

基于多特征的人工海岸线提取方法

高 燕^{1,2,3,4}, 周成虎², 苏奋振², 王 寒⁵

(1. 信息工程大学 地理空间信息学院, 河南 郑州 450052; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 中国天绘卫星中心, 北京 102102; 4. 中国南海研究协同创新中心, 江苏 南京 210023; 5. 65651 部队, 辽宁 锦州 121115)

摘 要:在中高分辨率的遥感影像中, 海岸地物呈现出更多的细节, 尤其是受人类影响程度较大的人工海岸。文中针对较为复杂的人工海岸遥感影像, 进行基于多特征的海岸线提取方法研究。实验选用 SPOT 影像作为实验影像, 分析实验区海岸带 SPOT 影像的光谱特征、形状特征和空间关系特征, 使用多种特征来提取海岸线, 实验结果表明, 方法能对海岸带地物进行正确分类并实现海岸线的自动提取。

关键词:海岸线; 自动提取; 面向对象; 分类; 多特征

中图分类号: TP751 文献标志码: A 文章编号: 1006-7949(2014)05-0001-05

Coastline extraction from remote sensing images based on multi-features approach

GAO Yan^{1,2,3,4}, ZHOU Cheng-hu², SU Fen-zhen², WANG Han⁵

(1. Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University, Zhengzhou 40052, China; 2. State Key Laboratory of Resources and Environmental Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 3. TH-Satellite Center of China, Beijing 102102, China; 4. Collaborative Innovation Center of South China Sea Studies, Nanjing 210023, China; 5. Troops 65651, Jinzhou 121115, China)

Abstract: Coastal features show more details in medium-high resolution remote sensing images, especially the artificial coast which is influenced greatly by human beings. A remote sensing image of complex artificial coast is studied in multi-features ways. An experimental image of SPOT is analyzed by spectral, shape and spatial relations feature extracting. The experimental results show that this method can classify the features of the coastal zone correctly and can extract the coastline in an intelligent way.

Key words: coastline; auto-extraction; object-oriented; classification; multi-feature

海岸线是指多年大潮平均高潮位时海陆分界线^[1], 随着人类对海岸带开发的日益增多, 海岸线的变迁速度也在加快。海岸线位置的确定是海岸带和岛礁测绘的重要内容, 快速而准确地监测海岸线位置和性质的动态变化, 对于海岸带的科学管理和持续利用具有重要意义^[2]。海岸线的测量通常采用实地测量法和遥感技术提取法^[3]。实地测量法探测海岸线虽然详实准确, 但必须做大量的野外工作, 不利于大范围测量和应用推广^[4]。基于遥感技术提取海岸线的方法可分为两类: 一类是基于海岸特征

对遥感影像直接进行目视解译; 另一类是直接提取卫星过境时的瞬时水边线, 通过潮汐和地形的校正后定量获取海岸线的位置。目视解译需要作业人员具有大量的专业知识, 工作量大、效率低而且精度难以评估; 潮位校正法适用于小范围内精度较高的海岸线提取和变化监测, 但其在地形变化较快地区往往因无法获取高精度的地形图而使其应用受限^[5-6]。

依据我国近海海洋综合调查与评价专项(“908 专项”)中对海岸线的分类, 将大陆和海岛海岸线分为自然海岸线和人工海岸线两大类^[7]。人工海岸线是由石块、混凝土和砖石等构筑的永久性人工建筑物组成海岸的岸线, 由于人工岸线修筑的高度一

收稿日期: 2013-11-21

基金项目: 国家 863 计划重大项目课题(2012AA12A406); 国家自然科学基金资助项目(41271409)

作者简介: 高 燕(1981—), 女, 博士研究生。

定会高于大潮潮位,所以在理想情况下可以用遥感影像中的水边线作为海岸线。但是有一些人工海岸的情况较为复杂,在中高分辨率的影像中表现尤其明显,例如:在养殖区域的块状水体和海洋水体的光谱特征相近,非常容易混淆;码头和海水中的船只虽然与海洋水体的差异巨大,但是仍然应该把它们看作与海洋水体是同一类的;有些人工的构筑物延伸至海水中,被海水包围,同样应该把它们与海洋水体归为同一类。如果仅使用光谱特征是无法把这些人工海岸的地物正确归类的。因此,本文使用了多特征和面向对象的方法进行海岸线的解译,以人工海岸的 SPOT 影像作为实验影像,分析其光谱、几何和空间关系等多种特征,实现较为复杂人工海岸的自动提取,提高海岸线提取的工作效率。

1 实验数据与目视解译

1.1 实验数据

本文选用人工海岸比较复杂的天津市滨海新区作为实验区,位于北纬 $117^{\circ}49' \sim 117^{\circ}55'$,东经 $38^{\circ}59' \sim 39^{\circ}03'$ 之间,该区域海岸原为淤泥质海岸,后来经过人工开发,自然海岸已经消失,海岸线类型属于人工岸线。遥感影像为 2011 年 5 月 14 日的 SPOT-5 卫星数据,分别将近红外波段、红波段和绿波段的值赋予 R, G, B ,实验区假彩色影像如图 1 所示。



图 1 实验区假彩色影像

1.2 目视解译的多特征表达

本文将该区域的海岸带地物分为两个大类:海域类和陆域类。海域类包括海水和船只,陆域类包括裸土、小水域、植被和人工构筑物。基于目视解译的光谱、几何和空间关系特征,对以上地物的表达见表 1。

2 研究方法

首先在特定的尺度下对实验影像进行分割,将影像分割为“同质均一”的影像对象;然后计算这些对象的多种特征,根据这些特征的组合对海岸带地

物进行分类;将海域类和陆域类的分界线作为海岸线;最后对分类精度进行评价。

表 1 海岸地物目视解译的多特征表达

海岸带地物	光谱特征	几何特征	空间关系特征
海域 海水	蓝绿色	不规则,面积大	邻接人工构筑物
船只	绿色	长条形,面积小	在海水中
裸土	暗色	不规则	邻接人工构筑物
陆域 小水域	蓝绿色	不规则,面积小	邻接人工构筑物和裸土
植被	红色	面积小	邻接裸土
人工构筑物	亮灰色	条带状	邻接海水

2.1 影像分割

本文使用 eCognition Developer 8.7 作为工具进行实验,经过多次实验,确定分割的参数设置如下:波段权重均为 1,分割尺度为 15,光谱因子权重为 0.9,形状因子为 0.1,光滑度与紧致度权重均为 0.5,分割结果如图 2 所示。

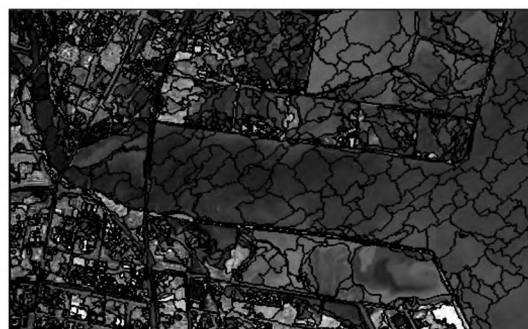


图 2 分割尺度为 15 时得到的影像对象

2.2 特征选择

可以从经过分割的影像中看出:由于水体的均质性比较高,所以海水和小水域的影像的面积要大于其它影像对象的面积;有的船只在分割后与海水并未分离,这样的影像对象无需使用额外的特征加以区分,可以认为是海水,而有的船只已经作为独立的影像对象被分割出来,这样的影像对象需要加入另外的特征加以区分;裸土对象的面积有的很大的很小,无法作为一个固定的特征加以区分,但

是裸土的光谱特征明显不同于其它地物;小水域和海水无论是光谱特征还是几何特征都非常地相似,所以只能考虑使用空间关系特征加以区分;植被的影像对象光谱特征明显与其它类别不同;人工构筑物在分割后成为细长的一条,几何特征明显不同于其它影像对象。

根据以上对影像对象的目视分析,初步选择如下 21 个特征作为本次试验的分类特征,其中光谱特征 10 个,几何特征 3 个,空间关系特征 8 个,见表 2。将影像中的各对象在特征空间中的值映射到 [0,255],可以得到关于特征值的影像对象灰度图像,见图 3。在图中可以看出 Mean Layer1-4, Standard Deviation Layer 4, Mean Diff. to Brighter Neighbors Layer1-4, NDVI, NDWI, Length/Width 和 Shape Index 这几个特征对地物类的区分度较好,在 Mean Diff. to Brighter Neighbors Layer1、4 特征空间中,可以区分海水与陆地上的小水域,所以,选择这些区分度较好的特征作为分类特征。

表 2 本文所选的分类特征

特征	定义	
Mean Layer n	第 n 波段图像上对象的平均灰度值	
光谱特征	Standard Deviation Layer n	第 n 波段图像上对象的标准差
	NDVI	$\frac{X_{NIR} - X_R}{X_{NIR} + X_R}$
	NDWI	$\frac{X_G - X_{NIR}}{X_G + X_{NIR}}$
几何特征	Area	影像对象中像素的个数
	Length/Width	影像对象的长宽比
	Shape Index	$\frac{border_length}{4\sqrt{Area}}$
空间关系特征	Mean Diff. to Brighter Neighbors Layer n	对象与相邻比之亮的对象平均灰度值的差值
	Rel. Border to Brighter Neighbors Layer n	对象和比之亮的对象的公共边界与边界长度之比

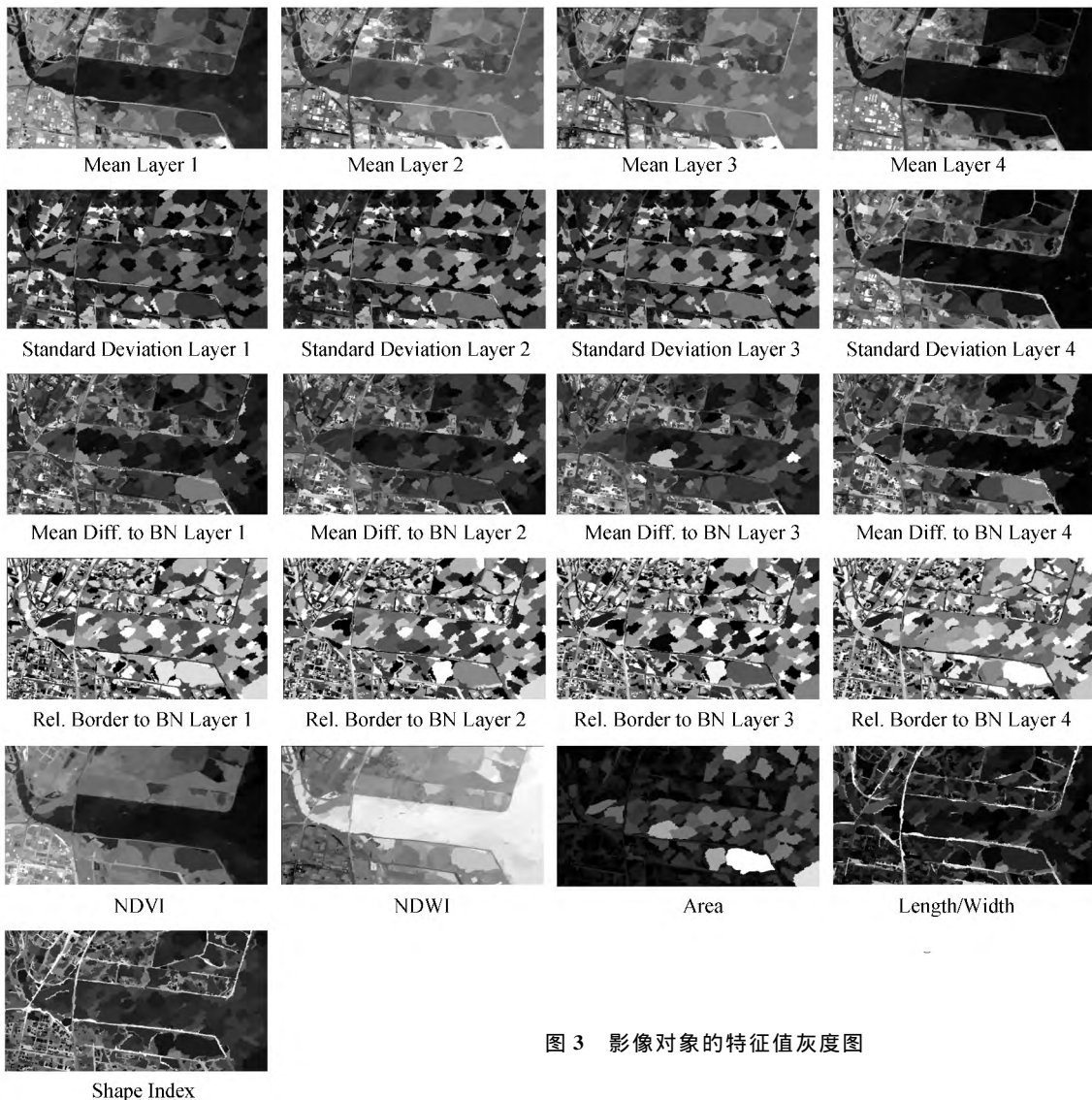


图 3 影像对象的特征值灰度图

2.3 基于多种特征的影像分类

为了获取上述特征对海岸带地物的分类能力,分别为每个地物类挑选样本,使用最邻近算法进行以下 4 组实验:

1)只基于光谱特征进行分类,使用的特征为:Mean Layer1-4, Standard Deviation Layer 4, ND-VI, NDWI, 分类结果见图 4(a)。

2)只基于几何特征进行分类,使用的特征为:Length/Width 和 Shape Index, 分类结果见图 4(b)。

3)只基于空间关系特征进行分类,使用的特征为:Mean Diff. to Brighter Neighbors Layer1-4, 分类结果见图 4(c)。

4)基于以上所有特征进行分类,分类结果见图 4(d)。

由图 4 可以看出基于多特征的影像分类效果最好,尤其是海水区域错分得很少,虽然有一些裸地和 小水域被错分为海水类,但是由于人工构筑物的边界和海水类的边界分类正确,使得这些错误都可以在后续的处理中进行纠正和处理。使用光谱特征 的分类结果明显优于使用几何特征和空间关系 特征,海水类中被错分的对象很少;基于几何特征 的分类中人工构筑物的分类效果较好,没有与海水 类混淆,有利于后期的处理。基于空间关系的特征 分类效果最差,混淆的地物类较多。

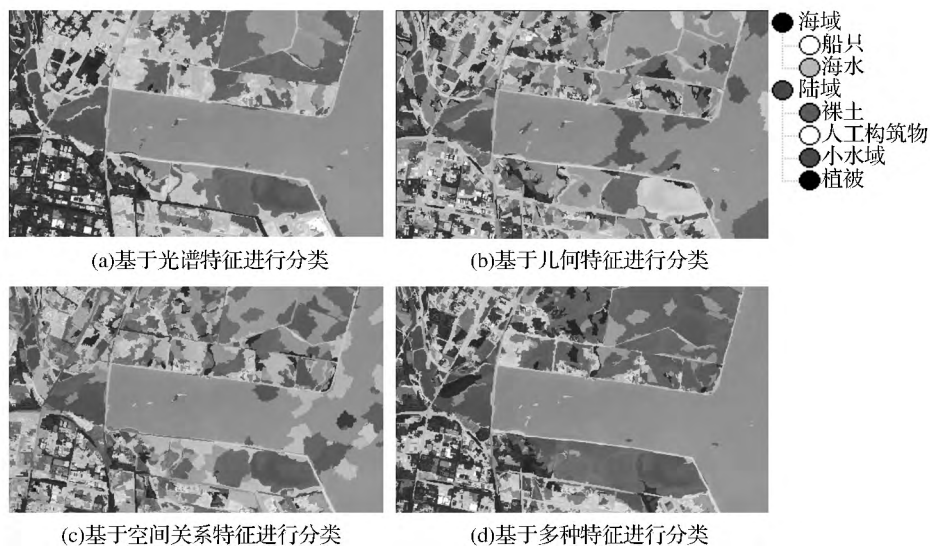


图 4 基于特征组合的影像分类

分类结果的定量分析采用如下方法,分类结果的精度见表 3。

表 3 使用不同特征的分类精度

分类时使用的特征	分类精度	
	Kappa 系数	总精度/%
光谱特征	0.82	85.83
几何特征	0.62	65.70
空间关系特征	0.52	54.71
多种特征	0.89	93.08

- 1)输出分类结果为矢量文件 1;
- 2)在 ArcGIS 中选取样本点并判读地物类别,将目视判读结果保存为矢量文件 2;
- 3)在 eCognition Developer 中导入矢量文件 2,并使用矢量文件 2 进行分类;
- 4)将上述分类结果转换为样本并擦除分类

结果;

- 5)用矢量文件 1 进行分类;
- 6)使用 4)中产生的样本对分类结果进行精度评价。

2.4 分类后处理

- 1)使用 find enclosed by class 算法,找出被海水包围的对象,将其归为海水类,纠正被错分为小水域的海水对象,并且将船只也归为海水类,见图 5(a);
- 2)将海水对象合并,并将其赋为海域类,见图 5(b);
- 3)将裸土、小水域、植被和人工构筑物赋为陆域类,并合并为一个对象,见图 5(c);
- 4)使用 find enclosed by class 算法,找出被陆域类包围的对象,将其归为陆域类,这样可以纠正被错分为海水的陆域对象,见图 5(d);
- 5)导出海陆域的分界线矢量,见图 5(e)。

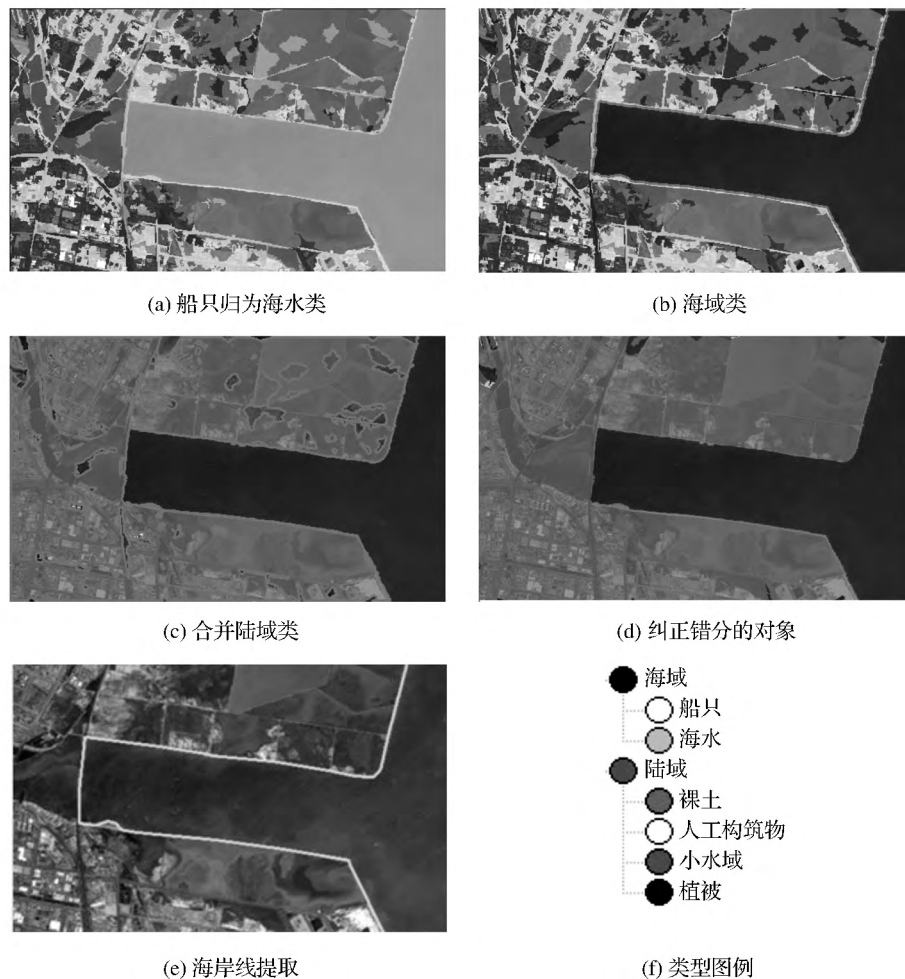


图 5 分类后的处理和海岸线提取

3 结束语

本文采用了多特征和面向对象的方法对遥感影像中的海岸线进行提取,在影像分割的基础上充分利用影像对象的光谱特征、形状特征和空间关系特征,实现海陆域的分离,以两者的分界线作为海岸线。实验结果表明,基于多特征的影像分类明显优于只基于单类特征的分类,特征的分类能力由强到弱依次为:多特征、光谱特征、几何特征、空间关系特征;用本文的方法能使绝大部分地物正确分类,在分类后做一些处理就可以正确地提取出海岸线。

参考文献:

- [1]刘宝银,苏奋振. 中国海岸带与海岛遥感调查——原则方法系统[M]. 北京:海洋出版社,2005.
- [2]王常颖. 基于数据挖掘的遥感影像海岸带地物分类方法研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2009.
- [3]杜丽萍,柏岩,王树英. 基于遥感影像的海岸线提取方法

研究[J]. 山东林业科技,2009,39(4):39-41.

- [4]申家双,翟京生,郭海涛. 海岸线提取技术研究进展[C]. 第二十一届海洋测绘综合性学术研讨会,成都:2009:223-229.
- [5]刘艳霞,黄海军,丘仲锋,等. 基于影像间潮滩地形修正的海岸线监测研究——以黄河三角洲为例[J]. 地理学报,2012(3):377-387.
- [6]赵晓亮. 潮滩水陆边界计算方法研究[J]. 测绘工程,2011,20(1):37-39.
- [7]国家海洋局专项办公室. 海岛海岸带航空遥感调查技术规程[M]. 北京:海洋出版社,2006.
- [8]周成虎,骆剑承. 高分辨率卫星遥感影像地学计算[M]. 北京:科学出版社,2009.
- [9]李秦,高锡章,张涛,等. 最优分割尺度下的多层次遥感地物分类实验分析[J]. 地球信息科学学报,2011,13(3):409-417.
- [10]张涛. 土地利用/覆被遥感解译智能化关键技术研究[D]. 北京:中国科学院研究生院,2012.

[责任编辑:张德福]