

基于高空间分辨率影像的小班区划技术研究

张良龙¹, 冯益明², 贾建华¹, 武红敢², 李增元²

(1. 西安科技大学, 陕西 西安 710054; 2. 中国林业科学研究院资源信息研究所, 北京 100091)

摘要:当前森林资源调查小班区划主要是在现地进行对坡勾绘, 这种方法存在人为主观性, 缺乏科学客观性。提出了面向对象的多尺度分割策略, 针对不同尺度的地物信息采用不同的分割尺度, 在此基础上构建多尺度分割等级网, 实现了地物信息的分层提取。进而对森林资源进行小班区划, 实验结果表明该方法可以大大提高基于影像自动解译的小班区划精度。

关键词:面向对象; 多尺度分割; 小班区划

中图分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-0323(2010)01-0132-06

1 引言

当前森林资源调查小班区划主要是以地形图作为工作手图, 在现地进行对坡勾绘, 这种方法存在人为主观性, 不同人对区划标准的掌握存在差异, 所以容易造成小班区划的不一致。

近年来, 随着空间遥感技术的发展, 高分辨率遥感影像在资源调查、环境监测等领域中的应用日益广泛。高分辨率卫星遥感以一种非常精细的方式观测地面, 所获取的高空间分辨率遥感影像可以更清楚地表达地物目标的空间结构特征与表层纹理信息, 可分辨出地物内部更精细的组成, 地物边缘信息也更清晰, 为分类和小班区划提供了有效途径。

先后有人提出了许多影像分类方法如各种神经网络方法^[1,2]、模糊分类^[3]、改进的最大似然分类^[4,5]等, 但这些方法就其本质而言, 是基于影像像素层次的分类, 不能从根本上适应高分辨率遥感影像的信息提取, 而且对色调空间分布等较为复杂的关系没有考虑。目前, 国内外一些研究人员已经尝试一种基于多尺度分割逐级分层提取地物目标的方法, 即在分级分割得到对象的基础上, 充分利用其对象信息(色调、形状、纹理、层次)和类间信息(与邻近对象、子对象、父对象的相关特征)对高空间分辨率遥感影像进行分类。如钱巧静等在2005年采用“自

上而下”方法对2002年ETM+与SPOT影像进行分割, 乔程等在2008年采用“自下而上”的面向对象方法对2005年7月IKONOS影像进行多尺度分割, 然后, 统计影像分割对象的光谱属性, 利用最邻近法对影像进行分类, 得到分类结果^[6-10]。但已有文献涉及基于高空间分辨率影像数据进行多尺度分割的小班区划技术研究的极少。

本文借助eCognition软件, 在森林资源小班区划边界控制条件下, 采用“自上而下”的面向对象分割技术对高空间分辨率影像数据SPOT-5进行分层次、逐级分割分类, 以此为基础, 在小班划分约束条件下, 对不符合小班区划要求的斑块进行适当手工干预, 达到森林资源小班区划目的。该方法提出了一条基于高空间分辨率影像进行小班自动区划的有效途径, 避免了区划不一致情况。实验结果表明, 该方法得到的区划精度明显高于传统的影像分类方法, 区划精度基本符合林业生产实际需求。

2 研究区概况

研究地区金沟岭林场位于吉林省汪清县境内东北部, 130° 05' ~ 130° 19' E, 43° 17' ~ 43° 25' N, 属长白山系, 总面积16 286 hm²。金沟岭属长白山系老爷岭山脉雪岭支脉, 地貌属低山丘陵, 海拔300 ~ 1 200 m, 坡度一般在10° ~ 25°, 个别陡坡在35°以

收稿日期: 2009-06-02; 修订日期: 2009-09-16

基金项目:林业公益科研专项“基于激光雷达和高空间分辨率遥感影像的林相图自动更新技术研究(200704019)”、863项目“面向地块的地物类型精细识别技术及其应用(2007AA12Z181)”与国家“十一五”科技支撑课题“森林资源综合监测信息采集处理技术体系研究(2006BAD23B01)”部分内容。

作者简介:张良龙(1984—), 男, 硕士研究生, 主要从事遥感图像处理、GIS应用与开发。E-mail: zyl8447@caf.ac.cn。

通讯作者:冯益明(1971—), 男, 副研究员, 博士, 主要从事“3S”技术及其在林业中应用研究。E-mail: fengym@caf.ac.cn。

上。林区属季风型气候,全年平均气温为 3.9℃ 左右,多年平均年降水量 600~700 mm。土壤主要是玄武岩中低山灰化土灰棕壤类型,平均厚度在 40 cm 左右。该林区属吉林省东部山地温带湿润针阔叶混交林地带的长白山红松云冷杉针阔混交林小区,其原生植被为红松针阔混交林。但经过长期的经营活动及其它人为干扰,部分天然红松针阔混交林已经演替成多种森林类型,还有相当部分经人工造林成为落叶松、红松和云杉纯林。

3 材料与方 法

3.1 材 料

研究选用当前森林资源调查中常用的 Spot-5 影像,进行小班区划研究。其数据来源选择的是东北汪清林业局 SPOT-5 全色与多光谱数据,影像范围为 130°05'~130°19'E、43° 17'~43° 25'N,空间分辨率为 2.5 m;此外还有 SPOT-5 影像正射校正用的 1:10 000 的 DEM 数据。

SPOT-5 遥感数据的高空间分辨率和多光谱分辨率为森林资源调查提供了丰富的、可靠的、高精度的基础数据源。从性价比来说,SPOT-5 卫星相对于其它高分辨率卫星如 IKNOS 和 QuickBird 而言在性价比上有较明显优势。

此外,选用大的地形线以及林班边界作为影像分割边界控制条件(见图 1)。

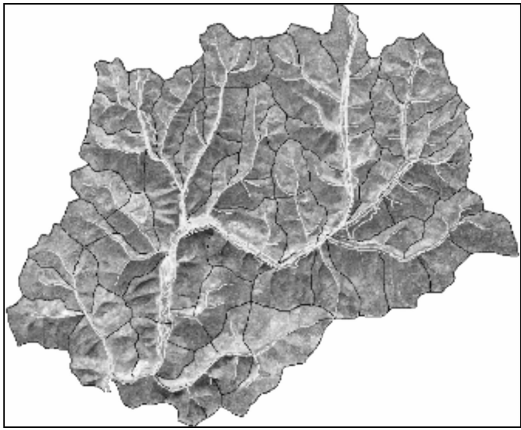


图 1 影像分割边界控制条件

Fig.1 The conditions for border control of image segmentation

3.2 方 法

在 eCognition 软件中进行多尺度、多层次分割。因为 eCognition 软件面向对象的遥感影像解译思想更接近人类思维模式,而且其解译和分类的精度较传统的分类软件有很大的提高^[11],它更适用于对大比例尺影像的解译,且在城市规划、农业和

林业等领域有许多成功案例^[12,13]。

在 eCognition 软件中,将多尺度分割分类结果进行矢量化输出,并将其导入到 ArcGIS。首先对该矢量结果进行光滑处理,并参考原始影像和小班约束条件,根据小班区划要求对斑块进行适当手工编辑,形成最终小班区划结果。

4 基于高分辨率影像的小班区划

4.1 技术流程(见图 2)

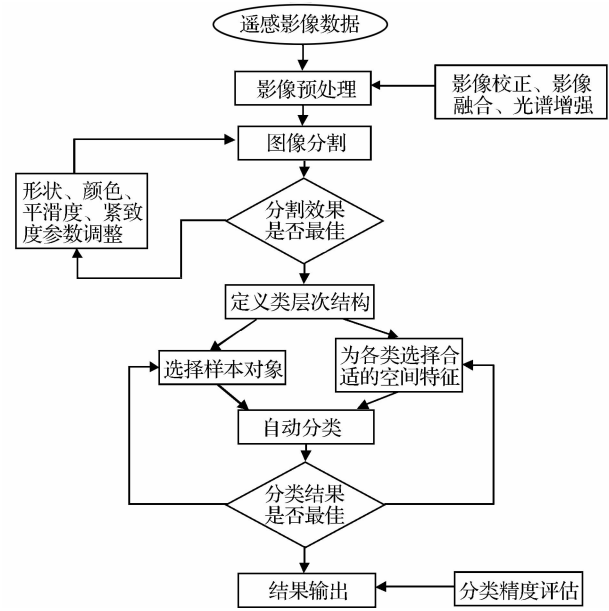


图 2 面向对象分类技术流程

Fig.2 Technology flowchart of object-oriented classification

4.2 面向对象的多尺度图像分割

4.2.1 影像预处理

eCognition 软件中,在进行分类处理之前对影像进行预处理,比如影像的正射校正、影像融合、图像光谱增强等处理,使其更利于图像分割及信息提取。

4.2.2 面向对象的多尺度图像分割

图像分割是生成图像对象的过程,产生一个图像对象层体系,为后续的分类或分割工作提供信息的载体和构建的基础。本文是在有专题层(林班线与大的地性线)的控制条件下进行的分割。

在运用 eCognition 软件进行影像分割的过程中,尺度参数是一个重要的参数,是判断所考察像素是否合并到邻近影像对象的标准,决定被分割影像对象的大小和信息提取的精度。为达到对影像对象进行有效分割,经过反复试验,选取的分割尺度分别为 90、70 和 40,形成 3 层影像对象层次网络。

影响分割结果的另一个参数是均质影像标准：颜色参数和形状参数(紧凑度和光滑度)。经过多次尝试,确定均质标准参数:颜色(光谱)权重为 0.9,形状权重为 0.1,其中光滑度权重为 0.5,紧质度权重为 0.5。

4.2.3 图像分类

基于 SPOT-5 影像的土地类型分为林地和非林地两大类,其中林地划分为 5 个地类,见表 1。

表 1 基于 SPOT-5 影像的林地分类系统表

Table 1 Based on SPOT-5 forest classification system				
序号	一级	二级	三级	备注
1	有林地	乔木林	针叶林	
			阔叶林	
			混交林	
			红树林	
			竹林	
2	疏林地			
3	灌木林地			
4	苗圃地			
5	其它林地		未成林造林地、无立	
			木林地、宜林地	

以表 1 为基础,构建类层次结构,结果如下图 3 所示。

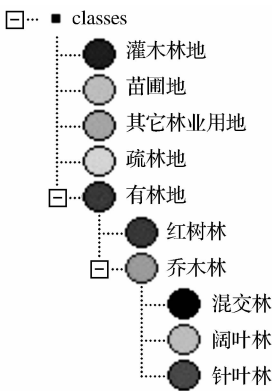


图 3 类层次结构

Fig. 3 Class hierarchy

第一次分割尺度为 90,对分割结果采用标准最邻近分类器进行分类,将分割结果按表 1 的一级类进行分类,分出有林地、疏林地、灌木林地、苗圃地和其它林业,结果如图 4。

第二次分割尺度为 70,以一级类有林地边界控制条件,对 SPOT-5 进行第二次分割,在有林地基础上分出红树林、乔木林和竹林,结果如图 5。

第三次分割尺度为 40,以二级类乔木林地边界控制条件,对 SPOT-5 进行第三次分割,对分割结

果进行再次分类,分出针叶林、阔叶林、混交林,结果如图 6。

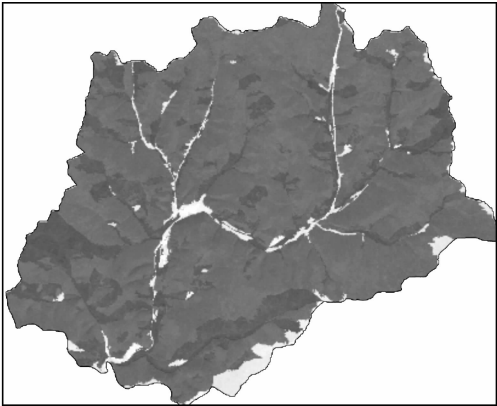


图 4 第一层分类结果

Fig. 4 The results of the first level of classification

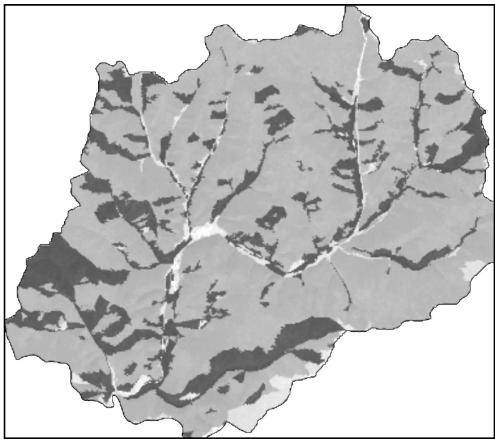


图 5 第二层分类结果

Fig. 5 The results of the second level of classification

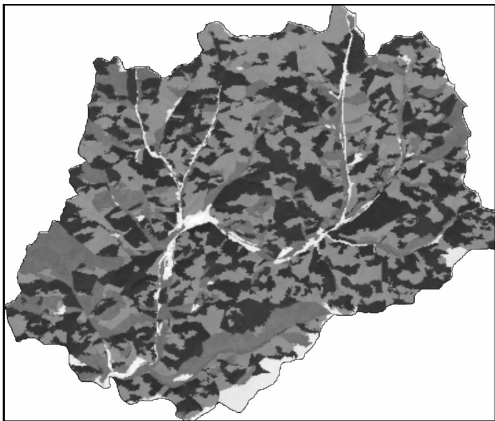


图 6 第三层分类结果

Fig. 6 The results of the third level of classification

此外,在每次分类中,需通过校正误分样本对象进行分类结果改正。如此反复迭代,直到得到满意的分类结果。

4.2.4 对矢量化结果进行编辑处理

将分类结果以矢量的格式导出。首先在 Arc-GIS 中对其进行光滑处理,并参考原始影像及在小班划分约束条件下,对不符合小班区划要求的斑块进行适当手工干预,达到森林资源小班区划目的。小班区划结果如图 7 所示。

5 精度验证

遥感分类结果和地面实际情况总是存在一定的误差,所以精度评价是遥感地物分类当中的重要环节,目前精度评价最广泛使用的方法是基于误差矩阵的统计方法^[14,15]。由野外调查取得样点对分类结果进行精度评价,评价结果见表 2,为了便于对比,在 ERDAS 中将利用传统的最大似然法统计得到的分类精度列入表 3。从表 2 和表 3 可以看出,

同传统的监督分类方法相比较,利用本文所提出的方法总体分类精度从 68%增长到 89%。

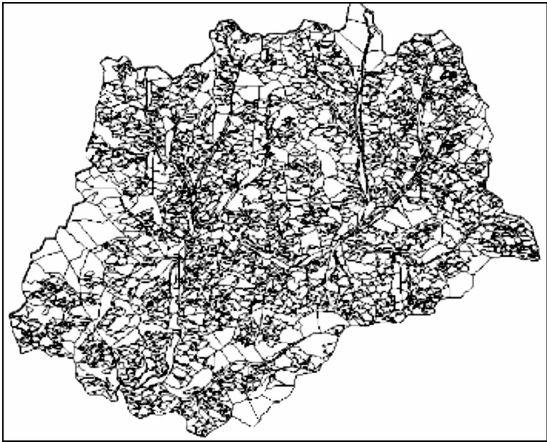


图 7 小班区划结果

Fig. 7 The result of sub-compartment division

表 2 基于多尺度分割的面向对象分类方法结果精度评价

Table 2 Accuracy assessment result based on object oriented multi-scale segmentation classification method					
类别	检验样本数	被分类总数	正确分类数	生产者精度/%	用户精度/%
未分类数	17	0	0		
灌木林地	163	158	132	81	84
苗圃地	81	96	74	91	77
其它林业用地	71	68	59	83	87
有林地	1 084	1 077	914	84	85
乔木地	1 471	1 467	1 341	91	91
红树林	43	52	38	88	73
混交林	1 210	1 218	1 107	91	91
针叶林	1 187	1 183	1 071	90	91
阔叶林	615	623	565	92	91
总计	5 942	5 942	5 301	89	89
总体分类精度=89%					

表 3 监督分类最大似然法精度评价

Table 3 Accuracy assessment of maximum likelihood classification					
类别	检验样本数	被分类总数	正确分类数	生产者精度/%	用户精度/%
未分类数	22	0	0		
灌木林地	167	161	105	63	65
苗圃地	79	97	61	77	63
其它林业用地	75	69	49	65	71
有林地	1 076	1 083	724	67	67
乔木地	1 474	1 464	895	61	61
红树林	45	54	30	67	56
混交林	1 202	1 219	846	70	69
针叶林	1 179	1 177	867	74	74
阔叶林	623	618	479	77	78
总计	5 942	5 942	4 056	68	68
总体分类精度=68%					

6 结 语

研究中,采取大的地性线与已有林班线为边界控制条件,在 eCognition 中对影像进行边界控制条件下的多尺度、多层次分割,在此基础上,进行小班区划,得到了较好精度。研究为解决森林资源自动区划提供了有效途径。

研究中采用的面向对象遥感图像分类方法,不仅能够充分利用高分辨率遥感图像丰富的空间信息,并能自动提取现实世界中的地理目标,而且还能输出带有属性表的多边形,可以解决森林资源用图的及时更新。

7 讨 论

森林资源调查小班区划总是遵从一些大的划分原则,如大的地性线、分类经营区划线、权属边界线、土壤类型区划线等,对这些边界,也基本是小班的边界。如果这些资料能够收集得很全很完善,那么就可以大大提高小班区划与实际生产的精度。而实际生活中不可能将所有的资料都收集完整,这可能是造成精度不是很高的一个原因。

本文采用的分类方法与传统的监督分类方法相比较,精度有大幅提高,主要在于传统监督分类方法只利用像素的光谱特征进行分类,使得一些光谱相近的地物很难区分。而本文采用的基于面向对象的分类方法不仅利用对象的光谱特征,更充分利用了对象的空间特征,这使得一些通过光谱特征很难区分或者根本无法区分的地物很容易的被提取出来。

虽然目前的软件已采用面向对象及其之间的空间关系(形状、大小、位置等)来判别复杂目标,但对高层次语义知识的利用水平还有待进一步提高,目前还相当程度依赖人为性和主观性,设置的样本对象不同,往往导致分类结果有较大差异。

参考文献:

- [1] Iio Y, Omatu S. Category Classification Method Using a Self-organizing Neural Network[J]. International Journal of Remote Sensing, 1997, 18(4): 829-845.
- [2] Zhang Hongmei, Bian Zhengzhong, Yuan Zejian, *et al.* A Novel Multiresolution Fuzzy Segmentation Method on Mr Image[J]. Journal of Computer Science and Technology, 2003, 18(5): 659-666.
- [3] Rieotta C. Evaluating the Classification Accuracy of Fuzzy Thematic Maps with a Simple Parametric Measure[J]. International Journal of Remote Sensing, 2004, 25(11): 2169-2176.
- [4] Liu Gang. Remote Sensing Image Segmentation with Probabilistic Neural Networks[J]. Geo-spatial Information Science (Quarterly), 2005, 8(1): 28-32.
- [5] Luo Jiancheng, Wang Qinmin, Ma Jianghong, *et al.* The EM-based Maximum Likelihood Classifier for Remotely Sensed Data[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2002, 31(3): 234-239. [骆剑承, 王钦敏, 马江洪, 等. 遥感图像最大似然分类方法的 EM 改进算法[J]. 测绘学报, 2002, 31(3): 234-239.]
- [6] Qian Qiaojing, Xie Rui, Zhang Lei, *et al.* Land Cover Extraction Based on Object Oriented Analysis[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2005, 20(3): 338-342. [钱巧静, 谢瑞, 张磊, 等. 面向对象的土地覆盖信息提取方法研究[J]. 遥感技术与应用, 2005, 20(3): 338-342.]
- [7] Qiao Cheng, Luo Jiancheng, Wu Quanyuan, *et al.* Object-oriented Method Based Urban Building Extraction from High Resolution Remote Sensing Image[J]. Geography and Geo-Information Scienc, 2008, 24(5): 36-39. [乔程, 骆剑承, 吴泉源, 等. 面向对象的高分辨率影像城市建筑物提取[J]. 地理与地理信息科学, 2008, 24(5): 36-39.]
- [8] Xing Qiang, Yuan Baozong, Tang Xiaofang. Unsuper Vised Multiresolution Image Segmentation Integrating Color and Texture[J]. Chinese Journal of Electronics, 2004, 13(1): 49-53.
- [9] Cao Xue, Ke Changqing. Classification of High-resolution Remote Sensing Images Using Object-oriented Method[J]. Applied Technology, 2006, 11(4): 27-30. [曹雪, 柯长青. 基于对象级的高分辨率遥感影像分类研究[J]. 应用技术, 2006, 11(4): 27-30.]
- [10] Su Wei, Li Jing, Chen Yunhao, *et al.* Object-oriented Urban Land-cover Classification of Multi-scale Image Segmentation Method—A Case Study in Kuala Lumpur City Center, Malaysia[J]. Journal of Remote Sensing, 2007, 11(4): 521-530. [苏伟, 李京, 陈云浩, 等. 基于多尺度影像分割的面向对象城市土地覆被分类研究——以马来西亚吉隆坡城市中心区为例[J]. 遥感学报, 2007, 11(4): 521-530.]
- [11] Chen Yunhao, Feng Tong, Shi Peijun, *et al.* Classification of Remote Sensing Image Based on Object Oriented and Class Rule[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2006, 31(4): 316-320. [陈云浩, 冯通, 史培军, 等. 基于面向对象和规则的遥感影像分类研究[J]. 武汉大学学报—信息科学版, 2006, 31(4): 316-320.]
- [12] Zhou Chunyan, Wang Ping, Zhang Zhenyong, *et al.* Classification of Urban Land Based on Object-oriented Information Extraction Technology[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2008, 23(1): 31-35. [周春艳, 王萍, 张振勇, 等. 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.]
- [13] Zhang Zhenyong, Wang Ping, Zhu Lu, *et al.* Application of the eCognition Technology to Information Extraction from High Resolution Remote Sensing Image[J]. Land and Resources Informatization, 2007, 33(2): 15-17. [张振勇, 王萍, 朱鲁, 等.]

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,2007,33(2):15-17.]

[14] Wang Wenyu,Li Bo. Auto-identify Classification Technology Adopted to High-resolution Remote Sensing Image by eCognition Software[J]. Journal of Beijing Institute of Civil Engineering and Architecture,2006,22(4):26-29. [王文字,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.]

[15] Cai Yinqiao,Mao Zhengyuan. A Method for Classification of High Resolution Remotely Sensed Images Based on Multi-feature Objects and Its Application[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2007,71(1):77-81. [蔡银桥,毛政元. 基于多特征对象的高分辨率遥感影像分类方法及其应用[J]. 国土资源遥感,2007,71(1):77-81.]

Technology Study in Division of Forest Resources Based on the High-spatial Resolution Remote Sensing Images

ZHANG Gen-long¹,FENG Yi-ming²,JIA Jian-Hua¹,
WU Hong-gan²,LI Zeng-yuan²

(1. Xi'an University of Science and Technology,Xi'an 710054,China; 2. Research Institute of Forest Resources Information Techniques,Chinese Academy of Forest,Beijing 100091,China)

Abstract: The main method of current forest resources sub-compartment division is adopted drawing division boundary according to the condition of opposite hillside in the field,which existence of human subjectivity and lacks of scientific objectivity in this approach. This paper brings forward the strategy of object-oriented multi-scale segmentation,which takes different segmentation scales according to the feature information of diferent scales. Based on this,the multi-scale segmentation network is established and the layered extraction of the feature information is realized. And then in sub-compartment division of forest resources, experimental results show that the method can greatly improve the accuracy of the sub-compartment division in image-based automatic interpretation.

Key words: Object-oriented;Multi-scale segmentation;Sub-compartment division