

基于知识的迭代四叉树分割*

常晋义

张渊智

(大同高等专科学校 大同 037008) (中国科学院遥感应用研究所 北京 100101)

摘要 本文主要讨论迭代四叉树分割控制的基于知识的分类过程,及有关共享通用知识库的问题。迭代四叉树分割对于基于知识的图像处理和图像解译,主要有两种作用:(1)平行操作的协调过程;(2)把不同类型的知识合并为不同级别的决策。

关键词 迭代四叉树,知识,树节点,图像分割,纹理特征测量

1 引言

过去的二十多年,纹理分割主要是图像处理和模式识别的问题。传统的方法,如统计分类方法^[1],仅仅是使用图像的像元值,而并没有充分利用有关图像特性和图像形成过程等方面的知识。本文是根据纹理特征进行图像分割的新方法。图1给出其流程图,主要由两层组成:第一层是纹理分析和特征提取部分,它把输入图像转换成纹理特征测量平面,并作为下一层操作的输入;第二层是基于知识的分割部分,它是一个平行操作的基于知识的分类过程,并共享一个通用知识库,其特征是用迭代四叉树分割控制基于知识的图像分类。对于图像处理和图像解译来说,它有两个重要的作用:①协调图像的平行操作过程;②把异源知识和信息合并为不同级别的决策^[2]。

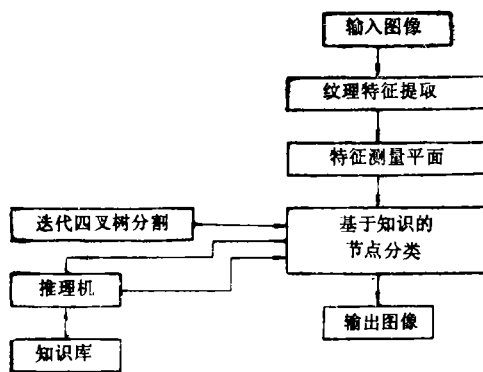


图1 迭代四叉树分割流程

Fig. 1 The iterative quadtree splitting procedure

2 纹理特征测量

即使是在相同的纹理区域,图像的像元值是一个很大的变量,不可能直接用于图像分割,为了便于进行纹理间的区别,有必要给相同的纹理区域赋值,并锐化这些不同的值。

合理选择纹理特征的个数,并非是十分容易的。因为随着纹理类别的数量增加,数字

* 国家自然科学基金资助项目

收稿日期: 1994年6月14日;收到修改稿日期: 1995年5月6日

的特征选择和抽取方法,如 K-L 扩展,将变得不适于计算。因此为了简化这一问题,定义一个聚类比率,来测量纹理特征的相对权数,以区别纹理类型对,设特征 K , 其纹理类型 i 和 j 的聚类比率 $R_K(i, j)$ 的定义如下:

$$R_K(i, j) = \frac{|m_K(i) - m_K(j)|}{\sigma_K(i) + \sigma_K(j)} \quad (1)$$

其中 $m_K(i)$ 和 $m_K(j)$ 分别是类型的中值, $\sigma_K(i)$ 和 $\sigma_K(j)$ 分别是类型 i 和 j 的标准偏差。有时上述定义的聚类比率也称为 S 测量。较小的 S 测量,其序列特征的推测证据等价于描述类型错误最大增加值的序列特征,也就是说,这种聚类比率表示特征空间 K 中类型 i, j 之间的相对距离。

与模板匹配、步长,共轭矩阵统计等方法相比较, Laws “纹理能量测量”有较好的区别能力^[3]。

为了获取“纹理能量测量”,首先用小模板变量过滤,检测不同空间域的局部纹理特征,并产生几个微小特征板,然后计算每个微小特征板上“大窗口”的统计值,如检测纹理事件的绝对平均值。在这一意义上,这些统计值就称为特征能量测量,除一个变量基外,与富里叶方法的一些光谱特征相似。

3 迭代四叉树分割

在基于知识的分割之前,首先要平滑特征测量,以消除高频噪声,然后合并相关区域和相似的特征测量,并保留不同区域的边界信息。这一过程主要是采用中值滤波平滑特征测量。

根据影像的循环分解,四叉树表示为 4 个象限。确定影像四叉树表示有两个特征:① 分解过程的分割标准;② 四叉树表示的分辨级。其中分割标准是响应区被考虑节点上纹理特征测量的一致检验;而分辨级则是由“当前分割级”参数所控制,它由每次迭代及其更新确定。

当分割过程开始时,只有四叉树包含的节点为根节点,同时也是整个影像的叶节点。每次迭代有两个相:第一相与循环分割相对应,它计算每个叶节点的复合粗糙测量 (CM),结果 CM 的值大于当前的分割级,对应的影像区就被分割为 4 个象限,分别用 4 个新的子节点表示。重复这一分割过程,直到所有的叶节点在当前的分割级上通过一致检验;第二相是基于知识的叶节点分类,即把每个叶节点归属为已知的纹理类型。每个叶节点分类后,标出其相应的影像区,该节点将不再激发。当基于知识的叶节点分类完成后,如果所有的叶节点都分类的话,就输出分割结果。但是大多数情况下,还有一些节点未分类,这样就需执行下一次迭代。

粗糙测量 (CM) 是用来检测影像纹理特征的一致性。假定 A 表示平面 K 的特征测量面积, P 是 A 的一部分, A 分为 A_1, A_2, \dots, A_N 的 N 个子面积, $A = \sum_{i=1}^N A_i$, σ 为 A 的标准偏差, σ_i, m_i 分别为 $A_i (i = 1, 2, \dots, N)$ 的标准偏差和中值。在面积 A 上,对于 P 的 K 个特征的 CM 定义为:

$$CM = \sigma^2 - \frac{1}{|A|} \sum_{i=1}^N |A_i| \sigma_i^2 \quad (2)$$

其中, $|A|$ 、 $|A_i|$ 分别代表 A 、 A_i 的面积数 (像元单位)。对二叉树, $N = 2$, 而且 $|A_1| = |A_2| = |A|/2$, 其简单的偏差:

$$\sigma^2 = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^2 \sigma_i^2 + \frac{1}{4} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^2 \frac{(m_i - m_j)^2}{4} \quad (3)$$

将(3)代入(2)得出:

$$CM = \frac{1}{16} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^2 (m_i - m_j)^2 \quad (4)$$

其意义在于它只使用特征测量的中值, 而且复合 CM 是单个特征测量 CM 的加权数。

叶节点分类的知识处理过程是一个概率型可信因子模型的基于规则的向前推理。因此叶节点的分类算法如下:

对每个叶节点做:

- (1) 计算原始可信因子向量;
- (2) 形成了实表;
- (3) 计算粗糙距离, 确定最大可信因子;
- (4) 如果距离小于阈值, 那么节点归类;

否则, 保留该粗糙距离。

该算法中可信因子是介于 0—1 之间的数, 它表示节点的纹理类型级; 事实表中的每个事实附有 0—1 之间的可信值, 说明事实的可信程度, 然后根据事实表中的事实和知识库中的知识向前推理, 最后抽取表中可信值和节点归类而形成一个新的可信因子向量。

每层叶节点上执行的基于知识的分类, 与每次迭代一致, 以保证分割结果的整体平衡。迭代二叉树的分割过程涉及不同级别决策的知识和信息。当叶节点表示大影像区时, 在分割的早期引入该纹理区特性的综合知识, 这种知识既可以同时对大的影像区分类, 也可以不执行决策, 通过进一步的分叉增加对子节点分类的影响; 对于一些相同纹理的大区域很可能在头几次迭代中归类。

为了检验该方法的有效性, 选择两类不同地域类型作为应用试验: (1) 陕北子长县黄土丘陵区土地利用分类, 由于其地形破碎, 植被覆盖度低, TM 图像上的地物类型色调单一, 应用统计分类方法, 其分类精度较低, 引入迭代二叉树分割进行分类, 其分类结果在相同的置信度(95%)下, 平均精度提高 11.6%; (2) 北京市朝阳区的土地利用分类, 引入该分类方法, 平均精度提高 8.9%。

4 结论

迭代二叉树分割用于分类处理过程, 是一种尝试性的方法, 其特点是便于计算, 而且易于把知识合并为分类处理。

此外,还应考虑不同地域下地物类型的知识结构定义,实现地学领域专家与地理信息系统相结合,进一步提高分类精度。

参 考 文 献

- [1] R. M. Haralick. Statistical and Structural Approaches to Texture. *Pro. IEEE*, 1979, 67(5): 786—804.
- [2] 慈林林等. NGEST: 一个新一代基于知识的系统开发环境. 中国地质大学出版社,1988,146—154.
- [3] K. I. Law. Texture Image Segmentation, ph. D. dissertation, USC, 1980.

A Knowledge-based Iterative Quadtree Splitting

Chang Jinyi

(*Datong College, Datong, Shanxi 037008*)

Zhang Yuanzhi

(*Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences*)

Abstract This paper presents a knowledge-based classification process of an iterative quadtree splitting and sharing a common knowledge data-base. This method provides two functions: (1)the coordination of parallel operated processes; (2)the incorporation of various types of knowledge into the different levels of decision making.

Key words Iterative quadtree, Knowledge, Leaf node, Image segmentation, Texture feature measure.