

基于 3S 集成技术的 LD 2000 系列移动 道路测量系统及其应用

李德仁¹, 郭 晟², 胡庆武³

1. 武汉大学 测绘遥感信息工程国家重点实验室, 湖北 武汉 430079; 2. 武汉立得空间信息技术发展有限公司, 湖北 武汉 430070; 3. 武汉大学 遥感信息工程学院, 湖北 武汉 430079)

3S(RS, GPS, GIS) Integration Technology Based LD 2000 Series Mobile Mapping System and Its Applications

LI De-ren¹, GUO Sheng², HU Qing-wu³

1. State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping, and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430079, China; 2. Wuhan Ledor Co., Ltd, Wuhan 430079, China; 3. School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, Wuhan 430079, China

Abstract: The principle and technique contents of LD2000 series mobile mapping system based on RS, GPS and GIS are described. The innovations of the system are summarized. The applicability of digital measurable image (DMI) as well as its integration with existing 4D products (DEM/DOM/DLG/DRG) is described. The applications of DMI from LD2000 series mobile mapping system is briefly discussed

Key words: 3S Integration; Mobile Mapping System; Digital Measurable Images

摘 要: 介绍基于 3S 集成技术的 LD 2000 系列移动道路测量系统技术原理、主要科技内容,总结了技术创新点,对移动道路测量获取的可量测实景影像与 4D 产品集成及应用进行了总结和展望。

关键词: 3S 集成; 移动道路测量; 可量测实景影像

当前,空间信息服务平台主要依赖于传统 4D 产品。随着社会信息化进程的加速,空间信息的完整性、准确性和现势性对空间信息服务效用起着至关重要的作用。就空间信息服务要求的发展趋势来看,它正朝着“大信息量”(所关注的对象越来越多,信息量越来越大)、“高精度”(从 10 m 级向 1 m 级演进)、“可视化”(除了空间数据和矢量数据外,还需要包含可量测的真 3 维实景影像,从而使得对象的表达更为全面和直观)和“可挖掘”方向发展。大量用户需要的与行业应用和个人生活相关的信息,如电力部门的电力设施、市政设施的市政设施、公安部门重点布防设施(消防栓、门牌号码)、交通部门的交通信息、个人位置要求的快餐厅等细小的信息,无法涵盖在传统的 4D 产品中,即使是 4D 产品中包含了这些信息,信息的完整性和准确性,信息的现实性,都存在着问题。当汽车导航、LBS 个人移动位置服务、数字

城市和数字地球等快步向我们走来,如何快速、全面地采集人们需要的地理信息,如何对地理信息进行及时更新,成为测绘社会化服务的首要问题^[1~4]。

1 LD 2000 移动道路测量系统原理及其创新

1.1 原理与技术体系

基于 3S 集成技术的 LD 2000 系列移动道路测量系统是国家自然科学基金重点项目《3S 集成的理论与关键技术》研究成果产业化的具有自主知识产权的高新科技产品,获得 2007 年国家科技进步二等奖。它是在机动车上装配 GPS(全球定位系统)、CCD(成像系统)、INS/DR(惯性导航系统或航位推算系统)等传感器和设备,在车辆高速行驶之中,快速采集道路及两旁地物的可量测立体影像序列(Digital Measurable Image,简称 DMI),这些 DMI 均具有摄影测量解析所需要的

收稿日期: 2008-04-02; 修回日期: 2008-07-10

作者简介: 李德仁(1939-),男,江苏丹徒人,中国科学院,工程院院士,博士生导师,主要研究方向为摄影测量与遥感。

外方位位置元素和姿态元素,配合精准的時刻参数,在严密的摄影测量检校参数支撑下,实现任意空间、时间序列上的 DMI 构成立体像对,实现多层次的测量和数据库无缝融合和任意任时的按需测量^[5,6]。此外,移动道路测量系统在作业流程上形成了摄影测量的闭环自动控制,高精度的空间坐标数据与包含丰富属性信息的立体影像同时获得,外业与内业紧密衔接,避免了人工方式下人为误差。而且获取的多方向可量测实景立体影像本身就是数字化产品,大大缩短了从数据采集到产品提供的周期,通过组件化的 DMI 摄影测量服务(TrueMap Engine),移动道路测量系统获取的 DMI 可方便地集成到现有数据库、各种 GIS 系统、网络应用系统和企业资源管理系统(ERP)中,为行业应用提供一个富信息、可视化、完全开放、易于集成的地理数据平台,允许针对不同用户的实际需求定制数据解决方案。通过符合人眼视觉习惯的实景作为主体构图界面,直接显示,编辑空、天、地影像数据、图形数据以及报表数据,从而使用户与各种数据资源友好交互,充分挖掘所需要的知识。基于 LD 2000 移动道路测量系统地理数据服务技术体系如图 1 所示:

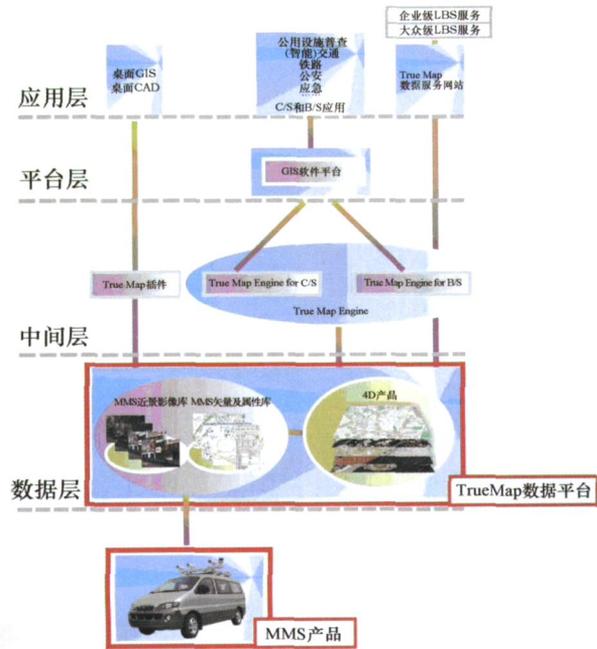


图 1 移动测量 DMI 服务技术体系

Fig. 1 DMI service technique architecture of mobile mapping technique

1.2 技术内容与创新

基于 3S 集成技术的 LD 2000 系列移动道路测量系统研究了基于 GPS,RS,GIS 集成处理的关键技术,包括多传感器高精度同步集成和协同检校技术、移动近景立体影像直接地理参考和无控制解析处理技术,解决了 DGPS/DR/IMU/MM 集成定位定姿硬件开发和集成处理算法的问题,实现了车载复杂环境下 DMI 直接地理参考,打破了国外该项技术的封锁,研制出低成本、与国外同类技术水平、具有自主知识产权的移动道路测量产品,设计了批量移动道路测量系统生产体系、技术标准和数据生产技术规范,为本系统的大规模应用奠定了基础。其主要创新如下:

1. 提出了基于 3S(GPS,RS,GIS)集成的理论和方法,发明了具备完全自主知识产权、亚洲唯一、世界三大品牌之一的移动测量系统,总体性能国际领先,先后通过国家测绘局、交通部和铁道部的鉴定。

2. 国际上第一次提出“按需测量”的理论,通过移动道路测量系统获取的地面可量测数字立体影像(DMI)与传统 4D(DEM,DOM,DLG,DRG)数据产品集成,形成可量测实景影像服务体系,实现任何用户在网上根据其关注的要素、对象的按需测量。

3. 提出了 DMI 与 4D 产品集成的技术体系,将可量测实景影像与传统的 4D 产品可以进行一体化无缝集成、融合、管理和共享,形成更为全面的、现时性强的、可视化并聚焦服务的 5D 国家基础地理信息数据库。

4. 研制了可视、可量、可挖掘的实景影像数据网络服务平台,通过互联网和无线网络提供影像城市服务,满足各行业及公众对地理信息服务的需求。

2 移动道路测量的应用

LD 2000 移动道路测量系统在国防、交通、铁路、公安、市政城管和数字城市建设等领域得到广泛的应用,并出口到韩国、意大利、伊朗、阿联酋等国际市场。移动道路测量系统的主要应用在以下领域:

2.1 基础测绘

2005 年 6 月,黑龙江测绘局采用 LD 2000 型移动道路测量系统完成了“基于移动道路测

量系统的数字道路采集生产试验项目”任务,通过比较采用传统城市测量方法和移动道路测量对相同地物测量结果,LD2000-RM型移动道路测量系统绝对测量精度为 0.85 m,相对测量精度为 0.04 m。MMS 的成果平面精度可以满足重点城市 1:2 000 的要求,同时,使用移动道路测量系统基本上完全可以满足重点城市数据库建设项目中有关道路及相关设施的采集与调绘工作。同时,使用移动道路测量系统可以增加更丰富的属性信息、以及图像和视频信息,可为重点城市数据库增加沿道路的影像序列数据库,以及重要部门及建筑的影像和视频数据,能更好地增强重点城市数据库的可利用性,如图 2。同时,用户可以在 DMI 上对地物进行任意标注,并将其链接到其他专业数据库(人口数据库、经济数据库、设备数据库、设施数据库等)中,实现地理信息、专业台帐信息和图片信息的有机结合,更好地发挥空间信息服务使用功效,可用于大范围空间分析、通视分析、信号覆盖分析以及多角度、全方位的 3 维立体浏览,如数字战场、应急指挥、抢险救援等。



图 2 DMI 与 DOM + DEM + DLG 的集成

Fig. 2 DMI/DOM/DEM/DLG integration

2.2 公路应用

公路 GIS 中数据是带状的,这一点正好符合 MMS 数据采集特点。运用 MMS,可以方便地对道路中心线、电线杆、交通标志等海量地物实施快速测量,事后通过专门的数据处理软件进行计算和编辑,直接将地物的位置数据、矢量属性数据以及 3D 图像录入公路 GIS,并可输出成图。在公路 GIS 的基础之上,可使用 3 维制作软件制作公路 3 维仿真系统,和公路多媒体视频和设施实景图片一起(Video GIS),从而实现公路的全可视化管理。

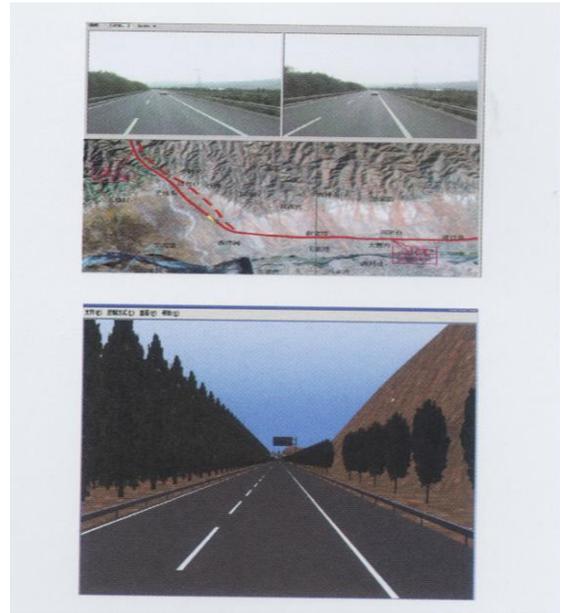


图 3 可视化公路 GIS 数据采集

Fig. 3 Road video-GIS data collection

2.3 铁路应用

2.3.1 高速铁路安全通道检测

将 MMS 装在检测车上,可以实时检测平交道口、桥梁、隧道、信号灯、限界、周遍植被、山坡等影响安全要素的变化情况,及时做出维修指示。如图 4。该技术已应用于武汉铁路局为铁路提速的铁路限界检测检测车上。



图 4 铁路限界检测

Fig. 4 Railway clearance detection

2.3.2 铁路可视化 GIS 建库

将移动道路测量车置于机车平板车之上或在车体上加装可以在轨道上行驶的轮子,这样移动道路测量系统便可如同在公路上一样开展工作,

完成全国铁路可视化地理设施采集、建库与更新。2006 年 4 月,采用 LD 2000-RM 型产品完成青藏铁路从格尔木到拉萨往返铁路线、铁路设施(信号标志、车道灯等)以及相关地物(包括附属建筑、交叉路口、桥梁涵洞等)的快速采集,为青藏铁路 GIS、铁路运营管理、铁路救援等提供数据基础,解决了铁路可视化信息管理的问题。



图 5 青藏铁路 GIS 数据采集与建库

Fig. 5 Railway GIS data collection for Tibet railway

2.4 公安应用

MMS 在作业过程中拍摄的图像均为连续可量算的 3 维图像,尤其对于重点关注的线路、地区和部位,均可将其实景图像拍摄下来存放在数据库中。这样的公安 GIS 系统可容许公安内部各级用户通过连接到服务器的计算机沿着道路,点击任何位置就可以浏览所需要查看目标的实景图像。从而使得公安系统达到“可视化的目标管理”水平。此外,MMS 采集的数据可以实现可视化的警备路线管理,为重点警用路线提供的任意方向的实景影像和视频的浏览,查看,测量等功能,并和实际地图数据相匹配,可以为决策人员提供辅助决策。



图 6 可视化警戒路线

Fig. 6 DMI for police GIS

2.5 城市部件普查

利用 MMS 可以快速、高效、精确的采集满足

数字化城管系统所需的综合市政设施、道路及其附属地物的电子地图数据、连续的街景影像数据和属性数据(铺装材料、分类信息),为道路、市政、环卫等部门的道路管理、新修道路验收,各种市政设施的管理维护,提供了有力的支撑和一种符合人眼视觉习惯的全新展现模式,也为数字化城市管理部件数据采集更新提供了一种快速高效的手段。



图 7 数字化城市管理

Fig. 7 Digital city management

2.6 空间信息服务

建立了基于可量测实景影像的城市空间信息系统,使人们可以通过互联网直接查询到与实地相同的地理实景,而且具有广告宣传、业务推广、经济服务、社会管理等社会和经济价值。城市影像地图的推出,将推进城市信息化发展进程,提升互联网服务社会和百姓的作用,成为政府、企业、学校、家庭、个人数字化服务的大平台。在这样的系统环境下,用户可以从空中遥感进入地面,在高分辨率 3 维实景影像上漫游,去搜索兴趣点(POI),进而可查询图形、属性和实景影像。必要时可按需要在实景立体影像上进行立体测量(绝对精度 1 m 以内、相对精度 5 cm 之内),从而更好地满足各类用户的需求和充实用户的参与感和创造力。



图 8 影像城市空间信息服务

Fig. 8 Image city geo-server

3 结 论

面对海量对地观测数据和各行各业的迫切需求,我们面临着数据又多又少的矛盾局面。由移动道路测量技术获取的可视可量可挖掘的实景影像可以达到细至 cm 空间分辨率,实现聚焦服务的按需测量,可作为第 5D 产品充实到国家地理基础地理信息数据库中。基于可量测实景影像的空间信息服务代表了下一代空间数据服务的新方向,并与空间信息网格服务、空间信息自动化、智能化和实时化解析解译服务和网络通信服务有机结合,实现空间信息大众化,为全社会、全体公民直接服务,从而达到做大信息化测绘的目标^[1]。

参考文献:

- [1] LI De-ren. Digital Measurable Image Based Geo-spatial Information Service[J]. Geomatics and Information Science of Wunan University, 2007, 32(5): 377-380. (李德仁. 基于可量测实景影像的空间信息服务[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2007, 32(5): 377-380.)
- [2] LI De-ren, SHEN Xin. On Intelligent Earth Observation

- Systems [J]. Science of Surveying and Mapping, 2006, 30(4): 9-11. (李德仁, 沈欣. 论智能化对地观测系统[J]. 测绘科学, 2006, 30(4): 9-11.)
- [3] LI De-ren. The Development Trend of Survey and Mapping in the 21st Century [J]. China Surveying and Mapping, 2005(2): 36-37. (李德仁. 21 世纪测绘发展趋势与我们的任务[J]. 中国测绘, 2005(2): 36-37.)
- [4] GONG Jian-ya, ZHU Xin-yan, LI De-ren. From Digital Map to Spatial Information Multi-grid—A Thought of Spatial Information Multi-grid Theory [J]. Geomatics and Information Science of Wunan University, 2003, 28(6): 642-650. (龚健雅, 朱欣焰, 李德仁. 从数字地图到空间信息网格——空间信息多级网格理论思考[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2003, 28(6): 642-650.)
- [5] LI De-ren. Mobile Mapping Technology and Its Applications [J]. Geospatial Information, 2006, 4(4): 1-5. (李德仁. 移动测量技术及其应用[J]. 地理空间信息, 2006, 4(4): 1-5.)
- [6] LI De-ren, Guan Ze-qun. Integration and Realization of Geomatic Information System [M]. Wuhan: Publishing House of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping, 2000. (李德仁, 关泽群. 空间信息系统的集成与实现 [M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 2000.)

(责任编辑:张燕燕)

欢迎购买《测绘学报》创刊 50 周年光盘

为庆祝《测绘学报》创刊 50 周年,中国地图出版社、测绘出版社 2007 年 12 月出版了《测绘学报》创刊 50 周年纪念光盘 (ISBN 978-7-900236-12-8/Z·1),该光盘全文收录了《测绘学报》自 1957 年创刊以来至 2007 年的全部期刊共 138 期。按栏目分为:学术论文、测绘快报、博士论文摘要、学术活动信息等。

光盘具有按“年、期、篇名、关键词(任意词)、作者、机构、全文”进行检索的功能。

光盘运行环境为:WINDOWS XP

定价:260 元

有意购买者请联系 100045 北京复外三里河路 50 号《测绘学报》编辑部 金 英

电话: 010-68531192 email: chxb @ chinajournal. net. cn