

文章编号: 1007-4619(2006)04-0573-05

# 以不同分类法探讨 SPOT 与 IKONOS 两种卫星影像之分类准确度

吴守从<sup>1</sup>, 陈建璋<sup>2</sup>, 陈朝圳<sup>3</sup>

(1. 实践大学 观光管理学系, 中国台湾; 2. 屏东科技大学 热带农业暨国际合作研究所, 中国台湾;

3. 屏东科技大学 森林系, 中国台湾)

**摘 要:** 遥感探测可应用于大尺度环境之研究、规划及经营管理, 故为探讨自然资源动态变迁之良好工具, 惟现行影像来源与分类方法众多, 研究者如何视其需要选择最佳组合, 实有探讨之必要。本研究以 SPOT 及 IKONOS 两种不同空间解析力之卫星影像为材料, 配合不同分类方法探讨台湾地区垦丁公园不同植群社会之空间分布信息, 其结果均证实可行。而由研究过程发现, 不同影像使用不同分类方法, 其分类准确度有所差异, 其中 IKONOS 影像因具有较高之空间解析力, 有时反而容易造成影像分类的误授、漏授; 而绿色植生部分尚无法由卫星影像之波谱值完全区隔, 因此分类之精度仍有待精进。就影像分类而言, 良好的训练样区配合正确的分类方法, 可迅速获得一定准确度以上之分类结果, 惟有时限于分类别的影像波谱值过于接近及各种地形效应、辐射效应之影响, 会造成影像分类结果有误差、漏授及破碎化之情形产生, 若能有效克服此一问题, 则影像分类之成果将可提高其实用性。

**关键词:** 遥感探测; 分类准确度; 波谱信息

中图分类号: TP751.1 文献标识码: A

## Using Different Classified Methods to Discuss the Classified Accuracy of SPOT and IKONOS Satellite Images

WU Shou-tsung<sup>1</sup>, CHEN Jan-chang<sup>2</sup>, CHEN Chaur-tzuhn<sup>3</sup>

(1. Department of Tourism Management, Shih Chien University, Taiwan, China;

2. Institute of Tropical Agriculture and International Cooperation, Pingtung University of Science and Technology, Taiwan, China;

3. Department of Forest, Pingtung University of Science and Technology, Taiwan, China)

**Abstract:** Remote sensing technology can be applied in research, planning and management on a large-scale environment. It is a powerful tool for natural resource investigation. However, there are various sources of satellite images and classified methods, so the researchers have to find the best combination to meet their requirements. In this study, the SPOT and IKONOS satellite images were used as material and collocated with different classified methods to examine the spatial distribution of vegetation types in Kenting National Park. It is feasible for discussing the above issue by using satellite images and different classified methods to get different classified accuracy. Although the spatial resolution of IKONOS is higher than SPOT, it is contrary to get lower classified accuracy by omission and commission. Moreover, there are discrepancies between different vegetation types in spectrum characteristics, so it needs to improve the accuracy of classification further. Good training area and proper methods can improve the accuracy of classification. But owing to the atmospheric effects, the topographic effects and the overlap of spectrum characteristics in different categories, the classified accuracy of satellite images were always to be influenced. Therefore, if this problem can be solved effectively, the results of images classification will be usefulness.

**Key words:** remote sensing; classified accuracy; spectrum characteristics

收稿日期: 2005-08-15; 修订日期: 2005-10-25

作者简介: 吴守从 (1966—), 男, 助理教授, 2003 年毕业于台湾大学森林学研究所博士班, 目前主要从事自然资源变迁监测等方面的研究工作。E-mail: stwa@msa.hinet.net

## 1 引 言

自 1972 年美国发射地球资源观测卫星 (LANDSAT-1) 成功后, 因其资料具有光谱解析力 (Spectral resolution)、空间解析力 (Spatial resolution)、时间解析力 (Temporal resolution) 及辐射解析力 (Radiometric resolution)<sup>[1]</sup>, 因此对大面积生态环境状况之动态可有效掌握<sup>[2]</sup>; 而 1986 年所发射的 SPOT 卫星影像具有高解析力及可倾斜观测 ( $\pm 27^\circ$ ) 等两个重要特性, 更可组成立体像对以提供测量上制图之应用<sup>[3]</sup>; 1999 年太空图像公司 (Space Imaging Inc) 成功地发射了全球首颗高解析度商业卫星 IKONOS-2, 并于同年 10 月 12 日公布第一张由太空摄得的照片, 其最高解析度达 0.82m, 可媲美美国军方向谍卫星的水平, 更解决了以往遥测影像低解析度之问题。

由于现行卫星影像来源与分类方法众多, 研究者如何选择最佳组合, 实有探讨必要。有鉴于此, 本研究以 SPOT 及 IKONOS 两种不同资源卫星之台湾地区垦丁公园影像为材料, 配合不同分类方法探讨其对植群社会 (Vegetation society) 空间分布之分类准确度, 并将研究成果提供作为影像分类之参考信息。

## 2 研究方法

本研究于完成植群社会之定义, 并于现地选取适当之影像分类训练样区后, 依序进行影像分类之可行性评估与准确度评估, 详细方法略述如下。

### 2.1 植群社会之定义

除参考前人对台湾地区垦丁公园植群社会之研究成果外<sup>[3-5]</sup>, 并依据现场实地状况, 将全区之植群社会分为海滨植物群落、干燥林植物群落、季风雨林植物群落、相思树植物群落、混生林植物群落、草地、农耕地、建成地、水域和裸露地等 10 种类型。

### 2.2 影像分类地面训练样区之选取

植群社会地面训练样区之选取, 系先于内业中以 2001 年之航空照片选定大略位置后, 再利用全球卫星定位系统 (GPS) 进行实地定位调查, 以作为影像分类训练样区。

### 2.3 影像分类之可行性评估

研究区植群社会虽依前述方式区分为 10 类, 惟实际进行卫星影像分类时, 尚需考虑其波谱解析力与空间解析力, 故以各植群社会之波谱值空间分离度式 (1) 及转移分歧度式 (2) (Transformed divergence TD)<sup>[6]</sup> 进行影像分类之可行性评估。

$$D_{ij} = \frac{1}{2} \text{tr}[(C_i - C_j)(C_i^{-1} - C_j^{-1})] + \frac{1}{2} \text{tr}[(C_i^{-1} - C_j^{-1})(\mu_i - \mu_j)(\mu_i - \mu_j)^T] \quad (1)$$

$$TD_{ij} = 2000 \left[ 1 - \exp\left(\frac{-D_{ij}}{8}\right) \right] \quad (2)$$

式中,  $D_{ij}$  为分离度;  $C_i$  为共变异矩阵;  $\mu_i$  为平均向量;  $\text{tr}$  为迹统计量 (矩阵代数);  $TD_{ij}$  为转移分歧度。

### 2.4 影像分类之准确度评估

影像分类方面, 先于完成实地定位调查之每一类植群影像中, 各切取 20 个  $5 \times 5$  像元之影像作为训练样区。而由于不同分类法具有不同的分类准确度<sup>[7-12]</sup>, 故本研究利用最大概似法 (Maximum likelihood distance)、模糊集理论 (Fuzzy classification)、类神经网络 (Neural network classification) 等方法进行影像分类工作, 并以全影像总体准确度 (Overall accuracy) 及 KAPPA 值式 (3) 和式 (4)<sup>[13, 14]</sup>, 分别检测分类准确度。

$$OA = \sum_{i=1}^N X_{ii} / N \quad (3)$$

式中,  $X_{ii}$  为误差矩阵第  $i$  列第  $i$  行之值;  $N$  为评估像元总数;  $n$  为总分类组数。

$$\hat{K} = \frac{\left[ N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} X_{+i}) \right]}{\left[ N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} X_{+i}) \right]} \quad (4)$$

式中,  $N$  为观测样本数;  $r$  为误差矩阵之行数 (row);  $X_{ii}$  为误差矩阵第  $i$  行第  $i$  列元素;  $X_{i+}$  为误差矩阵第  $i$  列之和;  $X_{+i}$  为误差矩阵第  $i$  行之和。

## 3 结果与讨论

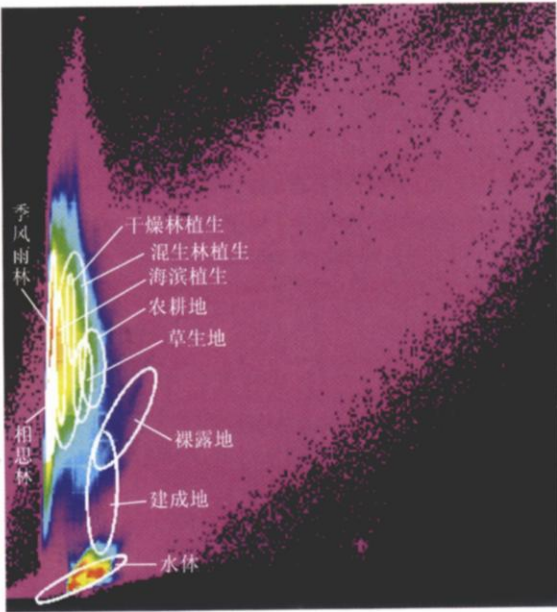
### 3.1 影像分类之可行性评估

为探讨前述 10 种植群社会在 SPOT 及 IKONOS 两种卫星影像上之波谱组合情形, 本研究以红光 (R\_Band) 与近红外光 (IR\_Band) 分析各植群社会在不同波段间波谱值之空间分离度, 其结果显示以

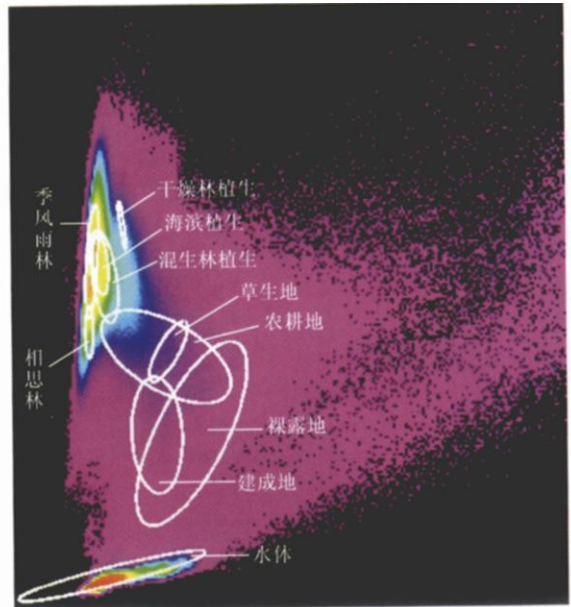
10 种类别进行分类,其分离度不佳,将无法取得具较佳准确度之影像分类结果(图 1(a)和(b)),故必须进行植群社会类型之整并。本研究依据文献[4]针对垦丁公园之影像之分类研究结果,并配合现况调查,将海滨植物群落与干燥林植物群落合并为干燥林植生(生育地环境较干旱);混生林植物群落归类为混生林植生;季雨林植物群落与相思树植物群落合并为季雨林植生(生育地环境较湿润);草地与农耕地归为一类;建成地及裸露地归为一类;水域自成一类,重新分析其波谱值空间分离度,结果

显示以上述 6 种植群型进行分类,其准确度将大幅提高(图 1(c)和(d)),故适当地定义之影像分类组别为研究进行所必须。

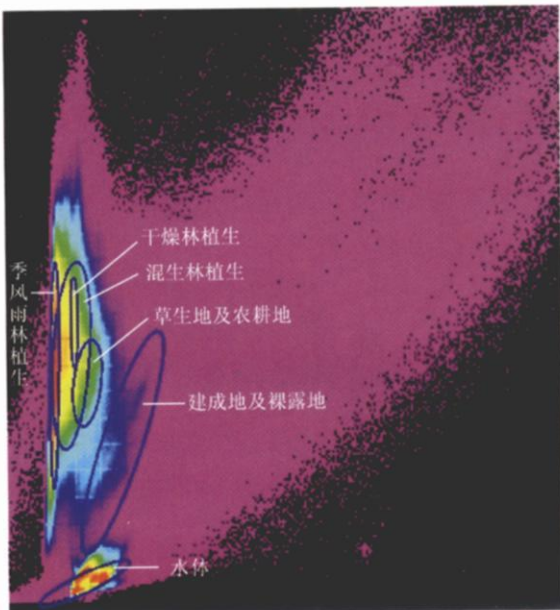
为进一步验证前述结果之可信度,本研究利用式(2)计算两种不同分类组别之转移分歧度,其结果见表 1。由于 TD 值在 1700 以下表示分类结果“差”;1700—1900 表示分类结果“可接受”;至于 1900 以上表示分类结果“佳”<sup>[6]</sup>。由表 1 可知,6 种类别之转移分歧度达 1900 以上,显示分类结果应可较佳。



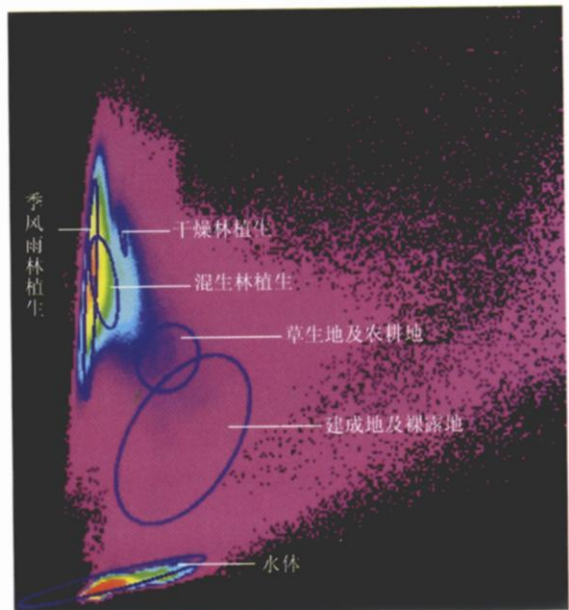
(a) IKONOS 影像(10 种类型)



(b) SPOT 影像(10 种类型)



(c) IKONOS 影像(6 种类型)



(d) SPOT 影像(6 种类型)

Fig. 1 The feature space of image pixel values in different vegetation societies

### 3.2 影像分类之准确度评估

为有效评估不同影像之分类准确度,本研究除

采用同一时期之影像作为材料外,并分别以最大概似法、模糊集理论与类神经网络等不同分类法进行影像分类工作后(图 2),利用航空照片选取检核样



图 2 不同分类法之影像分类结果  
Fig. 2 The vegetation societies distribution images by different classified methods

表 1 不同影像之转移分歧度测验结果

Table 1 The transformed divergence of different images

影像类别	TD 值 (10 种分类别)	TD 值 (6 种分类别)
SPOT	1685.90	1999.73
KONOS	1615.86	1918.95

区,以全影像总体准确度及 KAPPA 值,分别检测分类准确度,其结果见表 2。由图 2 及表 2 结果可知,各种分类法之准确度均达 70% 以上, KAPPA 值也在 0.60 以上,而其中又以最大概似法之分类结果最佳。进一步分析上述结果发现, KONOS 影像因具有较高之空间解析力,有时反而容易造成影像分类的误授、漏授;而绿色植生部分尚无法由卫星影像之波谱值完全区隔,因此分类之精度仍有待精进。

表 2 不同分类法之准确度评估

Table 2 The evaluations of classified accuracy by different classified methods

分类方法	SPOT		KONOS	
	KAPPA 值	全影像总体准确度 %	KAPPA 值	全影像总体准确度 %
最大概似法	0.77	83.74	0.73	80.25
模糊集理论	0.69	78.82	0.64	74.69
类神经网络	0.61	74.80	0.60	73.76

## 4 结 论

影响卫星影像分类准确度之因素相当多,本研究以 SPOT 及 KONOS 两种不同空间解析力之卫星影像为材料,配合不同分类方法探讨垦丁公园不同植群型之空间分布信息,其结果均证实可行。就影像分类而言,有意义的分类组别、良好的训练样区配合正确的分类方法,将可迅速获得一定准确度以上之分类结果,故未来应持续朝此一方向精进,则影像分类之成果将可提高其实用性。

## 参 考 文 献 (References)

- [ 1 ] Lin C S Study on the Change Detection of Ecological Environment by Using the Remotely Sensed Data on Vegetation Ecosystem: An Illustration of Tainan District [ D ]. Taiwan University, 1996 [ 林金树. 遥测信息在生态环境变迁监测上应用之研究——以台南地区为例 [ D ]. 台湾大学森林学研究所博士论文, 1996 ]
- [ 2 ] Chen C J The Application of Geographic Information System to Forest Management: An Illustration of Nature Reserve [ D ]. Chung Hsing University, 1993 [ 陈朝圳. 地理信息系统在森林经营管理上之应用——以自然保护区为例 [ D ]. 中兴大学森林学研究所博士论文, 1993 ]
- [ 3 ] Chen Y F Coastal Vegetation of Kenting National Park [ M ]. Taiwan: Kenting Park Administration Office, 1985 [ 陈玉峰. 垦丁公园海岸植被 [ M ]. 垦丁公园管理处, 1985 ]
- [ 4 ] Chen C T, Chung Y L Using KNOS Images to Delineate the Vegetation Distribution in Kenting Park [ J ]. Journal of "National" Parks, 2003, 13(2): 85-102 [ 陈朝圳, 钟玉龙. 应用 KNOS 卫星影像于垦丁公园植群图绘制之研究 [ J ]. "国家"公园学报, 2003, 13(2): 85-102 ]
- [ 5 ] Chen C T, Chung Y L, Wu S T Using SPOT Satellite Images to Study the Vegetation Change of Landscape Level in Kenting Park [ J ]. Journal of "National" Parks, 2005, 15(1): 79-98 [ 陈朝圳, 钟玉龙, 吴守从. 应用 SPOT 卫星影像探讨垦丁"国家"公园地景层级之植群变迁 [ J ]. "国家"公园学报, 2005, 15(1): 79-98 ]
- [ 6 ] Hsiao P L Study in Neural Network and SPOT Imageries Classification [ D ]. Ping-Tung University of Science and Technology, 1999 [ 萧百龄. 类神经网络与 SPOT 卫星影像分类之研究 [ D ]. 屏东科技大学热带农业研究所硕士论文, 1999 ]
- [ 7 ] Jensen J R Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective [ M ]. New Jersey: Prentice-Hall, 1996
- [ 8 ] Lin C S Study on the Application of Dynamic Learning Neural Network for Land Use Classification in Broad-Leaved Forest Stand [ J ]. Quarterly Journal of "Chinese" Forestry, 1997, 30(2): 151-164 [ 林金树. 动态学习法则类神经网络法在阔叶林区土地利用型分类上之应用 [ J ]. "中华"林学季刊, 1997, 30(2): 151-164 ]
- [ 9 ] Chen C F, Shyn S D, Chen S W. Multispectral Classification of SPOT Imagery Using Unsupervised Neural Network [ J ]. Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 1997, 2(1): 1-12 [ 陈继繁, 徐守道, 陈世旺. 应用非监督性类神经网络于 SPOT 卫星影像分类之研究 [ J ]. 航测及遥测学刊, 1997, 2(1): 1-12 ]
- [ 10 ] Benediktsson J A, Swain P H. Consensus Theoretic Classification Methods [ J ]. IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics, 1992, 28: 540-552
- [ 11 ] Bischof H, Schneider W, Pinz A J Multispectral Classification of Landsat Images Using Neural Networks [ J ]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1992, 30(3): 482-490
- [ 12 ] Hepner G F, Logan T, Ritter N, et al Artificial Neural Network Classification Using a Minimal Training Set: Comparison to Conventional Supervised Classification [ J ]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1990, 56(4): 469-473
- [ 13 ] Jan J F Classification of Remote Sensing Data Using Adaptive Machine Learning Techniques [ D ]. Colorado State University, 1997.
- [ 14 ] Congalton R G, Story M. Accuracy Assessment: A User's Perspective [ J ]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1986, 55(9): 1303-1309
- [ 15 ] Congalton R G. Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data [ J ]. Remote Sensing of Environment, 1991, 37: 35-46