

对象化过程中的快速标号算法研究

李龙翔¹, 胡晓东², 沈占锋², 明冬萍^{1,2}, 宋卓沁^{1,2}

LI Longxiang¹, HU Xiaodong², SHEN Zhanfeng², MING Dongping^{1,2}, SONG Zhuoqin^{1,2}

1. 中国地质大学(北京) 信息工程学院, 北京 100083

2. 遥感科学国家重点实验室(中国科学院 遥感应用研究所, 北京师范大学), 北京 100101

1. Institute of Information and Engineering, China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083, China

2. State Key Laboratory of Remote Sensing Science(Institute of Remote Sensing Applications of Chinese Academy of Sciences, Beijing Normal University), Beijing 100101, China

LI Longxiang, HU Xiaodong, SHEN Zhanfeng, et al. Fast labeling method used in objectification. *Computer Engineering and Applications*, 2012, 48(6): 193-195.

Abstract: Object-oriented information extraction method has become the mainstream of automatic extraction of information in remote sensing, since it is in accord with artificial intelligence and has more approaches to geographic theories. Objectification is a key step in object-oriented automatic extraction of information, in which a segmentation image is transmitted into a vector image. The proposed method is able to assign a unique value to an object represented by a grey value in the segmentation image, at the same time, calculates some other features of this object. Using this method, many processes such as removing small region, pretreatment of vectorization can be achieved much faster.

Key words: object-oriented information extraction; objectification; run-length coding; fast labeling; remove small region

摘要:面向对象的遥感信息提取技术由于其更符合人脑思维方式、更容易与地学知识结合, 目前已经成为遥感信息自动提取的主流方向。对象化处理是面向对象遥感信息处理的重要步骤, 实现了从分割影像到对象矢量影像的转变。提出了一种快速标号方法, 可以快速为分割图像中的对象赋给唯一值标签并同时统计对象的其他特征, 可以显著地提高去除小斑块、矢量化预处理等操作运行速度, 在对象化过程中有广阔的应用前景。

关键词:面向对象信息提取; 对象化; 行程编码; 快速标号; 去除小斑块

DOI:10.3778/j.issn.1002-8331.2012.06.055 文章编号:1002-8331(2012)06-0193-03 文献标识码:A 中图分类号:TP751.1

1 引言

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提高, 相同地面面积内部的像元个数不断增多, 不仅光谱特征更加明显, 其他景观特征也更加突出, 因而传统的基于像元的影像分析方法已经无法满足高分辨率遥感影像信息提取的需要。近年来逐步形成和发展的面向对象的遥感影像分析方法与传统的面向像元处理方法不同。首先通过一定的分割方法对遥感影像进行分割, 在提取分割单元(图像分割后所得到的内部属性相对一致或均质性比较高的图像区域)的各种特征后, 在特征空间中进行对象的识别和标识, 最终完成信息的分类和提取^[2]。

2 对象化过程

对象化的第一个步骤是获得分割影像。影像分割将影像像素灰度所表现的分散的信息, 在一定程度上以某种精度聚集成对应与某种特定地物类别的像素集合体, 而矢量化则将这些像素集合体从栅格形式转化为矢量的表现形式, 以将基于栅格的分析转化为用途更加广泛的面向对象的分析^[3]。除了可以把原有的灰度信息保存在矢量属性表之中外, 还可以把形状、纹理等相关信息保存在矢量属性表中。这些构成了对象的多维特征向量, 是后续的面向对象分类的基础。对象化的过程包括了由分割图像到矢量图像的过程, 如图1所示。

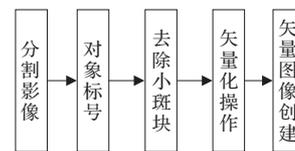


图1 对象化过程图

在对象化过程中, 首先要完成的是图像的标号(即标签化处理)。分割后的图像包含众多面状分割单元(简称基元), 基元内部的灰度值相等, 而基元之间则不同, 每个基元可以理解为一个像素集合, 每个像素集合代表了一类地物的信息^[3]。标号的作用是为每一个对象开辟一个空间用以存储其特征信息, 并用唯一值标识每一个对象, 是后续的矢量化、特征统计、面向对象分类的基础。

3 标号基本原理

传统的图像标号方法是基于联通域搜索的方法, 即迭代搜索特定像元的四邻域或八邻域, 判断是否存在与该像素灰度相同的像素, 如果存在灰度相同的像素则将该像元的标签值传递给灰度相同的像元; 如果存在与该像元灰度不相等且没有被标记过的像元, 则为其新建一个标签值。这种标号方式利用的是直接对图像进行栅格编码, 就是把图像视为一个二维(多维)数据矩阵, 逐行(逐列)逐个记录数据。当每一个

基金项目:国家自然科学基金(No.41001259, 40971228); 中央高校基本科研业务费专项资金(No.2010ZY20)。

作者简介:李龙翔(1988—), 学士, 研究方向: 遥感图像处理; 胡晓东(1982—), 硕士; 沈占锋(1977—), 副研究员。E-mail: lmhetiantian@163.com

收稿日期:2010-08-30; **修回日期:**2010-11-12; **CNKI 出版:**2011-03-02; <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.2127.TP.20110302.1101.010.html>

栅格都有唯一的属性值时,一层内的编码就需要 $m(\text{行}) \times n(\text{列})$ 个储存单位,数字地面模型就属于这种情况^[1]。但是在对图像进行分割之后,基元内部的灰度值相同,这就使得分割后图像在灰度值上的复杂程度远远低于原来的图像,这种图像已经不适宜继续使用传统的编码方式来进行标签化处理。

行程编码只在灰度发生变化时依次记录变化位置和灰度相同像元重复的个数。如果多边形内部的灰度值相等,则可以大大节省栅格数据需要的存储空间并简化标号运算的复杂程度,进而提高运算速度^[4]。这种编码方式更适合分割后图像的标号工作。

4 快速标号方法

本文采用的快速标号方法吸收了FCCA算法^[5]的思想,在其基础上简化了等价标号的传递,并结合实际用途对其进行了其他专向的改进。将该算法应用到其他需要进行快速标号的领域,算法思想如图2所示。

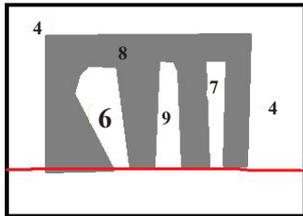


图2 等价标签标号示意图

(1)首先对图像进行行程编码,行程结构体如下:

```
typedef struct{
int begin,end;
int level;
int gray;}CRun;
```

begin和end值分别记录一个行程的起始列号和终止列号,这里规定一个行程不能跨行。每当到达每行的终点时,该行程结束。如果某个行程只有一个点,则该行程的起点和终点相等。Level属性记录该行程的标签号,gray属性记录该行程对应原图像的灰度值。行程编码阶段,考虑到后续操作,需要为每一行设置单独的动态行程数组,每行数组的第一个单位保留,用来存储和行相关的信息,如该行行程的总数等。

(2)对第一行的行程进行遍历,每遇到一个行程,特征值加一并将该特征值赋给该行程的level属性。

(3)从第二行开始,寻找每个行程在上一行中的相邻同质行程(同质即gray属性相同),记录下满足条件行程的个数和其标号值。

(4)等价标号处理:

①如果没有满足条件的行程,则特征值加1,并把该特征值赋给该行程的level属性。

②如果只有一个满足条件的行程,则直接将其level属性赋给下面一行的level属性。

③下端连同情况处理。

如果有多个满足条件的行程,则将这几个行程的标号做比较,找出其中level值最小的一个,作为综合的特征值赋给下面一行的level属性。

对于有多个行程标号的情况,将其他所有较大level值的等价标号标为这个最小值,把最小值的等价标号赋为0,以表示该标号为基础标签。过程如图2所示,目前该红色行程在上

一行共有5个行程满足条件,其中最小的特征值是4,则将4赋给红色行程的level属性。而其余的标签值的等价类标为4,而4的等价特征值赋为0,从而实现了凹块的填充。通过这种机制,数值较大的标签号逐渐向数值较小的标签号传递。

(5)通过一个while循环最终达到这样一个状态:部分标签号的等价特征值为0,说明这部分标签号为基础标签,其他标签号向其汇聚;剩余的标签号的等价特征值必须是基础标签号。

(6)再次遍历所有的行程。

(7)将标签号输出到图像:

①如果行程的等价标号为0,则代表其为基础标签,直接将该值赋给行程对应的像元。

②如果行程的等价标号不为0,根据上面可知,其等价标号必为基础标号,将其等价标号的值赋给对应像元。以上是完整的算法过程,最终得到标签化了的图像,具体流程如图3所示。

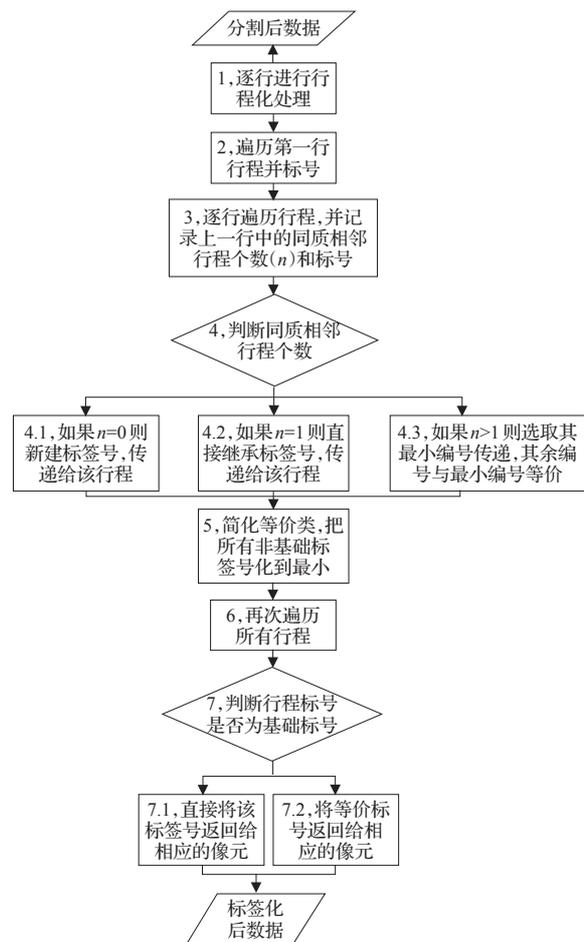


图3 改进快速标号算法流程图

5 实验

快速标号法在对象化过程中有着广泛的应用,较之原来的连通域搜索法速度上有了很大的改观。除此之外,再在该算法上略做改进,便可以在实现标签化的同时计算与对象紧密相关的特征,比如区域的面积。

本文以去除小斑块为例验证该算法的高效。在分割或分类图像中,不可避免地会出现一些小的区域,这些小斑块不仅增加了后续操作的计算量,而且代表的对象信息是冗余的,因此在对象化过程中要对小的斑块进行移除操作。传统的移除

小斑块的方法首先利用连通域搜索法先对图像进行标号,再利用连通域搜索法统计每个对象的面积,对面积小于某一阈值的对象周围的大面积对象进行扩充进而填满小对象原来的区域。而采用本文方法再略加改进之后,便能在一次遍历行程之后统计出每个对象的面积,对于面积小于某一阈值的对象,则直接采用周边大面积对象的属性值进行替代。这种填充方法可以显著减少处理后细碎对象的个数,避免重复操作。

实验采用4幅分类图像进行去除小斑块实验处理。表1列出了采用两种方法的时间开销比较。实验是在Intel T2130,内存为2GB的笔记本电脑上运行的,采用了多次实验取平均值的方法消除偶然误差。

表1 改进方法和传统方法的时间开销比较图

| 图像 | 传统方法/s | 改进方法/s | 去除斑块前对象数 | 去除斑块后对象数(改进方法) | 去除斑块后对象数(传统方法) |
|----------------|--------|--------|----------|----------------|----------------|
| 图像1 380×299 | 2.94 | 0.45 | 4 399 | 1 547 | 764 |
| 图像2 962×629 | 13.32 | 2.87 | 27 540 | 6 743 | 1 323 |
| 图像3 400×400 | 3.87 | 0.36 | 1 934 | 893 | 774 |
| 图像4 675×564 | 10.53 | 1.96 | 12 876 | 1 947 | 1 277 |

从表1中可以看到,本文提出的方法在运行效率上明显高于传统的方法。改进后的方法运行时间的长短并不直接取决于图像的大小,而是取决于图像内部的复杂程度。虽然图像3的实际大小比图像1大,但是其处理时间反而更短。

对比实验图像(如图4所示)可以发现,该方法去除小斑块的效果比较好,在保留了原有边界的同时去除了细碎的小斑块。

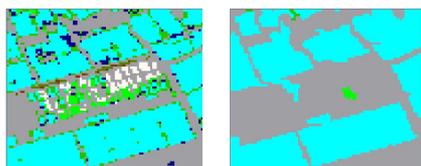


图4 去除小斑块前和利用改进方法处理后的效果图像

进一步比较改进后的去除小斑块效果和传统的去除小斑块效果(如图5所示),发现改进后的效果图像与传统方法获得的图像略有不同(如岛屿深色区域的形状不同)。分析原因,其实是由于填充的方法不同导致的,而不是面积统计的错误。传统的方法在检测到小斑块之后对其周围的大面积斑

进行扩展,必然对保持原有对象的形状产生不利的影响。而在该方法中,搜索到小斑块之后会对其周围的对象面积进行比较,选择最占优势的对象的属性作为整体的替代,这样便把有意义的对象整体变化了,避免了无意义的形状变化。



(a)原图像可见岛 (b)利用改进后方法去除小斑块效果图 (c)利用传统方法去除小斑块效果图

图5 两种方法去除小斑块的效果比较图

6 结论

快速标号方法在对象化过程中有着重要的作用,不仅可以显著提高诸如去除小斑块这样操作的速度,也可以应用在其他步骤中。比如在矢量化的过程中,前期使用快速标号的方法替代传统标号方法同样可以提高矢量化的速度,因此有着广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 吴信才.地理信息系统原理与方法[M].2版.北京:电子工业出版社,2009:40-42.
- [2] 周成虎,骆剑承.高分辨率卫星遥感影像地学计算[M].北京:科学出版社,2008:22-24.
- [3] 骆剑承,周成虎,沈占锋,等.遥感信息图谱计算的理论方法研究[J].地球信息科学学报,2009,11(5).
- [4] Rosenfield A, KaKa A C.数字图像处理[M].李版梁,等译.北京:科学出版社,1983:50-53.
- [5] 孔斌.快速连通域分析算法及其实现[J].模式识别与人工智能,2003,16(1).
- [6] 陈仁喜,赵忠明,潘晶.遥感分类栅格图的快速矢量化方法[J].遥感学报,2006,10(3).
- [7] 邱凯昌,李德仁,李德毅.基于空间数据挖掘的遥感图像分类方法研究[J].武汉大学学报,2000,25(1).
- [8] 王爱民,沈兰荪.图像分割研究综述[J].测控技术,2000,19(5).
- [9] 乔程,骆剑承,吴泉源.向对象的高分辨率影像城市建筑物提取[J].地理与地理信息科学,2008,24(5).
- [10] 明冬萍,骆剑承,周成虎.基于特征基元的空间数据计算模式及其地学应用[J].地球科学进展,2006,21(1).

(上接168页)

- [6] 卿湘运,段红,魏俊民.基于局部熵的织物疵点检测与识别的研究[J].纺织学报,2004,25(5):56-58.
- [7] 邹超,汪秉文,孙志刚.基于Gabor滤波器组的实时疵点图像分割[J].计算机工程与应用,2010,46(12):185-197.
- [8] 宋寅卯,袁端磊.基于傅里叶变换的帘子布疵点检测研究[J].仪器仪表学报,2006,27(2):1695-1697.
- [9] 管声启,石秀华,宋玉琴.基于小波分解的织物疵点检测[J].昆明理工大学学报:理工版,2009,34(1):48-51.

- [10] 刘素一,刘晶璟,邹崇涛.基于小波熵的织物疵点检测方法[J].棉纺织技术,2008,36(10):600-602.
- [11] 徐晓峰,段红,魏俊民.基于二维小波变换和BP神经网络的织物疵点检测方法[J].浙江工程学院学报,2004,21(1):15-19.
- [12] 刘素一,刘晶璟,章乐多.基于PSO-BP神经网络的织物疵点分类方法[J].毛纺科技,2008(10):53-57.
- [13] Goswami J C, Chan A K.小波分析理论、算法及其应用[M].北京:国防工业出版社,2007.
- [14] 马莉,范影乐.纹理图像分析[M].北京:科学出版社,2009.