

DOI: 10.3969/j.issn.1673-6141.2019.05.006

艇载低空遥感数据管理系统构建

杜丽丽, 易维宁, 张冬英, 方 薇, 宋 波*

(中国科学院安徽光学精密机械研究所中国科学院通用光学定标与表征技术重点实验室 安徽 合肥 230031)

摘 要: 为满足卫星图像仿真信息全要素、多专题、分层存储管理的需要, 构建了集高光谱影像、高分辨率彩色图像、热红外影像、高光谱波谱信息、大气环境信息、GPS 信息为一体的艇载低空遥感数据管理系统。该系统首先根据测量系统数据量大、类型多样、时间跨度长的特点, 提出了一种移动存储模型, 利用 Oracle 支持二进制大字段(Binary Large Object, BLOB) 的优势, 采用数据分区迁移技术, 实现多源、海量图像信息的集成和移动存储。在此基础上, 以 VC++ 作为前台应用程序开发工具, OLE 自动化服务器(Oracle objects for OLE, OO4O) 作为中间访问接口, Oracle 作为后台数据库管理系统, 实现了艇载低空遥感测量系统信息的全面描述和有效管理, 为卫星图像仿真和多源遥感数据定量化应用提供了一个综合化、专业化的数据共享平台。

关键词: 低空遥感; 数据库; 高光谱图像; 分区迁移; OO4O

中图分类号: TP73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6141(2019)05-0359-08

Building of Airship Low Altitude Remote Sensing Data Management System

DU Lili, YI Weining, ZHANG Dongying, FANG Wei, SONG Bo*

(Key Laboratory of Optical Calibration and Characterization, Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: Space image simulation needs a complete description and effective management of the information acquired from the unmanned airship low-altitude remote sensing measurement system. So a database system is built, which integrates hyperspectral image, high resolution image, infrared image, spectrum data, atmosphere data, environment data and GPS information. According to the data characteristics of the measurement system, a mobile storage model is proposed. By utilizing the superiority of binary large object (BLOB) supported by Oracle and the data partitioning technology, the model can realize the integrated management and mobile storage of the multi-source image information. The database system is developed by using Visual C++ as foreground development tool, Oracle objects for OLE (OO4O) as accessing interface and Oracle as

基金项目: Supported by National Natural Science Foundation of China(国家自然科学基金, 41601379), Major State Basic Research Development Program(国家 973 计划项目, 61322504)

作者简介: 杜丽丽(1982-), 女, 博士, 副研究员, 主要从事星载光学传感器定标及遥感信息处理方面的研究。

E-mail: lilydu@aiofm.ac.cn

收稿日期: 2018-09-18; **修改日期:** 2018-10-08

* **通信联系人.** E-mail: bsong@mail.ustc.edu.cn

the background database management system. Base on the adopted techniques, this system not only realizes complete description and effective organization of the data of the measurement system, but also provides a systematized and specialized information platform for space image simulation and quantitative application of multi-source remote sensing data.

Key words: low altitude remote sensing; database; hyperspectral image; partitioning transfer; Oracle objects for OLE

1 引言

低空遥感具有机动灵活、快速高效、成本低等优点,能在云下获取高分辨率数字影像,实现实时对地调查监测,是现代传统航空与卫星遥感不可缺少的补充^[1-2]。在3S技术、计算机技术、自动控制技术、数字通信技术的推动下,国内外对低空遥感技术的研究较多,已经研制出了以无人机、无人飞艇和航模为平台,集成多种光电载荷的低空遥感测量系统,现已将其应用到了测绘制图^[1]、精准农业^[3-5]、灾害预警与评估^[6-7]、环境保护与污染监测^[2,8-9]等多个领域。

基于低空遥感测量系统获得数据进行量化监测、分析处理、评估预测、识别仿真过程中,用到大量、多类型的数据信息,对其进行系统、全面和有效的管理,将大大提高低空遥感数据应用的效率。目前,国外已有利用 GoogleEarth 进行信息集成来开展简单的低空遥感应用。如荷兰的 Daniel Perez Calero 等将无人机测量系统获取的彩色和红外图像映射到 Google Map 上,实现了内陆咸水探测^[2];日本的 Taro Suzuki 等使用 Google Earth 作为地理信息系统来集成无人机测量系统采集信息,实现了自然灾害的连续监测与评估^[6]。

基于低空遥感图像的卫星图像仿真不仅可用于评估遥感系统设计的可行性、预测高分辨遥感卫星的成像能力,还可以为遥感图像质量评价、遥感图像处理算法验证、目标识别等多领域提供测试数据^[10-11]。为开展卫星图像仿真方法研究,中科院安徽光机所与相关单位合作研制了一种高集成度的艇载低空遥感测量系统。卫星图像仿真过程的复杂性,导致简单地利用 GoogleEarth 进行信息集成已经无法满足应用需要。为满足航空卫星图像仿真对信息全要素、多专题、分层存储管理的需要,本文根据艇载低空遥感测量系统的数据特点,构建了艇载低空遥感数据管理系统,为其数据的应用提供了一个综合化、专业化的信息共享平台。

2 数据特点及应用要求

基于低空遥感图像的卫星图像仿真应用流程如图 1 所示,根据该流程设计研制的艇载低空遥感测量系统如图 2 所示,该系统由无人飞艇、光学-红外成像设备、三维稳定平台、艇载嵌入式控制计算机、无线通讯设备、导航设备、地面控制监测设备和地面辅助测量设备组成。其中光学-红外成像设备包括 LCTF 相机、高分辨相机、红外热像仪,分别用于获取可见-近红外波段高光谱图像、0.1 m 高分辨彩色图像、8~9 μm 热红外图像;地面辅助测量设备包括光谱仪、太阳辐射计、照度计和自动气象站,用于获取地表反射率、大气参数信息。

可以看到,相比一般低空遥感系统,艇载低空遥感测量系统集成度高,其数据具有以下特点:

- 1) 载荷种类多,数据源种类广泛,包含多种类型的图像数据和地理信息;
- 2) 低空测量图像数据空间分辨率高,覆盖面积小幅宽不大,单幅图像存储容量不大但数量巨大;
- 3) 机动灵活,执行任务针对性强、空域面积广、时间跨度大,导致数据量很大;

4) 辅助仪器繁多, 致使参量信息很丰富, 包含仪器定标参数、测量环境参数、大气参数、地物光谱等

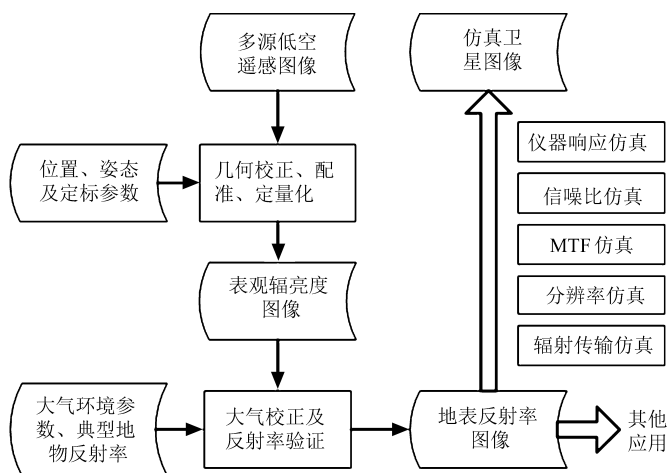


图 1 基于低空遥感图像的卫星图像仿真应用流程

Fig.1 Flowchart of satellite image simulation based on LARS image

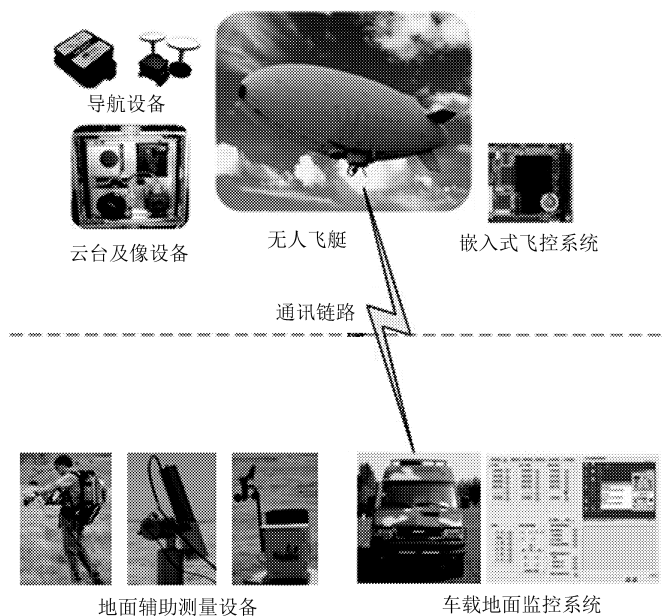


图 2 艇载低空遥感测量系统组成

Fig.2 Composition of the airship LARS measurement system

信息。

针对以上特点, 基于低空遥感图像的卫星图像仿真应用对艇载低空遥感数据管理系统提出了以下要求:

- 1) 实现可见 - 近红外波段高光谱图像数据的存储, 能够有效描述高光谱数据图谱合一的特性, 准确刻画图像的空间、辐射、波谱信息;
- 2) 建立图像数据与地物光谱特性数据、仪器参数信息、测量环境信息之间的对应关系, 实现多种类型数据的统一管理;
- 3) 建立适合低空遥感测量系统的数据存储模式, 解决数据量不断增多带来的问题。

3 数据管理系统设计

在艇载低空遥感数据管理系统构建过程中,进行了系统架构设计、数据库设计和系统功能设计,具体设计策略如下。

3.1 系统架构设计

艇载低空遥感数据管理系统主要实现艇载低空遥感测量系统信息全息化描述、统一化管理,以满足卫星图像仿真等定量遥感应用研究对数据全要素、多专题存储管理的需求。该系统专业性较强,用户群相对固定的,其中一些数据具有较高的安全性要求,故采用 Client/Server(简称 C/S)系统架构。C/S 体系结构是一种协同分布处理体系结构,技术成熟,对数据完整性和信息安全性的控制能力很强,且方便管理员集中化地调度备份作业,周期性地维护数据。

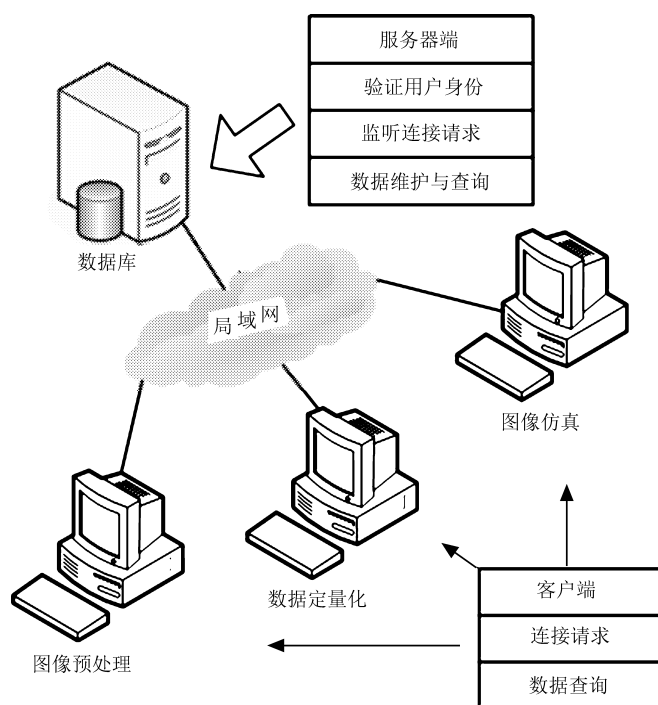


图 3 艇载低空遥感数据管理系统架构图

Fig.3 Frame diagram of airship LARS data management system

图 3 为艇载低空遥感数据管理系统的架构图,数据库服务器承担验证用户身份、监听连接请求、数据维护与查询等任务;图像预处理、数据量化和图像仿真等客户端可通过网络向服务器发送连接请求,进行数据查询和录入。客户端在查询或录入数据时,只需发送一条请求指令,服务器就将查询结果数据传回到客户端或将客户端传来的数据入库。网络中传输的只是数据,数据维护和查询工作由数据库服务器完成。

3.2 数据库设计

根据低空遥感数据量化应用的需要,艇载低空遥感数据管理系统后台数据库设计定标信息子库、地面实测辅助信息子库、空中实测信息子库、预处理和量化图像子库这 4 个子库,实现艇载低空遥感测量系统数据的多专题分层管理。各子库数据表组成如图 4 所示,仪器信息库中两个数据表用于记录各低空测量设备参数及定标系数;地面实测辅助信息库中各数据表用于记录一次飞行任务对应的地面同步测量数

据, 包括测量环境信息、典型地物光谱、照度计数据、太阳辐射计数据, 其中测量环境信息表为总表; 空中实测信息库中各数据表用于记录一次飞行任务对应的空中测量数据, 包括飞艇的位置姿态、高光谱图像数据、高分辨彩色图像、热红外影像; 预处理和定量化图像库中各数据表用于存储一次飞行任务对应的空地数据经几何校正、配准、融合和定量化处理后得到的高光谱反射率图像、高分辨全色图像、红外温度图, 是进行卫星图像仿真的基础数据源。

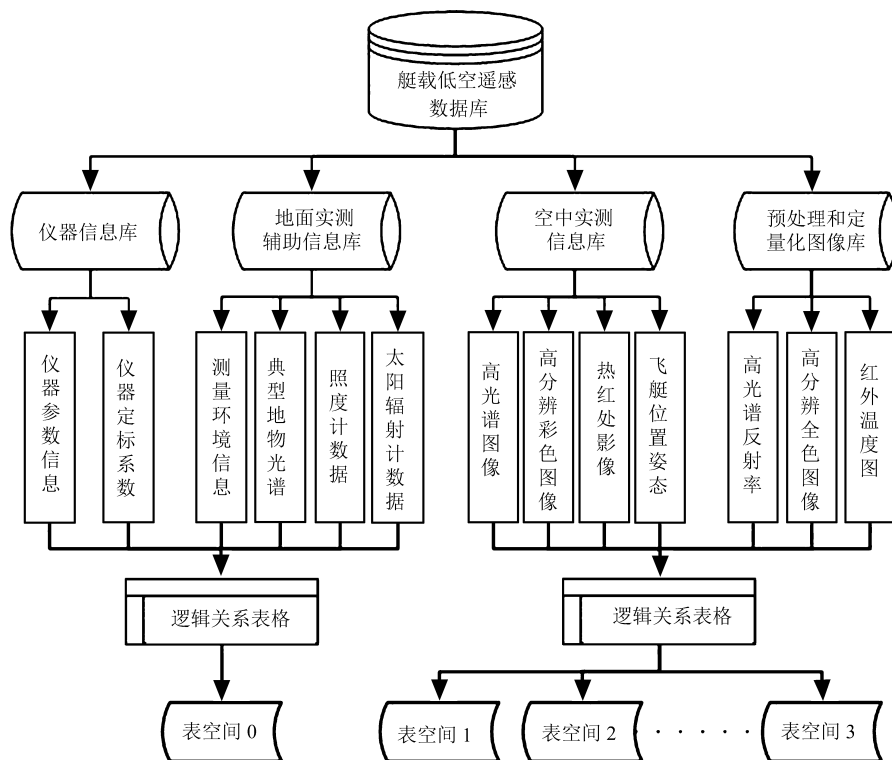


图 4 数据库组成及存储模式

Fig.4 Composition and storage mode of the database

数据库中数据的组织与存储依赖于后台关系型数据库管理系统 (RDBMS) 的技术水平, 艇载低空遥感数据管理系统采用 Oracle 作为后台 RDBMS, 利用 Oracle 的两项新数据存储技术, 来实现艇载低空遥感数据的高效集成与移动存储。首先利用 Oracle 支持二进制大字段的优势, 在数据表中设立 BLOB 字段, 将各种格式 (如 HDF、Tiff、img、dat) 的数据文件均视为二进制数据流存于数据表中, 来实现图像数据、光谱数据与属性数据一体化集成存储, 避免了传统的数值数据由数据库表格存储、空间影像数据以文件或路径索引方式存储的缺陷; 其次是针对艇载低空遥感数据的特点, 采用如图 4 所示的数据分区技术, 将公用的、数据量较小的仪器信息库、地面实测辅助信息库中的数据表存储在主表空间中, 将含图像的空间实测信息库、预处理和定量化图库对应数据表按时间范围分离在若干个表空间上, 既可增强数据的可用性和维护的方便性, 又可以均衡 I/O 提高数据查询的响应速度, 还可以实现数据的复制备份和移动存储。

3.3 系统功能设计

结合应用需要及数据库设计策略, 艇载低空遥感数据管理系统功能如图 5 所示。系统管理功能具有数据库登录注销、创建新用户、删除用户、修改用户密码功能, 可对用户权限进行管理, 以提高系统的安全可靠性; 数据维护功能具有对艇载低空遥感数据库中各数据表进行添加、删除、修改功能, 鉴于各数据表间逻辑关系的复杂性及图库数据记录数量的巨大性, 除应具备单表和组合表记录的单次添加功能, 还应具

备根据采集日志进行批量添加功能；数据查询功能具有简单查询和组合查询功能、查询结果浏览、图像数据显示和数据导出功能；存储管理功能具有创建新分区、迁移分区功能，以实现数据的复制备份和移动存储。

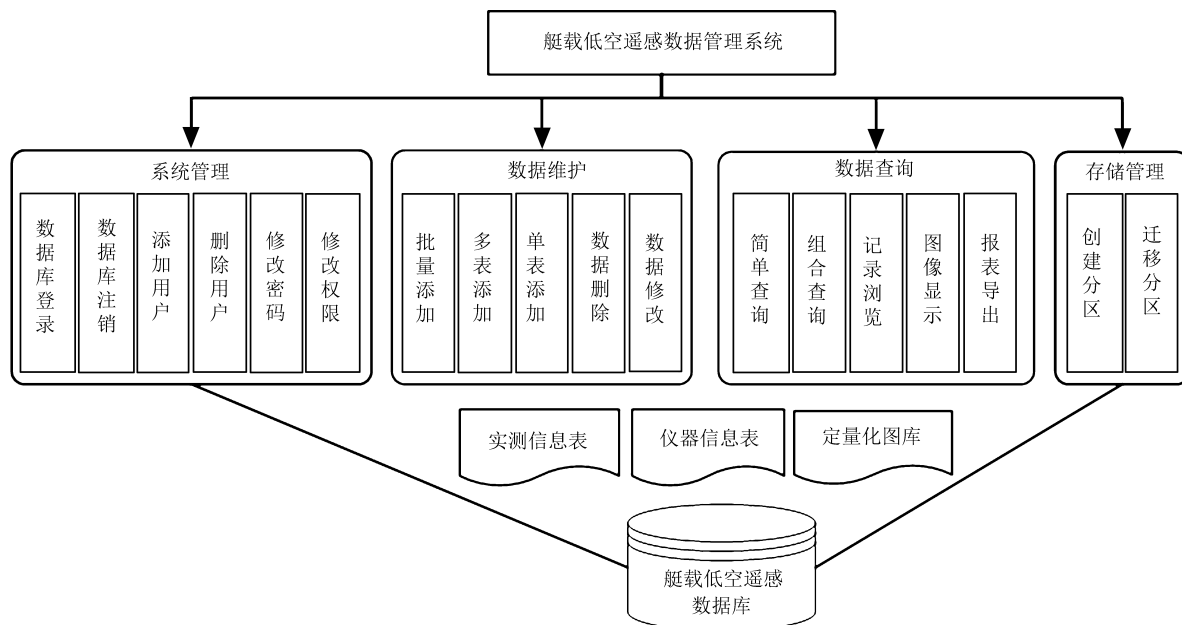


图 5 艇载低空遥感数据管理系统功能组成

Fig.5 Function components of the airship LARS data management system

4 数据管理系统实现

在系统设计基础上，利用 Visual C++ 开发客户端和服务端应用程序，在应用程序与数据库间采用 OLE 自动化服务器 (Oracle objects for OLE, OO4O) 作为中间接口，使得应用程序能够快速、准确地维护管理数据库。服务器端程序具有设计的所有功能，客户端程序仅具有用户登录和数据查询功能。



图 6 艇载低空遥感数据管理系统主界面

Fig.6 Main interface of the airship LARS data management system

图 6 为艇载低空遥感数据管理系统主界面，图 7、图 8 为实测信息管理和数据查询的操作界面，实测信息管理可对数据记录进行添加、删除、修改及批量添加，数据查询可根据查询条件筛选满足需要的数据记录，并提供图像浏览及信息导出功能。由于该系统主要对图像数据进行管理，信息采用类网页方式导

出, 即用户选择的记录信息以 Excel 表格存储, 记录中包含的图像数据则导出到与 Excel 表格同名的文件夹中, 并与记录号对应。

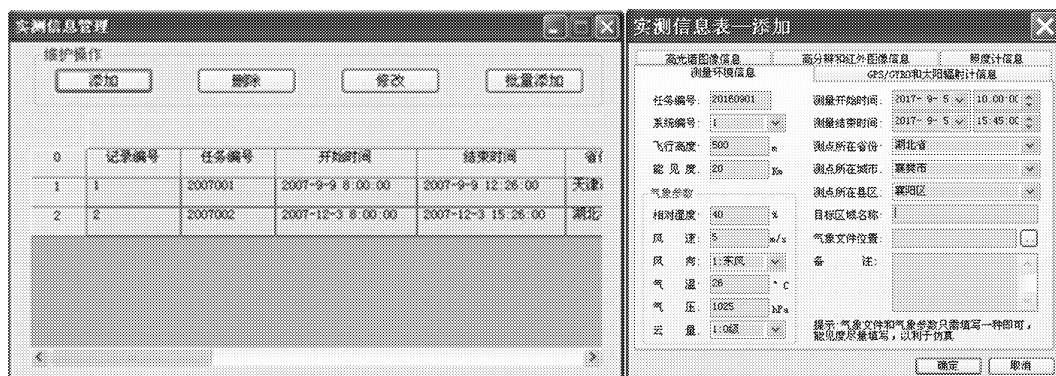


图 7 实测信息管理操作界面

Fig.7 Operation interface of the measured information management

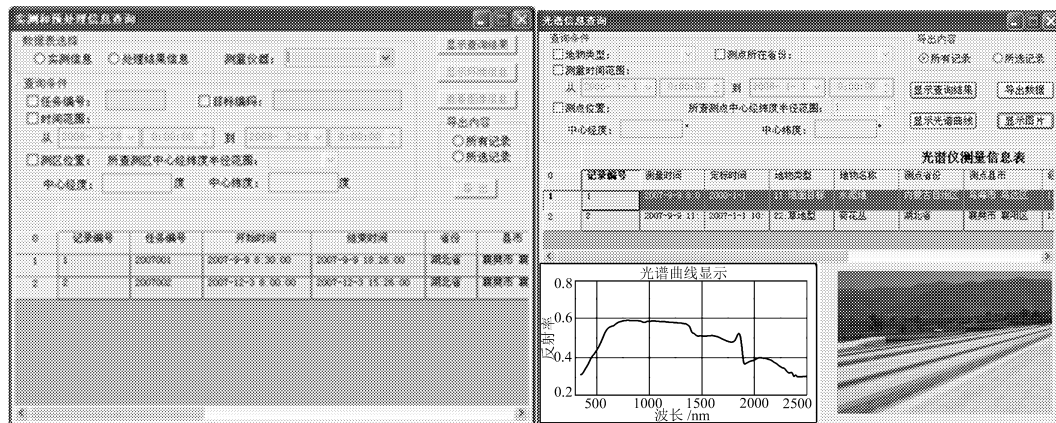


图 8 数据查询操作界面

Fig.8 Operation interface of the data query

为解决海量图像数据带来的存储压力, 艇载低空遥感数据库以任务编号为索引创建了范围分区表, 由于数据表的一个分区映射一个表空间对应一个数据文件, 系统使用如下的 SQL 语句对数据库进行更改, 将不同分区的数据文件迁移到不同的磁盘上, 实现了数据的复制备份和移动存储。

```
SQL>shutdown immediate
C:\copy 旧文件位置新文件位置
SQL>startup mount
SQL>alter database rename file '旧文件位置' to '新文件位置'
SQL>alter database open
```

5 结 论

针对艇载低空遥感测量系统数据量大、类型多样、时间跨度长的特点, 提出了一种数据组织与移动存储模型, 利用 Oracle 支持二进制大字段的优势, 采用数据分区迁移技术, 实现多源、海量图像信息的集成和移动存储。在此基础上, 成功构建了艇载低空遥感数据管理系统, 实现了信息的全面描述和有效管理,

为卫星图像仿真和多源遥感数据量化分析应用提供了一个综合化、专业化的数据共享平台。

参考文献：

- [1] Cui Hongxia, Lin Zongjian, Yang Hong, *et al.* Multiview photogrammetry using low altitude digital images from unmanned airship [J]. *Opto-Electronic Engineering*, 2008, **35**(7): 73-78(in Chinese).
崔红霞, 林宗坚, 杨 洪, 等. 无人飞艇低空数码影像多视摄影测量 [J]. 光电工程, 2008, **35**(7):73-78.
- [2] Calero D P, Peyaud A, Wal D, *et al.* Low altitude remote sensing [C]. *Proceedings of SPIE*, 2008, **7106**: 71061B.
- [3] Swain K C, Jayasuriya H P W, and Salokhe V M. Suitability of low-altitude remote sensing Images for estimating nitrogen treatment variations in rice cropping for precision agriculture adoption [J]. *Journal of Applied Remote Sensing*, 2007, **1**: 013547.
- [4] Samseemoung G, Soni P, Jayasuriya H P W, *et al.* Application of low altitude remote sensing (LARS) platform for monitoring crop growth and weed infestation in a soybean plantation [J]. *Precision Agric*, 2012, **13**: 611-627.
- [5] Quirós J J, Kho L R. Potential of low altitude multispectral imaging for in-field apple tree nursery inventory mapping [C]. *IFAC (International Federation of Automatic Control)*, 2016, 421-425.
- [6] Suzuki T, Meguro J, Amano Y, *et al.* Information Collecting System Based on Aerial Images Obtained by a Small UAV for Disaster Prevention [C]. *Proceedings of SPIE*, 2007, **6794**: 67942H.
- [7] Zhong Chunmei. Unmanned airship monitoring system for forest fireproofing based on electro-optical detecting [J]. *Ordnance Industry Automation*, 2015, **34**(3): 60-63(in chinese).
钟春梅. 基于光电探测的无人飞艇森林防火巡护系统 [J]. 兵工自动化, 2015, **34**(3): 60-63.
- [8] Kako S, Isobe A, Magome S. Low altitude remote-sensing method to monitor marine and beach litter of various colors using a balloon equipped with a digital camera [J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2012, **64**: 11561162.
- [9] Zhang Zhiwei. Research of Burning Straw Monitoring System Based on Low-altitude Remote Sensing Technology [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2016, **55**(2): 481-500(in chinese).
张志伟. 基于低空遥感技术的秸秆焚烧监控系统研究 [J]. 湖北农业科学, 2016, **55**(2): 481-500.
- [10] Liu Xiao, Yi Weining, Qiao Yanli, *et al.* Satellite borne optical remote sensor imaging simulation based on low-altitude remote sensing system [J]. *Infrared and Laser Engineering*, 2014, **43**(1): 217-255(in Chinese).
刘 晓, 易维宁, 乔延利, 等. 基于低空遥感系统的星载光学遥感器成像仿真 [J]. 红外激光工程, 2014, **43**(1): 217-255.
- [11] Zhang dongying, Yi Weining, Hong Jin. VNIR image simulation based on low-level flight image data [J]. *Chinese Optics Letters*, 2010, **8**(4): 1-3.