

Study the Dynamic Change Monitoring of Urban Buildings

Limin Wu, Yinli Bao, Lei Zhao, Xiangdong Yuan

Kunming Surveying and Mapping Management Center, Kunming Yunnan
Email: kmwlm@163.com, 122453970@qq.com

Received: Mar. 29th, 2016; accepted: Apr. 18th, 2016; published: Apr. 21st, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The article monitors urban buildings in Kunming dynamically by using the oblique photogrammetric technology and LIDAR technology, which can know about the planning and implementation of urban buildings comprehensively, compare variations with urban planning, assist urban management departments to discover timely and punish various illegal buildings in accordance with the law. Meanwhile, it provides high-quality and visualized spatial informational support for disposing urban disaster and emergency cases, scientific basis for the government macroscopic policy decisions and administration based on law.

Keywords

Urban Buildings, Oblique Photogrammetric Technology, Airborne LIDAR Technology, Dynamic Change Monitoring

城市建筑物动态变化监测研究

吴俐民, 包银丽, 赵雷, 袁翔东

昆明市测绘管理中心, 云南 昆明
Email: kmwlm@163.com, 122453970@qq.com

收稿日期: 2016年3月29日; 录用日期: 2016年4月18日; 发布日期: 2016年4月21日

摘要

文章利用航空倾斜摄影测量技术和机载LIDAR技术对昆明城区建筑物进行动态监测。通过城市建筑物变

化动态监测,全面掌握城市建筑物的规划实施情况,将变化量与城市规划比对,辅助城市管理等部门及时发现并依法查处各类违法建筑物,同时为处理城市灾害和紧急情况提供高质量的直观的空间信息支持,为政府宏观决策和依法行政提供科学依据。

关键词

城市建筑物,倾斜摄影测量,机载LIDAR,动态变化监测

1. 引言

改革开放以来,城市建设的速度飞速加快,给城市规划与管理带来了诸多问题,诸如城乡结合部建设混乱,违反规定大规模圈地占地,产生大量的违法建筑物,毁坏文物,大拆大建,以及无规则擅自批建等,严重影响着城市的可持续发展。本文针对这些问题,采用航空遥感、卫星遥感、三维激光扫描和GIS等先进技术,建立城市规划建设和监督管理信息系统,对城市进行动态监测,快速监测和核查城市中违反规划的各种建设行为,有力地提高了城市的行政监管能力,对维护城市规划法规、促进城乡规划管理体制改革的改革和城市可持续发展具有重要意义。

2. 动态变化监测指标

利用航空倾斜摄影测绘技术和机载LIDAR技术动态监测建成区内建筑物现状,监测建筑物违章变化情况,统计合法、非法建筑的存量和增量。主要监测指标:

- 1) 平面精度: 2 m;
- 2) 高程精度: 1 m;
- 3) 影像分辨率: 优于 10 cm;

3. 城市建筑物数据采集与建库

3.1. 机载LIDAR航摄设计

根据对建筑物监测的指标要求,点云密度宜采用每平方米4个点,据此开展航摄设计。主要航摄设备采用机载LIDAR设备为天宝公司的Harrier 68i,该设备的GPS、IMU、激光器、相机高度集成、固化在设备箱内。机载LIDAR航摄飞机使用小型单螺旋桨双翼运五飞机,最高升限4500米,巡航速度160公里/小时[1]。

测区航摄飞行设计在保证产品精度质量的前提下,考虑到后续应用的要求,从高效、经济的原则出发,综合考虑仪器设备的性能、测区的地形条件、摄区形状,对飞行航高、航向重叠度、旁向重叠度和航行协调等一系列要素进行设计。机载LIDAR航摄设计参数[2],见表1。

昆明城区机载LIDAR航摄数据采集与数据获取的技术流程,见图1。

3.2. 倾斜摄影测量航摄设计

倾斜摄影测量拟采用SWDC-5数字航空倾斜摄影仪。SWDC-5数字倾斜航摄仪,通过在同一飞行平台上搭载多个相机,分别从五个视角对地面进行拍摄,得到被拍摄物体的多视角影像,有效集成POS系统,经过加固、精密单机检校、精密平台检校而成,并配备测量型双频GPS接收机、航空摄影管理计算机,集成了航线设计、飞行控制、数据后处理等自主研发软件,能够为数据采集提供全方位服务[3]。飞机采用与机载LIDAR相同的运五航摄飞机。

Table 1. Airborne LIDAR aerial camera design parameters
表 1. 机载 LIDAR 航摄设计参数

名称	参数
激光扫描角(°)	60
激光扫描频率(Khz)	300
相机焦距(mm)	50
相对航高 H (m)	700
飞机密度(km/h)	180
激光点密度(点/平方米)	4
影像地面分辨率(cm)	优于 10 cm
相机一般航向重叠度%	60
相机一般旁向重叠度%	30
飞行架次	依航飞面积而定

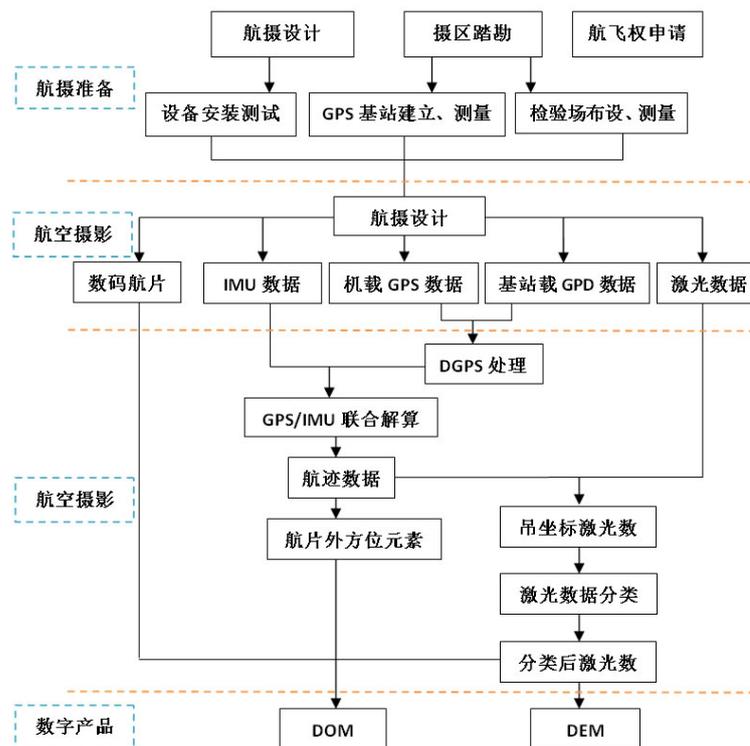


Figure 1. Flow chart of airborne LiDAR data acquisition technology
图 1. 机载 LiDAR 数据获取技术流程图

假设测区范围 $20 \text{ km} \times 23 \text{ km}$ ，由于倾斜摄影的特点，区域需外扩 1 km 左右范围，以保障斜片的有效覆盖，故最终范围约 $22 \text{ km} \times 25 \text{ km}$ ；斜片主点处建筑物外立面的分辨率 10 cm ，另外需保障斜片无漏洞； 650 m 航高时下视相机地面分辨率为 7.8 cm ，取斜片地面覆盖梯形区域内的正方形为有效覆盖面积，即 $458 \text{ m} \times 458 \text{ m}$ 。倾斜摄影测量航摄设计参数，见表 2。

航空倾斜摄影测量数据处理流程[4]，见图 2。

Table 2. Tilt photogrammetry aerial design parameters
表 2. 倾斜摄影测量航摄设计参数

名称	参数
倾斜相机焦距(mm)	80
相对航高 H (m)	650
飞机速度(km/h)	180
影像(主点位置)分辨率(cm)	优于 10 cm
相机航向重叠度%	45
相机旁向重叠度%	40
飞行架次	依航飞面积而定

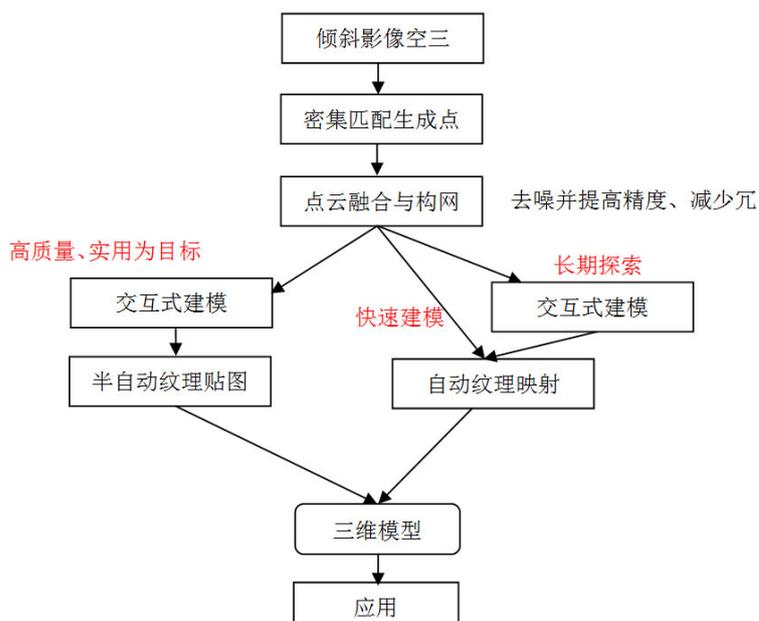


Figure 2. Aerial tilt photogrammetry data processing [5]
图 2. 航空倾斜摄影测量数据处理[5]

3.3.地面 GPS 参考站

地面参考站的架设采用天宝 5700 或天宝 5800 双频接收机，采样间隔为 1 s。

4. 城市建筑物监测数据处理与分析

4.1. 技术路线

城市建筑物监测数据处理与分析，主要是通过不同时期的 LIDAR 数据、倾斜摄影数据生产相应的 DSM、DOM 成果，基于不同时期 DSM/DOM 数据成果进行自动化对比高差来识别变化区域，统计分析变化区域，满足城市建筑物动态监测应用需求[6]。基于生成的 DSM 和 DOM 数据，定期检测变化情况，识别变化区域，统计合法、非法建筑的存量和增量。建筑物动态变化监测处理流程，见图 3。

基于生成的 DSM 和 DOM 数据，定期检测变化情况，识别变化区域，统计合法、非法建筑的存量和增量。动态监测变化精度指标：自动识别出房屋平面高度 1 M 的变化区域。

4.2. 不同时期机载 LIDAR 数据浏览、过滤去噪

产生噪声点主要因素可分为三类：**A**：由被测对象表面因素产生的误差，比如表面粗糙程度、波纹、表面材质等，当被测量表面粗糙值较低或光泽比较亮时(如玻璃、金属等)，会使激光束在漫反射的同时发生较强的镜面反射而产生测量误差；**B**：由扫描系统引起的误差，如测量设备的精度、摄像机的分辨率，振动等等；**C**：偶然噪声或背景噪声，在扫描过程中由于偶然因素成为扫描数据的一部分(如飞鸟等运动物体、无回波信息的局部空洞)。噪声将直接影响地物识别、分类以及建筑物等模型重建的质量，容易导致重构曲线、曲面不光滑。

噪声点在高程突变方面表现出来的特性为目标点与其所有邻近点之间都具有明显的高程变化且幅度大[7]。本研究以 LiDAR 点云原始数据为基础，构建 Delaunay 三角网，再依据三角网记录存储各点的拓扑关系，最后根据高程突变这一特点，进行噪声点的剔除，以满足后期生成 DSM 成果需求，见图 4。

4.3. 自动生成不同时期 DSM 成果

机载 LIDAR 技术是一项自动化生成数字地形模型和数字表面模型的新技术。机载 LIDAR 技术已经成为提取空间高精度三维信息的有效手段，可以快速地生成高精度 DSM。其在 DSM 数据精度、数据处理周期等方面与传统航测方式具有很大的优势。

由于激光扫描点云密度较大，生成 DSM 数据时，每个网格单元取一个高程点，格网大小参数根据建筑物动态监测变化精度而定，要求房屋平面高度 1 M 识别精度的话，建议格网大小 <0.5 M，已保证变化监测识别精度，见图 5。

4.4. 不同时期 DSM 成果对比计算

机载 LIDAR 数据加工处理，生成两个不同时期的 DSM 模型，根据两个 DSM 模型的高度差和 DOM 的色差可以自动识别建筑物高度及平面变化区域。DSM 数据处理及对比计算过程中都存在一定误差，但

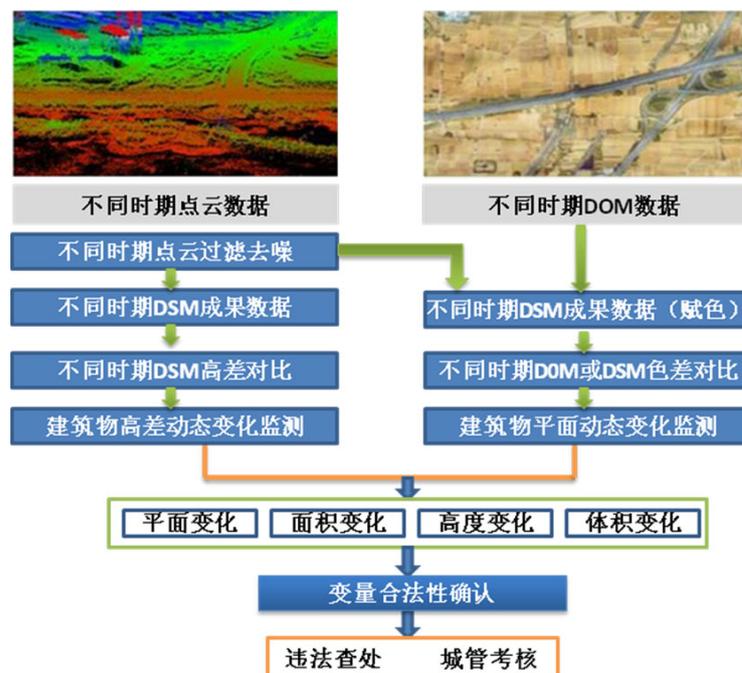


Figure 3. Building dynamic change monitoring and processing flow

图 3. 建筑物动态变化监测处理流程

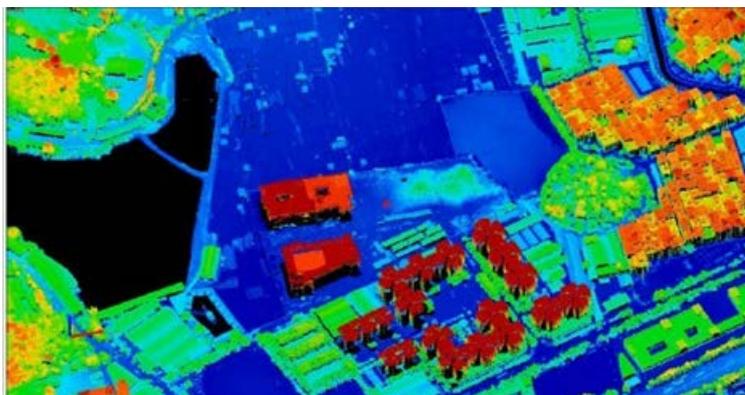


Figure 4. Airborne LiDAR data browsing denoising
图 4. 机载 LiDAR 数据浏览去噪



Figure 5. DSM results
图 5. DSM 成果

建筑物至少在 1 m 以上的变化，可以通过设置一定的高差阈值和邻域面积阈值滤除误差、噪点以及应用所不关心的微小变化。

在赋予 DOM 色彩的 DSM 上，在限定 DSM 差值范围内，同样可以根据色差提取平面变化区域，通过设定的色差阈值滤除二次摄影太阳高度角和季节不同带来的色差，通过边缘跟踪等基本图像处理手段获取待选平面变化区域。

不同时期 DSM 对比计算，见图 6。

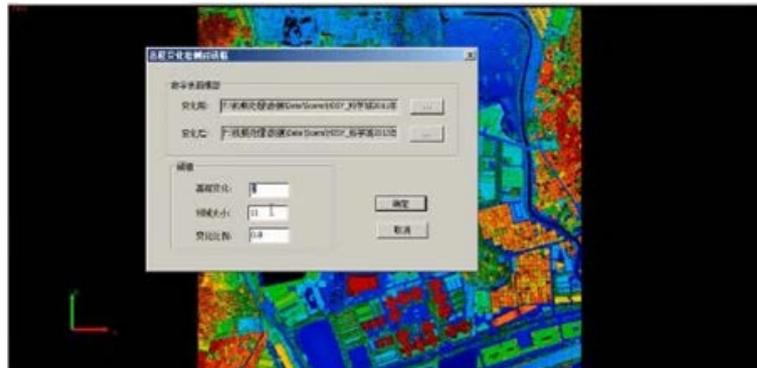


Figure 6. DSM contrast calculation in different periods

图 6. 不同时期 DSM 对比计算

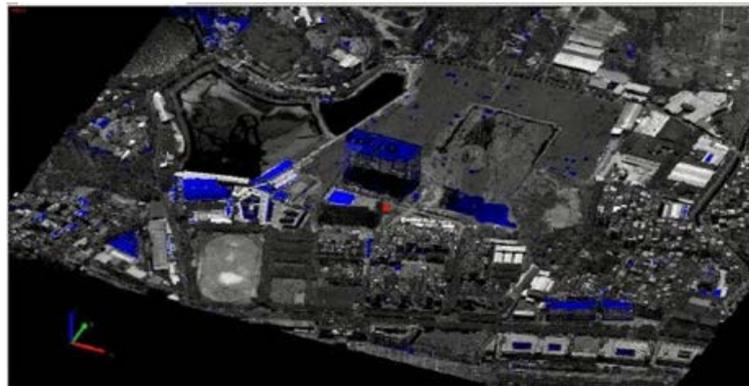


Figure 7. Statistical analysis on the dynamic change of building

图 7. 建筑物动态变化区域统计分析

4.5. 动态监测变化分析统计

通过不同时期 DSM 对比,可以实时的计算出高度/平面在指定精度内的变化区域。并通过在差值 DSM 上对其进行二值化提取,边缘跟踪等基本的图像处理手段,可以获取在差值 DSM 上的待选变化区域[8],也就是高度/平面发生变化的区域(蓝色图块),见图 7。

4.6. 动态监测的应用扩展

建筑物现状动态监测出的变化区域,可以按照标准规范格式进行导出,统计合法、非法建筑的存量和增量[1]。

变化区域可以按照点云或者矢量数据格式进行导出,其监测变化区域的成果数据可以时间为单位,统一无缝集成到城市规划建设管理数字化应用平台中进行管理分析、应用服务。规划、国土、建设、园林、城管等部门可基于动态监测变化区域成果数据,通过城市规划建设管理数字化应用平台进行违法确认、执法查处及综合管理。

5. 结束语

以城市规划建设的建筑物要素为监测对象,基于机载 LIDAR 技术和倾斜摄影测量技术高新技术,可快速获取与处理城市规划建设现状的高精度三维空间信息,实现大范围、可视化的城市建筑物动态监测,能有效地震慑城市建筑物违法违章建设行为;为监督执行城市总体规划,处理城市灾害和紧急情况,为促进城市建设可持续发展,提供了空间信息支持和科学依据。

参考文献 (References)

- [1] Le Besnerais, G., Sanfourche, M. and Champagnat, F. (2008) Dense Height Map Estimation from Oblique Aerial Image Sequences. *Computer Vision and Image Understanding*, **109**, 204-225.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cviu.2007.07.003>
- [2] Prandi, F., Achille, C., Brumana, R., *et al.* (2012) Lidar and Pictometry Images Intergrated Use for 3D Model Generation. http://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/2_pdf/6_WG-II-6/16.pdf
- [3] Mishra, P., Ofek, E. and Kimchi, G. (2012) Validation of Vector Data Using Oblique Images.
<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1463464>
- [4] 王伟, 黄雯雯, 镇姣. Pictometry 倾斜摄影技术及其在三维城市建模中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2011, 34(3): 81-183.
- [5] 朱庆, 徐冠宇, 杜志强, 等. 倾斜摄影测量技术综述[EB/OL]. 北京: 中国科技论文在线.
<http://www.paper.edu.cn/releasepaper/content/201205-355>
- [6] 曾齐红. 机载激光雷达点云数据处理与建筑物三维重建[D]: [博士学位论文]. 上海: 上海大学, 2009.
- [7] 贾广帅. 机载激光雷达数据特点和滤波方法研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 山东科技大学, 2007.
- [8] Grenzdorffer, G.J., Guretzki, M. and Friedlander, I. (2008) Photogrammetric Image Acquisition and Image Analysis of Oblique Imagery. *The Photogrammetric Record*, **23**, 372-386. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1477-9730.2008.00499.x>