

# 面向对象的那曲 WorldView-2 影像的分类

倪卓娅<sup>①②</sup>, 甘甫平<sup>②</sup>, 周萍<sup>①</sup>, 霍红元<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083;

<sup>②</sup> 中国国土资源航空物探遥感中心对地观测技术工程实验室, 北京 100083)

**摘要:**随着 WorldView-2 卫星的发射,首次出现了 8 波段多光谱高分辨率商业卫星。高分辨率影像包含丰富的空间结构信息和地理特征信息,采用传统的基于像元的影像分析方法精度明显达不到要求。为了提高精度,本文以西藏那曲为研究区,利用面向对象的方法对那曲的 WorldView-2 影像进行分类,采用模糊分类法,利用所分地物的特征确定类别,针对西部地区干旱河流的特殊情况,提出了一种基于地物空间轮廓特征的分类方法,分类结果较好。

**关键词:** WorldView-2; 高分辨率影像; 面向对象; eCognition

doi: 10.3969/j.issn.1000-3177.2011.06.023

中图分类号: TP79 文献标识码: A 文章编号: 1000-3177(2011)118-0114-05

## Object-oriented Image Classification of Naqu Using WorldView-2 Image

NI Zhuo-ya<sup>①</sup>, GAN Fu-ping<sup>②</sup>, ZHOU Ping<sup>①</sup>, HUO Hong-yuan<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> Faculty of Geosciences and Resources China University of Geosciences, Beijing 100083;

<sup>②</sup> China Aero Geophysical Survey & Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083)

**Abstract:** The WorldView-2 satellite is the first 8-band multi-spectral high-resolution commercial satellite. High-resolution image contains a wealthy information on spatial structure and geographic features, so the precision of traditional classification method based on pixel cannot meet the demand. In this paper, taking Naqu city of Tibet autonomous region as a study area and in order to improve the classification accuracy, the object-oriented method is used to do Naqu WorldView-2 image classification, combining with fuzzy classification, and categorize the target objects according to their surface features. Considering the special situation that the western rivers are always dry and frozen in February, a method based on object contour and space features is brought up and the results of classification are good.

**Key words:** WorldView-2; high-resolution image; object-oriented method; eCognition

### 1 引言

高分辨率影像能够提高丰富的空间结构信息和地理特征信息,能够使分类结果更接近于目视解译的效果,提高分类精度。传统的分类方法主要是基于像元的光谱特征,而高分辨率的影像,其光谱信息比较弱,空间纹理信息比较突出,如果使用传统基于光谱特征的方法对高分辨率影像进行分类,精度比

较低,也浪费了高分辨率影像丰富的空间纹理信息<sup>[1~8,15~17]</sup>。本文使用面向对象的 eCognition 软件对西藏那曲地区进行分类。

面向对象的影像信息提取是以具有相同特征的“同质均一”的对象块为研究对象,考虑到对象的光谱特性和空间特性,如光谱特性中的各波段的亮度值和方差等,空间特性包括颜色、尺寸、形状、结构、纹理、阴影、空间组合关系,由于顾及了更多的结构、

收稿日期: 2010-10-27 修订日期: 2011-05-18

基金项目: 国家 863 计划: 2006AA06A208, 中国地质调查局地局大调查项目 1212011087113 资助。

作者简介: 倪卓娅(1986~), 女, 研究方向: 地质遥感。

E-mail: 417627899@qq.com

特征等信息,面向对象的信息提取的精度高、效果好,并逐步得到广泛应用<sup>[9]</sup>。

### 2 研究区域概况和数据源

#### 2.1 研究区域介绍

本文所选择的实验数据是西藏那曲地区的 WorldView-2 影像,研究区大小为 458×382 个像元,包括河流、房屋和道路等,成像时间是 2010 年 2 月 21 日。那曲地区每年的 11 月至次年的 3 月间,是干旱的刮风期,温度低下<sup>[10]</sup>。



图 1 实验区数据(真彩色合成 5,3,2 波段)

#### 2.2 数据特点

WorldView-2 卫星是 Digital Globe 公司于北京时间 2009 年 10 月 9 号凌晨发射的,除了继承 WorldView-1 卫星所有的优点外,从灵敏度、灵活性、目标命中率和容量上更进一步,是世界上首颗能够提供 8 个波段多光谱数据的高分辨率商业卫星。表 1 介绍了 WorldView-2 的一些特征<sup>[12]</sup>。

表 1 WorldView-2 传感器特征

传感器	波段	波长/nm	分辨率/m	其他
多光谱波段	海岸	400—450	2	新波段
	蓝	450—510	2	
	绿	510—580	2	
	黄	585—625	2	新波段
	红	630—690	2	
	红边	705—745	2	新波段
	近红外 1	770—895	2	
	近红外 2	860—1040	2	新波段
全色波段	全色	450—800	0.5	

### 3 研究方法

eCognition 软件中有多种分类方法,如监督分

类法,模糊分类法等,本文采用的方法为模糊分类法,有如下 3 个步骤:

①多尺度分割,是面向对象信息提取技术的关键,使用不同的空间尺度参数把影像分割成有意义的多边形区域,采用异质性最小的区域合并算法,需要考虑到尺度、色调、形状、紧致度及平滑度等,目的是分割后影像对象的权重异质性最小。权重异质性是光谱异质性和形状异质性的组合,即:

$$f = \omega * h_{color} + (1 - \omega) * h_{shape} \quad (1)$$

f 是异质性大小,ω 为光谱权重(0 < ω < 1),h<sub>color</sub> 为光谱异质性,h<sub>shape</sub> 为形状异质性,形状异质性包括光滑度(smooth)和紧致度(compact)如下式。

$$h_{shape} = \omega_{compact} * h_{compact} + (1 - \omega) * h_{smooth} \quad (2)$$

h<sub>compact</sub> 和 h<sub>smooth</sub> 分别为光滑度和紧致度,主要由对象的边长、总体像元数、外接矩形的最短边界等决定。若光滑度的比重较大,则分割后对象边界较平滑,若紧致度的比重较高,则分割后的对象形状比较接近矩形。具体使用时要根据目标对象的特性,选择合适的比重参数<sup>[3~6,15~16]</sup>。

②分类技术,本文采用模糊分类法。模糊分类法是基于对象本身以及对象间的特征属性,建立规则模型进行分类<sup>[11,13~15]</sup>。具体为选择合适的特征函数,设定阈值,把阈值范围内的对象归为此类,然后再用阈值法把错分的对象剔除。

③做精度评价,对分类的准确性做评估。

图 2 为本文利用 eCognition 处理高分辨率影像的思路和主要技术流程。

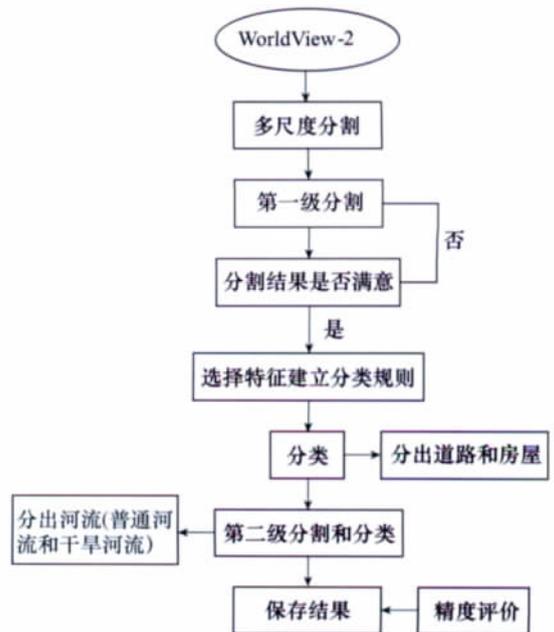


图 2 本文技术路线图

### 4 影像信息提取

本文研究目的主要是从目标影像中提取出河流、道路和房屋等有效信息。在影像图上,房屋和道路相对较小,分割时采用小尺度进行分割,河流相对较大,采用大尺度进行分割。因为 eCognition 的对象分割实际上是一个从小对象到大对象的合并过程,所以先进行一级分割,使房屋和道路的分割得到满意的效果,然后在一级分割的基础上进行二级大尺度分割,分割出河流对象。分割之后查看分割的对象是否合理,过大或过小都会增加分类难度,导致错分,所以分割效果的好坏是评价分类效果的一个重要前提<sup>[3-4,7,15]</sup>。本文所采取的分类方法和规则的定义如表 2 所示。

表 2 多尺度影像分割特征提取的类型和规则

分割层	提取信息	模糊分类定义的成员函数
一级	房屋	150 < brightness < 310 分类到房屋类中 把 Area > 630, Area < 41, Density > 1.8, Area = 352.5, 252.25, 571.75, 210.75 指定到其他类中
	道路	300 < Mean layer 2 < 460 分类到道路类中 把 Area > 1720, Area < 230, length < 48, width > 55, shape index < 2.247 指定到其他类中
二级	河流 1	510 < Mean layer 7 < 835 分类到河流 1 中 把 Area > 8340, shape index < 3.4, shape index > 4.72, Area = 5545, 8168.5 分类到其他类中
	河流 2	把 Area = 1640.25, 3730.75, 6819.5, 1814.75, 347.75 指定到河流 2 类中

#### 4.1 一级分割和分类

经过多次试验,选择分割尺度为 100, shape 为 0.6, compactness 为 0.5 这组参数进行初分类。从初次分割结果(图 3)可知,道路和房屋效果较好,而河流分割的对象过小,需要选择大的尺度进行分割。

在初次分割结果上对道路和房屋进行分类。对影像目视解译,得到以下结论:①城镇中的道路亮度值比城镇外的道路亮度值高,而城镇外的道路则较接近裸露地表的颜色,亮度相对较低,故在进行道路分类时,应该对两种类型的道路选择不同的特征参

数建立分类规则;②房屋的颜色和城镇外的道路颜色相似,这是西部地区的一个特征,分类时应选择合适的特征把道路和房屋区分开。

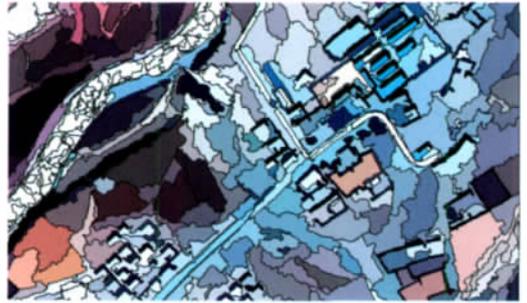


图 3 一级分割结果

经多次试验,选择 Area、Width、Shape index 和 Length 作为特征函数,进行分类,得到满意的分类结果。分类结果如图 4:

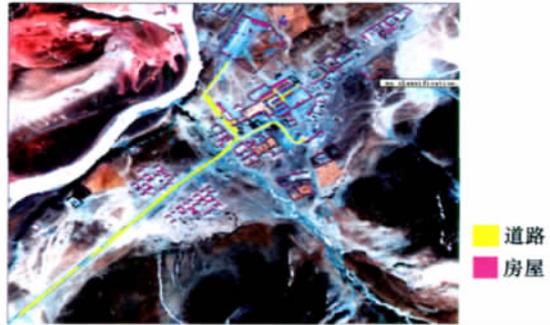


图 4 房屋和道路的分类结果

#### 4.2 二级分割和分类

在一级分类的基础上对影像进行二级分割,分割时把分类好的道路和房屋过滤掉,对道路和房屋之外的对象继续分类,不影响初次分类的结果。二级分割的分割参数为:尺度参数为 400,形状因子为 0.6,颜色因子为 0.4,紧致度因子为 0.5,光滑度因子为 0.5. 分割结果见图 5:



图 5 二次分割结果

影像中两条河流,一条轮廓较清晰,且已出现结冰现象,反射率较高,而另一条河流出现断流且有少量的结冰现象。

对于第一条河流,选择近红外 7 波段、Area 和 Shape inde 为特征函数,进行分类,分类结果见图 6。



图 6 河流的初分类结果

观察第二条河流,可得:①结冰河段比较少,且河流断流,如果按照前一条河流的分类方法,得到的河流可能会断断续续,河流边界不清晰;②断流的河滩颜色和道路及裸露地表的颜色相似,分类时容易出现错分漏分的现象。基于此类情况,本文提出了一种基于河流的空间轮廓特征的分类方法。先使用 eCognition 中自带的编辑工具,根据对影像的目视解译,人工干预分割的结果,使河流的轮廓变得清晰,再选用一些特征参数利用阈值法进行分类。本文中由于人工干预的因素,只选择了 Area 特征函数,设置阈值后直接把对象分类到河流 2 中,结果较理想,最终的分类结果见图 7。

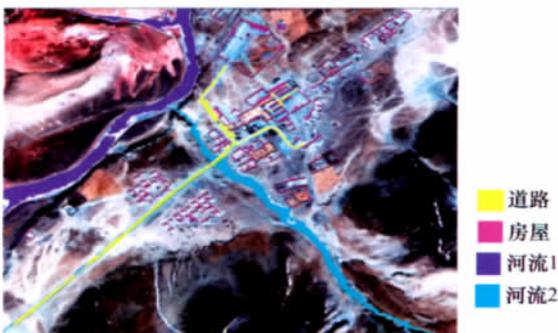


图 7 最终分类结果

### 5 精度评价

eCognition 软件提供了 4 种精度评价的方法:分类稳定性 (Classification Stability)、最佳分类结果概率值 (Best Classification Result)、根据 TTA Mask 计算的混淆矩阵 (Error Matrix based on TTA Mask) 和根据验证样本计算的混淆矩阵 (Er-

ror Matrix based on Samples)。分类稳定性主要是评价较好分类结果跟一般分类结果的概率差值,考虑到每个像元对每一类都有一个归属概率。最佳分类结果概率值是用 0 到 1 之间的数值来评价分类结果满意的程度。根据验证样本计算的混淆矩阵与根据 TTA Mask 计算的混淆矩阵的区别是,前者用非像元为单位计算混淆矩阵,后者以像元为单位计算混淆矩阵<sup>[13~14]</sup>。本文选择根据 TTA Mask 计算的混淆矩阵来评价分类精度。

本文选择在分割尺度为 100 的结果上进行精度评价,首先均匀选择各类的部分样本对象生成 TTA Mask,作为精度评价的基础,然后把 TTA Mask 加载到分类结果图上,利用混淆矩阵得出分类的总体精度和 kappa 系数,如表 3。

表 3 分类结果的精度

类	参考样本	总样本	生产者精度	用户者精度	每类的 kappa 系数
河流	42640	48045	0.8875	1	0.8211
道路	25926	26525	0.9774	1	0.9708
房屋	37107	40345	0.9197	1	0.8815
总体精度			0.9196		
kappa 系数			0.8816		

从表 3 可以直观地看出,总体精度比较高,kappa 系数也比较高。从单类别的 kappa 系数来看,道路的 kappa 系数比较高,河流的 kappa 系数比较低,说明模糊分类法对道路的分类效果比较好。在河流的分类中,影响精度的因素可能有所选择的特征函数较多和所选特征不显著。在精度评价时,由于目视解译的原因,所选择的测试样本符合实地的地物分布,所在河流、道路及房屋的用户者精度均为 1。在对道路分类时采用的分类规则比较多,且西部地区的道路跟裸土的亮度差异较小也是影响道路分类精度的一个因素。

### 6 结束语

通过不同尺度参数的对比分析,在西藏地区,可以通过不同的尺度参数将道路和河流分开,河流需要用大的尺度参数,较小的尺度参数分割的河流比较琐碎,而较小的尺度参数则能较好地把道路和房屋分割出来,不同指标的 shape、compactness 对分割的结果还是有一定的影响的。

西藏地区特殊的地理环境使河流的分类可能有别于城市地区的分类。本文提出基于河流轮廓的分类方法,结果比较满意,此方法的不足之处是人工干

预可能会造成河流边界的不准确,对河流分类的精度也有一定的影响。

由于本文所选择的地区属西部地区,情况比较复杂,搜集到的资料有限,除了比较明确的地物,如河流、房屋及道路,别的地物类型不太容易确定,确定类别比较少,需要进一步了解实地情况,完善分类结果。

在利用 eCognition 做分割时,只凭作者的一些

经验进行分割效果的评价,存在主观因素;分类时只考虑到对象的光谱特征和部分空间特征,没有考虑到对象间的空间关系,可能对分类结果有一定的影响。对分类特征的选择和分类规则需要根据分类地物的实际情况进一步设定。

致谢:感谢北京全景天地科技有限公司的许高程及北京秀英环境信息技术有限公司的于艳梅的帮助!

### 参考文献

- [1] Wenxia WEI, Xiuwan Chen, Ainai Ma. Object-oriented information extraction and application in high-resolution remote sensing image[C]//IGARSS'05. 2005;3803-3806.
- [2] C. M. D. Pinho, F. C. Silva, L. M. C. Fonserca, A. M. V. Monteiro. Intra-urban land cover classification from high-resolution images using the C4.5 algorithm[C]//第 21 届国际摄影测量与遥感大会论文集. 2008(B7-2);695-700.
- [3] 张振勇,王萍,朱鲁,陈香菱. eCognition 技术在高分辨率遥感影像信息提取中的应用[J]. 国土资源信息化, 2007(02): 15-17.
- [4] 曹雪,柯长青. 基于对象级的高分辨率遥感影像分类研究[J]. 遥感信息, 2006(5):27-30.
- [5] 王惠英,苏伟,周军其. 基于多分类器组合面向对象遥感影像信息提取方法[J]. 测绘工程, 2009,18(5):22-26.
- [6] 徐涛,闫小平. 基于面向对象的都市地物信息提取方法研究[J]. 云南地理环境研究, 2009,21(1):47-50.
- [7] 孙晓霞,张继贤,刘正军. 利用面向对象的分类方法从 IKONOS 全色影像中提取河流和道路[J]. 测绘科学, 2006,31(1):62-63.
- [8] 谭衢霖,刘正军,沈伟. 一种面向对象的遥感影像多尺度分割方法[J]. 北京交通大学学报, 2007,31(4):111-114.
- [9] 牛春盈,江万寿,黄先锋,谢俊峰. 面向对象影像信息提取软件 Feature Analyst 和 eCognition 的分析与比较[J]. 遥感信息, 2007(02):66-70.
- [10] 那曲概况[EB/OL]. <http://www.tibetinfo.com.cn/zt/zt2002002717100155.html>.
- [11] eCognition 介绍[EB/OL]. <http://baike.baidu.com/view/3527582.html>.
- [12] WorldView-2[EB/OL]. <http://worldview2.digitalglobe.com>.
- [13] eCognition 中的分割与分类方法研究. <http://wenku.baidu.com/view/ebfc532b3169a4517723a3a1.html>.
- [14] eCognition8 使用手册[Z]. 北京全景天地科技有限公司.
- [15] 周春艳,王萍,张振勇,齐成涛. 基于面向对象信息提取技术的城市用地分类[J]. 遥感技术与应用, 2008,23(1):31-35.
- [16] 佟彪,吴文波,张存. 面向对象的 QuickBird 影像道路提取[J]. 辽宁省交通高等专科学校学报, 2008,10(6):12-14.
- [17] 王文宇,李博. 基于 eCognition 的高分辨率遥感图像的自动识别分类技术[J]. 北京建筑工程学院学报, 2006,22(4): 26-29.

### 俄明年 2 月将发射第二颗 GLONASS-K 新型导航卫星

据俄新网 15 日报道,俄罗斯列舍特涅夫卫星信息系统公司设计局表示,新一代导航卫星 GLONASS-K 的第二颗卫星将于 2012 年 2 月发射。

据悉,GLONASS-M 三颗卫星是 11 月 4 日从拜科努尔航天发射场(哈萨克斯坦)进行集群发射的。12 月底,这三颗卫星应当开始运转并加入到 GLONASS 导航系统当中,同时还有几颗卫星将转为储备卫星。

列舍特涅夫卫星信息系统公司正式刊物之一的《西伯利亚卫星》报道称,“这些作为储备的卫星将用于新一代导航卫星 GLONASS-K 11 号卫星(2011 年 2 月发射完成),目前 GLONASS-K 11 号正在进行飞行研制试验;GLONASS-K 12 号卫星预计在明年 2 月实施发射。

此外,俄还计划到 2011 年底把 GLONASS-M 的另一颗卫星推入近地轨道。预计这颗卫星将搭载联盟-2.1B 运载火箭和 Fregat 助推器从普列谢茨克(阿尔汉格尔斯克州)航天发射场发射。