

比值居民地指数在城镇信息提取中的应用

吴宏安¹ 蒋建军^{1 2} 张海龙¹ 张丽¹ 周杰²

(1. 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210097)
(2. 中国科学院地球环境研究所黄土与第四纪地质国家重点实验室, 陕西 西安 710075)

[摘要] TM 图像中由于裸地与城镇光谱特征相似, 利用传统的分类方法难以区分二者, 城镇提取精度很难令人满意. 针对这一问题, 本文提出了一种新的方法即比值居民地指数(RRI)法用于城镇信息提取, 同时与最大似然监督分类法作对比, 研究结果表明, RRI 法(精度达 87. 50%)优于最大似然分类法(精度为 78. 13%), 是一种提取城镇居民地信息的理想方法, 尤其适合裸地较多的干旱半干旱地区.
[关键词] 比值居民地指数(RRI) 最大似然分类法 城镇信息提取 西安
[中图分类号] P237 [文献标识码] A [文章编号] 1001-4616(2006)03-0118-04

Application of Ratio Resident-area Index to Retrieve Urban Residential Areas Based on Landsat TM Data

Wu Hongan¹ , Jiang Jianjun^{1 , 2} , Zhang Hailong¹ , Zhang Li¹ , Zhou Jie²

(1. School of Geographical Science , Nanjing Normal University , Nanjing 210097 , China)
(2. State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology , Chinese Academy of Sciences , Xi 'an 710075 , China)

Abstract In this paper , RRI (Ratio Resident-area Index) and Maximum Likelihood Classification (MLC) were used to retrieve urban residential areas in the region of Xi 'an , respectively , from the satellite image of Landsat TM in 2003. Unlike conventional supervised classification for land use/cover retrieval , in this study , RRI can reflect the information of residential areas , and it is defined as $RRI = TM1 / TM4$. By comparing the two different methods , we find that the urban residential areas derived from TM imagery using RRI is more accurate than that using MLC , the overall accuracy of them are 87. 50% and 78. 13% , respectively. Results indicated that RRI is an effective way to retrieve urban residential areas. This method can not only obtain all the residential information , but also eliminate the influence of barrens , thus the retrieving accuracy is very high.
Key words Ratio Resident-area Index , Maximum Likelihood Classification , urban residential areas , Xi ' an city

0 引言

利用不同方法处理卫星遥感影像是获取城镇用地信息的有效方法之一. 自上世纪 70 年代美国地球资源卫星发射以来, 国内外学者在提取城镇用地及其变化方面做了大量的工作, 如 R. Welch(1980)通过对 TM 的假彩色合成图像目视解译提取了城市的建成区面积, 并进一步分析了建成区面积与人口之间的关系^[1]. Barry Haack 等(1987)利用 Landsat MSS 和 TM 数据对城市与城市郊区的土地覆盖进行分类, 通过比较二者的结果认为对土地覆盖较均一的城郊分类 TM 较 MSS 要好, 但对土地覆盖复杂的地域分类则比

收稿日期: 2005-09-28.
基金项目: 欧盟资助项目“ SUSDEV - CHINA ”(ICA4 - CT - 2002 - 10004); 中国科学院知识创新工程资助项目(KZCX3 - SW - 146).
作者简介: 吴宏安, 1981—, 硕士研究生, 主要从事遥感信息提取的学习与研究. E-mail : wha_105@yahoo. com. cn
通讯联系人: 蒋建军, 1963—, 副教授, 主要从事定量遥感及其应用的教学与研究. E-mail : jiangjianjun@ njnu. edu. cn

MSS 差^[2]. Curran&Pedley(1990)利用 Landsat MSS 数据在英格兰地区做了城市边缘地带的土地分类^[3]. Gao &Skillcorn(1998)曾利用 SPOT 影像对 South Auckland 的城乡结合带做了详尽的土地利用分类^[4],但是这些土地利用分类的类别较多,精度也不够理想.

我国在居民地信息提取的研究方面也取得了较多的成果,杨存建和周成虎(2000)用谱间结构阈值法从 TM 影像上半自动地提取了以水泥顶房屋和瓦顶房屋为主的居民地信息^[5],查勇等(2003)利用归一化建筑指数对无锡市的城镇用地进行了提取^[6],这些研究都取得了很好的效果.然而在城镇信息提取中,经常受到裸露地的影响,因为二者的光谱信息十分相似,对于裸露地较多的我国西部城镇来说,目前如何减少裸露地对城镇信息提取精度影响的研究还尚未见报导.

本文利用 2003 年 Landsat TM 的影像,提出了一种新的方法即比值居民地指数法(Ratio Resident-area Index, RRI)试图提取裸地较多的西安、咸阳地区城镇用地信息,以期监测我国城镇扩张提供科学依据.

1 数据与方法

1.1 研究区概况

西安和咸阳两市地处我国西北关中平原中部,位于东经 107°41' ~ 109°49'和北纬 33°39' ~ 34°44'之间.地势东南高西北低,南依秦岭,属温带大陆性气候,平均海拔高度 424 m 左右,年平均气温 13.0℃.

1.2 数据源

本文选用的是 Landsat TM 影像,成像是 2003 年 5 月 29 日,轨道号为 127/36,考虑到波段 6 是热红外波段,这里仅选用波段 1 ~ 5,7,分辨率为 30 m,还有西安地区 30 m 分辨率的数字高程模型(DEM).

1.3 研究方法

研究的总体思路是依据美国 Landsat TM 数据,分别采用比值居民地指数法(RRI)和传统的最大似然监督分类法提取 2003 年西安、咸阳两市的城镇用地信息,通过验证两者的精度,进一步阐明 RRI 法的优点.具体步骤如下: (1)遥感图像的预处理.为有效获取研究区的城镇信息,需要对影像做预处理,包括大气校正、几何校正和正射纠正. (2)提取城镇用地信息.分别采用比值居民地指数法(RRI)和最大似然分类法来提取,并选取一定数量的随机样点,对二者的精度进行分析. (3)结合提取结果,进行对比研究.

2 城镇信息的提取

2.1 比值居民地指数法(RRI)

(1)典型地物光谱特征分析

为了分析城镇居民地及其与背景地物在光谱特征上的差别,对研究区内的六类典型地物进行采样.表 1 和图 1 分别为各典型地物的光谱均值和光谱响应曲线.

表 1 典型地物的采样光谱均值

地物	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band7
林地	65	30	32	120	103	32
农田	77	38	51	92	75	25
果园	82	40	54	130	109	40
城镇	106	51	79	64	93	60
水体	81	35	45	34	23	10
裸地	118	67	110	89	142	114

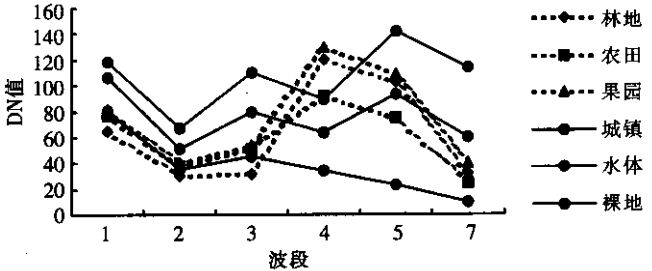


图 1 典型地物的光谱响应曲线

由表 1 可以看出,在 TM 影像上,最能突出城镇与其他地物差别的是波段 1 和波段 4.波段 1 能很好地反映城镇和裸地信息,其光谱平均值较其他地物类型高出 20 ~ 30 灰阶,在影像上呈亮色显示(图 2a);波段 4 主要显示植被信息,如林地、农田和果园的光谱均值都较高,分别为 120、92、130,呈亮色显示,而城镇、裸地和水体的 DN 值则较低,影像上表现为暗色(图 2b).

(2)比值居民地指数

比值居民地指数(Ratio Resident-area Index, RRI)是一个类似于比值植被指数 RVI(Ratio Vegetation Index)通过它能反映居民地特征的指标.通过前文分析可知,波段 1 和波段 4 的城镇光谱特征对比度最

大,是最佳比值波段.因此,比值居民地指数的公式可表示为 $RRI = TM1/TM4$,进行波段计算得到 RRI 图像(图 3a),其灰度值范围为 0.478 ~ 3.333.由光谱采样值(表 1)可得,图 4a 中 RRI 值小于 1 的地物为林地、农田和果园,而值大于 1 的地物则为城镇、裸地、河流,进一步计算表 1 还可得知,RRI 图像中城镇的均值为 1.656,裸地的均值为 1.326,河流的均值则达 2.382,显然通过设置合适的阈值就可以去除裸地,本文选用城镇和裸地 RRI 值的平均值 1.476 作为阈值,对图 3a 做二值化处理,即将 RRI 值为 0.478 ~ 1.476 的区域都赋为 0(黑色表示),而值为 1.476 ~ 3.333 的都赋为 1(白色表示)(图 3b).

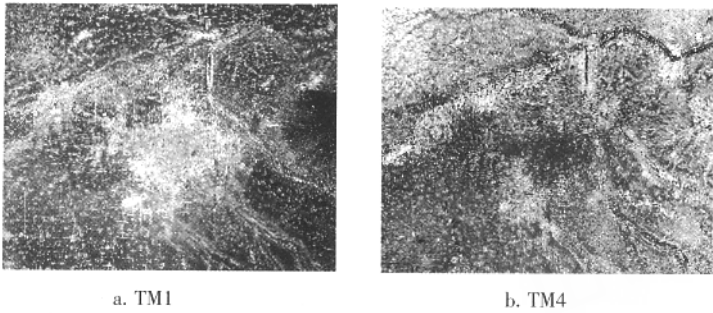


图 2 研究区的 TM 单波段影像

二值化后的图像所保留的地物主要为城镇和水体,由于研究区内的水体主要为河流,形状细长,在图像上很容易辨认,所以本文对二值化图像进行了掩模处理,去除河流部分,则剩下的就是城镇(图 3c).

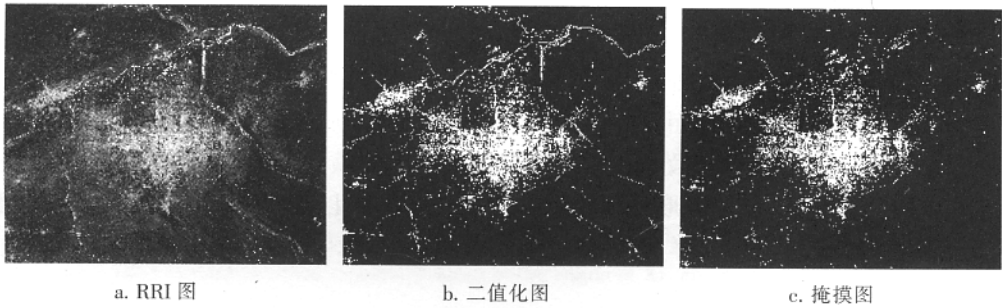


图 3 RRI 法提取城镇信息效果图

2.2 最大似然监督分类法

监督分类法是获取土地利用信息最常用的方法,在对影像做了图像预处理后,根据影像的光谱特征,选择适当的训练样区,将土地利用分为若干不同的类别.结合依据研究区的实际情况,根据目视判读选择训练样本,本文采用广泛使用的最大似然监督分类法(Maximum Likelihood Classification, MLC),将土地利用分为六类,即林地、农田、果园、城镇、水体和未利用地(含裸地)(图 4b).图中灰褐色区域为城镇.

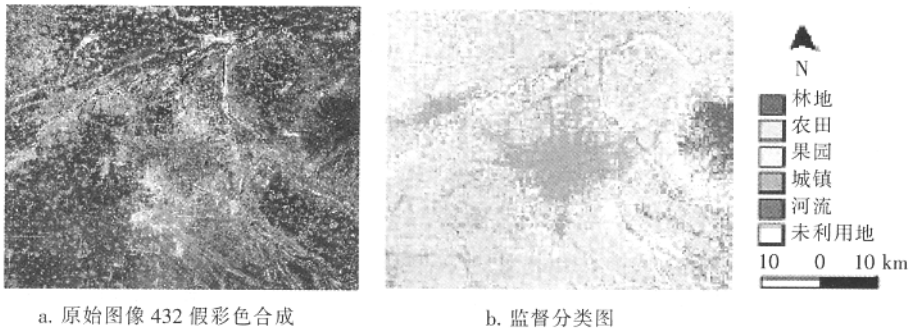


图 4 监督分类法提取城镇信息效果图

2.3 结果分析

对于这两种提取城镇信息的方法,我们在图 3c 和图 4b 中分别选取 240 个随机样点进行精度检验,得到精度混淆矩阵(表 2,3).可以看出,比值居民地指数法(RRI)的精度要高于传统监督分类法所取得的精度.在 RRI 法中城镇提取精度为 87.50%,总体精度可以达到 90.83%,而用传统的监督分类法,城镇的提

取精度仅为 78.13% ,分类总体精度为 76.25% .

表 3 还显示了在监督分类中 ,城镇提取精度的主要影响因素为未利用地(含裸地) .32 个城镇样点中 ,有 4 个是未利用地 ,同样 ,在 64 个未利用地样点中 ,有 9 个样点是城镇类地物 .这主要是城镇和裸地的光谱曲线很相似引起的 ,从典型地物光谱响应曲线图(图 1)可以看出 ,尽管裸地的 DN 平均值高于城镇 ,但二者峰谷位置十分相近 ,这是它们区别于其他地物波谱的基础 ;同时由于相似性 ,它们在影像上表现得很接近 ,很难区分开来 ,已有诸多研究证明了这一点^[7-9] .这是传统监督分类法利用光谱信息提取城镇居民地信息时所无法回避的一个问题 .

表 2 基于 RRI 法所得的混淆矩阵

	城镇	非城镇	合计	精度(%)
城镇	35	5	40	87.50
非城镇	17	183	200	91.50
合计	52	188	240	

表 3 基于传统监督分类法所得的混淆矩阵

	林地	农田	果园	城镇	水体	未利用地	合计	精度(%)
林地	6	0	1	1	0	0	8	75.00
农田	1	67	2	2	4	8	84	80.95
果园	2	8	30	2	0	2	44	68.18
城镇	0	2	0	25	1	4	32	78.13
水体	0	2	0	0	6	0	8	75.00
未利用地	0	4	2	9	0	49	64	76.56
合计	9	83	35	39	11	63	240	

3 结论

(1) 综上所述 ,比值居民地指数法(RRI)是一种理想的城镇信息提取方法 ,它通过设置阈值可以有效地去除裸地对提取精度的影响 ,尤其适合裸地较多的干旱半干旱地区 .和传统的监督分类法相比 ,它可以消除裸地和城镇光谱相似所带来的影响 .(2) 比值居民地指数法(RRI)还有一个优点就是结果客观 ,人为干预较少 ,主要通过波段运算来获得结果 ,这使得它提取城市信息的可信度较高 .(3) 在 RRI 法城镇信息提取中 ,水体(河流等)容易与城镇混淆 ,虽然本文中 ,水体主要是河流 ,由于其形状与城镇差别很大 ,可以根据河流形状将其掩膜 ,但在湖泊较多的区域 ,如长江中下游平原地区 ,能否根据其形状快速、准确地去除水体的影响还有待进一步研究 .

[参考文献]

[1] Welch R. Monitoring urban population and energy utilization patterns from satellite data[J]. Remote Sensing of Environment , 1980 , 9 :1 - 9.

[2] Barry Haack , Nevin Bryant , Steven Adams. An assessment of Landsat MSS and TM data for urban and near-urban land-cover digital classification[J]. Remote Sensing of Environment , 1987 , 21 :201 - 213.

[3] Curran P J , Pedley M I. Airborne MSS for land cover classification II[J]. Geocarto International , 1990 , 5 :15 - 26.

[4] Gao J , Skillcorn D. Capability of SPOT XS data in producing detailed land cover maps at the urban-rural periphery[J]. International Journal of Remote Sensing , 1998 , 19 :2877 - 2891.

[5] 杨存建 ,周成虎. TM 影像的居民地信息提取方法研究[J]. 遥感学报 2000 , 4(2) :146 - 150.

[6] 查勇 ,倪绍祥 ,杨山. 一种利用 TM 图像自动提取城镇用地信息的有效方法[J]. 遥感学报 2003 , 7(1) :37 - 40.

[7] 杨山. 发达地区城乡聚落形态的信息提取与分形研究——以无锡市为例[J]. 地理学报 2000 , 55(6) :671 - 678.

[8] 吴宏安 ,蒋建军 ,周杰 ,等. 西安城市扩张及其驱动力分析[J]. 地理学报 2005 , 60(1) :143 - 150.

[9] Zha Y , Gao J , Ni S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery[J]. International Journal of Remote Sensing , 2003 , 24 :583 - 594.

[责任编辑 陆炳新]