

无人机技术在地灾项目中的应用

周飞

江苏省测绘工程院

DOI:10.12238/gmsm.v5i2.1361

[摘要] 近几年,由于生态环境日渐被破坏,全球气候变暖等因素引发各类地质灾害频发,如地震、泥石流、滑坡、沉降等。为避免人身及财产损失,灾害预警及应急救援越来越多的被迫切需要。无人机搭载多种传感器由于机动灵活、安全高效的特点被广泛的应用到地质灾害的应急救援中。结合实际生产项目,本文从无人机搭载影像及点云在地灾中的数据获取、处理出发,重点使用点云数据通过改进的豪斯多夫距离来进行滑坡边界提取。利用获取的数据分析制作提取了滑坡滑动面、滑坡边界。通过实践,无人机技术可为灾害监测提供精度高、效率高的数据支持。

[关键词] 无人机; 应急救援; 地质灾害

中图分类号: P237 **文献标识码:** A

Application of UAV Technology in Geological Disaster Projects

Fei Zhou

Jiangsu Provincial Surveying & Mapping Engineering Institute

[Abstract] In recent years, due to the increasing destruction of the ecological environment, global warming and other factors cause the occurrence of various geological disasters frequently, such as earthquake, debris flow, landslides, subsidence and so on. In order to avoid personal and property losses, disaster early warning and emergency rescue are more and more urgently needed. The UAV equipped with a variety of sensors is widely used in emergency rescue of geological disasters due to its characteristics of flexibility, safety and efficiency. Combined with the actual production project, this paper starts from the acquisition and processing of UAV carrying imagine and point cloud in the geological disaster, and focuses on using the point cloud data to extract the landslide boundary through the improved Hausdorff distance. The landslide sliding surface and landslide boundary are extracted by analyzing the obtained data. Through practice, UAV technology can provide high precision and efficient data support for disaster monitoring.

[Key words] UAV; emergency rescue; geological disaster

引言

随着全球气温变暖,气候异常,地灾逐年发生频率不断提高。例如,2017年四川茂县滑坡、贵州纳雍山体滑坡、2018年金沙江白格滑坡-堰塞堵江事件^[1]等都造成了生命财产损失,引起社会关注。

地灾区域地形复杂,传统的监测技术很难全面监测。随着无人机续航、载重等问题的不断解决及完善,无人机搭载各种小型传感器很好的解决了灾害点的日常监测、灾害预警、灾害发生时基础通信设施搭建、应急物资配送、实时灾情数据的获取、灾害的应急救援等。本

文以西南某区域为例,通过无人机搭载传感器在重点滑坡区域进行影像及点云获取、数据处理、并基于点云数据进行滑坡边界区域提取。通过实践证明,该技术在地质滑坡监测方面具有很强的数据获取效率、精度保证及可行性实施^[2]。

1 无人机在地灾中的应用

无人机技术的灵活机动特点被广泛的应用到地灾滑坡中。该技术克服原有航摄影像数据获取受空域、天气、地形等影响的劣势,大大增大了数据获取的便捷性。利用高效、可靠的数据处理技术,获取制作相应的成果产品,通过

与已有资料的对比分析,对滑坡进行评估,为分析大型滑坡体的动态变化提供数据保障,为滑坡测定的研究提供新的技术支持^[3]。如经过像控点测量滑坡的正射影像图(DOM)和通过点云制作的数字高程模型(DEM)等成果进行滑坡细节的判读。利用影像生成的三维模型,360度无缝旋转的判别灾情核心区基础设施、房屋和林地受损程度,对灾害区域进行判别。

2 案例分析

2.1 研究区域

项目选取西南某区域某处滑坡为例,

滑坡于2014年“9.1”特大暴雨后开始变形,主要表现为中后部墙裂缝、左后侧发生滑塌。滑坡平面形态呈舌形,横宽约1145m,纵长约433m,面积 $49.63 \times 10^4 \text{m}^2$,体积 $248.13 \times 10^4 \text{m}^3$,为土质滑坡。滑坡土体为粉质粘土夹块碎石组成,在后续雨水冲刷下滑坡发展趋势呈欠稳定状态,已逐渐威胁侧下边缘多户居民。本文利用无人机搭载相机、激光传感器获取多源数据。通过制作的DOM、DEM、三维模型对滑坡区域进行滑坡边界提取。

2.2 数据获取

该测区采用飞马D2000多旋翼智能航测无人机进行数据采集,由于测区地形复杂、植被覆盖、滑坡区域狭窄,故将影像制作三维模型直观性、点云穿透植被地形表达精确性相结合。利用同时获取影像与点云的方式进行滑坡灾害边界区域提取。数据获取及处理流程,具体步骤如下:

(1) 实地踏勘、收集遥感影像数据,规划航线,布设地面基站。

(2) 倾斜影像获取。技术要求:影像分辨率优于5cm,航向重叠度与旁向重叠度均优于80%。

(3) 滑坡区域点云数据获取。技术要求:分期进行数据获取。点密度优于 $100 \text{pts}/\text{m}^2$ 。

(4) 影像、点云数据处理。

(5) 根据据滑坡区实地情况,布设平面和高程控制网,获取滑坡像控点成果。

(6) 空中三角测量。

(7) DOM、DEM、三维模型生产。

2.3 滑坡分析



图1 数字正射影像DOM



图2 实景三维模型

地形形态对引发滑坡起着重要控制作用,地形参数的提取及地形地貌特征对滑坡的影响是区域滑坡分析的必要过程,滑坡稳定性分析、致灾害强度分析及危险性等级划分都需要结合地形因素的分析。将获取的数据进行处理后,进行三维建模、点云分类等操作,制作数字正射影像图(图1)、三维模型成果(图2)等进行滑坡地形分析。

(1) 基于激光点云数据生成滑坡滑动面。本次通过获取间隔15天的滑坡点云数据,采用滑坡前后高程变化进行滑坡提取及区域划分,这种方法已被证明方法可靠结果准确度很高。

滑坡时地势较高结构不稳定区域上的泥、石等会向地势低洼的区域下滑并聚集,下滑的泥、石等区域叫做滑动区,泥、石等聚集的区域叫做聚集区,未发生变化的区域叫做稳定区,可以根据高程变化识别并提滑坡区域。本研究将经过预处理的原始激光点云数据基于TIN的内插方法生成高精度的滑坡滑动面DEM,提取滑坡滑动面,见图3所示。

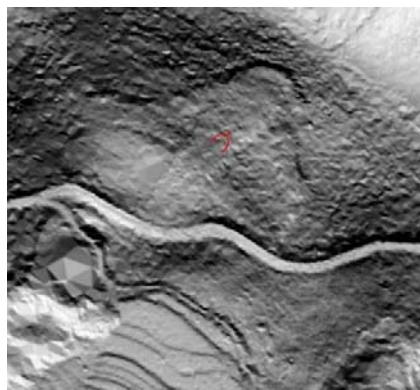


图3 激光点云的山体滑坡滑动面

(2) 基于改进的豪斯多夫距离进行滑坡边界提取。豪斯多夫距离是基于八叉树结构的两组点云集之间的点距离差,计算点云集S中的每个点p到另一个点云集S'中最近点的距离,对于每个p点,为了确保能找到真正的最近点,首先需要确定每个点的搜索半径,在搜索半径中迭代比较计算,直到最小距离小于搜索半径中于p点的最大球体半径为止。如果高程出现增大则将该点定为堆积区,如果高程减小则为滑动区,如果高程没有明显变化则为稳定区。实现滑坡提取及边界划分。

具体步骤如下:

(1) 将滑坡基准面某点的高程作为初始高程H。

基于地形的连续性,将周围未发生滑坡区域的地面高程作为滑坡高程基准面的参考值,在周边如滑坡左侧(平面L)和右侧(平面R)利用仪器获取均匀分布的地面点高程坐标,根据这些控制点估计未发生滑坡时滑坡区域的地面高程数据,如图4滑坡基准面计算示意图。

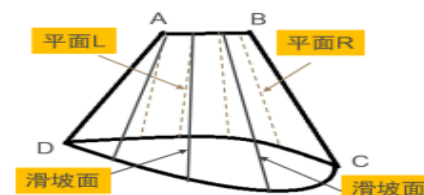


图4 滑坡基准面计算示意图

(2) 确定搜索半径长度L,分区块进行迭代比较。

(3) 基于一期点P₀行K近邻域搜索,搜索范围内的点P_i区块初始高程H进行比较,若P₀·P_i于等于H阈值,则该点初始归入堆积区。若该点小于则归入滑动区,若该点高程不变则归入稳定区。滑坡区域划分原理见图5所示,滑坡边界提取成果见图6所示。

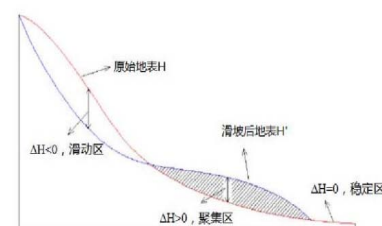


图5 滑坡区域划分原理图

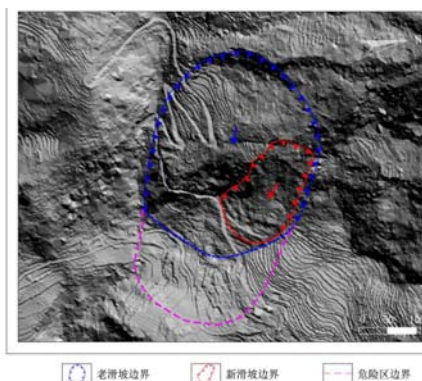


图6 滑坡区域边界提取

3 总结

通过无人机航空摄影技术获取样地

区域的影像和点云数据,将获取的数据进行相关处理,数据生产数字正射影像、实景三维模型、数字高程模型等,进一步模拟分析滑坡滑动面,进行滑坡边界提取。可为滑坡监测提供一定的指导意见。基于本文研究结果表明,可将无人机航空摄影技术应用到山体滑坡的测定研究中,能成功构建滑坡区域的精细地形,提取滑坡边界区域范围线,为滑坡灾害的危险性、灾害性评价提供可靠的数据支撑。

[参考文献]

[1]郭晨,许强,董秀军,等.无人机在重大地质灾害应急调查中的应用[J].测

绘通报,2020,(10):6-11.

[2]吴楠,韩东.无人机摄影测量在库区地质灾害安全检查中的应用[J].四川地质学报,2016,(2):316-319.

[3]刘春,万红,李巍岳,等.基于无人机影像的大型滑坡区域精细地形构建研究[J].井冈山大学学报:自然科学版,2015,(1):1-7.

作者简介:

周飞(1987—),男,汉族,江苏南京市人,工程硕士,工程师,从事工程测量工作。

中国知网数据库简介:

CNKI介绍

国家知识基础设施(National Knowledge Infrastructure, NKI)的概念由世界银行《1998年度世界发展报告》提出。1999年3月,以全面打通知识生产、传播、扩散与利用各环节信息通道,打造支持全国各行业知识创新、学习和应用的交流合作平台为总目标,王明亮提出建设中国知识基础设施工程(China National Knowledge Infrastructure, CNKI),并被列为清华大学重点项目。

CNKI 1.0

CNKI 1.0是在建成《中国知识资源总库》基础工程后,从文献信息服务转向知识服务的一个重要转型。CNKI1.0目标是面向特定行业领域知识需求进行系统化和定制化知识组织,构建基于内容内在关联的“知网节”、并进行基于知识发现的知识元及其关联关系挖掘,代表了中国知网服务知识创新与知识学习、支持科学决策的产业战略发展方向。

CNKI 2.0

在CNKI1.0基本建成以后,中国知网充分总结近五年行业知识服务的经验教训,以全面应用大数据与人工智能技术打造知识创新服务业为新起点,CNKI工程跨入了2.0时代。CNKI 2.0目标是将CNKI 1.0基于公共知识整合提供的知识服务,深化到与各行业机构知识创新的过程与结果相结合,通过更为精准、系统、完备的显性管理,以及嵌入工作与学习具体过程的隐性知识管理,提供面向问题的知识服务和激发群体智慧的协同研究平台。其重要标志是建成“世界知识大数据(WKBD)”、建成各单位充分利用“世界知识大数据”进行内外脑协同创新、协同学习的知识基础设施(NKI)、启动“百行知识创新服务工程”、全方位服务中国世界一流科技期刊建设及共建“双一流数字图书馆”。