文章编号: 1004-8227(2010) 04-0452-08

基于 ENVISAT ASAR 数据的东洞庭湖湿地植被遥感监测研究

徐怡波[1,2], 赖锡军[1], 周春国[2]
(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊与环境国家重点实验室, 江苏, 南京 210008;
2. 南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏, 南京 210037)

摘 要: 针对湿地资源监测的需要, 以东洞庭湖湿地为研究对象, 开展基于 ENVISAT ASAR 数据的湿地植被遥感监测研究。湿地遥感影像分类是湿地遥感研究的一大难题, 通过分析雷达影像的后向散射系数发现, 由多时相的同极化、交叉极化波段合成的雷达影像对湿地地物的区分能力最强。研究表明: 将基于原图像的灰度级共生矩阵所提取的 Contrast 纹理特征与滤波后图像的灰度特征组合用于分类, 以此实现相干斑噪声的抑制, 同时减少地物固有结构信息的损失, 实验结果证明该方法可以提高湿地分类精度, 其总体精度达到 87.59%, Kappa 值为 0.822 8, 将东洞庭湖湿地划分为水体、芦苇(荻) 滩地、草滩地(苔草、藨草等)、森林滩地(杨树、柳树等)、优势种不明显的植物滩地和沉水植物、裸露泥滩地。

关键词: 先进合成孔径雷达; 湿地植被; 后向散射系数; 极化; 纹理特征
文献标识码: A

中国湿地面积约占全球湿地的 10%, 近年来湿地逐渐萎缩造成了严重的生态恶果, 因此迫切需要加强湿地监测, 准确而高效地掌握湿地的空间分布状况和类型, 实现湿地资源的可持续发展。遥感技术监测范围广、信息更新快、信息量大、成本低和人为因素干扰少的优点使其在湿地监测中得到广泛的应用, 尤其在湿地遥感影像解译方面, 彩红外影像被认为是最适宜的影像类型, 其应用范围也最为广泛。即使其他的多波段影像(如多光谱扫描仪、超光谱扫描仪) 用于湿地影像解译时, 也至少要使用一个可见光波段和一个近红外波段, 这使得目前湿地遥感研究的数据源相对单一, 且由于光学遥感数据质量受外界因素影响较大, 在一定程度上限制了湿地遥感研究的发展。相比光学遥感数据, 雷达遥感具有多极化、可变观测角度、宽幅成像, 全天时、全天候、穿透性等特性, 其对探测目标的几何特征(粗糙度、表面效应、朝向、多次反射等) 和物理特征(温度、湿度等) 非常敏感, Le Toan 等[1] 认为合成孔径雷达数据对于生物量以及被洪水淹没的植被结构研究具有相当的价值, 证明其在湿地监测, 特别是湿地植被监测方面具有良好的研究和应用前景。

Laura L Hess 等[2] 使用多时相 JERS-1 SAR 单极化数据对中亚马逊流域湿地洪水和植被状况进行制图, 而 Jean-Michel Martinez 等[3] 也基于雷达数据对亚马逊泛滥平原洪水动态变化和植被空间分布情况进行监测, 此外, 谭衢霖[4] 利用 SAR 和 TM 数据复合完成了对鄱阳湖湿地动态变化的研究。2002 年发射的 ENVISAT-1 环境卫星所载的先进合成孔径雷达(Advanced Synthetic Aperture Radar) 和当今大部分雷达传感器一样具有多极化、可变观测角度、宽幅成像等特性, 并且可以生成高质量遥感影像。通过分析雷达影像的后向散射系数选取合适的极化组合方式, 将基于原图像灰度级共生矩阵提取的纹理特征与滤波后图像的灰度特征组合用于湿地分类, 进而划分东洞庭湖湿地为水体、芦苇(荻) 滩地、草滩地(苔草、藨草等)、森林滩地(杨树、柳树等)、优势种不明显的植物滩地和沉水植物、裸露泥滩地。

收稿日期: 2009-03-18; 修回日期: 2009-06-17
基金项目: 国家自然科学基金(50709034); 中国科学院知识创新工程重大项目"三峡课题"(KZCX1-YW-08-01)
作者简介: 徐怡波(1985~), 男, 江苏省昆山人, 硕士研究生, 主要从事林业遥感与地理信息系统技术应用研究.
E-mail: eber_xu@yahoo.com.cn
* 通讯作者 E-mail: xjlai@niglas.ac.cn

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1　研究区及数据概况

洞庭湖可分为东、西、南 3 部分, 其中东洞庭湖(图 1) 为主体湖盆, 作为一个调蓄过水型湖泊, 对长江洪水有巨大调蓄作用, 东洞庭湖丰水期为 6~ 8 月, 枯水期为 12 月至次年 3 月, 水深 4~ 22 m, 最大水位高差为 17.76 m。湖区西部和南部边缘系淤积而成的平原、沼泽, 海拔 35 m 以上坡度小于 3 度, 总体地势平坦, 由于长期的泥沙淤积和严重的人为开垦活动造成了复杂的湿地环境, 植物资源丰富, 按照种类组成、外貌、结构、动态及生境特征, 湿地植被大体可以分为湿生植被、挺水植被、浮叶植被和沉水植被。其中荻群落属于湿生植被, 该群落为洞庭湖洲滩上分布最广、面积最大的植被类型, 而挺水植被中的芦苇群落常与荻群落伴生, 构成共建种, 形成高大的禾草层层片(层高 2~ 6 m), 即为第一亚层, 东洞庭湖湖区拥有几千公顷至几万公顷的芦苇(荻) 场, 每年秋末、冬初收割。东洞庭湖湖区的第二亚层高度在 1 m 以下, 受到荻群落和芦苇群落的遮盖或与之落相交错, 主要由属于湿生植被的苔草群落构成[5]。此外, 近十几年来洞庭湖的中高位滩地上人工林产业发展迅速[6], 杨树人工林和湖区防护林构成了森林群落。

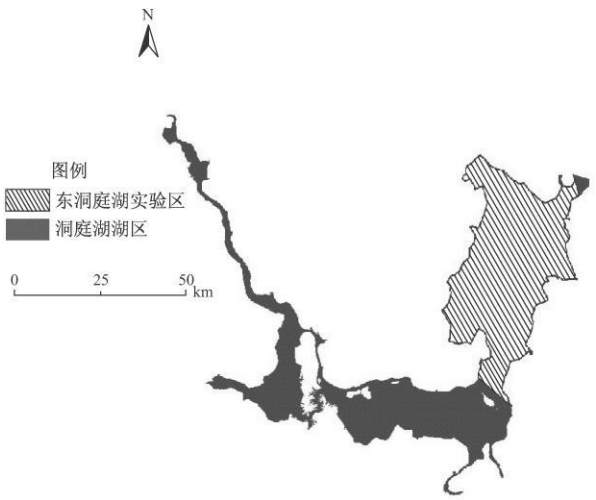


图 1　东洞庭湖实验区地理位置

Fig. 1　Location of the Study Area, East Dongting Lake, China

获取两幅 ENVISAT ASAR APP (Alternating Polarisation Precision) Level 1B 级的数据产品, 具体成像参数见下表 1。数据成像时间介于丰水期和枯水期之间, 其间实验区主要植被群落所分布的洲滩未被洪水淹没, 且考虑到湿地植被的物候特征以及芦苇、荻等经济作物种植、收割时间, 本实验数据可较好地识别东洞庭湖湿地土地覆盖类型。

表 1　研究使用的数据的成像参数

Tab. 1　Imaging Parameters of the Data Used in this Study

成像时间	极化组合	行幅	像元分辨率(m)	工作波段
2005-10-16	HH/HV	IS7	12.5* 12.5	Band C
2005-11-01	HH/VV	IS6	12.5* 12.5	Band C

2　数据处理与分析

2.1　数据初步处理

雷达数据的初步处理使用欧空局(ESA) 提供的 NEST(Next ESA SAR Toolbox) 软件包, 主要步骤包括原始数据提取、由幅度图像得到能量图像、辐射定标得到后向散射系数(Backscattering Coefficients) 图像。由于 ENVISAT ASAR APP Level 1B 级数据记录的是 Digital Number(DN) 值, 需将 DN 值转为后向散射系数(以 dB 为单位), 这一步骤即为辐射定标, ASAR 数据的绝对定标公式为:

$$\sigma^0_{ij} = 10 \cdot \log_{10}\left[\frac{DN_{ij}^2}{K}\sin(\theta_{ij})\right] \quad (1)$$

式中: σ^0_{ij} 为第 i 行第 j 列像元的后向散射系数; DN_{ij} 为第 i 行第 j 列像元的原始强度数值; θ_{ij} 是第 i 行第 j 列像元的雷达波入射角度; 而 K 即为绝对定标系数(不同的影像, K 值也随之变化)。

完成以上处理后, 将两幅雷达影像分别参照具有精确地理坐标的 TM 影像做几何校准, 误差控制在一个像元以内, 由于东洞庭湖湖区地势平坦, 故不再做正射校准, 截取雷达影像即可得到东洞庭湖湿地实验数据。

2.2　ASAR 图像的相干斑抑制

雷达影像带有噪声极强的颗粒状斑点, 该现象被称为相干斑(Speckle), 它的特性使其被定性为"乘性噪声"。事实上, 相干斑并不是真正意义上的噪声, 它包含着传感器以及所观察的地表地物信息[7], 但相干斑的存在还是降低了雷达影像中地物目标的可识别性, 影响了边缘检测、图像分割、目标分类和其他信息扩展技术的有效性, 使得雷达影像的解译工作复杂化[8], 因此相干斑抑制是雷达影像处理的重要环节之一。比较常用的相干斑抑制方法中, 多视化处理会降低图像的分辨率, 所以更多地考虑使用滤波处理技术, 例如基于局域统计特性的自适应性滤波、数学形态学滤波、多通道滤波以及基于小波变换的非线性软门限滤波等。当雷达数据视数

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

达到一定值后, 大部分滤波器的性能差异就不再明显, 因此滤波器的选择往往取决于使用者自身经验、数据用途以及数据本身特性等因素。本研究以东洞庭湖湿地为例, 该地区地物分布较为集中, 呈面状, 雷达影像中面目标是指由许多具有相同后向散射特性的像元组成的图像区域, 评价此类型图像质量的指标为: (1) 图像均值、方差; (2) 等效视数; (3) 辐射分辨率。参照以上指标, 勾烨[9] 和王战军等[10] 认为 Enhanced Lee 滤波器(窗口大小 7* 7) 针对面目标的雷达影像相干斑抑制效果较为理想, 因此决定使用该方法处理东洞庭湖雷达影像。

2.3 极化组合方式的选择

理想情况下, 4 种极化(HH/VV/HV/VH) 的雷达数据间是非相关的, 但现实中交叉极化数据间往往相似, 而同极化数据间则是相关的, 这是由于传感器天线的互易性所造成的。由于同极化数据后向散射系数的动态变化范围过于接近, 使得其雷达影像的灰度特征非常相似, 因此单一地使用同极化雷达影像的解译精度并不高。为了得到理想的极化组合方式, 对雷达影像的后向散射系数进行统计, 根据图 2 所示, 交叉极化数据的后向散射系数的范围在 - 32.34 dB 至 0.00 dB(2005-10-16-HV) 之间, 而同极化数据分别为 - 31.77 dB 至 16.93 dB(2005-10-16-HH)、- 27.36 dB 至 21.26 dB (2005-11-01-HH) 和 - 25.98 dB 至 25.25 dB(2005-11-01-VV), 同极化数据比交叉极化数据具有更大的后向散射系数动态变化范围。此外, 同极化数据的后向散射系数在 - 20 dB 左右都有明显的"双峰" 现象, 而交叉极化数据却没有, 研究表明, 水体在雷达影像中后向散射系数大概在 - 20 dB 左右[11], 所以认为交叉极化数据识别水体的能力要弱于同极化数据。随着极化方式不同, 地物的回波也不同, 即使是同极化数据, 同一地物对 HH 和 VV 极化的响应也不一样, 而交叉极化与同极化之间的差异更大[12]。Sarah Crabbe 等[13] 使用 Jeffries-Matusita (JM) 距离法计算得出, 相比于同极化波段组成的雷达影像, 交叉极化和同极化波段混合组成的雷达影像具有更好的地物识别能力。因此, 决定使用 2005 年 10 月 16 日的 HH/HV 极化数据和 2005 年 11 月 01 日的 VV 极化数据对东洞庭湖湿地进行分类。

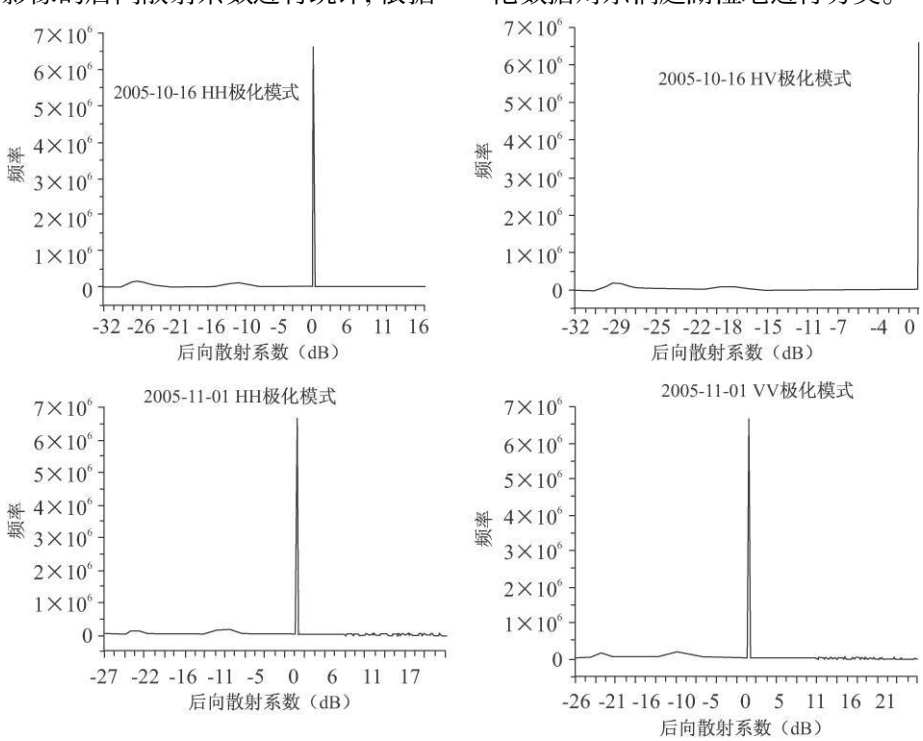


图 2 不同时相、极化的雷达图像后向散射系数统计直方图

Fig. 2 Value Occurrences of Backscattering Coefficient for Different Polarisation and Temporal

2.4 ASAR 图像的纹理特征提取

滤波可以减少噪声对雷达影像质量的影响, 但滤波器的局限性会破坏图像纹理、灰度等信息, 宿富林等[14] 针对使用基于小波变换的非线性软门限滤波和 Kuan 滤波的相干斑抑制对雷达影像分类辅助作用不明显这一问题进行研究, 提出将基于原图像灰度级共生矩阵提取的纹理特征与滤波后图像的灰度特征相组合用于分类的方法。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

雷达影像分类所使用的特征信息包括灰度特征和纹理特征。仅依靠灰度特征很难实现雷达影像的准确分类,这是由于雷达影像反映的是地物对雷达波的后向散射特性,不同地物如具有相同或相近的后向散射系数,其雷达影像就表现出相同或相近的灰度值,从而发生混淆,而相干斑噪声的存在更加剧了这一混淆现象,使得仅利用灰度特征的分类结果难以令人满意。而针对经相干斑抑制后的雷达影像分类,虽然一定程度上可以避免噪声的影响,保持原始图像的灰度特征,但是滤波会将纹理特征削弱甚至滤除,使得分类结果同样不理想。

基于统计的纹理研究方法中,纹理被视为相邻像元或相邻小区灰度上包括几何位置等相互关系的表征。灰度共生矩阵从此基本思想出发,以条件概率抽取纹理的特征,统计处于同样位置关系的一对像元的灰度相关性,并用这一对像元的某种灰度条件概率来表示纹理。灰度共生矩阵通过计算影像各像元灰度级之间的联合条件概率密度表示纹理,反映了图像中任意两点灰度的相关性和纹理特征的统计性质。在将滤波后的雷达影像用于分类的同时,考虑加入原始数据的纹理特征信息,即将滤波后的各极化波段与相应的纹理特征波段合成新的多波段影像用于分类,以此来减少相干斑抑制过程中雷达图像纹理特征信息的损失,提高分类精度。

分别对2005年10月16日HH/HV极化数据、2005年11月1日HH/VV极化数据基于灰度级共生矩阵提取纹理特征(Mean, Variance, Homogeneity, Contrast, Dissimilarity, Entropy, Second Moment, Correlation)。首先,在移动步长(Co-occurrence Shift)为(1, 1),灰度级(Grayscale Quantization Levels)为16的情况下,对截取的一块试验图像(491* 477)进行纹理分析,由于Mean反映了图像的目视效果,均值适中则图像目视效果好,Entropy反映了纹理的紧密程度,均值越大则纹理越细密,如图3所示,试验图像的Mean和Entropy纹理特征均值在窗口大小为15* 15时趋于稳定,采用该窗口进行纹理特征提取可得到较好的图像质量。如果同时对本研究中不同时相、极化的雷达数据做纹理特征提取,将会产生32维的矢量图像,想要将这些纹理图像都用于分类是不切实际的,因此需要根据标准偏差(Standard Deviation)和香农信息熵(Shannon Entropy)选出差异性显著且保留了较多原始数据信息的纹理图像,根据表2的统计,Variance、Contrast和Entropy 3种纹理特征最为理想。

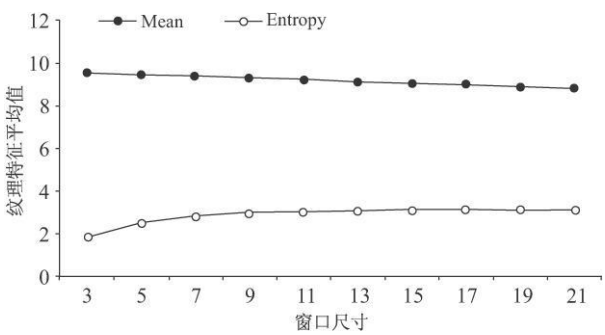


图 3　窗口尺寸与纹理测度的关系

Fig. 3　Relationship Between the "Window" Scales and Texture Measures

表 2　试验图像的各纹理特征标准偏差和香农信息熵

Tab. 2　Standard Deviations and Shannon Entropies of the Texture Feature for Testing Image

	Mean	Variance	Homogeneity	Contrast	Dissimilarity	Entropy	Second Moment	Correlation
标准偏差	2. 372 247	1. 083 338	0. 123 396	0. 953 573	0. 345 020	0. 822 316	0. 014 370	0. 638 335
香农信息熵	0. 735 384	1. 159 007	1. 404 209	1. 473 205	1. 399 818	1. 010 550	1. 899 425	1. 403 882

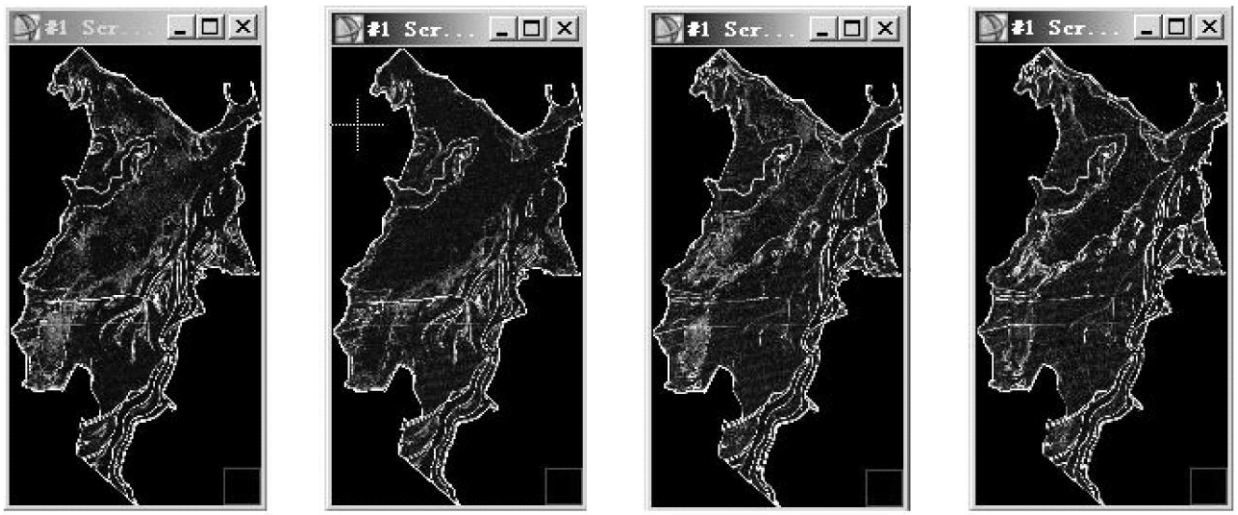
经研究发现,将纹理特征与灰度特征相结合用于分类时,如果引入过多的纹理特征信息反而会降低分类精度,这是由于各种测度的纹理图像都是根据灰度共生矩阵计算得出,它们之间必然存在着相关,而较大的相关性表明了数据的冗余,其会干扰地物识别。根据表3的统计结果,Variance、Contrast和Entropy 3种纹理图像之间具有相当高的相关性,所以不能同时用于分类。另一方面,通过肉眼观察发现以上3种纹理特征图像(图4)对河道以及大面积地物边缘区域都具有良好的表现能力,结合表2中标准偏差和香农信息熵,得出Contrast纹理特征最适合用于辅助湿地雷达影像分类。

表 3　纹理特征(Variance、Contrast and Entropy)之间的相关系数

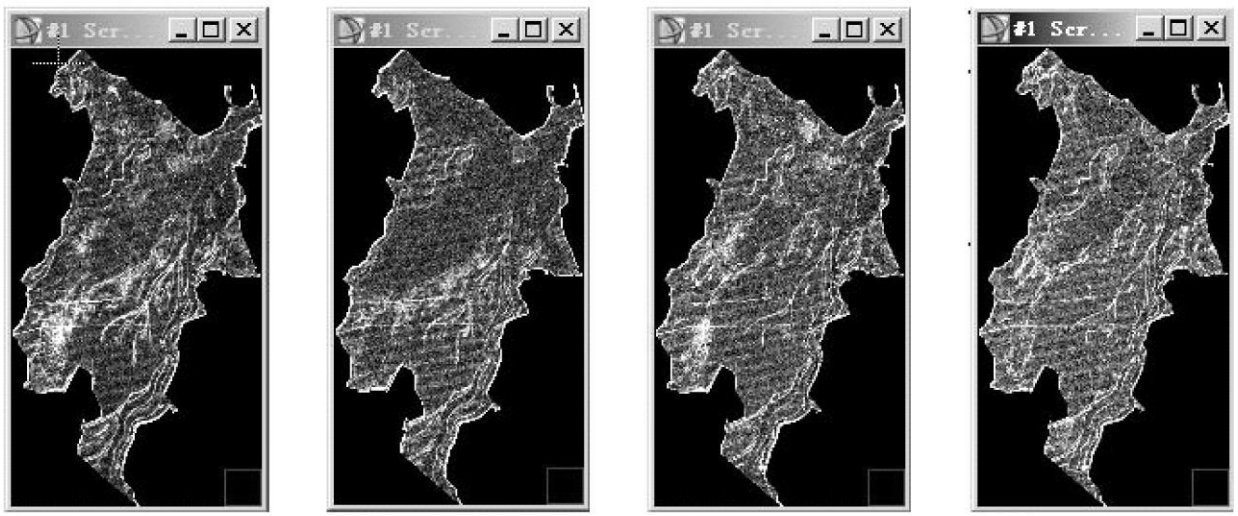
Tab. 3　Correlation Coefficient Between Different Texture Features (Variance, Contrast and Entropy)

	Variance	Contrast	Entropy
Variance	1. 000 00	0. 976 70	0. 979 56
Contrast	0. 976 70	1. 000 00	0. 997 39
Entropy	0. 979 56	0. 997 39	1. 000 00

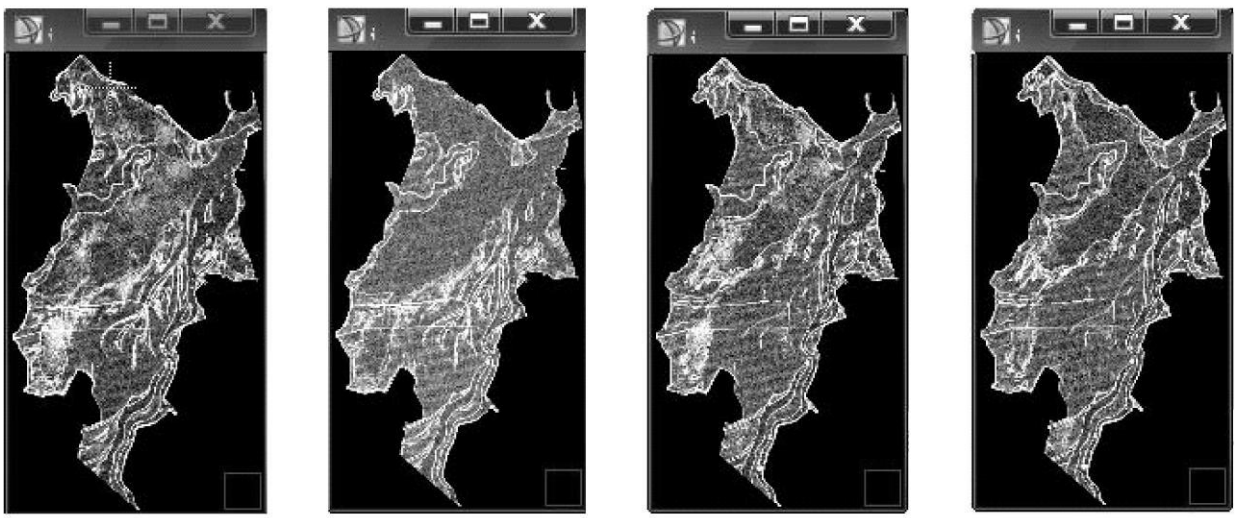
© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



(a)纹理特征（Variance）图像



(b)纹理特征（Contrast）图像



(c)纹理特征（Entropy）图像

图 4　不同时相、极化数据的纹理特征(Variance, Contrast, Entropy) 图像

Fig. 4　Images of Texture Feature (Variance, Contrast and Entropy) for Different Polarisation and Temporal

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3　湿地分类结果以及精度评价

不依靠过多的先验知识, 而是根据雷达数据本身所带有的灰度统计特性和结构特征信息, 使用动态聚类法中比较有代表性的 ISODATA 法(迭代自组织数据分析技术) , 分别对加入了 Variance、Contrast 和 Entropy 纹理特征信息的 3 幅雷达影像(包括 2005 年 10 月 16 日 HV/HH 极化、2005 年 11 月 01 日 VV 极化和相应的纹理特征图像 6 个波段) 和未使用纹理特征信息的雷达影像(包括 2005 年 10 月 16 日 HV/HH 极化、2005 年 11 月 01 日 VV/HH 极化 4 个波段) 做无监督分类, 将东洞庭湖湿地划分为水体、芦苇(荻) 滩地、草滩地(苔草、藨草等)、森林滩地(杨树、柳树等)、优势种不明显的植物滩地和沉水植物、裸露泥滩地。

根据外业调查资料(图 5) 发现使用了不同极化组合方式的雷达影像对湿地地物的识别能力差异明显。图 6 中分类结果显示, 由 4 个极化波段组成的雷达影像可以较为准确地识别森林滩地和草滩地, 但是无法区分沉水植物和裸露泥滩地, 此外, 对位于东洞庭湖湿地飘尾洲的芦苇(荻) 滩地出现了明显的误分。进一步研究发现, 在选择极化组合方式时, 应避免同时使用同时相的同极化(HH/VV) 模式数据。

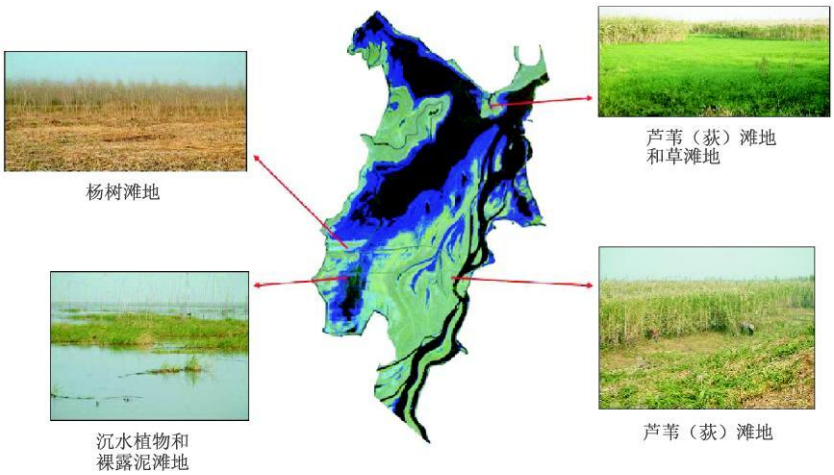


图 5　东洞庭湖多极化彩色合成图以及不同区域的湿地植物分布

Fig. 5　Wetland Vegetations Corresponding with Different Zones on the Multi-Polarization Color Composite of East Dongting Lake

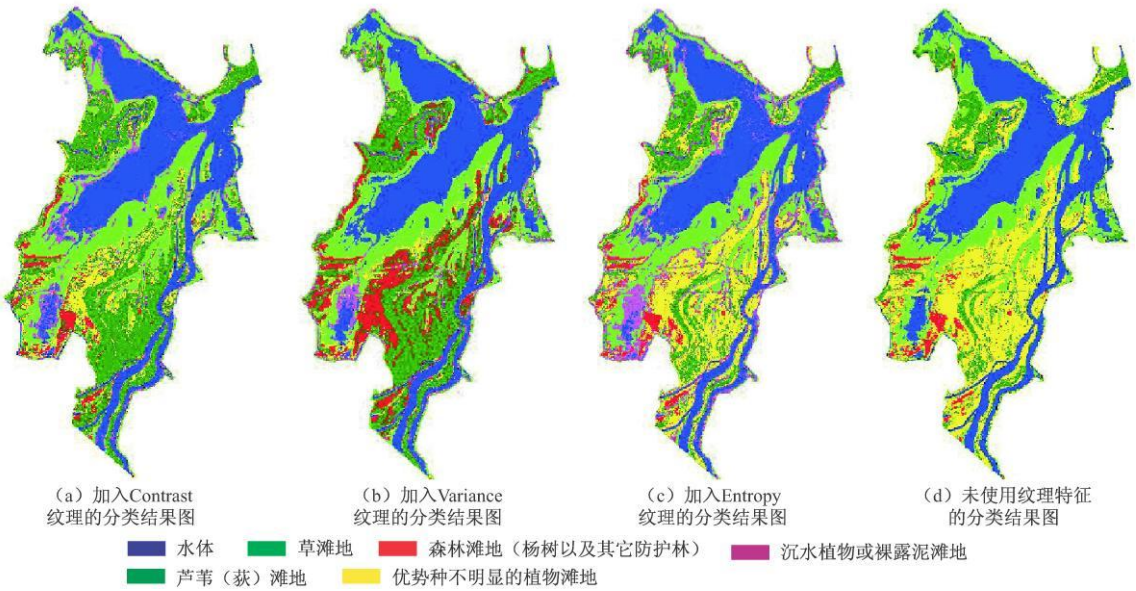


图 6　东洞庭湖湿地分类结果比较

Fig. 6　Comparison Between Different Classifications of East Dongting Lake Wetland

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

另一方面,使用了纹理特征信息的湿地分类结果和未使用纹理特征信息的湿地分类结果间差异明显,纹理特征信息可提高芦苇(荻)滩地的识别精度,但不同的纹理特征信息对分类的辅助作用不同,Entropy 纹理无法帮助有效地区分芦苇(荻)滩地和优势种不明显的植物滩地,且会干扰识别沉水植物和裸露泥滩地,而 Variance 纹理则会使优势种不明显的植物滩地误分为森林滩地。参照实验区 TM 影像和外业调查资料对使用 Contrast 纹理特征信息得到的分类结果做精度评价,随机选取 580 个检验点,每个地物类型随机点不少于 30 个,总体精度达到 87.59%,Kappa 值为 0.822 8,其分类结果令人满意,因此认为使用 Contrast 纹理特征信息可显著提高雷达影像湿地分类精度。

雷达影像中水体与芦苇(荻)群落、草群落的相连区域较难区分,这是因为本研究的数据采集于 2005 年的 10 月底、11 月初,实验区未完全进入枯水期,仍有部分洲滩被淹没,单纯依靠雷达影像分类难度较大。而芦苇(荻)群落和草群落大面积混生,后者常为芦苇(荻)群落所遮蔽,使得该两种地物类型之间难以精确区分,也造成了由多种植被混生而成的优势种不明显的植物滩地识别精度较低。此外,森林滩地和草滩地的冬季影像特征类似,而夏季则与芦苇(荻)滩地接近[15],本研究的雷达数据时相较适合湿地林地的识别,可以保证较高的精度。

4 结果与讨论

(1) 本研究将东洞庭湖湿地分为水体、芦苇(荻)滩地、草滩地(苔草、藨草等)、森林滩地(杨树、柳树等)、优势种不明显的植物滩地和沉水植物、裸露泥滩地,得到了比较理想的分类精度。结合分类结果与雷达影像进行分析,可以发现雷达影像中平静的水面表现为奇次散射,类似于可见光的镜面反射,当入射角度大时,回波能量小,其色调较暗,但有波浪的以及被沉水植物、浮叶植物和围网覆盖的水面呈漫散射,在雷达影像中显暗色且混杂灰白色纹理。微波的穿透能力使其能穿透植被的冠层,在植被冠层和水面之间形成双向散射(Double Bounce),因此具有监测植被覆盖下水体的能力。虽然草滩地与芦苇(荻)滩地的后向散射系数非常接近,但是有着大量枝叶覆盖的芦苇(荻)滩地常表现为体散射,与草滩地的散射机理差异明显,影像目标颜色较暗。生长密度疏散的林地中,粗壮树干与地面构成偶次散射,在雷达影像中表现为浅灰或白色目标。

(2) 借助微波的穿透能力、湿地地物自身散射机理的差异,以及雷达数据多极化、可变观测角等特性,选取合适的时相、极化组合方式的 ASAR 数据可以实现较为准确的湿地植物监测。同时,将基于原雷达影像灰度级共生矩阵提取的 Contrast 纹理特征与滤波后雷达影像灰度特征相组合用于分类,该方法在实现相干斑抑制的同时可以保留雷达影像结构特征信息,从而提高分类精度。

(3) 本研究还有一些问题有待进一步探讨,针对东洞庭湖地区复杂的气候、水文,以及人为影响等外界因素,为准确掌握东洞庭湖湿地洪水动态变化以及植物空间分布情况,需要使用长时间序列的雷达数据并提出一种高效、准确的分类方法。

致谢 文中遥感数据来自中欧“龙计划”项目湿地洪水主题(No. 5264)。

参考文献:

[1] TOAN L T, RIBBES F, WANGE L F, et al. Rice crop mapping and monitoring using ERS-1 data based on experiment and modeling results[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1997, 35, 41~56.

[2] HESS L L, MELACK J M, NOVO E M L M, et al. Dual-season mapping of wetland inundation and vegetation for the central Amazon basin[J]. Remote Sensing of Environment, 2003, 87: 404~428.

[3] MARTINEZ J M, TOAN T L. Mapping of flood dynamics and spatial distribution of vegetation in the Amazon floodplain using multi-temporal SAR data[J]. Remote Sensing of Environment, 2007, 108: 209~223.

[4] 谭衢霖. 鄱阳湖湿地生态环境遥感变化监测研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2002.

[5] 窦鸿身, 姜加虎. 洞庭湖[M]. 合肥: 中国科技大学出版社, 2000.

[6] 吴立勋, 汤玉喜, 吴 敏, 等. 洞庭湖滩地杨树造林与草本植物多样性研究[J]. 湖南林业科技, 2005, 32(6): 9~15.

[7] HENRI M, 孙 洪. 合成孔径雷达图像处理[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.

[8] 王正明, 朱炬波. SAR 图像提高分辨率技术[M]. 北京: 科学出版社, 2006.

[9] 勾 烨. SAR 图像相干斑抑制算法研究[D]. 南京: 南京航天航空大学, 2003.

[10] 王战军, 张友静, 鲍艳松. ASAR 斑点噪声模型验证及噪声滤除效果评价[J]. 地球信息科学, 2008, 10(2): 183~189.

[11] 廖静娟, 沈国状. 基于多极化 SAR 图像的鄱阳湖湿地地表淹没状况动态变化分析[J]. 遥感技术与应用, 2008, 23(4): 373~377.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[12] 舒　宁. 微波遥感原理[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2000.
[13] CRABBE S, WESTRA T, de WULF R. Studying flooded grasslands in the Waza-Logone region of northern Cameroon using ENVISAT ASAR alternating polarisation Images[C]// Proceedings of the 2nd Workshop of the EARSel SIG on Land Use and Land Cover, Bonn, 28~ 30 September 2006.
[14] 宿富林, 吴　江, 马国强. 相干斑噪声背景下的 SAR 图像分类方法研究[J]. 系统工程于电子技术, 2002, 24(4): 33~ 36.
[15] 王红娟, 姜加虎, 黄　群. 基于知识的洞庭湖湿地遥感分类方法[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(3): 370~ 373.

STUDY ON THE REMOTE SENSING MONITORING OF WETLAND VEGETATION IN EAST DONGTING LAKE USING ENVISAT ASAR DATA

XU Yi-bo[1,2], LAI Xi-jun[1], ZHOU Chun-guo[2]
(1. State Key Laboratory of Lake Science and Environment, Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 2. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: ENVISAT ASAR Alternating Polarization images acquired at different dates, with diverse polarizations and incident angles, were used for mapping wetland vegetations of the East Dongting Lake. Based on the analysis of backscattering coefficients, an image which is made up of cross- and like-polarized signals gathered from multi-temporal ASAR data provides better separation between classes than a combination of like-polarized signals. Meanwhile, adopting the tone of filtered images combined with the "Contrast" texture feature based on the GLCM of unfiltered images to form the feature vector. The experimental result showed that the improved scheme has enhanced the performance of classification, overall accuracy of classification is 87.59% and Kappa index is 0.822 8. Finally, the wetland located at East Dongting Lake was divided into water area, Phragmites and Miscanthus sacchariflorus, Carex and Phalaris arundinacea, woodland (Populus and Wilows), planted land without dominant species, submerged vegetations and bare land.

Key words: ENVISAT ASAR; wetland vegetation; backscattering coefficient; polarization; texture feature

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net