

多源遥感图像区域提取分析研究^{*})

王 静 彭望琰 郭 平

(北京师范大学信息科学学院 北京 100875)

(北京师范大学珠海分校信息技术学院 珠海 519085)

摘 要 多源遥感图像区域提取分析主要依赖于图像区域的特征,本文提出了两种多源遥感图像区域分析的方法:基于形状轮廓的多源遥感图像区域分析和基于纹理的多源遥感图像区域分析,并对两种方法的分析结果进行了比较。

关键词 多源遥感图像,区域分析,纹理特征,形状特征

1 引言

区域分析既是图像分析和理解的一项基本内容,又常常是关键的一步处理,图像的区域指的是一个相互连通的具有一致的“有意义”属性的像素元,可以选用多种量作为有意义的属性,如图像本身的灰度值、纹理特征、形状特征等。多源遥感图像提取分析的主要任务是分析多源遥感图像区域特征用于对多源遥感图像区域进行提取。因此,目前对多源遥感图像区域特征的选择和提取成为研究重点,并把所提取的特征,用于多源遥感图像区域分析。本文研究了两种对多源遥感图像进行区域特征提取分析的方法:基于形状轮廓特征的多源遥感图像区域特征提取和基于纹理特征的多源遥感图像区域特征提取。

2 形状轮廓特征提取

形状特征是指地物外部轮廓的形状在影像上的反映,不同类型的地面目标有其特定的形状,因此地物影像的形状特征是可以用来表示多源遥感图像区域特征,用于进行遥感图像区域提取分析。本文中使用了矩特征来描述多源遥感图像形状区域特征。

2.1 矩特征提取过程

矩是对图像的一种统计形式,计算时要用到图像或区域中所有相关像素点。本文使用了七个不变矩,具体的定义详见参考文[4]。

已往实验已经证明:七个不变矩对平移、旋转和缩放具有不变性,并在本实验中得到进一步验证,因此矩特征不受分辨率高低的影响。

(1) 若遥感图像是由多个波段组成的,则对图像进行 K-L 变换^[3],转化为单波段图像,若图像是单波段图像,则不进行变换。

(2) 将单波段图像根据其灰度直方图进行图像

分割(分割时要保证区域部分对应灰度为 1,背景部分为 0),并对分割后的图像根据连通面积进行过滤,过滤掉较小面积的区域,剩下一些主要的区域,形成的图像,我们称为二值图像。

(3) 若对应二值图像区域部分单波段图像的灰度集中在零附近,则将单波段图像取反。

(4) 将对应于二值图像背景部分的单波段图像的灰度置零,其余灰度不变,这样形成的图像,我们称为目标图像。

(5) 计算目标图像的 7 个矩特征和二值图像的 7 个矩特征,这 14 个特征组成特征向量。

2.2 矩特征提取结果分析

我们用所提取的矩特征,对多源遥感图像进行提取,来验证矩特征是否可用来有效表示多源遥感图像区域特征。

两幅图像的相似度,我们用两幅图像特征向量欧式距离^[4]的相反数来表示,设两幅图像的特征向量分别为:

$$(\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_7) \text{ 和 } (\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_7)$$

则

$$\text{sim}(q, i) = -\text{dis}(q, i) = -\sqrt{\sum_{j=1}^7 (\phi_j^q - \phi_j^i)^2} \quad (1)$$

计算待搜索图像与多源遥感库中每幅图像的相似度,并对所有的相似度进行归一化可以得到最终的相似度。

经过提取实验证明,用矩特征表示遥感图像的形状轮廓特征在进行具有明显区域轮廓多源遥感图像提取是可行的。

实验中我们发现:

1. 若多源遥感数据库和待搜索的图像有明显的区域特征,不同图像可表现为不同时相、不同分辨率不同波段和不同旋转角度,在此情况下提取结果比较理想。

^{*}) 国家自然科学基金(60275002)资助课题。王 静 研究方向:计算机应用。

2. 当待搜索图像和遥感数据库中的图像包含的是同一地区,但区域范围大小不同时(如图 1 所示)的情况,在图像分割时显然会得到不同的区域轮廓(如图 2 所示),再分别计算区域的矩特征,因为矩特征计算要用到与区域相关的所有点,因此两个区域的矩特征的相似度较小,这时会造成虽是同一地区的图像,但它们相似度较小的情况,从而会发生漏选

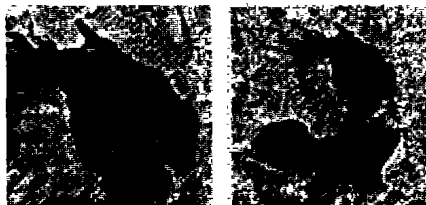


图 1 两幅图像为同一地区,但区域的范围大小不同的两幅图像



图 2 经过分割过滤后的图像

的现象。

3. 当图像分辨率太低,所分割出的区域面积太小时,过滤时很容易因为区域的连通面积太小,把要搜索的区域过滤掉,这样也容易产生漏选。

4. 当待搜索的图像和要搜索的图像所包含的共同的区域没有明显形状轮廓时也容易出现漏选的情况。

5. 当待搜索图像不包含明显的区域特征时(如图 3 中两幅图像),因为我们的搜索是基于形状轮廓的,这时不能得到满意的提取结果。因此,我们可以采用纹理特征进行提取。



图 3 不包含明显的区域轮廓的图像

3 纹理特征提取

纹理是图像的重要信息和特征。遥感图像大部分呈现纹理型,平原、丘陵和山脉具有不同形状和高度的起伏,反映在图像上则呈现不同粗糙度和方向的纹理;在地质构造方面,不同类的岩层具有不同的层理、走向和不同的颗粒度,在图像上则表现为分布、方向、颗粒和粗细度的纹理特征;在土地利用方

面,人工地物,如道路、居民地等具有较为规则的纹理,而自然地物则呈现不规则、随机分布的纹理^[1];纹理特征反映了图像本身的属性,纹理特征也可以用来对图像中的空间信息进行一定程度的定量描述。描述纹理的方法很多,用共生矩阵来描述纹理是一种有效手段。

3.1 共生矩阵

灰度共生矩阵^[2]表示图像灰度级空间相关的矩阵,表示图像中相距 $(\Delta x, \Delta y)$ 的两个灰度像素同时出现的联合频率分布。若将图像的灰度级定位 L 级,那么共生矩阵为 $L \times L$ 矩阵,可表示为 $M_{(\Delta x, \Delta y)}(h, k)$,其中位于 (h, k) 的元素 m_{hk} 的值表示一个灰度为 h ,另一个灰度为 k 的两个相距为 $(\Delta x, \Delta y)$ 的像素对出现的次数。

本文选了四个共生矩阵 $M_{(5,0)}(h, k)$ 、 $M_{(5,5)}(h, k)$ 、 $M_{(0,5)}(h, k)$ 、 $M_{(-5,5)}(h, k)$,四个共生矩阵都除以像素对的个数,进行归一化处理。对一幅 $N_x \times N_y$ 的图像,其水平、垂直及两个对角线方向的像素对常数可分别定义如下:

$$R_H = N_y(N_x - d);$$

$$V = N_x(N_y - d);$$

$$R_D = 2(N_x - d)(N_y - d) \quad (2)$$

其中 $d = 5$ 。

从共生矩阵,我们可提取以下参数来描述图像的纹理特征,本文我们提取了六个特征来描述纹理:反差 CON、能量 ASM、熵 ENT、相关 COR、极大概率和逆差矩。各个参数反映了图像纹理特征方面的性质。

3.2 纹理提取过程

(1) 将多波段图像转化为单波段图像。多源遥感数据可能来自不同传感器、不同波段及不同波段组合。为了提取纹理特征,我们将各波段求和,并把灰度范围转化为 0 到 255,把多波段图像转化为单波段图像。

(2) 将高分辨率图像转化为低分辨率图像。根据人们的视觉特点,大部分图像的相似程度,主要是由粗纹理决定的,过细纹理不但增加了计算量,而且不利于图像的比较。因此,我们将多源遥感数据库中的高分辨率图像通过重采样算法转化为与数据库中最低分辨率图像(我们把它叫基准图像)具有相同分辨率的图像。

常用重采样算法^[3]有三种:最近邻法、双线性插值、三次卷积。在本文中我们采用的方法如下:计算基准图像的空间分辨率与要重采样图像空间分辨率的长宽比 dx, dy ,重采样时计算输入图像像素周围 $dx \times dy$ 个像素的平均作为输出元素的值。

(3) 灰度值标准化。把多源遥感图像转化为单

(下转第 72 页)

- 2000,16(1):69~98
- 5 Baccelli F, Zuyev S. Poisson - Voronoi spanning trees with applications to the optimization of communication networks [J]. Oper. Res, 1999, 47(4)
- 6 尚志恩, 徐宁. Voronoi 图在蜂窝制移动通信系统中的应用 [J]. 电子技术, 2002, 1: 37~39

- 7 张有会. 线段加权的 V 图 [J]. 计算机学报, 1995, 11: 822~829
- 8 Waranabe T, Murashima S. A method to construct a voronoi diagram on 2-D digitized space $O(1)$ computing time [J]. Faculty of Engineering, Kagoshima University, Kagoshima, 1996, J79-D-I(3): 114~122

(上接第 67 页)

波段图像,并经过重采样后的遥感库中的图像的灰度范围为 0 至 255,共 256 个灰度级,因此它的灰度共生矩阵为 256×256 的矩阵,计算量比较大。因此我们在计算灰度共生矩阵以前将图像的灰度转化为 0 至 63。

(4) 图像分块。因为图像在较小区域中往往有较相似的纹理特征,子块中的纹理特征比较均匀,所以我们将遥感数据库中的图像分块,使其子块的大小为 8×8 ,然后计算每一子块的四个方向的共生矩阵,及每个矩阵的 6 个特征。

3.3 纹理特征提取结果

同样我们也通过用所提取的纹理特征对多源遥感图像进行提取实验,用提取效果来评价使用共生矩阵描述图像纹理表达图像区域特征的效果。

两幅图像之间的匹配采用如下方法^[5]:

设两幅图像 A 和 B,其每一子块纹理特征间的差异定义为:

$$D_r(A, B) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^6 |f_{ij}(A) - f_{ij}(B)| \quad (1)$$

式中 $i=1, 2, 3, 4$, 表示每个纹理的 4 个共生矩阵; $j=1, 2, \dots, 6$, 表示每个共生矩阵的 6 个参量; f 是共生矩阵的每个参量的参量值。

设每幅图像被分割成 $M \times N$ 个子块,图像纹理特征间的差异,定义如下:

$$D_{ST} = \sum_{y=1}^N \sum_{x=1}^M D_r(A_{xy}, B_{xy}) / (MN) \quad (2)$$

式中, x 和 y 表示块的位置。

两幅图像越相似, D_{ST} 越小。设 $S(A, B) = -D_{ST}$, 在进行图像检索时,将数据库中的每幅图像与待检索图像的 S 计算出来,并对其进行归一化。

经过大量的试验,证明该提取过程查全率达 95% 以上。

大多遥感图像都具有比较明显的纹理特征,基于纹理特征对多源遥感数据进行提取与基于形状轮廓进行多源遥感数据进行提取相比较,适用性更广。

在纹理特征描述的各种方法中,用共生矩阵的各个统计特征对遥感图像纹理特征进行描述,方法比较简单,速度比较快,而且效果也比较理想。因此,利用共生矩阵的各个特征描述的纹理特征进行多源遥感图像区域提取是可行的。

4 实验结果分析比较

通过以上两个实验,我们对两种多源遥感图像区域提取方法进行比较,得出如下结论

1. 利用基于矩特征的形状轮廓特征进行多源遥感图像提取只适用于有明显区域轮廓的遥感图像,适用范围比较窄。使用纹理特征对多源遥感图像进行提取使用范围比较宽,也可以提取有明显区域轮廓遥感图像,效果也比较理想。

2. 当待提取图像和遥感数据库中的图像包含的是同一地区,但区域范围大小不同时,使用矩特征表示形状轮廓容易造成漏选。但使用纹理特征时,我们采用分块搜索技术,此时提取效果要比基于形状特征的搜索效果要好。

3. 基于矩特征进行多源遥感图像区域分析时不受图像分辨率大小的影响,但分辨率直接决定纹理的粗细程度,需要通过降低分辨率来提高提取效果。

使用矩特征表示的形状轮廓和共生矩阵描述纹理特征进行多源遥感图像提取各有利弊,两者之间可以互相补充,共同用于多源遥感图像的提取。

参考文献

- 1 中国优秀博硕士学位论文全文数据库
- 2 章毓晋. 基于内容的视觉信息检索. 科学出版社, 2003. 88~89
- 3 彭望球. 遥感数据的计算机处理与地理信息系统. 北京师范大学出版社, 1991. 50~56
- 4 章毓晋. 基于内容的视觉信息检索. 科学出版社, 2003. 98~99
- 5 黄学军, 杨恒新, 王伟. 利用图像纹理特征的图像检索. 红外与激光工程, 2002, 31(6): 497