

缺少水陆标识数据情况下 MODIS 图像云检测的实现

王家成, 杨世植, 麻金继, 王先兵

(中国科学院安徽光学精密机械研究所, 合肥 230031)

摘要:云检测中必须进行像元的水陆判识,云的存在给水陆判识带来了困难。因此,云检测中总是利用水陆标识数据辅助云检测。本文讨论了缺少水陆标识数据的云检测方法,并证明了该方法可行、实用。

关键词:MODIS 图像;水陆判识;云检测

中图分类号:P237.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3177(2005)81-0019-03

1 引言

由于陆地和水体在光谱特性上的差异,云检测中针对水体和陆地的检测方法可能不同,或者检测方法相同,但选用的阈值不同。因此,云检测中像元的水陆判识是必须的。常用的方法是采用水陆标识数据。如对 MODIS 图像,可利用 MOD03 中的水陆标识数据辅助云检测。本文讨论了缺少水陆标识数据时的云检测方法,并对这一方法的可行性进行了分析。它为缺少水陆标识数据时进行云检测提供了一个较好的选择。

2 方法的提出

由于可见光和红外波段自身的缺陷,厚云下的像元是不可见,因而也是无法进行水陆判识的;薄云和云边缘的检测是云检测中的难点之一,获取薄云和云边缘对应的下垫面的水陆信息是进行更细致的云检测的基本要求。鉴于此,提出如下设想:首先,选用一种简单、有效的方法进行厚云检测,或称之为粗云检测。要求该方法不论对水体还是陆地都能给出正确的检测结果,即可以不考虑下垫面的类型。之后,剩下的即为薄云、云边缘或晴空像元。再选用适当的方法对该部分进行水陆判识。最后便可根据像元的不同类型选用相应的检测方法及阈值进行进一步的云检测,或称之为细云检测。综上所述,采用这种方法必须解决如下两个问题:(1)采用何种方法进行厚云检测;(2)如何获取除厚云外其他像元的水陆信息。

3 解决方案

3.1 粗云检测

MODIS 仪器中有很多与云检测相关的通道,如:1、2、4、5、6、9、17、18、20、26、27、31、35 等。通过对云和各种下垫面在这些通道的光谱性质的分析发现,选择 MODIS 通道 1 的

反射率进行厚云检测是较为理想的。这是因为土壤、植被、水体在该波段的反射率与厚云的反射率相比要小得多,表 1 给出了对一景 MODIS 图像的实际抽样统计结果,厚云的反射率约为其他三种地物反射率的四倍,设定固定的阈值能够将厚云准确无误地检测出来。通过对多时相的 MODIS 图像的分析,并综合考虑厚云检测的准确性及对剩下像元进行水陆信息提取的可能性,最终将阈值定为 0.18。这一阈值在保证厚云被检测出来的同时,防止了将较亮的地物误判为云。

表 1 MODIS 通道 1、通道 2 反射率的统计分析结果

	水体	土壤	植被	云
通道 1	0.105 09	0.100 18	0.086 53	0.415 53
通道 2	0.054 84	0.114 46	0.259 98	0.423 69
$R_{0.87}/R_{0.66}$	0.52	1.14	3.0	1.02

* $R_{0.66}$ 表示中心波长为 $0.66\mu\text{m}$ 通道的反射率,其他类似。

3.2 水陆信息提取

提取水陆信息的机理是:水体在近红外和中红外具有很强的吸收特性,几乎吸收了全部的入射能量,反射率很小。相比之下土壤和植被在这两个波段内吸收的能量较少,具有较高的反射率。因此,设置适当的阈值即可实现水陆信息的提取。其他的方法还有很多,如:差值法、比值法、密度分割法、色度判别法、谱间关系分割法、以及基于知识的自动判别法等。针对本应用的特点,选用 MODIS 通道 2 ($0.87\mu\text{m}$) 与通道 1 ($0.66\mu\text{m}$) 的反射率比进行水陆信息的提取,这样做是基于如下考虑,其一:水体在 $0.87\mu\text{m}$ 波段具有较强的吸收特性,反射主要为瑞利散射和气溶胶散射,这两种散射在 $0.66\mu\text{m}$ 波段较大,晴空水体该比值一般在 0.75 以下,对于植被该比值一般在 1.80 以上,对于泥土和城市该比值一般大于 1。如表 1 所示。因此,通过设定合适的阈值实现晴空条件下像元的水陆判识是可能的。其二:比值处理可以部分消除地形、云和阴影的影响,从而能够实现薄云及云边缘下像元的水陆判识,盛正伟等人的研究也证实了这一点。

收稿日期:2005-02-28 修订日期:2005-03-28

作者简介:王家成,男,中国科学院安徽光学精密机械研究所硕士研究生,主要从事遥感技术与应用的研究。

3.3 细云检测

一般的云检测算法结果是以“是”或者“否”的形式给出的,即要么是云,要么是晴空。这样会存在一些问题,例如近红外反射率($R_{1.38}$)云检测的阈值为0.035,如果因为一个像元的反射率为0.0349就认为该像元为晴空,而附近的一个像元的反射率为0.0351就认为是云点,这显然是不正确的。因此,检测结果存在着不确定性,越是靠近阈值,不确定性越大,造成错误检测的可能也越大。本研究设定两个高可信度阈值——高可信晴空阈值、高可信云阈值,将上述的不确定性包括在这两个阈值之间。检测的结果以可信度表示。仍以近红外反射率($R_{1.38}$)云检测为例,设定高可信晴空阈值为0.03,即反射率低于0.03的像元为晴空像元,可信度为1;设定高可信云阈值为0.04,即反射率高于0.04的像元为云像元,可信度为0;观测值处于这两个阈值之间时,可信度由线性插值得。可信度越低,说明像元为云的可能性越大。可信度给使用者提供了一个定量的参考。

本算法共选用了9个云检测方法 & 4个晴空修复方法(用于将误判为云的晴空像元纠正过来),将9个云检测方法分为三组:

高空检测: $BT_{13.9}^*$ $BT_{6.7}$ $R_{1.38}$

中云检测: $R_{0.66}(R_{0.87})$ $R_{0.87}/R_{0.66}$ BT_{11}

低云检测: $BT_{3.9} - BT_{11}$ $BT_{3.7} - BT_{3.9}$ (*
 $BT_{13.9}$ 表示中心波长为13.9 μm 通道的亮温,其他类似。)

云检测前首先采用本文讨论的方法进行粗云检测和陆地判识,然后根据下垫面的类型选用相应的云检测方法依次进行高空检测、中云检测和低云检测。在选用的云检测方法 & 阈值随下垫面的变化而变化。如在可见光反射率云检测中,陆地像元 & 水体像元的检测方法 & 阈值均不同,水体像元的阈值还随太阳射角的变化而变化等。所有这些变化都是在程序中自动实现的。检测中,将每组的最小可信度作为本组的可信度,将各组的可信度相乘再开3次方(3为云检测的组数)得初始的可信度,然后进行晴空修复,之后得最终云检测可信度。

4 可行性验证

4.1 厚云去除的效果

图1给出了terra卫星于2002年10月3日获取的一部分图像,(a)为MODIS通道1的原图,(b)为厚云检测的结果。可见较为明显的厚云均被检测出来,而在(a)中矩形方框勾勒出的较明显的弥散薄云并没有被检测出来,与图2(a)对比可知,它覆盖于崇明岛和长江口的上空。同时也没有发现陆地被误判为云的现象。

4.2 水陆判识的效果

图2给出了水陆判识的结果,其中(a)为MODIS通道2的原图;(b)为水陆判识的结果,图中白色代表检测出的厚云,灰色代表陆地,黑色代表水体。由图可见在薄云覆盖下的水陆信息被较为准确地提取出来,黄浦江也隐约可见,这即使在水陆标识数据中也是不能显示的。将该结果与水陆

标识数据相比较可知,判识结果较为正确。

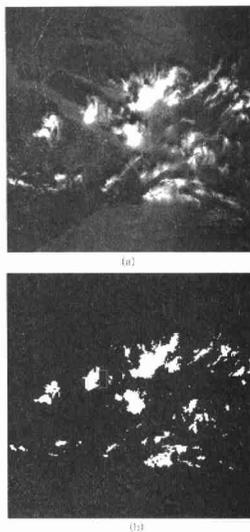


图1 MODIS通道一的原图及厚云检测的结果

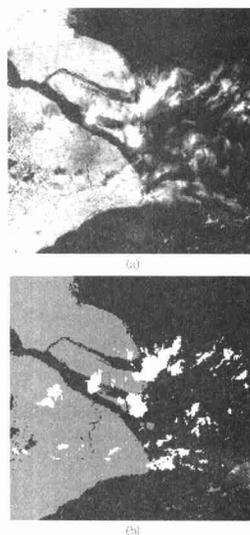


图2 水陆判识的结果比较

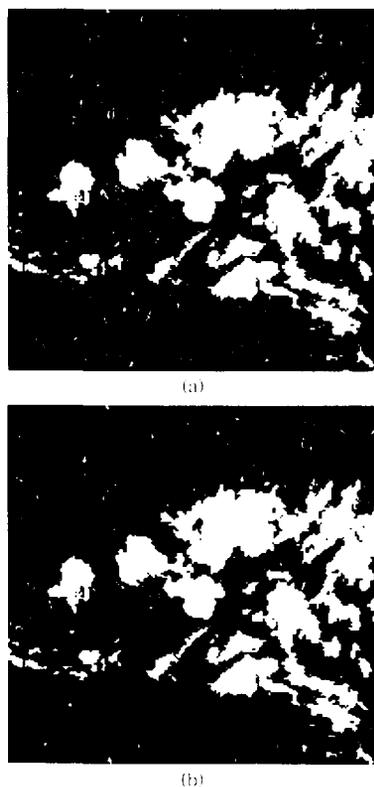


图3 两种检测结果对比

4.3 对比分析

为了验证该方法的实用性,分别对同一时间同一区域的MODIS图像进行两种方法的云检测,结果如图3,(a)为采用本文讨论的水陆标识法进行云检测的结果,(b)为采用水陆标识数据辅助云检测的结果,从图中很难发现两者的差别,检测结果也较为准确,这说明该方法确实可行。

5 结束语

在对遥感数据进行定量分析以前都必须进行云检测,有时难免会缺少水陆标识数据,在这种情况下,本方法便是一个较好的选择,并能较好地保证检测结果的准确性。本研究是针对我国东南省份的,不适用于有沙漠的地区。

致谢:本研究所利用的数据均由武汉大学MODIS接收站提供,在此表示衷心感谢。

参考文献

- 1 赵英时,等.遥感应用分析原理与方法[M].科学出版社,2003.
- 2 都金康,等.SPOT卫星影像的水体提取方法及分类研究[J].遥感学报,2001(3).
- 3 盛水伟,等.应用气象卫星识别薄云覆盖下的水体[J].环境遥感,1994(4).

Cloud Detection of MODIS Image without Land/Sea Mask

WANG Jia-cheng, Yang Shi-zhi, Ma Jin-ji, Wang Xian-bing

(Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: Before the cloud detection every pixel must be marked as water or land. So the land/sea mask data are every important in the cloud detection. This article describes a method which realizes cloud detection without the land/sea mask data and proves that it is practicable.

Key words: MODIS image; land/sea mask; cloud detection

(上接第8页)

Researches on Classification Method of Multi-spectral Remote Sensing Image Based on One-dimensional Kohonen Neural Network

HUANG Wen-jing^①, LI Man-chun^①, ZHAO Shu-he^②, LIU Yong-xue^①, MAO Liang^①

(^①Department of Urban and Resource Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

^②Institute of RS&GIS of Peking University, Peking 1008713, China)

Abstract: According to the training mode and clustering specialty based on Kohonen rule, One-dimensional Kohonen network with smaller size and less computing expenditure is devised. Combined with the characteristics revealed by the spectrum curve of various substances, the input data should be processed in advance on multi-band combination and weight adjustment, and the neighborhood of each nerve cell on the output layer should be modified to improve the classification and extract some geographic features. Taking Shaoxing as test area, this paper shows that modified Kohonen method could avoid the limitation of the network and improve the classification precision.

Key words: remote sensing; multi-spectrum remote sensing imagery classification; one-dimensional Kohonen network