

一种改进的遥感影像面向对象最优分割尺度计算模型

胡文亮¹, 赵萍^{2*}, 董张玉¹

(1. 安徽师范大学国土资源与旅游学院GIS重点实验室, 安徽 芜湖 241000;

2. 合肥工业大学资源与环境工程学院, 安徽 合肥 230009)

摘要: 面向对象的影像分析方法能够充分利用高分辨遥感影像信息, 有效提取目标信息。分割尺度的选择是面向对象影像分析的核心问题。该文采用样本控制的方法, 构建了基于面积和周长的分割对象样本一致性评价因子, 针对不同的信息提取目标, 提出一种改进的遥感影像面向对象最优分割尺度计算模型, 并验证了其优越性。

关键词: 面向对象; 影像分割; 最优尺度; 计算模型

中图分类号: TP75 文献标识码: A 文章编号: 1672-0504(2010)06-0015-04

面向对象的信息提取方法在高分辨遥感影像信息提取方面得到了广泛应用^[1-4]。影像分割是面向对象信息提取的基础, 其直接影响信息提取的质量, 分割尺度的选择是影像分割的关键。国内外学者对于如何确定最优分割尺度做了诸多探讨: 1) 凭借经验选择分割尺度, 经反复验证确定最优分割尺度^[5-7]。2) 选取尺度鉴别指标评价分割尺度选择质量。如以最大面积作为尺度鉴别的指标^[8]; 采用面积相对误差鉴别和确定分割尺度^[9]; 考虑面积和色彩因素的区域相似性作为判断分割尺度的依据^[10]。3) 利用最优分割尺度计算模型计算最优分割尺度^[11]。依靠经验选择分割尺度带有一定的主观性, 不易获得最优分割尺度; 尺度鉴别指标普遍考虑对象的面积因素, 不能兼顾对象形状因素, 指标选择不确定性较大, 难以取得理想效果; 不同的提取目标有着不同的最佳分割尺度, 现有的最优分割尺度计算模型是从对象内的同质性和对象间的异质性的来判断分割的优劣, 没有充分考虑信息提取目标。本文对现有面向对象最优分割尺度计算模型做了改进, 根据不同信息提取目标采用样本控制的方法提出了一种改进的面向对象最优分割尺度计算模型。

1 最优分割尺度计算模型

尺度通常是指实体、模式和过程被观察与表示的空间大小与时间间隔, 包括空间尺度与时间尺度, 遥感尺度中还包括光谱尺度。面向对象影像分析中的影像分割尺度是指空间尺度。黄慧萍^[12]对最优分割尺度作了界定: 当信息提取针对的是一种地物或

几种地物类型时, 最优尺度定义为特定地物类型能用一个或几个对象表达, 对象大小与地物目标大小接近, 对象多边形既不能太破碎也不能边界模糊, 且类别内部对象的光谱变异较小; 当信息提取针对整幅影像时, 最优尺度是指分割后影像对象内部异质性尽量小, 同时不同类别对象之间的异质性尽量大, 而且对象能够表达某种地物的基本特征(如纹理、光谱、形状、拓扑关系等)。遥感影像分割尺度实质上指分割的对象多边形内部异质性的最小阈值, 对象内的同质性和对象间的异质性是最优分割尺度确定的两个重要因素。此外, 分割对象多边形与目标对象的样本一致性更是衡量尺度选择优劣的重要标准。

考虑以上情况, 本文提出考虑面积和周长因子的分割对象样本一致性计算公式, 改进了尺度分割质量评价函数^[11]: 利用对象内部同质性、对象间异质性、分割对象样本一致性3个因子构建尺度分割质量评价函数以指示分割尺度选择与分割效果的优劣。

1.1 对象内部同质性与对象间异质性

用对象内部标准差表示对象内部同质性^[11], 用 Moran's 指数^[13]表示对象间异质性。公式如下:

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n a_i v_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \quad (1)$$

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{(\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2) (\sum_{i \neq j} \sum w_{ij})} \quad (2)$$

式中: v_i 、 a_i 分别是对象 i 的标准差和面积, n 为整个区分割后的对象总数。为避免小对象引起的不稳定性, 加入面积因子使面积大的对象权重更高。 v 值越小, 影像对象内部异质性越小, 同质性越好; w_{ij} 表示

收稿日期: 2010-07-05; 修订日期: 2010-09-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(40771207); 安徽省教育厅自然科学基金项目(KJ2007B219); 安徽省教育厅教学项目(2007JYXM208);

安徽师范大学GIS重点学科建设项目

作者简介: 胡文亮(1985-), 男, 硕士研究生, 主要从事遥感与GIS应用研究。* 通讯作者 E-mail: njuzhp@sina.com

对象 i 和对象 j 的邻接关系, 如果 i 和 j 邻接, 则 $w_{ij} = 1$, 否则 $w_{ij} = 0$; y_i 为对象 i 的光谱平均值; \bar{y} 为整个影像的光谱平均值。 I 值越小, 影像对象之间相关性越低, 即影像对象之间的异质性越好。

1.2 分割对象样本一致性

由于地物结构特征的多样性和复杂性, 每类地物的最优分割尺度不尽相同, 为了取得信息提取的最佳效果, 适当选取样本以控制分割结果与信息提取目标的一致性是有必要的。本文基于面积和周长两个因子提出了分割对象样本一致性的计算公式:

$$N = \frac{\sum_{p=1}^m (S_p - S_{0p})^2 (L_p - L_{0p})^2}{\sum_{p=1}^m (S_{0p})^2 (L_{0p})^2} \quad (3)$$

式中: m 为选取的样本总数; S_{0p} 、 L_{0p} 分别是样本对象 p 的实际面积和周长; S_p 、 L_p 分别是与样本对象 p 对应的分割产生的对象 p' 的面积和周长。

公式(3)从面积和周长两方面衡量分割后的对象和实际样本间的一致性程度, 兼顾了面积和形状两个因素, 且 N 值越小, 分割对象与样本对象间的误差越小, 即分割对象样本一致性越好。根据信息提取目标确定提取对象后, 选择符合提取目标的样本通过样本一致性函数检验分割是否达到目标要求, 最终控制分割尺度选择, 达到最佳分割目的。

现阶段图像分割和评价方法多基于图像自身信息。本文提出用样本控制分割质量并兼顾图像本身信息, 同时用样本评价分割结果, 在理论上具有一定的进步性, 在实用效果上也有一定的改进。

1.3 分割质量评价函数与最优分割尺度计算模型

基于对象内部同质性、对象间异质性和对象样本一致性, 提出改进的遥感影像分割质量评价函数:

$$F(v, I, N) = F(v) + F(I) + F(N) \quad (4)$$

$$F(v) = (v_{\max} - v) / (v_{\max} - v_{\min}) \quad (5)$$

$$F(I) = (I_{\max} - I) / (I_{\max} - I_{\min}) \quad (6)$$

$$F(N) = (N_{\max} - N) / (N_{\max} - N_{\min}) \quad (7)$$

其中: $F(v, I, N)$ 为分割尺度评价函数, $F(v)$ 为对象内部同质性, $F(I)$ 为对象间异质性, $F(N)$ 为分割对象样本一致性。此函数在影像初分割阶段用来计算对应分割尺度的质量值, 为最优分割尺度计算模型服务, 在分割结果评价阶段用于评价分割图像的质量。

基于以上几个函数, 通过插值函数构建直接以分割尺度 x 为变量的分割质量函数, 即对待处理影像进行 $n+1$ 次分割实验, 由式(1)~(7)可得到 $n+1$ 个 $F(v, I, N)$ 值。利用这些插值节点可以求出 ω , a^1, \dots, a_n 系数的值, 从而得到最优分割尺度计算模型:

$$F(v, I, N) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n \quad (8)$$

通过此模型可以计算出分割质量值最大时的分割尺度 x 的值, 即最优分割尺度值。

分析上述诸式有: 1) v 随分割尺度的增加变大。分割尺度越大产生的对象数量越少, 单个对象多边形包含的面积越大, 内部同质性减小, 标准差增大。2) I 随分割尺度的增大而减小。分割尺度越大产生的对象数量越少, 单个对象多边形包含的面积越大, 对象间的相关性减小, 异质性增加。3) N 值的大小取决于分割后产生对象与对应样本的吻合程度, 这里涉及样本的选择问题: 样本数量越多, 分布越均匀、密集, 对尺度选择的控制作用越强; 样本选择为同一地物类型则对确定特定地物类型的最优尺度有非常强的控制作用, 样本选择为多类地物类型则对确定选中地物类型的最优尺度有控制作用, 最终确定的最优尺度兼顾了样本中包含的地物类型分割效果, 同时, 各类地物的提取精度还与其在样本中的分布和数量有关。

2 实验与分析

使用 2003 年 9 月 IKNOS 影像, 经配准后截取安徽师范大学中校区为实验区。由于影像的分割质量不仅与分割尺度有关, 还与颜色和形状参数的设置有关, 故经多次实验后, 将颜色因子的权重值设为 0.7, 形状因子设为 0.3(光滑度设为 0.8, 紧致度设为 0.2)。由于小于 30 尺度时, 图像上斑块零散、破碎, 不能很好地区分各类地物; 而大于 120 尺度时, 图像上斑块过大, 地物区分不明显。由此, 在 30~120 尺度范围内每 10 个单位选取实验尺度。

分割尺度的变化对于不同地物类型的影响不同, 信息提取目标不同选取的最优分割尺度也不同。用样本控制的方法针对信息提取目标合理选择样本, 将样本数据代入最优分割尺度计算模型得出最优分割尺度是一种科学有效的方法。样本的选择要与信息提取目标保持一致: 1) 信息目标单一, 样本选择类型均一; 2) 信息目标混合, 样本选择多样。

2.1 单一目标提取最优尺度分割

以提取目标为植被验证本文模型并对样本选择进行说明。实验区内均匀选取 20 个植被样本点(含有实验区内所有植被类型), 实地测量并记录其面积和周长, 代入模型计算出最优分割尺度为 67, 最优分割结果如图 1 所示。分析图 2、图 3 可知: 样本一致性最佳情况下的分割尺度与模型计算出的分割尺度吻合较好, 模型最优解与样本实验点之间一致性较好。图 3 中 20 个样本均在 67 分割尺度附近取得最佳样本一致性, 由此可见, 模型计算结果符合实际情况。

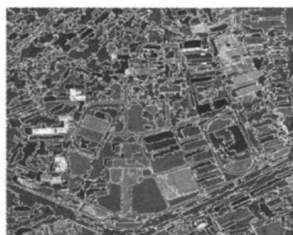


图 1 67 尺度分割图像
Fig. 1 Image with 67 segmentation scale

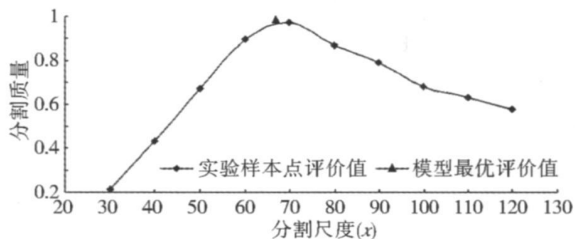


图 2 单一目标提取后分割质量评价
Fig. 2 The segmentation quality evaluation of single target extraction

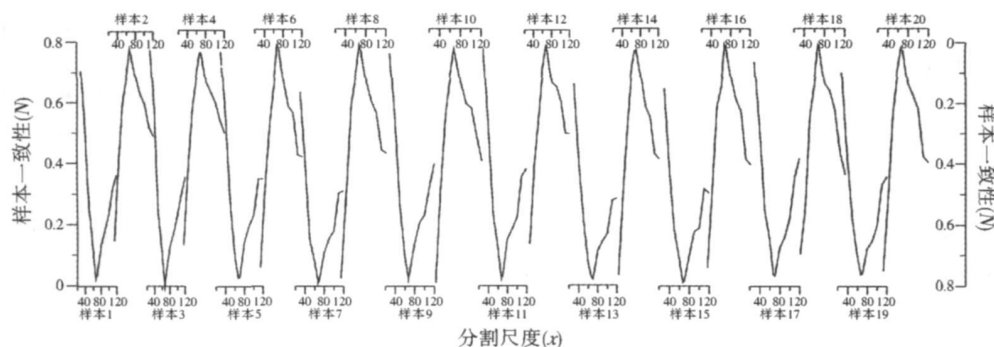


图 3 单一目标提取后样本一致性
Fig. 3 Samples consistency of single target extraction

2.2 混合目标提取最优尺度分割

以提取目标为植被和建筑物验证本文模型并对样本选择进行说明。实验区内均匀选择样本点 20 个, 其中植被、建筑物各 10 个(包含植被与建筑表面的所有类别)。带入模型计算后得出最优分割尺度为 74, 最优分割结果如图 4 所示。图 5、图 6 显示: 分割后的对象与样本的一致性较好, 样本对分割尺

度的计算起到了较好的控制作用。比较图 2 与图 5 可知, 在 74 和 67 尺度下植被斑块略有差异, 这是兼顾了建筑物提取的原因。提取目标不同最优分割尺度也不同, 提取目标类型单一则取其最佳分割尺度; 若提取目标要兼顾多种类型, 则模型计算出的最佳分割尺度是兼顾了多种地物类型后的相对最佳分割尺度。

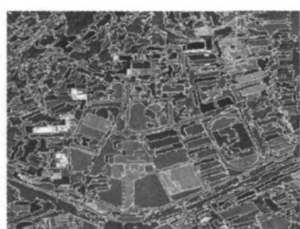


图 4 74 尺度分割图像
Fig. 4 Image with 74 segmentation scale

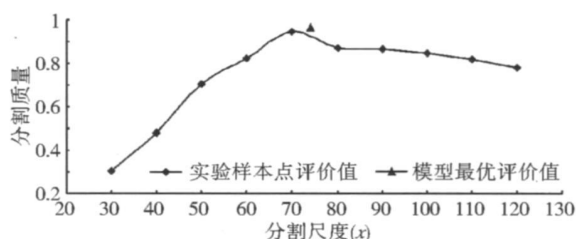


图 5 混合目标提取后分割质量评价
Fig. 5 The segmentation quality evaluation of mixed target extraction

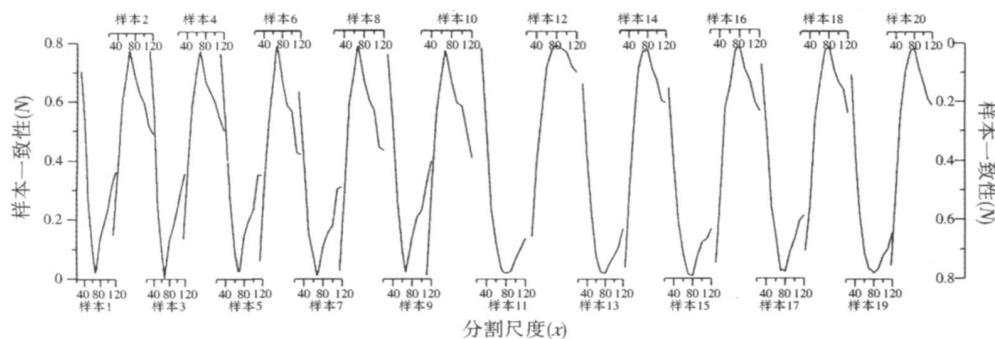


图 6 混合目标提取后样本一致性
Fig. 6 Samples consistency of mixed target extraction

3 结论与展望

本文提出一种考虑提取目标对象样本信息的最优分割尺度计算模型, 结论如下: 1) 样本组成不同, 计算出的最优模型解也不同, 在选择样本构成时要充分考虑信息提取的目标, 根据提取对象与提取目标在研究区内均匀选择样本; 2) 模型计算出的最优尺度值经验证具有较好的分割质量, 可见该模型具有一定的科学性和实用性, 且算法简便、易实现。

本文提出的样本一致性评价函数考虑了样本的面积与周长两个因子, 针对信息提取目标, 其他样本因子(如形状、纹理等)是否更适合于具体提取目标、如何构建函数以表征这些因子用于衡量分割对象与样本一致性等方面有待于进一步探讨, 也是面向对象信息提取技术发展的方向之一。

参考文献:

[1] 唐伟, 赵书河, 王培法. 面向对象的高空间分辨率遥感影像道路信息提取[J]. 地理信息科学, 2008, 10(2): 257- 262.
 [2] 蒲智, 杨辽, 白洁. 基于面向对象技术的高分辨率遥感影像的阴影检测与去除[J]. 遥感技术与应用, 2008, 23(6): 735- 738.
 [3] CORBANCE C, RACLOT D, JACOB F. Remote sensing of soil

surface characteristics from a multiscale classification approach [J]. CATENA, 2008, 75(3): 308- 318.

[4] 郑利娟, 李小娟, 胡德勇, 等. 基于对象和 DEM 的湿地信息提取[J]. 遥感技术与应用, 2009, 24(3): 346- 351.
 [5] TANSEY K, CHAMBERS I, ANSTEE A. Object oriented classification of very high resolution airborne imagery for the extraction of bed grows and field margin cover in agricultural areas [J]. Applied Geography, 2009, 29(2): 145- 157.
 [6] 李晓峰, 张树清, 庞振平, 等. 矢量景观指数在遥感信息提取中的应用[J]. 遥感学报, 2008, 12(2): 291- 296.
 [7] 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.
 [8] 黄慧萍, 吴炳方, 李苗苗, 等. 高分辨率遥感影像城市绿地快速提取技术与应用[J]. 遥感学报, 2004, 8(1): 68- 74.
 [9] 张友静, 樊恒通. 城市植被尺度鉴别与分类研究[J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23(6): 54- 57.
 [10] 彭启民, 贾云得. 一种形态学彩色图像多尺度分割算法[J]. 中国图象图形学报, 2006, 11(5): 635- 639.
 [11] 何敏, 张文君, 王卫红. 面向对象的最优分割尺度计算模型[J]. 大地测量与地球动力学, 2009, 29(1): 106- 109.
 [12] 黄慧萍. 面向对象影像分析中的尺度问题研究[D]. 中国科学院遥感应用研究所, 2003.
 [13] SHORTRIDGE A. Practical limits of Moran's autocorrelation index for raster class maps[J]. Computers Environment and Urban Systems, 2007, 31(3): 362- 371.

An Improved Calculation Model of Object Oriented for the Optimal Segmentation Scale of Remote Sensing Image

HU Wen-liang¹, ZHAO Ping², DONG Zhang-yu¹

(1. Key Laboratory of GIS at School of Territorial Resources and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu 241000;

2. School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Research for the optimal segmentation scale calculation model has a positive significance to improve the accuracy of object oriented image interpretation. Aiming at information extracting of different targets, using the method of samples controlling which considering area and perimeter as factors to evaluate consistency between segmented objects and samples, the quality evaluation function is put forward. This quality evaluation function is an improvement on before, it doesn't only consider the internal consistency of the segmented objects and the heterogeneity between the segmented objects as the factors of quality evaluation of segmentation, but also contains the factor of consistency between the segmented object and the sample for controlling. And based on improving the existing method of the optimal segmentation scale calculation model, the effectiveness and practicability of the model is verified through two kinds of samples choosing for the model. Results show that: this model can obtain the optimal segmentation scale of remote sensing image quickly and efficiently; the choice for sample number and types effects the result of the calculation of the optimal segmentation scale largely, when information extraction is just for a single target feature type, samples should be all chosen target feature type, and when information extraction is for various types of ground targets, samples should be chosen as the same types with information extraction targets, so the choice of sample's number and types should be determined according to the target of information extraction; the algorithm of the model is simple, and is easy to realize, it is a practical algorithm model.

Key words: object oriented; image segmentation; the optimal segmentation scale; calculation model