

淤泥质潮滩湿地类型遥感识别分类方法与应用

王 聪, 刘红玉*, 侯明行, 谭清梅

(南京师范大学地理科学学院, 南京 210023)

摘要: 依据江苏盐城国家珍禽自然保护区淤泥质潮滩湿地影像特征, 快速提取高精度潮滩湿地地物信息对湿地生态保护具有重要的意义。本研究以2010年TM影像为数据源, 针对海滨湿地植物覆被类型复杂, 以及湿地植物类型之间的生态交错带信息难以识别等问题, 综合运用植被NDVI指数、波段反射率特征、环境特征和生态条件, 逐级分层分类及人工选取阈值等方法, 较好地解决了淤泥质潮滩湿地分类问题。结果表明, 与同一时期的监督分类相比较, 在识别植被交错带植被覆被类型和零星分布的植被斑块的类型方面更具优势, 分类精度有明显提高。通过ROI训练区, 选取了3126个包括所有类型的样本进行精度检验, 分类精度达到95.87%。该方法弥补了单一分类方法的不足, 对快速、高精度地提取淤泥质潮滩地物类型具有重要的参考价值和实践意义。

关键词: 淤泥质潮滩湿地; 光谱反射率; 归一化植被指数(NDVI); GIS

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2013.00590

1 引言

湿地覆盖信息提取方法, 一直是湿地遥感研究的重要内容和湿地信息提取的热点与难点^[1-3]。如牛明香等学者利用TM数据, 提出了单红外阈值法和改进的监督分类相结合方法对湿地进行分类^[4]。申文明, 王文杰等应用Landsat ETM+影像数据和GIS数据, 对决策树分类技术和传统计算机自动分类方法进行了比较, 研究表明决策树与传统自动分类方法相比, 分类精度大幅提高^[5]。左平等以TM影像为数据源, 统一采用波段阈值法, 并结合目视解译, 对我国海岸带米草沼泽进行了分类研究^[6]。从目前的研究来看, 湿地遥感信息提取中难度最大的是对草本植被类型的识别, 尤其是对草本植被交错地带内植被类型的识别。那晓东、张树清等采用快速、无偏、高效统计树(quick, unbiased, and efficient statistical tree, QUEST)算法集成遥感影像的光谱特征、多尺度纹理特征和地学辅助数据建立三江平原淡水湿地信息提取的决策树模型^[7]。决策树分类的关键是阈值的生成。阈值的生成有两个途径: 一是根据特征空间上值的分布人工寻找阈值;

二是通过数据挖掘算法, 例如CART树、C4.5树等自动挖掘阈值^[8]。该方法适合于大批量阈值的寻找, 对计算机技术的要求比较高。快速、高精度地对潮滩湿地覆被信息的提取是当前亟待解决的问题。决策树的分类方法, 往往能够达到快速、高精度识别湿地地物类型的目的^[9-10]。故利用植被NDVI指数和地物在不同波段的光谱反射率特征, 结合环境特征和生态条件, 运用决策树分类, 构建适合江苏沿海海滨湿地植物分类的研究方法体系。旨在能简单、快捷地区分出TM遥感影像上的潮滩湿地类型, 为实现湿地保护与合理利用提供支持^[11]。

2 研究区背景数据与方法

(1) 江苏盐城国家级珍禽自然保护区核心区湿地为粉砂淤泥质潮滩海滨湿地类型, 是目前尚存的淤泥质潮滩湿地的典型代表, 主要位于北纬33°25'0"~33°39'04", 东经120°26'40"~120°44'40", 面积19 100hm²; 该区域位于新洋港和斗龙港出海河之间, 东与黄海相临, 西以海堤公路为界, 地理位置十分重要。区内夏季降水集中, 冬季降水较少, 海水

收稿日期: 2012-11-19; 修回日期: 2013-01-14。

基金项目: 国家自然科学基金项目“基于生态过程的海滨景观演变动态模拟研究”(41071119); 江苏省高校自然科学研究重大项目“自然与人为影响下盐城海滨湿地景观演变模拟模型研究”(10KJA170029)。

作者简介: 王 聪(1974-), 女, 博士, 讲师, 主要从事湿地景观生态和RS与GIS应用研究。E-mail: wangc74@163.com

***通讯作者:** 刘红玉(1963-), 女, 辽宁辽阳人, 教授, 博士生导师, 主要从事湿地景观生态研究。E-mail: liuhongyu@njnu.edu.cn

淹没潮间带间隔 7~12h, 高潮位 1.27~4.61m^[12]。研究区潮滩湿地受正规半日潮的影响显著。湿地植被类型丰富, 保留着较完整的潮滩植被演替序列, 植被类型由陆向海主要分为芦苇(*Phragmites communis*)带、碱蓬(*Suaeda salsa*)带、米草带(以互花米草等为主)和无植被带(潮间带光泥滩)^[13]。由于潮滩湿地的不断淤涨, 其景观格局处于不断演变之中^[14]。



图1 研究区示意图

Fig.1 The research area

(2) TM 影像数据的选取, 主要考虑潮滩植被的季相变化, 植物生长季节的遥感图像, 光谱信息丰富, 有利于植被识别; 同时, 选择较低潮位时的影像, 利于对近海潮滩湿地地物的识别。

遥感影像的预处理包括大气校正、几何精校正和特征提取。采用 ENVI 4.7 下的 FLAASH 模块对 TM 影像进行大气校正。FLAASH 是基于 MODTRAN4 大气校正模块, 可以从多光谱遥感影像中复原地物的地表反射率, 是首选的多光谱影像反射率反演大气校正模型^[15]。几何校正借助区域已有的已校正遥感图像, 每幅图像选 12~20 个地面控制点, 通常选取图像上有定位识别的明显标志; 采用二次多项式重采样技术进行校正, 总误差控制在一个像元之内。根据研究目标, 本次研究的特征提取包括: 归一化植被指数(NDVI)计算和单波段光谱反射率提取。

(3) 采用决策树分类的方法, 通过 ROI 建立训练区, 进行不同波段不同地物类型光谱反射率的统计

分析, 根据统计结果, 适当配置波段组合; 在此基础上, 根据不同地物类型, 收集典型地物的 NDVI 值和像元的光谱反射率值; 最终, 以地物像元光谱反射率值和地物的 NDVI 值为依据, 按人工确定阈值进行分类。NDVI 被定义为近红外波段与可见光红波段亮度值之差与这两个波段亮度值之和的比值。即

$$NDVI = (DNNIR - DNR) / (DNNIR + DNR) \quad (1)$$

(1) 式中, DNNIR 为近红外波段亮度值; DNR 为可见光红波段亮度值。本研究选取多个植被样本和非植被样本, 分别按 $NDVI = (TM4 - TM3) / (TM4 + TM3)$ 计算出各样本的 NDVI 值。最终, 在 ENVI 4.7 软件及 ArcGIS 系统支持下实现了分类。

3 淤泥质潮滩湿地图像识别提取分析

3.1 图像波段组合的选取

本研究通过 ROI 建立训练区, 共选择了 1316 个互花米草沼泽样本、525 个水体样本、633 个光滩样本、1253 个碱蓬沼泽样本、1002 个芦苇沼泽样本和 4803 个道路样本, 以此对各个波段的反射率值进行统计分析(表 1)。

从表 1 可以看出, B1、B2 波段的最小值与最大值的范围都小, 光谱反射率取值区间窄, 不易于地物识别。芦苇与水体的光谱反射率均值较接近, 不能用以识别这两种地物。标准差的值越大, 表明地物的可分性越强。与其他 4 个波段反射率标准差的值相比, B1、B2 两个波段各地物类别的光谱反射率标准差的值最小, 所以不选择这两个波段。B3 波段不仅反映植物叶绿素的信息, 而且在秋季植物变色期还反映出叶红素、叶黄素等色素信息, 其能使不同类型的植被在色彩上出现差异, 利于植被类型的识别, 所以, 作为必选波段; 在 B4、B5、B7, 水体、光滩和道路的光谱反射率最小值出现负值, 可考虑采用这 3 个波段组合以区分植被与非植被, B4 各地物类别的光谱反射率均值梯度明显, 标准差较大, 特别是米草的光谱反射率标准差达到最大, 所以波段独立性强, 将其作为必选波段; B5、B7 地物的可分性好, 但相关性强, 只选择一个, B7 标准差的值小, 所以不选此波段。最终选取 B5、B4 和 B3, 按红(R)、绿(G)、蓝(B)进行波段组合。

3.2 潮滩湿地逐级分层分类

在逐级分层分类思想指导下, 建立以下分类流

表 1 TM 各波段反射率统计特征分析
Tab.1 Analysis of statistical characteristics of reflectance for each TM band

		米草	碱蓬	芦苇	水体	光滩	道路
B1	最小值	0.000000	0.007700	0.015400	0.003200	0.003200	0.000000
	最大值	0.051300	0.068200	0.041000	0.081600	0.093400	0.126600
	均值	0.022068	0.024122	0.026850	0.026370	0.052325	0.030485
	标准差	0.006937	0.006433	0.003985	0.013529	0.026135	0.010417
B2	最小值	0.000000	0.020000	0.035800	0.022100	0.022100	0.000000
	最大值	0.096100	0.100000	0.074200	0.137600	0.137600	0.165700
	均值	0.044603	0.044998	0.055556	0.049914	0.089600	0.056897
	标准差	0.011347	0.008855	0.005899	0.022428	0.039863	0.015816
B3	最小值	0.000000	0.016200	0.029500	0.011700	0.011700	0.000000
	最大值	0.105100	0.110200	0.065900	0.154200	0.167100	0.195800
	均值	0.036694	0.050036	0.046695	0.038473	0.095553	0.049228
	标准差	0.009485	0.012141	0.006057	0.026925	0.056324	0.018959
B4	最小值	0.000000	0.018500	0.048500	-0.002400	-0.002400	-0.003800
	最大值	0.284900	0.166100	0.237300	0.112300	0.112300	0.256000
	均值	0.141840	0.097733	0.154201	0.011181	0.025618	0.083957
	标准差	0.043089	0.021575	0.027594	0.015320	0.021223	0.053520
B5	最小值	0.000000	0.005300	0.035400	-0.001500	-0.001500	-0.003400
	最大值	0.237100	0.187300	0.197600	0.205500	0.205500	0.280600
	均值	0.097460	0.095805	0.143209	0.009525	0.008859	0.079044
	标准差	0.021164	0.02995	0.022959	0.023873	0.016250	0.051061
B7	最小值	0.000000	0.000700	0.008700	-0.002000	-0.002000	-0.002000
	最大值	0.131200	0.095700	0.090200	0.150000	0.150000	0.228300
	均值	0.040153	0.045968	0.062219	0.005930	0.005608	0.040472
	标准差	0.011401	0.015473	0.010830	0.015741	0.010820	0.026517

程(图2)。

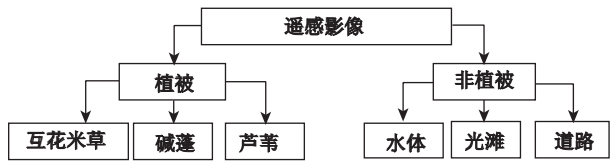


图2 潮滩湿地类型逐级分类系统
Fig.2 Classification system of tidal marsh types

海岸带地物的波谱相关性较大^[6],因此,单纯利用地物NDVI值很难有效识别潮滩地物。本次研究充分考虑波段反射率特征、地物环境特征和生态特征,把潮滩地物归为:水体、道路、芦苇沼泽、碱蓬沼泽、互花米草沼泽和光滩6种典型的地物类型。先把植被类型从研究区地类中提取出来,剩余部分则为非植被类型;在此基础上,根据潮滩湿地植物带状分布的特征再将植被分布的主要类型予以提取。

用归一化差值植被指数(NDVI)进行阈值分割,可较精确地将植被和非植被信息分别提取。最终确定NDVI的阈值为0,即NDVI>0的像元为植被,否则为非植被中的水体、光滩(图3)。

3.2.1 湿地植被类型的识别分类

研究区潮滩植被主要分为碱蓬植被、米草植被和芦苇植被3种类型。在研究区影像上,碱蓬植被的NDVI值都明显低于其他两类植被。这主要是由于在9月21日,碱蓬植被生物量小、并且颜色呈现出红色,而芦苇和米草生物量高、为绿色,故碱蓬植被的NDVI值都明显低于其他两类植被。这样,通过NDVI值就可以区分出碱蓬植被。经过反复寻找,最终确定NDVI阈值为0.3。

划分出碱蓬植被后,由于碱蓬植被在生态位上分布于其他两类植被之间,则其他两类植被分布的区域就可以确定了。通过对植被NDVI值的分析,发现芦苇和互花米草两种植被类型的NDVI值十分



图3 植被与非植被的分布图

Fig.3 Distribution of vegetation and non-vegetation

地接近,即“异物同谱”现象比较严重。单纯通过NDVI值很难区分,但可以根据不同的环境特征、波段反射率光谱特征进一步区分。于是,从研究区反射率影像上,采集了研究区内3种植被的纯净像元在不同波段上的光谱反射率响应值(图4)。

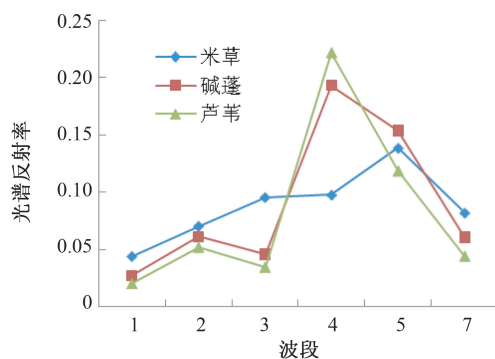


图4 3种植被类型的光谱反射率特征

Fig.4 Characteristics of spectral reflectance of three vegetation types

不同的地物有各自不同的光谱响应曲线及变化规律。光谱曲线越接近,表明地物区分难度越大。从典型地物光谱曲线来看,碱蓬、互花米草和芦苇具有可分性。但在遥感影像的不同波段上,不同植被之间的光谱差异不均匀,选用不同波段的解译效果有一定的差别。又由于互花米草与芦苇植被存在“异物同谱”现象,故给进一步区分带来困难。特别是在植被交错带,可见光波段的反射率非常接近,区分性较低,对潮滩植被分类而言,分类难

度较大的地区主要位于芦苇、碱蓬和米草的交错带。所以,不能只考虑纯净像元的光谱反射率值,必须综合交错带地物光谱反射率值,最终确定决策树阈值。

植被交错带主要根据NDVI值来确定,其中,沿中路港南侧米草与碱蓬的交错带宽约2.503km;碱蓬植被与芦苇交错带宽约1.655km,如图5所示。

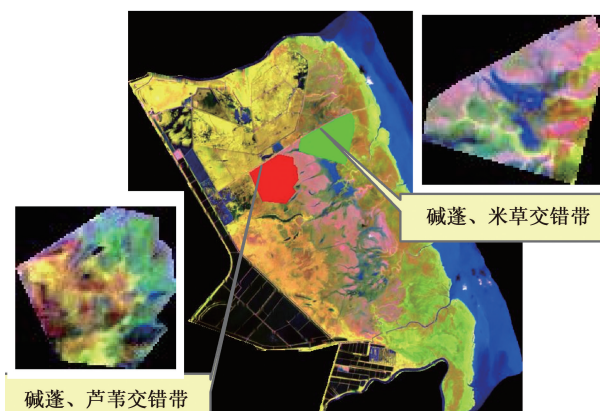


图5 研究区交错带

Fig.5 Ecotones in the research area

在植被交错带中,由于受到其他地物干扰,单一植被的光谱只能是近似真实的光谱。尽量选取纯净的像元建立ROI,并收集不同植被交错带中3种植被的光谱响应曲线,经过对整个区域的反射率光谱值的反复寻找,最终确定3种植被的光谱响应曲线(图6、图7)。

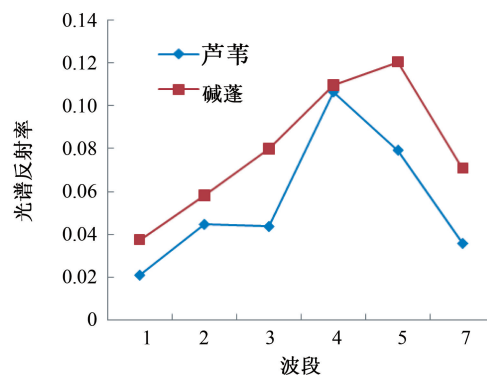


图6 碱蓬与芦苇光谱值

Fig.6 Spectral values of *Suaeda salsa* and reed

由图6和图7可知,3种植被的光谱反射率值在B5波段可分性强,因此,选取B5波段的光谱反射率值,可有效地将芦苇和米草植被区分开。经多次试验,选择B5波段反射率0.12作为阈值,可有效区分交错带的碱蓬、米草和芦苇植被。但在分类结果

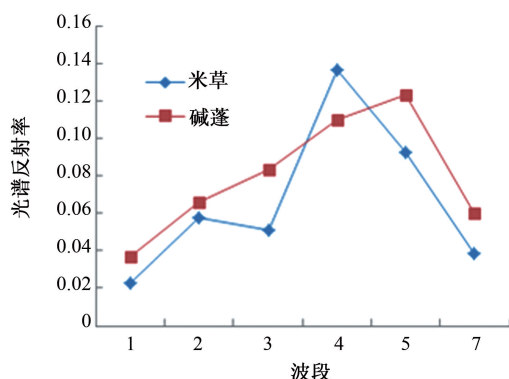


图7 碱蓬与米草光谱值

Fig.7 Spectral values of *Suaeda salsa* and *Spartina alterniflora* Loisel

中,仍有小部分芦苇植被被误分为“米草”。从环境特征上看,位于碱蓬带的西侧,经野外验证,此处的“米草”植被,应该是芦苇,所以,将这一部分人为划为芦苇植被。通过以上方法能够将零星分布的植被斑块与植被交错带、植被带中不同类型的植被划分出来。

3.2.2 非植被类型的划分

非植被类型主要包括水体、光滩和道路,光滩主要位于米草带东侧,米草带西侧主要是植被覆盖较低的裸地。利用与植被划分相同的方法,即像元光谱采集的方法,用NDVI值和B3波段反射率值经过反复尝试获取阈值,先将水体和光滩区分开,再对道路进行提取。



图8 非植被划分决策树

Fig.8 The non-vegetation classification decision tree

在研究区内,道路比较复杂。一种是海堤公路,道路两侧有道旁树和水渠;另外一种就是将养殖水体和水禽湖分割的埂,埂上被茂盛的草本植被所覆盖;还有一种就是东西横贯中路港的土路。通过融合遥感影像纹理信息,结合在非植被划分过程中的道路信息,在分类后处理中完成道路的提取。

3.3 分类结果分析

实践认为单纯以光谱特征识别植被类型会不同程度地产生错分和误分,故引入生态学和地学等专家知识,进行逻辑处理分析,分类结果如图9所示。

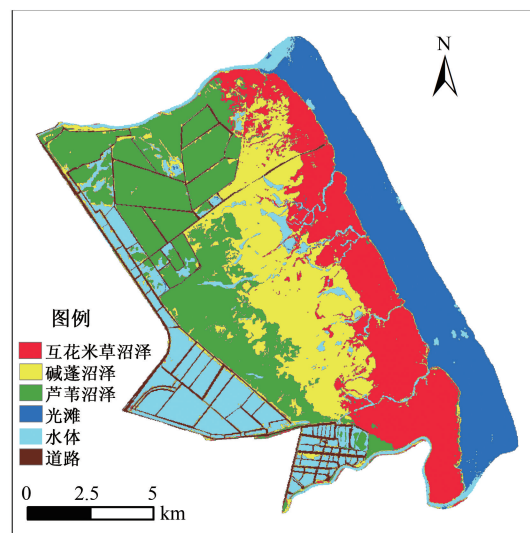


图9 潮滩湿地分类图

Fig.9 Tidal marsh classification diagram

综合运用植被NDVI指数、波段反射率光谱特征、环境特征和生态条件,进行逐级分层分类,把复杂的淤泥质潮滩湿地分类问题简单化。从图9可以看出,该方法在识别植被交错带植被覆被类型和零星分布的植被斑块的类型方面更具优势。其中,能分辨的最小斑块的面积为0.09hm²,个数为345个,占总斑块数的27%。

3.4 分类精度检验

本文区分类型包括碱蓬沼泽、米草沼泽、芦苇沼泽、水体、光滩和道路6类,样本空间像元共3126个。经检验,总体精度 Overall Accuracy=(2997/3126)95.87%;将检验结果与同时期的TM影像监督分类结果(总体精度为91.43%)相比较(表2、表3)。

表2 决策树分类精度检验

Tab.2 Accuracy assessment of the classification

类型	碱蓬沼泽	光滩	芦苇沼泽	道路	米草沼泽	水体
碱蓬沼泽	93.59	0	0	20	1.65	0
光滩	0	100	0	0	0	0
芦苇沼泽	4.59	0	99.3	5.93	0.78	0
道路	0	0	0	65.19	0	0
米草沼泽	1.81	0	0.7		97.57	0
水体	0	0	0	7.41	0	100
总计	100	100	100	100	100	100
用户精度(%)	93.59	100	99.3	65.19	97.57	100
生产精度(%)	94.62	100	91.26	100	97.95	97.34

表3 监督分类精度检验

Tab.3 Accuracy assessment of the supervise classification

类型	碱蓬 沼泽	光滩	芦苇 沼泽	道路	米草 沼泽	水体
碱蓬沼泽	83.92	0	0	20.22	1.56	1.09
光滩	0	100	0	0.00	0	1.37
芦苇沼泽	7.38	0	93.49	6.67	2.92	0
道路	2.30	0	2.99	65.70	2.72	1.37
米草沼泽	6.41	0	3.52	5.93	92.80	96.17
水体	0	0	0	1.48	0	100
总计	100	100	100	100	100	100
用户精度(%)	83.92	100	93.49	65.70	92.80	96.17
生产精度(%)	96.79	97.58	84.15	62.09	92.17	99.44

表2、表3对比看出,采用决策树分类的3种植被类型的用户精度都较高。以碱蓬植被为例,表2中表示被评价影像中标明为碱蓬植被的像元中有93.59%对应于实际的碱蓬植被,而表3中只有83.92%。用户精度指示出分类图的可靠性较高。生产精度表明实际为碱蓬植被,表2中有94.62%被正确地分到碱蓬植被类;4.59%被划入芦苇沼泽,1.81%划入米草沼泽;表3中有96.79%被正确地分到碱蓬植被类,7.38%被划入芦苇沼泽,6.41%被划入米草沼泽。总体分类精度表述了对每一个随机样本,所分类的结果与地面所对应区域的实际类型相一致。在分类统计的分类精度中,光滩、水体的分类精度最高,主要原因是两者的特征单一,与其他地类光谱差异较大。道路的误分较大,主要原因是道路多为土路,其上为植被所覆盖,再加上宽度较窄,有些地方有水渠,故在中等分辨率的TM影像上不易被识别。通过对比分析认为,本研究总体精度提高了近5个百分点。

4 结论

(1)潮滩湿地地物在遥感影像上的光谱比较复杂,特别是对植被交错带和零星分布的植被斑块的进一步区分十分困难。经过多次试验,用一种方法一次将有效信息提取出来是非常困难的。因此,采用逐级分层分类提取。该方法的优点在于可充分利用地物光谱信息,把复杂的问题划分为相对简单的问题。

(2)在研究区域植被类型较为复杂、数据源光谱信息较为丰富的情况下,利用地物光谱特征进行分类,其准确度很大程度上取决于所选取的波段组合和特征提取方法。因此,最佳波段组合选取和特征提取方法选取很重要。所以,寻找合适的特征向

量和特征空间来减少地物之间的相关性,以区分核心区的地物信息,达到提高分类精度的目的。本文通过TM的5、4、3波段特征、NDVI和不同波段光谱反射率特征进一步构造特征空间,利用特征空间上的阈值作为知识规则,进而对地物逐级加以区分。

(3)本实验通过植被NDVI和波段反射率光谱特征,综合识别了3个植被带、植被交错带和零星斑块植被类型。其中,植被带和零星分布的斑块植被类型主要通过NDVI的方法识别;植被交错带区分难度较大,结合环境特征和生态学知识识别植被类型。该分类方法的优点在于建立决策树的过程中,产生分支节点时可以使用不同的属性值。该方法在识别植被交错带植被覆被类型和零星分布的植被斑块的类型方面更具优势,能分辨的最小斑块面积为0.09hm²,个数为345个,占总斑块数的27%。

(4)通过精度检验,各类地物的用户精度和生产者精度普遍达到93%以上,总体精度达到了95.87%。其中,3种植被类型、光滩、水体的分类精度都比较高,无论用户精度和生产者精度都到达了95%以上。不足之处是对道路的分类精度较差,道路通过光谱特征、环境特征和生态条件很难被精确区分;由于海堤公路两侧对称分布有斜坡、几米宽的人工渠道和道旁树,在30m空间分辨率的TM影像上,很难被精确区分出来;养殖塘的塘埂,由于其上植被类型复杂且受水面影响,加之本身宽度不大,故区分难度更大。

本文以逐级分层分类的思想为指导,构建适合江苏沿海海滨湿地植物的分类方法。研究表明,充分利用地物光谱反射率特征,选择最优波段组合;依据植被NDVI指数、地物光谱反射率特征、环境特征和生态条件等方面的知识,对潮滩地物进行决策树分类,不仅可提高地物的可分性,而且避免了单纯利用光谱信息导致的错分、漏分,尤其对解决潮滩植被交错带划分问题具有优势,可为进一步研究潮滩湿地分类提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 杨永兴.国际湿地科学研究进展和中国湿地科学研究优先领域与展望[J].地球科学进展,2002,17(4):508-514.
- [2] Ramsey E W III, Chappell D K, Baldwin D G. AVHRR imagery used to identify hurricane damage in a forested wetland of Louisiana[J]. Photogram Metric Engineering and Remote Sensing, 1997(63):293-297.
- [3] Shalaby A, Tateishi R. Remote sensing and GIS for map-

- ping and monitoring land-cover and land-use changes in the northwestern coastal zone of Egypt[J]. *Applied Geography*, 2007,27(2):28-41.
- [4] 牛明香,赵庚星.南四湖区湿地信息遥感提取技术研究[J]. *国土与自然资源研究*, 2004(1):51-53.
- [5] 申文明,王文杰,罗海江,等.基于决策树分类技术的遥感影像分类方法研究[J]. *遥感技术与应用*, 2007,22(3):333-338.
- [6] 左平,刘长安,赵书河,等.米草属植物在中国海岸带的分布现状[J]. *海洋科学*, 2009,31(5):101-110.
- [7] Na X D, Zhang S Q, Zhang H Q. Integrating TM and ancillary geographical data with classification trees for land cover classification of marsh area[J]. *Chinese Geographical Science*, 2009,19(2):177-185.
- [8] 赵萍,傅云飞,郑刘根,等.基于分类回归树分析的遥感影像土地利用/覆盖分类研究[J]. *遥感学报*, 2005,9(6):708-716.
- [9] 赵英时.遥感应用分析原理与方法[M].北京:科学出版社, 1995.
- [10] 刘红玉.湿地景观变化与环境效应[M].北京:科学出版社, 2005.
- [11] 冯志轩,罗贤,高抒.江苏盐城自然保护区核心区环境动态的遥感分析[J]. *海洋通报*, 2007,26(6):68-73.
- [12] 伍蓝.基于ALOS等数据的盐城湿地植被分类及土地覆盖时空变化研究[D].南京:南京师范大学, 2008.
- [13] 黄华梅,张利权,袁琳.崇明东滩自然保护区盐沼植被的时空动态[J]. *生态学报*, 2007,27(10): 4167-4172.
- [14] 刘红玉,张世奎,吕宪国.三江平原是地景观结构的时空变化[J]. *地理学报*, 2004,59(3):391-400.
- [15] 宋晓宇,王纪华,刘良云,等.基于高光谱遥感影像的大气纠正:用AVIRIS数据评价大气纠正模型FLAASH[J]. *遥感技术与应用*, 2005,20(4):393-398.
- [16] 慈慧,张行南,阮仁宗.基于ETM+遥感数据的滨海湿地信息提取研究[J]. *计算机工程与应用*, 2008,44(21):109-112.

Classification Method of Muddy Tidal Flat Wetlands Based on Remote Sensing

WANG Cong, LIU Hongyu*, HOU Minghang and TAN Qingmei

(Geographical Science Institute, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract: Remote sensing technology is a kind of effective technical means to obtain information of the tidal muddy flat wetlands. It has important significance to explore the tidal flat wetland's remote sensing classification method. This study's aim is to get high-precision information of features of tidal flat wetlands according to image feature and muddy tidal flat wetlands characteristics of Yancheng National Nature Reserve in Jiangsu Province, China. The TM image of 2010 is taken as the data source. The practical problems are tidal flat wetland vegetation types' complexity and the difficulty in correctly identifying the ecotone information. Because tidal flat wetland surface features in remote sensing images have a complex spectrum, it is very difficult to effectively extract information through one single method. So, we comprehensively use methods of the NDVI, band reflectance spectral characteristics, environmental characteristics and ecological conditions, one level after another to simplify the complex tidal flat wetland classification. Firstly, we chose the best combination of the bands. Secondly, we established vegetation and non-vegetation's ROI to analyze the band reflectance spectral characteristics. The ROI include 1316 *Spartina alterniflora* Loisel, 633 mudflats, 1253 *Suaeda salsa*, 1002 *Phragmites communis*, 525 water body, and 4803 road samples. At last, we established decision tree to reality the practices. After selecting 3216 samples to accuracy inspection and compared with the same area of supervised classification, the results show that classification accuracy is up to 95.87% by ROI training area. It has advantages in identifying the ecotones' vegetation types and vegetation scattered patches. The method makes up for the lack of a single classification and has an important reference value and practical significance in effectively extracting tidal flat surface features.

Key words: muddy tidal flat wetlands; spectral reflectance; normalized difference vegetation index; GIS

*Corresponding author: LIU Yuhong, E-mail: liuhongyu@njnu.edu.cn