

分层信息提取法在县域土地利用/覆被遥感中的应用

胡召玲¹, 李志江¹, 杜培军²

(1 徐州师范大学城市与环境学院, 江苏 徐州 221116; 2 中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏 徐州 221008)

摘要: 高精度地获取县(或县级市)域土地利用/覆被的定性、定量信息对于维护生态环境和保障我国农村经济的可持续发展具有重要意义。针对 2003 年冬季所获得的江苏省新沂市的 TM 图像特点, 选择分层信息提取法提取土地利用/覆被信息。首先对图像进行基于最大似然法的监督分类, 观察分类结果, 提取误分、错分比例最小的未利用地类型, 然后采用光谱分析法提取出水体范围、监督分类和目视解译相结合法提取出城镇建设用地和农村居民点、归一化植被指数提取出林地, 最后提取出耕地。信息提取结果与同期土地利用图相比较, 整个新沂市域范围内土地利用/覆被类型分类的面积精度达到 96.17%, 空间精度达到 88.38%, 表明这种方法提取遥感图像土地利用/覆被信息是可行的。

关键词: TM 图像; 土地利用/覆被; 分层信息提取; 归一化植被指数; 县域

文章编号: 1000-0585(2009)02-0409-10

1 引言

20 世纪 90 年代以来, 土地利用/覆被变化研究成了全球变化研究的前沿和热点课题, 而区域土地利用/覆被变化研究是全球变化研究的重要组成部分^[1]。自 1972 年美国宇航局发射 Landsat-1 卫星以来, 卫星遥感应用于区域土地利用/覆被变化监测研究已经有 30 多年历史了。由于遥感信息具有周期性、现实性、宏观性和系统性等特点, 因而在区域土地利用/覆被状况调查中得到了广泛的应用, 尤其是中高分辨率的多光谱卫星遥感正发挥着日益重要的作用。近几年国内外利用遥感技术在区域土地利用/覆被变化方面开展了大量的实证研究^[2~8], 取得了丰富的研究成果。在县级土地资源管理过程中, 每年都需要以县区为单位进行土地利用变更调查, 要求能够快速获取土地利用的数量、质量、权属, 土地利用各地类的空间分布和利用状况, 以及土地动态变化的信息和趋势。高精度地从遥感数据中获取县(或县级市)域土地利用/覆被的定性、定量信息对于维护生态环境和保障我国农村经济的可持续发展具有重要意义。

目前用于县域土地利用/覆被变化监测的主要是中高分辨率遥感图像, 尤以美国陆地卫星 TM/ETM+ 图像为主, 在满足监测精度要求的同时, 提高遥感图像信息提取的自动化程度, 是深化遥感技术在土地利用/覆被变化监测方面应用的重要内容。计算机分类是遥感图像信息提取的重要方法, 目前对遥感图像实现自动分类的分类器主要有以下几种:

收稿日期: 2008-05-25; 修订日期: 2008-08-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40771143); 国家 863 计划(2007AA12Z162)

作者简介: 胡召玲(1973-), 女, 山东省莱州市人, 博士, 副教授。主要从事遥感与 GIS 理论及其应用等方面的研究。E-mail: huzhaoli@126.com

神经网络分类器^[9]、上下文分类器^[10]、马尔科夫随机场分类器^[11]、模糊逻辑分类器、K均值分类器、最大似然分类器、最小距离分类器等。这些分类器均是传统的数据驱动的遥感图像分类模型,分类精度较低。由于自然界中的地物分布十分复杂,遥感图像中存在“同物异谱”和“异物同谱”现象,使得单纯依靠地物的光谱特征所进行的土地利用/覆被类型计算机自动分类的精度普遍不高,严重影响了结果的可信度^[12]。目前不存在一种通用的分类方法适合任何地区、任何来源的遥感图像信息提取^[13],众多研究也表明,单纯改善分类算法难以达到生产实用的要求,这也是制约遥感在区域土地覆被变化监测中深入应用的一个重要因素。多年来,国内外学者一直都在探求能够自动、高效地实现遥感图像解译的方法,包括分层分类法^[14]、支持向量机分类^[15]、多分类器集成方法^[16]以及基于时间、空间和地学知识的分类方法^[17,18]等。其中分层分类法是有效方法之一,它的分类算法简单,与其他方法相比,所需要的遥感数据量少,适合对单一时段的遥感数据进行分类,已被应用在土地利用/覆被的遥感监测研究中。分层分类法针对各地物不同的信息特点,将图像按一定原则进行层层分解,信息提取的环境比较纯净,可以在较大程度上避免传统分类方法因“同物异谱”或“异物同谱”现象而导致的分类精度不高的现象^[19]。

本文以江苏省新沂市的 TM 遥感图像为例,该图像的获取时间是冬季,由于当时大部分农作物已经收割,耕地的光谱特征与农村居民点的光谱特征极为相似,单纯地依靠光谱采用计算机分类法提取土地利用/覆被信息,不能很好地将两者区分开,其他的土地利用/覆被类型混淆程度也很严重。因此,本文采用分层信息提取法提取各土地利用/覆被信息,对遥感图像进行分层分类,即从某一类地物的光谱、空间、时间特征分析入手,找到反映这些特征的典型波段,采取适合此类地物的信息提取方法进行专题信息提取。当一种地物成功提取后,通过图像处理方法,将其从原始图像中去除,以避免它对其他地物提取的影响。这样按层处理,只针对一类目标进行提取,提高了每一类目标的提取精度。在分层信息提取的过程中,采用了基于光谱特征的最大似然分类和人工目视解译相结合的方法,有效地实现了耕地和农村居民点的提取。

2 研究区概况、资料来源与技术流程

新沂市位于江苏省北部,是隶属于徐州市的一个县级市,地处东经 $117^{\circ}59' \sim 118^{\circ}39'$ 、北纬 $34^{\circ}06' \sim 34^{\circ}26'$ 之间,土地总面积为 1575km^2 。新沂市位于沂蒙山系南缘,属于沂沭河冲积平原,境内以平原为主,既有广阔的洪冲积平原,也有起伏的剥蚀岗岭和交错分布的湖荡洼地,其中山地丘陵占 10%,河湖水体占 23%,平原占 67%,呈“一山二水七分田”的结构。

2.1 资料来源

采用的遥感图像和资料是:美国 Landsat5 的 TM 图像,轨道号为 121/36,接收日期是 2003-10-26;2003 年新沂市土地利用现状图;1:5 万新沂市地形图。

2.2 技术流程

根据研究区土地利用/覆被的特点和地物在本文所选取的 TM 图像上的影像特征,结合新沂市土地利用实际情况,并参照全国土地利用分类体系,对新沂市土地利用/覆被类型作适当的调整和合并,共划分成 5 种类型,分别为耕地、林地、建设用地、水体和未利用地。其中耕地包括灌溉水田、水浇地、旱地和菜地,林地包括有林地、疏林地、未成林造林地、果园和桑园,建设用地包括城镇、农村居民点、独立工矿用地和交通用地,水体

包括河流、湖泊和沟渠，未利用地包括裸土地和裸岩石砾地。

采用分层信息提取法从遥感图像中提取土地利用/覆被信息的技术流程如图 1 所示，首先对原始图像进行预处理，包括几何纠正、图像配准、图像裁剪和图像增强，然后采用分层信息提取法对图像进行土地利用/覆被类型的信息提取，先对预处理的图像进行基于最大似然法的监督分类，通过与同时期土地利用图的对比分析，提取出误分、错分比例最小的未利用地类型，然后采用光谱分析法提取出水体范围、监督分类和目视解译相结合法提取出城镇建设用地和农村居民点、植被指数法提取出林地，最后提取出耕地。

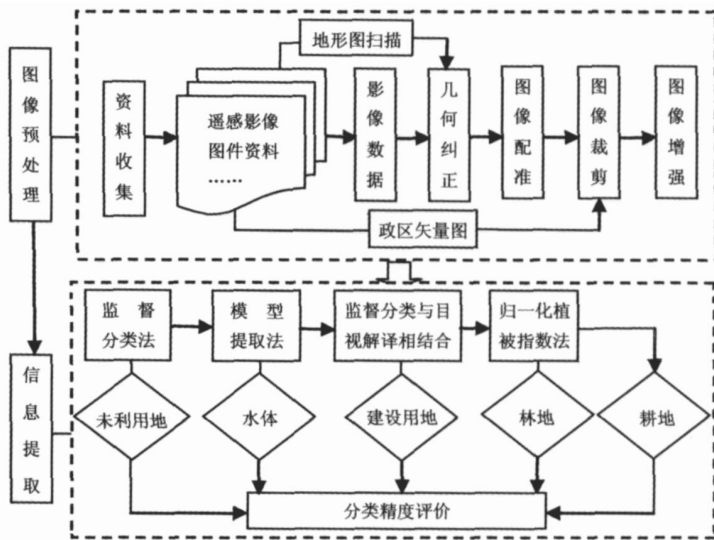


图 1 遥感图像信息提取技术流程图

Fig. 1 Flow chart on information extraction of remote sensing image

3 土地利用/覆被类型的分层提取

3.1 解译标志的建立

对照 2003 年新沂市土地利用现状图，在以 2003 年 10 月 26 日所获得的 TM4，5，3 波段分别对应红、绿、兰合成的假彩色图像上，建立新沂市各土地利用/覆被类型的解译标志（表 1）。

表 1 新沂市各土地利用/覆被类型解译标志

Tab 1 Interpretation feature of land use/ cover in Xinyi city

类型	解译标志
耕地	桔红色，规则斑块状，分布在水体周围及低山丘陵间河谷地
林地	暗绿色、靛蓝色斑块，多分布于山地、丘陵阴坡
建设用地	淡蓝色、青灰色，轮廓清晰，成不规则斑块状
水体	黑色、深蓝色，轮廓清晰，条带或团块状
未利用地	泛白色絮状

3.2 未利用地的提取

基于 ERDAS 软件，根据 5 种土地利用/覆被类型的解译标志，分别选取了 5 个训练区作为监督分类的训练样本，采用最大似然分类法进行监督分类，分类结果见图 2。将分

类结果与 2003 年土地利用图进行对照,并统计出各土地利用/覆被类型的面积。2003 年新沂市未利用地的实际面积为 27.56km²,主要分布在新沂市东北部和西南部的沐东岗岭和沐西岗岭的低山丘陵区,海拔高度在 70m 以上,位于北沟镇、双塘镇和棋盘镇内,其他地区则有一些零散的分布,而根据分类图计算出的面积为 31.19 km²,面积精度达到 86.81%。出现误差的主要原因是在沐东岗岭海拔高度 30m~70m 之间的一些低产田区,种植花生、大豆之类的旱作物,到 10 月 26 日已经收割完毕,在 TM 图像上呈现出未利用地的影像特征,因此统计出的未利用地面积会比实际面积多,除此之外其他地区未利用地的信息提取总体上达到 TM 遥感图像解译土地利用/覆被的精度要求,从总体上看未利用

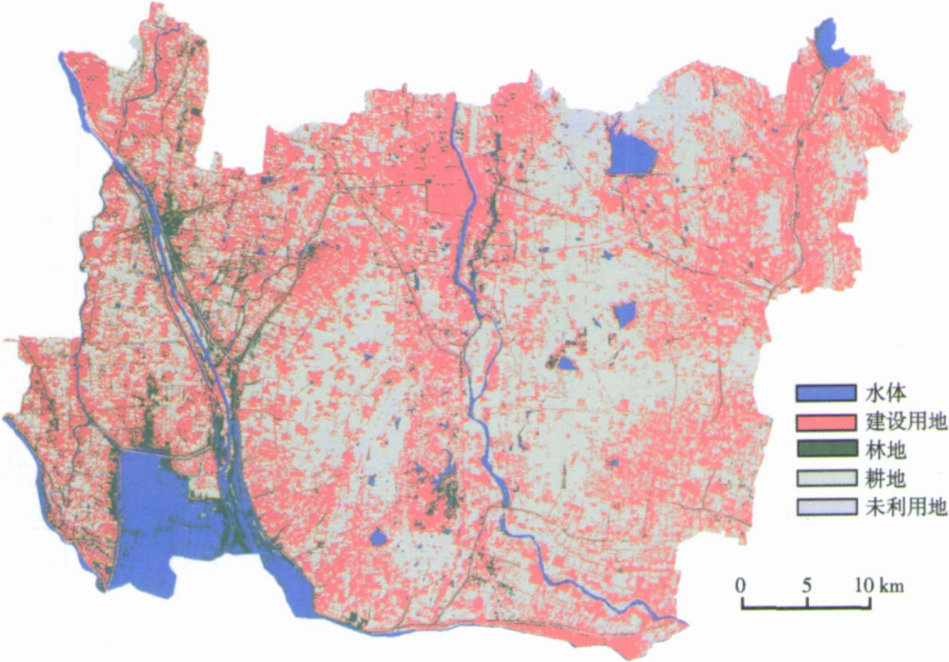


图 2 2003 年新沂市遥感图像监督分类图

Fig 2 Supervised classification map of remote sensing image in Xinyi city in 2003

地的分类效果最好,可以从监督分类图上直接提取出来,如图 3 所示。从分类图上(图 2)还可以看出,新沂市区和规模稍大一些的乡镇分类效果较好,而由于是秋冬之交获得的 TM 图像,区内农作物已经基本收割完毕,耕地很容易跟农村居民点混淆,大量的耕地为误分成建设用地,林地和水体也有混分现象,为了提高分类精度,采用分层信息提取的方法对其余的土地利用/覆被类型再进行提取。

3.3 水体的提取

根据水体的光谱特性,几乎可以全部

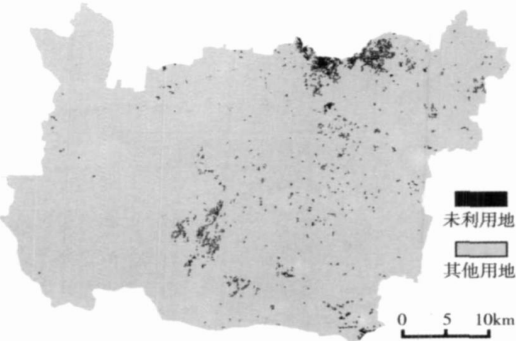


图 3 2003 年新沂市遥感图像未利用地信息提取图

Fig 3 Unused land map extracted from remote sensing image in Xinyi city in 2003

吸收近红外和中红外波段的全部入射能量，所以在这两个波段的反射能量很低，而其他地物在这两个波段内吸收能量较小，由于水体的这一特殊光谱特性可以明显地与其他地物进行分离。针对水体的光谱特性，提取模型有基于阈值的单波段水体提取模型和基于光谱间关系的水体提取。本文采用基于光谱间关系的水体提取法，针对水体的敏感波段，对其可能的特征组合进行计算，建立以下水体提取模型：

模型 1: $(TM2+ TM3) - (TM4+ TM5) > 0$

模型 2: $(TM2+ TM3) - (TM5+ TM7) > 0$

在实际水体的提取中考虑到遥感信息受自然条件的图像，将模型转变为：

$(TM2+ TM3) - (TM4+ TM5) > 10$

或 $(TM2+ TM3) - (TM5+ TM7) > 10$

为有效免除多提或误提的水体，利用 ERDAS 软件的建模功能 (Model Maker) 构建上述模型对新沂市水体进行了提取实验，水体提取结果如图 4 所示。

3 4 建设用地的提取

根据 TM 图像监督分类图 (图 2)，除新沂市区和规模大一些的乡镇以外，大量的耕地被误分成农村居民点，主要原因是当时耕地里的农作物基本收割完毕，有些耕地里种植的小麦麦苗还处于幼苗期，在 TM 图像上主要呈现的是土壤的光谱特征，而新沂市作为一个县级市，农村经济比较落后，农村中大多数住房是双披挂式的青瓦屋顶和红瓦屋顶，房子较小，分布比较分散，参差不齐，并且由于木材业会产生一定的经济效益，农民们在房前屋后种植了杨树，且村子中的道路大部分是土路，多弯曲，因此 TM 图像上的农村居民点区域多是混合像元。对整个新沂市建设用地的提取，采用目视解译和监督分类相结合的方法，保留监督分类中大型城镇的分类结果，而对小的农村居民点则采用目视解译的方法进行修正，目视解译主要是根据对地物特征的统计分析，建立解译标志，通过人机交互实现对地物的提取，其优点是实施简便、易行，但存在着工作量大、精度受主观因素影响大等缺点。建设用地提取结果如图 5 所示。

3 5 林地的提取

研究区 TM 图像的获取时间是 10 月 26 日，当时的农作物已基本收割完毕，植被覆盖区主要是林地，可选择植被指数法对林地进行提取，植被指数法充分考虑植被在不同波段间的光谱特性，利用植被在红光的强吸收与在近红外部分的强反射的特点，进行植被信息的提取。采用归一化植被指数 (NDVI) 提取林地信息，其计算公式为：

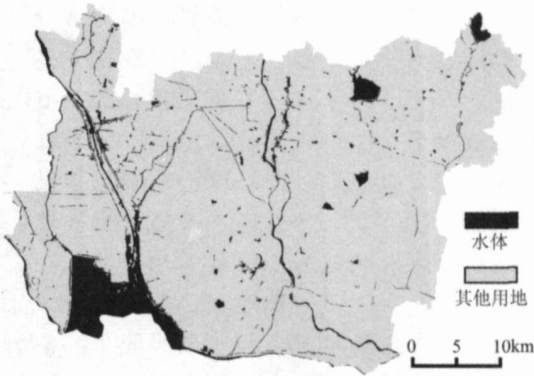


图 4 2003 年新沂市遥感图像水体信息提取图

Fig. 4 Water map extracted from remote sensing image in Xinyi city in 2003

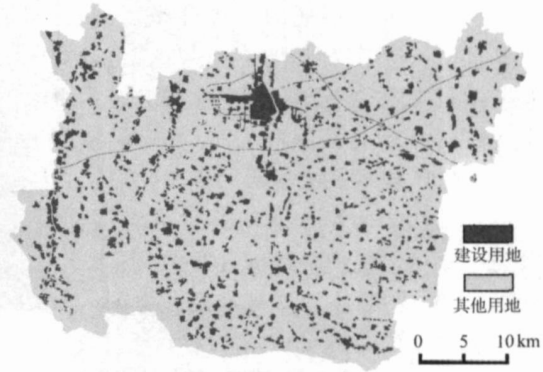


图 5 2003 年新沂市遥感图像建设用地信息提取图

Fig. 5 Construction land map extracted from remote sensing image in Xinyi city in 2003

$$NDVI = (TM4 - TM3) / (TM4 + TM3)$$

归一化植被指数之所以能有效提取植被,是因为 TM4 与 TM3 两波段灰度值相比,只有植被在 TM4 上值大于 TM3,而其他的地类都相反,因此在 NDVI 图像上一般大于零值都是植被。但研究发现部分建设用地的一些像元也呈现出 $NDVI > 0$ 的特征,即 $TM4 - TM3 > 0$ 的现象,但其差值一般很小。通过实验,设置 NDVI 的阈值为 0.09,即 $NDVI \geq 0.09$ 的区域是植被覆盖区, $NDVI < 0.09$ 的区域是非植被覆盖区。林地提取结果如图 6 所示。从图中可以看出,新沂市的林地大部分分布在沐西岗岭海拔高度为 70m 以上的马陵山和沿沂河、沐河以及骆马湖的河、湖岸边。近几年由于苏北地区木材业的发展,刺激了当地的树木种植,人们在沿河、沿湖、沿道路以及村庄的房前屋后种植了大量见效快的杨树,这些地方也被当作林地提取出来。

3 6 耕地的提取

由于新沂市耕地的二级分类可细分为灌溉水田、旱地、水浇地和菜地,各种用地类型的光谱特征差异难以区分,因此,在其他一级地类已提取的基础上采取剔除法,剔除已提取的各类用地,剩下的即为耕地。利用 ERDAS 的掩膜运算对栅格图像进行剔除,得到耕地的分布图(图7)。

3 7 土地利用/土地覆被类型分类图

通过分层信息提取方法对新沂市 2003 年 10 月 26 日的 TM 图像逐一进行各种土地利用/覆被类型信息提取后,再将各类土地利用/土地覆被类型图叠和到一起,得到的土地利用/覆被分类如图 8 所示。

4 精度评估

对分类精度的评价可从面积(数量精度)和分布吻合率(空间精度)两方面来衡量^[20, 21]。首先对 2003 年的土地利用/覆被分类结果进行面积精度检验,然后,再对分类结果进行空间精度检验。

4 1 面积精度分析

面积精度分析是指遥感分类的各类土地利用类型面积数据与实际面积数据的接近程度,这里所说的实际面积是相对的,一般采用统计数据或更精确的调查数据^[21]。第 i 类土地利用类型的分类精度计算公式:

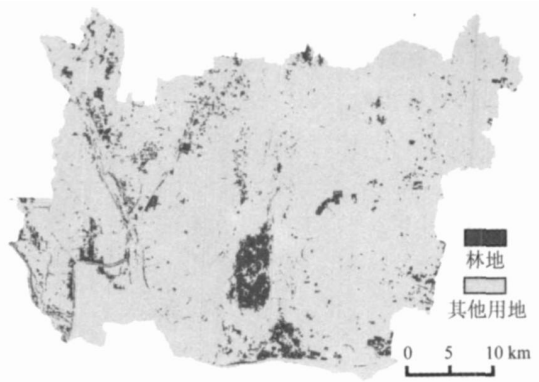


图 6 2003 年新沂市遥感图像林地信息提取图

Fig 6 Woodland map extracted from remote sensing image in Xinyi city in 2003

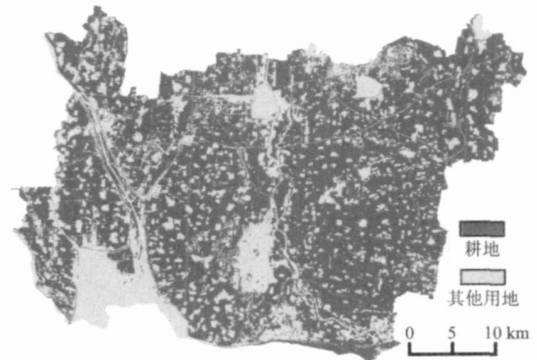


图 7 2003 年新沂市遥感图像耕地信息提取图

Fig 7 Cropland map extracted from remote sensing image in Xinyi city in 2003

$$P_i = 1 - \frac{|F_i - X_i|}{X_i}$$

总的分类精度计算公式:

$$P_{总} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^5 |F_i - X_i|}{\sum_{i=1}^5 X_i}$$

式中, P_i 为第 i 类土地利用类型的分类精度, $P_{总}$ 为所有土地利用类型总的分类精度, F_i 为第 i 类土地利用类型的分类面积, X_i 为第 i 类土地利用类型的实际面积。

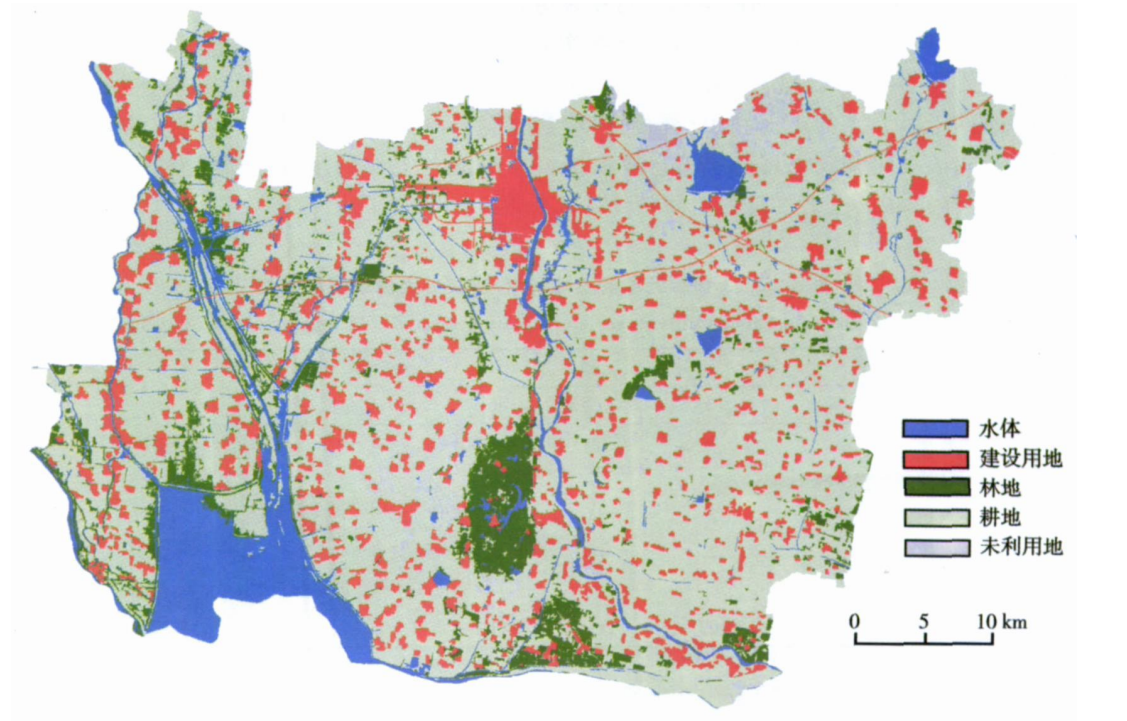


图 8 2003 年新沂市土地利用/ 覆被遥感分类图

Fig 8 Remote sensing classification map of land use/ cover in Xinyi city in 2003

将通过分层信息提取法获得的土地利用/覆被分类图(图 8)与 2003 年土地利用现状图进行对比分析,得到各土地利用类型的分类面积精度和总面积精度(表 2)。

表 2 2003 年新沂市土地利用/覆被分类图的面积精度

Tab 2 Area precision of land use/cover classification map in Xinyi city in 2003

类 型	分类总面积 (km ²)	实际面积 (km ²)	精度 (%)
耕 地	1052.55	1058.83	99.41
林 地	124.67	104.56	80.77
建设用地	222.68	216.21	97.01
水 域	144.68	168.61	85.81
未利用地	31.19	27.56	86.81

总精度为 96.17%

由表 2 可知, 大部分土地利用类型提取精度都很高, 林地的面积精度最低, 为 80.77%, 主要原因是由于从 TM 图像上解译出的林地与土地利用图上林地的含义不同, 如种植在耕地上的杨树林被当作林地提取出来。总的面积精度达到 96.17%, 从土地利用自身含义的角度看, 本文所采用的分层信息提取法提取出的土地利用/覆被信息达到了较高的面积精度。

4.2 空间精度分析

理论上空间精度分析是指将分类图上每一个点与地面对应点比较, 类型一致的点占全部点的比例。由于分类图上的点是无数的, 因此, 在实际工作中采用抽样的方法^[22], 即在分类图上抽取一定数量的样本点进行精度分析。

随机选取了 525 个样本点, 样本点的实际土地利用/覆被类型可通过与 2003 年土地利用现状图、遥感图像目视判读结果, 以及部分实地调查资料来获得, 通过比较这些样本点在分类图 (图 8) 上的土地利用/覆被类型与它们实际的类型, 计算出各类别的分类精度 (表 3)。由表 3 可知, 采用分层信息提取法提取出的各土地利用/覆被类型的空间精度很高, 均达到了 80% 以上, 总的空间精度为 88.38%。

表 3 2003 年新沂市各土地利用/覆被分类图的空间精度

Tab 3 Spatial precision of land use/cover classification map of TM image in Xinyi city in 2003

提取结果	实际类型					合计	精度 (%)
	耕地	林地	建筑用地	水体	未利用地		
耕地	175	16	3	0	4	198	88.38
林地	15	87	0	3	0	105	82.86
建筑用地	2	2	104	2	2	112	92.86
水体	4	2	1	76	0	83	91.57
未利用地	2	0	3	0	22	27	81.48
合计	198	107	111	81	28	525	88.38

5 结论

以江苏省新沂市整个县域范围为研究区, 选取 2003 年 10 月 26 日的 TM 图像, 在对图像进行监督分类的基础上, 针对获取图像时的季节特点, 采用分层信息提取法提取出该区土地利用/覆被信息。结果表明: 基于光谱特征的最大似然分类法对一个县域范围的广大区域提取土地利用/覆被信息的精度不高, 满足不了土地管理部门对土地资源进行监测的应用要求。本文采用的分层信息提取法首先对图像进行监督分类, 观察分类结果, 提取出分类效果理想的地物类型, 然后再采用逐层分类掩模的技术将分离出的地物去除, 再对其他的地物逐层提取, 在一定程度上可以避免“同物异谱”或“异物同谱”现象的干扰, 同时由于在对图像进行逐层分类的过程中结合了相关知识与经验进行分析和判断, 使分类结果更加合理, 从生产应用角度看该方法是可行的。由于该研究区冬季的 TM 图像上农村居民点和缺少农作物覆盖的裸露耕地的光谱特征极为相似, 使得仅依靠光谱特征的农村居民点信息的自动提取非常困难, 除了选择合适季节的图像以外, 获取关于时间、空间和地学的知识, 采用基于知识规则的土地利用/覆被信息提取方法有望解决这个问题。

参考文献:

- [1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域—土地利用/覆盖变化的国际研究动向. 地理学报, 1996, 51(6): 553~558
- [2] 胡召玲, 杜培军, 赵昕. 徐州煤矿区土地利用变化分析. 地理学报, 2007, 62(11): 1204~1214
- [3] 王思远, 张增祥, 周全斌, 等. 基于遥感与GIS技术的土地利用时空特征研究. 遥感学报, 2002, 6(3): 224~228
- [4] 张永民, 赵士洞. 近15年科尔沁沙地及其周围地区土地利用变化分析. 自然资源学报, 2003, 18(2): 174~181
- [5] 陈四清, 刘纪远, 庄大方, 等. 基于Landsat TM/ETM数据的锡林河流域土地覆被变化. 地理学报, 2003, 58(1): 45~52
- [6] 何书金, 王秀红, 邓祥征, 等. 中国西部典型地区土地利用变化对比分析. 地理研究, 2006, 25(1): 79~86
- [7] 涂小松, 濮励杰. 苏锡常地区土地利用变化时空分异及其生态环境响应. 地理研究, 2008, 27(3): 583~593
- [8] 刘纪远, 布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究: 基于卫星遥感数据. 第四纪研究, 2000, 20(3): 229~239
- [9] Kanellopoulos I, Wilkinson G G. Strategies and best practice for neural networks image classification. International Journal of Remote Sensing, 1997, 18(4): 711~725
- [10] Gong P, Howarth J P. Frequency-based contextual classification and gray-level vector reduction for land-use identification. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1992, 8(4): 423~437
- [11] Sollberg S H A, Toxt T, Jain K A. A markov random field model for classification of multisource satellite imagery. IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 1999, 34(1): 100~113
- [12] 赵萍, 傅云飞, 郑刘根. 基于分类回归树分析的遥感影像土地利用/覆被分类研究. 遥感学报, 2005, 9(6): 708~716
- [13] Wilkinson G G. Results and implications of a study of fifteen years of satellite image classification experiments. Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 2005, 43(3): 433~439
- [14] Jaejoon L. Consensual and hierarchical classification of remotely sensed multispectral images. Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 2007, 45(9): 2953~2963
- [15] Pal M, Mather P M. Support vector machines for classification in remote sensing. International Journal of Remote Sensing, 2005, 26(5): 1007~1011
- [16] 柏延臣, 王劲峰. 结合多分类器的遥感数据专题分类方法研究. 遥感学报, 2005, 9(5): 555~563
- [17] Mota G L, Feitosa R Q, Coutinho H L, *et al.* Multitemporal fuzzy classification model based on class transition possibilities. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 2007, 62(3): 186~200
- [18] Lucas R, Rowlands A, Brown A, *et al.* Rule-based classification of multi-temporal satellite imagery for habitat and agricultural land cover mapping. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 2007, 62(3): 165~185
- [19] 向天梁, 汪小钦, 周小成, 等. 基于分层分析的ASTER影像土地利用/覆盖遥感监测研究. 遥感技术与应用, 2006, 21(6): 527~531
- [20] 王人潮, 蒋亨显, 王珂, 等. 论中国农业遥感与信息技术发展战略. 科技通报, 1999, 15(1): 1~7
- [21] 吴健平, 杨星卫. 遥感数据分类结果的精度分析. 遥感技术与应用, 1995, 10(1): 17~24
- [22] 冉有华, 李文君, 陈贤章. TM图像土地利用分类精度验证与评估——以定西县为例. 遥感技术与应用, 2003, 18(2): 81~86

Land use/ cover remote sensing based on hierarchical information extraction method in a county

HU Zhao-ling¹, LI Zhì-jiang¹, DU Pei-jun²

(1 College of Urban and Environmental Science, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221116, China;

2 College of Environmental Science and Spatial Informatics, China University of Mining & Technology, Xuzhou 221008, China)

Abstract: It is important to achieve the qualitative and quantitative information of land use/ cover in a county (or county-level city) of China with higher precision, which is helpful to enhance eco-environment protection and sustainable development of rural economy. Presently, remote sensing images of the medium and high resolution are mostly used to monitor the changes of land use/ cover in a county. To make better use of remote sensing technology in monitoring land use change, it is necessary to improve the automatization level of information extraction from the remote sensing images and meet the precision of change monitoring synchronically. Hierarchical information extraction is an effective method for information extraction of land use/cover in a county from the remote sensing images. Based on the information of each ground object, the image is decomposed layer upon layer according to certain principles. The method functions well in the classification precision over “the same object with different spectra” and “different objects with the same spectrum” because the environment of information extraction is comparatively pure. Aided by the TM image in Xinyi city of Jiangsu province obtained in the winter of 2003, the hierarchical method is used to extract the information of land use/ cover. On the basis of such processes of original images as geometric correction, image registration, image clip and image enhancement, first of all, the image was classified using the maximum likelihood classifier and the unused land with the least inaccurate probability was extracted from the classification result observed. Then, the scope of the water was extracted using spectral analysis method, the urban construction land and village by combining supervised classification method with visual interpretation method, and the woodland using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Finally, the cropland was extracted. By comparing extracted result of land use/ cover with the land use map in the same period, the area accuracy of the land use classification for the entire Xinyi city reaches 96.17%, and the space accuracy reaches 88.38%. These indicate that the hierarchical method applied to information extraction of remote sensing images is feasible.

Key words: TM image; land use/ land cover; hierarchical information extraction; Normalized Difference Vegetation Index; county