

科学出版社  
出版  
中国地理学会环境遥感分会  
中国科学院遥感与数字地球研究所  
主办

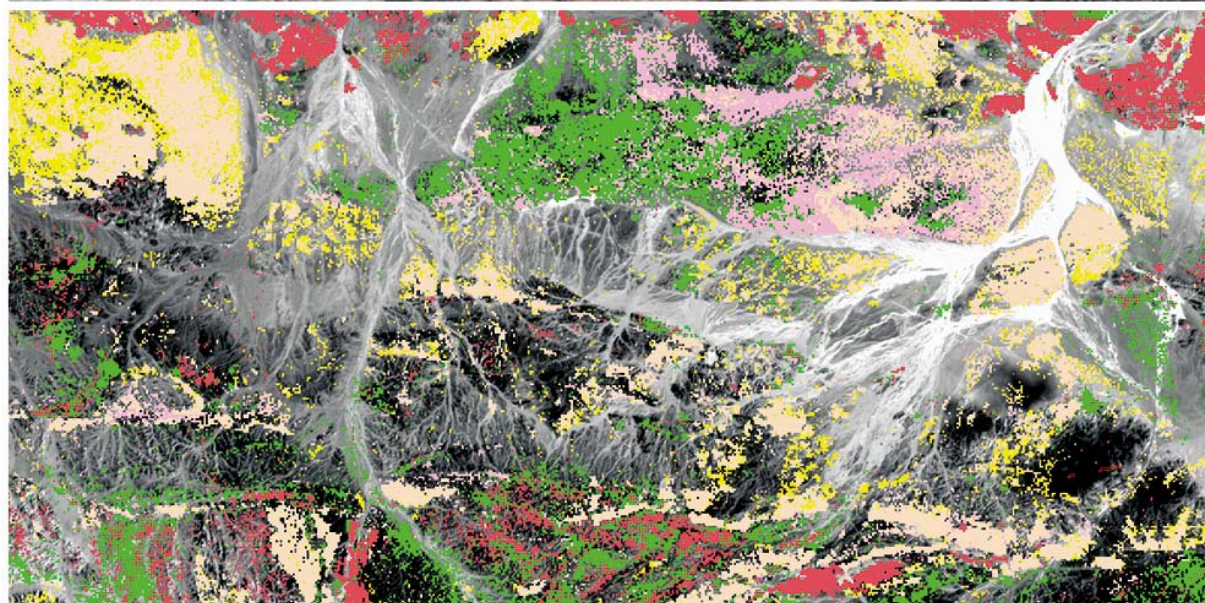
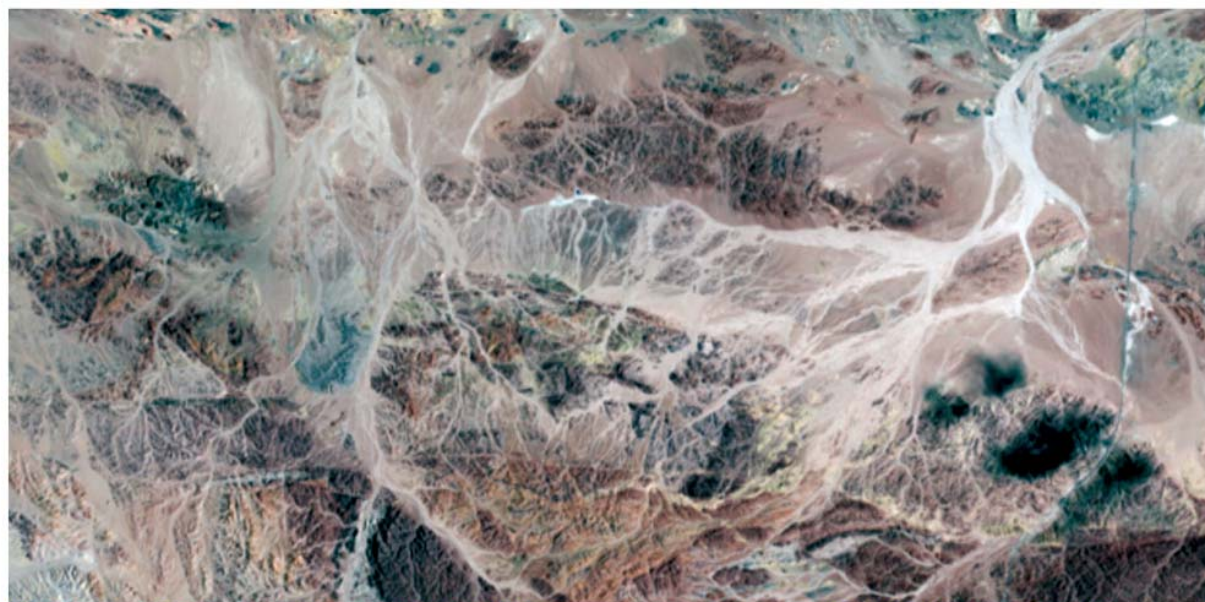
# JOURNAL OF REMOTE SENSING

# 遥感学报

2014年 Vol.18 第18卷 增刊

ISSN 1007-4619 CN11-3841/TP CODEN YXAUAB

## “天宫一号” 遥感应用专刊



中铝白云母 贫铝白云母 富铝白云母 白云石 绿泥石

# 遥感学报

Yaogan Xuebao

第 18 卷 增刊 2014 年

## 目 次

|                                           |                                            |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 序言 .....                                  | ( 1 )                                      |
| <b>综述</b>                                 |                                            |
| 天宫一号高光谱成像仪遥感应用 .....                      | 高铭, 张善从, 李盛阳 ( 2 )                         |
| <b>光谱成像技术</b>                             |                                            |
| 高光谱成像仪发展简况 .....                          | 颜昌翔 ( 11 )                                 |
| 可编程红外焦平面光谱成像技术研究 .....                    | 庄晓琼, 王晟玮, 王跃明 ( 20 )                       |
| 红外遥感器自身引起的背景辐射研究 .....                    | 陈永和, 陈洪达, 傅雨田 ( 25 )                       |
| 红外焦平面探测器信息获取与预处理电路设计 .....                | 范文龙, 董峰, 傅雨田 ( 30 )                        |
| 天宫一号超光谱仪红外谱段的实验室定标 .....                  | 黄小仙, 傅雨田 ( 35 )                            |
| <b>地面处理技术</b>                             |                                            |
| 基于高性能计算平台的天宫一号遥感数据地面预处理系统 .....           | 张万峰, 赵灵军, 刘志文 ( 42 )                       |
| 天宫一号高光谱数据辐射校正的 CUDA 并行优化 .....            | 赵海娜, 吴远峰, 张兵 ( 49 )                        |
| 天宫一号高光谱成像仪系统光谱辐射校正 .....                  | 张文娟, 吴远峰, 刘良云, 张兵, 李绪志, 张九星 ( 56 )         |
| 天宫一号高光谱成像仪严密成像几何模型研究 .....                | 刘志文, 刘定生, 魏静波 ( 62 )                       |
| 高光谱红外谱段交叉定标与近海遥感应用试验 .....                | 邢前国, 娄明静, 张九星, 李绪志, 宁吉才, 高志强 ( 68 )        |
| <b>遥感应用</b>                               |                                            |
| 面向地质应用的天宫一号成像光谱数据评价 .....                 | 林健, 闫柏琨, 董新丰, 杨苏明, 杨日红, 崔静, 郭鼎, 王润生 ( 74 ) |
| 天宫一号高光谱数据相关检测法蚀变信息提取 .....                | 张良中, 吴太夏, 刘佳, 张立福, 童庆禧 ( 84 )              |
| 天宫一号高光谱数据的船只检测实验 .....                    | 邹亚荣, 赵崑, 阎宇 ( 92 )                         |
| 利用天宫一号高光谱数据识别植被类型的评估研究 .....              | 范应龙, 谭炳香, 东启亮 ( 98 )                       |
| 面向对象规则和支持向量机的天宫一号高光谱影像分类 .....            | 李雪轲, 王晋年, 张立福, 吴太夏, 杨杭, 刘凯, 姜海玲 ( 107 )    |
| 基于天宫一号高光谱数据与 Landsat TM 数据的湿地利用变化监测 ..... | 胡勇, 刘良云 ( 116 )                            |
| 利用天宫一号和 Landsat 7 对地观测数据的森林变化检测 .....     | 庞勇, 张连华, 李增元, 覃先林, 李绪志, 张九星, 刘志文 ( 121 )   |
| 利用天宫一号高光谱红外谱段估算青藏高原地表通量与蒸散量 .....         | 仲雷, 马耀明, 秦军, 傅云飞, 冯璐, 潘晓 ( 126 )           |
| 天宫一号数据地表温度反演及其在城市热岛效应中的应用 .....           | 历华, 杜永明, 柳钦火, 徐大琦, 曹彪, 蒋金雄, 王合顺 ( 133 )    |
| 应用天宫一号高光谱红外谱段数据反演地表温度产品及验证 .....          | 于文凭, 马明国 ( 144 )                           |
| <hr/>                                     |                                            |
| 天宫一号空间应用推广服务平台介绍 .....                    | ( 152 )                                    |

# JOURNAL OF REMOTE SENSING

( Vol.18 Sup 2014 )

## CONTENTS

### Overview

Tiangong-1 hyperspectral remote sensing and application .....  
..... GAO Ming, ZHANG Shancong, LI Shengyang ( 10 )

### Spectral Imaging Technology

A brief introduction to the development of hyperspectral imager ..... YAN Changxiang ( 19 )

Study on programmable infrared hyperspectral imaging technology .....  
..... ZHUANG Xiaoqiong, WANG Shengwei, WANG Yueming ( 24 )

Study on background of space infrared optical system caused by self-emission .....  
..... CHEN Yonghe, CHEN Hongda, FU Yutian ( 29 )

Information acquisition and pre-processing circuit design of infrared focal plane detector .....  
..... FAN Wenlong, DONG Feng, FU Yutian ( 34 )

Calibration for the thermal band of hyperspectral imager in Tiangong-1 ..... HUANG xiaoxian, FU Yutian ( 41 )

### Ground Processing Technology

Tiangong-1 ground-based remote sensing data preprocessing system for high-performance computing platform .....  
..... ZHANG Wanfeng, ZHAO Lingjun, LIU Zhiwen ( 48 )

Parallel computing for Tiangong-1 hyperspectral image radiometric normalization using CUDA .....  
..... ZHAO Haina, WU Yuanfeng, ZHANG Bing ( 55 )

Tiangong-1 hyperspectral imager radiometric and spectral correction .....  
..... ZHANG Wenjuan, WU Yuanfeng, LIU Liangyun, ZHANG Bing, LI Xuzhi, ZHANG Jiuxing ( 61 )

Rigorous geometric model of Tiangong-1 hyperspectral spectrometer .....  
..... LIU Zhiwen, LIU Dingsheng, WEI Jingbo ( 67 )

Radiometric cross-calibration of Tiangong-1 and MODIS infrared bands and applications in monitoring  
coastal sea surface temperature .....  
..... XING Qianguo, LOU Mingjing, ZHANG Jiuxing, LI Xuzhi, NING Jicai, GAO Zhiqiang ( 73 )

### Application of Remote Sensing

Evaluating of Tiangong-1 imaging spectrometer data oriented to geological applications ..... LIN Jian,  
..... YAN Bokun, DONG Xinfeng, YANG Suming, YANG Rihong, CUI Jing, GUO Ding, WANG Runsheng ( 83 )

Alteration information extraction of Tiangong-1 hyperspectral data based on band correlation detection .....  
..... ZHANG Genzhong, WU Taixia, LIU Jia, ZHANG Lifu, TONG Qingxi ( 91 )

Ships detection from the Tiangong-1 hyperspectral data ..... ZOU Yarong, ZHAO Wei, YAN Yu ( 97 )

(to be continued to Inside Back Cover)

(continued from Contents page)

|                                                                                                                                          |                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Assessing classification capacity of hyperspectral data of Tiangong-1 based on See5.0 .....                                              |                                                                                                      |
| .....                                                                                                                                    | <i>FAN Yinglong, TAN Bingxiang, DONG Qiliang</i> (106)                                               |
| A combined object-based segmentation and support vector machines approach for classification of<br>Tiangong-1 hyperspectral image .....  |                                                                                                      |
| .....                                                                                                                                    | <i>LI Xueke, WANG Jinnian, ZHANG Lifu, WU Taixia, YANG Hang, LIU Kai, JIANG Hailing</i> (115)        |
| Monitoring wetlands changes using Tiangong-1 hyperspectral data and landsat TM imagery .....                                             |                                                                                                      |
| .....                                                                                                                                    | <i>HU Yong, LIU Liangyun</i> (120)                                                                   |
| Forest change detection using Tiangong-1 and Landsat 7 earth observation data .....                                                      |                                                                                                      |
| .....                                                                                                                                    | <i>PANG Yong, ZHANG Lianhua, LI Zengyuan, QIN Xianlin, LI Xuzhi, ZHANG Jiuxing, LIU Zhiwen</i> (125) |
| Estimation of turbulent heat fluxes and evapotranspiration over the Tibetan Plateau from Thermal IR<br>imaging based on Tiangong-1 ..... |                                                                                                      |
| .....                                                                                                                                    | <i>ZHONG Lei, MA Yaoming, QIN Jun, FU Yunfei, FENG Lu, PAN Xiao</i> (132)                            |
| Land surface temperature retrieval from Tiangong-1 data and its applications in urban heat island effect<br>.....                        |                                                                                                      |
| .....                                                                                                                                    | <i>LI Hua, DU Yongming, LIU Qinhuo, XU Daqi, CAO Biao, JIANG Jinxiong, WANG Heshun</i> (143)         |
| Retrieving the high-spatial-resolution land surface temperature products from the thermal infrared domain<br>of the Tiangong-1 .....     |                                                                                                      |
| .....                                                                                                                                    | <i>YU Wenping, MA Mingguo</i> (151)                                                                  |

# 基于高性能计算平台的天宫一号遥感数据 地面预处理系统

张万峰<sup>1,2</sup>, 赵灵军<sup>1,2</sup>, 刘志文<sup>3</sup>

1.中国科学院 遥感与数字地球研究所, 北京 100094;

2.中国科学院大学, 北京 100049;

3.中国科学院 空间应用工程与技术中心, 北京 100094

**摘 要:**针对天宫一号传感器特点,设计并实现了基于高性能并行集群环境的遥感数据地面预处理系统,可完成对高并发、海量遥感数据处理任务的快速、高效处理。该系统可通过传感器的星上定标参数完成系统辐射校正、系统几何校正等处理过程,生产出高光谱热红外谱段和高光谱数据的1级、2级遥感产品。同时,在数据产品封装与输出分系统中,采用了较为通用的GeoTiff与HDF作为产品的主要输出格式,可满足领域内多种用户的需求。

**关键词:**高性能计算平台,系统辐射校正,系统几何校正,地面预处理系统,数据产品归档与分发

**中图分类号:**TP73 **文献标志码:**A

**引用格式:**张万峰,赵灵军,刘志文. 2014. 基于高性能计算平台的天宫一号遥感数据地面预处理系统. 遥感学报, 18(增刊): 42-48

Zhang W F, Zhao L J and Liu Z W. 2014. Tiangong-1 ground-based remote sensing data preprocessing system for high-performance computing platform. Journal of Remote Sensing, 18(Sup): 42-48  
[DOI: 10.11834/jrs.2014z07]

## 1 引 言

随着遥感卫星相关技术的不断发展,目前出现了多种可获取不同时间分辨率、空间分辨率以及波段分辨率的传感器,这些多种类型的传感器可以借助于遥感卫星完成对地观测,同时,国内外还出现了各种新型的传感器搭载方式。天宫一号是中国第一个目标飞行器和空间实验室,该飞行器发射成功、正常运行后,将依次与神舟八号、神舟九号、神舟十号飞船进行交会对接,并实施组合体运行控制、航天员驻留等关键技术,开展空间科学实验、航天医学实验和空间技术试验。

天宫一号高光谱成像仪是目前中国空间分辨率和光谱综合指标较高的空间光谱成像仪。该空间站在轨期间,将为国内多家单位与科研院所在地质调查、矿产和油气资源勘查、森林监测、水文生态

监测、环境污染监测分析等方面提供数据源支持(赵文波等,2005)。高光谱成像仪影像数据需要经过地面预处理系统的数据加工,才能够生产出可供不同行业科研单位进行后续加工的初级遥感数据产品,较为常见的预处理过程是经过系统辐射校正和利用卫星星上定标参数所进行的系统几何校正(Zhang等,2006)。区别于国内传统的地面预处理系统,天宫一号遥感数据地面预处理系统在数据类型、数据产品加工的参数选择(李国庆和刘定生,2003)、数据处理流程、多波段数据特征、数据规模等方面都面临着更多挑战。

## 2 遥感卫星数据地面预处理系统的发展过程

总体上来看,遥感卫星与其他新型传感器搭载

收稿日期:2014-01-10;修订日期:2014-04-10

基金项目:载人航天工程天宫一号民用试应用项目

第一作者简介:张万峰(1982—),男,博士研究生,目前主要从事遥感卫星地面处理系统设计、高性能地学计算、数据密集型计算调度等相关的研究工作。E-mail:wfzhang@csu.ac.cn

平台的出现,促使遥感卫星地面预处理系统的开发经历了3个发展阶段。

(1)第1代地面预处理系统。将卫星上接收到的数据经过初级处理生成相应的图像产品,并将该处理系统建设成为运行性计算机处理系统<sup>[8]</sup>。这一时期的地面预处理系统都是针对特定卫星数据处理流程而设计的结构,从系统构成上可分为:原始数据获取子系统,数据预处理子系统和产品生产子系统(Moon等,2003)。

(2)第2代地面预处理系统。与第1代地面预处理系统相比,第2代预处理系统结构更为简单,开发难度有所降低,系统结构清晰,具备一定的开放性,可以处理多颗卫星的数据,用户可根据自身需求,针对性地增加部分新的功能模块。

(3)第3代地面预处理系统。该系统属于完全开放的运行平台,并且在开发过程中普遍采用了高性能计算技术以及较为先进的软件设计思想,在性能方面,不需要用户过多干预程序设计过程,该平台便可以均衡地扩展系统的处理、存储、网络通信能力,提高系统的运行速度(段立功,2005)。第3代系统具有完善的遥感产品处理、归档、分发体系,具有良好的系统扩展性(王坤龙等,2005)。

### 3 遥感卫星数据地面预处理系统的一般构成

遥感卫星地面预处理系统作为空间对地观测技术系统的重要支撑,是空间数据获取与数据利用之间的重要纽带,从遥感数据的处理流程与地面预处理系统的功能划分方面,可将遥感卫星地面预处理系统分为以下3个部分:

(1)传感器所获取原始数据的初级处理、存档与管理。传感器在星上所获取的图像信号受到采样分辨率和光谱分辨率不断提高的影响,其记录的遥感数据量不断增加,给数据下传、接收和存储都带来了很大压力,因此,要实现实时传输,必须对数据进行压缩。当传感器所接收的数据下传回地面接收站以后,首要的工作就是对原始图像进行解码、解压缩等初级处理,即形成零级数据,该数据是预处理系统的输入数据,所以对零级数据的高效管理与数据归档,可提高整个预处理系统的运行效率。

(2)基于卫星的星上参数进行遥感数据的系统辐射校正与系统几何校正。由于遥感图像对地表

反射率的反映受到卫星运行姿态、卫星飞行轨道、太阳高度角、太阳天顶角等多种因素的影响,为了能够利用这些数据,需要进行系统辐射校正和系统几何校正(Teo等,2003),而上述参数通常可通过卫星的星上定标参数获得,但是该过程仅能完成系统级别的辐射与几何校正,其几何校正的精度要低于通过地面控制点进行几何精校正的精度。

(3)初级遥感产品的发布与管理。通过遥感卫星地面预处理系统加工得到的初级遥感产品,需要借助于产品发布平台来完成向终端用户的数据分发,例如,物理存储设备的数据拷贝、数据产品服务器的权限功能开发等方式。

目前,国内外较为常用的遥感产品发布方式,是通过开放FTP服务器的数据下载权限来供全球用户公开下载,可实现遥感数据产品的高效利用。

## 4 天宫一号遥感数据地面预处理系统

构建天宫一号遥感数据地面预处理系统的目的,是为用户提供多任务、高并发、海量大规模遥感数据快速处理的能力,并将遥感数据的处理流程及处理过程中的参数配置由用户按需定制,在遥感产品生产过程中,可对数据处理 workflow、处理算法模块等资源进行管理、调度。在系统构建过程中,为了实现系统的并发任务处理能力,本系统基于Linux平台的高性能并行集群设计了并行调度机制,最大限度地提高了计算资源的利用率。

本系统可提供遥感数据产品包括天宫一号目标飞行器的高光谱热红外、高光谱数据的系统辐射校正产品和系统几何校正产品,输出产品格式为GeoTIFF6.0、HDF5.0,可满足国内各科研机构的科学实验需求。

### 4.1 系统结构设计

本系统采用C/S结构进行设计开发,C/S结构将多样化、可体现用户特征的功能菜单都通过客户端的界面展现出来,相较于B/S结构,本系统具有更好的系统稳定性和友好的用户界面;同时,为了提高本系统的多用户任务处理能力,在客户端与服务器之间开发了WebService协议进行数据信息交换,更利于服务器端功能模块扩展后,在客户端进行相应功能模块的开发,如图1所示。

如图1所示,服务器端可进一步分为Tomcat容器、业务功能管理、通用处理功能等3部分,其中

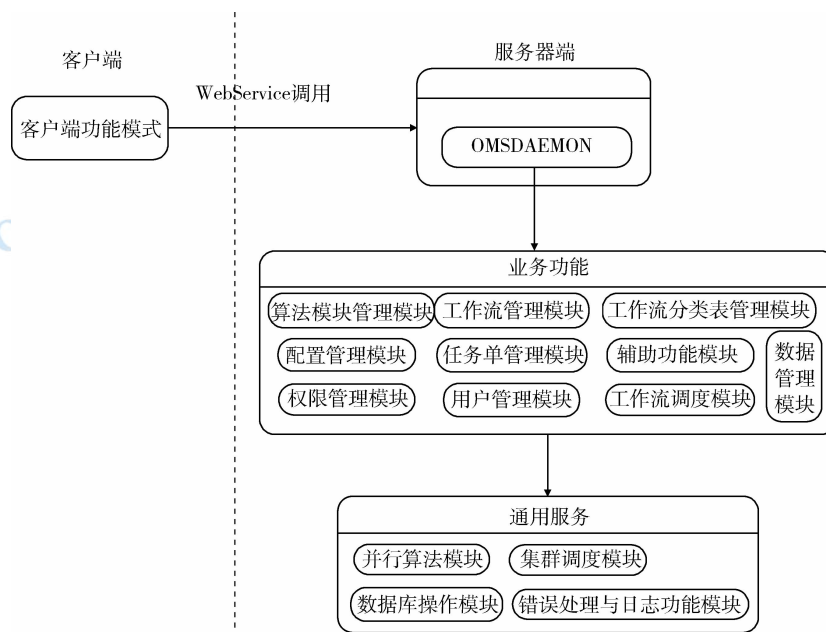


图1 系统结构设计图

Fig.1 The design chart of system structure

Tomcat 容器是将业务功能模块与通用处理功能模块的程序接口进行发布的工具,使本系统能够提供强大的可扩展性。

基于上述 C/S 架构,并结合本系统的数据源特征和数据产品生产流程需求,将天宫一号地面预处理系统分为:数据归档与入库分系统、遥感产品生产分系统和产品封装与输出分系统等3个部分,其中产品生产分系统中可细分为1级产品处理分系统和2级产品处理分系统,如图2所示。

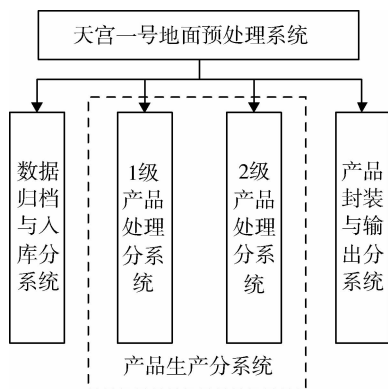


图2 基于数据处理流程的系统功能划分

Fig.2 System function division at the base of data processing flow

#### 4.2 数据归档与入库分系统

天宫一号遥感数据地面预处理系统的输入端为处理完成的零级高光谱热红外图像数据和零级高光谱图像数据,针对不同类型的零级数据,其处

理流程也有区别,但任何类型的零级数据首先必须通过零级入库进行归档,才能进行后续预处理,如图3所示。

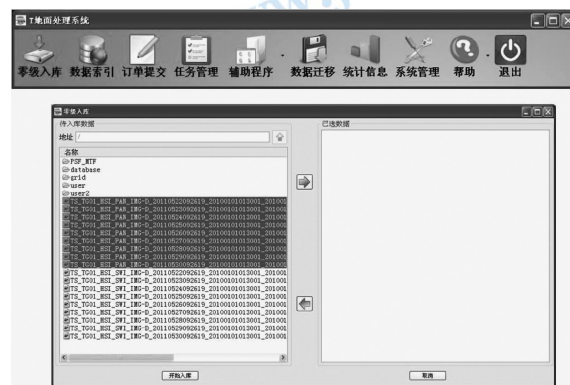


图3 天宫一号地面处理系统零级遥感数据入库主界面

Fig.3 Remote sensing data of level 0 imported into Tiangong-1 ground-based data preprocessing system

#### 4.3 遥感产品生产分系统

系统所面对的数据对象分别是高光谱热红外数据和高光谱数据,针对这两种不同类型的数据集,其数据处理算法、所需的参数均不相同,因此,本系统根据二者的数据特征分别设计了不同的数据处理流程。

完整的高光谱热红外数据处理流程依次包括:格式转换、切割、辐射校正、MTF校正、系统几何校正、产品封装、产品归档等模块(如图4所示)。

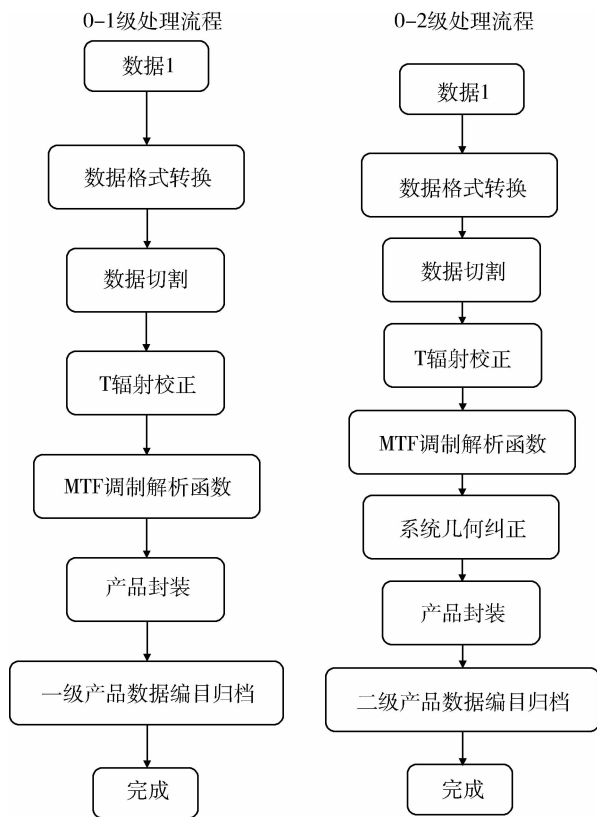


图4 天宫一号高光谱热红外遥感数据处理流程图

Fig.4 Hyper-spectral thermal infrared data processing flow of Tiangong-1 ground-based data preprocessing system

高光谱数据处理流程包括格式转换、切割、辐射校正、波段配准、系统几何校正、产品封装、产品归档等模块(如图5所示)。

#### 4.4 产品封装与输出分系统

系统由数据产品解析模块、产品封装模块、产品输出模块、缩略图生成模块组成,如图6所示。

##### 4.4.1 数据产品解析模块

此模块将对上一模块处理结果进行解析,根据产品的级别、各级处理流程中的参数选项是否进行处理等信息,生成相应的元数据文件,1级与2级产品的元数据信息内容有所差别。

(1) 1级产品处理过程:包括辐射校正(无效像元、坏点、坏行处理)、波段配准、MTF校正等过程,通过界面传递参数的方式将以上选项的设置传给后续模块,并在产品输出模块中生成产品所对应的元数据文件。

(2) 2级产品处理过程:基于飞行器的姿态参数、飞行轨道及地球曲率参数,并充分考虑遥感器本身结构特性和扫描镜的不规则运动等因素进行的系统几何校正,本模块所需参数由零级数据入口端以辅助文件方式(\*.csv文件)提供,该文件随各级

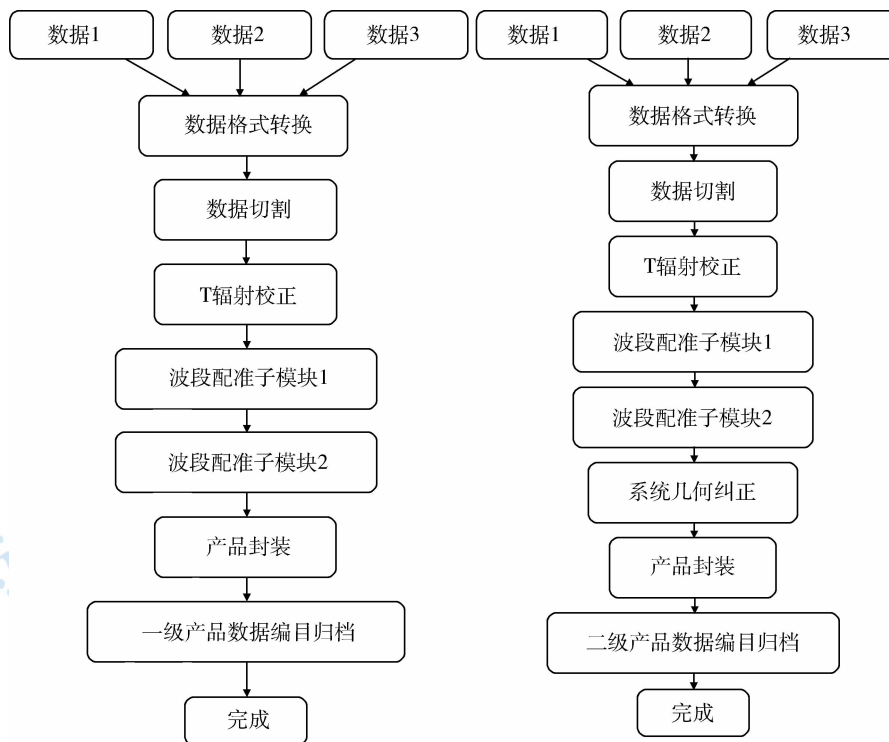


图5 天宫一号高光谱遥感数据处理流程图

Fig.5 Hyper-spectral data processing flow of Tiangong-1 ground-based data preprocessing system

处理模块依次传递,直至产品归档入库,连同数据产品、元数据文件、产品缩略图、拇指图、缩略图显示所需 map 文件等一起归档存入 2 级产品数据库。

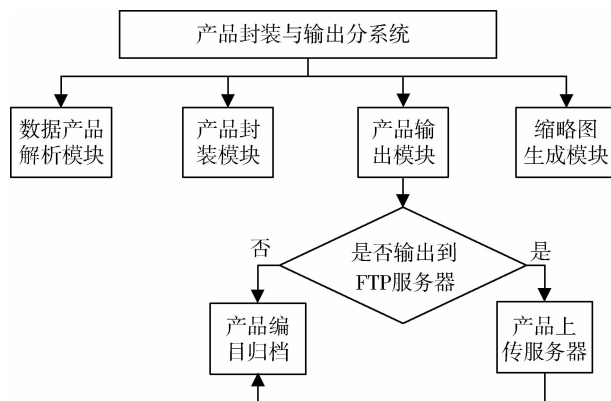


图6 遥感产品封装与输出流程设计

Fig.6 Design of remote sensing product package and output

#### 4.4.2 数据产品封装模块

(1)GeoTiff(6.0)产品封装流程:以流程内部处理的数据格式为依据,通过对 GDAL 格式转换工具进行扩展,将内部格式输出为 GeoTiff 格式的产品,1 级产品不包含投影信息,经过 2 级处理后的产品中提供投影方式及投影坐标范围等信息。

(2)HDF(5.0)产品封装流程:以流程内部处理的数据格式为依据,通过对 GDAL 格式转换工具进行扩展,将内部格式输出为 HDF 格式的产品,1 级产品不包含投影信息,经过 2 级处理后的产品中提供投影方式及投影坐标范围等信息。

#### 4.4.3 数据产品输出模块

FTP 目录结构设置规则如下:在 FTP 服务器上根目录为 TG\_FTP\_OUTPUT,每个订单执行时,如

果需要将产品封装的输出结果上传到服务器上,则在根目录下按照该任务的订单号创建文件夹。

#### 4.4.4 缩略图输出模块

本模块基于数据产品封装的输出结果进行缩略图与拇指图的输出,缩略图用于客户端查询数据后的显示,采用对封装产品进行 1/20 的采样率计算,拇指图的采样率为封装产品的 1/40。

如果输出产品为单波段数据,则直接对其进行重采样,生成缩略图与拇指图;若为多波段数据,则只对第 1 个波段进行处理,即所生成的缩略图和拇指图仅为灰度图像。

#### 4.5 任务管理与监控系统

任务提交后,PBS(Portable Batch System)调度器会根据各个节点的负载状况,将计算任务进行实时分配,此时若任务较多,会出现有的任务呈排队状态;为便于用户了解任务的执行状况,对流程中各个模块的运行状态在操作界面进行可视化表现。

对已经提交的任务,用户还可以根据需要,暂停/启动任务、取消任务,查看各个算法模块运行的日志文件等。

#### 4.6 高性能并行计算环境

本系统以高性能并行计算平台为基本支撑环境,在计算环境中采用可装载多个刀片计算节点的刀片服务器和 Infiniband 以及千兆以太网来搭建并行计算环境,待入库的零级数据和系统所生产的 1、2 级数据产品保存在 NAS 存储上,用户可通过终端软件来访问本计算平台,并根据自身需求提交计算任务,本系统的并行计算环境如图 7 所示。

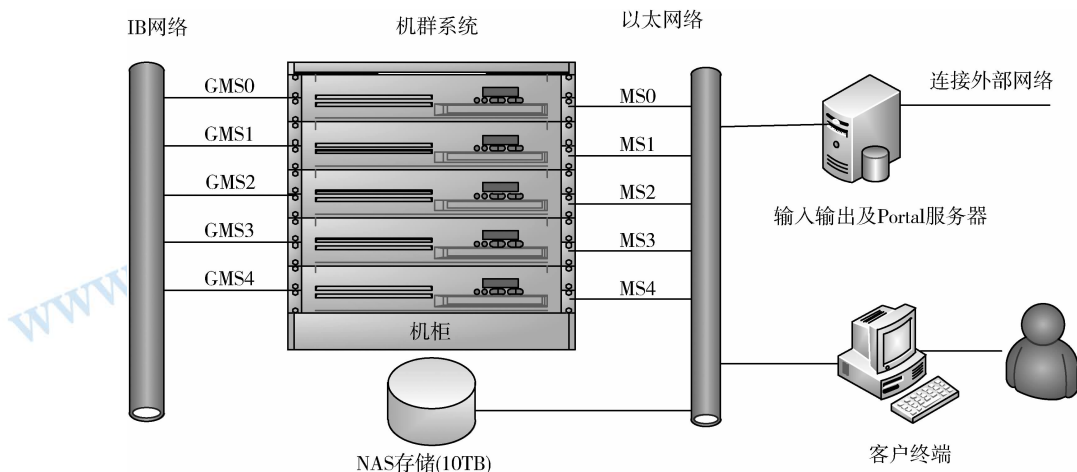


图7 高性能并行计算环境的搭建

Fig.7 Construction of high performance parallel computing environment

## 4.7 软硬件与网络环境

高性能并行计算集群系统软件需安装 Intel 编译器(包括 C/C++ 和 Intel MPI)、作业调度软件 PBS Professional 和 Lustre 并行文件系统等系统软件。详细部署情况如表 1 所示。

表 1 系统硬件环境与软件部署列表  
Table 1 System hardware and software environments

| 硬件环境               | 软件环境清单                                  |
|--------------------|-----------------------------------------|
| 高性能并行计算集群主节点       | Intel 编译器(包括 C/C++、Fortran 和 Intel MPI) |
|                    | 作业调度软件 PBS Professional                 |
|                    | Lustre 并行文件系统                           |
|                    | Oracle 数据库软件(Oracle10g R2)              |
| 群主节点               | Tomcat 服务器(Apache-tomcat-6.0.29)        |
|                    | 操作系统: RedHat Server 5.5 64 位            |
|                    | 网络服务器: Apache                           |
| 高性能并行计算集群计算节点      | Intel 编译器(包括 C/C++、Fortran 和 Intel MPI) |
|                    | 作业调度软件 PBS Professional                 |
|                    | Lustre 并行文件系统                           |
|                    | 操作系统: RedHat Server 5.5 64 位            |
| 输入输出及查询 Portal 服务器 | 操作系统: RedHat Server 5.5 64 位            |
|                    | FTP Server 服务器端软件                       |
|                    | Tomcat 服务器(Apache-tomcat-6.0.29)        |
| 客户端                | 操作系统: Windows XP 64 位                   |
|                    | 系统运行库: jdk1.6 及以上                       |

计算节点之间须使用 Infiniband 和千兆以太网双网络,以保证系统能力的充分发挥。Infiniband 连接各计算节点与管理节点,千兆以太网连接各计算节点与管理节点、操作终端以及数据存储、输入输出设备。

## 5 系统的处理能力与性能分析

系统的处理能力与性能是通过本系统的日处理数据量、处理标准景数据产品所需时间、日编目数据量等指标进行验证的。

### 5.1 日处理数据量分析

根据系统设计和实际数据生产能力的要求,本系统每天可处理的数据量超过 500 GB,具体是通过集群的 Linpack 指标测试用例,在集群上安装 Intel MPI 库和 HPL(High Performance Linpack)库,并编写用于测试的 Linpack 程序,检验 HPL 的运行结果。

测试程序运行结果均显示“PASSED”,记录最高的 Gflops 大于 1 万亿次,达到日处理数据量 500 GB 的要求。

### 5.2 处理标准景数据产品所需时间分析

本测试以 1GB 的标准景数据作为输入,选择系统辐射校正,填写必要的系统输入参数后,查看订单的执行状态,标准景数据产品的处理时间小于 3 min,且通过第 3 方商业遥感软件对处理结果进行检查,系统辐射校正结果的正确性也可以得到保证。

### 5.3 日编目数据量分析

该项处理性能的测试是以系统几何校正为测试算法,以单景数据量约为 1 GB 的高光谱数据作为系统输入数据,经过测试,本系统对经过系统几何校正的数据产品,其日编目数据量超过 2 TB,满足了系统运行的要求。

## 6 结 论

天宫一号遥感数据地面预处理系统所生产的 1 级、2 级遥感产品,已经在中国科学院遥感与数字地球研究所、中国林业科学研究院等科研单位所开展的研究工作与生产项目中产生了重大经济效益,例如中国林业科学研究院的研究人员就采用天宫一号高光谱成像仪所提供的上百个波段的光谱数据,通过北京卢沟桥附近火烧同步试验和广西壮族自治区苍梧县的火场试验得出结论,天宫一号高光谱数据具有探测面积小的特点,可有效探测出烟、火烧痕迹等信息,试验面积约为 25 m<sup>2</sup>,该成果对于未来设计更适合森林火灾监测业务的传感器、更好地满足中国森林防火预警扑救的需求、切实保护中国生态环境和森林资源等具有十分重要的作用。

天宫一号地面预处理系统自交付使用以来,持续、稳定地完成了该传感器所获取的高光谱热红外与高光谱数据 1、2 级产品的生产,从数据产品生产的质量和实效性方面,均达到了该系统设计的要求。

此外,由于天宫一号系统设计的特点,使得该数据产品的分发方式还受到部分限制。同时,基于天宫一号的系统设计特征,对下一步天宫二号遥感数据的处理、归档、分发,以及推广数据的可利用范围,都具有借鉴价值。

志 谢 感谢中国科学院空间应用工程与技

术中心为本研究提供天宫一号高光谱成像仪数据产品。

## 参考文献 (References)

- Crapolicchio R, Lecomte P, Neyt X. 2004. The advanced scattermeter processing system for ERS data: Design, products and Performances. Envisat&ERS Symposium. Salzburg Austria
- Duan L G. 2005. Study of several key technologies on data management of remote sensing satellite ground system. Institute of Electronics. Beijing: Chinese Academy of Sciences (段立功. 遥感卫星地面系统中数据管理的若干关键技术的研究. 北京: 中国科学院电子学研究所)
- Guo Q L, Yan M, Jian W, et al. 2006. Preliminary through-out research on parallel based remote sensing image processing//Proceedings of the 6th International Conference on Computational Science, England, 3991: 880-883
- Li G Q and Liu D S. 2003. Research of parallel computing models of remotesensing image processing. Journal of Image and Graphics, 2003, 8(A):901-905(李国庆, 刘定生. 遥感图像处理的并行计算模式研究. 中国图像图形学报, 2003, 8(A): 901-905)
- Moon G K, Tae J K, Hae J C, Sung O P. 2003. Ground receiving system for KOMPSAT-2. Korean Journal of Remote Sensing, 19(3):191-200
- Wang K L, Liu D S, Zhang W Y and Li G Q. 2005. The analysis, design, and implementation of valued process automation for satellite image. Remote Sensing Technology and Application, 20(6):355-360(王坤龙, 刘定生, 章文毅, 李国庆. 卫星数据深加工处理流程自动化分析、设计与实现. 遥感技术与应用, 2005, 20(6):355-360)
- Teo Y M, Tay S C, Gozali J P. 2003. Distributed geo-rectification of satellite images using grid computing. Proceedings of the International Parallel&Distributed Processing Symposium. IEEE Computer Society Press, Nice, France
- Zhao W B, Liu J and Li X W. 2005. An operating scheme of ground system for remote sensing satellites of multi-satellite multi-mission. Journal of Electronics and Information Technology, 27(6):919-923 (赵文波, 柳健, 李小文. 一种支持多星多任务遥感卫星地面系统综合处理的运行控制技术. 电子与信息学报, 27(6):919-923)
- Zhang W J, Liu D S, Li G Q. 2006. Special tasks scheduling and control of cluster parallel computing for high-performance ground processing system. England: Proceedings of the 6th International Conference on Computational Science, 3993: 17-23

# Tiangong-1 ground-based remote sensing data preprocessing system for high-performance computing platform

ZHANG Wanfeng<sup>1,2</sup>, ZHAO Lingjun<sup>1,2</sup>, LIU Zhiwen<sup>3</sup>

1. Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100194, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Technology and Engineering Center for Space Utilization, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100194, China

**Abstract:** Increasing access to means of remote sensing data, ground processing system need develop for specific types of remote sensing data. In this paper, According to Tiangong-1 sensor characteristics, high-performance parallel cluster environment based on ground-based remote sensing data preprocessing system is designed and implemented. It has quickly and efficiently handled abilities of massive remote sensing data processing tasks. The system completes the system radiometric calibration, geometric correction processing system to produce high spectral and thermal infrared spectrum of one, two remote sensing products. In the subsystem of remote sensing data product package and output, GeoTiff and HDF were chosen as the more general data format to meet many user requirements from local areas.

**Key words:** high-performance computing platform, data archiving and distribution, ground-based preprocessing system



## 封面说明

## About the Cover

“天宫一号”卫星高光谱影像数据

The hyper spectral image acquired by “Tiangong-1” satellite

“天宫一号”高光谱成像仪是中国自主研制的目前空间分辨率和光谱分辨率综合指标最高的高光谱成像仪。封面图片为“天宫一号”卫星获取的内蒙古额济纳旗西部地区的影像数据，上图为高光谱短波红外谱段影像，下图为矿物成分信息空间分布图。“天宫一号”高光谱数据可广泛应用于矿物分布调查、森林资源详查、水文生态监测、海岛海岸带环境监测、土地利用和城市环境监测等领域。

“Tiangong-1” hyper spectral imager is a new generation of aerospace remote sensing equipment, which is independently developed by China and has the highest comprehensive index of spatial and spectral resolution. The cover shows the data captured by “Tiangong-1” satellite in the western region of Ejinaqi, Inner Mongolia, northern China. The top image is high spectral shortwave infrared spectral image and the bottom image is the spatial distribution map of mineral composition. These data are also expected to play a significant role in mineral distribution investigation, detailed investigation of forest resources, hydrology ecological monitoring, environmental monitoring coastal islands, land use, urban environmental monitoring and other fields.

## 遥感学报

## JOURNAL OF REMOTE SENSING

YAOGAN XUEBAO (双月刊 1997年创刊)

第18卷 增刊 2014年6月25日

(Bimonthly, Started in 1997)

Vol.18 Sup. June 25, 2014

主 管 中国科学院  
主 办 中国科学院遥感与数字地球研究所  
中国地理学会环境遥感分会  
主 编 顾行发  
编 辑 《遥感学报》编委会  
北京市安外大屯路中国科学院遥感与数字地球研究所  
邮编: 100101 电话: 86-10-64806643  
http://www.jors.cn  
E-mail: jrs@irsa.ac.cn  
出 版 科 学 出 版 社  
印刷装订 北京科信印刷有限公司  
总 发 行 科 学 出 版 社  
北京东黄城根北街16号  
邮政编码: 100717  
电话: 86-10-64017032  
E-mail: sales\_journal@mail.sciencep.com  
国外发行 中国国际图书贸易总公司  
北京 399 信箱 邮政编码: 100044

Superintended by Chinese Academy of Sciences  
Sponsored by Institute of Remote Sensing and Digital Earth, CAS  
The Associate on Environment Remote Sensing of China  
Editor-in-Chief GU Xing-fa  
Edited by Editorial Board of Journal of Remote Sensing  
Add: P.O.Box 9718, Beijing 100101, China  
Tel: 86-10-64806643  
http://www.jors.cn  
E-mail: jrs@irsa.ac.cn  
Published by Science Press  
Printed by Beijing Kexin Printing Co. Ltd.  
Distributed by Science Press  
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,  
Beijing 100717, China  
Tel: 86-10-64017032  
E-mail: sales\_journal@mail.sciencep.com  
Overseas distributed by China International Book Trading Corporation  
Add: P.O.Box 399, Beijing 100044, China

中国标准连续出版物号: ISSN 1007-4619  
CN 11-3841/TP  
CODEN YXAUAB

国内邮发代号: 82-324  
国外发行代号: BM 1002

定价: 70.00元

ISSN 1007-4619

国内外公开发行

