

面向对象的图像分类方法与彩色扫描 地形图林地层的自动提取

唐古拉^{1,2} 张宝雷^{1,2} 孙育秋¹

(1. 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 成都市人民南路四段九号, 610041;

2. 中国科学院研究生院, 北京市玉泉路 19 号甲, 100039)

[摘要]提出了一种基于面向对象分类方法的彩色扫描地形图林地层自动识别方法, 简要阐述了这种方法的基本概念和原理, 分析和讨论了该方法的优越性和林地层提取效果, 为基于地形图计算林地面积, 找林地动态变化或土地利用类型变化的研究提供了方法参考。

[关键词]面向对象分类方法; 彩色扫描地形图; 自动提取

测绘信息网 <http://www.othermap.com> 网友测绘人提供

OBJECT ORIENTED IMAGE ANALYSIS AND AUTOMATIC SEPARATION OF THE WOODLAND AREA IN SCANNED COLOR RELIEF MAP

TANG Gu-la^{1,2} ZHANG Bao-lie^{1,2} SUN Yu-qi¹

(1. Chengdu Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS, CHENGDU 610041, China;

2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, BEIJING 100039, China)

Abstract: This paper brings forward a new method of automatically separates the woodland area from the scanned color relief maps, based on the object oriented image analysis. On which the basic concepts and theories Expatriated. And discussed the advantages and the effect of the method, provide us a way in the research of woodland dynamics or land use changes by using color relief maps.

Key words: object oriented; image analysis; color relief map; automatic separation

基于面向对象分类方法的彩色扫描地形图林地层自动识别, 是充分利用地形图上各要素的颜色指数、面积指数、形状指数、拓扑关系等分割具有不同特征的目标对象, 从而实现地形图林地区域自动识别的过程。由于彩色扫描地形图中不同颜色的要素之间有压盖或重叠现象, 同时, 即使人眼看起来属于同一种颜色的要素, 其颜色特征值也常常会出现颜色跳跃现象。因此采用多种颜色聚类中心分类提取, 或采取传统的基于像元的分类方法无法有效地提取地形图上的地理要素。传统的基于像元的分类方法较多是只利用不同波段的光谱值进行单像元分类, 如果不只考虑像元的光谱值, 还利用像元和其周围的像元之间的空间关系, 如图像纹理、特征大小、形状、方向性、复杂性和结构等等, 则由于计算复杂性太高和运算量太大而很难完成。目前国内对彩色扫描地形图自动识别的研究已经取得了一定的进展。程起敏等提出了一种基于颜色特征的地形图要素自动分层的方法, 手工选取彩色特征空间的直方图聚类中心, 并设定颜色差距界值后归类得到分版图; 刘学利用知识来识别地形图上地理要素;

冯玉才等利用枚举聚类法和平滑聚类法进行颜色分层; 朱文忠在均匀色度空间利用模糊分割模型进行图像分割; 黄培之顾及到彩色地图的颜色特点, 利用地图知识辅助提出分层算法等, 但这些方法都是基于像元的, 且不能解决不同要素间的压盖问题, 如不能把林地重叠区内的注记还原为林地等, 从而无法统计林地的面积。本文作者把面向对象分类的方法成功地运用到彩色地形图林地层提取上, 综合考虑了地形图要素的拓扑关系、色彩、形状、面积大小等, 并在 eCognition 软件中得到实现。

1 面向对象的分类方法

面向对象的分类方法, 在分类的初期阶段就将待分类图像分割成为具有类似信息的像元集合, 在图像上表现为一个个的图斑对象。在以后的分类过程中这些图斑对象就是最基本的分类单元。同时采用决策支持的模糊分类算法, 并不简单地将每个对象简单地分到某一类, 而是给出每个对象隶属于某一类的概率, 便于根据实际情况进行调整, 同时, 也可以按照最大概率产生确定分类结果。在建立专家决策支持系统时, 建立不同尺度的分类层次, 在

每一层次上分别定义对象的光谱特征、形状特征、纹理特征和相邻关系特征。其中，光谱特征包括均值、方差、灰度比值；形状特征包括面积、长度、宽度、边界长度、长宽比、形状因子、密度、主方向、对称性、位置等，对于线状地物包括线长、线宽、线长宽比、曲率、曲率与长度之比等，对于面状地物包括面积、周长、紧凑度、多边形边数、各边长度的方差、各边的平均长度、最长边的长度；纹理特征包括对象方差、面积、密度、对称性、主方向的均值和方差等。通过定义多种特征并指定不同权重，建立分类标准，然后对图像分类。分类时先在大尺度上分出“父类”，再根据实际需要感兴趣的地物在小尺度上定义特征，分出“子类”。由于分类是基于一个个的图斑对象，每个对象内部具有最大相似的光谱值，在以后的分类过程中不再考虑图斑对象内部的差异，同时“子类”必然继承“父类”的特征，分“子类”只需要运算它有别于“父类”的特征，减少了运算冗余量和复杂度，降低了运算量，因此易于实现。

1.1 图像多尺度分析

对图像分析来说，尺度是一个非常重要的概念。尺度决定了研究对象是否存在及其存在的状态，不同的尺度下对象表现出不同的状态。在现实生活中人眼观看物体的距离不同，则所看到的景象不同就是一个很好的例子。具体地说比如我们观察一座城市，当距离较近时我们能看清楚每一幢每一间住房；当距离稍远我们看不清单个房间，但我们能够清楚的看到大厦和道路等所形成的景象；当距离再远一些，已看不清城市的内部特征，但我们能看到城市、农村和河流所存在的相邻关系。观看城市的三个“距离”就是三个不同的尺度。距离的从近到远过程与图像分析的从具体到抽象过程类似，也就是分析尺度从小到大的过程。面向对象的分类方法把不同尺度下的对象关系以“子类”、“父类”的关系表示出来，并加以利用，这用传统的以像元为基础的图像

分析方法是很难办到的，甚至是不可能的。需要注意的是尺度与几何分辨率之间有巨大的差异：几何分辨率表示一个像元所代表的实际地物大小，尺度表示了信息提取的抽象程度。研究一幅图采用不同的尺度而不是采用不同的分辨率，能够容易地理解图像内各对象之间的相互关系。

1.2 像元图斑对象化

作为面向分类方法基本单元的图斑对象，在 eCognition 软件中它的形成根据以下三个原则：

(1) 光谱（色调）异质性，它是通过计算特定权重值下各个数据层（对于 RGB 地形图是指 R、G、B 三个数据层）光谱值的标准差之和，计算公式为：

$$h_{spectral} = \sum_c w_c \sigma_c$$

其中 w_c 为 c 数据层的权重， σ_c 为 c 数据层上光谱值的标准差。

(2) 质密度异质性，它的计算公式是：

$$h_{compact} = \frac{l}{\sqrt{n}}$$

其中 l 为图斑对象的实际边界， n 为组成图斑对象的像元数。

(3) 光滑度异质性，它的计算公式是：

$$h_{smooth} = \frac{l}{b}$$

其中 l 为图斑对象的实际边界， b 为图斑对象的最短可能边界长度。

1.3 层次网络模型

面向对象的分类方法研究的基本单元是图斑对象，从最初阶段基于颜色、形状等参数形成分割的图斑对象，到多尺度分析，到最后整个分类工作的完成，每个对象都明确它在整个层次网络中的位置，它的相邻对象是哪些，它的子对象、父对象是谁。eCognition 软件中的网络结构模型如图 1 所示。分类过程中一旦对象所属类别发生变化，或对象的组合关系发生变化等等，层次网络中各对象的关系也自动相应发生变化。正是对象之间这种明确的关系使得图像对象间的多种关系能够顺利传播，为图像的分析带来了便利。

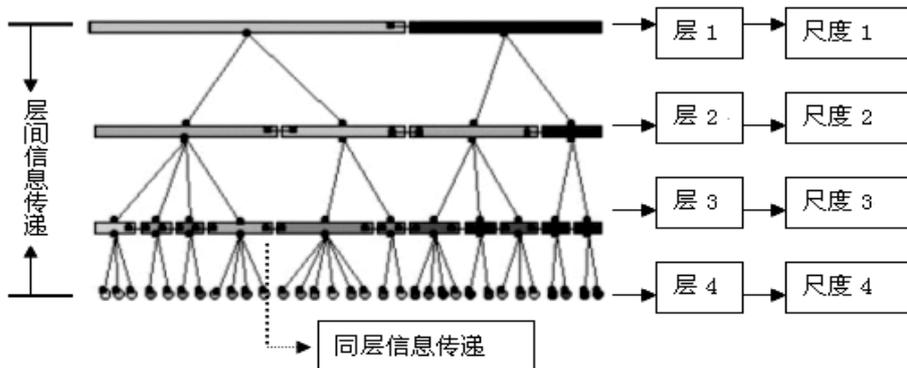


图 1 eCognition 软件中的层次网络模型

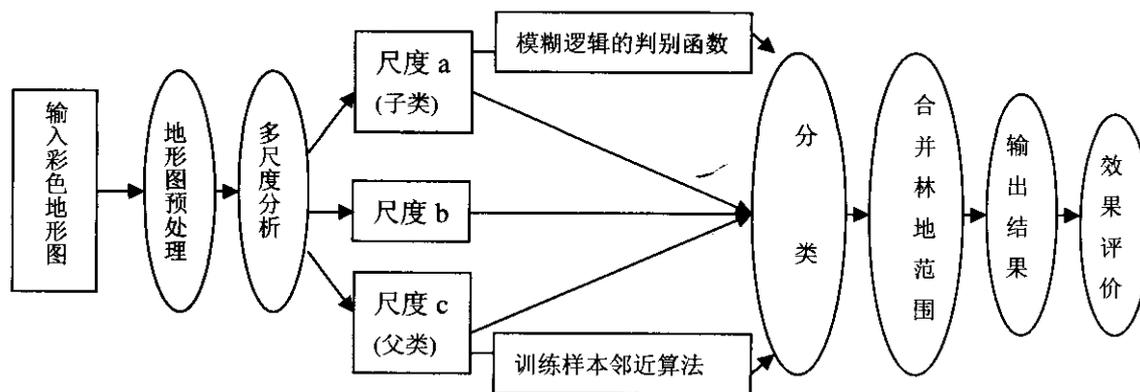


图2 运用 eCognition 软件自动提取地形图林层的流程图

2 彩色扫描地形图林地层的自动识别过程

彩色扫描地形图林地层的自动识别过程如图 2 所示。实验样本如图 4 所示，为 RGB24 位真彩色图像，分辨率为 300dpi，是由中国人民解放军总参谋部测绘局制作，基于 1968 年版图式的 1: 100000 地形图的一部分。地形图的绿色范围包括森林、果园、竹林、苗圃、和灌木林，本文将它们统称为林地。样本经过简单的预处理，如变形纠正、去污点等，如果林地层要应用到林地分布及土地利用面积变化的研究中去，还应对地形图作精纠正和投影变换。经预处理后的地形图被导入到 eCognition 软件中，eCognition 是典型的面向对象的图像分析软件，它能多尺度地运用邻近算法和模糊判别归类方法，实现图像不同要素的分类识别。首先要对地形图图斑对象化，图斑对象化基于尺度、颜色、形状（形状又包括光滑度、质密度两个参数）和数据层。尺度可以根据需要取任意正数，颜色、形状、光滑度、质密度的取值范围都是从 0 到 1，表示基于各参数

实现象元图斑合并的权重系数大小。参数大小的确定大多是采用试探法，实验时反复用不同大小的各参数分析图像，最终比较其效果，以得到最佳的参数设置。在 eCognition 软件中提供了参数分析的功能模块，其界面如图 3 所示。

本实验分三个尺度对地形图进行分析，尺度参数、分割用的参数、数据层参数如表格 1 所示。实验中尺度 a 只用了 RGB 地形图中的 G 层，因为该层的比率能很好地识别出林地范围。但它会在林地范围内部产生白斑（实验中把尺度 a 的非林地范围设置成为白色），这些白斑是属于林地的，它的比率却低于初始比率值（在实验中初始比率值取大于或等于 0.345），同时它也会在林地边沿把不属于林地的区域划分到林地区域中。尺度 c 也会出现类似的情况，但它判错的区域与尺度 a 完全不同，尺度 c 采用选取样本的方式，运用邻近算法对图像分类。样本的选取量不一定多，但选取的样本一定是具有代表性的。可以运用试分类多次选取的方法逐渐完善样本，地形图的分

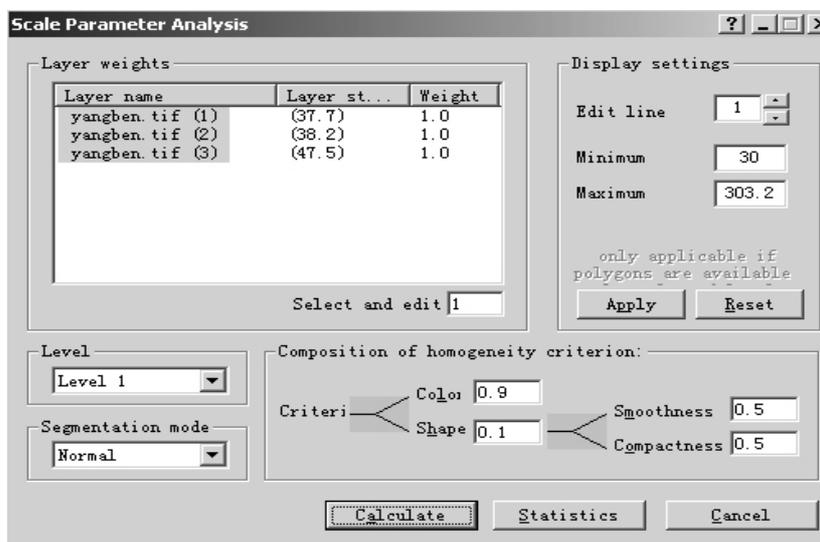


图3 参数分析界面

本选取相对较简单,十几个有代表性的样本就够了。尺度 c 和尺度 a 最终结合起来考虑,分别作为尺度 b 的父类尺度和子类尺度,在尺度 b 中获得最终林地范围,它是三个尺度下各类综合运算的结果。内部的白斑可以通过设定空白面积不大于 50 像素,被包围在林地内两个条件来归类,再合并到林地范围中去。由于注记包括了地形图中的公里网线、文字符号、住房符号等,要把它们之中属于林地的部分单独归类,这些是叠加在林地层上的覆盖了林地部分,包括林地内的文字符号、数字符号、林地类型符号(如苗圃符号、灌木符号)、住房等,其中林地内的住房面积是不应该划分到林地面积中去

的,有别于其它林地内的注记。这些本来相同的注记,要根据它们所在的空间位置不同、相邻关系不同、形状不同、面积不同将它们区分开来。以注记中住房符号的区分为例,一个典型的零星住房符号具有如下的特征:不在江河内,矩形近似指数 0.80 以上,长宽比 1.50 以上,形状指数 1.20 左右,质密度指数 1.40 左右,有一个以上内角为直角等,具有这些特征的注记必定是住房符号。在 eCognition 软件中这样的指数多达几十种,使图像的分析 and 归类变得简单易行。通过采样获得各类别的相关指数值后,便可以实现全自动提取。经多次试验,最终获得的林地层提取结果如图 5 所示。

表 1 林地层提取分割参数表

分割尺度	尺度参数	颜色	形状	形状设置		数据层
				光滑度	质密度	
尺度 a	0.5	0.8	0.2	0.3	0.7	G
尺度 b	10	0.8	0.2	0.5	0.5	R、G、B
尺度 c	30	0.8	0.2	0.6	0.4	R、G、B

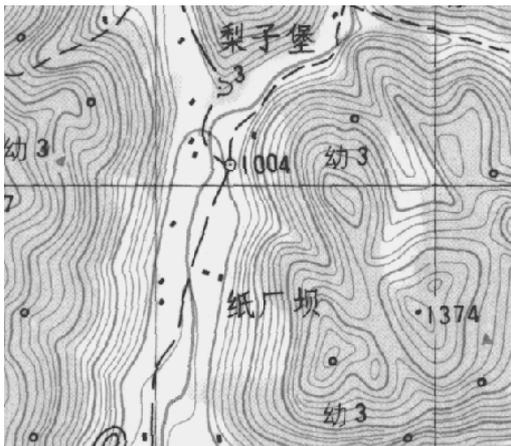


图 4 实验样本



图 5 自动提取的林地层(阴影部分)



图 6 手工提取的林地层(阴影部分)



图 7 边沿叠加分析

3 自动提取结果分析

为了检查采用面向对象分类方法所获得的林

地层效果,把自动提取的林地层和手工提取的林地层进行叠加分析。手工提取林地层是在 Arcview3.3 中完成的,林地层手工提取图如图 6 所示。林地层自动提取结果生成的矢量多边形可以在 eCognition 中自动获得,将该结果和林地层手工提取图的矢量多边形(.shp 文件)在 Arcview3.3 中叠加,边沿叠加效果如图 7 所示。从叠加图我们可以看出,自动提取和手工提取结果基本一致。实际工作中手工提取林地层,可能会因在不同的比例视图提取,或者不同的人员提取,而产生误差。采用面向对象的自动提取方法林地层,一定程度上边沿会受到等高线或注记的影响。但采用自动提取方法会提高工作效率,减少人为误差,节省人力物力。

4 总结与讨论

面向对象的分类方法与传统的基于像元的分类方法有着很大的不同,它综合考虑了图像内各对象的颜色、形状、空间关系等特征,并可以采用不同的尺度进行多尺度综合分析。运用面向对象的方法提取彩色扫描地形图林地层,能达到实际工作中的需要,自动生成的林地层多边形可以直接导入到 GIS 软件中,进行叠加分析,动态变化分析等。不足之处在于,彩色扫描地形图中各要素的属性值,可能会由于地形图不同而存在一定的差异,地形图不同可能是由于年代不同或区域不同造成的色彩渲染不同,实际工作中往往要根据提取的当前地形图调整参数。如果是同一批地形图,并且质量较好,将各要素预处理到相同的色彩等级上,则会大大地提高林地区域批量自动提取的效率。

参考文献

- [1]Benz U C,Hoffmann P,Willhauck G,Lingenfelder I,Heynen M. Multi-resolution,object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing,2004,58,239-258.
- [2]程起敏,杨崇俊,邵振峰.彩色扫描地形图自动分色与处理[J].测绘信息与工程,2003,28(5):4-6.
- [3]Andrea S. Laliberte', Albert Rango, Kris M. Havstad, Jack F. Paris, Reldon F. Beck, Rob McNeely, &Amalia L. Gonzalez. Object-oriented image analysis for mapping shrub encroachment from 1937 to 2003 in southern New Mexico, Remote Sensing of Environment,2004,93,198-210.
- [4]刘学.基于知识的地图自动识别理论[D].武汉:武汉测绘科技大学,1995.
- [5]冯玉才,宋恩民,孙小薇.地图自动识别系统中按颜色分层的算法及实现[J].软件学报,1995,6(7):435-439.
- [6]朱文忠.基于颜色特征的地形图要素分割与识别[J].模式识别与人工智能,1996,2(9):194-200.
- [7]黄培之.实现彩色地图扫描资料自动分层的图径与方法[J].测绘学报,1998,27(4):318-324.
- [8]Definiens Imaging. eCognition User Guide. Germany, 2004:59-375.

[收稿日期] 2005-03-01

[作者简介] 唐古拉(1980—),男,硕士研究生,研究方向:地图学与地理信息系统。

(上接第 171 页)

3.2 GPS-PDA 野外数据采集作业流程

在基站和移动站都开机处于接收状态后,进行野外动态测量,首先打开 PDA 进入系统主界面,新建数据文件或打开数据文件,用于存储采集的几何数据,接着导入导航底图;然后设定测量模式,接收 GPS 点位数据构成图斑并记录变化图斑或权属界线的属性数据,最后保存数据,退出系统。

4 结束语

移动电子地图作为一种新型的电子地图品种,综合了最新的电子技术、无线通信技术、网络技术,在未来的发展中必将成为电子地图研发和应用的焦点。移动电子地图小巧,便捷,方便的地理信息查询功能和移动定位导航等特点,使其在野外数据采

集作业中取得了良好效果。

参考文献

- [1]杜今阳.关于 PDA 电子地图系统的研制[J].测绘通报,2003,(5).
- [2]龚国清等.GPS 电子地图的设计与研究[J].中国地质大学学报,1998,(7):65-68.
- [3]吴信才.地理信息系统原理与方法[M].北京:电子工业出版社,2002.28-38.
- [4]Hearn D.计算机图形学(第2版)[M].蔡士杰等译.北京:电子工业出版社,2002.

[收稿日期] 2005-06-07

[作者简介] 卢鑫(1981—),女,南京人,硕士研究生,主要从事 GPS 导航定位、嵌入式系统的研究。