

# 车载激光扫描系统及其在城市测量中的应用

李 媛<sup>1</sup>, 李为鹏<sup>2</sup>, 张晓峰<sup>3</sup>, 刘 鑫<sup>1</sup>

(1. 山东科技大学 测绘科学与工程学院, 山东 青岛 266510; 2. 日照市城乡建设勘察测绘院有限公司, 山东 日照 276826;  
3. 青岛金日勘察测绘有限公司, 山东 青岛 266109)

摘 要: 激光扫描仪在测量中的广泛应用使得车载扫描系统的研究成为热点, 本文首先介绍了车载激光扫描技术的原理和特点, 然后详述了其在城市测量中的应用, 最后指出当前应用中存在的问题及需要解决的关键技术。

关键词: 车载激光扫描系统; 3 维信息; 数据采集

中图分类号: P228.5 文献标识码: B 文章编号: 1672-5867(2012)02-0022-03

## Vehicle - borne Laser Scanner System and Its Application in the City Measurement

LI Yuan<sup>1</sup>, LI Wei - peng<sup>2</sup>, ZHANG Xiao - feng<sup>3</sup>, LIU Xin<sup>1</sup>

(1. College of Geomatics, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, China;  
2. Rizhao Urban and Rural Construction Exploration and Survey Institute Co., Ltd., Rizhao 276826, China;  
3. Qingdao Jinri Exploration and Survey Co., Ltd., Qingdao 266109, China)

**Abstract:** The wide use of the vehicle - borne laser scanner system in the measurement makes the study hotspot. The paper firstly introduces the principles and characteristics of the vehicle - borne laser scanning technology, elaborates its application in the city measurement, and finally points out the problems and the key technology to solve.

**Key words:** vehicle - borne laser scanner system; 3D - information; data collection

### 0 引 言

随着激光技术的发展, 激光扫描仪以极高的测量效率和测量精度在测量中得以广泛应用, 这就为 3 维空间信息的获取提供了一种全新的技术手段。由于实际场景的多样性和复杂性, 各种采集目标地物的激光扫描测量系统相继问世。根据传感器搭载平台的不同可分为星载/机载/地面激光扫描测量系统。由于采用星载或者机载传感器来采集地面目标物体的 3 维数据一方面造价相对较高且仅能够采集到城市等建筑物密集区域目标物体的顶面信息, 对于近景 3 维目标的信息采集受到限制, 因此车载激光扫描系统的研究成为热点。

### 1 车载激光扫描系统原理及特点

车载激光扫描系统是在机动车上装配 GPS(全球定位系统)、CCD(视频系统)、INS(惯性导航系统)或航位推算系统等先进的传感器和设备, 在车辆的高速行进之中,

快速采集道路及道路两旁地物的空间位置数据和属性数据及实景图片。

#### 1.1 车载激光扫描系统工作原理

##### 1.1.1 激光扫描仪

由于大部分的 3 维激光扫描仪都是固定式的定点扫描, 无法装载到该平台上在动态的过程中采集地物 3 维数据, 所以该系统应用的一般是 2 维扫描仪, 与汽车行驶方向构成 3 维扫描系统, 实时动态地采集 3 维信息。2 维激光扫描仪是车载激光 3 维数据采集系统中的核心模块, 系统能实现的测量距离和测量的相对精度主要取决于它。

##### 1.1.2 GPS

主要是提供载体的高精度位置和速度, 但是在高楼林立的城市环境中, GPS 信号容易受建筑物、树木的遮挡, 影响测量精度, 需要辅之以导航系统, 常用的是惯性导航系统(INS)。INS 不需任何外来信息, 也不向外辐射任何信息, 可在任何介质、任何环境下实现, 系统频带宽, 可跟

收稿日期: 2011-03-11

基金项目: 地理空间信息工程国家测绘局重点实验室经费项目(201010)资助

作者简介: 李 媛(1985-)女, 山东德州人, 大地测量学与测量工程专业硕士研究生, 主要研究方向为车载激光扫描系统的数据处理。

踪任何机动运动,能输出位置、速度、方位和姿态等多种导航参数,输出数据平稳,短期稳定性好,但导航精度随时间发散,即长期稳定性差。而GPS导航精度高不随时间发散,即长期稳定性好,但频带窄,高机动运动时,接收机码环和载波环极易失锁而丢失信号,完全丧失导航能力,且受制于人,易受人为干扰和电子欺骗。惯性导航和GPS在性能上正好互补组合使用可取长补短,充分发挥其各自的长处<sup>[3]</sup>。

### 1.1.3 CCD相机

用以提取被摄物体的纹理。目前常见的车载3维数据采集系统中,使用的都是面阵相机进行纹理信息采集。

数据处理包括数据预处理、数据滤波、数据分类和建筑物特征提取。

#### 1) 数据预处理

目的就是将车载激光扫描系统采集的GPS数据、3维激光扫描仪数据等联合解算得到数据后处理所用的点云数据。

#### 2) 数据滤波

主要是去除测量噪声和提取地面点,得到后续处理所需要的原始数据。

#### 3) 数据分类

以自动化和人工交互相结合的形式实现,目的是将滤波后的激光扫描数据区分为地面点和其他不同种类的地物点。

#### 4) 建筑物特征提取

从分类后的数据中提取建筑物数据,从中提取建筑物特征。

## 1.2 车载激光扫描系统的特点

车载激光扫描系统研制的目的首先是城市环境的快速3维建模,在建模的基础上再对建好的立体模型进行量测。与其他测量手段相比具有以下特点。

1) 该系统借助于搭载在运动载体上的传感器并辅之以导航定位系统进行载体的绝对位置获取通过建立相对位置传感器和绝对位置传感器统一的时间基准和空间基准完成数据的融合,既满足建模的高效、精细,又满足测量的高精度。

2) 数据信息丰富。获取的点云数据包含物体表面精细的数据信息,每个点均带有3维坐标信息和回光强度值,真实地展现了物体的原貌,可以有效解决形状复杂物体的建模问题。

3) 在城市人口、建筑密集区,无地面控制点的情况下,可以实时、动态、快速地采集目标地物的3维信息。

4) 与机载系统相比,获取数据为3维空间物体立面的几何信息,距离物体较近,数据精度也相对提高,节约了成本。

## 2 在城市空间信息采集中的应用

随着资讯时代的到来,人们对于快速获取全面、准

确、实时的地理信息的要求越来越高,城市建设和管理的难题日益尖锐。在城市信息管理中,为满足不同需求,城市管理数据的采集要求也大不相同,这就增加了信息采集的难度。

目前,我国导航电子地图的主要方式为,在原有地形图、航片或卫片的基础上,通过大量的人工调绘来采集所需信息(如交通标志、立交桥、交叉口、建筑物等),将这些数据信息叠加到底图之上,再按照一定的格式加工成电子地图<sup>[2]</sup>。这种方式效率低且局限性大,难以满足电子地图的更新速率。而车载激光扫描系统的出现恰恰为城市建设开辟了新道路。它可以在车辆高速行进之中借助于车载平台上的测量传感器快速采集道路及道路两旁地物的空间位置数据和属性数据及实景图片。如Google公司就是通过带有摄像器材的测量车采集街景供用户浏览,不断更新其数据库。

在城市市政管理中的各项设施,如公用设施类、道路交通类、市容环境类、园林绿化类、房屋土地类等设施的信息采集均可利用车载激光扫描系统来获得。这大大解决了传统的依靠人力采集数据的费时费力和后期数据整理与管理的不全面,数据更新慢的缺点。实现了城市数据采集的连续性、完整性,并且有准确的位置信息,结合后期处理软件,可直接生成各类地图,对以后的查询和分析工作有很大帮助。

另外,随着激光雷达技术的不断发展,车载扫描系统还在道路状况、道路设施、电力设施、海事、军事、勘测等各个方面都有着广泛的应用。

## 3 车载激光扫描技术在城市测量中的问题及对策

车载激光扫描技术在实际应用中还存在以下问题需要研究解决。

1) 从车载激光扫描系统的定位原理可以看出,系统的精度受GPS定位精度的影响较大,而系统在城市中采集数据时,常常会受到建筑物和树木对GPS信号的遮挡,影响了测量精度。目前尚无有效的手段避免或解决信号遮挡问题,只能通过其他手段进行辅助定位,通常在系统中安装惯性导航装置(IMU)。IMU具有自主导航能力,采样频率高,不需要任何外界电磁信号就可以独立给出载体的姿态、速度和位置信息,抗干扰能力强。GPS与IMU组合充分发挥了各自优点,能有效解决车载系统在城市测量时信号不稳定的问题。

2) 由于激光扫描仪的采样点密集,所以造成了海量数据占用大量的空间,且调用速度慢,大大降低了系统的处理速度<sup>[1]</sup>(可以考虑用多处理器并行的执行算法,这也要求将算法实现的并行化来利用并行运算机的优势)。

3) 点云数据的处理算法还不是很成熟,目前尚没有针对车载激光点云3维重建的统一、成熟的有效工具和方法,如何快速提取所需信息需要更深入地研究。

4) 由于目前还没有识别分类车载激光扫描数据的有效

工具和方法,在城市测量中,建筑物的特征提取方法还需完善。

### 4 结束语

车载激光扫描系统作为一种新兴的 3 维空间信息数据采集手段,能够快速、实时、精确地完成道路及道路两旁地物的空间位置数据和属性数据的采集和处理,有效弥补了传统测绘方式的不足,最大程度地实现空间数据的快速采集和更新,节约了成本,能充分满足当今地理信息系统的需要。随着 3 维激光扫描技术的不断完善及商业化的成熟,车载激光扫描技术的应用领域和范围也会不断扩大,必将成为城市信息化采集的重要手段,具有重要的研究和社会价值。

### 参考文献:

[1] 王贵宾. 车载激光三维信息采集与数据处理[D]. 北京: 首都师范大学硕士学位论文, 2007.

[2] 李德仁. 移动测量技术及应用[J]. 地理空间信息, 2006, 4(4): 1-5.

[3] 陈允芳, 叶泽田, 谢彩香, 等. IMU/DGPS 辅助车载 CCD 及激光扫描仪三维数据采集与建模[J]. 测绘科学, 2006, 31(5): 91-92.

[4] 卢秀山, 李清泉, 冯文灏, 等. 车载式城市信息采集与三维建模系统[J]. 武汉大学学报(工学版) 2003, 36(3): 76-80.

[5] 吴芬芳, 李清泉, 熊卿. 基于车载激光扫描数据的目标分类方法[J]. 测绘科学, 2007, 32(4): 75-77.

[6] 潘存玲, 马飞虎, 胡庆武, 等. 基于移动道路测量技术的城市管理部件数据采集[J]. 测绘信息与工程, 2008, 33(6): 6-7.

[7] 黄铎. 三维城市模型的数据内容[D]. 武汉: 武汉大学博士学位论文, 2004.

[编辑:胡 雪]

(上接第 21 页)

GPS 处理软件计算出像控点的坐标(见表 1),得到埃默里冰架区域的海冰分布图和提取埃默里的冰缘线(如图 7、图 8 所示),进一步将与“极区海冰形态动态变化监测技术”中提取的海冰类型、形态、面积和密集度等信息并建立的典型海冰样本库,进行比对与检验,实现星机同步检验。

表 1 像控点解算结果

Tab. 1 Resolution result of image control point

ID	N	E	H/m
GPS 1	-68°42'01"	73°19'59"	50.8
GPS 2	-68°45'59"	73°27'53"	49.5
GPS 3	-68°50'08"	73°37'44"	51.1

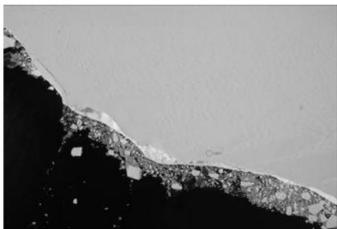


图 7 获取的冰架边缘线及布设的 GPS 控制点

Fig. 7 Acquired GPS control point laid on ice shelf edge

### 5 结束语

针对极地环境遥感地面的验证需求,遵循遥感真实

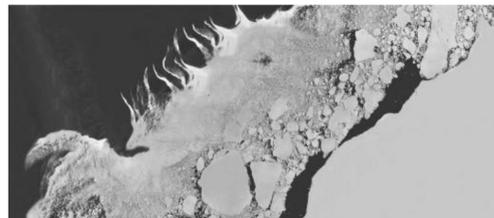


图 8 验证区域航空摄影影像成果图

Fig. 8 Aerial photograph result image of verified region

性检验的方法和标准,提出了一种新的系统性极区遥感现场验证方法,具有广泛的推广意义,为遥感产品真实性检验提供定量评估基础和支撑。

### 参考文献:

[1] 李建虎,张胜凯,鄂栋臣,等. 南极中山站数据处理中 IGS 框架站的选择[J]. 大地测量与地球动力学, 2010, 30(1): 61-64.

[2] 唐承佳,李院生,陈振楼,等. 南极冰架研究现状与埃默里冰架研究展望[J]. 极地研究, 2008, 20(3): 265-274.

[3] 王清华,宁津生,任贾文,等. 东南极 Amery 冰架与陆地冰分界线的重新划定及验证[J]. 武汉大学学报(信息科学版) 2002, 27(6): 591-597.

[4] 王亚凤,温家洪,刘吉英. 南极冰盖与冰川的快速变化[J]. 极地研究, 2006, 18(1): 63-74.

[编辑:胡 雪]