

高光谱影像预处理技术

杨燕杰, 赵英俊, 秦凯, 陆冬华

核工业北京地质研究院遥感信息与图像分析技术国家级重点实验室, 北京 100029

摘要 以核工业北京地质研究院遥感重点实验室获取的高光谱数据 CASI/SASI 的处理为例, 总结了高光谱数据处理技术的流程、具体技术细节和技术点, 并根据数据处理中存在的问题, 例如高光谱数据量大、处理时间长、影像的拼接困难等, 阐述了对高光谱影像预处理中所存在问题的相关对策, 为高空间分辨率的高光谱数据预处理提供了较好的应用范例和技术支撑。

关键词 高光谱; 预处理; CASI/SASI

中图分类号 P23

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2013.09.011

Preprocessing Techniques for Hyperspectral-images

YANG Yanjie, ZHAO Yingjun, QIN Kai, LU Donghua

National Key Laboratory of Remote Sensing Information and Image Analysis Technique, Beijing Research Institute of Uranium Geology, CNNC, Beijing 100029, China

Abstract This paper discusses the processing of the CASI/SASI hyperspectral-image data obtained by Beijing Research Institute of Uranium Geology. The process flow, the technical details and the technical points of the hyperspectral processing are summarized. The problems of the hyperspectral data processing, such as the large hyperspectral data amount, the long processing time and the image stitching difficulties are discussed and the related countermeasures are proposed. A better application model and the technical support are provided for high spatial resolution hyperspectral data. The airborne hyperspectral images would be distorted due to the effect of the terrain, so the high resolution DEM data should be treated by orthorectification. Under different conditions when the ground images are obtained from the equipment on the plane, the same object on two images would have different colors, so the color difference should be eliminated. A great number of tests show that the CROSS model of the ENVI software can eliminate the color difference. As the space and spectral resolutions of the hyperspectral images are improved, the data volume increases. So the problem of the large volume data would add more difficulties and slow the speed of the hyperspectral image disposition. The spare time of the airborne hyperspectral images acquisition procedure should be used to do some work of the hyperspectral image pre-process. The characteristic bands are used to do the re-sampling of the hyperspectral images, which can improve the efficiency and increase the extraction speed of the hyperspectral images.

Keywords hyperspectral; preprocessing; CASI/SASI

0 引言

高光谱数据量大^[1,2]、处理时间长,需要的参数较多,因此在处理技术上比传统的遥感影像难度大。为增强高光谱数据的处理速度和质量,需要在技术和处理流程上有所改进。特别是高光谱数据的预处理,它是高光谱影像处理的基础^[3],直接影响后续的信息提取结果。核工业北京地质研究院遥感国家重点实验室从国外引进了先进的高分辨率(空间分辨率 1~2m)航空高光谱影像(成像光谱)获取设备 CASI/SASI^[4]和高分辨率(空间分辨率 1m)航空激光雷达设备(可以获取地面高程数据(DEM)),从而实现了基于高精度 DEM 数据的高光

谱影像高精度的正射校正(表 1)。本文基于 CASI/SASI 高光

表 1 获取 DEM 数据与高光谱影像数据的仪器参数
Table 1 Parameters of instruments used for the DEM and hyperspectral image data

设备名称	规格型号	精度等级	测量范围	产地
航空激光雷达测量系统	ALTM-Gemini 3100	2~30cm	167kHz	加拿大
成像光谱仪	CASI	2.3nm	380~1050nm	加拿大
成像光谱仪	SASI	15nm	950~2450nm	加拿大

收稿日期: 2012-10-08; 修回日期: 2013-02-15

基金项目: 中国地质调查局地质调查工作项目(1212011120899)

作者简介: 杨燕杰, 工程师, 研究方向为遥感图像处理, 电子信箱: yanjiayang1983@163.com; 赵英俊(通信作者), 研究员, 研究方向为遥感图像分析, 电子信箱: 13661367932@139.com

谱数据的预处理及其中存在的问题,提出了一些处理方法和改进性的建议。

1 CASI/SASI 数据处理

CASI/SASI 影像的预处理过程整体流程如图 1 所示,主要包括辐射校正、正射校正、几何校正和大气校正。

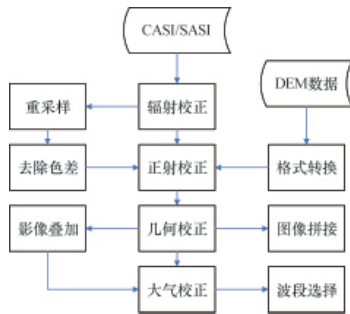


图 1 CASI/SASI 影像预处理流程

Fig. 1 Preprocessing of CASI/SASI image

正射校正所需要的 DEM 数据源有两种,一是核工业北京地质研究院遥感信息与图像分析技术国家级重点实验室利用航空激光雷达数据生成的高分辨率 DEM 数据,二是从网上下载的 30m 分辨率免费 DEM 数据。一般情况下,高分辨率的 DEM 数据用于正射校正,但有时为了提高处理速度或在没有高分辨率 DEM 数据的情况下,可以利用 30m DEM 数据进行正射校正。在利用 DEM 数据之前,需要将 DEM 数据转换为 .gpn 文件,这样才能被 CASI/SASI 高光谱影像的预处理软件 ITRES 识别。为了获取整个区域的真彩色影像,需要在辐射校正之后对影像重采样,获取真彩色三波段影像,进行去除色差处理,将色差处理后的影像进行正射校正,其后进行几何校正,最后进行彩色影像的拼接,生成全区的真彩色影像。SASI 影像的几何校正以 CASI 拼接后的全区真彩色影像为底图。在对 CASI 和 SASI 全部波段影像进行几何校正之后,可以分别对 CASI 和 SASI 进行大气校正,也可以将两者进行叠加后再进行大气校正。各步骤具体内容如下。

1.1 软件设置

辐射校正的结果是将原始数据 .raw 转换为 .pix 格式,这种数据表现形式是 DN 值。CASI/SASI 的大部分预处理工作在 ITRES 软件中进行,因此需要先安装好 ITRES 软件。首先将 Itres 安装文件夹拷贝至 C 盘根目录下,然后右击 proMgr.bat,点击“编辑”,打开记事本窗口,根据文件目录对相关文件进行设置。设置完成后,双击 proMgr.bat 打开辐射校正的参数设置界面,对具体的参数进行设置。辐射校正一般采用批处理的方式,这种方式处理速度较快。但是在利用高分辨率的 DEM 进行正射校正时,由于 DEM 数据量较大,而 ITRES 最大只可以处理 3GB 的数据量,因此每次只能选择 1 或 2 个文件进行操作。

1.2 正射校正

核工业北京地质研究院科研人员经过多次试验,突破了

原有的技术瓶颈,实现了在原始数据预处理的过程中依据 DEM 数据完成 CASI/SASI 影像的正射校正。在没有 DEM 的情况下,CASI/SASI 影像利用 ITRES 进行几何校正的效果不理想,条带接缝处的变形较大,难以实现条带间的无缝拼接,因此需要利用 DEM 对其进行几何正射校正,消除地形变化对影像的影响,从而达到图像拼接的理想效果。在几何校正的过程中,利用的是激光雷达数据生成的高空间分辨率(1m)的 DEM 数据,这种数据可以较好地校正航空成像光谱影像中由地形变化造成的变形。

由于影像的正射校正操作是在 ITRES 软件中进行的,所以在利用 DEM 进行正射校正之前,需要将 DEM 数据的格式进行转换,将二进制文件转换为栅格文件。在 DEM 格式转换的过程需要注意处理结果的数据量,即处理后生成结果的数据量不能大于 3GB,如果超过该数据量,软件将会生成错误结果,后续操作过程不能利用。将转换格式后的 DEM 数据的 .gpn 文件拷贝至 CASI/SASI 原始数据目录中的 aux_data 文件中。其中 DEM Channel 应选择 none,否则 DEM 数据将会成为最终生成影像的 1 个波段,不利于后续的光谱分析操作。

在完成正射校正之后,将校正好的影像用于整个研究区的图像拼接处理和信息提取工作,通过对比发现,正射校正后的影像比未经过正射校正的影像的拼接效果明显改善。

将 30、5 和 1m 分辨率的 DEM 数据正射校正效果进行对比分析,发现 DEM 数据的分辨率越高,正射校正的效果越好。由于正射校正后的影像减少了地形变化对图像的影响,可以实现 CASI 与 SASI 影像的叠加操作,从而完成影像的全波段分析,提高了像元信息提取的精度。在正射校正工作完成之后,要逐个条带地进行结果检验工作,以确保数据正射校正的效果和精度。对存在问题的条带,根据问题的类型寻找解决方案,或对影像重新处理。在正射校正的过程,最需要注意的是 CASI/SASI 数据相对应的 DEM 数据的选取工作,有些单个 DEM 条带与 CASI/SASI 影像条带并不能完全吻合(没有 DEM 的部分会出现影像变形或错位),在这种情况下需要将 2 或 3 个条带拼接以实现 DEM 数据覆盖整个 CASI/SASI 条带。但是,3 个条带的 DEM 的数据量过大,CASI/SASI 数据的预处理软件有时不能进行操作,因此如果是用 3 个条带进行正射校正,可以先将 3 个条带的 DEM 拼接,然后根据 CASI/SASI 的影像范围对拼接好的 DEM 数据进行剪切,减少数据量,以便于后续处理。

1.3 条带拼接中的色差去除

由于各个条带间拍摄的时间不同,造成大气状况和太阳高度角也存在差异,从而造成各个条带拼接过程中接缝处两侧的颜色存在明显差异,使出图效果较差。经过多次试验之后,发现利用 ENVI 的 CROSS-Track Illumination Correction 模块^[9]消除色差的效果较好,色差去除操作在影像进行正射校正之前进行,通过这种方法处理后的影像色差不明显,出图效果较好。另外,正射校正的过程中引入 DEM,可以去除地形变化引起的影像变形,实现各个条带的无缝拼接。消除色差

和变形的具体操作流程如图 2 所示。

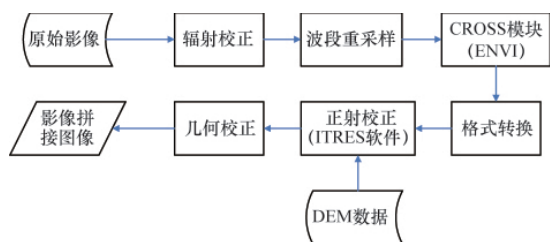


图 2 色差消除与几何校正流程

Fig. 2 Chromatic elimination and geometric correction

在消除色差的过程中需要进行一系列的格式转换,原始文件是已经过辐射校正而未进行正射校正的文件,重采样生成真彩色三波段影像,然后采用 CROSS,将消除色差后的影像转换为 .bip 文件,再转换为 .pci 文件,将文件名改与 ITRES 的 .pix 文件一样的名字,利用 ITRES 重做几何校正。

1.4 几何校正

有时同一条带的 CASI 与 SASI 影像之间在正射校正后也会存在一定的位移,如果不进行几何校正,在信息提取结果的叠加过程中会产生位置不匹配的问题。因此需要利用同一底图(可以选择高空间分辨率的激光雷达影像或其他遥感影像)对 CASI 和 SASI 进行几何校正,消除存在的位移问题。在几何校正之前,需要根据 CASI 和 SASI 的分辨率对底图进行重采样,使底图的重采样分辨率,与被校正影像的分辨率相同。在选取控制点的过程中应尽可能使控制点分布均匀,在保证误差较小的情况下,控制点越多越好。选取控制点的最好方法是利用图像处理软件的自动选点工具,这是因为人工选点往往误差较大,且用时较长。如果条带间的位移是平行的,也可以通过修改头文件的方式进行几何校正。

1.5 CASI/SASI 叠加操作

为了信息提取工作中对影像像元进行 380~2450nm 全波段分析,需要将 CASI(380~1050nm)和 SASI(950~2450nm)进行叠加处理,在操作过程中保留 CASI 的全部波段,去除 SASI 中与 CASI 重合光谱范围内的波段和受水汽影响较大的坏波段。叠加后的影像象元分辨率设置为与 SASI 相同的分辨率。叠加影像的范围应当只保留 CASI 与 SASI 影像的重叠部分,这一步操作有利于影像的信息提取,加快了数据处理速度,但是由于在数据叠合过程中降低了 CASI 数据的分辨率,损失了一定的信息量。

1.6 大气校正

一般情况下,CASI 和 SASI 影像是分别进行大气校正的。但在 CASI 和 SASI 叠加为 1 个文件后,可以同时大气校正,这样可以提高数据处理速度,并有利于后续的信息提取工作。大气校正采用地面实测的黑白地物的光谱曲线对影像进行经验线性校正,这种方法的校正效果较好。如果要提高数据处理速度,又对大气校正的要求不是太高,也可以采用 ENVI 中的快速大气校正方法。如果只是利用 CASI 或 SASI 做 MNF 分析,提取地表各种地物的界线,则不需要对影

像进行大气校正。

2 大数据量航空高光谱遥感处理

在总计 2800km² 区域的高光谱影像数据预处理中,各个过程的处理总量超过 4000GB,工作机时超过 1500h。如果利用 3 台工作站(24GB 内存)进行运算,每天连续工作 12h,需要 40 多天才能运算完成。可以看出,高分辨率高光谱数据处理量大、耗费时间长,需要改善处理方法,加快处理速度,为航空高光谱的大规模应用提高技术提供支撑。

因此,根据 CASI/SASI 数据的特征,提出以下建议:数据处理与数据获取同步进行,充分利用航飞的空余时间;在工作区直接完成数据的预处理和信息提取工作,便于野外验证;只选取特征波段区间的波段影像数据用于数据处理和信息提取,减少处理的数据量。

3 结论

航空高光谱由于地形的影响,其影像的变形较大,需要高精度 DEM 进行正射校正,从而便于不同条带影像的拼接处理。由于各个条带影像的获取条件存在差异,在拼接时造成不同条带同一种地物的色调差异,因此在预处理的过程中需要将各个条带的色差消除。多次试验发现,ENVI 的 CROSS 模块对原始影像的色差处理较好。高光谱影像的空间分辨率和光谱分辨率的提高使得所需处理的数据量呈几何数级增长,从而增加了处理的难度,降低了处理速度。因此,在航空影像的获取过程中,应充分利用空闲时间,并利用特征波段,在预处理开始时中对原始影像进行波段重采样操作,仅利用少数波段进行后续信息提取操作,从而提高数据处理的效率和速度。

参考文献 (References)

- [1] 童庆禧,张兵,郑兰芬. 高光谱遥感 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 334-339.
Tong Qingxi, Zhang Bing, Zheng Lanfen. Hyperspectral remote sensing [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006: 334-339.
- [2] 张良培,张立福. 高光谱遥感[M]. 北京: 测绘出版社, 2011: 1-3.
Zhang Liangpei, Zhang Lifu. Hyperspectral remote sensing [M]. Beijing: Surveying and Mapping Press, 2011: 1-3.
- [3] 杨燕杰,赵英俊. 航空成像光谱的蚀变信息提取技术[J]. 科技导报, 2011, 29(23): 57-61.
Yang Yanjie, Zhao Yingjun. Science & Technology Review, 2011, 29(23): 57-61.
- [4] 杨燕杰,赵英俊,刘德长,等. 富二价铁岩石信息提取及在铀矿勘查中的应用[J]. 测绘科学, 2011, 36(5): 77-78.
Yang Yanjie, Zhao Yingjun, Liu Dechang, et al. Science of Surveying and Mapping, 2011, 36(5): 77-78.
- [5] 沈焕锋,钟燕飞,王毅,等. ENVI 遥感影像处理方法[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2009: 190-191.
Shen Huanfeng, Zhong Yanfei, Wang Yi, et al. The ENVI remote sensing images process methods [M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2009: 190-191.

(责任编辑 孙秀云,马骁骁)