍照时应该遵循以下原则:

①航向重叠和旁向重叠最少要在 80% 以上, 但手动采集就没有严格意义上的航向和旁向, 用另一种表述就是相邻照片的重叠度要在 80% 以上更为合适。

②相机距被测物体的距离之差不能太大, 如果想得到局部更加精细的三维模型, 要采取逐步递进的方法采集影像, 如图 2 所示。

③被摄物体或部位要占照片的一半区域以上, 如图 3 所示。

④每个部位至少在 3 张影像上出现。

⑤如果地物表面有凸出或镂空等部位, 需要对局部进行多角度采集, 如图 4 所示。

⑥如果地物太高, 需要分层多地物进行采集, 两层之间的重叠度也遵循原则①的规定, 如图 5 所示。

非倾斜摄影测量设备若想能达到倾斜测量级别的成果质量和精度, 必须提高影像的重叠度、降低地物的摄影距离、多冗余影像采集, 严格按照以上原则操作才能达到预期效果。

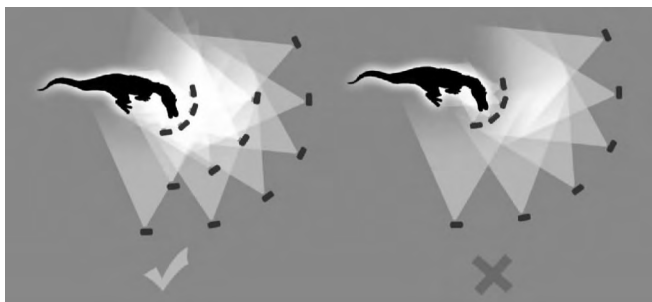


图 2 递进式采集



图 3 被摄物体所占照片区域一半以上

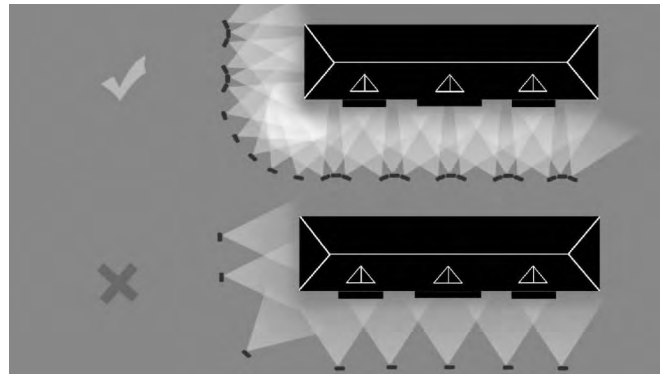


图 4 局部多角度采集



图 5 分层采集

2.2 内业数据处理关键技术

数据处理采用 Bentley 公司的 Context Capture 三维建模软件完成, Context Capture 前身为法国 Acute3d 公司的 Smart 3D Capture, 被 Bentley 公司收购改名为 Context Capture。是一套基于图形处理器 GPU 的快速三维场景运算软件, 通过简单连续的影像生成超高密度点云, 并在此基础上生成基于真实影像纹理的高分辨率实景三维模型。支持多种数据源, 兼容各种航摄相机系统, 同时能够输出 obj、osgb、dae、xml 等通用兼容格式, 且能方便自由的导入各种主流 GIS 平台及三维编辑软件。Context Capture 代表了全球业界自动建模技术最先进最高水平最优效果的软件产品^[3]。数据处理过程中需要注意以下几点技巧:

① 在数据预处理步骤可以将影像采样率降低 (50% 或更低) 再进行空三处理, 完成后查看空三报告合格后, 再在之前空三结果基础上采取全像素进行空三处理 (有像控点的则用像控点来空三及联合平差)。可节省空三处理时间, 提高效率。

② 遇到总像素比较大或者计算机配置较低的情况应进行分区处理, 各分区之间的重叠度和像控点的布设要控制好。每个分区边缘均布设像控点加以控制, 相邻分区要有重叠, 但重叠不宜过大, 最关键的是像控点重叠 (不同分区重叠情况见图 6, Δ 为像控点)。

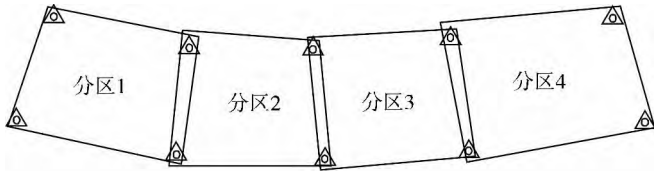


图6 分区及像控点布置

③ 采用分区处理要注意瓦片分块时空参考系、瓦片大小和位置以及模型重建时的空间参考系，模型中心点坐标要一致，否则后期的模型拼接会出问题。

④ 模型修饰一般采用第三方软件完成，如 DP - Modeler、Geomagic、Meshmixer 等，可根据模型的特点进行选择。

综上所述，本文所讨论的方案与传统方法不同，在数据采集和数据处理时应加以注意，这样才能极大提高建模效率。

3 三维实景建模

乐昌峡水利枢纽位于韶关乐昌市境内、北江支流武江乐昌峡河段塘角火车站附近，下距乐昌市约 14 km，距韶关市约 62 km，是以防洪、发电为主，兼顾航运、灌溉等综合利用的大型水利枢纽工程，坝址以上集水面积为 4 988 km²。枢纽总库容为 31 439 亿 m³，电站装机容量为 13 210 MW，主要建筑物包括拦河坝、引水系统、厂房系统等。

某工程项目需要对乐昌峡枢纽大坝进行三维实景建模，鉴于大坝长度约 250 m、宽度约 100 m、高度约 70 m，水工构筑物范围较小、结构复杂，采用本文提出的解决方案可以高效、低成本的完成任务。根据任务特点，采用大疆 Phantom3 Advanture 完成外业影像采集，其影像采集设备技术参数如表 1 所示。

表 1 大疆 Phantom3 Advanture 标配相机参数

配置	参数
影像传感器	1/2.3 英寸 CMOS 有效像素 1 240 万
镜头	FOV 94° 20 mm(35 mm 格式等效) f/2.8 焦点无穷远
ISO 范围	100 ~ 1 600
电子快门速度/s	8 ~ 1/8 000
照片尺寸/像素	4 000 × 3 000

在数据采集之前先在坝体两端和泄洪口两端共做 4 个像控点，如图 7 所示。



图7 像控点分布示意

根据项目和相机特点，严格按以上外业采集原则进行。分层采集，坝体下游分 4 层采集、上游分 2 层采集；每个摄站点不同角度拍摄 3 张照片，遇到复杂地物，如闸门启闭机则单独采用递进式进行采集；保证相邻照片的重叠度在 80% 以上。整个项目共采集有效影像 284 张，航拍点如图 8 所示。

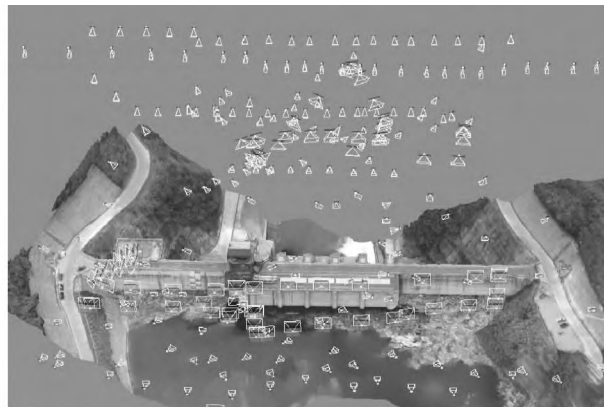


图8 航拍点示意

内业采用 Context Capture 软件处理，按照“空三计算、联合约束平差、瓦片分割、三维重建、成果输出”作业流程完成模型的建立。自动生成的三维模型，

发现模型水面隆起，采用 Geomagic 软件修饰，修饰模型截图如图 9 ~ 11 所示。

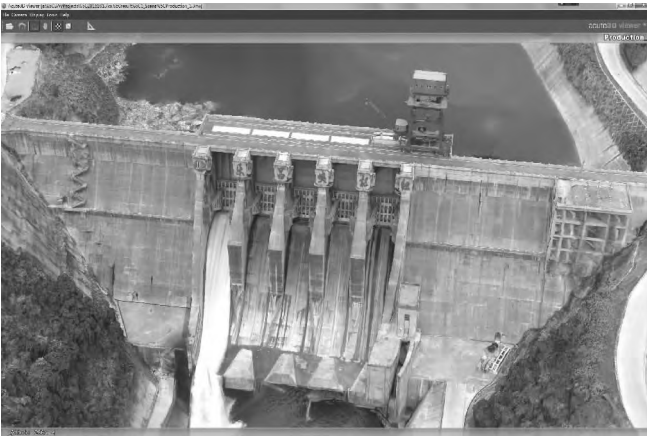


图9 坝体模型正面示意

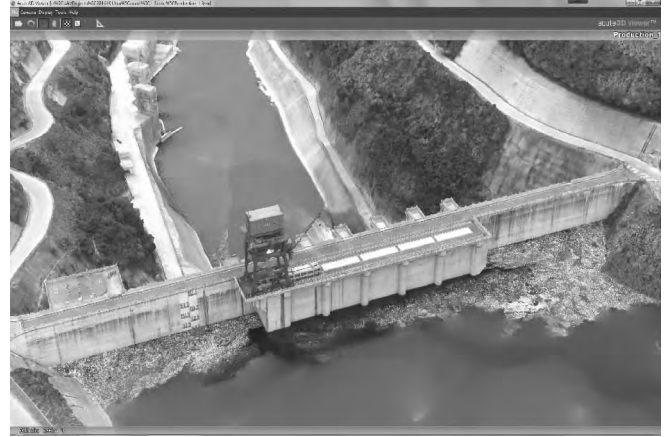


图10 坝体模型背面示意



图11 模型局部效果示意

采用4个像控点参与联合平差,最终的平差报告如表2所示。根据相关国家规范要求,像控点平差精度满足规范要求,符合倾斜摄影测量相关技术指标。

表2 像控点平差报告统计

点名	影像数目/个	点位残差/m	平面残差/m	高程残差/m
XK1	7	0.001	0	-0.001
XK2	6	0.005	0.005	0.002
XK3	6	0.005	0.005	-0.001
XK4	6	0.001	0	-0.001

为了检测模型的精度,采用GNSS-RTK技术在坝体一些特征点处(如房屋拐角、道路辅助线两端、地面明显标志等一些在模型和地面都能容易准确找到的地方)均匀采集28个坐标点,并和模型量测坐标作比较,根据比较结果算出平面中误差为0.17m,高程中误差为0.22m。按照国家1:1000航空摄影测量规范要求(平面中误差为0.8m,高程中误差为0.6m)^[4],利用本文提出的方案完成的实际项目的三维模型精度满足规范要求。成本方面也比传统方法低,大疆无人机的消费级产品,价格在几千到20000之间,与传统

的飞行平台和专业的多镜头影像采集设备相比,仅为后者的1/50左右。在效率方面也比传统方法高,因为项目小或者是局部地物,需要对其进行拍摄的角度远远不止5个,手动采集反而更加灵活便利,效率自然也高。也正是这个原因,模型的局部精度可以达到非常高,比传统的方法更上一个台阶。

4 结语

本文针对小项目、工程局部地物提出一种利用大疆品牌消费级无人机采集影像,制作三维实景模型方案,结合实际工程项目完成三维实景建模,并通过精度对比分析得出模型能满足国家规范要求。该方案不仅精度满足要求,成本也比传统倾斜摄影测量低,效率也比其高,方便灵活、可控性强,可为某些小型建模项目提供借鉴和参考作用。但该方案也存在自身的局限性,要严格按照本方案提出的数据采集方法和内业处理方法来执行;只能用在面积较小的工程项目或局部地物实景建模上,范围稍微大的项目效率反而很低。因此,借鉴利用前需对项目有一定的了解和定位。

(下转第103页)

Effect and Consideration of Government Affairs Publicity Work on Water Conservancy

ZHONG Wei , PAN Yunfang

(Guangdong Provincial Water Resources Department Administrative Service Center , Guangzhou 510635 , China)

Abstract: Through conducting the government affairs publicity work on Water Resources of Guangdong Provincial Department water conservation , the necessity , importance , requirements , content and scope of government affairs publicity work on water conservancy are introduced. Also the main measures and effects of government affairs publicity work on water conservation are discussed since 2008 , problems and follow-up work proposals are put forward , which is conducive to the steady progress of government affairs publicity work on water conservancy.

Keywords: water conservation; government affairs; public; effect; consideration

(上接第 91 页)

参考文献:

- [1] 王伟, 黄雯雯, 镇姣. Pictometry 倾斜摄影技术及其在 3 维城市建模中的应用 [J]. 测绘与空间信息, 2011(3): 12 - 14
- [2] 田野, 向宇, 高峰, 等. 利用 Pictometry 倾斜摄影技术进行全自动快速三维实景城市生产——以常州市三维实景

城市生产为例 [J]. 测绘通报, 2013(2): 59 - 62, 66.

- [3] 周杰. 基于倾斜摄影测量技术构建实景三维模型的方法研究 [J]. 价值工程, 2016, 35(25): 232 - 235.
- [4] 水利水电工程测量规范: SL 197—2013 [S].

(本文责任编辑 王瑞兰)

Real 3D Modeling with Context Capture Base on DJI UAV

ZHANG Fuyou

(Guangdong Hydropower Planning and Design Institute , Guangzhou 510635 , China)

Abstract: A scheme that using DJI UAV to collect images and combined with Context Capture to build real 3D model is proposed in this paper. By discussing , some key technologies in field data acquisition and indoor processing are summarized in the scheme. The feasibility of the scheme is verified by practical engineering project , providing reference to the similar engineering project in the future.

Keywords: DJI UAV; Context Capture; oblique photography; real 3D model