

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2010.02.012

基于改进的 NDBI 指数法的遥感影像城镇 用地信息自动提取

杨智翔,何秀凤

(河海大学卫星及空间信息应用研究所,江苏 南京 210098)

摘要:针对目前遥感影像城镇用地信息提取存在精度不高、不够客观等问题,在分析 Landsat ETM 影像上各主要地物光谱特征的基础上,提出了一种基于改进的归一化建筑指数(NDBI)的遥感影像城镇用地信息自动提取方法.利用南京市主城区的 Landsat ETM 影像对该方法进行了验证.结果表明:该方法能够有效提取研究区的城镇用地信息.相对于常规的 NDBI 指数法,改进后的方法消除了稀疏植被对城镇用地提取精度的影响,大大提高了城镇用地信息的精度,并具有快速、客观等优点.

关键词:城镇用地;NDBI;遥感影像;信息提取;稀疏植被

中图分类号: TP79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1980(2010)02-0181-04

城镇是城市和集镇两者的简称,指具有一定规模的工商业和交通运输业,以非农业人口为主的居民点^[1].近年来遥感技术已成为城镇用地动态监测的有效手段之一.利用遥感影像可以快速、准确与客观地获取城镇用地信息,获得不同时期城镇用地分布范围和面积资料,监测城市的扩张过程,对于城市的合理规划、城镇用地规模的控制和耕地资源的保护,都具有重要的意义.

目前在没有 GIS 辅助的情况下,常用的遥感影像城镇用地信息提取方法是计算机分类(包括监督分类和非监督分类),但城镇用地信息的分类精度较低,一般不超过 80%^[2-3].为了取得更高的精度,有时不得已采用目视判读或直接手工屏幕数字化的方法,但非常费时,工作量大,效率低.刘亚岚等^[4]提出对整幅遥感图像进行分区自动分类的方法,分区精度在 80% 以上,但受分区数量的影响,存在人为误差且不易操作.杨存建等^[5]用谱间结构阈值法从 TM 影像上半自动提取了福建省福清市的居民地信息,但需经过反复试验选取合适的阈值,精度具有不确定性,提取结果不够客观.查勇等^[6]利用归一化建筑指数(NDBI)自动提取了无锡市的城镇用地信息,取得了较好的结果,但因受到遥感影像异物同谱、同物异谱的影响,在城镇用地信息提取过程中,常常受到稀疏植被、裸露地等因素的影响^[7-8],一定程度上影响了城镇用地信息的精度.

本文针对上述方法存在的不足,在分析 Landsat ETM 图像各地物光谱特征的基础上,利用稀疏植被独特的光谱性质,提出了一种基于改进的 NDBI 指数的遥感影像城镇用地信息自动提取方法.该方法消除了稀疏植被对城镇用地信息精度的影响,提高了城镇用地信息提取的质量.

1 城镇用地信息提取方法

选择南京市主城区为研究区,范围包括鼓楼区、玄武区、栖霞区、下关区、秦淮区、白下区、建邺区和浦口区.所使用的数据是 Landsat ETM 影像,成像时间为 2000 年 9 月 16 日,轨道号为 120/38,研究区内无云层覆盖,影像质量良好.由于 ETM 图像第 6、8 波段分别为热红外波段和全色波段,所以只选用了 ETM 图像的 1~5、7 波段,地面分辨率为 30 m.

1.1 主要地物光谱特征分析

为了分析南京市主城区城镇用地信息在 Landsat ETM 图像上的光谱曲线变化规律及其与背景地物的差异,对研究区内的水体、城镇、林地、耕地、稀疏植被 5 类主要地物进行采样,做出它们的光谱曲线,如图 1 所示.

收稿日期:2009-03-06

基金项目:国家自然科学基金(50539110/E090103)江苏省普通高校研究生科研创新计划(CX08B_110Z)

作者简介:杨智翔(1983—)男,江西遂川人,博士研究生,主要从事遥感图像处理及其应用研究. E-mail: yzx@hhu.edu.cn

由图 1 可知,城镇用地、稀疏植被在 ETM 图像第 4 和第 5 波段之间灰度值都呈上升趋势,与其他地物波谱特性相反;耕地、林地、稀疏植被在第 3 波段和第 4 波段之间灰度值呈上升趋势,其中稀疏植被既有植被的光谱特性,又具有城镇用地的光谱特性。

1.2 NDBI 指数法的改进

1.2.1 NDBI 指数法

NDBI 指数源于对归一化差异植被指数(NDVI)的深入分析,最早由杨山^[9]提出,称为仿植被归一化指数,后由查勇等改为归一化建筑指数^[6,10]。NDBI 指数法起初是基于 Landsat TM 图像构建的,在 TM4 和 TM5 波段之间,除了城镇灰度值走高外,其他地类都变小,通过这一光谱特性可以实现城镇用地的自动提取。由于 ETM 与 TM 图像的传感器特性基本一致,故其 NDBI 指数亦可表达为

$$NDBI = (band5 - band4) / (band5 + band4)$$

式中,band4、band5 分别指 ETM 图像的第 4、5 波段,取值在 -1 到 1 之间。根据 NDBI 求出的比值图像,进行二值化处理,把 NDBI 取值小于或等于零的像元都赋值为 0,将大于零的像元则赋值 255,得到二值图像,这些大于零的像元即认为是城镇用地信息,但其中通常也包含了部分稀疏植被信息。

1.2.2 改进的 NDBI 指数法

由于稀疏植被既有植被的光谱特性,又具有城镇用地的光谱特征,若仅利用常规 NDBI 指数法来提取城镇用地,则结果中必然会包含较多的稀疏植被信息,城镇用地信息精度难以得到保证。从图 1 可知,稀疏植被在 ETM 图像第 3 和第 5 波段之间灰度值呈上升趋势,与其他地物光谱趋势都不相同。根据该特征可以建立基于稀疏植被光谱特征的改进 NDBI 指数,并在 ERDAS 的 Model Maker 中进行逻辑计算来去除研究区内的稀疏植被,建模语句表达为

$$EITHER\ 0\ IF\ (band3 < band4 < band5)\ OR \\ (band5 - band4) / (band5 + band4)\ OTHERWISE$$

表达式中,band3、band4、band5 分别代表 ETM 图像的第 3、4、5 波段,符合逻辑判别条件的都输入为 0,即去除了影像中的稀疏植被信息,其他的进行 $(band5 - band4) / (band5 + band4)$ 运算。经过条件过滤后,NDBI 的取值仍在 -1 与 1 之间,根据其数值再进行二值化处理,把取值小于或等于零的像元都赋值为 0,取值大于零的像元则赋值 255,最终得到城镇用地信息。

2 城镇用地遥感信息处理与提取

2.1 城镇用地遥感信息处理流程

本文所用图像处理分析软件为 ERDAS IMAGINE 8.7,图 2 为 Landsat ETM 影像信息处理与城镇用地信息提取流程。

2.2 假彩色影像合成

假彩色图像是利用加色法的彩色合成方法,选择多光谱影像中的某 3 个波段,分别赋予红、绿、蓝三原色组合而成的^[11],通过波段合成可以增强图像的判读能力。经目视判读发现,城镇用地在 Landsat ETM 图像的所有波段上都难以准确识别,但是在 ETM 图像的第 4 和第 5 波段上相对较易识别。因此选择 ETM 图像的 5、4、3 波段分别配以红、绿、蓝合成南京市主城区的假彩色图像影像,在影像上城镇用地呈现暗紫色,植被表现为绿色,水体呈蓝色,如图 3 所示。该图像可以供后续处理中的 NDBI 指数计算、逻辑判别运算和成果精度分析之用。

2.3 城镇用地专题信息提取

利用 NDBI 指数法和改进的 NDBI 指数法分别提取南京市

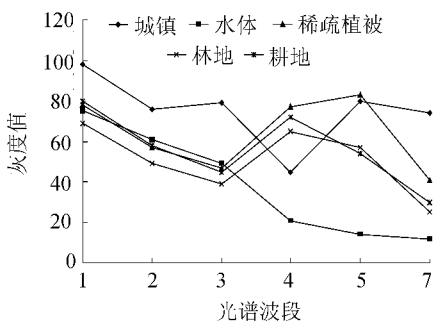


图 1 主要地物在 Landsat ETM 影像上的光谱曲线

Fig. 1 Spectral curves of main ground objects on Landsat ETM images

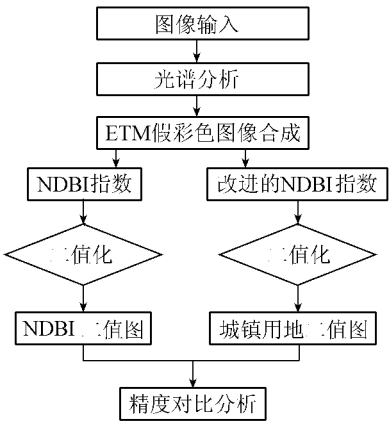


图 2 Landsat ETM 影像城镇用地信息提取流程
Fig. 2 Flow chart of extracting urban land-use information from Landsat ETM images

主城区的城镇用地信息,得到城镇用地信息二值图像,见图 4 和图 5.图中的白色区域即为城镇用地信息.



图 3 ETM543 假彩色合成影像
Fig. 3 False color image of ETM543



图 4 NDBI 二值图像
Fig. 4 Binary image of NDBI



图 5 改进的 NDBI 二值图像
Fig. 5 Binary image of improved NDBI

3 改进前后方法的精度比较

对于改进前后 2 种方法的城镇用地信息提取精度,采用精度混淆矩阵和总体分类精度 2 个指标来进行评价.利用 ERDAS 分别在图 4 和图 5 中选取 150 个随机样本点进行精度检验,得到精度混淆矩阵,见表 1.混淆矩阵中的每一列代表地面参考验证信息,每一列中的数值等于地表真实像元在分类中对应于相应类别的数量,每一行代表遥感数据的分类信息,每一行中的数值等于遥感分类像元在地表真实像元相应类别中的数量.对角线代表了被正确分类的像元,被正确分类的像元总数除以总像元数即得到总体分类精度.由表 1 可以看到,改进的 NDBI 指数法提取的城镇用地信息精度为 85.71%,总体精度达到了 89.33%,而常规 NDBI 指数法城镇用地信息的提取精度仅为 64.86%,总体精度为 71.33%,表明利用改进的 NDBI 指数法提取城镇用地专题信息可以有效地消除稀疏植被信息的影响,与常规 NDBI 指数法相比精度有了显著的提高,达到了城镇用地形态特征和动态监测、城乡划分等研究的精度要求.

表 1 NDBI 指数法和改进的 NDBI 指数法所得混淆矩阵

Table 1 Confusion matrix derived by NDBI method and improved NDBI method

类别	NDBI 指数法				改进的 NDBI 指数法			
	城镇	非城镇	合计	精度/%	城镇	非城镇	合计	精度/%
城镇	72	39	111	64.86	54	9	63	85.71
非城镇	4	35	39	89.74	7	80	87	91.95
合计	76	74	150	71.33	61	89	150	89.33

4 结论与讨论

- a. 采用美国 USGS 免费提供的 2000 年 9 月 16 日的南京地区 Landsat ETM 图像,进行了基于改进的 NDBI 指数法的城镇用地信息提取试验研究.研究表明,该方法可以有效地从 Landsat ETM 图像上获取城镇用地信息.相对于常规的 NDBI 指数法,有效地去除了稀疏植被信息的影响,大大提高了城镇用地信息的精度,而且提取结果非常客观、可信度高,能够较好地满足城镇形态特征和城乡划分等研究的需要.
- b. 改进的 NDBI 指数法和常规的 NDBI 指数法一样,是根据不同地类的光谱特性差异对城镇用地的信息进行提取.该方法虽然消除了稀疏植被的影响,但由于遥感影像异物同谱现象的存在,提取过程中容易把裸露地误分为城镇用地,改进后的方法依然无法把两者区分开,加上混合像元问题的影响,这些都在一定程度上影响了城镇用地信息提取的精度.
- c. 由于仅对 9 月份的南京市 ETM 影像进行了研究,关于改进的方法的普遍适用性如何,能否推广应用到其他季节、其他地区以及如何消除裸露地、混合像元对城镇用地信息精度的影响,将是今后有待研究的问题.

参考文献：

[1] 秦志华,李可心,陈先奎.中国农业工作大辞典[M].北京:警官教育出版社,1993.

- [2] LO C P. Land use mapping of Hong Kong from landsat images :an evaluation[J]. International Journal of Remote Sensing ,1981 ,2(3) : 231-252.
- [3] GAO J ,SKILLCOM 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(15) :2877-2891.
- [4] 刘亚岚 ,阎守邕 ,王涛. 遥感图像人机交互判读方法研究及其应用[J]. 地理与地理信息科学 ,2003 ,19(1) :27-31.(LIU Ya-lan ,YAN Shou-yong ,WANG Tao. Study on image interactive interpretation technology and its applications[J]. Geography and territorial research ,2003 ,19(1) :27-31.(in Chinese))
- [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.(YANG Cun-jian ,ZHOU Cheng-hu. Extracting residential areas on the TM imagery[J]. Journal of Remote Sensing ,2000 ,4(2) :146-150. (in Chinese))
- [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.(ZHA Yong ,NI Shao-xiang ,YANG Shan. An effective approach to automatically extract urban land-use from TM imagery[J]. Journal of Remote Sensing , 2003 ,7(1) :37-40. (in Chinese))
- [7] 陈志强 ,陈健飞. 基于 NDBI 指数法的城镇用地影像识别分析与制图[J]. 地球信息科学 ,2006 ,8(2) :137-140.(CHEN Zhi-qiang ,CHEN Jian-fei. Investigation on extracting the space information of urban land-use from high spectrum resolution image of ASTER by NDBI method[J]. Geo-information Science ,2006 ,8(2) :137-140. (in Chinese))
- [8] 吴宏安 ,蒋建军 ,张海龙 ,等. 比值居民地指数在城镇信息提取中的应用[J]. 南京师大学报 :自然科学版 ,2006 ,29(3) :118-121.(WU Hong-an ,JIANG Jian-jun ,ZHANG Hai-long ,et al. Application of ratio resident-area index to retrieve urban residential areas based on Landsat TM data[J]. Journal of Nanjing Normal University :Natural Science ,2006 ,29(3) :118-121. (in Chinese))
- [9] 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(1) :671-678.(YANG Shan. On extraction and fractional of urban land and rural residential spatial pattern in developed area[J]. Acta Geographica Sinica ,2000 ,55 (6) :671-678. (in Chinese))
- [10] ZHA Yong ,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(3) :583-594.
- [11] 戴昌达 ,姜小光 ,唐伶俐. 遥感图像应用处理与分析[M]. 北京 :清华大学出版社 ,2004.

Automatic extraction of urban land-use information from remote sensing images based on improved NDBI method

YANG Zhi-xiang , HE Xiu-feng

(Institute of Satellite Navigation and Spatial Information System , Hohai University , Nanjing 210098 , China)

Abstract : With regard to low precision and objective deficiency in the extraction of urban land-use information from remote sensing images , the spectral characteristics of main land covers on Landsat ETM images were analyzed. An automatic extraction method of urban land-use information from remote sensing images based on the improved normalized difference built-up index (NDBI) was proposed. The proposed method was verified by use of the Landsat ETM images in Nanjing City. The results show that the improved NDBI method can effectively extract the urban land-use information. Compared with the conventional NDBI methods , the improved NDBI method can eliminate the effects of sparse vegetation on the extraction precision of urban land-use information so as to raise the precision of the urban land-use information. It is of advantages of accuracy and objectiveness.

Key words : urban land-use ; NDBI ; remote sensing image ; information extraction ; sparse vegetation