

多种特征信息在高分辨率遥感影像目标识别中的应用研究

王俊芳 杨武年 李玉霞 夏涛 万里红 李刚
(成都理工大学遥感与 GIS 研究所, 四川成都, 610059)

[摘要] 以 Quickbird 影像为研究对象, 探讨了利用多种特征信息识别地物目标的技术方法。首先采用区域生长法将影像分割为若干个具有语义信息的对象, 然后在此基础上提取对象的光谱、形状和纹理特征并进行描述, 最后根据提取的特征参数, 采用最近邻方法将影像分为建筑物、公路、铁路、水塘、耕地、林地和荒地 7 类地物目标, 综合分类精度达到 91.03%。研究表明, 多种特征信息的综合利用, 在目标分类与识别方面明显优于传统的基于单一光谱特征的方法, 在一定程度上提升了遥感信息的智能化水平。

[关键词] 特征; 目标; 图像分割; 最近邻分类

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

Recognizing and Classifying Object by Using Multiple Features

WANG Jun-fang, YANG Wu-nian, LI Yu-xia, XIA Tao, WAN Li-hong, LI Gang

(Institute of RS & GIS, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: Take Quickbird image as example, this paper discusses the technique of target recognition using multiple features information. Firstly, the image was segmented into semantic segments by Region - Growing method, and then the spectral, shape and texture features was extracted and described, based on these feature parameters, the image was classified to seven classes, they are buildings, roads, railway, lake, vegetation, forest and wasteland, and the total accuracy is 91.03%. The results indicate that the technique integrating multiple feature information overcomes the limitation of traditional pixel - based approach, besides, it improves the intelligence of information extraction to some degree.

Key words: feature; target; image segmentation; nearest neighbor classification

1 引言

目前, 在高空间分辨率遥感影像分析方面, 基于特征来进行地物目标的识别与分类是遥感科学研究的一项重要内容^[1]。神经系统科学研究认为, “特征是有关对象识别与分类的基础”^[2]。遥感图像信息特征主要包括光谱特征和空间形态特征^[3] (包括形状特征和纹理特征)。传统的遥感图像目标识别方法主要基于光谱特征, 利用数理统计方法对像元进行分类, 如监督分类和非监督分类, 对早期中低分辨率遥感图像有着较好的分类效果。近年来, 随着遥感卫星数据获取技术的不断发展, 遥感影像空间分辨率不断增高, 已经达到甚至突破米级, 如 IKONOS 和 Quickbird 影像。相对于多光谱遥感图像来说, 高分辨率遥感图像具有丰富的空间信息, 地物几何结构和纹理信息明显, 在这种情况下, 传统的基于像元光谱统计的影像处理方式所能获得的信息十分有限, 且效率低下。加之从特征选择上看, 物体的形态是人的视觉系统分析和识别物体的基础^[4], 更能代表物体的本质特征, 并具有平移、缩放和旋转不变等特点, 是目标的代表性特征之一。

基于上述原因, 综合波谱特征信息和空间形态

特征信息的图像分析方法受到了越来越多的重视。近年来, 国内相继出现了一些有关的研究和论述, 如明冬萍等利用这种方法提取块状单元^[5]; 鲁学军等在遥感影像分析中引进空间特征, 进行机场的识别^[6]; 牟凤云和朱博勤等提出了基于多特征的高分辨率遥感图像分析方法^[7]; 林辉等对 QuickBird 图像信息进行识别采用的方法也是利用了图像的空间形态特征信息^[8]。在国外, 第一款综合了光谱特征信息和形态特征信息的图像分析软件 eCognition^[9] 已经广泛投入商业应用, 并得到了多方面的肯定。基于此, 本文以 QuickBird 影像为例, 探讨了基于多种特征信息的目标识别与分类方法。

2 技术方法

从遥感图像上识别地物目标是图像识别的重要研究内容之一。从整体上看, 图像识别主要包括图像预处理、图像特征提取和分类判决等几个部分。流程首先利用区域合并方法对图像进行分割获取具有语义信息的对象, 然后在分割基础上选择需要提取的光谱、形状和纹理特征作为对象特征参数, 最后根据这些特征参数采用最近邻判别函数对对象进行分类判决, 得到地物目标。总体技术流程见图 1。

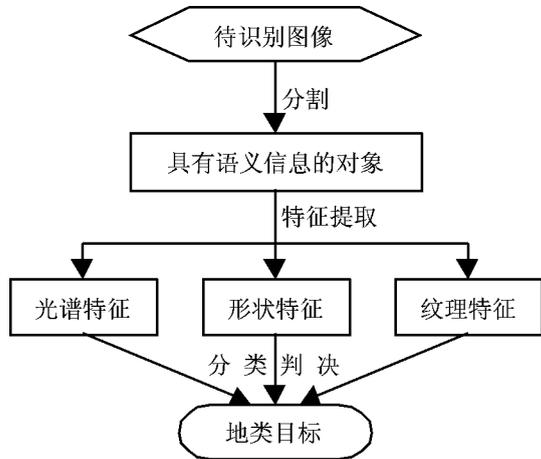


图1 目标识别流程图

2.1 图像分割

在遥感图像上，同类地物往往表现为具有相似特征的“同质均一”单元，通常定义为对象。无论是对高分辨率遥感影像的信息提取还是地物目标识别，均是基于对对象的分类。对象的获取大多是通过图像分割来实现的。

图像分割方法可分为基于边缘检测的方法和基于区域生成的方法两大类^[10]。基于边缘检测的方法



图2 影像分割结果

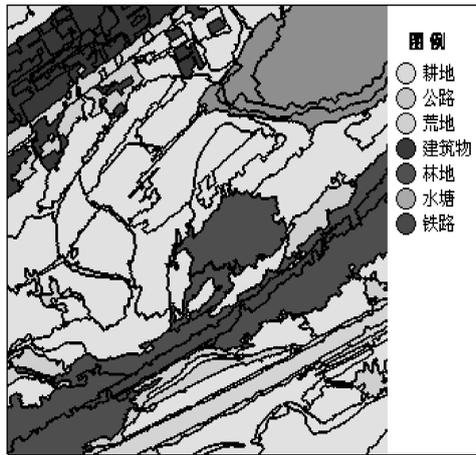


图3 分类结果图

所用 Quickbird 影像上人工地物、水体和植被之间的光谱差异明显，建筑物和道路形状结构特征突出，耕地和林地纹理信息丰富，将光谱异质性权重 w 设置为 0.8，则形态异质性所占权重为 $1 - 0.8 = 0.2$ 。如图 2 所示，影像被分割成若干个具有语义信息的对象。

2.2 分类识别

特定的目标总是和一定的特征或特征组合相对应，只有选择合适的特征或特征组合，才能把某一目标与其他目标区别开来。所用 Quickbird 影像可划分为建筑物、公路、铁路、水塘、耕地、林地和荒

一般采用 Sobel、Laplacian、Canny 等算子检测出符合特性的边缘像素，并将其连成边界形成区域。然而当图像存在噪声时，用这些算子得到的边缘往往有缺口、毛刺等缺陷，难以得到区域的精确边缘。基于区域生成的方法常见的有灰度阈值分割和区域生长，前者主要利用像素的灰度值，通过取阈值进行分类，适用于物体和背景之间或不同物体之间灰度值有明显差别的情形。区域生长本质上是将具有相似特性的像素进行合并分类的过程，采用区域生长法形成区域的具体方法总是与相似特性的判别准则相对应。

将经过预处理的 Quickbird 数字影像采用区域生长方法进行分割，相似特性的判别准则通过光谱异质性和形态异质性的加权和 f 来确定^[11]（公式 1），当分割对象大小满足事先给定的尺度参数时则停止生长。

$$f = w \cdot h_{color} + (1 - w) \cdot h_{shape} \quad (1)$$

式 (1) 中， h_{color} 为光谱异质性，指图像各波段像素亮度值的标准偏差之加权和； h_{shape} 为形状异质性； w 为光谱异质性所占的权重 ($0 \leq w \leq 1$)。

地 7 类地物目标，相应的特征描述见表 1。

从表 1 可以看出，不同地物目标往往需要三种特征综合描述，才能与其他目标区分开来。如建筑物和公路的光谱特征、纹理特征都相同，只能依靠形状特征才能将其识别出来；林地和荒地的光谱、形状特征相似，主要靠纹理特征来区分。

表 1 中，目标的形状特征主要通过面积、长度、宽度、边界长度、长宽比、形状因子、对称性和位置等因子来表达；光谱特征由均值、方差、灰度比值等来描述；纹理特征则由纹理基元的均值、方差、面积、密度、对称性、排列方向等来定义。

表1 目标特征描述

地物目标	形状特征	光谱特征	纹理特征
建筑物	矩形、面积较小	呈亮白色	光滑无纹理
公路	呈线性	呈亮白色	光滑无纹理
铁路	呈线性	总体呈青灰色	淡色线状纹理
水塘	边界圆滑, 过渡平缓	呈绿色	光滑无纹理
耕地	边界或圆滑, 或规则	棕黄、浅灰、绿色;	或光滑无纹理, 或纹理排列整齐
林地	边界不规则、过渡不平缓	总体呈黑色	纹理粗糙、紧密, 排列无章
荒地	边界不规则, 过渡不平缓	总体呈深灰色	纹理稀疏粗糙

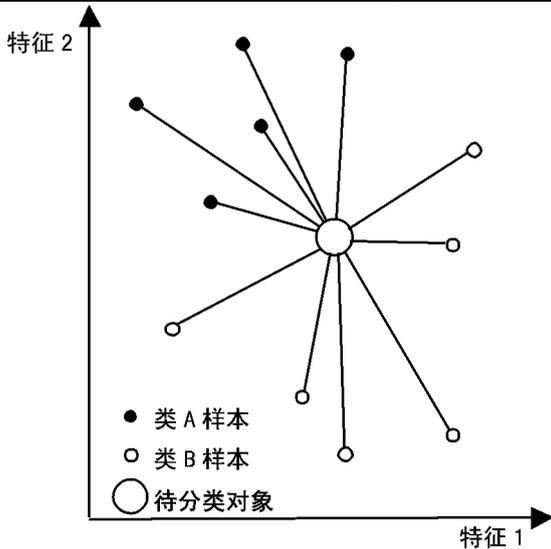


图4 最近邻分类示意

分别为7类地物目标在影像上选取相应的有代表性的对象进行采样, 构建目标模式, 并在此基础上, 采用最近邻法进行目标的分类和识别。最近邻法是根据待分类对象的一个或 k 个近邻样本的类别而确定其类别, 若待分类对象的最近邻样本为 B 类, 则该对象被划分为 B 类。原理如图 4 所示。算法公式^[11]如下:

$$d = \sqrt{\sum_f \left(\frac{v_f^{(s)} - v_f^{(o)}}{\sigma_f} \right)^2} \quad (2)$$

式(2)中, $v_f^{(s)}$ 表示样本区域的特征值, $v_f^{(o)}$ 表示待分类区域的特征值, σ_f 表示特征 f 的标准偏差。最后分类结果如图 3 所示。

3 识别精度评价与分析

遥感信息的获取是一个复杂的过程, 各种因素的影响造成了分类结果的误差, 本文研究结果也不例外。下面采用基于图像信息的综合评价方法, 对分类结果进行评价, 如表 2, 7 种地物目标的均值都在 0.90 以上, 最大值均为 1, 标准差都小于 0.12, 总体分类精度达到 91.03%。

综上所述, 基于多种特征信息的目标分类与识别方法能够有效地提取出感兴趣目标区域: ①有效地解决了“同物异谱”、“同谱异物”现象产生的难题, 避免了错分、漏分以及零碎斑块的产生。②对于光谱特征相似的目标利用形状或纹理特征加以区分, 取得了良好的效果。③样本的选取是基于分割所产生的区域(即像素集), 包含了待提取的目标的综合信息, 为后续的分类工作创造了好的条件。④整个分类过程人工干预较少, 智能化水平高。

表2 精度评价参数

地物目标	对象个数	均值	标准偏差	最小值	最大值
建筑物	19	0.9412	0.1375	0.5640	1
水塘	5	1	0	1	1
耕地	55	0.9349	0.1291	0.5474	1
林地	48	0.8209	0.1959	0.4003	1
公路	30	0.8463	0.1272	0.5618	1
铁路	4	0.9244	0.1310	0.6974	1
荒地	17	0.9074	0.1683	0.4952	1
总体分类精度=91.03%					

4 结论与讨论

(1) 基于多种特征信息的目标识别方法充分利用了高分辨率遥感影像丰富的空间结构信息和纹理信息, 在很大程度上提高了分类的精度, 同时也为各种不同地物目标的识别提供了更多的依据, 是高分辨率遥感图像识别的重要技术途径。

(2) 综合利用多种特征信息进行目标识别更符合人的视觉习惯和人脑的认知过程, 能够较好地将领域知识和专家经验融入到图像分析中, 提高了图像分析的智能化程度。

(3) 与传统的基于光谱特征的分类结果相比, 这种方法得到的结果更容易被解释, 且处理结果中图斑的完整性更好。

(4) 文章提到的“多种特征信息”是一个很广的概念, 本文讨论的形状信息和纹理信息只是从一定程度上丰富了目标识别模式库, 例如空间关系等特征就未能考虑到, 因此基于多特征的目标识别方法还有待进一步完善。

参考文献

[1] Hofmann P, Reinhardt W. The extraction of GIS features from high resolution imagery using advanced methods

7 结束语

(1) 地铁 GPS 控制网应采用边连接形式构网, 由多个同步大地四边形或三角网组成, 并要对包括重合点在内的控制网进行长边大地四边形观测, 以便对整网进行长度基准控制。

(2) GPS 基线向量的解算非常重要。要加强基线解算质量控制, 严格用异步环闭合差和重复观测基线较差两个绝对质量指标来判定基线解算质量。

(3) 影响基线解算质量的原因较多, 但最基本的是观测条件, 即观测点位置和观测时段。观测点位置主要考虑多路径效应的影响及无线电干扰, 选点时应尽量避开高大建筑物、大面积水域及远离高压输电线和无线电发射装置; 观测时段主要根据卫星星历预报图和卫星星座相对测区的几何分布, 选择最佳观测时间。

(4) 在城市中进行高精度 GPS 控制测量, 为减小电离层对基线解算的影响, 在施测时可利用多台 GPS 双频接收机进行同步观测, 并在基线解算时利用 TGO 电离层改正模型对长基线进行电离层改正。通过本项目基线解算精度比较, 加入改正模型后的精度均优于 2mm, 可显著提高观测值基线向量解算精度。

(5) 对高精度的 GPS 控制网重复基线观测非常

重要, 控制网中骨干网点应重复观测, 重复观测次数 ≥ 2 , 通过多条重复观测基线可直接判定基线解算质量和整个基线向量网的好坏。

(6) 在二维约束平差前应对已知点进行可靠性检验, 对参与约束平差的已知点进行分析和筛选, 选择正确而且精度较高的已知点进行二维约束平差, 以免利用了错误或精度较低的已知点影响整个 GPS 控制网的最终成果。

参考文献

- [1] 徐绍铨, 等. GPS 测量原理及应用 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003.
- [2] 李征航, 黄劲松. GPS 测量与数据处理 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2005.
- [3] 魏二虎, 黄劲松. GPS 测量操作与数据处理 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2004.
- [4] GB50308—1999, 地下铁道、轻轨交通工程测量规范 [S].

[收稿日期] 2006-01-12

[作者简介] 王国祥 (1973-), 男, 1996 年毕业于西南交通大学航空摄影测量与遥感专业, 学士, 工程师。

(上接第 158 页)

- based on additional contextual information - first experience [A]. In: International association for primate refuges and sanctuaries [c].
- [2] Schyns PG, Goldstone RL, Thibaut JP. The development of features in object concepts [J]. Behavior and Brain Sciences, 1998, 21, (1): 1~54.
 - [3] 丰茂森. 遥感图像数字处理 [M]. 北京: 地质出版社, 1992.
 - [4] 李艳, 彭嘉雄. 港口目标特征提取与识别 [J]. 华中科技大学学报, 2001, 29, (6): 10~12.
 - [5] 明冬萍, 骆剑承, 周成虎, 等. 高分辨率遥感影像信息提取及块状基元特征提取研究 [J]. 数据采集与处理, 2005, (1): 22~28.
 - [6] 鲁学军, 王钦敏, 明冬萍, 等. 空间特征在遥感影像分析中的应用 [J]. 中国图象图形学报, 2004, 9, (6): 737~743.
 - [7] 崔林丽, 唐娉, 赵忠明, 等. 一种基于对象和多种特征整合的分类识别方法研究 [J]. 遥感学报, 2006,

10, (1): 104~110.

- [8] 牟凤云, 朱博勤, 贺华中. 基于多特征的高分辨率遥感图像分析 [J]. 测绘通报, 2004 (10): 4~6.
- [9] 林辉, 李际平, 莫登奎. QuickBird 卫星图像信息识别 [J]. 中国图象图形学报, 2005, 10, (10): 1504~1510.
- [10] 德国 defiens image 公司开发的图像分析软件 [Z].
- [11] 王耀南, 李树涛, 毛建旭. 计算机图像处理与识别技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [12] eCognition user guide [Z]. <http://www.definiens-imaging.com/down/trial.htm>, 2004.
- [13] 孙即祥, 等. 模式识别中的特征提取与计算机视觉不变量 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2001.

[收稿日期] 2006-04-23

[作者简介] 王俊芳 (1978-), 女, 硕士研究生。主要从事 3S 技术在数字国土中的应用研究。