

辅以纹理特征的面向对象的遥感影像分类方法研究 ——以陕西省杨陵县为例

鲍海英^①, 李艳^①, 赵萍^②

(^① 南京大学, 国际地球系统科学研究所, 江苏南京 210093; ^② 安徽师范大学, 国土资源与旅游学院, 安徽芜湖 241000)

摘要:随着遥感图像分辨率的不断提高, 图像的纹理特征更加明显, 使得对图像进行纹理分析成为可能。以陕西省杨陵县为试验区, 将 TM 多光谱影像和 SPOT-5 高分辨率全色影像进行融合, 先对影像各种纹理特征进行比较, 选用对比度这一属性辅助进行面向对象的分割, 同时结合地物的光谱信息, 对该地区进行监督分类。与单纯基于光谱特征的分类方法进行比较, 该方法在一定程度上改善了分类精度, 细化了地物类别。

关键词:遥感影像; 面向对象; 纹理分析

中图分类号: TP751 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3177(2009)104-

1 引言

随着遥感图像分辨率的不断提高, 图像的纹理特征更加明显, 使得对图像进行纹理分析成为可能。纹理分析指的是通过一定的影像处理技术抽取出纹理特征, 从而获得纹理的定量或定性描述的处理过程^[1]。

研究表明, 利用纹理信息提取图像中的地物对象并对纹理图像进行分割具有较好的应用效果^[2~5]。目前图像纹理特征提取和分割方法主要有基于统计和基于结构的方法^[6~8], 以及对这些方法的改进^[9~12]。统计方法主要描述纹理单元或局部模式随机分布和空间统计特征, 其结构性用图像中纹理单元的空间频率或密度来度量, 如灰度共生矩阵纹理分析方法、随机场模型法。结构方法主要描述纹理单元及其周期性排列的空间几何特征和排列规则, 如形态学、图论、拓扑等方法。谱方法是建立在多尺度分析与时、频分析基础之上的纹理分析方法, 如 Gabor 变换、小波变换、分形学等, 而分形方法更是引人注目^[13~16]。薛重生, 王霞在赣东北 1:5 万区域遥感地质调查研究中尝试把分形分析方法应用于遥感地质领域, 并与常规的灰度共生矩阵纹理分析方法相结合, 取得了预期的应用效果^[17]。

2 试验数据及预处理

本文以陕西省杨陵县为研究区, 所用的遥感资料为 2004 年 6 月的 Landsat-5 TM 影像, 以及同样范围的 2004 年 6 月法国的 SPOT-5 全色影像(图 1)。TM 影像的空间分辨率较低, 为 30m, 利用它可以很好地识别光谱信息较为明显的地物; 而 SPOT-5 全色影像, 空间分辨率较高, 为 5m, 便于识别纹理特征较为明显的地物。另外还收集了该地区 1:1 万的地形图及相关实地调查数据, 用于辅助影像的分析和处理。

为了充分利用影像的光谱和纹理信息进行分类, 先将 Landsat-5 TM 多光谱影像和 SPOT-5 全色影像进行融合, 这样融合后的影像既能有较丰富的光谱信息, 同时还有较好的纹理特征, 便于目标地物的识别。

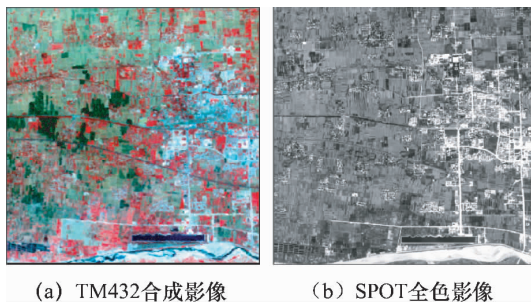


图 1 陕西省杨陵地区遥感影像

收稿日期: 2009-01-07 修订日期: 2009-02-27

作者简介: 鲍海英(1986~), 女, 南京大学国际地球系统科学研究所研究生, 主要研究方向是遥感图像分析。

E-mail: bhy5928@163.com

3 研究方法

首先对研究区域地物的纹理特征进行比较, 选择出合适的特征进行影像分割, 生成一系列对象, 再对这些对象进行样本选择, 利用极大似然法进行分类, 最后对分类精度进行评价。分割的图见图 2, 文章的技术流程图见图 3。

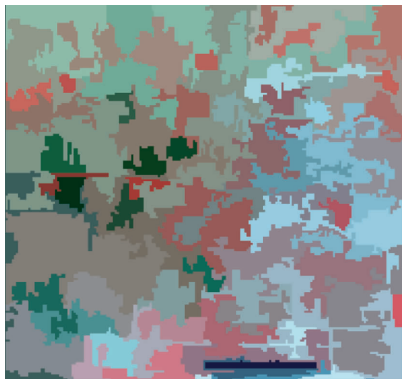


图 2 面向对象的分割图

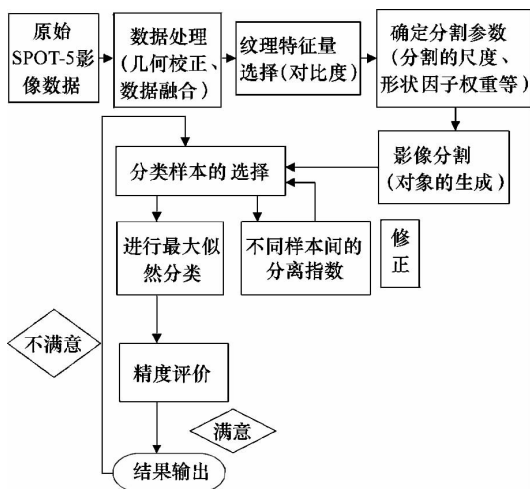


图 3 技术路线图

3.1 纹理特征选择以及面向对象的影像分割

对遥感影像进行面向对象的分割, 即从二维化的图像信息数组中恢复出图像所反映的景观场景中的目标地物的空间形状及组合方式。影像的最小单元不再是单个的像素, 而是一个个对象, 后续的影像分析和处理也都是基于对象进行的^[14]。它是一种基于对象的阈值分割方法, 即根据图像中各个对象的光谱差异和形状差异, 采用光谱异质和形状异质将图像分割成由多个同质像元组成的多边形对象^[15]。在后续的分类过程中, 分类的精度在很大程度上决定于图像分割的质量, 用来解译图像的信息并不在单个像元中, 而是在图像对象及其相互关系中^[16]。

我们利用灰度共生矩阵(取像元对间距为 1, 方向为 4 个方向的平均)对 SPOT-5 影像进行纹理分析, 比较基于灰度共生矩阵的各种纹理统计属性, 选取较为适宜的属性用于分割。经过比较各种属性可以得出: 利用对比度这一属性生成的纹理影像能极大地突出塑料大棚这一地物的信息, 有利于对象的分割。

3.1.1 分割算法

图像的分割过程是图像相邻同质像元的合并和异质像元的分离过程。多尺度图像分割方法先将单个像元作为一个对象, 根据相邻像元之间的光谱异质 h_{color} 和对比度异质 $h_{contrast}$ 及设定的光谱异质阈值和对比度异质阈值对图像的像元进行合并和分割, 当相邻像元的光谱异质阈值和对比度阈值小于设定的阈值则合并, 反之被分割到不同多边形物体中; 在依据光谱异质和对比度异质分割得到多边形对象后, 用形状异质 h_{shape} 对产生的对象形状进行修正, 重新生成多边形, 最终得到分割结果。

光谱异质性不仅与组成对象的像元数目有关, 还取决于各个波段的标准差, 光谱异质定义^[18]如下:

$$h_{color} = \sum_c W_c [n_{merge} \cdot \sigma_c^{merge} - (n_{obj1} \cdot \sigma_c^{obj1} + n_{obj2} \cdot \sigma_c^{obj2})]$$

$$h_{contrast} = \sum_c W_c [n_{merge} \cdot v_c^{merge} - (n_{obj1} \cdot v_c^{obj1} + n_{obj2} \cdot v_c^{obj2})]$$

式中: W 为各波段的权重, c 为波段数, n 为对象的像元数, σ^{obj1} , σ^{obj2} 为两个被合并对象的标准差, σ^{merge} 为合并得到的对象的标准差, v_c^{obj1} , v_c^{obj2} 为两个被合并对象的对比度特征, v_c^{merge} 为合并得到的对象的对比度特征。

形状异质定义为:

$$h_{shape} = l/b$$

式中: l 为合并得到的对象的边长, b 为与合并得到的对象相同像元个数的最小边长。

在高分辨率影像中, 根据不同特征的对象需要设定不同的分割尺度。对于面积较小、纹理特征和空间特征复杂的类别, 用小尺度分割进行提取; 对于面积较大、纹理均匀和空间特征明显的类别, 用大尺度分割进行提取。通过改变光谱异质和形状异质的加权得到的综合异质 h_{diff} 实现多尺度分割, 不同尺度分割得到的对象采用层次网络结构组织。

h_{diff} 表达式为:

$$h_{diff} = \omega h_{color} + (1 - \omega) h_{shape}$$

式中: ω 为光谱异质权重。

3.1.2 分割步骤

①设置分割参数,包括各波段的权重,即单个波段在分割过程中的重要性;一个尺度阈值 s 来决定像元合并停止的条件;根据影像纹理特征及所提取专题信息要求确定光谱因子与形状因子的权重;在形状因子中,根据大多数地物类别的结构属性确定紧密度因子和光滑度因子的权重;

②以影像中任意一个像元为中心开始分割,第一次分割时单个像元被看作一个最小的多边形对象参与异质性值的计算;第一次分割完成后,以生成的多边形对象为基础进行第二次分割,同样计算异质性值 f ,判断 f 与预定的阈值之间的差异,若 f 小于阈值 s ,则继续进行多次的分割,相反则停止影像的分割工作,形成一个固定尺度值的影像对象层^[19]。

3.2 分类

本试验区种植的果园较多,主要是苹果、桃、猕猴桃等,在 TM432 合成影像上显示为鲜红色;林地

在影像上也表现为红色,但颜色相对较暗,与园地易混淆;耕地主要种植小麦,6月份基本已经收割,在影像上表现为均匀的青色;另外该地区建造了大量的塑料大棚,主要种植蔬菜,在影像上颜色较亮,形状较为规整,纹理特征较为明显;居民地及工矿用地在影像上表现为团块状和棋盘状,颜色为灰绿色或亮白色;道路在影像上表现为线状,但是由于光谱特征与居民区及工矿用地相似,因此难以将居民地及工矿用地中的道路提取出来。根据上述影像分析和实地调查,采用辅以纹理特征的面向对象的遥感影像分类方法将研究区土地利用/覆被主要分为以下7类:耕地、园林地、塑料大棚、水体、道路、居民地及工矿用地、未利用地(主要是指坟地、荒地等)。我们还用常规方法(极大似然法)对测试影像进行遥感分类,以比较两种方法的优劣性。两种方法分类结果见图4(a)和(b)。

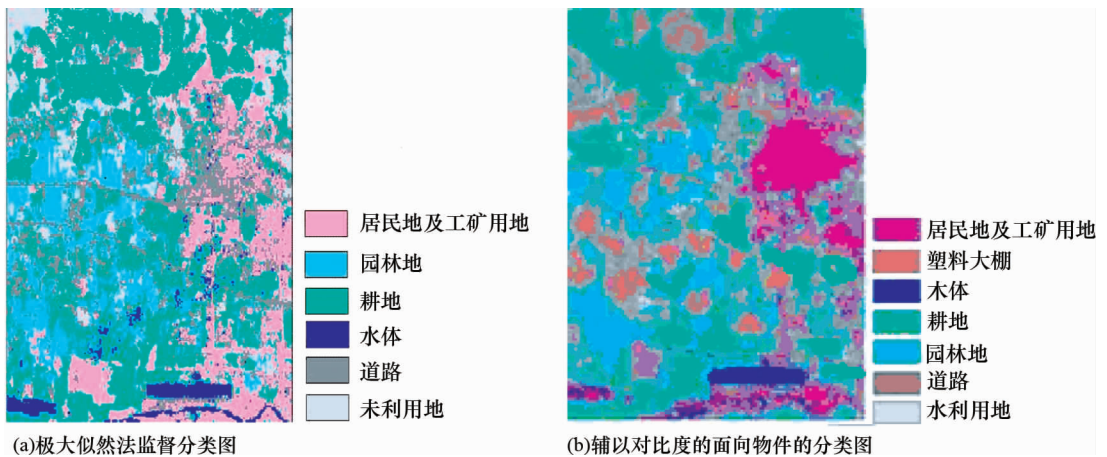


图4 监督分类图

4 试验结果分析及评价

表1 极大似然法监督分类的精度评价报表

类型	生产精度%	用户精度%	κ 系数
道路	74.52	71.43	0.6464
水体	72.63	81.36	0.8024
耕地	86.67	74.29	0.6327
园林地	80.00	80.00	0.7895
未利用地	85.88	85.82	0.8460
居民地及工矿用地	75.00	83.33	0.8208
总精度=82.26%;总 κ 系数=0.8125			

表 2 辅以纹理特征分类的精度评价报表

类型	生产者精度 %	用户精度 %	κ 系数
道路	77.54	83.87	0.7808
水体	85.71	85.71	0.8464
耕地	87.78	80.00	0.7440
园林地	80.00	80.00	0.7895
塑料大棚	82.56	82.86	0.8205
未利用地	84.89	80.00	0.7802
居民地及工矿用地	91.18	88.57	0.8452
总精度 = 88.25%; 总 κ 系数 = 0.8975			

从分类精度评价表(表 1 和表 2)中可以看到: 基于光谱信息的监督分类的总精度为 82.26%, 总 κ 系数为 0.8125, 而辅以纹理特征的监督分类的总精度为 88.25%, 总 κ 系数为 0.8975, 相比较而言, 总分类精度提高了 5.99%, κ 系数提高了 0.0850。

同时, 经比较不难看出, 辅以纹理特征的监督分类使道路、耕地、居民地及工矿用地这 3 种地物的分类精度有所提高, 对于水体和园林地这两种地物的精度影响不大, 而对于未利用地来说, 其生产者精度、用户者精度以及 κ 系数都有所降低。辅以纹理特征的监督分类使道路的生产者精度由 74.52% 提高到 77.54%, 用户精度由 71.43% 提高到 83.87%, κ 系数由 0.6764 提高到 0.7808; 耕地的生产者精度由 86.67% 提高到 87.78%, 用户精度由 74.29% 提高到 80.00%, κ 系数由 0.6327 提高到 0.7440, 同时成功地将之前难以提取的归为耕地类的塑料大棚这一地物提取出来; 居民地及工矿用地的生产者精度由 75% 提高到 91.18%, 用户精度由 83.33% 提高到 88.57%, κ 系数由 0.8208 提高到 0.8452, 因为辅以纹理特征后, 形状比较规则的塑料大棚这一对象被分割出来, 在一定程度上避免了分类时与居民地和工

矿用地混淆在一起。

由此可以看出: 辅以纹理特征的监督分类在某种程度上能够提高影像的分类精度, 尤其是对形状比较规则的地物如实验中的塑料大棚效果较好, 便于区分光谱易混淆的类别。

5 结束语

常规的监督分类方法或非监督分类方法是基于地物的光谱特征来进行的, 对于“同物异谱”和“同谱异物”现象很难识别。因此在 TM 影像信息提取过程中, 由于其分辨率较低, 很难提取出光谱易混淆的地物类别。本文提出将纹理分析方法应用于高分辨率影像, 利用灰度共生矩阵对 SPOT-5 全色影像纹理特征进行提取, 选取对比度纹理统计属性进行面向对象的分割, 从而辅助 TM 影像监督分类, 在一定程度上改善了分类精度, 而且能将该地区具有明显特色的地物——塑料大棚提取出来, 细化了地物分类类别。

进行纹理分析的方法很多, 本文采用了较为成熟的灰度共生矩阵分析方法进行纹理统计特征的提取, 进一步还可以综合运用其他的分析方法结合具体的实例在此方面作研究和探讨, 如分形学, 小波变换等。

参考文献

- 1 杨淑莹, 胡军. 基于图像纹理分析的目标物体识别方法[J]. 天津理工学院学报, 2001, 17(4): 31~33.
- 2 WANG Z Y, SONG C Y, WU Z Z, et al. Improved watershed segmentation algorithm for high resolution remote sensing images using texture [A]. Geoscience and Remote Sensing Symposium[C]. 2005: 3721 ~ 3723.
- 3 SOFOUA, EVANGELOPOULOS G, MARAGOS P. Soil image segmentation and texture analysis: A computer vision approach [J]. Geoscience and Remote Sensing Letters, 2005, 2 (4): 394 ~ 398.
- 4 PIERCE L, PAN L, DOBSON M C. Texture estimation in SAR images of forests [A]. Geoscience and Remote Sensing Symposium[C]. 2003: 4010 ~ 4012.
- 5 DUL J, GRUNES M R. Unsupervised segmentation of multipolarization SAR images based on amplitude and texture

- char2acteristics [A]. Geoscience and Remote Sensing Symposium[C]. 2000:1122 ~1124.
- 6 VELLOSO M F, SOUZA F J. Multispectral fuzzy texture unsupervised segmentation [A]. Geoscience and Remote Sensing Symposium[C]. 2005:3728 ~3731.
- 7 JUNG M, YUN E J, KIM C S. Multiresolution approach for texture segmentation using MRF models [A]. Geoscience and Remote Sensing Symposium[C]. 2005:3971 ~3974.
- 8 TSENG D C, TSAI H M. Unsupervised texture segmentation for multispectral remote-sensing images [J]. Pattern Recognition, 1998(2): 1630 ~1632.
- 9 张继贤, 李德仁. 基于纹理质地子特征的影像纹理分形分析[J]. 测绘学报, 1995(4):267~ 274.
- 10 黄桂兰, 郑肇葆. 分形几何在影像纹理分类中的应用[J]. 测绘学报, 1995, 24 (4):283~ 291.
- 11 陶闯, 林宗坚. 影像分维估计方法研究[J]. 测绘学报, 1993(3):177~ 184.
- 12 陶闯. 基于分形的图像场表达与图像处理应用[J]. 测绘学报, 1994 (2):107~ 112.
- 13 陈云浩, 冯通, 史培军, 等. 基于面向对象和规则的遥感影像分类研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2006, 31(4):316~320.
- 14 林文娟, 陈云浩. 基于面向对象分类约束的融合方法研究[J]. 光学学报, 2006(3):253~256.
- 15 明冬萍, 骆剑承, 沈占锋. 高分辨率遥感影像信息提取与目标识别技术研究[J]. 测绘科学, 2005, 30(13):18~21.
- 16 陈秋晓, 骆剑承, 周成虎. 基于多特征的遥感影像分类方法[J]. 遥感学报, 2004, 8(3):239~45.
- 17 薛重生, 王霞. 基于分形几何的遥感图像纹理分析方法及应用[J]. 地质科技情报, 1997(S1).
- 18 曹雪, 柯长青. 基于对象级的高分辨率遥感影像分类研究[J]. 遥感信息, 2006(5):27~30.
- 19 eCognition4.0 User's Guide[Z].

The Research of Object-oriented Classification Method in Remote Sensing Image with Texture Analysis ——Taking Yangling county of Shanxi province as an example

BAO Hai-ying^①, LI Yan^①, ZHAO Ping^②

(①International Institute for Earth System Science, Nanjing University, Nanjing Jiangsu, 210093;

②College of Territorial Resources and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu Anhui, 241000)

Abstract: With the resolution enhancing of remote sensing image, the details in the images become clearer, and it makes possible analyzing images with texture feature. Yangling county of Shanxi province is taken as a study area. TM multi-spectral image is merged with high resolution pan SPOT-5 image. Many kinds of texture feature are compared and the contrast feature is selected to help segmenting the image. The spectral information is combined to help classifying this study area. Compared with the classification method purely based on spectral character, this method can improve the classification accuracy and refine object classes in some extent.

Key words: remote sensing image; oriented object; texture analysis