

无人机倾斜摄影抵近飞行的建筑物精细化建模

项文

广东绘宇智能科技有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i5.1816

[摘要] 针对无人机倾斜摄影测量获取建筑物立面信息不精细的问题,本文采用抵近飞行获取建筑物侧面信息的方式,以初始航线获取的点云数据为基础数据,在此基础上进行抵近测量航线规划,根据航高、距离建筑区远近及重叠度大小计算覆盖目标建筑物侧面的无人机视点位置,并根据相关参数规划抵近飞行路线,完成抵近飞行测量任务。将无人机抵近测量获取的建筑物立面信息与初始数据进行匹配融合,达到建筑物精细化建模目的。

[关键词] 倾斜摄影测量; 抵近飞行; 精细; 三维模型

中图分类号: TU198+.3 文献标识码: A

Fine modeling of buildings for multi altitude unmanned aerial vehicle oblique photogrammetry approach flight

Wen Xiang

Guangdong Huayu Intelligent Technology Co., Ltd

[Abstract] In response to the problem of imprecise acquisition of building facade information by unmanned aerial vehicle (UAV) oblique photogrammetry, this paper adopts the approach flight method to obtain building side information. Based on the point cloud data obtained from the initial route, the approach measurement route is planned. The UAV viewpoint position covering the side of the target building is calculated according to the altitude, distance from the building area, and overlap size, and the approach flight route is planned according to relevant parameters to complete the approach flight measurement task. Matching and fusing the building facade information obtained from drone approach measurement with initial data to achieve the goal of fine building modeling.

[Key words] oblique photogrammetry; Approach flight; Fine; three-dimensional model

引言

无人机搭载倾斜摄影测量的镜头,从多个角度获取建筑物的侧面纹理,弥补了传统无人机低空摄影测量仅能从正射方向获取地物的不足,该方法获得的纹理更加接近现实,并且方法机动灵活,成本较低,满足大场景三维实景模型的构建需求。无人机倾斜摄影测量特别适用于城市大范围三维模型构建,已经成为主流的建模方式。但由于倾斜摄影本身的技术特点,对于结构较为复杂的建筑物或者存在遮挡的建筑,往往出现模型几何结构扭曲,纹理缺失、空洞等现象,造成模型效果展示不佳^[1]。

精细化的实景三维建模是未来三维模型的发展趋势,针对无人机倾斜摄影的技术特点,采用抵近测量的方式对目标建筑物开展飞行测量,获取详细的建模数据,对模型结构进行精细化处理,通过几何处理、纹理修复以及等内业处理方法对模型进行精细化修复,实现重点建筑物的精细化建模。

1 精细化建模影响因素

在倾斜摄影过程中,存在诸多影响精细化建模的影响因素,主要包括飞行平台、相机参数以及航飞参数,对影像的质量造成影响,并且像控点的布设也会对三维模型精度造成影响

1.1 飞行平台

无人机飞行平台搭载视觉识别、GNSS接收模块以及惯导系统,在飞行过程中能够根据设定的参数进行自身姿态的调整,使其能够精准的按照既定的飞行线路完成飞行计划。但是在实际工作中,在高空飞行作业时,由于风力的影响,对无人机飞行平台的质量要求较高,质量高的无人机飞行平台能够及时调整自身的状态,防止无人机在飞行过程中产生较大的偏移,采集的像片更加精准和清晰。

1.2 相机参数

在倾斜摄影测量工作中,不同的焦距长度获取的视角并不相同,是内方位元素。焦距变长导致几何畸变,对于获取的影像质量造成影响,因此在选择倾斜摄影测量镜头时,要选择20mm-50mm的定焦镜头,但在像片边缘还出现不同程度的畸变^[2]。

1.3 航摄参数

航摄飞行参数需要在飞行前根据无人机的具体参数及测区的实际情况进行设定,航摄参数主要包括飞行高度和重叠率的设定。在飞行前需仔细计算相关参数,并对测区地形地貌进行提前勘测,根据地形地貌设计飞行参数,对于地面特征点较少的区域可采用增加重叠率的方式进行调整,提高建模精度。

1.4 像控点

像控点的布设位置及数量对三维模型的建立具有一定的影响。在测区面积小且地面起伏较小时,选择在测区中心点及四周布设像控点,在测区较大时,则需要增加像控点的数量。但是在实际情况中,像控点的布设要充分考虑到工作成本和测图精度,在满足精度的状态下,尽量减少控制点的布设,减少外业工作^[3]。在布设控制点时,要选择平坦明显的区域进行布设,如道路拐角、广场拐角等,避免使用刷漆等短时间的像控点,布设好像控点后需记录点之记。

2 抵近测量精细化建模

2.1 项目规划

在无人机航摄项目开始前,应对项目测区的基本情况了解,参考测量内容,进行实地踏勘,确定测区范围,根据测区情况规划航线和航高,准确天气情况,确定飞行时间和飞行地点。

首先进行初始建筑物的影像获取,在初始模型的基础上进行抵近测量,获取重要建筑物的高分辨率影像数据。初始模型数据采集的技术流程如图1所示。

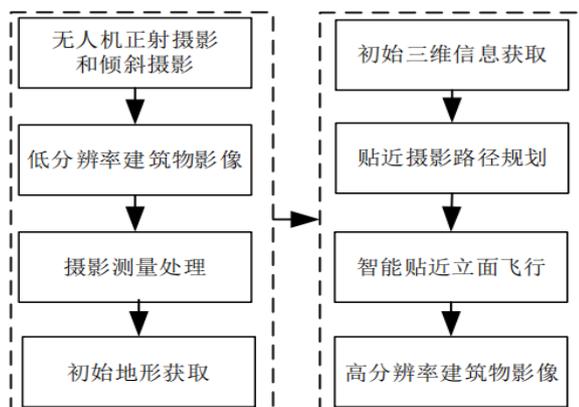


图1 初始建筑物影像采集

2.2 初始航线规划及参数计算

依照测量要求和测区基本情况制定航线,按照低空摄影测量相关要求,对航线参数进行设置,包括航高计算、像片重叠度计算、航线参数等。

2.2.1 飞行航高

无人机的飞行航高主要是根据地面分辨率要求进行设置,对于比例尺为1:500地形图,地面分辨率要求 $\leq 5\text{cm}$;对于比例尺为1:1000的地形图,要求为 $8\sim 10\text{cm}$;对于比例尺为1:2000的地形图,要求为 $15\sim 20\text{cm}$ 。

2.2.2 像片重叠度

像片重叠度分为两个方向,航向重叠度和旁向重叠度,根据低空摄影测量要求,像片的航向重叠度应在 $60\%\sim 80\%$ 之间,不得小于 53% ;旁向重叠度应在 $15\%\sim 60\%$ 之间,不得小于 8% 。若测区的地表起伏较大,则需要适当的增加影像重叠度。

2.2.3 航线参数

航线规划是整个飞行任务规划的重点,需要结合测区地形与无人机的性能进行设计。对测区的大小进行分析后,确定飞行方向及航线长度。

特别要注意的是,在进行航线规划时,要将参数布设超出测区范围,防止测区边缘数据不全,造成返工补测。

为了全面获取建筑物的侧面数据,需对无人机获取姿态进行分析。如图2所示,假设建筑物高度为 H_V ,设计无人机飞行高度为 H ,则当无人机处于 D_1 位置时,对建筑物侧面的拍摄范围为 G_y ,则可根据几何关系计算镜头旋角 α_1 。

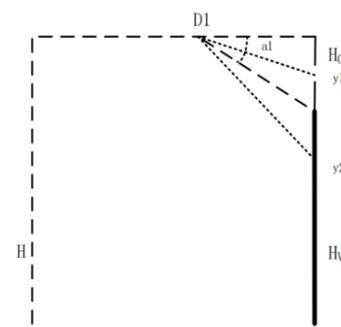


图2 拍摄范围示意图

为了提高无人机对建筑物侧面的数据获取范围,则需根据航线距离建筑物距离调整镜头倾角。如图3所示,航线间距为 Δ ,不同航线在建筑物侧面的重合距离为 0_y 。

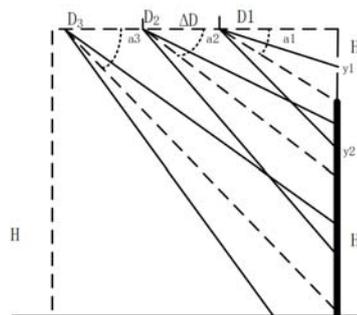


图3 航线设计关系图

根据航线距离与建筑物的几何关系计算无人机旋角变化。重复计算则可获取无人机拍摄的建筑物侧面全范围数据,同时也可获取建筑物遗漏的侧面信息。

2.3 初始模型构建

此次无人机飞行共计获取20512张照片,将像片及POS数据都导入CCC软件中,通过光束法进行空三测量进行解算,并在点云数据满足限差要求后加入控制点坐标,重新进行解算,可获取初步点云数据,如图4所示。



a 建筑物顶面点云数据 b 建筑物侧面点云数据

图4 初始点云数据模型

2.4 建筑物侧面抵近摄影航线规划

经初始测量获取建筑物的初始点云模型,在初始点云模型的基础上进行抵近飞行线路规划,对建筑物的侧面信息进行重新采集,抵近飞行示意图如图5所示。

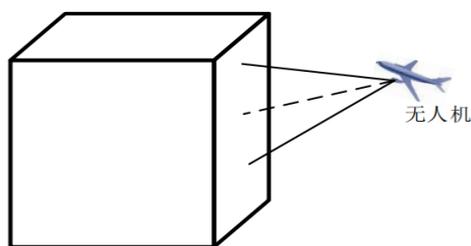


图5 无人机抵近测量示意图

无人机的视点是采集建筑物表面信息的最佳拍摄位置,本文的研究仅限于提高建筑物侧面数据采集的全面性和精确度,因此采用冗余获取数据来提高准确度和质量。在获取建筑物立面数据时,为了提高成图精度,采用加大重叠度的方式开展测量工作。经初始航线数据分析,可知部分建筑物低处可能存在侧面纹理遗漏,并且可计算出遗漏范围。根据初始航线飞行数据即可构建初始建筑物模型。为全面获取建筑侧面纹理数据,需根据遗漏范围及初始建筑物模型重新设计飞行线路。为提高侧面纹理精度,设计抵近飞行的航向、旁向重叠度都为85%。计算摄影基线和航线间隔等参数,根据相机的参数将建筑物的表面全覆盖。

将建筑物简化为长方体,将确定的视点坐标 (x, y, z) 计算出无人机抵近飞行的最优线路,并生成无人机飞行线路KML,导入无人机,实现建筑物的抵近飞行线路,由无人机根据设定的飞行路线开展飞行工作。

根据初始点云数据构建模型,通过模型规划飞行线路,获取建筑的全侧面纹理,可实现建筑物的侧面重建构建。

2.5 精细化模型构建

采用SIFT算法提取特征点并进行特征点描述^[4],在匹配过程中将误差较大的匹配对象剔除,获取较高的匹配结果。在影像匹配后,通过密集匹配的方式重构得到建筑物的立面点云数据。

采用将初始模型与抵近获取的立面数据进行配准融合,修复初始模型获取立面信息不完整的现象,采用先粗匹配后细匹配的方式进行点云数据融合,对建筑物的立面数据进行填补,获得完整的点云数据。

在建筑物融合点云数据的基础上,经三角网格化和纹理处理后,构建建筑物的精细化三维模型,初始构建模型的侧面数据与精细化建模后构建的模型对比如图6所示。



图6 初始构建模型的侧面数据与精细化模型侧面对比图

3 精度评价

点位精度是对三维模型建模成果质量最直观的评价方式,在三维模型上选取5个较为明显的点位作为检查点,在软件中直接获取检查点的坐标。在测区内找到这5个点位的精确位置,通过RTK技术测量获取点的实际测量值,对比分析二者的差值。模型X坐标与实测值之间差值小于0.03m的占总数的约70%,最大值为0.048m,Y方向与实测值的差值小于0.03m的约占总数的40%,最大值为0.051m,Z方向小于0.06m的约占67%,最大差值为0.088m。通过式5-1可以计算出XY方向的中误差分别为0.012m和0.018m,则可计算出15个点的点位中误差为0.023m。对比国家相关三维模型规范要求,满足二级建模相关要求。

4 结语

无人机在捕捉建筑物侧面或底部信息时往往面临挑战,导致信息不完整且视角与尺度差异显著,这在一定程度上影响了模型的精细度。为了克服这一难题,本文提出了一种创新的解决方案:通过抵近飞行技术来精确获取建筑物的侧面信息。具体来说,先基于初始航线收集的点云数据作为基础,随后规划出抵近测量的航线。在规划过程中,根据航高、与建筑区的距离以及重叠度等因素,精确计算出无人机拍摄建筑物侧面的最佳视点位置,并据此规划出抵近飞行的具体路线。通过实施抵近飞行测量任务,成功获取了建筑物的详细立面信息,并将其与初始数据进行精确匹配和融合。经过精度评估,该模型展现出了极高的准确性,充分证明了这一方法的可行性和有效性。

[参考文献]

- [1]杨倩兰,宋丽梅,黄浩珍,等.面向集成制造的改进ORB图像匹配方法[J].计算机集成制造系统,2022,28(07):2242-2249.
- [2]张书波,钟廷勇,贾宇明.能量制约耦合比值一致性约束的图像匹配算法[J].电子测量与仪器学报,2020,34(03):9-16.
- [3]谷学静,周士兵,马冠征,等.基于CenSurE-star改进BRISK图像匹配算法[J].激光杂志,2023,44(01):143-147.
- [4]丁国绅,乔延利,易维宁.基于光谱图像空间的改进SIFT特征提取与匹配[J].北京理工大学学报,2022,42(02):192-199.

作者简介:

项文(1987—),男,汉族,江西省上饶市广丰区五都镇项家村人,大专,测绘工程师,广东工贸职业技术学院,从事工作:工程测量,多测合一,不动产测量,土地变更调查等工作。