

低空无人机影像处理技术及方法探讨

周晓敏, 赵力彬, 张新利

(国家测绘局第一航测遥感院 陕西 西安 710054)

摘要: 基于无人机的低空摄影测量技术正在多个领域得到广泛应用, 然而基于无人机影像的特殊性, 其后续处理存在一定的难度。本文以实际完成的无人机影像处理项目为例, 就无人机影像后续处理的技术方法、流程及关键技术环节进行探讨, 并对处理后获取数字正射影像成果精度进行分析, 阐述了基于无人机的低空摄影测量技术的可行性和可靠性。

关键词: 无人机; 低空摄影测量; 非量测型相机; 畸变改正

中图分类号: P231 文献标识码: B 文章编号: 1672-5867(2012)02-0182-03

Discussion on Technique and Method of Low Level UAV Image Processing

ZHOU Xiao-min ZHAO Li-bin ZHANG Xin-li

(The First Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, State Bureau of Surveying and Mapping, Xi'an 710054, China)

Abstract: Nowadays, the low level photogrammetry technique of UAV (Unmanned Aerial Vehicle) has been applied in various fields. However, due to the specialty of UAV images, the post-processing is facing many difficulties. By taking a practical UAV image processing project as example, this paper discusses the techniques, procedure and key technology steps of UAV images processing, analyzes the accuracy of DOM (Digital Ortho Image) results after processing and demonstrates the feasibility and reliability of low level photogrammetry technique of UAV.

Key words: UAV; Low level photogrammetry technique; non-measurement camera; distortion correction

0 引言

近年来, 随着我国社会经济的快速发展, 不论从资源管理、城乡规划建设还是考古及地理国情监测等各个领域, 对遥感影像数据获取的要求都越来越高。卫星遥感影像收集由于受到高度、天气条件及重访周期的影响, 往往难于满足要求, 常规航空摄影也常受空域及气象等条件的制约, 对于紧急任务要求难以胜任, 且成本高昂。基于无人机的低空摄影测量技术因其成本低、起降灵活, 受气象条件影响小(可在云层下作业), 作为普通航空摄影测量及卫星遥感获取信息的补充手段, 在国家重大自然灾害应急、地理国情监测、土地管理和城市建设规划等领域得到越来越广泛的应用, 甚至在某些应用中将一定程度上逐步取代传统的手工测量工作。

由于无人机携带的多为非量测相机, 其获取的影像与传统量测相机获取的影像有所不同, 采用常规的处理方法难以达到要求。如何方便快速的处理无人机获取影

像, 并使结果满足测绘规范的要求成为无人机影像处理的难点。本文基于实际完成的无人机影像处理项目, 对采用高分辨率遥感影像一体化测图系统 PixelGrid(以下简称“PixelGrid系统”)处理无人机影像的方法、流程及关键技术环节进行探讨, 并对成果精度进行分析, 阐述了基于无人机的低空摄影测量技术的可行性和可靠性。

1 无人机影像的特点

无人机航空摄影较之常规大飞机航摄而言, 主要表现为飞行平台的低空化和相机的小型、非专业化。由于无人机种类不同以及所搭配的相机不同, 其获取数据的质量也有所不同, 普遍具有像幅小、色彩真实、分辨率高的特点。

由于无人机在空中飞行时受到气流和风向的影响, 姿态角和航向会产生偏差, 相片旋偏角和重叠度不够稳定, 并且一般无人机均搭配性价比比较高的非量测型相机, 所以获取的相片边缘存在非线性光学畸变(如桶形或枕形畸变), 给影像后期处理带来困难。

收稿日期: 2011-08-15

作者简介: 周晓敏(1972-), 女, 陕西蒲城人, 高级工程师, 硕士, 2010年毕业于武汉大学测绘工程专业, 主要从事摄影测量与遥感技术应用工作。

2 无人机影像处理方法

2.1 技术方法及流程

技术方法: 第一, 基于摄影测量软件进行无人机获取影像区域网空三加密; 第二, 利用空三加密定向成果及高精度匹配编辑获取的数字高程模型对影像进行数字微分纠正, 经镶嵌、裁切、色调调整等处理得到以图幅为单位的数字正射影像成果数据。影像处理技术流程如图1所示。

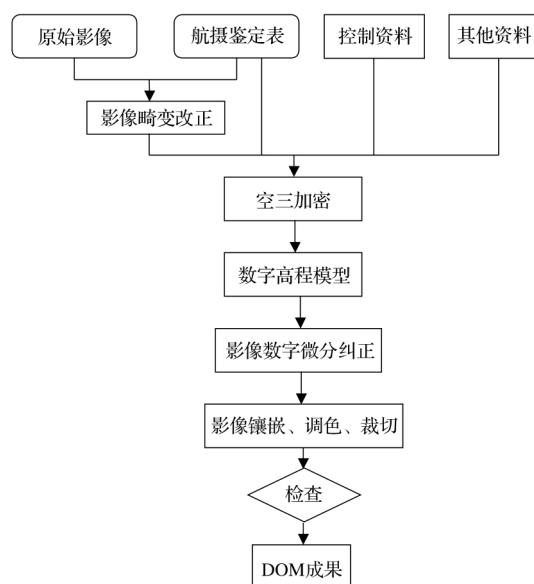


图1 无人机影像处理技术流程

Fig.1 Flowchart of UAV image processing technology

2.2 实例分析

2.2.1 资料情况

1) 影像资料

项目生产所用航拍数据是采用无人机搭载 Canon EOS 5D Mark II 数码相机拍摄。飞行相对航高 560 m, 相机焦距为 24.39 mm, 影像像幅大小为 5 616 像素 $\times$ 3 744 像素, 像元大小 0.006 41 mm, 影像地面分辨率 0.15 m, 航拍设计航向重叠度 80%, 旁向重叠度 50%, 飞行方向按西北—东南方向飞行。航飞分为 7 个架次, 飞行面积约 120 km², 抽掉航线飞行两头拐弯处影像, 整理后彩色影像共计 3 160 张。

2) 相机检校文件

包括像主点坐标、相机焦距、像元大小、径向畸变差系数 (K_1 , K_2)、切向畸变差系数 (P_1 , P_2)、CCD 非正方形比例系数 a 、CCD 非正交性的畸变系数 b 、像方坐标示意图等, 单位为像素。

3) 控制资料

控制刺点片、控制点点之记、控制点坐标文件(包括平面坐标和高程坐标)。

2.2.2 成果技术指标

按照项目设计要求, 成图比例尺为 1:2 000, 成果精度

应满足《低空数字航空摄影测量内业规范》要求, 测区总体地形为平丘地, 空三加密点精度平面中误差为 1.75 m, 高程为 1 m。数字正射影像明显地物点的平面位置中误差不得大于 2.5 m, 图幅之间接边差不得大于 2 个像元 (0.4 m)。影像要求色彩逼真、清晰易读, 反差适中, 层次分明, 纹理信息丰富, 避免图像处理所留下的痕迹。

2.2.3 影像处理关键技术环节

1) 影像预先检查、分析

无人机在空中飞行时因受到气流和风向的影响, 姿态角和航向会产生偏差, 导致影像旋偏角和倾斜角过大, 相邻影像重叠度出现大于 90% 或小于 50% 的不稳定情况, 处理前需要预先对其进行分析, 使作业人员对整个测区的航飞情况有一初步了解。

实际作业中采用 PixelGrid 系统, 航摄区域参数设定后, 对影像进行预先检查, 结合惯导数据进行检查分析, 去掉 POS 突变影像, 对于重叠度过大的进行抽片, 重叠度小于 50% 的分航线处理, 以保证空三加密网的精度。

2) 影像数据预处理

由于无人机航拍加载的相机均为非量测相机, 其相片边缘存在光学畸变(如桶形或枕形畸变), 改变了实际景物的地面位置, 需要对其进行畸变差改正后方可进行空三加密。

数据预处理还包括按照飞行方向将相片进行适当旋转(相邻航线的相片旋转角度相差 180°)和格式的转换。

实际作业时数据预处理工作采用 PixelGrid 系统提供的影像畸变改正工具批处理完成。

3) 空三加密

空三加密是无人机影像处理的关键, 也是整个处理流程中的难点, 对后续成果的精度有直接影响。无人机影像像幅小、数量多, 一个小的区域网就会有上千张影像, 且由于无人机飞行受外界条件影响, 航向和姿态角的偏差较大, 采用传统的加密方法及软件无法满足要求。

实际作业采用的 PixelGrid 系统是专门针对无人机影像的特点而开发的无人机影像快速处理模块(空三加密流程如图2所示)。在相对定向和模型连接完成后, 针对因航飞不稳造成模型连接不稳的地方, 定义航带初始偏移量时适当增加偏移点个数, 提高模型间转点的成功率和精度。对于部分自动连接失败的模型, 通过人工干预增强连接强度。

本测区作业自由网解算连接点上下视差保持在 1 个像素以内 (6.4 μ m), 模型连接较差达到规范要求。控制点、检查点均在立体观测下准确量测。加密运算结果平面精度为 0.47 m, 高程精度为 0.3 m, 达到项目要求。

4) DEM 匹配

采用 PixelGrid 系统基于多基线/多重匹配特征的高精度 DSM 匹配算法, 自动提取整个测区的 DSM 数据, 采用坡度法对建筑区和树林进行滤波, 通过少量的人工编辑获取满足正射纠正的 DEM 数据。

5) DOM 生成

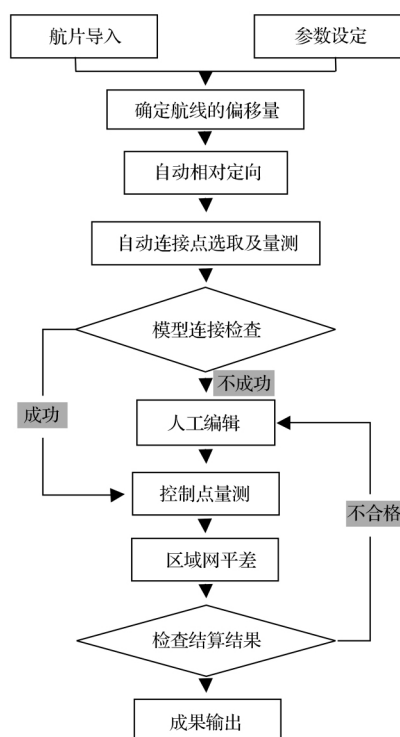


图2 无人机航空影像空三加密流程
Fig. 2 Three - dimensional triangulation
of UAV image processing

采用 PixelGrid 系统多机多核分布式并行处理功能, 基于 DEM 数据短时间内完成测区内所有影像数字微分纠正。要得到整幅影像还需对单张影像进行匀光、匀色和镶嵌处理, 实际作业中针对居民地、面状水系、植被等不同地物要素色彩特点影像, 分别进行适当的匀色处理并尽量确保整个测区色彩的一致性, 运用 EPT 软件对所有影像进行智能镶嵌和自动裁切, 获取的全区域影像图总体色彩良好。

3 成果质量控制

数字正射影像图质量评价包含 8 个质量元素, 其中影像质量和位置精度是两个主要的质量指标。影像质量一般包括影像分辨率和影像特性, 通过人工检查影像的分

辨率、色彩、色调、反差、纹理等达到项目的要求; 位置精度主要指影像的平面精度, 采取人机交互的方式检查。本项目平面精度采用两种方法检验。

1) 空三加密时选取一定数量的检查点与定向点一起进行平差计算, 获取检查点坐标。结合检查点点位小影像量取正射影像成果相应点位坐标, 与检查点坐标进行比较并统计中误差。随机抽取 4 幅图共 48 个检测点进行统计, 检测 DOM 平面中误差为 0.43 m, 最大误差为 0.87 m。

2) 将正射影像成果与前期生产的 1:2 000 比例尺正射影像成果进行套和比对, 检查明显不变点位套和差, 统计与方法 1) 检测相同的 4 幅图, 相对检测精度最小 0.53 m, 最大 1.29 m。

4 结束语

基于 PixelGrid 系统采用航空摄影测量的方法处理无人机影像数据, 采用光束法区域网平差获取满足一定精度要求的空三加密成果, 经过后续适当的人工干预, 能够快速完成整区域的处理过程。通过对加密及数字正射影像成果精度的检测表明, 采用低空无人机获取数码影像制作 1:2 000 数字正射影像图, 可以满足相关规范要求。

随着无人机航摄技术应用越来越广泛和研究的深入和不断创新, 无人机航摄作为传统航摄手段的有力补充, 必将在遥感影像快速获取、大比例尺测图和地理国情监测中发挥不可替代的作用。

参考文献:

- [1] 洪宇, 龚建华, 胡社荣, 等. 无人机遥感影像获取及后续处理探讨[J]. 遥感技术与应用, 2008, 23(4): 462-466.
- [2] 中测新图(北京)遥感技术有限责任公司. CH/Z 3003-2010 低空数字航空摄影测量内业规范[S]. 北京: 测绘出版社, 2010.
- [3] 国家测绘局测绘标准化研究所. CH/T 9008.3-2010 基础地理信息数字成果 1:500、1:1 000、1:2 000 数字正射影像图[S]. 北京: 测绘出版社, 2010.
- [4] 国家测绘局测绘标准化研究所. GB/T 17941-2008 数字测绘成果质量要求[S]. 北京: 测绘出版社, 2008.

[编辑: 胡雪]

(上接第 181 页)

利用新一代的组件式 GIS 软件(ArcGIS, MapInfo, SuperMap 等)设计开发煤田地质信息资源管理地理信息服务系统, 图文并茂直观表达煤田地质信息资源地理空间分布方式, 使用户操作起来简洁、方便、灵活、实用、高效, 此外易与其他信息系统集成, 具有很强的扩展性, 在今后具有较高的应用推广价值。

参考文献:

- [1] 陈述彭, 鲁学军, 周成虎. 地理信息系统导论[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

- [2] 吴信才. 地理信息系统的设计与实现[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [3] 严蔚敏, 吴伟民. 数据结构[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996.
- [4] (美) Jeffrey P. McManus 著. Visual Basic 6.0 数据库访问技术[M]. 赵军锁, 龚波, 李志, 等(译). 北京: 机械工业出版社, 1999.

[编辑: 胡雪]