

文章编号: 2095-2163(2019)02-0193-04

中图分类号: S757.2

文献标志码: A

基于无人机遥感的林业面积核查研究综述

韦蕾蕾^{1,2}

(1 浙江农林大学 信息工程学院, 浙江 临安 311300; 2 浙江省林业智能监测与信息技术研究重点实验室(浙江农林大学), 浙江 临安 311300)

摘要: 林业外业工作由于其工作量大, 费时费力的特点, 在信息技术飞速发展的今天, 迫切需要引进当代的先进科技, 其中无人机遥感就是近年来在林业工作中逐渐被重视起来的技术之一。本文介绍了利用无人机遥感进行林业面积核查的方法, 并对其关键技术的研究现状进行了分析与论述, 最后提出利用无人机遥感进行林业面积核查的研究应从相机标定与图像区域提取两个方面着手, 改进算法, 以提高精度。

关键词: 无人机遥感; 相机标定; 区域提取

A survey of forestry area verification based on remote sensing of unmanned aerial vehicles

WEI Leilei^{1,2}

(1 College of Information Engineering, Zhejiang A&F University, Lin'an Zhejiang 311300, China; 2 Zhejiang Provincial Key Laboratory of Forestry Intelligent Monitoring and Information Technology(Zhejiang A&F University), Lin'an Zhejiang 311300, China)

[Abstract] Due to the large amount of work, time-consuming and labor-intensive characteristics, in the rapid development of information technology, the forestry industry urgently needs to introduce contemporary advanced technology. Remote sensing of UAV(unmanned aerial vehicle) is one of the technologies that have been gradually paid attention to in forestry work in recent years. This paper introduces the method of using UAV remote sensing for forest area verification, then analyzes and discusses the research status of its key technologies. Finally, it is proposed that the research on forest area inspection using UAV remote sensing should be extracted from camera calibration and image area. In terms of aspects, the algorithm is improved to achieve the better accuracy.

[Key words] UAV remote sensing; camera calibration; region extraction

0 引言

无人驾驶飞机(unmanned aerial vehicle, UAV), 简称无人机, 是一种有动力、可控制, 能携带多种传感器, 并能重复使用的无人驾驶航空器。具有灵活性强、成本耗费低、可重复使用且风险小等诸多优势。

面积量测是森林资源调查与核查中的一项基础性工作, 使用怎样的工具、方法进行面积量测, 量测的结果等直接影响着森林资源调查、监测工作所采用的手段、方法及其功效。同样地, 面积量测的精度又直接与森林资源调查监测结果的精确性和可靠性密切相关。

传统的林地面积的核查, 可以根据实地条件选择一定的应用设计方法, 对此可探讨分述如下。

(1) GPS 现地测定法。在林地现场使用全球定位系统(GPS)对小班进行相关数据采集, 通过获得的特征点地理坐标计算小班面积的一种技术方法。这种方法能够较准确地获得地块的实际面积, 测量

仪器便于携带, 工作效率高, 价格方便。但该种方法面临的主要就是 GPS 系统的误差, 因此选用不同型号与精度的 GPS, 其测量精度会有较大的差别。

(2) 利用地形图目视勾绘法。以林地现场的“地性线”和明显的地物地标作为控制, 与资产清单中所附的森林资源调查基本图或林相图进行对比核验, 判断实际地块与地图上的小班线是否吻合。如发现错误, 则标记在原基本图或林相图上, 并在原图上做出正确的修改, 划出实际的小班界线。对外业调查得到的相关数据进行内业处理与求解, 通常是使用求积仪或网点板来运算得出小班的核查面积。此方法是传统的林业数据调查最常用的方法, 其精度容易受到调查者判断的主观因素影响, 且操作繁复, 内业工作量大。

(3) 利用罗盘仪测量法。核查时, 在没有适合的地形图或者 GPS 等仪器设备的情况下, 则采用传统的罗盘仪导线测量方法。此方法取得的精度较高, 且理论上不受人为因素的影响, 比较适用于小面

作者简介: 韦蕾蕾(1994-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向: 无人机林业应用。

收稿日期: 2018-12-08

积的地块测量。

上述的传统林地面积核查方法均需要外业工作者亲身去到林地现场,对一些地形比较复杂,危险性比较大的林地,传统的核查方法往往存在着较大的局限性。而大多数的航天遥感数据,其空间分辨率不能满足高精度调查的要求,有的高分辨率图像受天气影响也不容易获取;有人驾驶航空遥感对小区域来说又不经济。而由于无人机遥感具有的灵活性高、成本低、风险小等优势,正好能够弥补上述核查方法所存在的缺点,且已成为当前学界的潮流研究方向。利用先进的无人机遥感技术对指定地块进行面积测量,旨在达到面积核查的目的,并且可以方便地根据飞行任务的需要设计区域、航线、高度等。

为了帮助林业工作者更快、更准确地完成林业资源地块面积核查工作,研究探索一种基于无人机相机标定照片,对指定地块进行面积测量和定位的方法具有一定的实际意义,这种方法可以减少林业核查工作的工作量,降低成本,减少内业处理时间,同时也消减了林业核查工作可能出现的危险性,在一定程度上保障林业工作者的安全。该方法主要通过使用相机标定方法对无人机照片进行畸变校正,运用图像边缘识别的处理方法分割提取图像区域,最后通过图像分辨率与无人机航高、传感器像元尺寸间的比例换算计算结果。

1 无人机遥感在林业中的应用

近年来,无人机技术越来越迅速地发展起来,原本仅在政府重要部门得到应用的无人机越来越多地扩展到市场中,由于其所具有的各项优势,如何更好地利用无人机,使其作为数据和信息快速准确的获取工具这一问题也逐渐地在各个行业中得到重视。目前,随着国内现代科技的迅猛发展,无人机和无人机技术在日常林业工作中的涉足领域也在增加,这一先进技术的普及对于林业工作者的工作效率的提升,成果精度的提高,人力物力的节约上,起到高效积极的推进作用,同时这也表明无人机在林业工作中的应用具有长足的优势和广阔应用前景。

无人机遥感技术主要通过航空摄影测量来获取测绘所需要的空间数据,通常使用无人机在待测量区域上空,按照航测任务的要求设定航高和航向、旁向重叠率进行轨迹飞行,对采集到的航空相片进行处理,生成正射影像图,再进一步结合内业处理以得到面积、矢量图等相关信息。无人机航测具有灵活性高、适应高危地区的探测、成本较低、获取图像细

节丰富等鲜明优势,是卫星遥感与有人机航空遥感的有力补充。国内方面,许多学者针对无人机在林业调查、大比例尺作图等林业工作中的应用进行了深入研究。马瑞升等人^[1]分析遥感影像的几何变形特点后,在拍摄时使用了垂直摄影法,将获取的无人机影像用于相机标定并建立了误差纠正模型;使用大比例尺地形图作为底图,通过同名点配准纠正航摄影像,全过程不使用外方位元素,最终影像经实际检验,单点定位平均误差为 1.0 m 左右,且基本没有角度变形。李宇昊^[2]借助无人机遥感技术成功实现造林地面积获取、造林成活率计算、树种辨认、株树密度计算、林龄的确定以及对造林地进行定位等,大大提高了林业调查技术水平。李克等人^[3]使用无人机进行了地块面积量算的实验,对比传统的航测方法和不使用正射影像,直接对普通影像进行矢量化的计算方法,结果表明前者具有虽然更高的精度,但往往需要更多的时间和更高的技术要求;后者在耗时更短、操作更容易的基础上,也能够达到 5% 以内的相对误差,但只适用于区域较小,独立成块的面积估算,并且依然需要对实地进行测量以获取矢量化图像的比例尺大小。

国外方面,无人机遥感在林业中的应用研究,其聚焦点主要在于通过无人机影像进行树冠识别和树高测定等方面。Zarco-tejada 等人^[4]使用无人机搭载 RGB 三色彩通道数码相机,采用三维自动重建方法生成 DSM 估测出树高值。Paris 等人^[5]使用低密度机载 Li DAR 结合高光谱影像,基于三维模型的方法,将 2 种数据结合易于检测、且可直接确定单木树冠,通过改进 K 最近邻域法检测剩余的树冠,最终估测出树高值。Jing 等人^[6]改进了一种多尺度分割影像的方法,首先确定树冠区域的大小,然后将经高斯滤波器过滤后的灰度影像,使用分水岭算法分割树冠,验证结果表明该方法可以得到高质量的树冠图。Mathews^[7]使用搭载数码相机的无人机,采集葡萄园的影像数据来生成正射影像,分割树冠提取面积,采用 NDVI 反演得出郁闭度。

2 相机标定方法

相机标定实质上是将相机内部的参数计算出来的过程,在过往的研究当中,将相机标定分成传统相机标定方法、主动视觉相机标定法与自标定的方法三种。其中,传统相机标定方法适用于大多数情况,标定精度较高,但缺点是过程比较复杂,而且要求获取高精度的标定物结构信息;主动视觉的标定方法

可以通过线性的数学方程进行求解,鲁棒性高,但其缺点是要获取相机的角度、移动距离、方向变化等具体的运动信息,而且当相机运动的相关数据不能被精确掌握时存在劣势;自标定方法通过将拍摄的各个图像之间进行点对点的对应来实现参数的计算,具有很强的灵活性,但缺点是相对于前两种方法来讲鲁棒性比较低。

何海清等人^[8]利用稳健估计平差法参与标定过程,将由线性成像模型计算出的旋转、平移矩阵代入畸变模型当中,消弱镜头畸变,引入稳健抗差估计算法,从验后方差中迭代选权求解其它参数,削弱角点检测算法带来的粗差。陈启晟等人^[9]使用特殊的红绿点编码板,通过自检校光束法进行平差,不需要进行角点识别,可直接利用已经编码的控制点进行坐标变换,计算参数。刘阳等人^[10]根据仿射变换,找到图像之间的若干个对应的点,通过最小二乘法估算得到内参与外参。

张正友相机标定法^[11]通过标定棋盘格平面数据和图像数据计算图像与标定板间的单应性矩阵来约束相机的内部参数,求解单应性矩阵得到内、外参矩阵。解决了传统标定法对标定物精度的要求比较高的问题,在标定时仅需使用一个打印出来的棋盘格,同时相对于自标定而言,提高了精度,便于操作。

许多学者在张正友标定法的基础上进行了深入的研究。刘艳等人^[12]为了对畸变较大的鱼镜头进行校正,将张正友标定法进行了改进,变成了一种两步标定法,在原来方法的基础上引入了非线性的最小二乘法,提高了鲁棒性。刘杨豪等人^[13]则提出一种适用于单目标定,基于共面点进行非线性计算的方法,用以获得相关参数,最终不仅提高了标定精度,而且增加了标定速率。邹建成等人^[14]简化了张正友标定方法,将其改进成为一种更为简单的5点标定算法,同时也提高了标定精度。

3 图像区域提取

图像区域提取是指通过一定的图像处理方法,将图像中某个连续的具有显著特征的目标区域完整地提取出来,以便于后续的进一步计算。这一整个提取的过程中包含图像的边缘识别和分割两个具体的步骤。Matlab 中对于边缘的检测算法有很多,例如 Roberts、Sobel、Laplace、LOG 等算子,这些算子简单、易于实现,但却对影像中的噪声非常敏感,实际应用中效果并不理想。与上述的边缘检测算子比起来,Canny 算子的运算结果信噪比大、检测

精度高,从而在一般的图像边缘检测与识别算法中被普遍使用。图像分割方面的大多数算法都是将相似或者连续的灰度值作为分割基准的。基于灰度值连续性的算法检测灰度值发生突变的区域,并以这些区域为基础分割一幅图像,如图像边缘分割。基于灰度值相似性的算法是根据事先定义的准则将一幅图像分割为各个相似区域,如阈值处理、区域生长、区域分裂和区域聚合都是基于这种方法形成的。

现阶段,图像的边缘识别与分割技术已经非常成熟,许多国内外学者都已经做了深入的研究。李二森等人^[15]在 Canny 边缘检测过程中提出一种在像素 8 邻域内计算 x 方向和 y 方向一阶偏导数有限差分的方法,兼顾了梯度幅值计算过程中边缘定位和抑制噪声的要求。王静等人^[16]分别基于遥感图像区域的形状轮廓和纹理特征对遥感图像进行了区域提取分析,比较发现 2 种方法各有优劣,两者之间可以互相补充。

国外对于图像区域提取的研究起步很早,早在 20 世纪 60 年代中期,Prewitt 就提出了基于双峰直方图的阈值区域分割法,将 2 个峰值之间的谷值设置为分割阈值,以此分割图像,该方法计算简单、且抗噪声性能较好。Angulo 等人^[17]最早通过分裂合并的方法实现图像区域分割,此方法能够适用于复杂的图像,但计算量比较大。

4 结束语

本文对日常的林业工作中面积核查的传统方法与无人机测量方法进行了比较,发现无人机遥感在林业中的应用具有较高的推广和普及价值,对于未来林业现代化的发展进程有着重大的意义。探讨了基于无人机相机标定的地块面积测量方法,对该方法的关键技术研究进展做了分析与论述。研究认为利用无人机进行地块面积核查的方法具有现实意义,其中相机标定与图像区域提取两方面是该方法的核心内容,为了使该方法的测量结果能够更趋精确,需要针对相机标定方法与图像区域提取方法进行设计改进。相机标定方法的研究应以高灵活性和高鲁棒性为目标,而图像区域提取方法的研究应以高精度和高效性为目标。

参考文献

- [1] 马瑞升,孙涵,林宗桂,等. 微型无人机遥感影像的纠偏与定位[J]. 南京气象学院学报,2005,28(5):632-639.