

基于多尺度 NDVI 的胶东半岛植被研究

李颖¹, 陈秀万¹, 段红伟², 沈阳¹

(1. 北京大学 遥感与 GIS 研究所, 北京 100871; 2. 武汉大学 遥感信息工程学院, 湖北 武汉 430079)

摘要: 在区域植被研究中, 将一种基于多尺度 NDVI 的方法应用于植被生长区提取及盖度评价。首先, 建立 DEM 约束条件, 与 TM 光谱识别相结合提取植被生长区。在植被生长区, 基于多日合成、空间重采样的 MODIS NDVI 产品与像元盖度良好的相关性, 将其代入像元二分模型计算各像元盖度。最后, 根据植被盖度分级标准对植被生长区盖度进行评价。在位于胶东半岛的研究区内应用该方案, 成功提取植被生长区并对植被生长区盖度进行评价。研究表明, 该方案为区域植被提取及盖度评价提供了一种有效的方法, 有助于区域植被调查及生态评估。

关键词: 盖度评价; 多尺度 NDVI; 数据预处理

中图分类号: P237 **文献标识码:** A

0 引言

归一化植被指数 (NDVI) 可以较好地削弱大气辐射影响、交叉辐射影响, 是目前应用最广泛的一种植被指数 (VI), 已广泛应用于陆地植被的监测和制图^[1]。但当前植被研究中应用 NDVI 时, 大多只用到单一遥感数据源, 多源、多尺度 NDVI 在区域植被研究中的互补应用较少。这样带来的问题是, 分辨率较高的 NDVI 数据在提取植被时精度较高, 如 TM NDVI 因其适宜的分辨率, 能达到良好的植被提取效果, 但由于重访周期较长及需要地形校正的限制, 往往不能克服双向反射率分布函数 (BRDF) 效应, 在准确反演植被参数时存在困难^[2-3]; 而分辨率较低的 NDVI 数据, 如 MODIS VI 产品提供的 NDVI, 利用 MODIS 地表反射率产品输出数据质量标记 (QA flags), Walthall BRDF 模型与约束视角最大值合成准则 (CVM-VC), 较好地校正了大气干扰、云干扰、BRDF 效应, 可以较好反演植被参数^[4-6], 但因混合像元效应, 植被提取精度受到限制。

在区域植被研究中, 植被盖度是一项主要的参数, 对当地的生态调查与评估具有重要意义。如何充分结合两类 NDVI 各自的优势和特点, 建立一套有效提取植被生长区并进行盖度评价的方案, 是当前区域植被研究中亟待解决的问题, 因而

成为笔者研究的主要内容。笔者在当前 NDVI 植被研究的基础上, 提出一种基于多尺度 NDVI 的区域植被生长区提取及盖度评价方案, 将 TM NDVI 与 MODIS NDVI 产品结合, 以高分辨率 NDVI 应用于植被的提取, MODIS NDVI 应用于盖度的反演。使多源、多尺度 NDVI 的互补优势在区域植被研究中得到充分运用, 以期取得良好的效果, 并为区域植被研究提供一种新的思路。

1 研究方案

为较好地实现区域植被生长区提取及盖度评价, 基于 MODIS NDVI 产品与 TM 数据各自的优势和特点, 制定技术路线如图 1 所示。

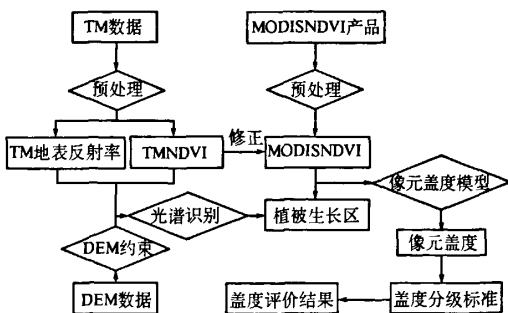


图1 基于多尺度 NDVI 的植被生长区提取及盖度评价流程图
Fig. 1 The flow chart for vegetation growth region extraction and coverage evaluation

收稿日期:2010-04-02;修订日期:2010-05-28

基金项目:中国国家海洋局资助项目(908-01-WY02)

作者简介:李颖(1984-),女,河南郑州人,北京大学博士研究生,主要从事生态遥感方向的研究。

2 研究区实验与分析

2.1 研究区与实验数据

选取的研究区位于黄渤海沿岸,为 E121°11' 2.92" ~ E122°46'17.64", N36°48'42.34" ~ N37°40'13.36"之间的陆地部分,包括胶东半岛东部威海市的大部分地区及烟台市的部分地区.该地区属于低山丘陵区,平均海拔 78.9 m,植被生长区主要位于丘陵、山地等生态敏感地带,其盖度直接关系到当地生态环境、林业资源及水土保持情况.

根据研究区域植被生长规律,遥感数据选取 2007 年 9 月 21 日获取的 Landsat-5 TM Level 2 影像的波段 2、波段 3 和波段 4,2007 年 9 月 14 日—29 日 16 d 合成的 MODIS VI 250 m 空间分辨率产品;DEM 选取 SRTM 90 m 分辨率数据.

2.2 数据预处理

(1) MODIS NDVI 产品预处理. MODIS NDVI 产品属于 MODIS 三级产品,仅需对其进行必要的几何校正和数据重采样.其中几何校正采用 MRT 工具,数据重采样为 30 m 分辨率.

(2) DEM 数据预处理. DEM 数据具有良好的地理坐标,因此仅需进行数据重采样为 30 m 分辨率.

(3) TM 遥感数据预处理.首先采用 6S 模型对 TM 数据进行大气校正,之后将经大气校正后

的各波段有效计数值转换为辐射亮度,最后计算各波段的地表反射率^[7].

2.3 植被生长区提取

(1) TM NDVI 计算.将相应波段的 TM 地表反射率代入 NDVI 计算公式,求得每一个 TM 像元对应的 NDVI 值,结果如图 2 所示.

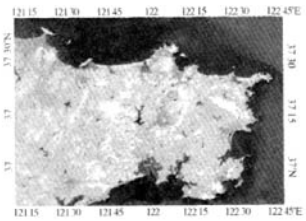


图 2 TM NDVI 图像

Fig.2 TM NDVI image

(2) DEM 掩膜运算.根据研究区当地林业、农业管理的有关标准,海拔 60 m 以上的地区原则上不进行建设施工,因此在对植被生长区提取时,首先利用当地 DEM 图像(图 3(a))建立掩膜,在校正后 TM 影像上提取 DEM ≥ 60 m 的地区, TM 4-3-2 波段合成 RGB 图像(转灰度图)的掩膜提取结果见图 3(b), TM NDVI 图像的掩膜提取结果见图 3(c).

(3) 研究区地物分类.研究区地物分类的目

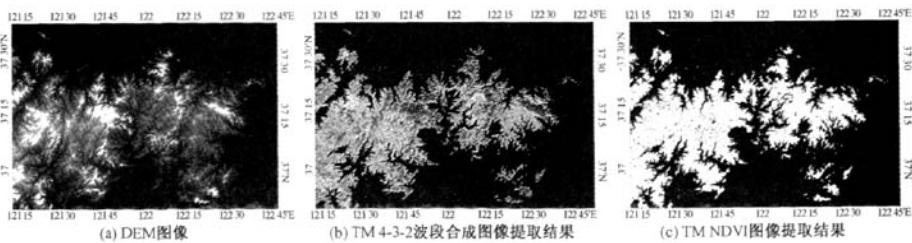


图 3 DEM 图像及 DEM ≥ 60 m 地区的提取结果

Fig.3 DEM image and the extraction result of the region where DEM ≥ 60 m

的是提取植被生成区,去掉影响植被盖度估算的其他地物成分(主要是水体和建成区).地物分类基于 3 个波段的地表反射率与 TM NDVI 四维特征空间,通过 TM NDVI 目视判读和外业调查获取训练区,用最大似然法进行监督分类,并最终获取植被生长区.其分类结果见图 4(a),提取植被生长区掩膜见图 4(b).

2.4 植被盖度评价

MODIS NDVI 产品在植被生长区存在少量坏点,可通过设定坏点检测阈值进行坏点检测,使用 TM NDVI 值替换对应的坏点.然后用修正后的

MODIS NDVI 进行植被盖度估算和评价.

(1) 盖度计算模型.对于提取的植被生长区,可以假定一个像元信息由土壤和植被两部分组成,在植被盖度计算上采用像元二分模型^[8](公式 1).

$$f_c = \frac{NDVI - NDVIS_{soil}}{NDVIS_{veg} - NDVIS_{soil}} \quad (1)$$

式中: f_c 为目标像元的盖度; NDVI 为目标像元实际 NDVI 值; NDVIS_{soil} 为研究区中裸地的 NDVI 值; NDVIS_{veg} 为研究区植被最丰处的 NDVI 值.像元二分模型中 NDVIS_{veg} 和 NDVIS_{soil} 的获取是关键,由于地表湿度、土壤类型等条件, NDVIS_{veg} 和

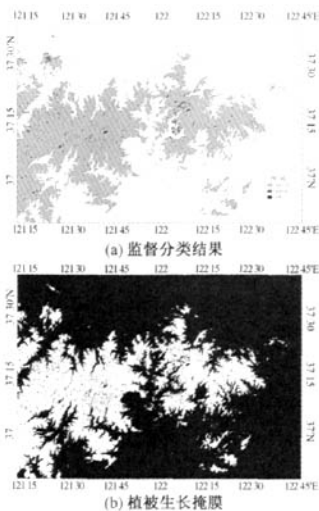


图 4 监督分类结果及植被生长区掩膜

Fig. 4 The results of supervised classification and the mask of vegetation growth region

NDVIS_{soil}会随时间和空间有所变化. 根据研究区域特点, 本研究 NDVIS_{soil} 值由当地的土壤情况而定. 在研究区内, 棕壤土类是分布最广、面积最大的土类, 占土壤总面积的 80% 以上, 潮土类是第二大类, 占土壤总面积的 10% 以上. 根据研究区土壤特点及 Clevers^[9] 大量地面反射率实测数据, 研究区 NDVIS_{soil} 取 0.3, 植被生长区中 NDVI 值小于 0.3 的像元以裸地 NDVI 值替换; NDVIS_{veg} 通过外业调研, 由纯植被像元平均值决定. 植被生长区盖度图像及像元盖度统计图如图 5 所示.

(2) 盖度分级. 根据植被盖度分级标准《土壤侵蚀分类分级标准》^[10], 将盖度划分为五级, 研究区的植被生长区盖度分级图像如图 6 所示, 其中高覆盖度区的像元总数占植被生长区像元总数的 12.1%, 中高覆盖度区的像元总数占植被生长区像元总数的 42.5%, 中覆盖度区的像元总数占植被生长区像元总数的 40.1%, 低覆盖度及极低覆盖度的像元总数共占植被生长区像元总数的 5.3%.

将本研究结果与研究区实地情况结合分析, 高覆盖度区主要位于海拔位置较高的山区, 植被是以赤松、黑松等为主的茂密的乔木森林; 中高覆盖度区主要位于地势起伏的丘陵地区, 植被以乔木林、灌木林、各种果林等为主; 中覆盖度区及其以下覆盖度区位于丘陵地区及平原地区, 植被以草地及各类农作物为主, 并包括犁过的农田等裸地. 总体来看, 类植被长势良好, 林地的郁闭度普

遍在中高以上, 森林资源丰富, 生态环境优越, 形成了“山顶黑松戴帽, 山腰果树环抱, 山下高产田连片”的生态农林业体系.

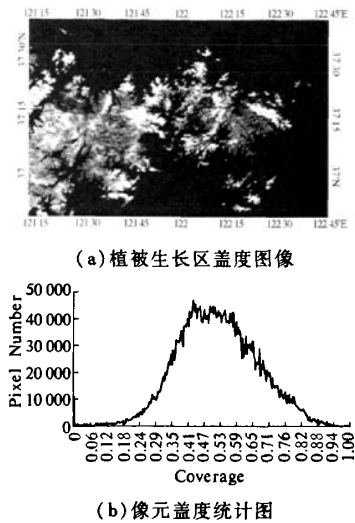


图 5 植被生长区盖度图像及像元盖度统计图

Fig. 5 The coverage image and the statistic graph of pixels' coverage

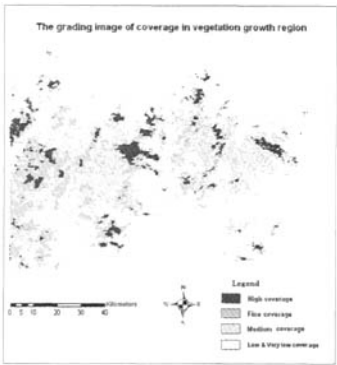


图 6 植被生长区盖度分级图像

Fig. 6 The grading image of coverage in vegetation growth region

3 结论

笔者提出的基于多尺度 NDVI 的区域植被生长区提取及盖度评价方案在位于胶东半岛的研究区实验中取得了良好的效果. 利用 DEM 与 TM 数据提取目标植被生长区, 适宜的分辨率既不会带来严重的混合像元效应, 又不会令提取的区域破碎, 加之 TM NDVI 辅助目视判读并参与光谱识别, 达到了良好的植被生长区提取效果. 在植被生长区, 将 MODIS NDVI 产品代入像元二分模型计算各像元盖度. 由于 MODIS NDVI 产品与像元盖

度具有良好的相关性,同时像元二分模型的可行性已被验证,该方案可取得良好的盖度计算结果。最后,使用盖度分级标准对盖度进行评价,结合研究区实地情况分析,评价结果对当地植被调查及生态评估均可提供有益的帮助。本方案在区域植被提取和盖度评估上具有较好的适用性,为区域植被研究提供了一种有用的思路。建立更适宜的盖度评价模型取代像元二分模型进行像元盖度计算,以及在高分辨率遥感数据的辅助下更好地消除 MODIS NDVI 产品的混合像元效应,将进一步改良本方案。

参考文献:

- [1] HUETE A, DIDAN K, SHIMABOKURO Y, et al. Regional amazon basin and global analyses of MODIS vegetation indices: early results and comparisons with AVHRR [J]. *IGARSS Proceedings*, 2000, (2): 536 - 538.
- [2] RAO C R N, CHEN J. Revised post - launch calibration of the visible and near - infrared channels of the Advanced very high resolution radiometer on NOAA - 14 spacecraft [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1999, 20: 3481 - 3491.
- [3] SUSAKI J, HARA K, KAJIWARA K, et al. Correction of temporal MODIS reflectance data considering temporal BRDF effect change [J]. *IGARSS Proceedings*, 2003, (7): 4443 - 4445.
- [4] VERMOTE E, JUSTICE C O, BREON F M. Towards a generalized approach for correction of the BRDF effect in MODIS directional reflectance [J]. *Geoscience and Remote Sensing*, 2009, 47(3): 898 - 908.
- [5] MIURA T, DIDAN K, HUETE A R, et al. A performance evaluation of the MODIS vegetation Index compositing algorithm [J]. *IGARSS Proceedings*, 2001, (4): 1812 - 1814.
- [6] 张杰,郭锐,王介民. NOAA/AVHRR 与 EOS/MODIS 遥感产品 NDVI 序列的对比及其校正 [J]. *高原气象*, 2007, 26(8): 1097 - 1104.
- [7] CHANDER G, MARKHAM B. Revised landsat - 5 TM radiometric calibration procedures and post calibration dynamic ranges [J]. *Geoscience and Remote Sensing*, 2003, 41(11): 2674 - 2677.
- [8] 马俊海,刘丹丹. 像元二分模型在土地利用现状更新调查中反演植被盖度的研究 [J]. *测绘通报*, 2006, (4): 13 - 16.
- [9] CLEVERS J G P W. The derivation of a simplified reflectance model for the estimation of leaf area index [J]. *Remote Sensing of Environment*, 1988, 25: 53 - 69.
- [10] 水利部水土保持司. GB/S190—96 土壤侵蚀分类分级标准 [S]. 北京:中国水利水电出版社, 1997.
- [11] 盖永芹,李晓兵,张立,等. 土地利用/覆被变化与植被盖度的遥感监测——以北京市密云县为例 [J]. *资源科学*, 2009, 31(3): 523 - 529.

Vegetation Analysis in Jiaodong Peninsula Based on Multi - scale NDVI

LI Ying¹, CHEN Xiu - wan¹, DUAN Hong - wei², SHEN Yang¹

(1. Institute of Remote Sensing and GIS, Peking University, Beijing 100871, China; 2. School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: A multi - scale NDVI method was proposed for local vegetation growth region extraction and coverage evaluation. First, the vegetation growth region was extracted by DEM constraint and spectral recognition using TM data. Then, using MODIS NDVI products, the coverage of each extracted pixel was calculated with the Dimidiate Pixel Model. At last, the vegetation coverage grading standard was used to evaluate the coverage. In a study area of Jiaodong Peninsula, the proposed method reached good results. The proposed method is useful for local vegetation extraction and coverage evaluation, and is of universal applicability.

Key words: coverage evaluation; multi - scale NDVI; data preprocessing