

# 辅以纹理特征的典型盐渍区地表覆被遥感影像分类

樊彦国, 侯春玲, 郭若成, 钱尊岩, 张涛

(中国石油大学(华东)地球资源与信息学院, 青岛 266555)

**摘要:**结合实测的盐渍地表光谱数据,采用经验线性法对遥感影像进行大气校正。分析了实测高光谱数据与遥感影像光谱值的关系,然后针对盐生植被光谱的相似性,对影像进行纹理特征提取。结合影像的纹理特征和光谱特征,运用神经网络分类法进行盐渍区地表覆被分类。结果表明辅以纹理特征的分类方法有效提高了盐生植被的分类精度。

**关键词:**经验线性法;纹理特征提取;盐生植被分类

**doi:** 10.3969/j.issn.1000-3177.2011.04.007

**中图分类号:** TP79    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000-3177(2011)116-0034-04

## Land Cover Classification in Salt-affected Zone Supplemented with Textural Features

FAN Yan-guo, HOU Chun-ling, GUO Ruo-cheng, QIAN Zun-yan, ZHANG Tao

(College of Geo-Resource and Information in China University of Petroleum, Qingdao 266555)

**Abstract:** The paper firstly analyzed the relation between the measured spectral data and multi-spectral image data after atmospheric correction by empirical line calibration method. Then textural features were extracted using the multi-spectral ALOS image. Classification and recognition were carried out by the neural network method combined with the spectral characteristics and spatial characteristics on the synthetic image. The classification accuracy was improved.

**Key words:** empirical line calibration method; textural feature extraction; halophytic vegetation classification

### 1 引言

遥感技术具有及时准确、大范围监测的优势,目前被越来越多的学者运用在黄河三角洲盐渍化研究中,并在盐渍土光谱特征、遥感数据源和遥感信息提取等方面取得了很大进展<sup>[1-4]</sup>。盐生植被是反映土壤盐渍化状况的间接指标,而且植被本身也是宝贵的自然资源,因此有必要了解其类型与分布,用于指导盐渍地资源的开发与利用。本文在黄河三角洲选取了典型盐渍区域进行实地调查和光谱采集,然后在分析地表覆被实测高光谱数据与遥感影像光谱值的关系的基础上,对盐生植被遥感影像分类识别进行了专门研究。

### 2 实测地物光谱与影像光谱的关系分析

原始的遥感数据只能反映目标辐射的相对强弱,不能对被测对象的物理性质做出判断,也无法与地面光谱数据相比较。因此需要对影像进行大气校正,得到真实的反射率。大气校正的方法主要有基于辐射传输方程的绝对大气校正法和基于图像本身的相对大气校正法。利用辐射传输方程能较真实地反演地物的辐射信息,但该方法需要知道数据获取时间、传感器参数、大气水分含量等一系列参数,比较复杂。相对校正方法(包括内部平均法、平场域法和残差法等)从图像数据本身出发,不需要其他

收稿日期: 2010-06-21    修订日期: 2011-01-08

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助; 山东省科技攻关项目(2008G10009018)。

作者简介: 樊彦国(1965~),男,博士,副教授,硕士生导师,从事3S技术在数字国土、城市及海岸带方向的教学与研究工作。

**E-mail:** ygf@upc.edu.cn; fanyanguo2003@163.com

辅助数据,但得出的是反射率的相对值,与绝对意义的反射率在概念上是不同的<sup>[5]</sup>。

经验线性法是借助地面地物的已知光谱反射率来反演影像的地物反射率的方法。该方法将影像光谱数据和所选区域或光谱库中的反射光谱相匹配,使每一个波段的 DN 值和光谱反射率相等,这等于消除了太阳幅亮度与大气程辐射<sup>[6]</sup>。

本文采用经验线性法获取影像的地物反射率。研究区的盐生地表包括棉花、芦苇、黄须菜、光板地、水体等,光谱采集时间在 2009 年 8 月 26 日~ 28 日,波长 300nm~ 1100nm。遥感影像选择 ALOS 卫星的 AVNIR-2 数据,空间分辨率为 10m,时间是 2009 年 8 月 27 日,与地物光谱采集时间相同。具体步骤如下:

①实地测量几种地物的光谱反射率,每种地物选择 5 个样区,对每种地物的光谱反射率分别取平均。将实测地物平均光谱曲线按照影像的波段波长范围和响应函数进行重采样。

②选定棉花苗和光板地重采样后的光谱反射率为参照光谱,参照地理位置,在图像上选定地物,获取与地物对应的影像的 DN 值。棉花苗和光板地在影像上光谱差别较大,而且两者较容易选取,这提供了一个较精确的线性回归。

③进行线性回归,求出增益和偏值。

④利用解出的纠正系数进行大气校正,获得地物反射率影像。

大气校正后的影像像元值与相对应的实测地物重采样后的光谱值具有很好的相关性,芦苇、黄须菜、水体相关系数分别是 0.999、0.999、0.974,证明该方法是可行的。图 1 对比显示了黄须菜实测光谱重采样后的数据与大气校正后的影像反射率值,二者在各波段的数值非常接近。

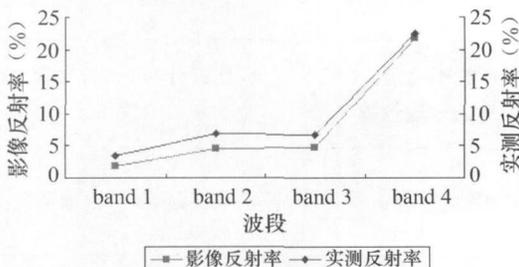


图 1 黄须菜实测与大气校正后影像光谱反射率对比图

在经过大气校正的影像上提取棉花、光板地、黄须菜、芦苇和水体的光谱反射率曲线,如图 2 所示。从图中可以看出,水体、棉花地、光板地可以很容易

区别于其他植被。棉花在近红波段的反射率明显高于其他地物;而水体在近红波段的反射率比在可见光波段要低,且在近红波段的反射率与其他地物相比最低;光板地在 4 个波段的反射率曲线平缓上升。芦苇和黄须菜的反射率曲线形状极其相似,单纯依赖影像的光谱特征很难区分,因此下节提出结合纹理特征进行分类识别。

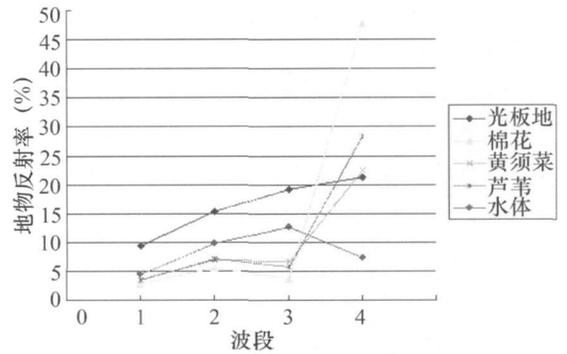


图 2 各地物光谱重采样后的反射率曲线

### 3 辅以纹理特征的盐渍地表覆被遥感影像分类

遥感图像的纹理特征同光谱特征一样,是影像分析的主要特征,是进行影像识别的重要依据。本文结合影像的光谱信息和纹理信息进行地物分类识别,技术流程见图 3。

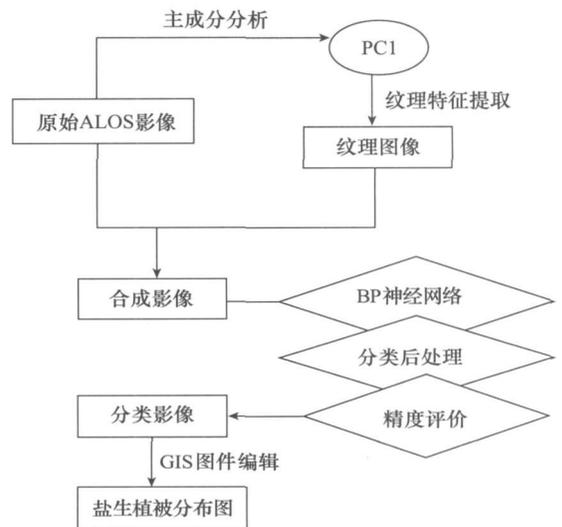


图 3 辅以纹理特征的 BP 神经网络分类方法流程

#### 3.1 影像纹理特征提取

纹理特征表达了图像上不同彩斑之间的形状、大小、方向等性质。为了能够用计算机进行纹理分析,需要将遥感图像中的纹理,即相邻像元的空间变化特征及组合情况进行量化,形成纹理变量或纹理

图像,用于遥感图像的解译和分类。

目前已出现了许多纹理分析方法,统计分析法占有主导地位,其中二阶统计分析法的灰度共生矩阵法是近年来研究的热点,用于纹理图像分类效果较好<sup>[7]</sup>。灰度共生矩阵(GLCM, Gray Level Co-occurrence Matrices)可以描述影像各像元灰度的空间分布和结构特征,在利用影像的纹理特征改善影像的地学目标分类效果方面具有优势<sup>[8]</sup>。灰度共生矩阵是按影像灰度值的空间关系描述像元点对之间的空间结构特征及其相关性。

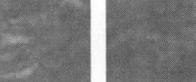
本研究采用灰度共生矩阵方法提取影像纹理特征,辅助多光谱影像分类。首先对原始ALOS影像进行主成分分析(PCA),选取主成分分析后包含信

息量最多的第一个变量PC1,PC1涵盖了原影像63.13%的信息,这样既有效利用了影像信息,又减少了计算量。然后利用灰度共生矩阵的原理,采用3×3窗口大小,对PC1影像提取了表征角二阶矩、对比度、熵和相关系数4个纹理量。本文采用灰度共生矩阵方法进行纹理特征的提取是在ENVI软件中实现的。

### 3.2 遥感影像分类

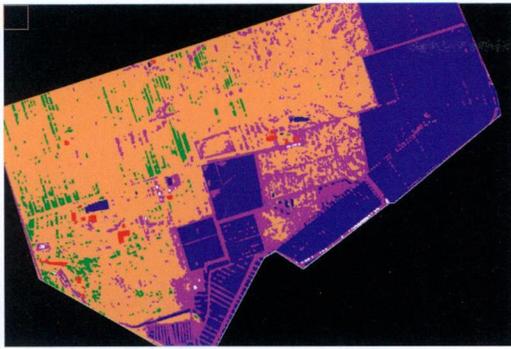
将ALOS原始影像与纹理分析提取的4个纹理图像进行合成,组成一幅具有8个波段的影像,该影像同时包含了地物的光谱信息和纹理信息。然后采用BP神经网络分类法,对合成后的影像进行盐渍地覆被分类,地物类型及特征见表1。

表1 遥感影像解译标志(4R3G2B图像)

地物类型	影像特征	地物特征描述
河流		呈灰白色(泥沙含量多)或黑色,蜿蜒分布
水库		呈蓝色或黑色透明状,形状规则
棉花地		呈红色,纹理清晰,多分布于河流两岸
芦苇地		呈褐色或者红褐色,区域形状不规则
林地		呈鲜红色或深红色,区域形状不规则
黄须菜		呈褐色或者红褐色,区域形状不规则,多与光板地插花分布
滩涂		呈灰白色或者灰色,有时泛黄,多分布在水域周围,尤其是沿海区域
建设用地		城镇居民地颜色杂乱,形状不规则,亮度不均一,集群分布;农村居民点呈灰白或灰黄,周围多由耕地或林地包围
光板地		呈亮白色、灰白色或者暗黄色,表面不光滑,形状不规则,多与草地插花分布

分类后的遥感影像经过处理得到了相对理想的分类效果。与单纯基于神经网络的分类图像相比,辅以纹理特征的神经网络分类法较好地保留了地类的空间特征,更准确地反映了盐渍区域地表植被分

布,见图4。研究中分别采用了辅以纹理特征的神经网络方法、基于光谱特征的神经网络方法和基于光谱特征的最大似然法对研究区进行影像覆被分类,并采用同样的方法进行了分类后处理。



(a)为基于原始影像的神经网络分类结果图



(b)为辅以纹理特征的神经网络分类结果图



图4 典型盐渍区域地表覆被分类图

遥感影像分类之后,为了确定分类的精度和可靠性,需要对分类结果进行评价。本文通过两种途径获取验证数据:①对青坨和永安两片典型盐渍地区进行了实地调查;②通过目视解译并结合东营区2005年10月的土地利用现状图(1:100000)和2009年的该区基本农田分布图(1:5000)。在ENVI平台下,选择成比例分层随机采样方式,该方法生成的样本数与类别大小直接相关,即类别越大,从该类中生成的随机样本数越多,保证面积最小类别

采样点数目最小值为80,采样点总数为909。根据验证数据建立误差矩阵,进行分类精度评价,结果见表2。

表2 不同方法分类结果比较

方法	总体分类精度	Kappa系数	比较
辅以纹理特征的神经网络分类	88.34%	0.8677	对棉花与芦苇、光板地和滩涂、河流和滩涂的区分具有较好的效果。 对芦苇和黄须菜的区分,精度约70%,取得了一定效果。
基于光谱特征的神经网络分类	80.09%	0.7741	河流和滩涂混分现象严重。
基于光谱特征的最大似然法分类	79.98%	0.7730	滩涂和光板地的误分比例比较大。

#### 4 结束语

本文综合运用了影像的纹理特征和光谱特征进行盐渍地表覆被分类,明显提高了影像的分类精度。另外分析发现,利用灰度共生矩阵提取纹理特征对棉花与芦苇、光板地和滩涂、河流和滩涂的区分具有较好的效果,而对芦苇和黄须菜的区分,虽取得了一定效果,但还不太理想。如果采用MATLAB或其他编程语言进行算法的修改分类效果要更加理想一些,发展一种更有效的纹理特征提取方法和运用更高分辨率的遥感资源进行盐生植被分类制图是下一步研究工作的重点。

#### 参考文献

- [1] 刘庆生,刘高焕.现代黄河三角洲潮土水盐与野外光谱特征浅析[J].中国农学通报,2008,24(3):253-257.
- [2] 刘庆生,刘高焕,刘素红.黄河口遥感图像光谱混合分解[J].武汉大学学报·信息科学版,2001,26(3):266-269.
- [3] 于祥,刘香华.基于神经网络的黄河三角洲土地利用遥感获取技术研究[J].安徽农业科学,2009,37(4):1841-1842.
- [4] 关元秀,刘高焕.黄河三角洲盐碱地动态变化遥感监测[J].国土资源遥感,2003(2):19-22,33.
- [5] 范冬娟,张韶华.高光谱影像反射率反演方法的研究[J].海洋测绘,2006,26(3):28-30.
- [6] <http://wenku.baidu.com/view/b3aa135f312b3169a451a479.html>[EB/OL]
- [7] 杨玉静,冯建辉.纹理特征提取及辅助遥感影像分类技术研究[J].海洋测绘,2008(7):37-40.
- [8] Haralick R M, Shanmugan K, Dinsrein I. Textural features for image classification[J]. IEEE Trans. Syst. Man Cybern, 1973(6):610-621.