

# 用光谱分析法识别卫星 TM 影像<sup>1)</sup>

刘其真 徐建华 何永保

(复旦大学计算机系)

## 摘 要

本文介绍一种利用光学功率谱采样分析、二维特征抽取和便于硬件化的布尔分类器等技术,快速识别陆地卫星 TM 影像的方法。

**关键词**——遥感影像,光谱分析,特征抽取,布尔分类器。

## 一、陆地和水域的光谱特性及图像采样

Landsat 4 号和 5 号所装载的专题制图仪 TM (Thematic Mapper) 是一种空间像元度达 30 米的多光谱扫描器<sup>[1]</sup>。本研究采用光学/数字混合技术和便于硬件化的布尔分类器方法对 TM 影像分类识别,具有简单、快速的特点。

我们选用信息量丰富且不同地物的光谱反射曲线<sup>[2]</sup>交迭性小的 TM 第 4 波段(0.76—0.90 $\mu\text{m}$ )图像作为实验样本,目的在于实现陆地和水域的模式分类。对 TM 影像的采样是用 OPISA (Optical Power Spectrum Analysis) 系统<sup>[3]</sup>实现的。该系统利用光学装置在瞬间完成 TM 影像的二维 Fourier 变换,然后用一个 64 单元楔环阵列光电探测器将 TM 影像的光学功率谱变成 64 个模拟量信号,经 A/D 转换后输入计算机,其中 32 个为测量功率谱空间频率分布情况的“环”特征  $D_{Ri}$ , 另外 32 个为表示各径向衍射光束方位分布情况的“楔”特征  $D_{Wi}$ , 因而每个采样窗口图像可得到数据集  $D$ ,

$$D = \{D_{Ri}, D_{Wi}, i = 1, 2, \dots, 32\}. \quad (1)$$

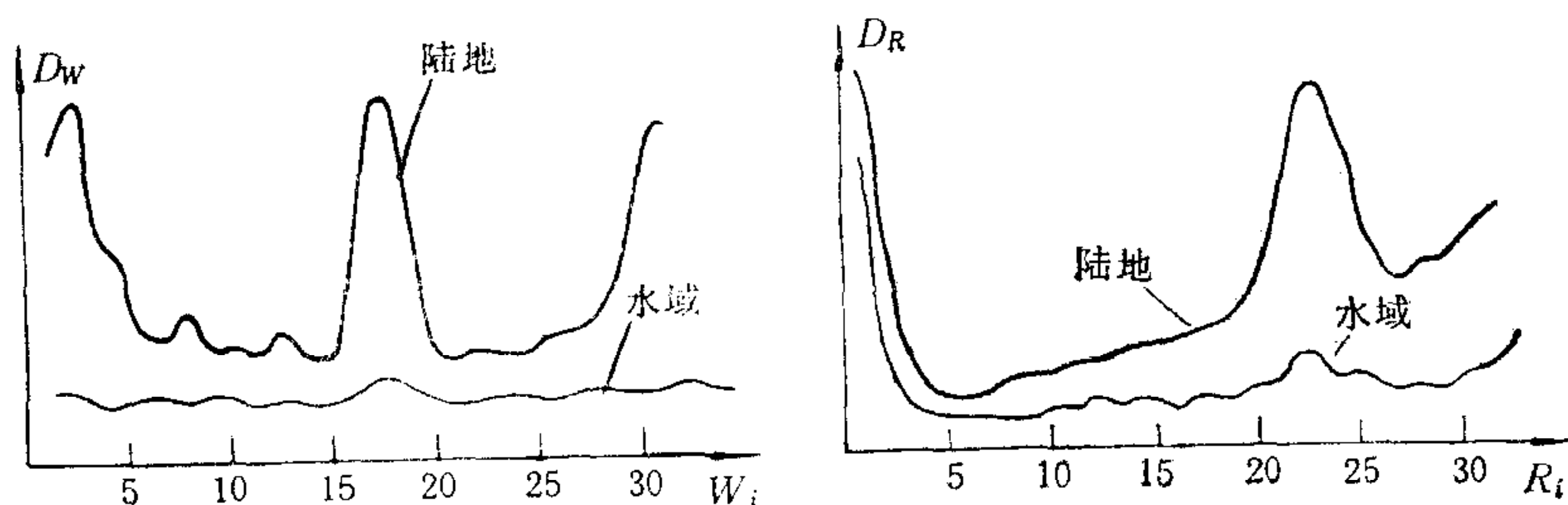


图 1 典型陆地和水域的光学功率谱采样数据曲线

本文于 1988 年 2 月 27 日收到。

1) 国家自然科学基金资助课题。

陆地和水域的典型采样数据曲线如图 1 所示。水体因其光谱反射率小而呈现低曝光度的弱纹理特征,而陆地上因纵横交错的不同地物对光谱的反射率不同,因而其具有较强的网状纹理特征,空间高频成份比较丰富。

## 二、特征抽取和布尔函数分类器

为实现三类模式分类,根据训练样本的统计特性,从采样数据  $D$  中抽取出两个特征,一个是表示图像功率谱能量的特征  $F_1$ ,另一个是描述图像纹理方向及空间频率分布情况的特征  $F_2$ ,即

$$F_1 = K_1 \sum_{i=1}^{32} D_{Wi} + K_2 \sum_{i=1}^{32} D_{Ri}, \quad (2)$$

$$F_2 = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ 1 \end{pmatrix}^T. \quad (3)$$

式中  $K_1, K_2, a_1 \sim a_5$  为系数;  $T$  表示矩阵转置;  $x_1 \sim x_4$  为

$$x_{j+1} = \max(D_{Wj1}, D_{Wj2}, \dots, D_{W(j+1) \times 10}), \quad j = 0, 1, 2, \quad (4)$$

$$x_4 = \max(D_{R17}, D_{R18}, \dots, D_{R26}). \quad (5)$$

然后由特征参数  $F_1, F_2$  导出三个布尔量  $A, B, C$

$$A = \begin{cases} 1 & F_1 \leq H_1 \\ 0 & F_1 > H_1 \end{cases}; \quad B = \begin{cases} 1 & F_2 \leq H_2 \\ 0 & F_2 > H_2 \end{cases}; \quad C = \begin{cases} 1 & H_2 < F_2 \leq H_3 \\ 0 & F_2 > H_3 \end{cases}. \quad (6)$$

其中  $H_1, H_2, H_3$  为阈值。  $A = 1$  表示图像光谱能量较低 (图像曝光度低),  $B = 1$  表示图像的纹理特征较弱,  $C = 0$  表示图像的纹理特征及空间高频成份均较强。

设  $Y_w$  表示江河湖海等水域,因其曝光度极低而使得图像的纹理特征和光谱能量均很弱,因而可定义

$$Y_w = A \wedge B. \quad (7)$$

设  $Y_d$  表示植被良好、水系复杂、道路纵横、土壤暗黑色的具有悠久历史的陆地,其图像光谱能量强并且纹理特征丰富,故可对  $Y_d$  作如下定义

$$Y_d = \bar{A} \wedge \bar{C}. \quad (8)$$

设  $Y_l$  表示植被较差、土色较淡的陆地,如山地、沙洲、近代冲积而成的陆地等,显然  $Y_l$  所反映的光谱情况属于  $Y_w$  和  $Y_d$  两个类别之外的情况,因而定义为

$$Y_l = \overline{Y_w \vee Y_d} = \overline{(A \wedge B) \vee (\bar{A} \wedge \bar{C})} = (\bar{A} \wedge C) \vee (A \wedge \bar{B}). \quad (9)$$

式(7)–(9)即为布尔函数分类器。

## 三、实验结果

实验的训练集是长江口地区 TM 影像的 195 组采样数据,测试集是地势比较复杂的钱塘江口地区的 195 组采样数据,训练集的聚类正确率为 95.4%,测试集的分类正确率为

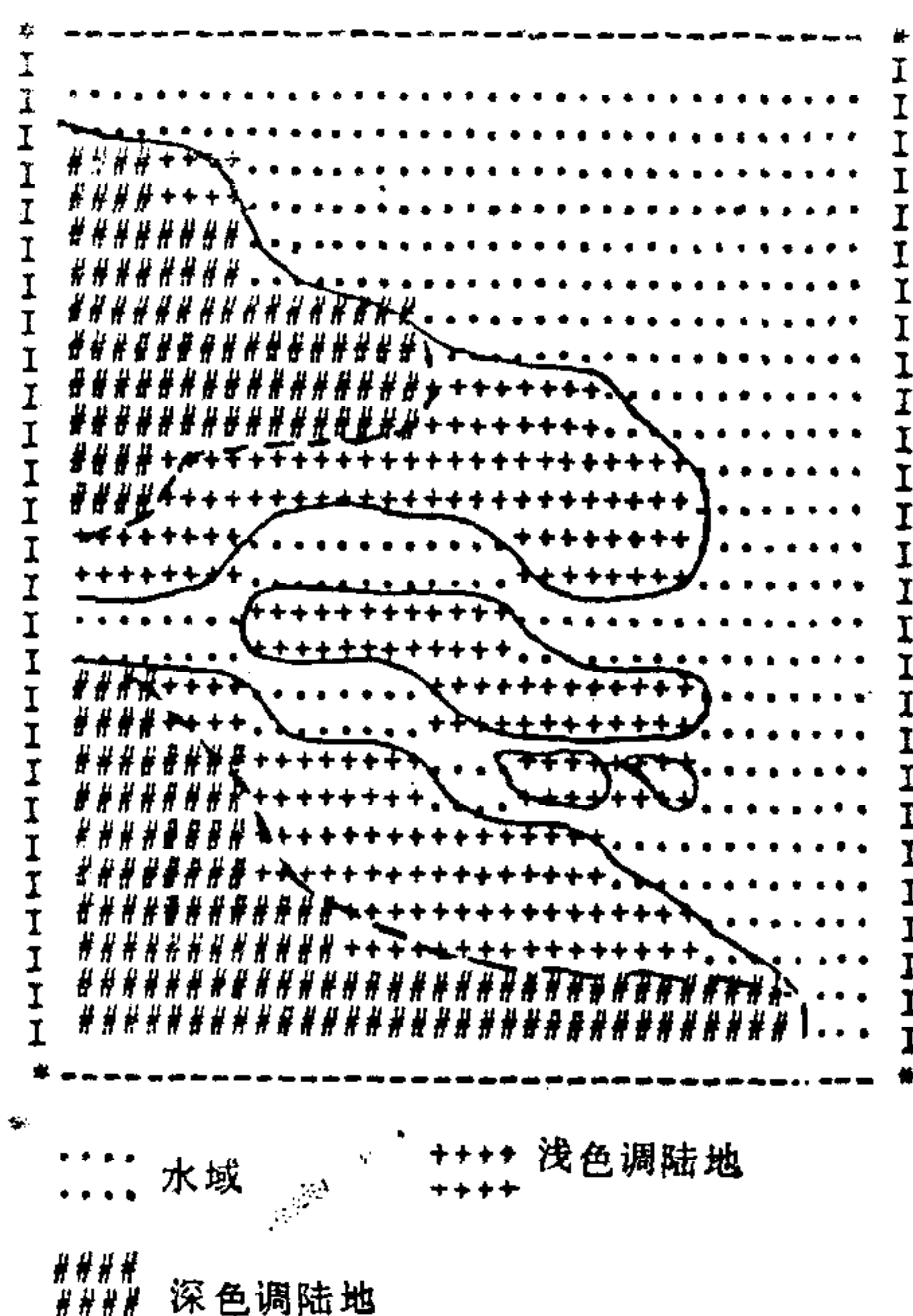


图2 长江口地区三类目标聚类结果

88.7%。图2是长江口地区TM片的三类目标聚类示意图,令人感兴趣的是该图上两类陆地的交界线再现了该地区数千年以前的古海岸线(如虚线所示),与地理学家的观点相印证<sup>[4]</sup>。

### 参 考 文 献

- [1] 何昌垂,空间遥感技术回顾及其发展趋势,环境遥感,1(1),(1986),8—9.
- [2] Swain, P. H., and S. M. Davis (eds), Remote Sensing: The Quantitative Approach, McGraw-Hill, (1978), 227—276.
- [3] 何永保,刘其真等,光学功率谱采样输入系统及其应用,自动化学报,10(1)(1984),80—84.
- [4] 中国科学院遥感应用研究所,空间遥感图象的分析应用,国防工业出版社,(1985),254—255.

## LANDSAT TM IMAGE RECOGNITION BY POWER SPECTRUM ANALYSIS

LIU QIZHEN XU JIANHUA HE YONGBAO  
(Fudan University)

### ABSTRACT

In this paper, an approach for fast recognition of Landsat TM image is introduced. The method is based on the optical power spectrum sampling, two-dimensional feature extraction, and Boolean classifier. The Boolean classifier used in this paper can be conveniently implemented.

**Key words** — Remote sensing image; optical power spectrum analysis; feature extraction; boolean classifier.