

遥感影像云团和云影检测与去除

田养军¹, 薛春纪²

(1. 长安大学 地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054; 2. 中国地质大学 地质工程与矿产资源图像重点实验室, 北京 100083)

摘要: 以图像处理和分析理论为依据, 建立了云团、云影图像模型和区域恢复模型, 并采用阈值法对图像分割。用1988年TM遥感影像对2002年ETM遥感影像中云团及云影进行去除试验, 再现云团和云影区地物特征, 提高遥感影像数据的可用性。结果表明, 使用阈值法并利用直方图形态分析选取阈值、检测云团和云影的计算方法简单且效果好; 选取合适的两遥感影像灰度平均值之比, 可以得到理想的恢复效果, 再现云团和云影区地物特征, 达到提高遥感影像的可用性。

关键词: 遥感图像; 云团; 云影; 检测; 去除

中图分类号: TP751.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2007)03-0300-04

Detection and Removal of Clouds and Their Shadows from Remote Sensing Images

TIAN Yang jun, XUE Chun ji

(1. School of Earth Sciences and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 2. Key Laboratory of Remote Sensing Image of Geological Engineering and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract This paper studies the detection and removal of clouds and their shadows from remote sensing images based on the theory of image processing and analyzing, and sets up the image model and region restoring model. The image segment is made by the method of thresholding. Tests on removal of clouds and their shadows from ETM remote sensing images of the year 2002 with TM remote sensing images of the year 1988 represents the features of objectives on the Earth's surface in clouds and their shadow region. The results show that, it is found that the computation method is simple and effective by adopting threshold method that the threshold value is chosen according to the shape of histogram. Selecting proper gray scale ratio of twin remote sensing images may obtain ideal restoring results, which may represent the objectives on the Earth's surface in the clouds and shadow, and upgrade the application of remote sensing images.

Key words: remote sensing images; cloud; shadow; detection; removal

0 引言

自20世纪60年代遥感技术产生以来, 遥感已经成为一个新兴的科学技术领域, 是当代高新技术的重要组成部分, 并广泛应用于国民经济建设和社会发展的诸多领域, 特别是在国家基础测绘和建立空间数据基础设施(NSDI)、资源调查、环境保护、自然灾害监测、再生资源预测以及道路设计等领域

中发挥着重要的作用。然而在遥感影像获取过程中, 薄云层、云团及云影严重影响了遥感图像的可用性, 消除薄云层、去除云团及云影是图像处理的技术之一。对此许多科研人员提出了多种解决方法。对薄云层处理以薄云处理较多^[1-3], 对阴影处理有建筑物、云、山体、树和人等阴影^[4-8], 但对云团处理很少。遥感影像中薄云层和云影的去除方法是检测薄云层和云影的区域, 消除薄云层和云影影

收稿日期: 2006-09-31

基金项目: 新疆地质矿产勘查局地质调查项目(XGM-BL2005008)

作者简介: 田养军(1964), 男, 陕西蓝田人, 讲师, 博士研究生, 从事测量工程、遥感图像处理研究。E-mail: yangjun@chd.edu.cn

响。检测薄云层和云影的区域一般是先验知识判别。消除薄云层和云影概括起来可以分为 3 种: ①通过统计特性获取薄云层和云影区灰度变化规律, 将实际相应的图像与这一变化规律比较, 从而建立薄云层及云影去除模型; ②使用几何与光学成像原理, 增加一定约束条件, 建立薄云层及云影去除模型; ③使用图像处理和分析理论, 其中①②方法适合薄云层和云影获取的影像, 但对大的云团难以适合去除。③对薄云层、云团、云影都适应。

笔者对遥感影像中云团和云影去除, 使用检测云团和云影的区域一般是先验知识判别, 消除云团和云影是以图像处理和分析理论为依据, 用 1988 年遥感影像对 2002 年遥感影像中云层及云影进行去除, 再现云影区地物特征, 提高遥感影像数据的可用性。

1 图像处理和分析理论

1.1 云团和云影图像模型建立

设没有受干扰的遥感图像 $F(x, y)$, 由于大气干扰 $N(x, y)$ 、成像系统 $H(x, y)$ 、外来噪声 $V(x, y)$ 等因素影响而变成影像 $G(x, y)$, 设外来噪声为云团和云影(图 1)。其数学式

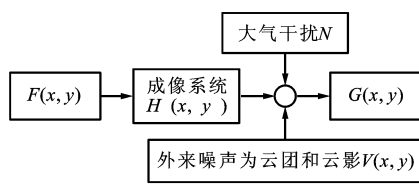


图 1 云团和云影图像模型

Fig. 1 Deteriorated Model of Image

$G(x, y) = F(x, y)H(x, y)V(x, y) + N(x, y)$ (1)

对有云团和云影的图像来考虑, 大气干扰 $N(x, y)$ 和成像系统 $H(x, y)$ 对有无云团和云影的影响一样, 可以认为 $H(x, y)$ 和 $N(x, y)$ 为常量。

设 $T(x, y) = F(x, y)H(x, y)$, 则云团和云影模型为

$$V(x, y) = T^{-1}(x, y)G(x, y) + T^{-1}(x, y)N(x, y) \quad (2)$$

求解 $T^{-1}(x, y)$ 是获得云团和云影图像模型的关键。

1.2 云团和云影检测

阈值法是一种简单有效的图像分割方法, 用一个或几个阈值将图像的灰度级分为几个部分, 将属于同一部分的像素视为相同的物体。阈值法的阈

值选择一般都利用直方图的形态分析来完成, 根据峰值间间隔区域取值来判断。

设原始图像为 $f(x, y)$, 通过使用合适的方法选取阈值 T , 将图像分割为两部分, 分割后的图像为

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) > T \\ 0 & f(x, y) \leq T \end{cases} \quad (3)$$

在多阈值情况下, 阈值分割表示为

$$g(x, y) = k \\ T_{k-1} < f(x, y) \leq T_k \quad (4) \\ (k = 0, 1, \dots, k)$$

式中: T_0, T_1, \dots, T_k 是一组阈值。

1.3 云团和云影图像区域恢复

设 $f(x, y)$ 为标准图像, 对 $g(x, y)$ 含有云团和云影图像, 恢复图像为 $\bar{f}(x, y)$, 若检测到区域为 1, 非监测区域为 0, 则设检测云团区域 w_1 , 检测云影区域 w_2 , 同时检测云团和云影区域 w_{12} , 云团恢复模型为

$$\bar{f}(x, y) = w_1 f(x, y) + (1 - w_1)g(x, y) \quad (5)$$

云影的恢复模型为

$$\bar{f}(x, y) = (1 - w_2)f(x, y) + w_2g(x, y) \quad (6)$$

由于标准图像和恢复图像不是在同一时间获得的, 两遥感影像灰度平均值之比 α 可作为调节系数。

$$\bar{f}(x, y) = \alpha(1 - w_2)f(x, y) + w_2g(x, y) \quad (7)$$

云团和云影同时恢复模型为

$$\bar{f}(x, y) = (1 - w_{12})f(x, y) + w_{12}g(x, y) \quad (8)$$

1.4 云团和云影去除流程

云团和云影去除流程见图 2。



图 2 云团和云影的去除流程

Fig. 2 Flow Chart of the Shadows Removal and the Cloud Removal

(1) 云团和云影的判读。获取遥感影像, 用假彩色合成影像判断云团和云影区域和非云团和非云影区域。

(2) 云团和云影的检测。图像分割方法采用阈值法。根据直方图中阈值选取的范围反复试验, 并对云团和云影区域分割状况进行比对, 选取合适的阈值, 获得分割图像。

(3) 云团和云影的处理。对检测的云团和云影区域中, 进行中值处理去除噪声影响, 得到真正的云团和云影区域。

(4) 恢复计算。利用图像恢复建立模型, 采取

云团和云影去除计算。

(5) α 系数调整。对恢复图像进行系数调整, 获得理想恢复图像。

2 云团和云影检测与图像恢复验证

2.1 区域选取

选取 1988 年 4 月 TM 西安地区遥感影像和 2000 年 6 月 4 日的 ETM 西安地区遥感影像, 本次研究为西安秦岭山区有云团和云影区域。选 4 波段取大小为 512×512 子图像进行试验, 如图 3、4。

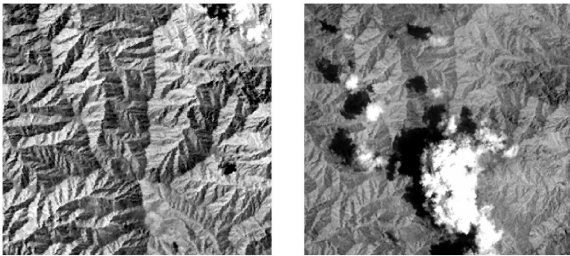


图 3 1988 年 TM4 影像 图 4 2002 年 ETM4 影像
Fig. 3 Image for TM4 in 1988 Fig. 4 Image for ETM4 in 2002

3.2 云团和云影检测和处理

用 im2bw 对云和云影图像(图 3)进行分割。通过阈值法对 2002 年 ETM4 影像进行直方图处理获得图 4、5。分析看到, 云影灰度值比较均匀, 峰值比较明显, 易于取值, 但云团的厚度不一, 灰度值相差较大, 峰值不明显, 难于判断, 经反复取值试验, 得云团阈值为 0.72, 云影阈值为 0.15。

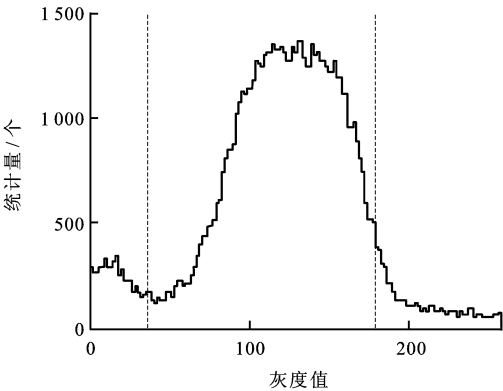


图 5 2002 年 ETM4 影像直方图
Fig. 5 Image Histogram for ETM4 in 2002

提取云影云团图像(图 6、7), 同时用 medfilt2 对图 6 进行中值滤波(图 8), 提取云影云团(图 9)。

外来噪声 $V(x, y)$ 如下即可求得

$$Vyuning = im2bw(y02, 0.15); \% 二值处理$$

$$Vyuntuan = im2bw(y02, 0.72);$$

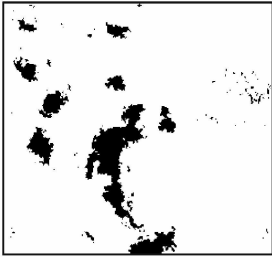


图 6 图 4 影像云影提取
Fig. 6 Detecting Shadows of Fig. 4

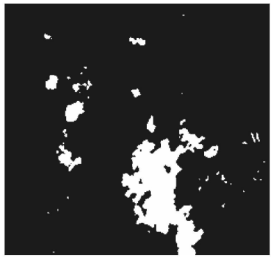


图 7 图 4 影像云团提取
Fig. 7 Detecting Clouds of Fig. 4



图 8 图 6 影像云影中值滤波
Fig. 8 Median Filter Image for Fig. 6

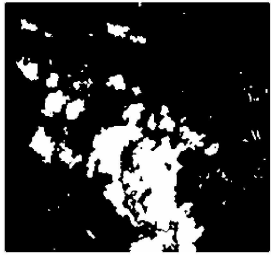


图 9 图 5 影像云影和阴影提取
Fig. 9 Detecting of Shadows and Clouds of Fig. 5

$$Vyuningyuntuan = Vyuning \mid (1 - Vyuntuan); \% 逻辑或运算.$$

$$Vzhyuning = medfilt2(Vyuning); \% 中值运算.$$

3.3 云团云影去除

根据检测范围, 用 1988 年 TM 图像对 2002 年 ETM 遥感影像进行恢复。云团的去除用式(5)得图 10, 云影的去除用式(6)得图 11, 两遥感影像灰度平均值之比 α 为 0.7, 使用式(7)得到其灰度值相近图 12, 使用式(8)得到云团云影同时去除(图 13)。具体步骤

$$tu10 = Vyuntuan * y88 + (1 - Vyuntuan) * y02;$$

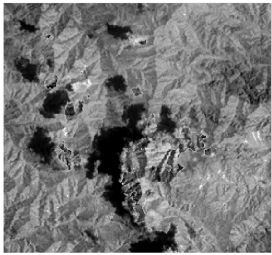


图 10 云团去除影像
Fig. 10 Image with the Clouds Removal

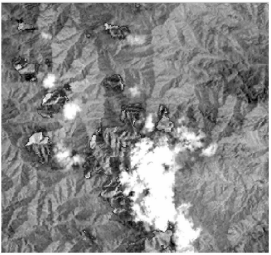


图 11 云影去除影像
Fig. 11 Image with the Shadows Removal

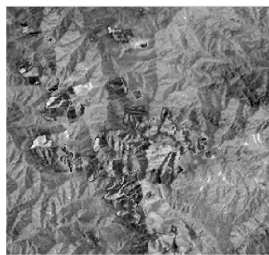
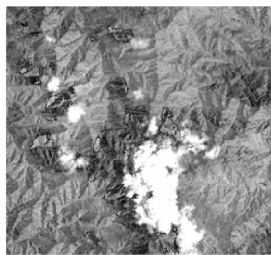
图 12 参数 α 云影去除影像

图 13 影像云团和云影去除

Fig. 12 Shadows Removal

Fig. 13 Image with the Shadows
and the Clouds RemovalImage with Parameter α

$$tu11 = (1 - Vyuning) * y88 + Vyuning * y02;$$

$$tu12 = 0.7 * (1 - Vyuning) * y88 + Vyuning * y02;$$

$$tu13 = (1 - Vyuningyuntuan) * y88 + Vyuningyuntuan * y02;$$

%y88 为 1988 年图像, y02 为 2002 年图像。

4 结语

(1) 以图像处理和分析理论为依据, 用 1988 年遥感影像对 2002 年遥感影像中云层和云影进行去除方法是可行的, 获得的图像是可用的。

(2) 使用阈值法, 利用直方图形态分析来取阈

值, 检测云团和云影, 计算方法简单且效果好。

(3) 选取合适的两遥感影像灰度平均值之比, 可以得到理想的恢复结果, 再现云团和云影区地物特征, 达到提高遥感影像的可用性目的。

参考文献:

- [1] 冯 春, 马建文, 戴 芹, 等. 一种改进的遥感图像薄云快速去除方法[J]. 国土资源遥感, 2004, 62(4): 13.
- [2] 王 惠, 谭 兵, 沈志云. 多源遥感影像的去云层处理[J]. 测绘学院学报, 2001, 18(3): 195-198.
- [3] 赵忠明, 朱重光. 遥感图像中薄云的去除方法[J]. 环境遥感, 1996, 11(3): 195-199.
- [4] 李振宇, 杨松林. 基于同态系统的航片建筑物阴影消除[J]. 铁路航测, 2002, 28(4): 56.
- [5] 杨益军, 赵荣椿, 汪文秉. 航空图像中阴影区域的检测[J]. 信号处理, 2002, 18(3): 228-232.
- [6] 王树根, 郭泽金, 李德仁. 彩色航空影像上阴影区域信息补偿的方法[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2003, 28(5): 514-516.
- [7] 方 勇, 常本义. 联合应用多传感器影像消除云层遮挡影的研究[J]. 中国图像图形学, 2001, 6(2): 88-92.
- [8] Bin W, Atsuo O, Kanako M. Automated Detection and Removal of Clouds and Their Shadows from Landsat TM Images[J]. IEICE Trans Inf and Syst, 1999, E82-D(2): 453-460.
- [9] 曾 荣, 薛春纪, 刘淑文, 等. 金顶超大型铅锌矿床成矿条件分析[J]. 地球科学与环境学报, 2005, 27(2): 21-25.

欢迎订阅 2008 年《地质通报》

《地质通报》是中国国土资源部主管、中国地质调查局主办的地质学综合性学术刊物。本刊遵循“百花齐放、百家争鸣”的方针, 以推动地质调查与地质科技创新发展, 为国民经济建设和社会公众服务为宗旨, 力求全面展示和及时报道国家地质调查全新领域的新进展、新成果、新发展、新方法。辟有“专题报告”、“基础地质”、“矿产资源”、“水文地质·环境地质”、“方法与应用”、“快报”、“学术讨论”、“特稿·专论”、“综述与进展”、“地学纵横”、“知识经纬”、“动态与信息”、“书评”等栏目, 内容涉及基础地质、经济地质、海洋地质、能源地质、生态环境地质、灾害地质、城市地质、农业地质、勘查地球物理、勘查地球化学、地质实验、探测技术、地质调查信息技术、科技政策、科技管理等专业领域。

《地质通报》为月刊, 每月 15 日出版, A4 开本, 每期 96 页, 105 克铜版纸印刷, 彩页 15 页左右。单价每册 20 元, 全年每份 240 元。国内外公开发行。国内邮发代号: 2-767, 国外发行代号: M 3684。全国各地邮局(所)订阅。如有漏订可直接与本刊编辑部联系, 联系人: 张燕如。

联系地址: 北京市西城区阜外大街 45 号 中国地质调查局发展研究中心《地质通报》编辑部

邮政编码: 100037

联系电话: (010)68326811 (010)68326694

电子信箱: dzhtb@263.net

传真号码: (010)68326889