

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0972.2012.03.025

基于 HJ-1-A 卫星 CCD 相机遥感影像的水体提取

樊 勇^{1*}, 王义民²

(1. 华中师范大学 城市与环境科学学院, 湖北 武汉 430079;

2. 信阳师范学院 城市与环境科学学院, 河南 信阳 464000)

摘 要: 采用面向对象的分析方法(object based image analysis, OBIA), 结合水体特征对国产环境卫星(HJ-1-A) CCD 相机影像的水体信息进行快速分析、处理和提取. 结果表明, 对于中低分辨率多光谱遥感影像水体信息的提取, 该方法的提取精度在 95% 以上, 优于最小距离法(minimum distance).

关键词: 环境卫星; 面向对象; 水体; 信息提取

中图分类号: TP79 文献标志码: A 文章编号: 1003-0972(2012)03-0378-04

Water Body Extraction Using HJ-1-A Satellite CCD Images

FAN Yong^{1*}, WANG Yi-min²

(1. College of Urban and Environmental Sciences, Central China Normal University, Wuhan 430079, China;

2. College of Urban and Environmental science, Xinyang Normal University, Xinyang 464000, China)

Abstract: The water body information of the image data from the domestic environmental satellite(HJ-1-A) CCD was analyzed, processed and extracted quickly with the method of OBIA(object based image analysis, OBIA) and the water body characteristics. The results showed that the method of OBIA can achieve an accuracy of 95% for the extraction of water body's information to low or medium resolution multispectral remote sensing images, and was superior to the method of minimum distance.

Key words: environmental satellite(HJ-1-A); object-oriented; water body; information extraction

0 引言

水体的面积监测是调查水资源的一个重要方面,也是洪水灾害检测的重要内容^[1]. 基于卫星遥感影像,快速、准确地提取水体信息已经成为水资源调查、水资源监测、城市绿化度调查及湿地保护的重要手段^[2]. 传统的面向像元(per pixel)解译技术以像元为基本单元进行信息提取,即参与信息提取的因子是像元的光谱信息,错分现象也尤为严重,面向像元光谱统计的影像处理方式的效率以及其所能获得的结果信息都是十分有限的. 面向对象的影像分析(object based image analysis, OBIA)将影像对象作为影像分析的基本单元,根据影像的空间特征、光谱特征和纹理特征把遥感影像分割成离散的区域,影像对象就是指这些分割后产生的若干“同质”像素的集合^[3]. OBIA 方法已可以有效地

解决传统方法的一些局限性问题^[4]. 目前面向对象的方法多用于高分辨率遥感影像的信息提取^[5-9].

水体在遥感图像上表现的光谱特征^[10]、空间特征^[11]和纹理特征,适合采用面向对象的影像分析方法对其进行信息提取. 本研究在分析国产中低分辨率的遥感影像水体信息特征的基础上,采用面向对象的方法对水体信息进行提取,并对提取精度进行验证,为水资源的定量、定性研究和科学管理提供支持.

1 数据源及实验区域

环境与灾害监测预报小卫星 A、B 星(HJ-1-A/B)是我国环境与灾害监测预报小卫星,该星于 2008 年 9 月 6 日上午 11 点 25 分成功发射,HJ-1-A

收稿日期: 2012-03-27; 修订日期: 2012-05-30; * . 通讯联系人, E-mail: gisfanyong@163.com

基金项目: 河南省科技攻关项目(122102310365)

作者简介: 樊勇(1983-),男,河南汝南人,硕士研究生,主要从事地理信息系统和遥感技术应用研究.

星搭载了 CCD 相机和超光谱成像仪(HSI),HJ-1-B 星搭载了 CCD 相机和红外相机(IRS). 该星座的主要任务是对自然灾害、生态破坏、环境污染进行大范围、全天候、全天时的动态监测,对灾害和生态环境的发展变化趋势进行预测,对灾情和环境质量进行快速和科学评估,提高灾害和环境信息的观测、采集、传送和处理能力,为紧急救援、灾后救助及恢复重建和环境保护工作提供科学依据^[12].

本研究采用 HJ-1-A 的 CCD 相机获取的多光谱遥感影像,空间分辨率 30 m,CCD 相机每 4 d 对全球覆盖一次(HJ-1-A 与 HJ-1-B 卫星组网后重访周期为 2 d). 卫星主要参数如表 1 所示.

表 1 HJ-1-A 卫星主要载荷参数

Tab. 1 The main load parameters of the HJ-1-A satellite

| 波段号 | 光谱范围/ μm | 空间分辨率/m | 幅宽/km |
|-----|---------------------|---------|---------|
| 1 | 0.43~0.52 | 30 | 360(单台) |
| 2 | 0.52~0.60 | 30 | 700(二台) |
| 3 | 0.63~0.69 | 30 | |
| 4 | 0.76~0.90 | 30 | |

实验样区位于海南省东南部. 该实验区域有海水、河流、水库、湖泊和池塘等,所使用的数据为 2011 年 11 月 19 日 CCD2 记录的 HJ-1-A 的图像. 实验区域如图 1 所示.

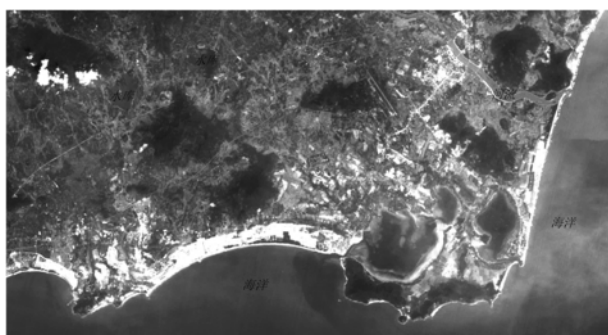


图 1 实验样区影像数据(灰度图像)

Fig. 1 The remote sensing imagery of research area

2 OBIA 的 HJ-1-A 卫星影像提取

对遥感影像的主要处理流程如图 2 所示.

2.1 影像预处理

为提高影像处理效率和目视效果,对影像做以下预处理:单波段影像的合并(Band Stack)、切割(Subset)、去云(Move Cloud)、增加对比度(Contrast)、拉伸(Linear)、锐化(Sharpen)等.

去云部分使用 Haze tool 模块,Haze tool 模块实在 ENVI4.4 中二次开发而成. 模块分三部分,即云层厚度检测(haze detection)、云层厚度完善(haze perfection)、云层去除(haze removal). 这三部

分前后连贯,每一步的结果都会影响到最终的去云效果.

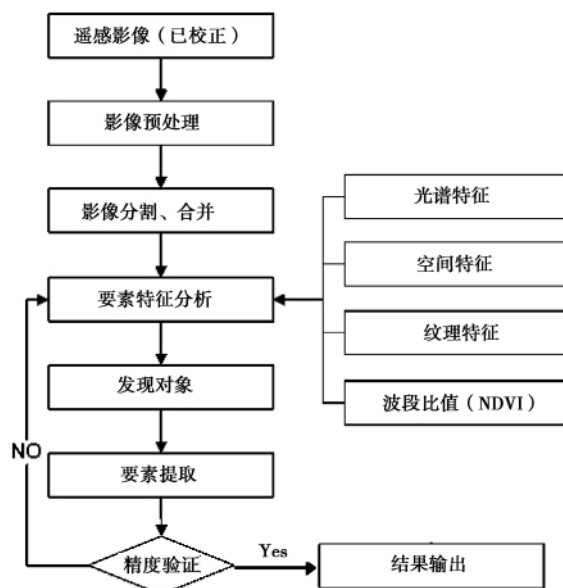


图 2 影像处理流程

Fig. 2 The processing process of remote sensing imagery

2.2 影像分割和合并

根据临近像素的亮度、纹理、颜色对影像分割,采用基于边缘的分割算法对影像进行分割^[13]. 通过设置不同的分割尺度,产生不同的分割效果,选择大尺度图像分割将会出现很少图斑,选择小尺度图像分割将会出现多的图斑. 分割效果的好坏在一定程度上决定了分类效果的精确度. 对于分割时错分的特征通过合并修改,合并采用 Full Lambda-Schedule 算法(结合光谱和空间信息的基础上迭代合并临近的小图斑).

2.3 水体特征分析

面向对象分类技术集合临近像元为对象用来识别感兴趣的光谱要素,充分利用遥感影像的光谱特征、空间、纹理信息来分割和分类^[13]. 该方法在分类时不仅仅考虑地物的光谱特征,还主要利用其几何特征和结构特征,图像中的最小单元不再是单个的像元,而是一个个对象. 这里对象的意义是具有相同特征,如光谱、纹理和空间组合关系等特征的“同质均一”的单元,“同质均一”不仅体现在光谱域上,也体现在空间域上.

本研究利用了影像的光谱特征、空间特征、纹理特征和用户自定义特征,建立提取规则,进行水体信息提取.

2.3.1 光谱特性分析

遥感图像中每个像元的亮度值代表的是该像元中地物的平均辐射值,它随地物的成分、纹理、状

态、表面特征及所使用电磁波段的不同而变化^[1]。

根据目视判读结果,结合研究区域特点,按照均匀分布的原则选取水体样本,根据选取的水体在各个波段的样本,得到水体在各个波段的灰度指标,如表2所示。

表2 水体在各个波段的灰度值指标

Tab.2 The gray value index of water body in all kinds of band

| 波段 | 最小灰度值 | 最大灰度值 | 平均灰度值 |
|----|-------|-------|-------|
| 1 | 34 | 69 | 48 |
| 2 | 20 | 60 | 31 |
| 3 | 18 | 65 | 27 |
| 4 | 10 | 63 | 17 |

2.3.2 空间特性分析

由于研究区域水体的多样性,水体类型分为:海洋、河流、水库和湖泊。不同类型的水体其空间特征不同:从面积来看,海洋面积最大,湖泊次之,然后是水库、河流等。从周长来看,一般来说海洋、较长的河流、大型水库及湖泊的周长较长,而小型的水库、池塘等周长则较短。从形状来看,海洋、湖泊、水库、池塘呈面状,其中海洋面积广阔,湖泊及水库的边缘一般较平滑,水库由于水坝存在而使部分边缘呈直线,池塘多呈现椭圆形;河流多呈带状^[11]。根据水体空间特征,本研究选取描述水体空间特征的指标如表3。

表3 水体空间特征描述指标

Tab.3 The index of water body's spatial characteristic

| 属性名称 | 描述 | 单位 |
|------|-------------|-------|
| 面积 | 多边形的面积 | Pixel |
| 延伸性 | 最大直径与最小直径比值 | 无 |

2.3.3 波段比值分析

由于受到地形的坡度、坡向、阴影或太阳变化的影响,相同的地物会出现亮度值的差异,最终影响目视判读和信息提取。影像的波段比值可以用来降低环境效应,波段比值不但可以使环境因子的效应最小化,还可以提供一些无法从单波段中得到的独特信息。

归一化植被指数(NDVI, Normalized Difference Vegetation Index)就是一种常用的波段比值(Band Ratio)可以计算出,如公式(1)^[14]:

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}, \quad (1)$$

式中: NIR 为遥感影像中近红外波段的反射值, R 为遥感影像中红光波段反射值。

$NDVI$ 值的范围为 $-1 \sim 1$, 根据实验和测试得

出水体的 $NDVI$ 值小于 0.3 ^[13], 提取水体时, 通过设置水体的 $NDVI$ 阈值, 就可以准确的去除植被对水体信息提取的影响。

2.3.4 纹理特征分析

在遥感影像处理中, 熵经常被用作同一类地物影像亮度值分散程度和均匀程度的度量^[15]。在一定范围内的环境影像上, 水体的平均灰度值变化不大; 而居民地区域由于地物复杂, 灰度值变化较大。根据这一特征, 把一定范围内的平均灰度信息熵(Entropy)作为描述影像纹理特征的一个指标。信息熵的引入可以去除居民地对水体信息提取的影像。本研究采用 3×3 (Pixel) 大小的卷积核^[13]作为度量平均灰度信息熵的范围。对于分割后的影像, 根据反复试验和测试, 测出卷积核范围的水体平均灰度信息熵阈值为 0.16 。

2.4 水体提取

在对影像进行分割和合并后, 影像分成了一个小的地物对象, 为准确识别划分的小地物对象, 需要结合对象特征(光谱特征、空间特征、纹理特征和波段比值)建立识别对象的模板, 如表4所示。

表4 水体识别指标

Tab.4 The index of water body identification

| 水体类型 | NDVI | 面积(Pixel) | 延伸性 | 平均灰度值 | 信息熵 |
|-------|------|------------|-----|-------|-------|
| 海洋 | <0.3 | >3 000 000 | 无 | 见表2 | <0.16 |
| 河流 | <0.3 | <3 000 000 | >3 | 见表2 | <0.16 |
| 水库和湖泊 | <0.3 | <3 000 000 | 无 | 见表2 | <0.16 |

根据建立的水体识别指标模板, 在 ENVI EX 平台下进行水体信息提取。

3 结果及分析

根据以上方法共提取水体对象 393 个, 其中海洋 1 个, 河流 7 个(段), 其他水体 385 个。

在 ArcGIS 平台中, 在原始影像(假彩色合成影像)上分别随机选取 100 个水体样点和 100 个非水体样点, 进行提取结果验证。通过将样点和分类后数据叠置分析(Intersect)可以发现: 100 个水体样点中有 95 个被提取出来, 正确率为 95%; 100 个非水体样点中有 6 个样点被提取出来, 错误率为 6%。未被提取出的水体样点主要是居民区内一些面积较小的池塘、水库、湖泊或较细的河流和被遮挡的, 而被错误提取出的样点主要是部分阴影区。综合分析可以得出, 本方法对水体信息的提取精度在 95% 以上。

为了与 OBIA 方法相比较,本研究采用最小距离法(Minimum Distance),对研究区域进行基于像元的影像分类试验,采用相同的精度评价方法得出水体信息提取的正确率为: 94%,可以看出面向对象的分类结果精度高于基于像元的影像分类结果精度。

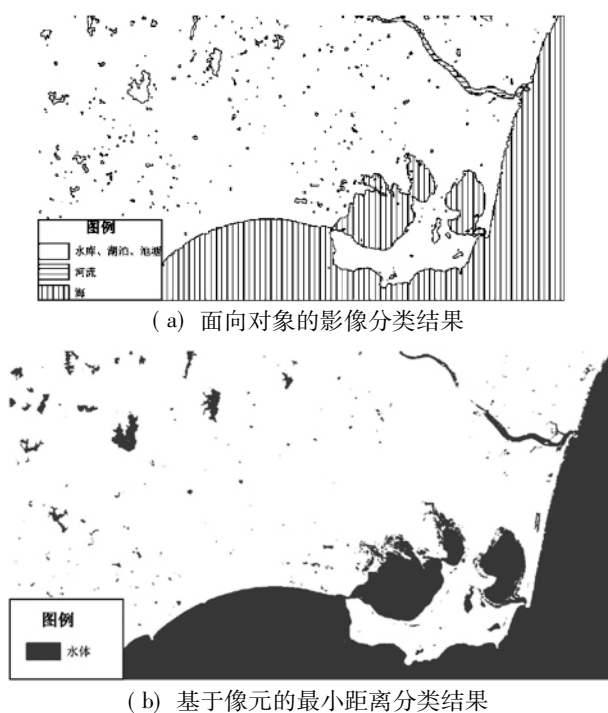


图3 提取结果

Fig. 3 The result of extraction

从分类结果可以看出,监督分类的结果虽然做了去除小图斑处理,但仍存在错分现象,并且很难实现对水体进行细分类.面向对象的分类方法可以避免监督基于像元分类的弊端,实现对影像上的水体信息有效、快速、准确提取。

4 结论

本研究采用面向对象的影像分析方法,结合水体的光谱特征、空间特征、纹理特征和波段运算结果,在 ENVI 平台中实现了对国产环境卫星影像的水体信息提取,并实现了对提取结果的初步分类,结果发现提取结果和分类效果符合目视解译标准.对于中低分辨率多光谱遥感影像水体信息提取,面向对象的方法是一种快速、准确、有效的方法,可以满足中小比例尺下水体信息的识别和更新。

本方法只实现了水体的初步分类,如果需要把水塘、湖泊和水库等要素进行细分,可以参考分类后要素的形状指数进行处理.结合提取结果和目视解译,对提取结果进行编辑和修改。

由于缺少同时期、同区域高分辨率遥感影像及地形图作为精度评价参考,分类精度有待于进一步分析.对于提取对象的特征发现,对建立提取规则而言既是关键也是难点,如何快速、准确的构建待提取对象特征,需要做进一步分析和研究。

参考文献:

- [1] 周成虎, 骆剑承, 杨晓梅, 等. 遥感影像地学理解与分析 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 于欢, 张树清, 李晓峰, 等. 基于 TM 影像的典型内陆淡水湿地水体提取研究 [J]. 遥感技术与应用, 2008(3): 310-315.
- [3] 吕建国. 基于面向对象的高分辨率遥感影像道路信息提取方法 [J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2008(S2): 80-82.
- [4] 王建芳, 包世泰. 面向对象解译方法在遥感影像地物分类中的应用 [J]. 热带地理, 2006(3): 234-235.
- [5] 侯伟, 鲁学军, 张春晓, 等. 面向对象的高分辨率影像信息提取方法研究: 以四川理县居民地提取为例 [J]. 地球信息科学学报, 2010, 12(1): 119-125.
- [6] 唐伟, 赵书河, 王培法. 面向对象的高空间分辨率遥感影像道路信息的提取 [J]. 地球信息科学, 2008(2): 257-262.
- [7] 吕建国. 基于面向对象的高分辨率遥感影像道路信息提取方法 [J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2008(S2): 80-82.
- [8] 胡进刚, 张晓东, 沈欣, 等. 一种面向对象的高分辨率影像道路提取方法 [J]. 遥感技术与应用, 2006(3): 184-188.
- [9] 张聪颖, 田淑芳. 基于 ENVI Zoom 面向对象的高分辨率影像的道路提取 [J]. 信息科技, 2010(11): 96-97.
- [10] 陈树辉, 刘忠华, 刘翔, 等. 基于 TM 遥感影像的南京市水体信息提取 [J]. 安徽农业科学, 2011(11): 6863-6865.
- [11] 王培培. 基于 ETM 影像的水体信息自动提取与分类研究 [J]. 首都师范大学学报: 自然科学版, 2009(6): 75-79.
- [12] 任平, 杨新建, 周介铭. HJ-1A/B 星 CCD 多光谱遥感数据特征评价及应用研究 [J]. 遥感技术与应用, 2010(1): 138-142.
- [13] 邓书斌. ENVI 遥感图像处理 [M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [14] 梅安新, 彭望绿, 秦其明, 等. 遥感导论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [15] 郑学芬, 林宗坚, 范丽, 等. 遥感影像信息量的计算方法研究 [J]. 山东科技大学学报: 自然科学版, 2008(1): 80-83.

责任编辑: 张建安