

# 基于遥感影像分析处理的多尺度分割算法研究

王婷 刘立

(解放军 32016 部队)

**摘要：**传统的单一尺度影像分割算法虽各有优势，但在具体计算使用过程中存在一定缺陷。本文基于多尺度的影像分割方法采用自底向上的方法，在适应度较高的环境下用给定的尺度对影像对象的非均质性进行局部的最小化，对不同尺度影像对象网络层次结构进行构建和分割。

**关键词：**遥感影像分析；多尺度；分割算法

## 1. 引言

影像分割 (image segmentation) 算法被广泛应用于遥感影像分析领域中，其基本原则是使区域内部的特征或属性保持一致，同时确保在相邻区域之间是相异的，其主要目的是把影像分成各自独立、互不相交、各具特征的区域，每个分割后的区域都满足特定区域的一致性。作为影像分析处理的关键技术，近年来分割算法层出不穷，并在发展中逐渐形成了自己的研究体系，一般可以被分为三类：基于边缘检测的、基于阈值的和基于区域的影像分割算法<sup>[1]</sup>。

虽然不同算法各有优势，但在具体使用过程也存在一定缺陷，例如基于边缘检测分割算法在具体计算中像素边缘结果不连续，后期修正工作量较大<sup>[2]</sup>；基于阈值分割算法当影像直方图中峰值或谷值不明显时，阈值就很难确定；基于区域分割算法设备内存需求大、运算时间长等缺陷影响了其高效使用。

## 2. 多尺度分割算法

### 2.1 多尺度研究方法

经典的基于像元的分类方法把影像分解为单个像元信息，把像元作为分割的最小单位，而基于对象的分析方法中的多尺度分割方法在影像信息损失最小的前提下，以合适的尺度生成有意义的影像对象，并对不同尺度的影像对象网络层次结构进行构建，这样不同等级的地学问题就可以在相应尺度的影像对象层上得到体现，也可以有效地避免单一算法所产生的问题缺陷。

### 2.2 多尺度影像分割基本方法

多尺度影像分割可采用不同的尺度进行多次数的分割，最终生成网络层次结构，其中的每一次分割过程均以低一层的影像对象为基础，在新的分割算法中对其进行合并，这一过程所形成的网络结构内部具有严格的拓扑关系，这种方法适用于各种类型数据，可以同时处理多通道多波段数据。多尺度影像分割算法采用自底向上的方法，在给定的尺度下对影像对象的非均质性进行局部的最小化。

其基本策略是：在全图范围内，先将单个像元看作一个基础的对象；将相邻像元的光谱异质性度量参数  $h_{color}$  及设定的光谱异质阈值作为参考基准对影像的单个像元进行合并处理，从而进行分割。此过程中，如果相邻像元的光谱异质性小于预先设定的阈值，则对对象进行合并操作，如果相邻像元的光谱异质性大于阈值，则将对象划分到不同的多边形对象中去，合并终止，程序完成影像分割；重复上述过程，直至所有的像元对象均被归并划分到相应的多边形对象中去；使用形状异质性度量参数  $h_{shape}$  对上步中生成的多边形对象的形状特征进行修正，以得到最终的影像分割结果<sup>[3]</sup>。

区域的异质性  $f$  包含光谱异质性和形状异质性两方面的含义，公式如下：

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

式 1 中， $w$  为光谱权重因子 ( $0 \leq w \leq 1$ )， $1 - w$  即为形状权重因子， $h_{color}$  为光谱异质性度量参数， $h_{shape}$  为形状异质性度量参数。其中， $h_{color}$  和  $h_{shape}$  的计算采用：

$$h_{color} = \frac{1}{c} \sum_c W_c [n_c^{merge} \cdot \sigma_c^{merge} - (n_{obj1} \cdot \sigma_c^{obj1} + n_{obj2} \cdot \sigma_c^{obj2})] \quad (式 2)$$

$$h_{shape} = W_{compact} \cdot h_{compact} + (1 - W_{compact}) \cdot h_{smooth} \quad (式 3)$$

式 2 中， $c$  为图层的数目， $W_c$  为参与影像分割的图层权重因子， $n$  是影像分割对象的面积， $\sigma_c^{merge}$  是合并以后的对象在图层  $c$  上的标准差， $\sigma_c^{obj1}$  和  $\sigma_c^{obj2}$  分别是两个被合并影像对象在图层  $c$  上的标准差； $W_{compact}$  紧凑形状权重因子 ( $0 \leq W_{compact} \leq 1$ )， $1 - W_{compact}$  是光滑形状权重因子， $h_{compact}$  和  $h_{smooth}$  分别是紧凑度和光滑度。在多尺度的影像分割算法中，形状标准是由紧凑度和光滑度两个子标准构成的，其公式如下：

$$h_{smooth} = h_{merge} \cdot \frac{L_{merge}}{D} - \left( n_{obj1} \cdot \frac{L_{obj1}}{D} + n_{obj2} \cdot \frac{L_{obj2}}{D} \right) \quad (式 4)$$

$$h_{compact} = - \left( n_{obj1} \cdot \frac{L_{obj1}}{\sqrt{n_{obj1}}} + n_{obj2} \cdot \frac{L_{obj2}}{\sqrt{n_{obj2}}} \right) \quad (式 5)$$

式 4 中， $L$  是影像对象的周长， $D$  是影像对象外切矩形的周长。

### 2.3 影像完全分割

按照多尺度影像分割基本算对影像进行完全的分割，采用自底向上的区域增长方法。从单像素大小的影像区域 (对象) 开始，在全图范围内，把相邻的小影像区域逐步合并为更大的影像区域。在每一步合并处理步骤中，基于新生成的更大影像区域局部异质性最小进行相邻影像区域的合并。当新生成的更大影像区域异质性大于由尺度参数定义的阈值时，合并过程将终止，程序完成影像分割。

## 3. 研究结果及展望

对任何事物的认识通常都建立在不同层次上，单一尺度的分割很难兼顾宏观和微观特征，而多尺度影像分割方法采用自下而上的算法，在给定的尺度对影像对象的非均质性进行局部的最小化，对不同尺度对象网络层次结构进行构建和分割。实际上，分割算法可以简单理解为一个使生成的影像区域 (对象) 的加权异质性最小化的局部最优化过程，因此多尺度分割的分类方法更符合认识论的思想。

而在多尺度影像分割的过程中会发现，所生成的影像对象尺寸大小取决于分割前使用的尺度参数阈值，尺度参数越小，合并过程执行步骤越少，分割最终生成的影像对象尺寸也越小，即最终生成的影像对象尺寸大小随“尺度参数”增大而增大，同时对象的个数会减小。这一规律在分割方法的具体计算中可以作为另一个研究方向予以进一步探索。

参考文献：

[1] Gonzalez, R.C., Woods, R.E., Eddins, S.L. Digital Image Processing[M]. Prentice Hall, 2002.

[2] 周成虎, 骆剑承等. 高分辨率卫星遥感影像地学计算[M]. 北京: 科学出版社, 2009.

[3] 关元秀, 程晓阳. 高分辨率卫星影像处理指南[M]. 北京: 科学出版社, 2008.