

文章编号: 1001 - 9014 (2007) 06 - 0447 - 04

城市生态环境基础状况遥感信息提取研究 ——以上海市中心城区为例

巩彩兰, 尹 球, 匡定波

(中国科学院上海技术物理研究所, 上海 200083)

摘要: 综合考虑遥感解译能力和生态环境效应, 将城市生态环境基础状况分为八大类型. 以上海市中心城区为例, 探讨城市生态环境基础状况的遥感影像信息提取方法. 以 TM 与 SPOT 融合影像为数据源, 基于已有的 GIS 数据库中对八大类的目视解译分类知识, 建立了不同类型在融合影像的三色合成图像和融合图像不同波段比值的彩色合成图像的分类回归树识别方法, 实现了大范围城市居住区信息、水体信息, 以及绿化和农业四类信息提取.

关键词: 城市生态环境; 遥感; 信息提取; 信息融合

中图分类号: TP 79 文献标识码: A

REMOTE SENSING INFORMATION EXTRACTION OF URBAN ENTIRONMENT

GONG Cai-Lan, YIN Qiu, KUANG Ding-Bo

(Shanghai Institute of Technical Physics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200083, China)

Abstract: By considering the urban entironment effect and remote sensing interpretation ability synthetically, the urban entironment basal status was classified into eight classes. Taking the Shanghai within outer line as a case, information extraction methods of urban entironment basal status from remote sensing images were studied. By taking TM and SPOT fusion image as the remote sensing data sources, and based on the knowledge of eight classes identification from high resolution remote sensing images with eyes in the GIS database, classification and regression tree recognition methods were built for different types of urban entironment basal status from the fused images and the fusion data ratio images. Four classes information including residential areas, water bodies, urban virescence and agriculture were extracted from the remote sensing data for a large area of city.

Key words: urban entironment; remote sensing; information extraction; information fusion

引言

城市生态环境基础状况 (水系、绿化、道路广场、建筑等)、城市环境污染 (大气污染、水污染、固体污染、声光污染等) 以及城市气候 (热岛等) 所处的水平、空间分布、发展趋势、相互关系、对城市人口生产生活消费需求的满足程度等是城市生态环境研究关注的问题. 国内外就城市生态环境质量评价^[1-3]、城市环境遥感开展了大量研究^[4-11], 就城市土地利用、绿化调查、城市热岛、环境污染等取得的遥感研究成果在生态城市规划与建设中发挥了积极的作用. 存在的问题主要在二方面: 一是目前已形

成的城市生态环境遥感信息解译能力与城市生态环境质量评价的客观要求相比存在距离, 而且对于遥感影像的信息提取研究, 主要集中在针对一个小面积图像的方法研究, 缺乏适用于大面积图像的自动提取方法; 二是城市生态环境遥感和城市生态环境质量评价二者的有机结合比较薄弱, 有许多关于城市土地利用的遥感解译研究, 缺乏基于城市生态环境基础状况的遥感信息提取研究.

本文在前人研究的基础上, 以城市生态环境基础信息为重点, 基于 TM 与 SPOT 的融合影像, 充分利用 TM 的光谱信息和 SPOT 全色波段的较高空间分辨率优势, 在已有城市生态环境基础状况目视解译知识的

收稿日期: 2006 - 11 - 11, 修回日期: 2007 - 02 - 28

基金项目: 上海市科技发展基金 (055115019) 资助项目

作者简介: 巩彩兰 (1974-), 女, 山西阳泉人, 副研究员, 主要从事环境遥感研究.

Received date: 2006 - 11 - 11, revised date: 2007 - 02 - 28

基础上,主要采用分类回归树方法,进行了城市建筑、水体、植被等地物类型的信息提取,并且初步分析了城市生态环境基础状况的遥感解译能力。

1 城市生态环境基础状况的遥感分类

城市生态环境基础质量状况与城市土地利用状况密切相关,现有的城市土地利用遥感研究采用的土地分类标准、分类方法,从根本上来说是从土地资源、城市建设角度看问题。当站在城市生态环境角度,将更关注城市的自然属性,类型的划分应该是基于对生态环境的影响,重点考虑城市生态环境遥感和城市生态环境质量评价二者的有机结合,参考国内外相关土地利用分类标准^[12,13],建立了如下城市生态环境基础质量遥感分类体系(见表1所列)。

2 研究区和遥感数据准备

本次研究选择上海市外环线以内作为研究区(如图1所示)。上海的城市改造和城市建设日新月异,城市生态环境基础状况类型涵盖了表1所列的

表1 城市生态环境基础状况遥感分类
Table 1 Classification of the urban ecological environment base status with remote sensing

类型	说明
公共设施	商业金融用地、行政与科教文体用地、环卫用地、水、电、煤、通讯与消防用地、餐饮旅游设施等
工业仓储	工矿仓储企业的生产车间、库房、堆场及其附属设施等
居住区	城市居住区内的各种建筑及附属设施
交通运输	道路、铁路、机场、港口等市内和对外交通运输设施
城镇绿化	公共绿化、专用绿化及生产、居住、防护绿化
农业	用于农业生产的耕地、园地、林地、草地、禽畜养殖场、水产养殖场等
水域	江、河、湖泊、水渠、水库、坑塘、滩涂湿地等
其它	上述类型以外的区域,包括未利用土地、在建工地等

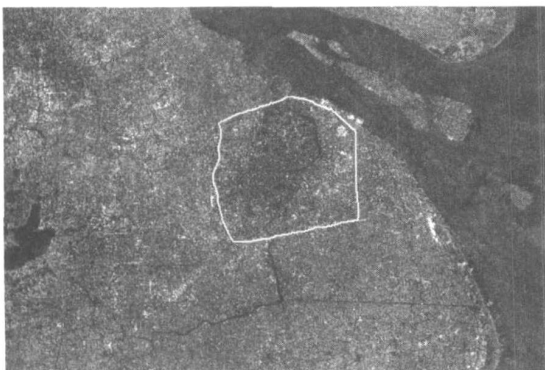


图1 研究范围示意图
Fig 1 Sketch map of the study area

所有类型。遥感技术本身具有的宏观、周期性等特征非常适合提取不同年份大范围的城市生态环境基础状况信息。另一方面,由于城市建筑密度大,高架道路、高层建筑的阴影等对居民区、道路等信息提取影响非常大,增加了研究的难度。

TM的5、4、3波段合成具有色彩丰富,纹理明显等特征,为陆地信息提取的标准组合,但是,限于其空间分辨率只有30m,无法用于城市内部建筑类型识别。SPOT的全色波段具有10m空间分辨率,可以识别有一定规模的居住区,SPOT的多光谱波段光谱分辨率较TM低,因此,采用TM5、4、3合成影像与SPOT数据融合,既可以保留较高的光谱分辨率,又可以得到较高的空间分辨率影像,有利于城市地物类型的信息提取。本研究采用2002年1月11日的TM数据与2002年3月19日的SPOT数据融合作为数据源。

3 基于分类回归树的城市生态环境基础状况遥感识别

3.1 算法简介

分类回归树假设样本空间 X 包含两类样本,将之作为根结点,按照一定规则进行分割,产生2个结点,即子集 X_1, X_2 满足 $X = X_1 \cup X_2$,且 $X_1 \cap X_2 = \emptyset$ 。这个过程回归地对 X_1, X_2 重复进行,直至按照某种标准,节点无法再分,成为最终的叶结点,而这些节点可以有相同的类别标志,故最终的分类结果是相同类别标志的叶结点的并集,最终整个空间 $X = X_A \cup X_B$,如图2所示。

3.2 基于分类回归树的农业、水体识别

有很多方法可以从遥感影像识别绿化和水体,如阈值法、植被指数法、缨帽变换法等,但是这些方法针对大面积区域信息提取,需要根据不同的图像设定阈值,而且很难确定一个适合于全图像的阈值。基于已有GIS数据库目视解译八大类的结果图,统计三色合成图像上,八大类的灰度均值具有如下特

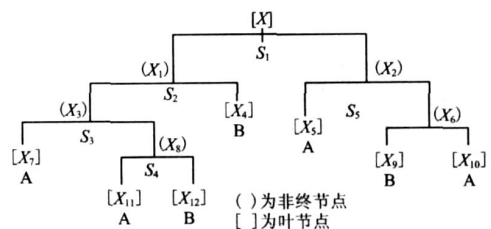


图2 分类回归树示意图(S_i 表示分割规则)
Fig 2 Sketch map of classification and regression tree

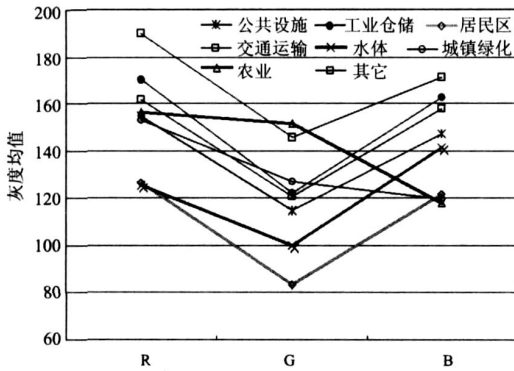


图 3 三色合成图像上八大类的灰度均值
Fig 3 Mean values of the digital number of the eight classes on the image of TM and SPOT fuse data

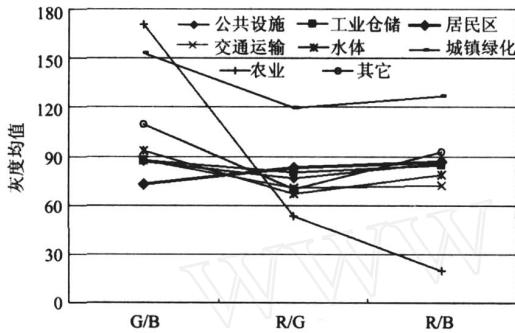


图 4 比值假彩色合成图像上八大类的灰度值
Fig 4 Grey values of the eight classes on the pseudocolor images of different bands ratio

征 (图 3):

- 农业和绿化 $R > G > B$, (1)
- 水体 $B > R > G$, (2)
- 其它 5类均为 $R > B > G$. (3)

从以上三式可以看出,农业和绿化具有的 $G > B$ 的特征为其它类型所没有,而水体区别于其它类型的特征为 $B > R$. 因此,可以通过分类回归树方法,将农业和绿化,以及水体从三色合成图像上识别出来. 其它类型的曲线特征虽然三个波段的灰度均值不同,但是这里灰度的方差较大,只能通过三个波段灰度均值的相对大小确定,因这些类型的曲线走向特征完全一致,无法在三色合成图像上进行识别.

3.3 基于分类回归树的城市居住建筑识别

对于三色合成影像,进行波段之间比值运算之后,分别以 G/B , R/G , R/B 作为红、绿、蓝三波段进行三色合成,统计合成图像上八大类地物的灰度均值分布,具有如下特征 (见图 4):

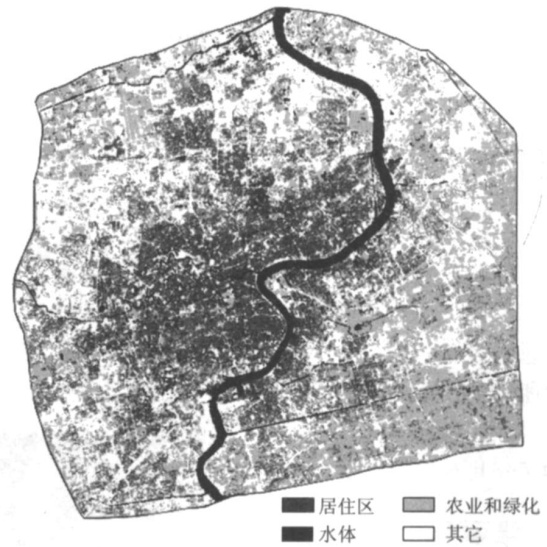


图 5 外环线内四类信息的分类回归树提取
Fig 5 Extraction of four classes by using classification and regression tree method inside outer line of Shanghai

- 居民地 $(R/B) > (R/G) > (G/B)$, (4)
- 农业 $(G/B) > (R/G) > (R/B)$, (5)
- 其它 6类 $(G/B) > (R/B) > (R/G)$. (6)

从以上 3 个关系式可以发现,居民区不同于其它类的特征为 $(R/G) > (G/B)$,农业不同于其它类的特征为 $(R/G) > (R/B)$. 因此,通过设定阈值 $(R/B) / (G/B) > 1$ 可以提取大部分居民区信息.

3.4 总的分类结果及精度分析

通过分类回归树方法识别的农业和绿化,水体,以及居民区见图 5. 图中蓝色代表水体,绿色代表绿化和农业,红色代表居民区,其它为白色. 由图可见,较大尺度的水体和植被均被识别出来,但是,部分高层建筑的阴影也被识别出来了,可以通过形状特征去掉阴影的干扰信息. 由于受融合遥感影像空间分辨率为 10m 所限,对于小尺度的水体、绿化和建筑物无法识别. 对分类精度的验证,也只针对较大尺度的对象进行分析. 对于水体取较大尺度的河流和公园水体,如黄浦江,苏州河,世纪公园内人工水体等进行验证;对于绿化选择典型区域,如陆家嘴附近绿地和共青森林公园绿地进行验证;选择浦东和浦西嘉定区外环线附近农业进行验证;对于居住区选择包括筒危棚屋、新村、花园小区等不同居住类型进行验证 (见表 2 所列).

表 2 各种类型的分类精度

Table 2 Classification precision of different types

类型	解译像元数	实际像元数	精度
水体	391102	397845	98%
绿化	36484	34601	94%
农业	54393	63942	85%
居民区	80132	63690	79%

由表 2 可见,水体和绿化的分类精度较高,而农业和居民地的分类精度较低,由于遥感影像为冬季遥感影像,可能有些农业未返青,与 GIS 解译知识库中所用遥感影像时相不同所致,居民地由于老工业区与居民地混杂一起,有些工业区误分为居民区,影响了居民地的分类精度。

4 结语

本次研究发现,根据 SPOT 与 TM 融合图像的三色合成图像,以及比值的假彩色合成图像,可以识别城市生态环境基础状况中的城市绿化、农业、水体和部分居民地四类,尚需指出,由于受融合后的遥感影像空间分辨率为 10m 所限制,对于尺度较小的地物该方法无法识别.对于工业仓储、道路广场和其它类型的进一步识别需要更高分辨率的遥感影像并采取新的识别方法,这将在后面论文中专门讨论,而公共设施只有在高空间分辨率遥感影像中,结合专家知识通过目视解译才可识别。

REFERENCES

- [1] SONG Yong-Chang, QI Ren-Hai, YOU Wen-Hui, *et al* A Study on indices system and assessment criterion of eco city [J]. *Urban Environment & Urban Ecology* (宋永昌, 戚仁海, 由文辉, 等. 生态城市的指标体系与评价方法. 城市环境与城市生态), 1999, 12(5): 16—19.
- [2] WANG Ping, MA Li-Ping, LI Kai Evaluation system of urban ecological environmental quality in Nanjing city [J]. *Chinese Journal of Ecology* (王平, 马立平, 李开. 南京市城市生态环境质量评价体系. 生态学杂志), 2006, 25(1): 60—63.
- [3] LU Qing-Li, CHEN You-Fei An assessment of the urban eco-environment quality in Fuzhou city [J]. *Journal of Fujian Normal University (Natural Science Edition)* (刘清丽, 陈友飞. 福州城市生态环境质量评价及问题分析. 福建师范大学学报(自然科学版)), 2006, 22(1): 112—116.
- [4] XU Wei-Dong, YN Qiu, KUANG Ding-Ba Comparison of spectral match models [J]. *J. Infrared Millim. Wave* (许卫东, 尹球, 匡定波. 地物光谱匹配模型比较研究. 红外与毫米波学报), 2005, 24(4): 296—300.
- [5] SUN Tian-Zong, ZHOU Jian-Hua *City Remote Sensing* [M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Documents Press (孙天纵, 周坚华. 城市遥感. 上海: 上海科学技术文献出版社), 1995: 132—285.
- [6] ZHOU Cheng-hu, LN Hui Environment remote sensing research of Hong Kong [J]. *Geo-information Science* (周成虎, 林琿. 香港城市环境遥感综合研究. 地球信息科学), 1999, 14(1): 76—78.
- [7] LU Wen-Ping, CHEN Wei-Jun, WU Li-De A segmentation method for airport object in remote sensing images [J]. *J. Infrared Millim. Waves* (刘文萍, 陈维军, 吴立德. 遥感图像中机场目标的图像分割方法. 红外与毫米波学报), 1999, 18(1): 73—76.
- [8] YN Qiu, GONG Cai-Lan, KUANG Ding-Bo, *et al* Method of satellite remote sensing of lake water quality and its applications [J]. *J. Infrared Millim. Waves* (尹球, 巩彩兰, 匡定波, 等. 湖泊水质卫星遥感方法及其应用. 红外与毫米波学报), 2005, 24(3): 198—202.
- [9] Fried M A, McIver D K, Hodges J C F, *et al* Global land cover mapping from MODIS: Algorithms and early results [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2002, 83(1—2): 287—302.
- [10] YANG Cun-Jian, ZHOU Cheng-Hu Extracting residential area from TM image on the basis of knowledge discovered [J]. *Remote Sensing of and technology and application* (杨存建, 周成虎. 基于知识发现的 TM 图像居民地自动提取研究. 遥感技术与应用), 2001, 16(1): 1—6.
- [11] ZHOU Hong-Mei, D NG Jin-Cai, XU Yi-Ming, *et al* The monitoring and evaluation of relation between heat island effect and greenbelt distribution in shanghai urban area [J]. *Acta Agriculture Shanghai* (周红妹, 丁金才, 徐一鸣, 等. 城市热岛效应与绿地分布的关系监测和评估. 上海农业学报), 2002, 18(2): 83—88.
- [12] China National Standard City Land Use Classification and Layout and Construct Land Use Standard, GBJ 137-90 [S]. Beijing: China Project Press (中华人民共和国国家标准, GBJ 137-90《城市用地分类与规划建设用地标准》北京: 中国计划出版社), 1991, 2—10.
- [13] The Ministry of Country Resource of the Peoples Republic of China, China Land Use Classification (test publication) [S]. (中华人民共和国国土资源部, 《中国土地利用分类》(试行)), 2001.