

# 基于 SPOT - 5 卫星影像的胶东地区果园 信息分区分层提取方法研究

王大鹏,王周龙,李德一

(鲁东大学地理与资源管理学院,烟台 264025)

摘要:研究了综合应用纹理、光谱及空间等信息建立 SPOT - 5 图像分区分层自动提取果园信息模型的方法,取得了较好的分类精度。

关键词:果园;纹理;DEM;分区分层

中图分类号:TP 79 : F 301.24 文献标识码:A

文章编号:1001 - 070X(2006)03 - 0061 - 04

## 0 引言

山东半岛是我国著名的水果生产基地,特别是烟台,素有“水果之乡”的美誉。因而,研究山东半岛果园信息自动提取方法有着重要的现实和理论意义。SPOT - 5 多波段影像空间分辨率为 10 m,可以直接用于 1 : 5 万比例尺的植被覆盖调查,对树种分类工作尺度可接近 1 : 5000<sup>[1]</sup>,所以,利用 SPOT - 5 提取果园信息是可行的。

分区分类是在影像划分的基础上进行分类,根据影像所包含的区域特征将整幅影像划分为若干子影像,针对各子影像区域特征的不同,采取不同的分类方案,该方法可以放宽分类条件,减少“同物异谱”、“异物同谱”现象造成的判别错误<sup>[2~4]</sup>。分层分类是在充分考虑各类地物的特征属性和差别的基础上,采用逐级逻辑判别的方式进行分类,该方法增强了信息提取能力,因此,分类精度和计算效率都有提高,且在数据分析和解译方法上表现出更大的灵活性<sup>[5,6]</sup>。在结合分区和分层的优点后,一些研究人员提出了先分区再分层的分类思想,本文在该分类思想的基础上,提出了一种结合空间信息、光谱信息和纹理信息的果园自动提取模型,并取得了较好的实验结果<sup>[7~9]</sup>。

## 1 研究区概况和数据源

龙口市(东经 120°22' ~ 120°75',北纬 37°46' ~

37°76')地处胶东半岛西北部,渤海湾南岸,是一座新兴的沿海开放港口城市。全市总面积 893 km<sup>2</sup>,是中国环渤海经济区中最具发展活力的地区之一。龙口市地势南高北低,西北部为西南向东北倾斜的冲洪积、海积平原,地势平坦,灌溉条件良好,农田、果园广布。

本研究采用龙口市 2004 年 6 月 13 日 SPOT - 5 B1 (0.50 ~ 0.59 μm)、B2 (0.61 ~ 0.68 μm)和 B3 (0.78 ~ 0.89 μm)数据,另外,收集了研究区同一时期 SPOT - 5 全色波段影像、1 : 5 万地形图、龙口市 1996 年土地利用现状图和其它相关图文资料。

## 2 数据处理和模型提取

### 2.1 数据预处理

首先,采用二次多项式的方法,实现 SPOT 影像的几何精校正。本研究区地面控制点从数字地形图和 GPS 实测中获得,重采样方法为最邻近像元法。实地考察检验校正精度,RMS 误差为 0.47,满足精度要求。最后,将地形图等高线矢量化,生成 DEM 和坡度图。

### 2.2 典型地物特征分析

根据 1996 年土地利用图、研究区影像特征和野外调查的结果,将影像中的地物划分为建设用地、水浇地、旱田、菜地、果园、林地、草地、滩涂、干河床/海滩和水体等 10 种类型。对每一种地物类型分别选取一定数量的训练样本,生成地物光谱特征曲线(图 1)。

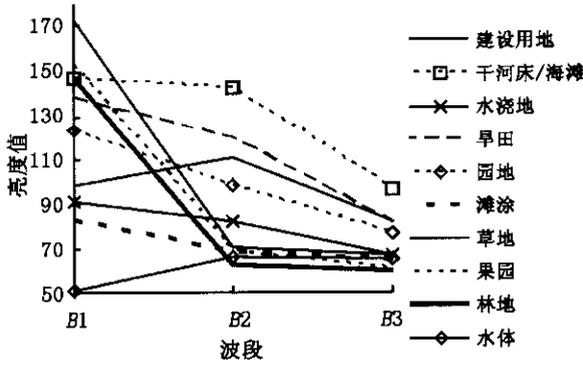


图 1 各典型地物光谱曲线

综合分析影像和光谱曲线特征,有植被覆盖地表的亮度值表现为  $B1 > B2$ 。果园、林地和草地光谱特征相似,而与其它地物差别较大。在平原地区,果园与农田的纹理特征一致,都呈条块状分布,但光谱特征差别较大;果园在丘陵地区分布较散乱,主要分布在坡度较缓、海拔较低的山谷和山间平地,与旱田交错分布,盖度不均匀,纹理复杂。草地主要为平原地区高尔夫球场和园林绿化地,亮度值在 B1 上同果园有差别。林地主要分布在南部丘陵地区,片状分布,盖度较好,丘陵地区有少量山体阴影分布。

### 2.3 果园信息分区分层提取

果园在不同波段的亮度值和不同地貌区各种特征参数的差异是建立基于光谱特征、空间特征和纹理特征的果园信息分层分区提取模型的基础,果园信息提取流程如图 2 所示。

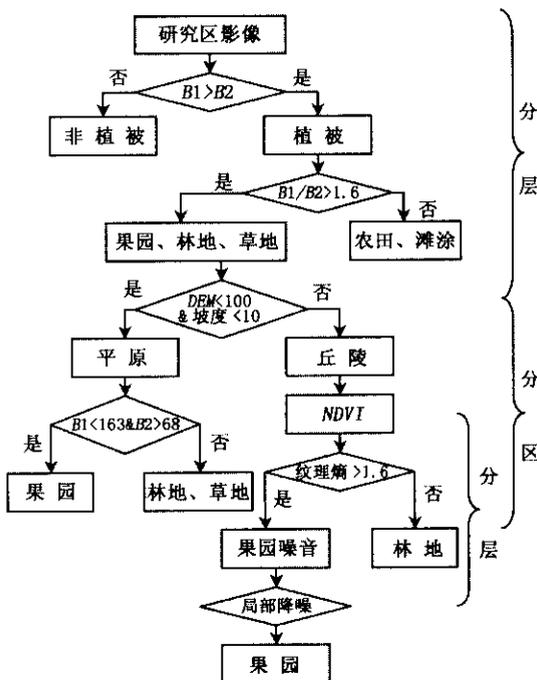


图 2 果园信息分区分层提取流程  
万方数据

首先,利用  $B1 > B2$  将非植被信息剔除,而后,利用  $B1/B2 > K$  将农田、菜地和滩涂剔除,经实验  $K$  取 1.6 效果最好。林地和草地在 B2(红外)、B3(近红外)上的亮度区间同果园有较大重叠,因此,利用 NDVI 不足以将其剔除。不同地貌区果园的光谱特征、空间特征均有差别,应采取分区提取的方法。利用高程和坡度信息将研究区分为平原和丘陵两部分。 $DEM < 100$  且坡度  $< 10^\circ$  为平原,反之则为丘陵。

#### 2.3.1 平原地区果园提取

在平原地区,剔除了农田、菜地和滩涂之后,还有部分沿海防护林、草地与果园混淆。对残留的草地、林地和果园进行定点采样 3 种地物光谱特征如表 1 所示。可以看出,果园在 B1 上的亮度值明显小于草地,但与林地有混淆,在 B2 上则果园亮度值明显大于林地亮度值。根据以上分析,可利用阈值  $B1 < 163$  且  $B2 > 68$  将草地和林地剔除。

表 1 3 种易混地物亮度值统计

| 地物 | 果园  | 林地  | 草地  |
|----|-----|-----|-----|
| B1 | 最小值 | 141 | 157 |
|    | 最大值 | 163 | 203 |
|    | 均值  | 152 | 182 |
| B2 | 最小值 | 68  | 67  |
|    | 最大值 | 91  | 77  |
|    | 均值  | 76  | 71  |
| B3 | 最小值 | 58  | 62  |
|    | 最大值 | 71  | 72  |
|    | 均值  | 63  | 67  |

#### 2.3.2 丘陵地区果园提取

在丘陵地区,林地面积较大,内部较均匀,果园分布较为散乱,往往与旱田交错,盖度不均匀,纹理复杂,亮度变化范围同林地存在较大重叠,各个波段的阈值和比值均不能很好地用于对果园信息进行提取。根据不同的图像和提取目标,选取不同的纹理统计特征有助于提高自动提取的精度<sup>[10-13]</sup>。因而,可尝试对影像作纹理分析,抽取特定纹理特征将林地和果园加以区分。

在数字图像处理中,纹理分析有着重要作用。纹理结构反映图像亮度的空间变化情况,主要表现为由纹理基元组成的局部序列性在更大区域的重复出现和纹理区域内各部分具有大致相同的结构<sup>[14]</sup>。灰度共生矩阵 (GLCM) 是目前最常用的一种纹理统计分析方法,它是通过计算影像灰度级之间的联合条件概率密度  $P_{ij}(d, \theta)$  来表示纹理。用  $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$  等 4 个方向灰度之间的空间共生特征作为纹理的度量。利用灰度共生矩阵可以得到一系列的

纹理特征统计量,例如,熵(Entropy)、能量(Energy)、角二阶矩(Second Moment)、对比度(Contrast)、同质度(Homogeneity)等。其中,熵主要检测图像空间的复杂性和混乱程度,纹理复杂的地方熵值较大,反之较小。果园分布散乱,纹理复杂,其熵值应大于林地。

对影像作纹理分析发现,由于地形和阴影的影响,使得林地与果园的差别在某些地区表现得并不明显。NDVI 虽不能直接将林地同果园区分,但它利

用波段间的比值,可以消除地形和阴影的影响,真实地反映地表植被覆盖情况。与原始影像相比,在 NDVI 图像上林地内部更加均匀,而果园纹理特征未受影响。对 NDVI 图像作纹理分析,抽取熵值 > 1.6 为果园。从提取结果看,由于纹理特征对变化信息敏感,在林地内部发生细微变化的地方有噪音存在。这时再次利用分区的方法,对林地内部进行降噪处理,将经降噪后的林地从影像中剔除,得到丘陵地区果园分布图像(图 3)。

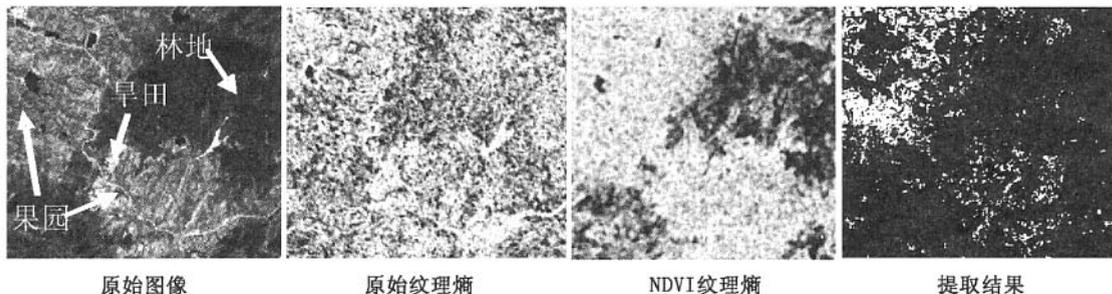


图 3 原始图像同原始纹理熵、NDVI 纹理熵和提取结果的比较(局部)

最后,将平原地区提取结果同丘陵地区提取结果合并为一幅图像。至此,龙口市果园信息提取完成。

### 2.4 精度评价

精度评价通常是通过试验区样本像元的分类数据与参考数据的比较而实现的,参考数据一般有两种获取方法,一是实地调查,二是使用较大比例尺图像或其它资料,本研究使用后者,用与同一时期 SPOT-5 全色波段融合后影像的目视解译结果作为参考数据资料。融合后的影像,具有 5 m 的空间分辨率,较分类影像高出 2 倍,其目视解译结果可以作为精度评价的参考资料。由于评价是以像元为单位,因此,为了保证评价结果的真实性,在评价之前不对提取结果作任何降噪处理。采用随机方法生成一定数目评价样本像元,通过比较试验样本的分类数据和参考数据而计算出误差矩阵,由误差矩阵最终得到 Kappa 系数,Kappa 系数的大小反映了分类的精度。在随机抽取的 500 个样本像元中,有 42 个非果园像元被误提,26 个果园像元被漏提,总分类精度为 86.40%(表 2)。

表 2 分类结果差错矩阵和精度

| 地物                | 果园  | 非果园 | 参考数据像元 | 准确度/% | Kappa |
|-------------------|-----|-----|--------|-------|-------|
| 果园                | 197 | 26  | 223    | 88.34 | 0.68  |
| 非果园               | 42  | 235 | 277    | 84.84 | 0.78  |
| 像元                | 239 | 261 | 500    |       |       |
| 万方数据 总精度 = 86.40% |     |     |        |       |       |

从评价结果看,仍有 13.6% 的像元被错分,在影像中找到被错分的像元,发现其中有 47 个分布在丘陵地区,占错分像元总数的 69.12%,这些像元主要集中在林地的边缘和散布的斑块,有 29 个林地像元和 3 个旱田像元被错分为果园,15 个果园像元被漏提。造成错分的原因主要是在林地的边缘像元亮度变化明显,熵值混同于果园。此外,果园、旱田及林地交错分布造成混合像元的存在也是降低提取精度的一个原因。

### 3 结论

(1) 果园的空间信息、光谱信息和纹理信息的分区分层提取模型综合利用了果园的各种特征,取得了较高的提取精度,是一种有效的果园信息提取模型。纹理信息是一种有效的辅助分类手段,但在利用纹理信息时,对地物的边缘和内部要区别对待。

(2) 山东半岛是我国重要的水果生产基地,水果种植业是烟台地区重要农业产业,从遥感影像中及时有效地获取果园相关信息对指导当地生产实践和规划有重要意义。龙口市的果园种类繁多,且各种果园的纹理、光谱及空间分布等特征均十分相似,类间差距小,套种、间种现象普遍,可分性差。故本文只研究了将果园信息作为一个整体进行提取的方法,而未对果园作进一步分类,这方面的工作还有待于开展。

参考文献

[ 1 ] 徐丽萍. SPOT - 5 卫星系统性能概述[ J ]. 航天返回与遥感 , 2002 , 12( 4 ) 9 - 13.

[ 2 ] 乔玉良. 黄土地区高中低产农田成因及遥感分类方法研究——以山西省定襄县为例[ J ]. 遥感学报 , 2002 , 6( 1 ) 357 - 363.

[ 3 ] 刘亚岚, 阎守崑, 王 涛, 等. 遥感图像分区自动分类方法研究[ J ]. 遥感学报 , 2002 , 9( 5 ) 357 - 363.

[ 4 ] 师庆东, 吕光辉, 潘晓玲, 等. 遥感影像中分区分类法及在新疆北部植被分类中的应用[ J ]. 干旱区地理 , 2003 , 9( 3 ) 264 - 268.

[ 5 ] 李四海, 辉才兴. 土地覆盖遥感专题信息的分层提取方法及其应用[ J ]. 遥感技术与应用 , 1999 , 12( 4 ) 23 - 28.

[ 6 ] 骆剑承, 梁 怡, 周成虎. 基于尺度空间的分层聚类方法及其在遥感影像分类中的应用[ J ]. 测绘学报 , 1999 , 11( 4 ) 319 - 324.

[ 7 ] 张翊涛, 陈 洋, 王润生. 结合自动分区与分层分析的多光谱遥感图像地物分类方法[ J ]. 遥感技术与应用 , 2005 , 6( 3 ) 332 - 337.

[ 8 ] 牛明香, 赵庚星, 李尊英. 南四湖湿地遥感信息分区分层提取研究[ J ]. 地理与地理信息科学 , 2004 , 20( 2 ) 45 - 52.

[ 9 ] 朱 翔. 多山地区植被类型遥感调查——以金沙江流域滇西北部分为例[ J ]. 云南环境科学 , 2001 , 20( 增刊 ) 11 - 16.

[ 10 ] 姜青香, 刘慧平. 利用纹理分析方法提取 TM 图像信息[ J ]. 遥感学报 , 2004 , 9( 5 ) 458 - 464.

[ 11 ] Nathaniel D Herold , Barry N Haack , Elizabeth Solomon. An evaluation of radar texture for land use/cover extraction in varied landscapes[ J ]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation , 2004 , 5 : 113 - 128.

[ 12 ] 张志龙, 李吉成, 沈振康. 结合纹理和分布特征的遥感图像群目标识别方法[ J ]. 遥感技术与应用 , 2004 , 12( 6 ) 438 - 442.

[ 13 ] 韩 敏, 程 磊, 刘 权. 扎龙湿地沼泽的提取模型研究[ J ]. 国土资源遥感 , 2004 ( 1 ) 43 - 46.

[ 14 ] 李弼程, 彭天强, 彭 波, 等. 智能图像处理技术[ M ]. 北京 : 电子工业出版社 , 2004.

## ORCHARD INFORMATION EXTRACTION FROM THE SPOT - 5 IMAGE BASED ON SUB - REGION AND HIERARCHICAL THEORY

WANG Da - peng , WANG Zhou - long , LI De - yi

( College of Geography & Resource Management , Ludong University , Yantai 264025 , China )

**Abstract :** Orchard is an important agricultural industry in Jiaodong peninsular. The prompt and effective extraction of the orchard information is of great significance in guiding fruit production and local planning. In this paper , the authors investigated the orchard information extraction model from the SPOT - 5 image based on sub - region and hierarchical theory by using texture information , spectral information and spatial information. Experiments show that the model formulated by the authors can work efficiently.

**Key words :** Orchard ; Texture ; DEM ; Sub - region and hierarchical

第一作者简介: 王大鹏( 1981 - ) , 男, 硕士研究生, 研究方向: 资源环境遥感。

( 责任编辑 : 肖继春 )

### 下 期 预 告

- 杨顶田 蓝藻的卫星遥感研究进展
- 钟耀武 SCS + C 地形辐射校正模型的应用分析研究
- 廖圣东 高分辨率遥感影像在城市三维景观建立中的应用
- 王 密 面向无缝影像数据库应用的一种新的光学遥感影像色彩平衡方法
- 刘三超 地基多波段遥感大气可降水量研究
- 洪友堂 四川三星堆遗址多源遥感研究