

空地一体化倾斜摄影 与实景三维融合关键技术探讨

廖明伟^{1,3} 廖 明^{1,2,3} 万 敏^{1,3}

(1.江西省基础地理信息中心 江西南昌 330209 2.武汉大学遥感信息工程学院 湖北武汉 430079;
3.国家测绘地理信息局流域生态与地理环境监测重点实验室 江西南昌 330209)

摘 要: 探讨倾斜摄影测量大场景三维和车载移动测量实景三维数据融合关键技术,将两者优势互补,既满足宏观层面的浏览,同时又能在一定程度上提高微观层面上定位、量测及其应用服务,在云计算平台支持下形成在线发布的空地一体化三维服务平台,为智慧城市综合地理信息服务提供数据和平台支持。

关键词: 倾斜摄影,实景三维,云 GIS 平台

1 引言

1.1 背景

随着传感技术和测绘装备的不断发展,数据的获取手段、成果的表现形式正朝着多元化、专业化发展。目前,传统的二维矢量地图已无法准确表达真实环境中复杂的地形地貌特征,过于抽象的表现形式难以帮助管理者和使用者获取直观的信息。因此,如何获取清晰、直观、精确度高的信息,如何帮助管理者将多个平台的信息进行有效的集成、融合,并能够准确、有效的应用到相对应的行业领域,既对数据生产提供商提高了难度,同时也对城市的建设者和决策者提出了更高的要求。

倾斜摄影三维模型、全景影像、激光点云是近几年测绘领域的热门词,这些数据产品在测绘、交通、规划、城市管理等领域的应用范围正在逐步扩大。倾斜摄影技术为高效、客观、大区域表达现实三维世界提供了全新解决方案。它通过在同一飞行平台上搭载多个传感器,从一个垂直、多个倾斜角度同时采集影像,真实反映地表客观情况,并通过同平台搭载的先进 POS 系统,赋予三维模型精准的地理信息^[1]。因此,利用倾斜摄影技术构建的三维模型,不但具有地面全要素重建特征,同时借助于对航片信息与 POS 信息的空三解算,还能保证更精准的模型位置关系,开创了三维地理信息新时代^[2]。

与普通而枯燥的二维数据相比,移动测量系统所获取的高清全景影像和激光点云提供了非常直观的图形显示效果,真正以人眼角度来探究地理环境^[3]。

另一方面,全景影像以及激光点云很好的弥补了倾

斜摄影三维模型在地面浏览上的不足和缺陷。本文通过将倾斜摄影测量和车载移动测量数据进行三维融合,将两者优势互补,既满足宏观层面的浏览,同时又能在一定程度上提高微观层面上定位、量测及其应用服务。

1.2 发展研究现状

目前,采用倾斜摄影和全景影像来表现数字城市的基础框架主要有诺基亚公司的 Here Maps(前段时间被宝马、奔驰和戴姆勒三大汽车厂商组成的收购集团以 25 亿欧元的价格获得),Google 的 Google Earth 和微软公司的 Virtual Earth 3D。主要技术掌握在国际大公司手中,国内研究探索才刚刚起步。究其原因,一方面从数据源方面看,需要倾斜摄影数据和城市全景影像数据。这两种方式数据的获取需要倾斜摄影相机和移动测量系统,而这两种设备都比较昂贵,普通公司和科研机构承受不起。另一方面,获取一个城市的倾斜影像和城市全景影像,其数据量惊人,一般的地理信息系统平台很难运转支持,需要对影像数据的存储、管理和发布进行有效优化。

通过倾斜摄影获取宏观范围的三维模型,同时利用全景影像可以获取近地面街道级别的影像,两者相结合可以从宏观和微观两个层面来获取一个城市的地理信息数据,为城市的管理者提供决策上的依据。倾斜摄影与全景影像三维融合技术是一个近几年值得研究的课题。

2 技术架构

基于云计算的空地一体化倾斜摄影与街景融合关键技术研究的总体技术路线主要包括倾斜摄影与

街景数据无缝集成、点云与全景高精度匹配、基于云平台的空地一体化服务、空地一体化全景城区三维实景服务四个主要部分。如图 1 所示：



图1 总体技术架构

由于文章篇幅限制，本文只对总体技术路线的前三个主要部分进行阐述。

3 关键技术

3.1 倾斜摄影与全景影像无缝集成

倾斜摄影与全景影像的数据采集、数据处理均有两套完全不同的软硬件设备进行，两者间的时空基准,参考系统存在一定的差异,参考系的选择与参考点位置的确定都将对两者的无缝集成造成或多或少的影 响，如何进行换算以及纠偏将是决定是否能够无缝集成的重点。因此需要制定统一的标准,确定空间参考坐标系与参考点，通过精确的计算进行集成。

而且倾斜摄影的数据是三维模型，而街景数据为二维图像,实现三维与二维之间的自然过渡,也将是难点之一。为实现三维与二维之间的自然过渡,需要在倾斜摄影与全景影像配准的基础上，对模型与图片进行交替展示,实现过渡效果。

为此涉及倾斜摄影与全景影像的集成流程、时空统一基准、数据校准与参考系变换,在数据层上将两者参照统一的坐标系统，通过相同的控制点实现倾斜影像的拼接,全景影像轨迹解算与拓扑连接,将两者统一参考基准,实现地理位置联动,在地面街道层次上与倾斜摄影图像的街道 TIN 网实现无缝集成，最终实现倾斜摄影三维模型数据与全景影像数据的无缝集成,使用户能体验到空地一体、无缝衔接的良好体验。

3.2 点云与全景影像高精度匹配

三维激光扫描仪作为获取三维空间数据的重要手段,能快速、准确、大量地获得物体的空间几何信息，而高分辨率数码相机能得到高质量的二维纹理数据,两者对目标的描述具有互补性。两者的信息进行结合，将为虚拟三维环境的构建提供了良好的数据支撑。

问题在于移动测量系统中三维激光扫描仪和全景相机在运动中的位置关系不恒定、采集时间不能精确同步导致了两者数据不能直接匹配，同时激光点云数据和全景影像数据在数据表现形式和属性上均有很大差异，因此传统的遥感影像配准方法不能适用于这两类数据的配准。

解决两者的高精度匹配，首先必须获取三维激光扫描仪、全景相机和 POS 系统{又称为 IMU/DGPS 系统},由动态差分 GPS(DGPS)、惯性测量装置(IMU)、主控计算机系统(PCS)以及相应的后处理软件四部分组成，可以在传感器成像过程中实时测量其位置和姿态之间的姿态关系,获取某一数据的精确数据，然后通过常见的数据匹配方法确定激光点云与全景影像的匹配参数。利用 POS 系统与三维激光扫描仪的标定获取高精度点云信息,借助 GPS/IMU 和全景相机间的姿态关系获取全景影像中心姿态参数,通过车载 POS 系统获取全景影像投影中心的位置值，采用共线条件方程描述全景投影中心、全景影像像元和同名激光点，利用方程解算拟合来两者的匹配参数。最终得到激光点云中各点坐标与全景影像上像素的对应关系，即点云坐标系与全景影像像素坐标系之间的映射关系。

3.3 基于云平台的一体化数据发布

倾斜摄影与实景三维数据具有如下特点：一是数据类型多样,既有结构化的表格数据,又有非结构化的文件类型数据;二是数据量巨大,三维空间基础地理数据在内的各类数据总量将达到 PB 级,这个数据量将随着时间推移而不断的扩大；三是数据并发访问量大,该系统不仅仅包括各级业务部门,还包括为互联网用户提供服务。这些特点就决定了该系统的数据库系统应该具有容量大、稳定性强、效率高的特点，并能够适应结构化和非结构化数据的混合存储及互联互通。这些要求已经不是传统的关系型数据库能够满足，需要采用关系型数据库和云平台系统混合使用的解决方案。关系型数据库主要解决结构化表数据存储的需要，而云平台系统是对关系型数据库的补充。

云平台系统一方面对关系型数 （下转第 21 页）

容及要求如下:

系统运行无死机现象;

系统能对数据库中数据层进行组合查询,且数据结构正确;

系统能对数据进行汇总统计并输出标准表格;

系统能按要求输出标准分幅图件、统计表格等。

3.4.7 成果输出

通过数据库管理系统,生成数据库成果部分规定的数据库成果。具体成果主要包括:数据成果、图件成果、相关文字成果和表格成果。

4 结束语

本文就开展农村承包地确权登记颁证工作进行了背景介绍,重点阐述了农村承包地确权登记数据库建设技术方法,逐一讲解了数据库建设过程中的各个技术细节,该套建库方法成功运用在永安市农村承包地确权登记颁证项目数据库建设工作上。农村承包地确权登记数据库是将承包地块空间信息和权属信息有机整合成的信息化成果,在整个农村承

包地确权工作中具有承上启下的作用,是农村承包地确权管理信息系统的基础数据。数据库的建设及管理信息系统的应用对规范农村土地承包管理信息化建设,满足农村承包地经营权登记和土地承包管理日常业务具有重要作用。

参考文献:

- [1] 王利明.农村土地承包经营权的若干问题探讨[J].中国人民大学学报,2001(06).
- [2] 杨明杏,董慧丽,夏志强.对农村土地承包经营权确权颁证的思考[J].政策,2013(10).
- [3] 李秀川.山西省农村土地承包经营权确权技术模式与推进措施研究[J].山西农经,2012(03).
- [4] 张玉荣.农村土地承包经营权确权存在的问题及解决办法[J].吉林农业,2014(02).
- [5] 《农村土地承包经营权调查规程》.NY/T 2537-2014.
- [6] 《农村土地承包经营权要素编码规则》.NY/T 2538-2014.
- [7] 《农村土地承包经营权确权登记数据库规范》.NY/T 2539-2014.

(上接第 3 页)

据库中的数据进行同步缓存,以其特有的高性能解决数据访问的瓶颈,另外云平台能够直接解决非结构化海量数据的存储和高效访问。通过对云平台的海量空间数据存储、分布存储、并发访问、服务接口等关键技术以及基于知识规则和工作流的数据同步更新技术的突破^[4],设计并开发相应的存储、发布、数据服务等功能,使海量空地一体化三维空间数据从 TB 级数据存储容量扩充到 PB 及以上海量数据存储、海量互联网并发访问级别,将最新的云计算、物联网、互联网技术运用到对多源数据存储、管理、发布、数据共享与交换和服务中,将传统共享平台中的“数据、服务、应用”升级为一体化的“数据云、服务云、应用云”。

4 结束语

地理信息是城市信息化的重要基础设施,随着城市信息化进程的不断推进,各类信息化系统对地理信息资源的丰富性、完整性与创新性要求也在不断提升。三维地理信息以其高仿真、高精度的特点,成为数字城市、智慧城市建设的重要基础信息资源。航空倾斜摄影大场景三维具有全局视野展示效果

好,渐进性传输方便,整体更新快速、真实感强等特点,但在建筑物临街近地面部分容易被遮挡、分辨率较低。地面车载移动测量获取的实景三维地图则具有高清晰度、可量测的街景展示效果;两者正好互为补充、相得益彰。通过两种不同数据载体环境下的定位、量测、增强显示等服务实现技术,建设空地一体化三维地理信息服务平台,构建三维地理信息资源应用服务体系,将为智慧城市建设提供必要的地理空间框架支持。

参考文献:

- [1] Gordon Petrie.Systematic Oblique Aerial Photography Using Multiple Digital Frame Cameras[J].PE&RS.February 2009: 102-107.
- [2] 王庆栋.新型倾斜航空摄影技术在城市建模中的应用研究[D].兰州:兰州交通大学,2013.
- [3] 周勇,刘思.空地一体化的移动测量系统在实景三维警用地理信息系统建设中的应用[J].警察技术,2013(1):35-38
- [4] 李明巨,刘旻军,陶旻,等.省级地理信息云服务平台构建与应用[J].现代测绘,2015(3):27-29.