

海洋卫星数据处理系统的设计与实现

徐玉涓¹, 谭琳珊¹, 朱亚平¹, 王迪峰²

(1. 海军海洋水文气象中心, 北京 100161; 2. 国家海洋局第二海洋研究所, 浙江 杭州 310012)

摘要: 卫星遥感(技术)已经成为快速、大范围侦察与监视的有效的高技术手段。探讨了 FY 系列、NOAA 系列和 EOS/MODIS 系列等多卫星数据处理技术, 其中包括多卫星联合处理程序、数据库、Windows sockets 机制等。该系统能够自动为海上活动提供海表温度、叶绿素、悬浮泥沙浓度、海水透明度、潜艇光学隐蔽深度、植被指数等遥感数据, 满足海上活动对卫星数据的需求。

关键词: 卫星影像; 遥感图像处理; 业务处理系统; 海上应用

中图分类号: P228.3

文献标志码: B

文章编号: 1671-3044(2012)04-0054-03

1 引言

国外著名的海洋卫星数据处理系统有海洋色温遥感处理系统——TeraScan 系统, 能够接收 EOS/MODIS 系列卫星的数据, 并自动产生 1B 级和 2 级数据。同时, 能处理 S/L 波段扫描设备的数据。威斯康星-麦迪逊大学(在 NASA 赞助下)也已开发出一种国际 MODIS & AIRS 处理组件, 该组件有助于获取大气改正后的 1B 级数据和一部分 2B 级数据。其他商用遥感处理系统有 ERDAS IMAGINE、ENVI、PCI 等。另外, 许多学者致力于数据接收和处理算法, 以及特定卫星的实用系统, 如德国的 H J Lotz-Iwen (1999)^[1], 澳大利亚的 Arcot Sowmya (1999)^[2], 南非的 Stuart R Phinn (2000)^[3], Antita Herrmann (2000)^[4], H Staudenrausch (2001)^[5]等。

然而, 对来自于不同信息源的信息进行综合集成时, 仍存在很多技术问题, 比如模块化、标准化、网络连接以及子系统之间的集成等^[6]。此外, 各单元由不同的软件工程师设计而成, 从而导致一体化程度低, 互联互通能力差, 直接制约了各软件系统之间的综合集成。因此, 当前能够具有多卫星传感器数据自动接收与产出功能的实用系统鲜有记载。

目前我国已经在北京、青岛、宁波、湛江等地相继建设了多个海洋卫星遥感地面接收站, 用于接收海洋卫星数据。为了获取大范围、高质量的海洋资料信息, 需要一种实用的系统对多卫星数据进行同

步处理。实现互联、互通、互操作, 以达到资源互补的目的。它必须是一个一体化系统以集成不同人编写、面向不同卫星、用于获取不同数据的各种模型。为此, 本文开发了一个包含软件和硬件、能够自动实现整个流程操作的卫星数据处理系统。

2 系统的设计

2.1 系统建设目标

海洋卫星数据处理系统的建设目标是:

(1) 运用软件工程理论来实现软件的集成目标, 具体包括构建一个具有统一模型语言的目标导向系统、形成效用实例框图、程序表以及层级图;

(2) 构建一个卫星遥感平台。该平台包含从原始数据到 4A 级产品的整个过程中计算机信息网络的所有硬件和软件, 以及所有的处理模块和集成模块。

系统总的目标是: 在数据传输网络满足条件的情况下, 海洋遥感数据库能进行多站信息的自动发送、接收、入库及数据融合处理、验证分析, 为后续的海洋环境预报提供大面积、实时和可靠的数据源, 为逐步建立起基于卫星遥感资料的海洋环境数据库服务。

2.2 系统数据处理流程的设计

海洋卫星数据处理系统可用于处理从最开始接收的 0 级数据文件到最后的 4A 级文件, 这里的 4 级数据文件就是海洋因子和动态参数的组成部分。不同等级的数据文件含义见表 1。

表 1 系统输出数据的含义

数据等级	含义
L0	卫星地面站所接收到的原始数据
L1B	已滤除冗余信息,经过地理修正和辐射定标后的数据
L2A	自然地理要素信息数据
L3A	对 L2A 数据进行地球投影和数据重采样得到的单轨遥感专题产品
L3B	具有固定时间周期的多轨 3A 数据融合,且经过云替补得到的遥感专题产品
L4A	基于 L3B 数据的自然地理要素等值输出和海洋动态信息

首先,将原始数据处理成 3A 级文件。根据数据库的概念,从 0 级文件到 3A 级文件是一对多的关系。处理流程见表 2。

表 2 从 0 级文件到 3A 级文件处理过程的输出

卫星	0 级 文件数	1B 级 文件数	2A 级 文件数	3A 级 文件数
NOAA 12,14,15,16,17	1	1	1	3
FY-3	1	1	1	8
TERRA/AQUA	1	4	1	15

然后,根据文件的时间(5 天、10 天、15 天、1 个月)判断是否生成 3B 级文件。3B 级文件处理完成后即时启动 4A 级文件处理命令。

下面所述的从 3B 级文件到 4A 级文件的处理过程是面向海流和锋面等动态参数的。(这种情况下)如果复合时标不够长的话,由于云层的覆盖,将会有很大范围难以获得数据。考虑到数据丢失问题,使用 6 个 5 天(即一个月)的复合型 3B 级产品来生成等值线、流速、锋面等 4A 级产品。

3 系统实现的关键技术

3.1 操作控制的条件

使用 UML,即统一建模语言来设计卫星数据处理系统。

接收到从数据接收端传来的卫星 1B 级数据后,系统将按照处理流程调用相应的模型来分级产生并输出多种海洋相关特殊信息。首先,数据接收和前期处理设备产生各种传感器的 1B 级数据,然后将数据传输到该系统。一旦检测到新的数据文件,系统即会自动开始程序,以调用数十种不同的处理模型对多传感器同步处理数据进行融合,并最终输出 4A 级数据,最后将这些数据存入计算机硬盘(文件子系统)。整个流程是自动进行的。除极少数情况下系统管理员需要进行设定外,无需人工操作。

3.2 抽象模型的展开图

针对上述功能的需求,对下层系统进行详细设计。为避免系统过于复杂,首先定义了一套主体组件(就是 UML 中所谓的“打包”^[7]),作为整个控制系统的核心。

在服务器中,将 SERV 定义为一种控制系统,其功能是按既定流程控制整个卫星数据处理系统。SERV 发送指令调用 4 个客户端程序(LPRO_CLIENT, XPRO_CLIENT, THRD_CLIENT 和 OUT_CLIENT),以陆续启动处理模型来完成数据传输和处理任务。具体地说,LPRO_CLIENT 主要负责启动处理模块以输出 L 波段 2A 级数据;XPRO_CLIENT 用来输出 X 波段 2A 级数据;THRD_CLIENT 用来输出 3A 级卫星专题产品;OUT_CLIENT 用来合成多卫星产品和等值线产品。

4 系统功能

建立完备的海洋环境数据平台的关键是海洋环境参数的获取,具备实时监控海区空间环境,反演海洋环境参数的能力,从而为提高综合保障能力提供支持^[8]。本系统正是通过对海洋卫星数据接收处理的设计,通过对 EOS/MODIS、NOAA、FY-1 系列及 HY 卫星等实用卫星的实时 1B 级数据的接收处理,及时输出 2 级、3 级和 4 级等多种遥感数据,从而获取了大范围、高质量的海洋资料信息,构建了一个能够提供环境参数信息、海洋光学信息和水文气象信息的数据库。目前系统经过几年的运行,在业务化应用和科学研究等方面发挥了巨大的作用。该软件系统安装完成后,能够与日常水文气象保障平台中原有的软硬件兼容,并达到了互联、互通、互操作的目的,实现了和其他信息资源互补的目标,并能够为未来海洋遥感和 3S(全球定位系统,地理信息系统,遥感)^[9-11]一体化系统提供平台和数据库。实现了一种系统对多卫星数据进行同步处理的目标。图 3、图 4 为该系统的两种输出产品。

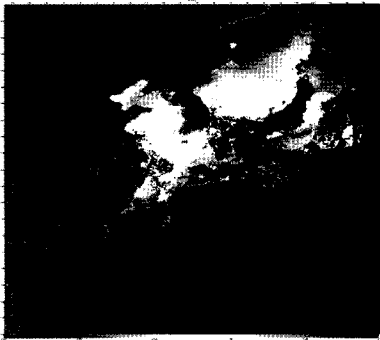


图 3 2010 年海表温度 3B 级月融合产品

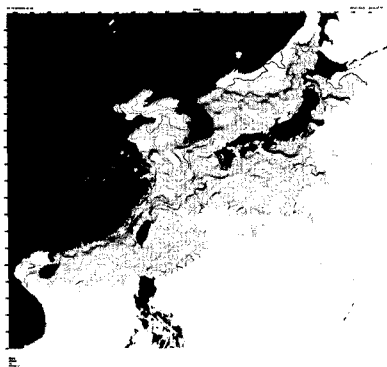


图4 2011年海表温度4A级月融合等值线产品

5 结束语

通过综合运用软件工程思想和其他一些程序设计技术,以设计优良的软件和硬件,成功设计实现了卫星数据处理系统。每天能够接收处理从0级到4A级的卫星遥感数据。该系统集成了多台计算机,能够实时对多卫星数据进行稳定地同步处理,实现了海量卫星数据的自动发送、接收、入库及数据融合处理、验证分析管理。系统具备实时监视海区的空间环境,反演海洋环境参数的能力,为海洋环境预报提供了大面积、实时和可靠的数据源。为提高海洋综合保障能力提供了不可或缺的支持。其进一步的改进目标是在同一系统中对多卫星多层次数据的自动处理,充分发挥整个系统的能力,显著地提升遥感数据处理的效能。

参考文献:

[1] H J Lotz-Iwen, W Markwitz, G Schreier. Development of

multi-mission satellite data system at the German remote sensing data centre [J]. *Adv. Space Res.*, 1998, 22 (11): 1573-1576.

[2] Arcot Sowmya, John Trinder. Modeling and representation issues in automated feature extraction from aerial and satellite images [J]. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 2000, 55: 34-47.

[3] Stuart R Phinn, et al. Optimizing Remotely Sensed Solutions for Monitoring, Modeling, and Managing Coastal Environments [J]. *REMOTE SENS. ENVIRON.*, 2000, 73: 117-132.

[4] Antita Herrmann, Thomas Schöning. Standard Telemetry Processing-an object oriented approach using Software Design Patterns [J]. *Aerosp. Sci. Technol.*, 2000, 4: 289-297.

[5] H Staudenrausch, W A Fliigel. Development of an Integrated Water Resources Management System in Southern African Catchments [J]. *Phys. Chem. Earth (B)*, 2001, 26 (7-8): 561-564.

[6] 刘玉洁, 杨忠东. MODIS 遥感信息处理与算法 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.

[7] Lisa Cingiser DiPippo, Lynn Ma. A UML package for specifying real-time objects [J]. *Computer Standards & Interfaces*, 2000, 22 (5): 307-321.

[8] (美) Martin, S. 海洋遥感导论 [M]. 蒋兴伟, 等译. 北京: 海洋出版社, 2008.

[9] 梅安新, 彭望禄. 遥感导论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001 (2006 重印).

[10] 李 军, 蒋红燕, 郭晋宁, 等. 海岸带卫星影像的处理和应用研究 [J]. *海洋测绘*, 2010, 30 (4): 44-47.

[11] 李 军, 宋海英, 李海滨, 等. 卫星遥感接收数据的管理与软件开发 [J]. *海洋测绘*, 2009, 29 (4): 70-73.

The Design and Realization of a Satellite Data Processing System for Marine Application

XU Yumei¹, TAN Linshan¹, ZHU Yaping¹, WANG Difeng²

(1. Navy Marine Hydrometeorological Center, Beijing 100161, China;

2. Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou 310012, China)

Abstract: Satellite remote sensing has been a useful high technology of fast and large-scale measurement for observation and inspection day by day. The paper discussed the data processing technique for multi satellites, such as FY, NOAA14/15/16/17 and EOS/MODIS, including multi satellite combination processing programs, database, Windows sockets mechanism etc. As the system can automatically provide the remote sensing products for marine application, such as sea surface temperature, chlorophyll, suspended material, secchi disc depth, optical disappearance depth, vegetation index and so on, marine requirements of satellite data are basically fulfilled.

Key words: satellite image; remote sensing image processing; operational processing system; marine application