

省域 GMS 卫星遥感图象 处理系统

刘 文 王以琳 张 璇

(山东省气象科学研究所, 济南 250031)

提 要

利用卫星资料接收系统获取的 GMS 卫星多通道 1:1 原始图象资料,建立了省域范围较高分辨率的 GMS 卫星图象处理系统。介绍了系统的结构、功能、特点及图象定位、红外图象重采样、省域地理信息叠加等关键技术。对山东省域的 GMS 图象进行处理表明,生成的图象直观清晰,定位准确,具有较高的图象质量。

关键词: GMS 图象 重采样 资料处理 图象处理 软件系统

引 言

日本静止气象卫星(GMS)播发的多通道云图资料,在天气分析预报特别是灾害性天气监测方面发挥了重要作用。由于 GMS 卫星空间分辨率较低(星下点分辨率红外通道仅为 5km),因此对小区域卫星遥感图象的处理,显得力不从心。如若分析省域范围内地表或云层特征时,由于在卫星原始扫描图象上所占面积很小,以此分辨率根本无法在卫星图象上迭加行政边界或其它地理信息。可见光通道虽具有星下点 1.25km 的分辨率,但由于卫星播发的简化定位网格数据以红外通道扫描线数、像素数给出,红外通道一个像素代表了可见光通道 16 个像素的面积,因此,对可见光通道资料进行较精确的定位也比较困难。大多数静止气象卫星资料接收处理系统对抽样率为 1:1 的可见光通道图象并不进行投影变换处理,仅显示卫星原始扫描图象。我们在国家卫星气象中心研制《静止气象卫星中规模资料利用站 CMAPPS 软件系统》^[1]的基础上,就省域范围静止气象卫

星遥感图象的处理方法进行了探讨,建立了省域 GMS 卫星遥感图象处理系统。以下对该系统的结构、功能、处理方法及特点作一介绍。

1 系统简介

该系统利用 CMAPPS 系统接收 GMS 卫星 1:1 抽样率红外(含分裂窗)、水汽、可见光通道原始图象资料,通过对 GMS 原始图象定位、红外图象重采样、可见光图象投影、省域地理信息迭加等处理,生成小区域可见光、红外、水汽等通道的卫星遥感图象产品。软件由产品处理和产品展示两部分组成。产品处理部分软件以 DOS 操作系统下 Turbo C2.0 语言环境开发,产品展示部分在 Windows 95 系统下 Visual Basic 4.0 环境开发。软件系统在 Windows 95 环境下运行。

2 主要功能

产品处理软件用于完成对省域范围卫星观测数据的处理,经加工生成各种图象产品。其主要功能包括:

① $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 定位网格计算。由卫星播

发的红外定位网格信息,采用区域曲面拟合方法,建立卫星定位拟合方程。利用此方程,以0.5度间隔,重新计算红外定位网格数据。

② 太阳高度计算。以 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 网格计算卫星观测时次的各地太阳高度角。

③ 红外图象处理。对红外图象(包括分裂窗、水汽通道)进行定位、重采样、投影等处理,生成红外图象产品。

④ 可见光图象处理。对可见光图象进行定位、投影、太阳高度订正等处理,生成可见光图象产品。

⑤ 省域地理信息叠加。对生成的卫星图象叠加地形、市地行政边界等地理信息。

产品显示软件完成处理加工后图象产品的显示。其主要功能包括:

① 图象显示。显示处理生成的省域范围红外、水汽、可见光图象产品。

② 各种图象加色标。

③ 图象定标。对红外、水汽、可见光等图象产品进行定标,随鼠标移动,资料显示窗动态显示象元地理位置、亮温、反照率等。

④ 图象输出。调用 Windows 画笔功能,完成各种图象的打印输出。

系统流程结构见附图。

3 技术方法

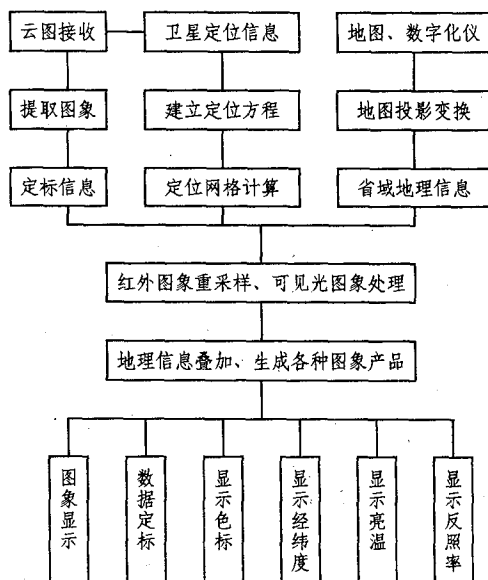
3.1 数据格式简介

3.1.1 原始图象文件

第一行为标识行,记录卫星扫描数据的时间、星标、通道及原始图象文件的行宽、列宽、起始行列在卫星图象坐标中的行列号等信息,从第二行开始为卫星扫描的原始数据。

3.1.2 简化网格定位文件 PSMB.DAT

该文件以 60°N 、 80°E 开始, 60°S 、 160°W 结束,按自西向东,自北向南的顺序,以 5° 间隔给出625个标准定位网格点对应于本时次红外通道坐标定位数据(扫描线数 L 、象素数 P),为一个完整的 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 网格点定位数据。



附图 系统流程图

3.1.3 定标信息文件 CALIB.DAT

该文件自257~4352字分别是4个可见光通道、红外、分裂窗、水汽通道的定标表^[2],即灰度值与反照率(或亮温)变换表。每一灰度用一个长整数表示,占4字节。

3.2 投影方式的选取

由于小区域内等经纬度投影带来的几何变形不大,为使图象象素与地理位置的对应关系简单化,省域范围内遥感图象处理应首选此种投影。我们选用1分(经度) \times 0.75分(纬度)分辨率,区域范围为10度(经度) \times 5度(纬度),图象尺寸为 600×400 。

3.3 图象定位方法

由于地球曲率和卫星对地球观测角的变化,卫星扫描象素点分辨率随经、纬度呈非线性分布,线性内插定位必然带来较大误差。文献[3]给出的基于 3×3 网格的区域曲面拟合方法充分考虑了卫星图象分辨率随经、纬度的变化,其数学意义和物理意义更符合实际,具有较高的定位精度。就山东区域而言,其地

理位置位于 34.2°~38.2°N、114.7°~122.7°E 范围,共涉及 3×4 个定位网格点。因此可直接在包含山东在内的 3×4 网格区域,即在 30°~40°N、110°~125°E 的 10°×15°矩形域上利用 PSMB.DAT 数据构造多项式曲面拟合方程:

$$\begin{cases} X(\lambda, \varphi) = \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 a_{ij} \lambda^i \varphi^j \\ Y(\lambda, \varphi) = \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 b_{ij} \lambda^i \varphi^j \end{cases} \quad (1)$$

λ, φ 是该区域内任意给定点的经、纬度坐标, $X(\lambda, \varphi), Y(\lambda, \varphi)$ 为实数,是该点卫星红外图象在原始卫星图象坐标中的坐标值。

对于可见光图象,则根据可见光图象坐标与红外图象坐标的关系由下式计算:

$$\begin{cases} L_{VIS} = 4(X_{IR1} - 1) + 2.5 \\ P_{VIS} = 4(Y_{IR1} - 1) + 2.5 \end{cases} \quad (2)$$

3.4 红外图象重采样

静止气象卫星的星下点分辨率红外通道为 5km,其信息量仅为可见光资料的 1/16。为了与高分辨率可见光资料相匹配,同时便于小区域内遥感资料、地理信息等综合分析,必须对红外图象进行重采样。

遥感图象重采样主要用于纠正远离星下点象元的几何形变,在遥感图象处理中有广泛的应用。为了得到小区域高质量的静止气象卫星红外图象,我们假定卫星在星下点附近具有较高的分辨率,待处理图象位于卫星扫描边缘,采用双线性法^[4]进行红外图象重采样计算。它的计算量不大且有较高的图象质量。给定任一点的经、纬度值(λ, φ),先由式(1)计算出在卫星原始图象中的坐标 X, Y ,由附表可确定与其相邻的卫星原始图象象元的像素数 P 、扫描线数 L 、图象强度 G 。则在 X 方向上的采样值为:

$$f_i(x) = G_{1i} + (G_{2i} - G_{1i})(x - L_{1i}) \quad (3)$$

再对 $f_1(x), f_2(x)$ 在 Y 方向进行采样得到

该点重采样后的图象强度为:

$$f(x, y) = f_1(x) + [f_2(x) - f_1(x)](y - P_{11}) \quad (4)$$

附表 采样点相邻 4 个象元点的参数值

位置	扫描线数	像素数	图象强度
左上角	$L_{11} = \text{INT}(X)$	$P_{11} = \text{INT}(Y)$	G_{11}
右上角	$L_{12} = \text{INT}(X)$	$P_{12} = \text{INT}(Y) + 1$	G_{12}
左下角	$L_{21} = \text{INT}(X) + 1$	$P_{21} = \text{INT}(Y)$	G_{21}
右下角	$L_{22} = \text{INT}(X) + 1$	$P_{22} = \text{INT}(Y) + 1$	G_{22}

3.5 可见光通道数据订正

卫星可见光通道的观测值,随太阳高度角的变化而变化。为了消除观测时次、象元地理位置不同带来的影响,获取真实的反照率,用以下公式进行订正:

$$R = \text{ref} / \sin(h) \quad (5)$$

其中, R 为订正后的反照率, ref 为灰度推算出的反照率, h 为太阳高度角。

3.6 地理信息叠加

省域行政区、县界底图在 AUTO CAD 系统支持下,用数字化仪将地理行政边界的 X, Y 坐标输入计算机,然后根据地图投影原理,确定各图形节点的经、纬度值,一系列节点坐标形成地理图形文件。由卫星云图象素点与地理坐标的关系,完成遥感图象与地理信息的叠加。

3.7 遥感图象显示

GMS 图象红外资料 8Bit,对应 0~255 灰度,可见光资料 6Bit,对应 0~63 灰度,所以图象显示以 256 色模式就可以了。为了快速显示所生成的 GMS 图象,先将卫星图象文件和预先设置的调色信息转换为 256 色 BMP 图象文件,然后在 Windows 环境下直接调用位图图象进行显示。

4 系统特点

4.1 系统结构合理。软件采用结构化、模块化设计,程序易读易懂;处理部分和显示部分相互独立,易于扩充和再开发。通过

Windows 系统的 PIF 编辑器,使各部位软件有机地结合在一起,构成整个软件系统。

4.2 用户界面友好。系统采用中文 Windows 界面,具有界面美观、中文提示、鼠标操作等优点,使用户操作得心应手,也适合于非专业人员使用。

4.3 显示直观。图象产品可直观地显示省域范围下垫面或云层结构与分布,资料显示窗随鼠标移动,动态显示象元地理位置、亮温、反照率等信息,用户使用一目了然。

4.4 处理速度快。由于系统在资料处理过程中采用了两种优化措施,大大缩短了系统处理时间,一次处理可在几秒钟内完成。一是在图象定位时采用曲面拟合与双线性内插相结合的方法,即首先用曲面拟合方法利用标准 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 定位网格,计算生成 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 网格定位数据,然后再用双线性内插法进行定位,减少了计算量。二是由于系统处理部分软件在 DOS 环境下开发,有限的内存管理给庞大的卫星原始数据处理带来了困难,反复读取硬盘必然消耗大量时间。为缩短系统处理时间,我们采用“分片”读取、“分片”处理的方法(即一次性读取 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 区域的卫星原始图

象,将此区域数据一次性处理完毕),大大提高了系统工作效率。

5 应用与讨论

5.1 为了直观地显示山东及附近区域云层或下垫面结构,我们利用本系统对 $33.5^{\circ} \sim 38.5^{\circ}N$ 、 $113^{\circ} \sim 123^{\circ}E$ 区域的卫星图象进行了处理,结果表明,生成的图象产品定位准确,直观清晰,具有较高的质量,说明此系统是完全可以靠的。

5.2 本系统适用于对小区域卫星图象感兴趣的场合,如省域范围地表特征监测、中小尺度云的监测及人工影响天气等。

参考文献

- 1 国家卫星气象中心. 静止气象卫星中规模资料利用软件系统用户手册,1995.
- 2 徐建平,许健民. GMS-5 卫星资料的变化和应用. 气象,1995,21(6):53~56.
- 3 刘文. GMS 环境遥感卫星导航方法探讨. 遥感信息,1997,(2).
- 4 王茂新等. 关于 NOAA/AVHRR 图象重采样及投影方法的研究. 气象卫星遥感技术为农业服务应用研讨会文集. 1996.

Regionla GMS Image Processing System

Liu Wen Wang Xilin Zhang Xuan

(Shandong Meteorological Institute, Jinan 250031)

Abstract

Using the GMS-5 multichannel data by the CMAPPS, high resolution image processing system in Shandong area was established. The structure, functions and features of the software system were described. The key technologies including the GMS image position, sampling of infrared data and overlying of regional geographical information were discussed. Using the software system, the GMS image pictures in Shaddong area were processed. The result shows that the pictures are clearcut, and they are of high quality.

Key Words: GMS image sampling of data data processing image processing software system