

基于 WorldView-2 影像的外来物种薇甘菊入侵遥感监测

陈利, 林辉, 孙华

(中南林业科技大学 林业遥感信息工程研究中心, 湖南 长沙 410004)

摘要: 为了探究利用高分辨率影像进行外来物种薇甘菊 *Mikania micrantha* 遥感监测, 以 WorldView-2 影像为数据源, 利用面向对象的分类方法, 对深圳市薇甘菊进行遥感监测。研究表明: 利用 WorldView-2 影像进行薇甘菊的最佳波段组合为 364 波段(近红外波段、海岸波段、红色波段), 薇甘菊的制图精度为 83.33%, 用户精度为 81.08%, 总体精度为 87.5%, 且其他地物类型的分类精度也比较高, 都达到 80% 以上, 取得较好的监测结果, 突破了人工调查周期长, 主观性强等缺点, 在监测手段、方法以及时间上更加具有优势。因此, 基于 WorldView-2 影像面向对象方法进行薇甘菊遥感信息提取具有良好的应用价值。图 5 表 1 参 18

关键词: 遥感; WorldView-2; 外来物种; 薇甘菊

中图分类号: S718.3; Q948.2 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2014)02-0185-05

Remote sensing of a *Mikania micrantha* invasion in alien species with WordView-2 images

CHEN Li, LIN Hui, SUN Hua

(Research Center of Forestry Remote Sensing & Information Engineering, Central South University of Forestry & Technology, Changsha 410004, Hunan, China)

Abstract: To explore the practicality of using high resolution images from remote sensing to monitor the invasive species *Mikania micrantha*, WordView-2 images as data sources were employed along with object-oriented classification methods in Shenzhen City. Results using WordView-2 images showed that the optimal band combination for *M. micrantha* was 364 bands (near infrared band, coastal band, and red light) with an 83.3% mapping accuracy, a user accuracy of 81.1%, and an overall accuracy of 87.5%. Precise classification of other object types was above 80%. Although subjectivity was a strong disadvantage, monitoring with remote sensing, based on the object-oriented methodology of a WordView-2 video, was advantageous for extraction and application of *M. micrantha* data. [Ch, 5 fig. 1 tab. 18 ref.]

Key words: remote sensing; WordView-2; alien species; *Mikania micrantha*

外来物种入侵已成为影响经济发展的六大环境问题之一。这些外来物种入侵既改变了原有生态系统的结构和功能, 又对当地的经济活动产生了较大的影响^[1-2], 也是当前全球关注的热点问题之一^[3]。广东省外来入侵种大体上分为动物、植物和病虫害 3 大类。目前, 在广东存在并造成危害的外来植物入侵种有薇甘菊 *Mikania micrantha*, 凤眼莲 *Eichhornia crassipes*, 互花米草 *Spartina alterniflora*, 空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides* 等 7 种, 尤其是薇甘菊等外来入侵种已对珠江三角洲地区等地的生态环境造成严重影响^[4]。薇甘菊属菊科 Compositae, 原产中美洲, 现已广泛传播到亚洲热带地区。大约在 1919 年, 薇甘菊作为杂草在中国香港出现, 1984 年在深圳发现, 2008 年来已广泛分布在珠江三角洲地区。为了有效控制外来物种薇甘菊入侵, 需要对该物种种群的空间分布和动态变化进行监测与统计^[5]。目前, 传

收稿日期: 2013-04-17; 修回日期: 2013-06-09

基金项目: 国家高技术研究发展计划(“863”计划)项目(2012AA102001-4)

作者简介: 陈利, 从事林业遥感和地理信息系统研究。E-mail: csufcl@126.com

统的监测主要进行人工野外实地调查,并结合历史资料建立扩散模型,进行动态模拟和预测预报。研究大尺度的物种入侵时,用这种方法不仅耗时耗财,统计的精确度和时效性也不能得到保证,而且对于人工难以到达的地方调查困难,调查不够精细,具有很大的局限性。遥感技术是通过某种平台上装载的传感器获取来自目标地物的特征信息,然后对所获取的信息进行提取、判定、加工处理及应用分析,从而实现地对物进行定位、定性或定量描述的一种技术,目前已成为大尺度上获得地表植被覆盖信息的一种重要方法,它具有宏观、快速、动态、综合等显著特点。而遥感数据以其适时性、准确性及覆盖区域的完整性、广泛性等特性广泛应用于植被分类^[6-8]。地理信息系统具有存储、查询、分析、模拟、显示和输出地理空间动态数据等特点,在遥感数据分析及结果表达方面具有重要作用^[8-9]。“3S”技术现已广泛应用于植被覆盖情况分析、土地动态监测、农作物监测等^[10-16],但是目前利用遥感技术进行外来物种的研究相对薄弱。本研究首次利用高分辨率遥感影像进行薇甘菊监测,以WorldView-2为数据源,在充分利用WorldView-2的光谱分辨率以及薇甘菊地面光谱测量的基础上,选择出识别薇甘菊的影像最佳波段组合,运用面向对象的技术手段进行薇甘菊信息提取,旨在找出一种快速高效的薇甘菊提取方法,为深圳市薇甘菊监测和治理提供重要的数据支撑和决策依据。

1 研究区概况

宝安区位于广东南海之滨,是深圳市六大辖区之一,22°35'N,113°52'E,全区面积为733 km²,海岸线长30.62 km。宝安南接深圳经济特区,北连东莞市,东濒大鹏湾,临望香港新界、元朗,是现代化经济中心城市深圳的工业基地和西部中心。宝安区地形较为复杂,主要地貌类型为低山、丘陵、台地和平原,最高海拔为羊宝安区台山山顶734 m。东北部主要为低山,中部及北部主要为丘陵台地,西部主要是冲积平原,并残存一些低丘,而西南海岸多为泥岸,滩涂资源丰富。本研究为宝安区的一部分(图1)。

2 研究方法

2.1 数据来源

本研究利用2011年11月14日的WorldView-2遥感影像以及野外实地调查数据。遥感影像为8个多光谱波段和1个全色波段,多光谱波段的分辨率为1.8 m,全色波段分辨率为0.5 m。

2.2 最佳波段组合

WorldView-2影像含有丰富的光谱信息,影像数据的标准差越大,那么它所包含的信息量就越大,波段间相关性越小,各波段的独立性越高,因此,本研究以选波段标准差要大,波段间相关性要小,波段组合对所研究地物类型的光谱差异要大为原则^[18],利用美国查维茨提出的“最佳指数(OIF)法”,即:

$$F_{OI} = \sum_{i=1}^3 S_i / \sum_{j=1}^3 |R_{ij}|。$$

其中: R_{ij} 是*i*,*j*2个波段的相关系数, S_i 为第*i*个波段的标准差, F_{OI} 越大,包含的信息量越大,组合最优。影像获取的时间是2010年11月14日,正当薇甘菊开花时节,在可见光范围内的颜色为白色,利用外业采集的光谱(图2)进行分析,并结合各波段的特征,因此,在考虑最佳波段组合时尽可能在图像上体现花的本色,既要清晰地表达薇甘菊的受灾范围,又要使图像呈现的颜色与周边植被情况不一致。利用最佳指数作为参考依据,并结合薇甘菊的实际情况,确定最佳的波段组合为第6波段海岸波段(400~450 nm),第4波段红色波段(630~690 nm),第3波段近红外波段(770~895 nm)等3个波段组合的效果最好,便于薇甘菊的提取,并且也符合人类视觉的效果,在影像上薇甘菊明显呈泛白色。效果图如图3。



图1 研究区示意图(364波段)
Figure 1 Location of studying area (364 bands)

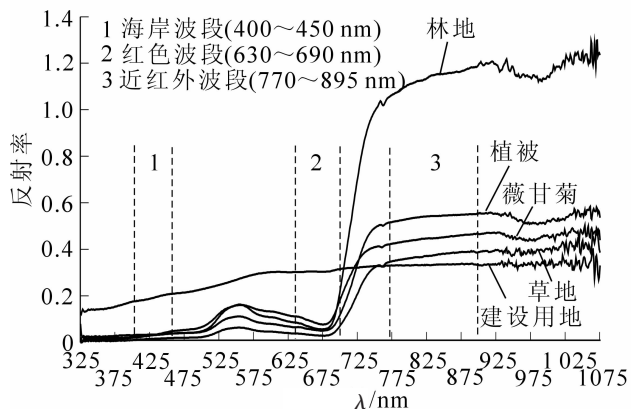


图 2 各地物的波谱曲线图

Figure 2 Spectral curves around



图 3 364 波段组合

Figure 3 364 band combination

2.3 影像分割

影像分割是面向对象的信息提取方法成功的必要前提，其分割的尺度和精度对下一步分类的精度影响很大。影像分割的标准为影像对象像素的平均异质性应该最小化，像素所归属的影像对象的异质性应该被分配到每一个像素中^[17]。影像分割是基于影像对象的光谱、几何特征，并采用区域生长方法，形成多个具有相似大小影像对象多边形。影像信息分割重要的选择是分割尺度的选择，直接决定分类结果精度。对于光谱特征上比较相近的地类，如果分割参数选择不当，它们将会混合在一起，造成分类精度降低。对于一种确定的地物类型，最适宜的尺度值是分割后的多边形能将这种地物类型的边界显示十分清楚，不能太破碎，也不能太大，致使 1 个对象包含几个类型或类型的边界模糊不清^[18]。本研究区薇甘菊与林地以及有些植被在光谱特征上比较相近，为了避免这些地类混在一起，利用 ENVI EX 分割软件，它是根据临近像素亮度、纹理、颜色等对图像进行分割，使用了一种边缘的分割算法。这种算法计算很快，并且只需输入 1 个参数就能产生多尺度分割的效果，通过不同尺度边界的差异控制，从而产生从细到粗的多尺度分割。在经过反复试验之后，最终确定的分割尺度为 50，融合尺度为 70，亮度值为 50，对比度为 20，锐化值为 10。分割后的效果如图 4。

2.4 信息提取

根据研究区影像的特征和目标分类体系，本研究除了影像的光谱特征外，还选取了形状特征、邻接特征等参数。由于研究区植被与非植被的鲜明反差，还利用软件提供的定制工具自定义了归一化植被指数 (NDVI) 特征参数来区分植被和非植被。本研究首先区分植被覆盖区和非植被盖区，由于植被在红、近红外波段与非植被的巨大差异，经过直方图及反复的目视判断，发现 NDVI 大于 0.421 7，小于 0.623 1 均为植被，反之则为非植被。由于植被中草地具有明显的特征，它的反射率比较高，非草地的反射率较低，所以可以设置平均像元值属性 (avg_band)，在对象属性选择光谱属性，设置 avg_band_2 属性值的范围，研究发现 avg_band_2 属性值大于 99，可以明显地剔除草地的干扰。薇甘菊在 WorldView-2 影像的 463 波段组合上呈明显泛白，与植被或者林地有明显差异，所以选择亮度值来进行薇甘菊提取，研究发现亮度值大于 0.698 9 的为薇甘菊，提取的结果如图 5。

3 结果与精度评价

为对分类结果进行定量评价，在影像上随机抽取 200 个样点，采用人工实地调查的数据，精确确定每个参考点的地物类别，对基于面向对象方法的分类结果进行精度评价，误差矩阵和精度报告如表 1。

由表 1 可知：薇甘菊的制图精度为 83.33%，用户精度为 81.08%，错分精度为 16.67%，漏分精度为 18.92%，达到了比较理想的结果。制图精度最高的是植被，达 89.23%，用户精度最高的是非植被，达 91.84%，无论哪种地物的制图精度以及用户精度都达到了 80% 以上，总体精度为 87.50%，得到了比较好的分类效果。薇甘菊错分精度为 16.67%，漏分精度为 18.92%，主要是由于薇甘菊分布比较零散的地方和其他地物的特征极为相似，错分主要是分为草地和和植被，由于薇甘菊在开花的季节的颜色以及纹理特异于其他植被，因而在进行薇甘菊遥感监测时的遥感影像必须为开花季节拍摄，否则很难进行薇甘菊

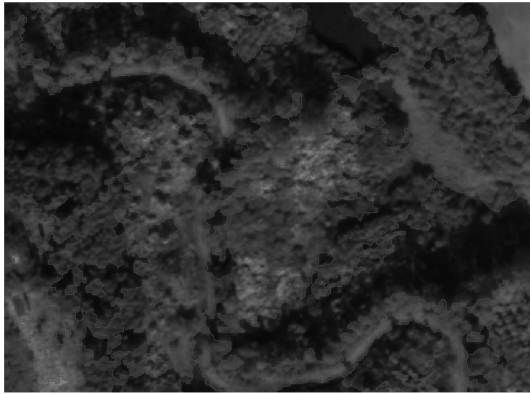


图4 分割后的效果图
Figure 4 After segmentation of rendering



图5 薇甘菊提取结果图
Figure 5 *Mikania micrantha* extract results figure

表1 面向对象分类结果精度评价

Table 1 Object-oriented classification accuracy evaluation results

参考图像	分类结果图像				制图精度/%	用户精度/%
	薇甘菊	草地	植被	非植被		
薇甘菊	30	2	3	1	83.33	81.08
草地	2	42	3	1	87.50	87.50
植被	2	3	58	2	89.23	87.88
非植被	3	1	2	45	88.23	91.84
错分精度/%	16.67	12.50	10.77	11.77	总精度: (175/200)×100%=87.50%	
漏分精度/%	18.92	12.50	12.12	8.16		

的信息提取。各地物之间都存在不同程度的漏分以及错分情况，这主要是由于遥感影像的“同物异谱”和“同谱异物”现象的存在。本研究首次利用高分辨率 WorldView-2 遥感影像进行外来物种薇甘菊遥感监测，取得较好的监测结果，突破了人工调查周期长，主观性强等缺点，在监测手段、方法以及时间上更加具有优势。

4 结论与讨论

本研究利用高空间分辨率 WorldView-2 遥感影像的特点，提出了采用面向对象方法进行薇甘菊信息提取方案，充分利用薇甘菊的光谱响应特征等，基于影像分割和规则设置的面向对象分类方法，得到以下主要结论：①以最佳指数法进行波段选择为参考，并结合薇甘菊的光谱特征，且使薇甘菊在遥感影像尽量显示本身开花时的颜色，充分利用其光谱特征和波段数量多的特点进行波段组合，通过反复试验，得到适用于薇甘菊信息提取最佳波段组合是 364 波段。②利用面向对象的分类方法，得到薇甘菊的制图精度为 83.33%，用户精度为 81.08%，分类的总体精度为 87.50%，且其他地物的制图精度以及用户精度都达到了 80.00% 以上，得到了比较好监测结果。③高分辨率遥感监测薇甘菊突破了人工调查周期长和主观性强的难点，且对于人力所不及的地方可以进行很好的识别，在监测手段、方法以及时间上更加具有优势。④利用面向对象分类方法取得了较好的结果，为薇甘菊信息提取提供了研究思路，但由于不同的尺度分割可以突出一部分信息，同时又不可避免地损失了另一部分信息，因此需要进一步改进分割算法以及特征提取规则，从而使薇甘菊信息提取精度更高。

参考文献：

- [1] ENSERINK M. Predicting invasions: biological invaders sweep in [J]. *Science*, 1999, **285**(5435): 1834 – 1836.
- [2] JAKUBAUSKAS M E, PETERSON D L, CAMPBELL S W, *et al.* Remote sensing of aquatic plant obstructions in navigable waterways[C]. *Proceedings of the 2002 AS-PRS-ACSM Annual Conference and FIG XXII Congress*. Washington D C: ASPRS, 2002: 22 – 26.

- [3] 李贺鹏, 张利权, 王东辉. 上海地区外来种互花米草的分布现状[J]. 生物多样性, 2006, **14**(2): 114 – 120.
LI Hepeng, ZHANG Liqun, WANG Donghui. Distribution of an exotic plant *Spartina alterniflora* in Shanghai[J]. *Biodiversity Sci*, 2006, **14**(2): 114 – 120.
- [4] 刘红卫, 林志凌, 苏华轲, 等. 广东省外来物种入侵现状及其生态环境影响调查[J]. 生态环境, 2004, **13**(2): 194 – 196.
LI Hongwei, LIN Zhiling, SU Huke, *et al.* Investigation of the present intrusion situation, and the influence of intrusive alien species on ecology in Guangdong [J]. *Ecol Environ*, 2004, **13**(2): 194 – 196.
- [5] MACK R N, von HOLLE B, MEYERSON L A. Assessing invasive alien species across multiple spatial scales: working globally and locally[J]. *Front Ecol Environ*, 2007, **5**(4): 217 – 220.
- [6] DAEHLER C, STRONG D. Status, prediction and prevention of introduced cord grass *Spartina* spp. invasions in Pacific estuaries, USA [J]. *Biol Conserv*, 1996, **78**: 51 – 58.
- [7] 宫恒瑞, 肖继东, 李聪, 等. 荒漠化遥感监测与评价研究综述[J]. 新疆气象, 2005, **28**(1): 1 – 4.
GONG Hengrui, XIAO Jidong, LI Cong, *et al.* Research of remote sensing monitor and evaluation of desertification [J]. *Bim Xinjiang Meteorol*, 1996, **78**: 51 – 58.
- [8] CHAMBERS J Q, ASNER G P, MORTON D C, *et al.* Regional ecosystem structure and function: ecological insights from remote sensing of tropical forests [J]. *Trends Ecol Evol*, 2007, **22**(8): 414 – 423.
- [9] CHEN Chen, CHEN Juan, HU Baishi, *et al.* Potential distribution of alien invasive species and risk assessment: a case study of *Erwinia amylovora* in China [J]. *Agric Sci China*, 2007, **6**(6): 688 – 695.
- [10] LAVOIE C, JEAN M, DELISLE F, *et al.* Exotic plant species of the St Lawrence river wetlands: a spatial and historical analysis [J]. *J Biogeogr*, 2003, **30**(4): 537 – 549.
- [11] 黄华梅, 张利权, 高占国. 上海滩涂植被资源遥感分析[J]. 生态学报, 2005, **25**(10): 2686 – 2693.
Huang Huamei, ZHANG Liqun, GAO Zhanguo. The vegetation resource at the intertidal zone in Shanghai using remote sensing [J]. *Acta Ecol Sin*, 2005, **25**(10): 2686 – 2693.
- [12] JOSHI C, LEEUW J D, ANDEL J V, *et al.* Indirect remote sensing of a cryptic forest understorey invasive species [J]. *For Ecol Manage*, 2006, **225**: 245 – 256.
- [13] PENGRA B W, JOHNSTON C A, LOVELAND T R. Mapping an invasive plant, *Phragmites australis*, in coastal wetlands using the EO-1 Hyperion hyperspectral sensor [J]. *Remote Sens Environ*, 2007, **108**: 74 – 81.
- [14] 陈浩, 陈利军. 利用遥感和 GIS 的方法预测外来入侵物种的潜在分布[J]. 遥感学报, 2007, **11**(3): 426 – 432.
CHEN Hao, CHEN Lijun. Predicting the potential distribution of invasive exotic species using GIS and remote sensing [J]. *J Remote Sens*, 2007, **11**(3): 426 – 432.
- [15] LABA M, DOWNS R, SMITH S, *et al.* Mapping invasive wetland plants in the Hudson River National Estuarine Research Reserve using quickbird satellite imager[J]. *Remote Sens Environ*, 2008, **112**: 286 – 300.
- [16] ROBINSON T P, KLINKEN R D, METTERNICHT G. Spatial and temporal rates and patterns of mesquite (*Prosopis* species) invasion in Western Australia[J]. *J Arid Environ*, 2008, **72**: 175 – 188.
- [17] WALTER V. Object-based classification of remote sensing data for change detection [J]. *ISPRS J Photogramm & Remote Sens*, 2004, **58**: 225 – 238.
- [18] 黄慧萍. 面向对象影像分析中的尺度问题研究[D]. 北京: 中国科学院遥感应用研究所, 2003: 15 – 19.
HUANG Huiping. *Scale Issues in Object-oriented Image Analysis*[D]. Beijing: Chinese Academy of Sciences. Institute of Remote Sensing Applications, 2003.