

[编者按] 从20世纪80年代到本世纪初,我国已逐步实现了由传统测绘技术体系向数字化测绘体系的转化和跨越,现在正沿着信息化测绘道路迈进。尤其是进入新世纪以来,新科技革命迅猛发展,卫星导航定位技术、遥感技术、地理信息系统技术等高新技术在测绘活动中发挥着越来越显著的作用。卫星导航定位技术的发展使空间定位从静态扩展到动态,定位精度大大提高;航空航天遥感技术的进步提供了快速获取信息的手段,地理信息的现势性不断增强;地理信息系统技术向实用化的方向发展,拓展了地理信息应用的领域;信息技术的快速发展使地理信息产品的技术含量和网络化服务能力不断提高,加速了地理信息产业发展。我国的测绘事业得到了前所未有的发展。

为进一步提高本刊的学术水平,总结测绘各学科发展的基本情况,展示学科进展的阶段性动态趋势,向广大读者提供学科发展动态和科技进展方面的文献资料,自本期开始,本刊将开设“测绘学科发展动态”专栏,特约有关专家、学者和学术技术带头人撰文,系统介绍测绘科技在各个学科方面的最新进展和研究成果,同时抛砖引玉,希望广大作者、读者踊跃为该栏目投稿,共同为促进我国测绘科技进步和测绘学科发展作出贡献。

我国摄影测量与遥感发展探讨

万幼川, 刘良明, 张永军

(武汉大学 遥感信息工程学院, 湖北 武汉 430079)

Development of Photogrammetry and Remote Sensing in China

WAN Yourchuan, LIU Liang-ming, ZHANG Yongjun

摘要:随着摄影测量发展到数字摄影测量阶段及多传感器、多分辨率、多光谱、多时段遥感与其他边缘学科的交叉渗透、相互融合,摄影测量与遥感已逐渐发展成为一门新型的地球空间信息科学。分析近年来我国摄影测量与遥感技术表现出的许多新的特点,分别从数字摄影测量、航空摄影自动定位技术、近景摄影测量、低空摄影测量、机载激光扫描、稀少或无地面控制的卫星影像测图及应用、SAR数据处理、多源空间数据挖掘、遥感图像处理的智能化实用系统等方面予以总结。

关键词:摄影测量;遥感;图像处理;传感器

摄影测量与遥感是从摄影影像和其他非接触传感器系统获取所研究物体,主要是地球及其环境的可靠信息,并对其进行记录、量测、分析与应用表达的科学与技术。随着摄影测量发展到数字摄影测量阶段及多传感器、多分辨率、多光谱、多时段遥感影像与空间科学、电子科学、地球科学、计算机科学以及其他边缘学科的交叉渗透、相互融合,摄影测量与遥感已逐渐发展成为一门新型的地球空间信息科学。由于它的科学性、技术性、应用性、服务性以及所涉及的广泛科学技术领域,其应用已深入到经济建设、社会发展、国家安全和人民生活等各个方面,下面简要阐述几个方面的新进展。

一、数字摄影测量

数字摄影测量是国际测绘科学与技术中的一个重要研究方向,它是对数字(或数字化)影像自动(或半自动)进行像片内定向、相对定向、绝对定向、自动空中三角测量、数字影像匹配、建立数字高程模型、制作数字正射影像、提取地物要素,实现基于软拷贝的全数字化摄影测量的理论、算法、软件的应用。针对新型传感器的产生带来的空间数据采集技术的迅速发展与数据加工、处理手段相对滞后的矛盾,开展了以下研究:

1. 适应新型传感器、大范围、自动化、网络化、

收稿日期:2006-12-30

作者简介:万幼川(1960-),男,浙江淳安人,教授,博士生导师,主要从事摄影测量与遥感的研究与教学工作。

智能化的新一代数字摄影测量数据处理平台的研究。提出了提高影像匹配可靠性的基于多基线立体的摄影测量理论,即由传统的单基线双目摄影测量发展到多基线多目摄影测量,不仅减少了误匹配机会,同时提高了匹配结果的可靠性。

2. 全自动影像匹配作为数字摄影测量自动处理系统的核心研究取得了进展。针对目前生产单位已经初步具备了摄影测量数据生产能力与单人单机作业模式无法满足超大范围(如数十万平方千米)摄影测量数据快速处理需要的矛盾,提出利用自动化、网络化、集群式处理系统来提高数据处理的效率。即利用刀片式计算机网络和数据库加相应的并行处理软件进行并行处理,这打破了传统的摄影测量流程,不以像片、像对为单位,不以作业员个人为单位,而是集生产、质量检测、管理为一体,合理地安排人、机的工作,大大地提高了数字摄影测量的生产效率。目前在大规模数据的自动管理与分发,摄影测量处理的网络化、并行化与智能化,多源影像数据的自动匹配,大规模数据(例如数千幅影像)的自动空中三角测量,高精度 DSM 与真正射影像的自动生成等关键技术方面取得了突破。

二、航空摄影自动定位技术

近 20 年来,随着卫星导航和传感器技术的进步,遥感对地目标定位逐步摆脱了地面控制点的束缚,向少控制点甚至是无控制点的方向发展。“十五”重点研究及突破主要包括:

1. 利用基于载波相位测量的 GPS 动态定位技术测定航空影像获取时刻投影中心的 3 维坐标,以此为基础研究了 GPS 辅助空中三角测量理论和质量控制方法,在加密区四角布设地面控制点的 GPS 辅助光束法区域网平差的精度可满足摄影测量规范的精度要求,大量减少了航空摄影测量所需的地面控制点。研究成果已大规模用于国家基础测绘,产生了显著的社会和经济效益。

2. 开展了利用在飞机上装载 IMU 和 GPS 构成的 POS 系统直接获取航摄像片 6 个外方位元素的多传感器航空遥感集成平台研究,可实现定点航空摄影和无地面控制的高精度对地目标定位。研究成果表明,在 1:5 万及以下比例尺的 4D 产品生产,可直接使用 POS 系统测得的像片外方位元素进行影像定向,基本无需地面控制点和摄影测量加密,从而改变了航空摄影测量的作业模式,并使无图区、困难地区的地形测绘和空间信息数据的实时更新成为可能。

三、近景摄影测量

近景摄影测量的研究应用领域已涉及空间飞行器制造、航空工业、船舶工业、汽车工业、核能工业、化学工业以及医学、生物工程、公安刑侦侦破、交通事故及其他事故现场处理、古建筑建档和恢复、大型工程建设监测等方面。“十五”重点研究及突破主要包括:

1. 利用数字相机与实时数字近景摄影测量技术相结合建立相应的工业零件检测系统。该类系统使用高重叠度序列图像作为影像数据源,利用较多同名特征的冗余观测值成功地进行粗差剔除,根据 2 维序列图像导出物体不同部位的 3 维信息,然后将这些 3 维信息融为统一的表面模型,实现了高精度 3 维重建。

2. 利用数码相机与全站仪集成形成一个全新的测量系统——摄影全站仪系统。尽管传统近景摄影测量近年来得到巨大发展,但必须在被测物体表面或周围布设一定数量的控制点,摄影测量工作者心中的“无接触测量”没有真正实现。全站仪作为一种高精度测量仪器在工程测量中被广泛接受,本质上它是一种基于“点”的测量仪器。将它与基于“面”的摄影测量有机地结合起来,形成一个全新的测量系统——摄影全站仪系统。在该系统中,量测数码相机安装在全站仪的望远镜上,测量时利用全站仪进行导线测量,在每个导线点利用量测数码相机对被测物体进行摄影。每张影像对应的方位元素可以由导线测量与全站仪的读数中获取。

四、低空摄影测量

近年来随着低空飞行平台(固定翼模型飞机、飞艇、直升机、有人驾驶小型飞机)及其辅助设备的进一步完善,数码相机的快速普及和数字摄影测量技术的日趋成熟,由地面通过无线电通讯网络,实现起飞、到达指定空域、进行遥感飞行以及返回地面等操作的低空遥感平台为获取地面任意角度的清晰影像提供了重要途径。“十五”重点研究及突破主要包括:

1. 建立基于无人驾驶飞行器的低空数字摄影测量与遥感硬件系统。硬件平台包括无人驾驶遥控飞行平台,差分 GPS 接收机,姿态传感器,高性能数码相机和视频摄像机,数据通讯设备,影像监视与高速数据采集设备,高性能计算机等等。需要深入研究无人驾驶飞行平台的飞行特性,并研制三轴旋转云台、差分 GPS 无线通讯、视频数据的自动下传、自

动曝光等关键技术。

2. 研究无人驾驶飞行平台的自动控制策略。在飞行器上搭载飞控计算机,由差分 GPS 数据得到飞艇(相机)的精确位置,在此基础上对较低分辨率的视频序列影像进行匹配,结合姿态传感器的输出信号实时自动确定飞行器的姿态,从而进行飞行自动控制,并将所有数据同时上传到地面监控计算机。

3. 研究多基线立体影像中连接点的多影像匹配方法与克服影像几何变形的稳健影像匹配方法。

4. 数字表面模型与正射影像的自动获取及立体测图。

五、机载激光扫描

随着空间数据应用领域的不断扩大,对获取准确可靠空间数据的要求也越来越高。机载激光雷达(Light Detection and Ranging,简称 LIDAR)作为一种经济可靠的技术正逐步引入摄影测量与遥感领域。机载激光雷达是一个集现代三种尖端技术:激光、全球定位系统和惯性导航系统于一身的对地观测系统。机载激光扫描系统能部分穿透树林的遮挡,直接获取真实地表的高精度 3 维信息。这三种技术的结合,可以高度准确地定位激光束打在物体上的光斑。机载激光雷达是一种成本低效率高的获取空间数据的方法,激光本身具有非常精确的距离校正能力,其距离精确度可达几个厘米。“十五”重点研究及突破主要包括:

1. 全面分析评价了国际机载激光扫描系统随机数据处理软件的功能,提出适合我国国情的尚需解决的关键技术。

2. 进行了机载激光扫描测量系统应用的关键技术与开发,研究开发激光扫描数据的预处理、滤波与分割、各种典型地物的提取和 DEM 生成等技术。

3. 研究将摄影测量空三加密的匹配连接点与 LIDAR 形成的点云作整体配准,同时顾及两者中提取的同名线特征,采用点线联合平差,实现 LIDAR 与摄影测量区域网之间的精确配准,提高定位的几何精度。

4. 将 LIDAR 的高程和航空影像的光谱信息进行数据融合分类,对多源数据的融合理论进行扩展,以处理包含光谱(图像)和几何信息(LIDAR)的新融合方法,改善分类结果,实现地物变化检测和地图更新的研究。

六、稀少或无地面控制的卫星影像测图及应用

随着电子和遥感技术的快速发展,利用线阵 CCD 传感器获取遥感影像的卫星越来越多,如 SPOT, Ikonos, QuickBird 以及国内的资源卫星等,相关影像的正射纠正和对地定位成为近年来的研究热点:

1. 针对国内外研究者求解 RPC(Rational Polynomial Coefficients)参数的算法需要初值及迭代处理,且求解过程复杂的现状,研究出基于全球 DEM 无需初值的 RPC 参数求解算法。

2. 以 SPOT 5 卫星 HRS 立体影像作为数据源,开展了匹配和测图研究,研究结果表明,SPOT 5 卫星 HRS 像对无控制绝对定位结果存在不同程度的系统误差;而稀少控制对地绝对定位的效果非常显著,使用一个控制点可以消除无控制定位中存在的系统误差,此时利用 SPOT 影像生成的 DEM 平面精度可达 10~15 m,高程精度可达 7~10 m;使用单个控制点进行外推定位时,600 km 长的测区绝对定位精度与控制点的位置基本无关。这些研究成果和结论与国际最新研究成果相当。

七、SAR 数据处理

SAR 成像具有全天时、全天候的工作能力,它与可见光红外相比具有独特的优势。随着我国 SAR 传感器研制技术的进一步发展,先后研制了不同波段,不同极化方式,空间分辨率达到 0.3 m 的传感器,并在 SAR 立体测绘方面设计了不同轨道和相同轨道的重复观测,为我国开展 SAR 技术的相关研究奠定了数据基础。围绕 SAR 数据的重点研究以及突破主要包括:

1. 根据不同应用目的的 SAR 图像与可见光图像的融合。利用 SAR 和可见光反映地物不同特性的特点,在提取不同土壤性质以及洪水监测和灾害评估方面采用不同的融合方法,取得了一定的理论成果,并完成了国家和部门的科研课题。

2. SAR 图像噪声去除方法。由于 SAR 的成像特点,造成了 SAR 图像的信噪比低,噪声严重。提出了自适应滤波思想,基于图斑的去噪方法以及噪声去除方法的评价等。

3. 机载和星载重复轨道的 SAR 立体测图技术以及星载的 InSAR 技术和 D-InSAR 的突破。完成了星载 InSAR 生成 DEM 及 D-InSAR 形变检测的相关软件开发,利用极化 SAR 数据提取地物目标,开

展极化干涉测量的研究。

八、多源空间数据挖掘

多源空间数据挖掘技术主要研究应用数学方法和专家知识从多源对地观测数据中,提取各种面向应用目的的地质信息。“十五”重点研究及突破主要包括:

1. 从遥感图像数据中挖掘 GIS 数据。在统计模式识别的基础上,通过神经网络、模糊识别和专家系统等实现图像光谱特征自动分类。

2. 基于纹理分析的分类识别。包括基于统计法的纹理分析、基于分形法的纹理分析、基于小波变换的纹理分析、基于结构法的纹理分析、基于模型法的纹理分析和空间/频率域联合纹理分析等。

3. 遥感图像的解译信息提取。把计算机自动识别出来的影像,结合 GIS 数据库或解译员的知识,确定其对应的地质属性。包括基于 GIS 数据的图像信息识别、基于地质知识辅助的图像信息识别、基于专家知识辅助的图像信息识别、基于立体观察的图像信息识别、基于矢量栅格转化的信息提取和基于多源数据融合的信息识别等。

4. 面向应用的数据挖掘。在图像识别和图像解译的基础上,应用数据挖掘技术对解译成果进行开发,生成符合用户要求的专题成果;或经过数据处理,建立关于地质现象的本质模型。

九、遥感图像处理的智能化实用系统

长期以来,我国军民用遥感图像处理系统为国外软件所垄断,不仅耗费了大量外汇资源,同时给国家安全带来隐患,阻碍我国空间信息产业的全面发展。而国际上遥感对地观测数据的处理正朝着智能化、网络化并进一步朝网格化和面向服务的方向发展。“十五”重点研究及突破主要包括:

1. 研制开发具有完全自主知识产权的新一代遥感图像处理系统,并走向实用化。该系统不仅涵盖了传统遥感图像处理软件的功能,而且在海量数据的组织、管理和快速可视化、各种遥感数据格式的无缝集成与转换、国产卫星数据的高精度几何纠正等方面取得了新的突破。以该系统为基础平台研发

国产卫星数据地面处理系统完全取代了加拿大 MDA 公司的产品,验证了系统的稳定性和可操作性。

2. 研究利用有理多项式模型(RFM)来统一卫星遥感影像几何处理的算法模型,从而避免几何纠正中的模型选择,并进一步为多传感器的联合平差提供基础。

3. 指出单机、集成的遥感图像处理模式向网络、离散的处理方向发展,提出以用户需求为主的数据处理的模式。单纯的遥感数据标准化产品不能满足用户的多种需求,必须开展“所需即所得”的智能化数据处理模式研究。这必须借助于网络服务的概念、以面向服务的架构来构建未来的遥感图像处理系统,从而为遥感图像处理的智能化提供载体平台。

4. 研究遥感图像本体以及在遥感信息处理中的应用。构造了遥感图像笔记本,开展了基于遥感图像笔记本的图像检索和基于本体的遥感图像信息挖掘的研究,为遥感数据的注册服务、已注册数据语义发现提供手段。

十、结束语

随着高空间分辨率、高光谱、多角度、多时相、全天候的遥感对地观测技术的发展,摄影测量与遥感在为国家制定重大决策提供信息保障、资源调查、环境保护、灾害监测、重大工程、现代战争和国防建设等许多领域应用将会越来越广泛。

参考文献:

- [1] 刘经南. 激光扫描测高技术的发展与现状[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2003,(2).
- [2] 张祖勋,等. 基于序列影像的飞机姿态跟踪测量方法研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2000,(4).
- [3] 童庆禧. 关于我国空间对地观测系统发展战略的若干思考[A]. 国家空间信息基础设施战略研究[C]. 北京:中国物价出版社,2002.
- [4] 袁修孝. 缺少控制点的卫星遥感影像外推定位[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2005,(7).
- [5] 舒宁. 关于雷达影像干涉测量的若干理论问题[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2001,(4).