

Application of Oblique Photogrammetry in Old City Reconstruction Project

Yan Huang, Cong Ding, Lu'e He

CCCC Second Highway Consultant Co. Ltd. (CCSHCC), Wuhan Hubei
Email: 1361195693@qq.com

Received: Apr. 25th, 2018; accepted: May 9th, 2018; published: May 16th, 2018

Abstract

A method of building a three-dimensional real scene model with the help of Context Capture software is proposed by using the unmanned aerial vehicle (UAV), and the modeling method of building mono and single building replacement is realized by using the software platform of the Wei Jing line. The key techniques for image acquisition and interior processing are discussed. The key steps of collaborative work of different platforms are analyzed. This method is applied to the old city reconstruction project, providing reference for similar engineering projects.

Keywords

Tilt Photogrammetry, GIS, 3D Reality Modeling, Smart City

倾斜摄影测量技术在旧城改造工程中的应用

黄炎, 丁隽, 何鲁鄂

中交第二公路勘察设计院有限公司, 湖北 武汉
Email: 1361195693@qq.com

收稿日期: 2018年4月25日; 录用日期: 2018年5月9日; 发布日期: 2018年5月16日

摘要

提出一种利用大疆无人机采集影像, 借助Context Capture软件建立三维实景模型, 并利用伟景行软件平台实现建筑单体化及单体建筑替换的建模方法。探讨该方法在影像采集和内业处理时需要注意的一些关键技巧。分析了该方法所需的不同平台协同工作的关键步骤。将该方法运用在旧城改造工程项目中, 为类似的工程类项目提供参考。

关键词

倾斜摄影测量, GIS, 三维实景建模, 智慧城市

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

城市老旧建筑的改造重建或外立面翻新工程, 不仅要考虑新建筑的造型外观是否合理, 同时也要注意与周边环境及其他建筑物的协调[1]。建立城市数字三维模型, 能够帮助设计师在设计方案时全面考虑, 综合决策[2]。传统建模方法主要利用 3DsMax、Sketch Up 等三维建模软件, 通过拍摄实景照片、手工建模、文理处理、材质贴图、生成效果图的工作流程, 完成辅助设计[3]。该方法的优点是模型细节精致, 能够完全体现设计理念; 缺点是需要投入大量人工, 效率较低[4]。若需要同时完成周边建筑的建模, 工作量将成倍增加[5]。

倾斜摄影测量技术, 借助无人机快速采集影像数据, 并利用数据处理平台, 快速建立实景三维模型, 真实反映建筑物体量、外观、相对位置及周边环境, 能够节约人工成本, 并有效缩短项目周期, 提高工作效率。商用倾斜摄影三维建模软件以 Street Factory 和 Context Capture(原法国 Acute 3D 公司的 Smart 3D Capture)最为著名, 该类数据处理平台自动化程度高、宏观效果好, 但模型细节受技术原理、原片质量、自然环境等因素干扰, 往往较为粗糙; 模型非单体化, 无法直接进行编辑[6]。

本文利用倾斜摄影测量技术, 结合 Context Capture 软件, 生成城市实景三维模型。在伟景行软件平台上实现建筑单体化, 并结合三维模型软件制作的单体建筑模型, 替换需改造或翻新的建筑, 实现改造前、改造后实景效果对比, 为后续设计提供直观认识和数据支持。

2. 技术路线

2.1. 数据采集与模型的创建

Context Capture 基于倾斜摄影测量技术, 进行自动化城市三维建模的技术流程, 如图 1 所示。

原片的质量是决定模型质量的重要因素。利用无人机搭载的高精度相机, 对建筑物从垂直、前视、后视、左视、右视五个角度进行拍摄。摄像同时记录巡航高度、曝光时间、经纬度坐标、大地高、飞行姿态等信息, 为后续的数据处理提供信息。无人机的巡航高度根据公式 2.1 确定:

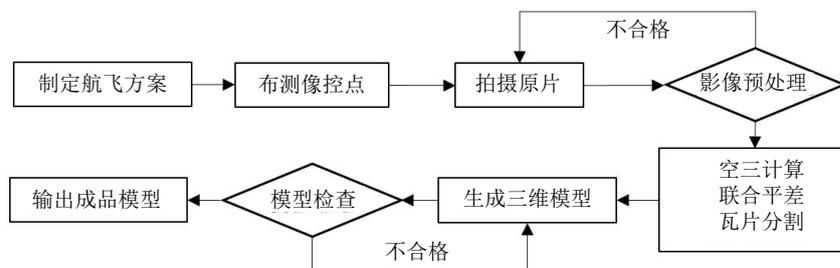


Figure 1. Three-dimensional modeling process of urban real scene

图 1. 城市实景三维建模流程

$$H = f \frac{GSD}{\alpha} \quad (2.1)$$

式中： H 为巡航高度(m)； f 为镜头焦距(mm)； α 为像元尺寸(mm)； GSD 为地面分辨率(m)。

拍摄原片时，航向重叠和旁向重叠至少在 70%以上。建筑密集区域的遮挡和自遮挡问题明显，适当提高摄影重叠率能够有效避免模型几何结构的粘连。若建筑物过高，需要在不同巡航高度多次摄影。若建筑物有较多的镂空(如体育馆、桁架结构)，则需要对建筑物局部进行多角度采样。若遇水面或高光反射建筑物，还需要对模型进行修片处理，以达到最佳效果。由于模型着重表现建筑物，故在设计航线时，应侧重于建筑物密度较大的区域，对于空地或者只有稀疏建筑的偏远边缘地区，可适当降低采样密度，提高作业效率。

在获取基础影像资料后需要对照片进行整理，去除冗余影像。无人机在完成上升、下降、转弯动作时，或在任务范围外采集的影像，以及有明显错误或遮挡的原片，需要被剔除，以免影响数据处理效率。无人机采用的 GPS 定位模型，POS 数据定位精度无法满足空中三角测量需求，需要人工布设地面控制点，以提高精度。通常在 0.5 km 的航测区域内，在 4 个角点及中心点布置 5 个控制点即可满足要求。若遇地形起伏较大的区域，还需酌情增加控制点个数。

进行内业处理时，需确定控制点和坐标系类型，一般选取 WGS-84 经纬度系统。Context Capture 会根据导入的原片，完成影像预处理、区域网联合平差、空三测量、DSM 点云生成、TIN (不规则三角网) 构建、纹理映射以及实景三维模型生成的作业流程。对模型范围进行适当的切割，剔除边缘畸变部分，能够保证模型的成品效果。

2.2. 实景模型处理

由 2.1 节得到的城市实景三维模型，是一个的由不规则三角网组成的整体面片模型，无法直接对单体建筑进行修改编辑，需要将建筑转化为单独的管理对象，变成独立的、可被选中的实体(Entity)，以实现幅值、查询、管理、分离、替换等。现阶段实现模型单体化主要有两种技术路线：1) 切割法：利用建筑、道路、树木等对应的矢量面，对倾斜摄影模型进行切割，即把连续的三角片网分割开，实现单体化；2) 矢量法：将配套的二维矢量面与倾斜摄影模型加载到同一场景中，在渲染模型时把矢量面贴到模型对象表面，然后设置矢量面的颜色和透明度，从而实现可以单独选中地物的效果。

在进行旧城改造工程时，需要将部分建筑外立面进行翻新，或将部分建筑拆迁重建，因此需要将实景模型中的特定建筑进行删除并替换。采用矢量法单体化方法不能满足要求，故采用切割法实现模型的单体化。借助伟景行 CityMaker 软件中 TDBX 处理工具，对实景模型进行切割，并剔除需要替换的单体建筑。技术流程图如图 2 所示。

根据 GIS 数据确定需要替换建筑物的外轮廓坐标信息，生成对应的.SHP 文件，导入实景模型，完成模型单体化并将特定建筑删除。值得注意的是，该方法是沿垂直方向对实景模型进行切割处理，故选取的轮廓需完全包络建筑物阳台、屋檐等突出部位的投影。重新设计的建筑物模型，根据上述的坐标信息，植入到处理过的实景建筑模型中，以实现单体建筑的替换，技术流程图如图 3 所示。

3. 工程应用

3.1. 工程概况

武汉市东风大道沿线旧城改造工程，北起四新大道，南至四环线，全长约 10 千米，面积约 8 平方千米。需对范围内部分老旧建筑进行外立面翻新或整栋拆迁。在设计阶段，需对改造范围内建筑有较为直观的认识。而利用谷歌卫片观测精度较低，无法观测建筑物高度。若对沿线建筑进行人工拍摄采样和量

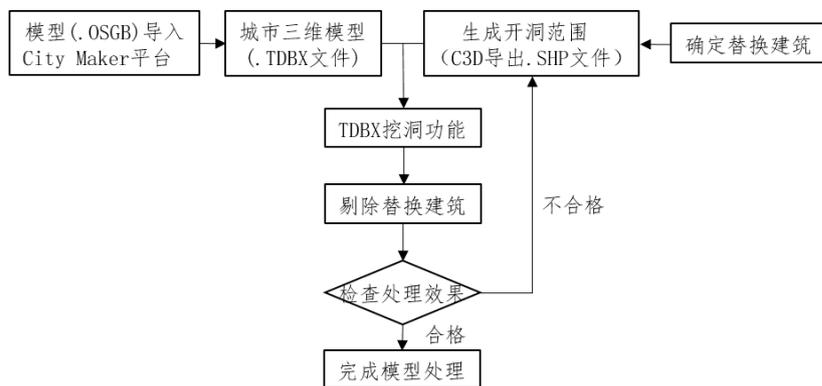


Figure 2. Model mono process flow
图 2. 模型单体化技术流程

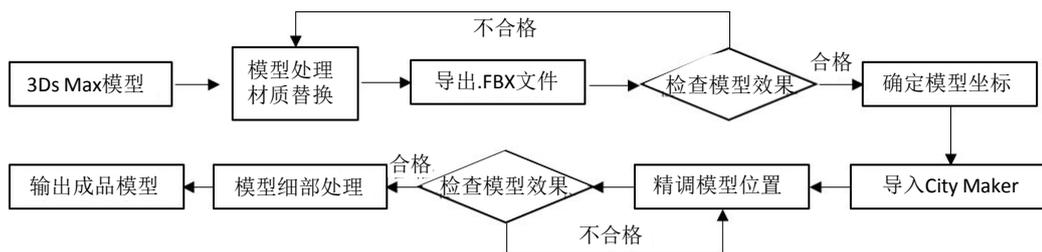


Figure 3. Model updating technical process
图 3. 模型更新技术流程

测，工作量巨大，且无法保证质量。故采用倾斜摄影测量技术创建实景三维模型，利用该模型实现标高量测，建筑尺寸、高度量测，拆迁面积预测算等工作；并通过植入改造后模型，实现现状与设计对比，为后续工作提供设计依据(图 4)。

3.2. 实景三维模型生成及处理

利用大疆 Phantom 4 Pro 四旋翼无人机搭载标配相机进行摄影，相机参数如表 1 所示。

根据项目特点，将航线划分如表 2 所示。

根据现场建筑物高度不同，将飞行高度控制在 100~200 m 之间。采样航线确定为 1 到 2 层，特殊地段(体育馆附近) 3 层采集。拍摄相片中包含了建筑物的正、前、后、左、右五个角度。为保证模型精度，航向重叠率和旁向重叠率控制在 80%左右。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、成果输出的作业流程完成。坐标系采用 WGS-84，瓦片尺寸设定为 150 m。本例以该范围内一栋 6 层高酒店为例，详细介绍模型的处理和应用。酒店点云模型、三角网模型、白模及实景三维模型分别如图 5~8 所示。

将实景三维模型导入到伟景行平台，通过 GIS 数据得到酒店的投影形状，利用投影矢量面将实景模型切割，实现酒店的单体化，并将现状酒店模型剔除，效果如图 9 所示。将 3DsMax 创建的新酒店的模型植入到现状模型中，完成模型的更新，如图 10 所示。

3.3. 成果应用

1) 实时踏勘

对目标区域任何兴趣点进行 360°环绕查看，通过点云分布、三角网络、实景模型，对区域内的地物

Table 1. Camera parameters of UAV**表 1.** 无人机摄像机参数

配置	参数
相机传感器	1 英寸 CMOS 像素 2000 万
镜头	FOV84° 8.8 mm/24 mm (35 mm 格式等效) 光圈 f/2.8-f/11 自动对焦 1-无穷远
ISO 范围	100~3200
电子快门速度	1/2000~1/8000 s
照片分辨率	最高 5472 × 3078

Table 2. Route partition table**表 2.** 航线划分表

区域编号	区段划分	建筑特点	巡航高度 m	采集层数
A	四新大道-三环线	30 m 以下多层建筑为主 少量 80 m 左右高层	160	1
B	三环线-车城南路	高层与低层建筑数量相当	160 200	2
C	车城南路-四环线	厂房为主	160	1
D	四环线(东侧)	厂房为主	160	1
E	体育中心周边	体育场馆(圆形镂空建筑)	30 60 100	3

**Figure 4.** Overall model and section division of tilt photogrammetry**图 4.** 倾斜摄影测量整体模型及区段划分**Figure 5.** Point cloud model**图 5.** 点云模型

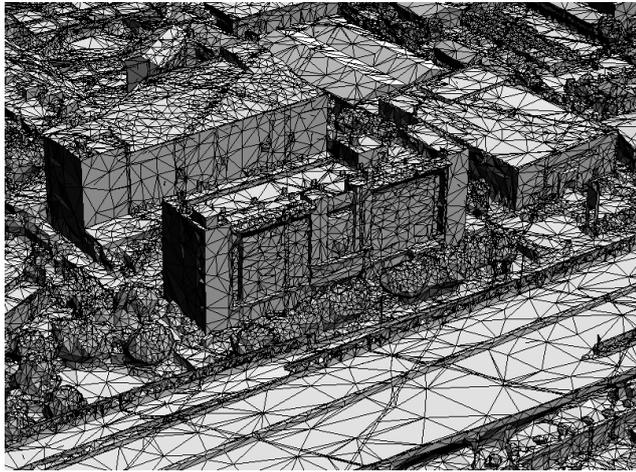


Figure 6. Triangulation model
图 6. 三角网模型



Figure 7. White model model
图 7. 白模模型



Figure 8. 3D model of real scene
图 8. 实景三维模型

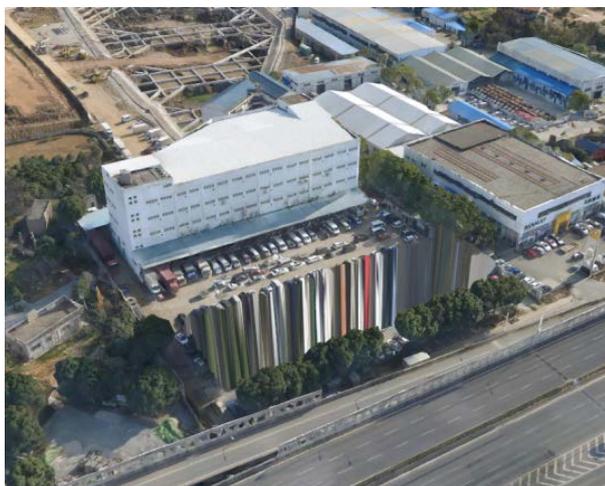


Figure. Model mono effect
图 9. 模型单体化效果



Figure 10. Three-dimensional model after updating
图 10. 更新后实景三维模型

地貌有直观的认识。设计中结合 CAD 总平面图，能够提供更加丰富和形象的感受。对于现场踏勘无法到达的位置，可以在模型中查看作为辅助。

2) 数据获取

通过软件的测量工具，可以获取目标区域内任意点的三维坐标数据、建筑物尺寸、高度及投影面积等信息，为设计提供数据支持。

3) 拆迁管理

通过对实景三维模型幅值，实现对需整治片区建筑物智能管理。辅助综合整治工作开展，发现项目推进过程中的问题，提供分析决策依据，实现可视化、智能化管理。

4) 效果对比

在模型中将需要整治的建筑物全部替换更新后，得到更新后的实景模型。通过设置漫游路径，得到改造前/改造后模型对比漫游动画，便于选取最佳的设计方案。

4. 结语

本文从旧城改造项目的实际工程需求入手，提出一种基于倾斜摄影测量技术的快速化实景三维建模

方法, 并利用多软件、多平台协同操作, 完成实景三维模型的编辑和修改, 实现实景模型与设计模型对比展示, 取得了较好的效果。该方法能够反映真实的地物地貌, 自动化程度高, 需要较少的人工干预, 工作效率较高。但相较于手工建模, 细节表现比较粗糙。若需要替换实景模型中的部分建筑物, 仍然需要人工制作单体建筑模型, 且替换过程较为繁琐。为弥补这一不足, 下一步可研究三维建模软件的二次开发, 实现建筑模型单体化批量化作业, 进一步提高建模效率。

参考文献

- [1] 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(1): 18-21.
- [2] 曹琳. 基于无人机倾斜摄影测量技术的三维建模及其精度分析[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安科技大学, 2016: 13-24.
- [3] 李磊, 熊涛, 胡湘阳, 熊俊. 浅论无人机应用领域及前景[J]. 地理空间信息, 2010, 8(5): 7-9.
- [4] 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, 41(9): 159-163.
- [5] 张福友. 基于大疆无人机的 ContextCapture 三维实景建模探讨[J]. 广东水利水电, 2017(8): 88-92.
- [6] 詹总谦. 倾斜摄影测量与 SketchUp 二次开发技术结合的建筑三维重建[J]. 测绘通报, 2017(5): 71-75.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3458, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: hjce@hanspub.org