

无人机航空摄影测量影像数据快速处理技术

乔燕英

山东省国土测绘院, 山东 济南 250000

[摘要]近年来,随着无人机技术的快速发展,众多行业开始积极采用无人机进行各种测量与数据采集。在地理信息系统(GIS)、环境监测以及灾后评估等多个领域,无人机航空摄影测量技术已展现出显著的应用优势。与传统的卫星遥感及地面测量方法相比,无人机能够在极短的时间内完成大范围区域的数据采集,并在同一时刻进行高精度影像的获取与传输。文章探讨无人机航空摄影测量技术的主要优势,并讨论数据采集与处理过程中所面临的挑战,力图为未来技术的改进与应用提供新的思路。

[关键词]无人机航空摄影测量; 数据采集; 自动化处理; 精度提升

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15070

中图分类号: P231

文献标识码: A

Rapid Processing Technology for Unmanned Aerial Vehicle Aerial Photogrammetry Image Data

QIAO Yanying

Shandong Provincial Institute of Land Surveying and Mapping, Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: In recent years, with the rapid development of drone technology, many industries have actively adopted drones for various measurements and data collection. Drone aerial photogrammetry technology has demonstrated significant application advantages in multiple fields such as geographic information systems (GIS), environmental monitoring, and post disaster assessment. Compared with traditional satellite remote sensing and ground measurement methods, unmanned aerial vehicles can complete large-scale data acquisition in a very short period of time, and obtain and transmit high-precision images at the same time. The article explores the main advantages of drone aerial photogrammetry technology and discusses the challenges faced in data acquisition and processing, aiming to provide new ideas for the improvement and application of future technologies.

Keywords: unmanned aerial vehicle aerial photogrammetry; data collection; automated processing; precision improvement

引言

无人机航空摄影测量技术的出现,是对传统测量手段的有效补充。过去,传统的航空摄影测量方法受限于天气、飞行条件以及高昂的成本,难以满足大范围、低成本、高效率的数据采集需求。而无人机技术则打破了这一局限,凭借其灵活的飞行能力及搭载高分辨率传感器,极大地提高了测量精度和工作效率。无人机的灵活性使其能够快速适应各种复杂地形,而配备的自动化处理系统能够实时传输数据,保障了信息的及时性。当前,无人机航空摄影测量技术已经广泛应用于灾害评估、精准农业、城市规划等多个领域。在自然灾害发生时,传统的人工勘察需要较长时间才能完成,而无人机能够迅速进入灾区,采集高清影像,为救援提供实时信息支持。在农业领域,借助无人机获取的精准数据,能够为农业种植提供重要参考,优化作物管理与资源配置。随着技术的不断成熟,预计无人机将渗透到更多行业,成为关键的数据采集工具。

1 无人机航空摄影测量系统概述

1.1 硬件系统组成

无人机航空摄影测量系统的硬件部分主要由机载系统与地面监控系统两大组件构成。机载系统的核心组成包括无人机平台、数字摄影设备、通信设施及飞行控制系统。

执行任务时,无人机根据预定航线进行自主飞行,并持续采集飞行过程中产生的数据,如飞行高度、速度等。这些数据通过无线通信技术实时传输给地面监控系统,确保飞行过程中的各项关键参数可以及时掌握。地面监控系统由接收设备、飞行控制设施以及计算机等组成,主要任务是接收无人机发回的各类飞行信息,精确标定其飞行轨迹、速度及位置等参数,并根据监测数据及时调整飞行计划。

1.2 软件系统组成

无人机航空摄影测量系统的软件结构由两个关键组成部分构成:航线设计软件与数据接收处理软件。航线设计软件负责设定飞行任务的各项参数,包括飞行高度、测量区域、相机分辨率及拍摄重叠度等,确保无人机能够在规定的飞行范围内高效完成任务^[1]。与此同时,数据接收与处理软件负责接收无人机采集到的影像数据及飞行信息,并对其进行一系列必要的处理。处理过程包括影像拼接、几何校正、正射影像生成及三维模型构建等步骤,确保最终生成的数据准确、可用且符合高精度要求。通过这些集成化的软硬件组合,能够在较短时间内完成复杂数据的高效处理,为后续分析与应用提供了坚实的基础。

2 无人机航空摄影测量技术的主要优势

随着无人机技术的快速发展,其在航空摄影测量领域

的应用已成为一种重要的测量手段,尤其在与传统测量技术对比时,卓越的时效性、简便的操作流程、快速的数据采集能力,还体现在较低的成本投入上,使得无人机成为越来越多领域中地理信息采集的首选技术。

2.1 时效性强

无人机航空摄影测量技术,凭借其较传统方法显著的时效性优势,已经成为紧急场合数据采集的重要工具。传统的测量技术,如人工测量与卫星遥感,通常需要较长的时间才能完成数据的采集、处理及传输^[2]。而无人机可以在非常短的时间内完成大范围的影像采集任务,且数据采集后几乎能立即传输至地面进行处理。一次飞行任务能够覆盖数十至数百平方千米的区域,且影像数据的传输与处理几乎是实时完成的。传统航空摄影平台通常需要相对复杂的操作程序,并且受气候和飞行条件的限制,导致数据采集的时效性无法得到保证。而无人机由于其灵活的飞行方式,可以在短时间内迅速部署,并快速完成数据采集任务。这种优越的时效性使无人机成为处理紧急情况、应急救援等任务的理想工具,特别是在大规模灾难或突发事件中的迅速反应中表现尤为突出。

2.2 操作简便且高度可靠

与传统航空测量方法相比,无人机飞行平台在控制上要求较低,经过简短的培训,操作员便能够熟练掌握其飞行与控制技术。这相较于传统的航空测量技术,减少了对高技能飞行员的依赖,降低了操作难度。在很多复杂环境下,无人机的操作可以更加高效,且能够保证任务的稳定执行。现代无人机技术不断发展,使其在低空飞行的过程中能够适应多种环境条件。气候因素对无人机的影响相较于传统航空平台小得多,且飞行控制系统已达到较高的稳定性。许多无人机平台配备了先进的自动飞行控制系统,能够有效应对复杂的飞行环境,如强风、低能见度等。高精度的飞行控制系统使得无人机能够更加精确地完成数据采集任务,从而保证了采集数据的质量与可靠性。

2.3 数据采集速度快

传统的航空测量技术往往需要较长时间才能完成数据采集,而无人机通过其高分辨率传感器,能够在短时间内覆盖大片区域并实时获取高清影像^[3]。借助无线传输技术,采集到的影像数据会迅速上传至地面系统,而后通过自动化处理生成精确的正射影像与三维地形模型。在整个数据采集与处理流程中,无人机的高效性体现在两个方面:首先,采集过程中的飞行路径与角度经过精心规划,能够确保全面、精准的影像获取;其次,数据的实时传输使得图像处理几乎同步完成,大大缩短了数据的传输与处理时间。得益于更高效的传感器、更优化的飞行路径规划以及更先进的数据处理技术,未来的无人机能够在更短的时间内完成数据采集任务,且精度将更高,适应复杂任务的能力也会进一步增强。

2.4 成本低廉

与传统的航空摄影技术或卫星遥感技术相比,使用无人机进行地理数据采集所需的投入成本远低于前者。传统航空平台不仅需要高昂的设备采购费用,还需要复杂的维护程序以及大量的人力资源。而无人机的采购成本相对适中,且其维护费用与操作成本远低于传统航拍设备。此外,操作无人机的人员也远少于传统航空平台,减少了大量的人工成本。在许多小型或资源有限的项目中,传统测量手段往往无法满足高效、低成本的需求。而无人机凭借其成本效益优势,能够在相对较低的预算下完成复杂的地理数据采集任务。随着技术的不断成熟与普及,未来无人机的采购与运营成本将进一步降低,使得更多中小型项目能够以较低的预算进行高效的数据采集。借助于无人机,越来越多的中小规模项目能够用较低的成本实现大范围地理数据采集,极大提升了项目的可执行性与经济性。

3 无人机航空摄影测量影像数据快速处理技术

随着无人机航空摄影测量技术的迅速发展,在这些应用中,影像数据处理的精确度与效率成为关键。Agisoft Photo Scan 软件凭借其强大的自动化三维建模技术,极大地提升了无人机影像数据的处理能力。该软件涵盖了一系列处理流程,包括数据准备、影像导入与对齐、密集点云生成、几何图元编辑、数字高程模型(DEM)生成、数字化正射影像生成及成果导出等内容。

3.1 数据准备

无人机所搭载的摄影设备、GPS及IMU系统所记录的影像数据格式多种多样。因此,在进行数据处理之前,必须将其转换为Agisoft Photo Scan软件所支持的格式。无人机的IMU与GPS系统通常会在航拍过程中记录飞行姿态与位置数据。这些数据往往直接嵌入影像文件的EXIF信息中,而Photo Scan能够自动读取这些位置信息,并确保数据在后续处理中的空间定位准确。值得注意的是,尽管飞行姿态数据对于精确建模至关重要,但在某些情况下,这些数据并非每次都需要导入。相比之下,位置信息对于处理过程至关重要,因此它必须确保得到准确地传输与使用。此外,POS数据的格式可能会因无人机型号不同而有所差异,因此在数据准备阶段,通常需要对数据格式进行转化,以确保其与Photo Scan兼容。

3.2 影像导入与对齐

影像导入与对齐是无人机影像数据处理过程中的重要步骤,所有影像数据被导入到Agisoft Photo Scan软件中,随后进行对齐处理。对于较大规模的航拍区域,通常将影像划分为若干个较小区域独立处理,这不仅能够更好地利用计算资源,还能提高整个数据处理过程的效率。影像导入后,Photo Scan会根据图像间的空间关系进行对齐。软件自动计算每张影像的姿态、位置以及其他相关参数,从而实现影像的绝对定向、相对定向与内定向。对

齐精度可按不同级别进行调整,精度越高,处理所需的时间也越长。用户可以根据实际需求,在精度与处理效率之间找到合适的平衡点,确保最终数据的准确性。

3.3 密集点云生成

在影像对齐之后,通过结合每张影像中的深度信息以及相机位置,Photo Scan 能够将多个视角下的点云数据合并,形成一个统一的三维点云模型。根据需要,用户可以选择不同的点云质量等级。在点云质量较高的情况下,处理速度可能较慢,但能够获得更精细的三维模型。相反,在一些对速度要求较高的紧急任务中,例如灾害勘测,适当降低点云质量能够有效提升处理效率。对于某些特殊情况下的点云数据,Photo Scan 还提供了剪裁或删除冗余点云的功能。这使得用户可以根据需求精确控制数据处理范围。在一些只需生成 DEM 或正射影像的应用中,点云数据可能无需进一步处理或网格构建,简化了后续的工作流程。

3.4 几何图元编辑

在密集点云生成后,进行几何图元的编辑是对三维模型进一步优化的过程。在这一阶段,用户可以删除多余的面片、填补网格中的孔洞,并进一步完善三维模型的质量。特别是在某些航拍影像中,由于拍摄重叠度不足或角度不佳,生成的网格可能存在缺陷或空洞。Photo Scan 提供了强大的修补工具,能够自动填充这些空洞,从而确保最终生成的三维模型无缝且完整。同时,几何图元编辑阶段还涉及到纹理映射的生成。纹理映射可以为三维模型赋予更加真实的外观,使得该模型在后续的可视化与分析中具有更高的实用价值。用户可以根据需要对模型中的几何图元进行调整,进一步优化模型的外观与结构。

3.5 DEM 生成

数字高程模型 (DEM) 的生成是在无人机影像数据处理中至关重要的一环。通过 Photo Scan, 用户能够利用密集点云或网格模型生成精确的 DEM。生成过程通常依赖于高质量的点云数据, Photo Scan 通过对这些数据的细致计算,构建出反映地形起伏的数字高程模型。DEM 的生成过程中,用户可以根据需求调整分辨率,确保数据的精度与计算效率之间的平衡^[4]。此外,对于一些特殊区域的精度要求较高的任务,Photo Scan 提供了加密点云数据的功能,能够精确标定特定区域的高程信息。通过这一技术,可以有效提升该区域 DEM 模型的精度,使其更加符合精细化需求。

3.6 数字化正射影像生成

数字化正射影像生成是无人机航空摄影测量中的核心任务之一,涉及将影像数据从倾斜视角转化为正射影像。在这一过程中,Photo Scan 通过使用 DEM 对影像进行几何校正,消除因拍摄角度不同而产生的畸变,确保影像中的每个像素都能够精确对应地面上的实际位置。正射影像

能够提供精确的地理信息,广泛应用于土地规划、环境监测、灾后评估等领域。在生成正射影像时,影像的原始分辨率与所选区域的面积将作为输入依据,Photo Scan 会根据这些参数自动计算出合适的影像尺寸。在某些情况下,软件还允许用户自定义正射影像的尺寸,确保其满足不同应用场景的需求。

3.7 成果导出

最后,经过处理的影像数据需要导出以便后续使用。Photo Scan 支持多种数据格式的导出,包括 GeoTIFF、PNG、JPEG 等,用户可以根据需要选择合适的格式。对于 DEM 模型的导出,用户可以根据任务的具体需求调整像素大小与地理投影。当 DEM 数据的范围较大时,导出过程可能会占用较多的内存资源,这时用户可以通过调整分辨率或导出范围,优化导出过程。对于数字化正射影像的导出,其设置方法与 DEM 的导出类似,用户同样可以选择合适的格式与输出参数。例如,若需要在 Google Earth 中查看成果,KMZ 格式便是一个常见的选择,用户可以通过这种方式将生成的影像直接导入到 Google Earth 进行查看与分析。

4 结束语

无人机航空摄影测量技术在数据采集速度、成本效益与精度等方面所展现的优势,逐步改变了传统测量方法的局限。该技术不仅能在复杂环境中执行任务,还能快速获取大范围区域的精确数据,广泛应用于多个行业,为相关决策提供高效支持。随着硬件设备的进一步优化及技术的日益成熟,无人机技术的应用前景广阔,尤其是在地理信息采集、环境监测及灾后评估等领域。然而,在数据处理与分析环节,仍然存在一定挑战,尤其是在自动化处理与大规模数据的精确建模等方面。尽管硬件性能逐步提升,但如何在数据处理过程中有效减少误差,提升处理效率,依然是未来发展的重点。随着算法优化与飞行路径规划的不断进步,预计无人机航空摄影测量技术将在未来得到更广泛的应用,推动各行业的数字化转型与决策水平的提升。

【参考文献】

- [1] 俞健康. 无人机倾斜摄影测量在立交桥三维重建中的应用[J]. 测绘通报, 2020(10): 106-109.
 - [2] 王丽. 无人机航空摄影测量影像数据快速处理技术分析[J]. 数字通信世界, 2022(9): 89-91.
 - [3] 祖为国, 谭金石, 刘丽. 无人机低空摄影构建影像点云的线路巡检方法[J]. 测绘与空间地理信息, 2023, 46(10): 22-25.
 - [4] 刘建军, 宋利奎, 刘亚青, 等. 无人机航空摄影测量技术在大比例尺数据获取中应用[J]. 信息记录材料, 2024, 25(1): 182-184.
- 作者简介: 乔燕英(1967.10—), 单位名称: 山东省国土测绘院, 毕业学校: 济南大学, 专业: 计算机科学与技术。