

基于无人机实景三维建模技术的智能测绘与规划研究与应用

吴锦波 王鑫 钟伟

(天津理工大学 管理学院,天津 300384)

【摘要】现阶段我国城市建设速度飞快,传统的手工测绘模式已无法满足城市建设用地测绘及规划急速增长的需求。在现代信息化发展的背景下,建筑业也提出了智能测绘和规划的要求。基于倾斜摄影技术,无人机实景三维建模可以快速生成实景三维模型,以对城市建设用地进行智能规划,增强城市用地的利用率和推动智慧城市的建设发展。本文运用无人机实景三维建模技术对某高校园区进行智能测绘和规划,搭建实景三维模型,提供智慧用地方案。研究成果在房地产勘察和用地规划领域有较强的应用价值。

【关键词】智能测绘和规划;无人机实景三维建模;倾斜摄影

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

引言

随着城市建设速度和信息技术的飞速发展,建筑业对城市测绘和规划的方式提出了高效高质的新要求。一种新的测绘方式也应运而生——无人机实景三维建模技术。无人机实景三维建模技术就是将倾斜摄影技术应用到无人机上,再通过专业软件处理生成实景三维模型,使测绘更加真实、快速和智能。即通过在同一无人机设备上搭载多台传感器,同时从垂直、倾斜等不同角度采集影像^[1],再利用 Altizure 等专业软件处理形成实景三维模型。这是一种随着计算机图形图像技术发展而孕育出的将物体以三维模型的方式反映在计算机当中的图像技术^[2-10]。

本文将结合无人机实景三维建模技术在国内外研究和应用现状,具体分析其在某高校园区的具体测绘和规划过程中的智慧应用。

1 国内外研究和应用现状

城市用地建设飞速增长是较为发达的国家和

地区的普遍现象,智慧城市的理念被越来越多提及以更高效高质地进行城市用地建设。而从军用无人机到民用无人机的普及,配合倾斜摄影技术的发展,使其在建筑测绘上应用更加广泛。利用无人机实景三维建模技术对城市用地进行智能测绘和规划是响应智慧城市的发展要求。

1.1 国外发展现状

城市用地建设的迅猛发展和城市人口的增长对城市用地建设的效率提出了要求。对此,世界各国政府组织都提出了计划,支持和发展无人机实景三维建模技术在城市用地规划上的应用。

新加坡共和国位于马来半岛南端、马六甲海峡出入口。20 世纪 60 年代至 70 年代中后期,新加坡受到亚洲金融危机的冲击,政府意识到发展信息技术的重要性,于 2009 年 8 月全面开启光纤到户实施“路网分离”,由基建公司利用无人机实景三维建模技术,进行全盘规划和维护,避免重复投资。

美国自然资源丰富,工农业生产门类齐全,集约化程度高。但早在 2001 年,由于经济发展较快,电力消费持续增长,全国经历多次大范围停电。据此,美国提出了智能电网的方案,来维修老旧电力

【作者简介】 吴锦波(1998 -),女,工程造价专业本科生,主要研究方向:三维信息仿真。

设施和建设新的发电厂。通过无人机实景三维建模技术,搭建城市用地和电网模型,进行深入分析,合理规划,为新建发电厂进行合理选址,并且利用无人机对电网进行电力巡线,找准病症,提高维修效率^[11]。

1.2 国内发展现状

我国在城市用地建设上发展迅速但缺少合理的规划和利用,政府为应对当前形势出台了一系列促进无人机实景三维建模技术在城市用地建设应用上的政策。在《国家地理信息产业发展规划(2014~2020年)》中,明确提出:重点发展低空和无人机航空遥感数据服务,加强高安全度低空遥感平台的产品化和产业化推广。

此外,与传统测绘方式相比,无人机实景三维建模技术拥有不可替代的优势地位。将人工手测、全站型电子测距仪以及无人机实景三维建模技术进行对比,如表1所示。

全站仪测量仪器精密,价格高昂,不易运输和携带,在测绘之前需要进行繁杂的准备工作;人工测绘的效率几乎是无人机实景三维建模技术的1/600。相比之下,无人机设备轻便,测量前准备工作少,机器到场后可以立即投入使用,效率高,更加适用于较大范围内的快速测绘。虽然无人机实景三维模型的精度没有达到毫米级,但是已经可以满足现代城市快速发展下的智能测绘和规划需求。

目前我国应用无人机实景三维建模技术较为成熟的是在电网领域。我国在国家电网输电线路的快速巡线、近距离观测和故障检修上都应用无人机系统,集航空、遥感、地理信息、传感器、信息处理等多个先进技术为一体^[12],具有极高的效率和工作优势,支撑起电网线路的安全运营。利用多镜头融

合技术获取参数后,建立输电线路的初始几何模型,利用插值等数学算法来恢复输电线路的纹理特征,再结合自动化建模软件实现输电线路地物纹理模型的快速重建。

1.3 综合对比

结合无人机实景三维建模技术在新加坡、美国和中国不同发展情况,如表2所示,可以更清晰地看出将无人机实景三维建模技术应用在智慧城市建设上的优势。

新加坡、美国、中国各自建设背景不同,却有共通之处,无人机实景三维建模技术解决了传统测绘方式效率低下耗费人工的缺点,能够快速搭建大范围的城市建设用地模型,为城市智能测绘和规划提供了新的解决方案。但在国内,无人机实景三维建模技术的运用还不够成熟,市场还有待开发。

2 某高校园区用地模型建立

本次拟使用大疆四旋翼无人机智能设备,设计合理的航线,运用倾斜摄影技术和Altizure内置算法得到某高校园区实景三维模型,对空地进行智能测绘,以供规划。

首先,结合地图以及实地考察,可知该高校整体建筑物和道路分布较为整齐划一,整体布局类方形,有规律可循,所以可设计S形飞行航线,以全面采集信息。

其次,为确保同时满足地物亮度和影像反差,选择云层密度较低、阳光较为强烈的时段进行航飞采集图像。

确定S形航线后,选定大疆四旋翼无人机智能设备。同时,为提高成像精度,搭载有效像素为

表1 主流测绘方式的对比分析

	人工手测	全站型电子测距仪	无人机实景三维建模技术
适用范围	小范围内、少作业量的工程测绘	地上大型建筑和地下隧道施工等工程测量	适用于较大范围内的快速测绘全自动飞行
精度	1mm	最高测距精度: 0.5mm + 1ppm	模型真实精度: 在15cm之内
价格	约30 000RMB/m ²	100 000RMB/台	13 000RMB/台

表2 不同国家智能测绘和规划应用的对比分析

国家	建设内容	建设背景	无人机实景三维建模应用
新加坡	实现光纤到户 ^[12] 以及物联网的研发与打造	发展信息通信技术	由基建公司负责全盘规划与维护,避免重复投资
美国	智能电网:实现传输可靠及安全性控制系统	基础设施过旧,升级投资过大	结合无人机实景三维建模技术和信息化技术,进行合理的规划和维修
中国	利用无人机进行电力巡线	国家电网输电线路复杂,人工巡线耗时长,近距离检修困难、效率低	电力巡线效率大幅度提升,近距离检修难度下降,更好地保障电网的正常运行

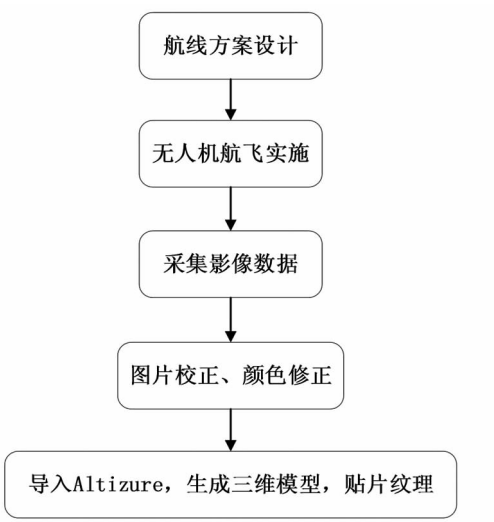


图1 无人机三维实景建模流程

1 235万、26mm、f/2.2、对焦点为 0.5m 至无穷远的镜头。

在飞行阶段采用倾斜摄影技术,从一个垂直、四个倾斜角度同步曝光采集影像,获取真实地物信息。

为提高最终的成像质量,在采集图像时航向重叠控制在 60% 及以上,旁向重叠控制在 30% 及以上。得到系列图像之后,将图像编号排序,大致分为三组。将三组图像进行匀光处理和区域平差联合处理,进行颜色校正,最后得到质量较好的照片。将采集所得照片导入 Altizure 软件,整合得到该高校园区的实景三维模型^[13]。

此模型精确描述了校园的地物位置,从图中可以看出,该高校整个校区的排布成四方形,楼与楼之间的距离整齐划一,大致相似,建筑物的高度也保持在均匀的水平上,整体规划较为完善。分割南北校区的道路是全校范围内最宽的一条马路,为交通要道。纵观整张图片,在校区的最西侧靠近河道处有一块荒废的空地,北校区住宿区和钟楼附近也



图2 Altizure 拼接的某高校园区实景三维模型

有较大面积的空地。在对校园进行二次规划的时候,应当合理考虑这两块空地的使用。

无人机实景三维建模技术在短时间内就给出了该高校园区的实景三维模型,为后期空地规划提供了极大的便利。但运用无人机倾斜摄影技术获取的照片也存在一些问题,如在模型匹配时会不可避免地存在模型扭曲变形的问题,主要在建筑物或地物的底角部位。并且实景三维模型是以超高密度点云生成的 DSM,不同于人工建模可以控制模型的表面数量,通过计算机自动处理会生成数量惊人的三角面,这对于编辑后续的数据管理及展现都提出了很高的要求。

3 模型分析和智能规划

3.1 前期分析

得到该高校园区实景三维模型后,进行整体分析,发现校园的基础设施较为完善,但还缺少一个可以举办大型赛事的体育馆,拟在原有基础上新建一大型体育馆。

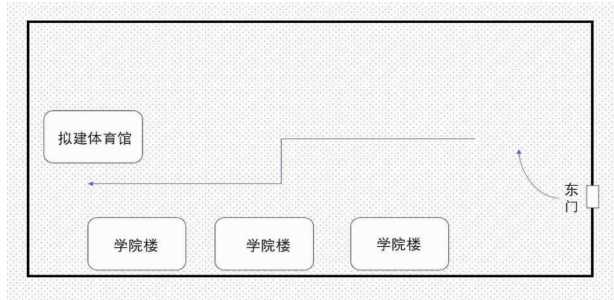


图3 方案一:拟建体育馆位于西边空地

首先,导入通过测绘得到的该高校园区实景三维模型,在西边空地上增加一个模拟的体育馆模型,通过漫游模型模拟一天中的人流车流对新建体育馆和周边建筑物的影响。由于西边空地处于校区主干道的尽头,便于驾车抵达,所以新建体育馆

会导致一天内进入校内的车流量剧增,且西边空地周围没有多余空地用于停车场的建设,造成交通拥堵。此外,西边空地处于学院楼和学校办公中心的附近,过多的人流量对学院和学校的办公造成极大的负面影响。所以不宜采用方案一。

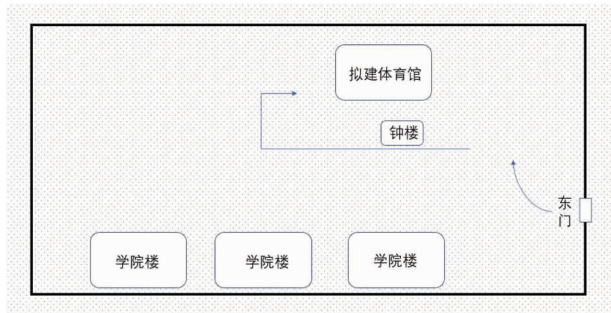


图4 方案二:拟建体育馆位于钟楼北边

接着,运用相同的方式在北边靠近钟楼一侧的空地进行虚拟体育馆建模。建模完成后,该高校园区北区钟楼的西侧还留有较大面积的空地可用于停车场的建设,为交通拥堵问题提供了解决方案。其次,通过实景三维模型,可得虚拟体育馆与该校区北门或北门的距离大致相近,说明两种方案都利于外来人员抵达体育馆。此外,北区宿舍楼临近拟建体育馆,有利于在校生的活动。

综合对比分析虚拟建模的过程,利用信息采集和动态监控、数据技术和分析、互联协同、智慧化的利用开发和预测决策支持等,可以得出在钟楼北边空地建设新体育馆是合理的选择。



图5 体育馆实景三维建模图

3.2 建设过程

建设过程中充分将实景三维模型和设计模型进行结合,分析对比得出高效高质的建设方案。

确定选址之后,在实景三维模型中导入体育馆的设计模型。结合现有道路状况,分析体育馆出入口设置以及采光状况,得出眼状体育馆应呈南北向

分布。此外,利用实景三维模型和设计模型的结合,设计周边的绿化为贴合体育馆建筑的环带形绿化。

接下来,结合设计模型模拟施工队的进场以及每天施工人员和设备的流动,得出最佳施工安排。在不影响在校师生正常教学活动的前提下,高效完成体育馆的建设项目。

在建设过程中,定期使用无人机实景三维建模技术对体育馆以及周边用地进行建模测绘,更新实景三维模型,结合信息平台实时管控体育馆建设的进度和人员的流动,为该校区体育馆的建设提供后备方案和改进建议。

体育馆建设完成后,再次使用无人机对该校区进行图像采集,测绘实景三维模型。与建设初期的合成模型进行重叠对比,总结差异,为下一次的建设提供经验教训。

在整个建设过程中,无人机实景三维建模技术和信息平台的结合运用,有效地提高了土地利用率,促进了建设过程高效高质完成,减少闲置。



图6 体育馆及周边平面图

4 结语

通过研究无人机实景三维建模技术在某高校园区的智能测绘和规划上的应用,深入分析智能算法和图像处理的计算机辅助技术,从而达到了在该区域进行实景建模数字化快速成模的效果。从测绘建模到设计规划再到后期运维,无人机实景三维建模技术提供了一个强有力的高效操作平台,减少不必要的施工步骤和避免不合理的校园规划,使校园布局规划高效高质完成,建立起一个整体的智慧

校园系统。整个测绘的过程和规划的结果在房地产勘察和用地规划领域有较强的应用价值。

相信在未来信息技术越发完善的条件之下,该技术可以在我国城市用地建设上广泛应用。

参考文献

[1] 王琳,吴正鹏,姜兴钰,等. 无人机倾斜摄影技术在三维城市建模中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2015, 38(12): 30-32.

[2] Ferworn, A., Tran, J., Ufkes, A., D'Souza, A. . Initial experiments on 3D modeling of complex disaster environments using unmanned aerial vehicles[P]. Safety, Security, and Rescue Robotics(SSRR), 2011 IEEE International Symposium on, 2011.

[3] 冯笑妍. 面向城市基础数据更新的无人机倾斜摄影三维建模技术探讨[J]. 科技创新导报, 2017, 14(23): 23-24.

[4] 党晨光,刘军强,刘腾飞,等. 基于无人机实景三维建模技术的智慧校园构建[J]. 智能建筑与智慧城市, 2018(5): 107-110.

[5] 冯启翔. 基于无人机倾斜摄影技术的三维实景建模技术研究[J]. 地理空间信息, 2018, 16(8): 34-37 +7.

[6] 王平论,杨化超,赵朝贺,等. 基于低空摄影数据的三维校园场景构建[J]. 测绘与空间地理信息, 2014,(2):

66-69.

[7] 梁静,李永利,戴晓琴,等. 基于无人机倾斜影像的数字校园三维重建[J]. 测绘与空间地理信息, 2018, 41(8): 139-141 +145.

[8] John A. Tsanakas, Long D. Ha, F. Al Shakarchi. Advanced inspection of photovoltaic installations by aerial triangulation and terrestrial georeferencing of thermal/visual imagery[J]. Renewable Energy, 2017, 102.

[9] Francisco Agüera-Vega, Fernando Carvajal-Ramírez, Patriocio Martínez-Carricondo. Assessment of photogrammetric mapping accuracy based on variation ground control points number using unmanned aerial vehicle[J]. Measurement, 2017, 98.

[10] Jangwon Suh, Yosoon Choi. Mapping hazardous mining-induced sinkhole subsidence using unmanned aerial vehicle (drone) photogrammetry [J]. Environmental Earth Sciences, 2017, 76(4): 1-12.

[11] 彭继东. 国内外智慧城市建设模式研究[D]. 长春: 吉林大学, 2012.

[12] 曹炯,汪从敏,何玉涛,等. 基于无人机的电网实景建模研究[J]. 测绘工程, 2017, 26(9): 68-72.

[13] 吕慧娟. 无人机倾斜摄影三维建模和应用[J]. 山西建筑, 2018, 44(16): 180-181.

Research and Application of Intelligent Mapping and Planning
Based on UAV Real-World 3D Modeling Technology

Wu Jinbo, Wang Xin, Zhong Wei

(Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China)

Abstract: With the rapid development of China’s urban construction in current stage, the traditional manual surveying and mapping mode has been unable to satisfy the demands of rapidly growing of urban construction land surveying and planning. With the development of modern information technology, AEC industries also have raised the requirements of intelligent mapping and planning. Based on Tilt Photography technology, UAV Real-World 3D modeling can quickly generate Real-World 3D model for conducting intelligent planning of urban construction land to enhance the utilization rate of urban land, and also to promote the construction and development of smart city. In this paper, UAV Real-World 3D modeling technology has been used to conduct intelligent mapping and planning for a University’s Park, to build Real-World 3D model, and to provide intelligent land use scheme. The research results have high values to be applied in the disciplines such as real-estate survey and land use planning.

Key Words: Intelligence Mapping and Planning; UAV Real-World 3D Modeling; Tilt Photography