

基于遗传算法的遥感图像纹理特征选择

冯 莉^{**}, 李满春, 李飞雪

(南京大学地理信息科学系, 南京, 210093)

摘 要: 本文基于 Landsat 7 ETM+ 全色图像, 以浙江省临安市大峡谷镇为研究区, 进行基于遗传算法的遥感图像纹理特征选择的研究. 首先利用灰度共生矩阵法和灰度-梯度共生矩阵法对研究区遥感图像进行纹理特征提取, 共得到 23 个纹理特征, 然后利用遗传算法对这 23 个纹理特征进行纹理特征选择, 最后得到一组最优纹理特征集. 实验结果表明, 遗传算法因其自适应性、并行性、能较好地处理大规模复杂数据, 且特别适合于解决多目标优化问题等诸多特性, 所以是解决特征选择问题的理想方案.

关键词: 纹理特征提取, 遗传算法, 纹理特征选择, Landsat 7 ETM+, 全色图像

中图分类号: P 208

Texture feature selection in remote sensing image based on genetic algorithms

Feng Li, Li Man-Chun, Li Fei-Xue

(School of Geographic and Oceanographic Sciences of Nanjing university, Nanjing, 210093, China)

Abstract: In this paper, an approach to texture feature selection in ETM+ panchromatic image based on genetic algorithms is described. Daxiagu town of Linan county, Zhejiang province is taken as the research area. Firstly, the texture features were extracted from the ETM+ pan image by using gray co-occurrence matrix and gray-gradient co-occurrence matrix, and all the 23 texture features were obtained. Then texture feature selection was carried out by genetic algorithms. The optimal texture sub-set could be got finally. The results show that the method of genetic algorithms can deal with the large and complicated data because of its characteristics of self-suitability and parallel, and it is very suitable for solving the problem of multi-object optimization, so the method of genetic algorithms is a better way to solve the problem of feature selection.

Key words: texture feature extraction, genetic algorithms, texture feature selection, Landsat 7 ETM+, panchromatic image, Lin'an city

• 收稿日期: 2007-04-04

•• 通讯联系人, E-mail: erma1014@163.com

纹理特征作为遥感图像重要的空间特征之一,是对图像各像元之间空间分布的一种描述.纹理特征也可以看成是遥感图像中的高频成分,充分反映了如山脊线、类界限、水系网等线、面状地形要素的分布格局.因此,纹理成为山区遥感图像目标识别需要提取的重要特征,对于提高山区遥感图像识别的准确性及分类的精度尤为重要.进行纹理分析,提取山区遥感图像的纹理特征,不但可以推进山区遥感图像识别与认知的自动化,还可以帮助抑制异物同谱、同物异谱现象的发生.对于空间复杂、光谱混合的山区遥感图像,如能参考纹理特征进行识别,其精度将可以得到进一步提高.

然而在图像分类中,特征并不是越多越好,对分类结果不利的特征甚至还对分类结果起到干扰作用,导致识别或者分类的精度降低.因此,在设计分类器的时候,必须减少特征的数目.所谓特征选择就是从所提取的特征中挑选出一组最优特征,去除与分类目标无关的或与其它特征量有较高相关性的冗余特征,从而形成最优特征子集.为此,特征选择需要解决两个问题:一是制定一个特征选择的准则,也就是判断所选择特征子集可分性最大的判据.另一个就是要有一个较好的搜索算法,以便在较短的时间内找到最优的一组特征.

如何找到一个好的搜索算法,是特征选择问题中需要解决的重点问题,特别是在遥感图像特征选择中.目前,许多学者对遗传算法在图像处理领域特别是遥感图像中的应用做了大量的研究^[1~12],这些研究表明,利用遗传算法解决一些遥感图像处理中的实际问题是很有效的.另外,也有很多学者研究了遗传算法在特征选择中的应用^[8,13~18],研究结果充分说明最优特征子集的选择是一个组合优化问题,同时也是一个多目标优化问题,所以选用遗传算法解决该问题是一个可行及理想的方法.因此,本文将重点讨论利用遗传算法进行山区遥感图像的纹理特征选择的问题,并以浙江省临安市大峡谷镇为研究区,以 Landsat 7 ETM+ 全色数据为基础,首先利用灰度共生矩阵和灰度一梯度

共生矩阵方法提取纹理特征,再利用遗传算法进行纹理特征选择,最终得到一组最优纹理特征子集,参与遥感图像的分类.

1 研究区概况与实验数据

研究区大峡谷镇位于浙江省临安市西北部,地处钱塘江上游,位于东经 $118^{\circ}51' \sim 119^{\circ}52'$ 、北纬 $29^{\circ}56' \sim 30^{\circ}23'$ 之间,北与安徽省宁国市接壤,南临龙岗、马啸镇,东接昌化镇,西连岛石、新桥.全境略呈斜长方形,东西直线距离约为 22.9 km,南北约 17.94 km,总面积为 173.4 km².大峡谷镇地势由西南向东北倾斜,西南部为中山丘陵区,中部为丘陵,东部为平原,地形高差起伏较大,区域内沟壑纵横,海拔约在 220~1 600 m.该研究区主要有林地、园地、耕地、建设用地、水域等地物分布,土地利用/覆盖类型较为齐全.

研究中采用覆盖大峡谷镇的 Landsat 7 ETM 全色图像.图像的时相为 2000 年 11 月 3 日,全色图像大小为 1 260×1 614 像素,空间分辨率为 15 m,如图 1 所示.

2 纹理特征提取

本研究首先进行山区遥感图像的纹理特征提取.根据研究区遥感图像纹理特征的特点,本研究利用灰度共生矩阵和灰度一梯度共生矩阵两种不同的提取方法进行纹理特征提取.灰度共生矩阵方法是一种典型有效的基于统计的纹理提取方法^[19].Landsat 7 ETM+ 全色图像在 3×3 、 5×5 、 7×7 、 9×9 、 11×11 、 13×13 、 15×15 、 17×17 、 19×19 、 25×25 窗口上分别计算 0° 、 45° 、 90° 和 135° 四个方向上的 8 个纹理特征值,并对 4 个方向的值进行平均,得到该窗口上的纹理特征,并利用不同覆被类型的纹理指数的变异系数来确定最佳的可行性窗口.通过分析后得到最佳可行性窗口为 13×13 .与灰度共生矩阵方法不同,灰度一梯度空间很清晰地描绘了图像内各像点灰度与梯度的分布规律,同时也给出了各像点与其邻域像点空间的关系,对图像的纹理能很好地描绘.对于具有方向性

的纹理可从梯度的方向上反映出来. 在对 4 种不同的边缘检测算子(Robert 算子、Prewitt 算子、Sobel 算子和 Canny 算子)得到的边缘图进行定性定量相结合的评价之后,其中定性评价主要从视觉效果考虑,因此,在得到 Roberts 算子、Sobel 算子、Prewitt 算子及 Canny 算子四种不同边缘检测方法的梯度图像之后,将梯度图像与原多图像叠合,并通过叠合图像评价

检测结果. 而定量评价采用边缘点数、4-连通成分数、8-连通成分数以及它们的比值来评价边缘. 最终利用 Canny 算子作为梯度算子,计算并得到基于灰度-梯度共生矩阵的 15 个纹理特征. 基于两种不同的纹理特征提取方法得到的纹理特征集(1~8 个纹理特征由灰度共生矩阵得到,9~23 个纹理特征由灰度-梯度共生矩阵得到),如表 1 所示.

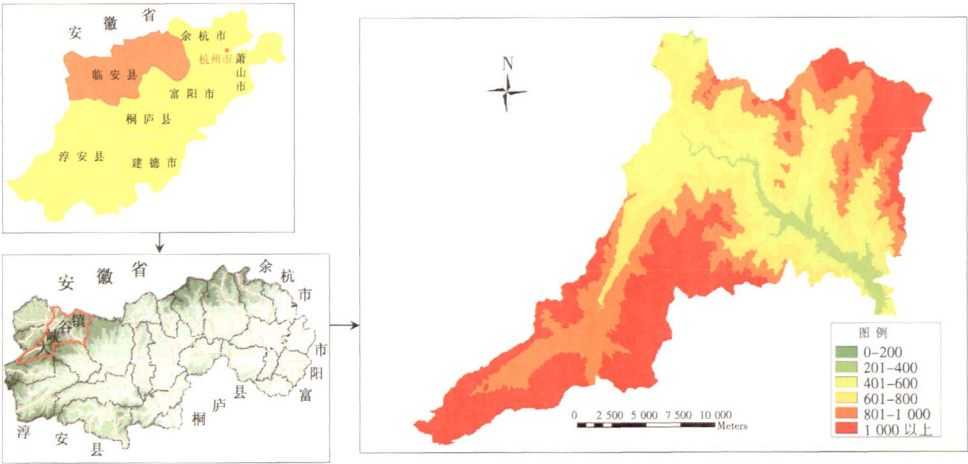


图 1 研究区区位图
Fig. 1 Location of research area

表 1 纹理特征集
Table 1 Texture feature set

序号	特征变量	主要特征说明	序号	特征变量	主要特征说明
1	均值		13	能量	
2	方差		14	灰度平均	
3	逆差矩		15	梯度平均	
4	对比度	反映图像纹理的清晰度	16	灰度方差	反映图像灰度变化的大小
5	非相似度		17	梯度方差	
6	熵	图像所具有的信息量的度量	18	相关	
7	角二阶矩	反映图像灰度分布均匀性	19	灰度熵	
8	相关性	衡量邻域灰度的线性依赖性	20	梯度熵	
9	小梯度优势	反映图像小梯度像素数	21	混合熵	图像不确定性信息量的度量
10	大梯度优势		22	惯性	
11	灰度分布不均性	反映图像灰度分布不均匀性	23	逆差矩	反映图像局部同质性
12	梯度分布不均性				

3 基于遗传算法的纹理特征选择

本研究中通过两种不同的纹理特征提取方法共得到了 23 个纹理特征值,那么如何进行特征优化,最终得到最优纹理特征子集是需要解决的重点问题.由于遗传算法相对于其它优化算法有其自身的优点,作为一种求解问题的高效并行搜索方法,它能在搜索过程中自动获取和积累有关搜索空间的知识,自适应地控制搜索过程以求得最优解或近似最优解.因而,本研究采用遗传算法进行纹理特征的选择.首先,产生任意纹理特征的组合,对纹理特征组合进行编码(通常采用直接编码方式)形成一个染色体个体.重复此过程直到满足个体数量要求,从而形成种群.然后,采用类内类间距离分别计算各个染色体所代表的纹理特征组合的平均类内类间距离,以平均类内类间距离作为聚合度判定指数,从种群中以一定选择算法选择出优势个体并按一定的概率进行复制、杂交、变异算子等 3 种不同操作产生新一代种群个体.重复上述过程直至群体中存在个体达到给定的聚合度要求,或完成指定的迭代次数后退出循环.用遗传算法进行最优纹理特征子集选择的过程如图 2 所示.

基于遗传算法的最优纹理特征选择的具体实现过程如下.

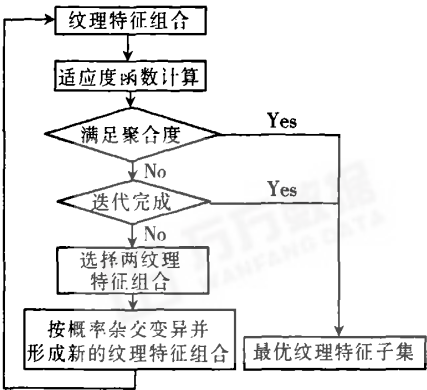


图 2 基于遗传算法的最优纹理特征子集选择
Fig. 2 The optimal texture feature subset selection based on GA

3.1 遗传个体表示 在遗传算法中如何描述问题的可行解,即把一个问题可行解从其解空间转换到遗传算法所能处理的搜索空间的转换方法称为编码^[20].本研究要求得到的满意解是最优纹理特征子集,编码方式则直接使用二值串染色体的表达方式,即“0”和“1”.由于共有 23 个特征,因此,染色体长度 $L=23$,染色体的每一个基因对应相应次序的特征变量,即当染色体中的某个基因为“1”时,表示该基因对应得特征项已被选用;若为“0”时,表示该特征项未被选用.

表 2 纹理特征编码
Table 2 Texture feature coding

序号	特征变量	特征编码	序号	特征变量	特征编码
1	均值	1000000000000000000000	13	能量	00000000000010000000000
2	方差	0100000000000000000000	14	灰度平均	00000000000001000000000
3	逆差矩	0010000000000000000000	15	梯度平均	00000000000000100000000
4	对比度	0001000000000000000000	16	灰度方差	00000000000000010000000
5	非相似度	0000100000000000000000	17	梯度方差	00000000000000001000000
6	熵	0000010000000000000000	18	相关	00000000000000000100000
7	角二阶矩	0000001000000000000000	19	灰度熵	000000000000000000010000
8	相关性	0000000100000000000000	20	梯度熵	0000000000000000000001000
9	小梯度优势	0000000010000000000000	21	混合熵	00000000000000000000000100
10	大梯度优势	0000000001000000000000	22	惯性	000000000000000000000000010
11	灰度分布不均性	0000000000100000000000	23	逆差矩	000000000000000000000000001
12	梯度分布不均性	0000000000010000000000			

3.2 初始种群大小 遗传算法总是从初始种群开始的,种群由若干遗传个体组成,每个个体就是一个可能解.本研究采用随机方法来选取初始群体,每个个体的每一个基因位按等概率在 $\{0,1\}$ 中选择.本研究利用随机函数产生 30 个染色体组成初始种群.最大繁殖代数 100.

3.3 适应度函数 选择一个适当的适应度函数是遗传算法能否成功解决问题的关键.遗传算法在进化搜索中基本不利用外部信息,仅以适应度函数为依据,对问题的解空间不断进行校正,以使其进化到包含最优解或近似最优解的领域.因此,适应度函数的选取至关重要,直接影响到遗传算法的收敛速度以及能否找到最优解.本研究以类内类间距离作为适应度函数.显然,适应度函数越大越好.但为了消除特征值的量纲对适应度计算的影响,把每个特征的样本特征值均转换为 0~1 之间,即用 x' 代替 x .转换公式如下式所示:

$$x' = (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (1)$$

式 1 中的 x 为每种特征项的任意样本特征值, x_{\min} 和 x_{\max} 分别为这种特征项中样本特征值的最小值和最大值.由于是求最大值问题,因而, $Fit(J(x)) = J(x)$.

3.4 遗传算子 在遗传算法中,个体的进化是在遗传算子的作用下完成的.最主要的遗传算子是选择、交叉和变异.选择仅依赖于个体的适应度,适应度越高,则个体被选择生存到下代的机会就越多,反之,若适应度越低,则该个体生存到下代的机会就越少,而被淘汰的机会却越多.选择体现了“适者生存”的原则.交叉算子在遗传算法中是不可缺少的,且它的概率一般很高.该算子的作用是根据预先设定的交叉概率而随机选择一对父代染色体进行信息交换以产生两个“子代”作为下一代的成员.子代不同于父代,但在很大程度上继承了父代的某些特征.突变可以拓展解空间的范围从而减少落入局部最优的可能性.与交叉相反,突变概率普遍很低.否则,遗传算法就退化为纯粹的随机搜索方法^[13].在本研究中,选择采用的是转盘赌法的选择策略.交叉采用的是均匀交叉策略.该策略

可在群体数量和遗传代数均较少的情况下拓宽搜索空间、提高算法的搜索能力.变异采用的是比特翻转策略,即依突变概率随机将染色体的某位基因进行比特翻转(即 1 变成 0,而 0 变成 1).本研究中交叉概率为 0.9,变异概率为 0.2.

3.5 终止条件 遗传算子的操作是依设定的控制参数来进行的.遗传算法的控制参数主要包括群体大小,最大遗传代数,交叉概率和突变概率.由于遗传算法在后期的收敛速度很慢,为了停止遗传算法的运算,除预先设置最大遗传代数外,还有一个常用的终止准则,即如果进化到一定代数后,各代中的最佳个体仍没有变化则停止运算.本研究以聚合度作为相应的收敛准则.

为了证明该方法的寻优能力,本文选用了 7 类样本,分别是林地、园地、耕地、荒草地、建设用地、未利用地以及水体.大量的实验表明,应用遗传算法,设置初始种群数为 30,染色体编码为 23 位二进制码,最大繁殖代数 100.迭代产生新一代后,根据染色体的基因与特征项的对应关系,去除基因为“0”的特征项,样本数据以类内类间距离为可分性判据计算适应度值,并保存优良特性的染色体,继续迭代,直到满足终止条件准则.通过大量的实验,平均繁殖不到第 40 代得出最佳个体,最大适应度值为 0.7,此时其对应的染色体编码为 00010111101000010000101,即得到一组最优的纹理特征集:对比度,熵,角二矩阵,相关,小梯度优势,灰度分布不均性,灰度方差,混合熵,逆差矩.该特征集对应的图像如图 3 所示.

4 分类结果评价

本文利用基于光谱响应特征以及光谱响应特征结合纹理特征集两种不同的特征空间对地物目标进行分类.选用 7 类样本,样本数分别是林地(5)、园地(4)、耕地(4)、荒草地(4)、建设用地(3)、未利用地(3)和水体(2).选样本时,考虑到在不同地形条件下的同一覆被类型的采样.

4.1 基于光谱响应特征的分类结果 光谱响应特征在多光谱遥感影像地物识别中是最直

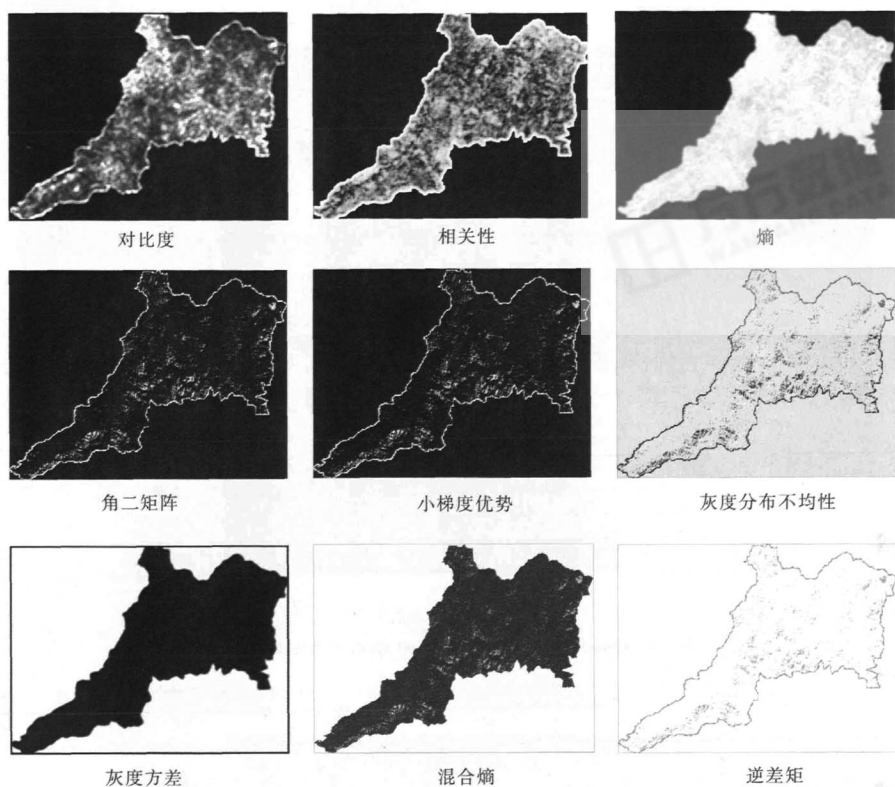


图3 最优纹理特征子集

Fig.3 The optimal texture feature subset

接,也是最重要的解译元素。地表的各种地物由于物质组成和结构不同而具有独特的波谱反射和辐射特性,在图像上反映为各类地物亮度值的差异,因此可以根据这种亮度值的差异来识别不同的物体。对基于光谱响应特征的图像进行最大似然分类,分类结果如图4所示。

4.2 结合纹理特征集的分类结果 类似于地形信息,纹理特征参与分类的方案也主要由3种:①直接参与方案;②间接参与方案;③后处理方案。本研究中采用直接参与方案,即把纹理特征参数当作最大似然多光谱分类法中条件先验概率中的条件直接引入分类。最后,将本研究得到的纹理特征集结合光谱响应特征,仍然

采用最大似然法对图像进行分类,得到分类图像如图5所示。

为了对分类结果的精度进行评价与比较,本研究选用7类样本,分别是林地、园地、耕地、荒草地、建设用地、未利用地以及水体,样本数分别为263,77,67,276,107,45,95,另外,考虑到阴影的存在,将阴影也作为一类样本,样本数为60,建立混淆矩阵,计算相关指标进行评价。在基于光谱响应特征的分类结果上,得到基于光谱响应特征的分类精度评价表3。

在基于光谱响应特征结合纹理特征集的分类结果上,得到分类精度评价表4。

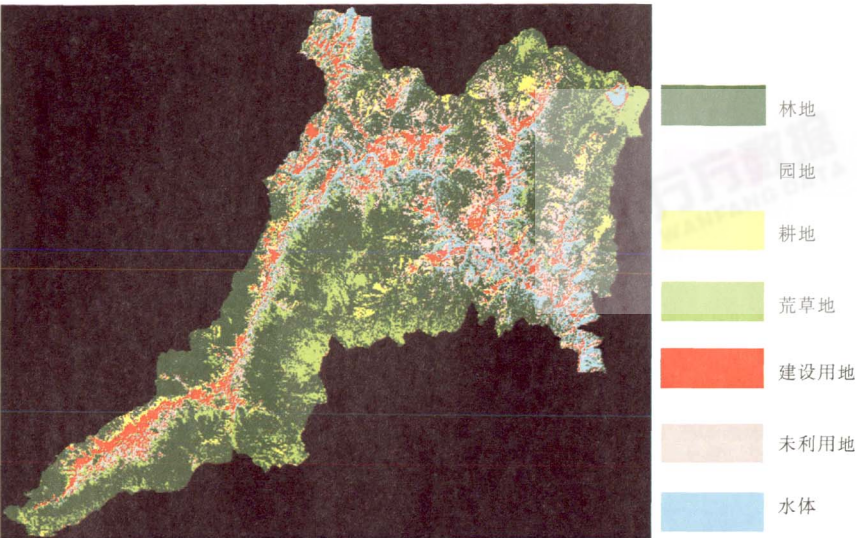


图 4 基于光谱响应特征的分类结果图

Fig. 4 Classification result based on spectral respond featu

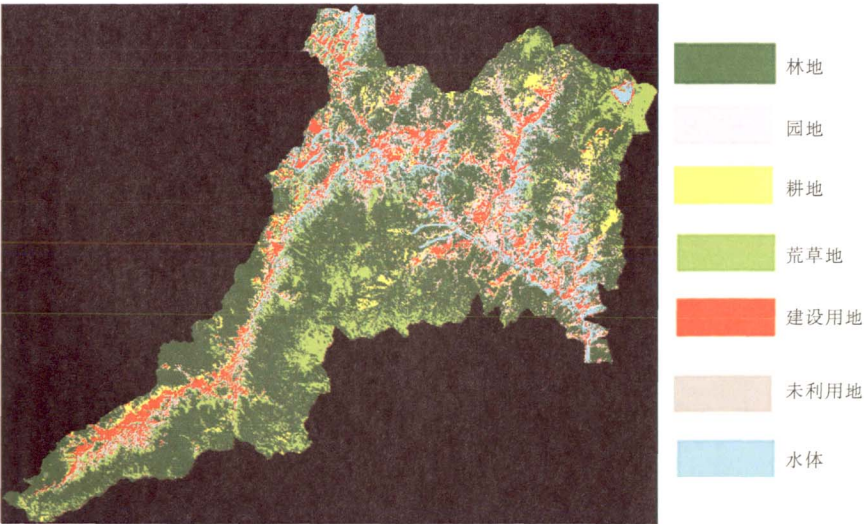


图 5 光谱响应特征结合纹理特征集的分类结果图

Fig. 5 Classification result based on spectral respond feature and texture feature set

表 3 基于光谱响应特征的分类精度评价
Table 3 Classification accuracy assessment with spectral respond feature

类型	林地	园地	耕地	荒草地	建设用地	未利用地	水体	阴影	总和	使用者精度(%)
林地	239	8	10	6	0	0	0	0	263	89.35
园地	6	62	9	0	0	0	0	0	77	80.52
耕地	2	4	56	5	0	0	0	0	67	83.58
荒草地	6	4	9	249	7	0	1	0	276	90.22
建设用地	1	10	12	10	63	0	11	0	107	58.88
未利用地	0	0	10	0	8	27	0	0	45	60.00
水体	0	0	0	0	15	0	80	0	95	84.21
阴影	10	5	0	0	0	0	20	25	60	41.67
总和	264	93	106	270	93	27	112	25	990	
生产精度(%)	90.53	66.67	52.83	92.22	67.74	100	71.43			
总精度:80.91% Kappa 系数:0.766 1										

表 4 结合纹理特征集的分类精度评价
Table 4 Classification accuracy assessment with texture feature set

类型	林地	园地	耕地	荒草地	建设用地	未利用地	水体	阴影	总和	使用者精度(%)
林地	246	5	8	4	0	0	0	0	263	93.53
园地	6	67	4	0	0	0	0	0	77	87.01
耕地	1	3	60	2	0	1	0	0	67	89.55
荒草地	6	4	9	251	6	0	0	0	276	90.94
建设用地	1	9	10	6	80	0	11	0	107	74.77
未利用地	0	0	9	0	6	30	0	0	45	60.00
水体	0	0	0	0	13	0	82	0	95	86.32
阴影	20	5	0	0	0	0	5	30	60	50.00
总和	280	93	90	263	105	31	98	30	990	
生产精度(%)	87.96	72.04	66.67	95.44	76.19	96.77	83.67			
总精度: 85.05% Kappa 系数:0.816 1										

从以上表中可以看出,光谱响应特征仍然是主要的分类依据,纹理特征集的加入对于各类地物具有较高的区分度.纹理特征一方面突出自身空间几何结构明显的建设用地、河流等信息;另一方面增强了地形起伏较大地区阴影与其它地物的区分.从分类结果看,所选的纹理特征集对于提高分类精度具有积极的作用.

5 总结与展望

本研究主要是利用遗传算法进行纹理特征的选择,首先利用灰度共生矩阵法和灰度一梯度共生矩阵法两种不同的方法进行纹理特征提取,共得到 23 个纹理特征,利用遗传算法的全局寻优能力进行特征选择,从这 23 个纹理特征

中选择一组最优纹理特征组合,参与后面的分类.实验证明,遗传算法因其自适应性、并行性、能较好地处理大规模复杂数据,且特别适合于解决多目标优化问题等诸多特性,所以是解决特征选择问题的理想方案.基于遗传算法的特征子集选择方法能够在可接受的代价内找到问题的最优解(或近似最优解).作为一种新的解决方法,改善了用传统方法对大规模复杂数据进行特征提取存在的局限性.该方法不仅避免了传统方法易陷入局部最优点,找不到全局最优解的缺陷,且当问题规模较大时,具有良好的健壮性.

但是,本文只是初步性的研究,还有很多问题有待进一步深入,如本研究只是针对

Landsat 7 ETM 全色图像,是否可以用到更高分辨率的遥感影像,还需要进一步研究. 另外,在遗传算法中,一些参数的设定是否完全合理也需要在后续的研究中进一步探讨.

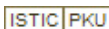
致 谢 高中华对本文提供了无私的帮助,在此表示衷心感谢.

References

- [1] Chen X Q, Hu Y H, Zhang J. Features selection from remote sensing image based on minimum entropy and genetic algorithm. *Remote Sensing Information*, 2005, 5: 3~5. (陈修桥, 胡以华, 张 军. 基于最小熵和遗传算法的遥感图像特征选择. *遥感信息*, 2005, 5: 3~5).
- [2] Luo J C, Ming D P, Zhen J. Knowledge-integrated stepwise optimization making modal for spatial feature mining and its application in remote sensing image classification. *Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 2005, 18(6): 735~743. (骆剑承, 明冬萍, 郑 江等. 基于知识的空间特征逐步寻优挖掘模型及其在遥感影像分类中的应用. *模式识别与人工智能*, 2005, 18(6): 735~743).
- [3] Liu Z J. A study on land cover feature extraction and classification using high dimensional remote sensing data. Ph. D Thesis. Beijing: Chinese Academic of Sciences, 2003. (刘正军. 高维遥感数据土地覆盖特征提取的分类研究. 中国科学院博士研究生学位论文, 2003).
- [4] Li Q Q, Cheng C Q. A new intelligent matching method for remote sensing image. *Remote Sensing and Aerial Photogram*, 2006, 3: 44~48. (李启青, 程承旗. 一种新的遥感图像智能匹配方法. *遥感与航空摄影*, 2006, 3: 44~48).
- [5] Wang G M, Sun L X. Waveband selection in optimized classification of high-spectrum RS imagery. *Dongbei Surveying and Mapping*, 1999, 22(4): 21~23. (王国明, 孙立新. 高光谱遥感影像优化分类波段选择. *东北测绘*, 1999, 22(4): 21~23).
- [6] Xu J B, Hong W, Wu Y R. The study of remote sensing images matching method based on wavelet transform and genetic algorithms. *Journal of Electronics & Information Technology*, 2005, 27(2): 283~285. (徐建斌, 洪 文, 吴一戎. 基于小波变换和遗传算法的遥感影像匹配方法的研究. *电子与信息学报*, 2005, 27(2): 283~285).
- [7] Xiong X H, Qian Z B, Wang R X. A remote sensing image sub pixel matching combined genetic algorithm with least square matching. *Journal of Surveying and Mapping*, 2001, 30(1): 54~59. (熊兴华, 钱曾波, 王任享. 遗传算法与最小二乘法相结合的遥感图像子像素匹配. *测绘学报*, 2001, 30(1): 54~59).
- [8] Xu G L, Cheng Y H, Mao H P. Selecting features of leaf images in tomatoes based on genetic algorithm. *Computer Engineering*, 2003, 29(11): 157~159. (徐贵力, 程月华, 毛罕平. 基于遗传算法的番茄素叶片图像特征选择. *计算机工程*, 2003, 29(11): 157~159).
- [9] Adrian D. Feature selection for texture analysis using genetic algorithms. *International Journal of Computer Mathematics*, 2000, 74: 279~292.
- [10] H. Yoshida, R. Leardi, K. Funatsu, *et al.* Feature selection by genetic algorithms for mass spectral classifiers. *Analytica Chimica Acta*, 2001, 446, 485~494.
- [11] Yu L, Zhao Z T. A convergence rate analysis method for route planning cruise missile based on genetic algorithm. *Journal of Nanjing University(Natural Sciences)*, 2007, 43(2): 187~190. (虞 蕾, 赵宗涛. 基于遗传算法的巡航导航航迹规划的一种收敛速度与方法. *南京大学学报(自然科学)*, 2007, 43(2): 187~190).
- [12] Zhen H, Pan L. Genetic algorithms and its application in the selection of image threshold. *Journal of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping*, 1999, 24(1): 20~23. (郑 宏, 潘 励. 遗传算法及其在图像阈值选取中的应用. *武汉测绘科技大学学报*, 1999, 24(1): 20~23).
- [13] Chen B, Hong J R, Wang Y D. Optimal feature subset selection. *Chinese Journal of Computers*, 1997, 20(2): 133~138. (陈 彬, 洪家

- 荣,王亚东. 最优特征子集选择问题. 计算机学报, 1997, 20(2): 133~138).
- [14] Liu Y G, Li X M, Zhang W. Feature subset selection based on genetic algorithm. Computer Engineering, 2003, 29(6): 19~21. (刘勇国, 李学明, 张 伟. 基于遗传算法的特征子集选择. 计算机工程, 2003, 29(6): 19~21).
- [15] Sun L, Wang X. A feature selection method based on genetic algorithm options and Euclidean distance among all instances of different class. Computer Engineering and Application, 2004, 21: 178~181. (孙 雷, 王 新. 一种基于遗传操作和类内类间距离判别理论的特征选择方法. 计算机工程与应用, 2004, 21: 178~181).
- [16] Zhao Y, Liu W Y. Research on feature selection using genetic algorithm. Computer Engineering and Application, 2004, 15: 52~54. (赵 云, 刘惟一. 基于遗传算法的特征选择方法. 计算机工程与应用, 2004, 15: 52~54).
- [17] Koller D, Sahami M. Toward optimal feature selection. Proceedings of International Conference on Machine Learning, 1996.
- [18] Shi D F, Qu L S. Application of genetic algorithm to fault feature selection. Journal of Vibration, Measurement and Diagnosis, 2000, 20(3): 171~176. (史东锋, 屈梁生. 遗传算法在故障特征选择中的应用研究. 振动、测试与诊断, 2000, 20(3): 171~176).
- [19] Shang L, Wang Y B, Wang L, et al. An image texture retrieval algorithm based on colour co-occurrence matrix (MCM). Journal of Nanjing University(Natural Sciences), 2004, 40(5): 540~547. (商 琳, 杨玉彬, 王 亮等. 基于颜色矩阵的纹理检索算法 MCM. 南京大学学报(自然科学), 2004, 40(5): 540~547).
- [20] Wang X P, Cao L M. Genetic algorithm-theory, application and software materialization. Xi'an: Xi'an Jiaotong University Publishing, 2000, 21~22. (王小平, 曹立明. 遗传算法-理论、应用与软件实现. 西安: 西安交通大学出版社, 2000, 21~22).

基于遗传算法的遥感图像纹理特征选择

作者: 冯莉, 李满春, 李飞雪, Feng Li, Li Man-Chun, Li Fei-Xue
作者单位: 南京大学地理信息科学系, 南京, 210093
刊名: 南京大学学报 (自然科学版) 
英文刊名: JOURNAL OF NANJING UNIVERSITY (NATURAL SCIENCES)
年, 卷(期): 2008, 44(3)
引用次数: 2次

参考文献(20条)

1. 陈修桥, 胡以华, 张军. 基于最小熵和遗传算法的遥感图像特征选择[期刊论文]-[遥感信息](#) 2005(5)
2. 骆剑承, 明冬萍, 郑江, 沈占锋, 陈秋晓. 基于知识的空间特征逐步寻优挖掘模型及其在遥感影像分类中的应用[期刊论文]-[模式识别与人工智能](#) 2005(6)
3. 刘正军. 高维遥感数据土地覆盖特征提取的分类研究[学位论文] 2003
4. 李启青, 程承旗. 一种新的遥感图像智能匹配方法[期刊论文]-[影像技术](#) 2006(3)
5. 王国明, 孙立新. 高光谱遥感影像优化分类波段选择[期刊论文]-[东北测绘](#) 1999(4)
6. 徐建斌, 洪文, 吴一戎. 基于小波变换和遗传算法的遥感影像匹配方法的研究[期刊论文]-[电子与信息学报](#) 2005(2)
7. 熊兴华, 钱曾波, 王任亨. 遗传算法与最小二乘法相结合的遥感图像子像素匹配[期刊论文]-[测绘学报](#) 2001(1)
8. 徐贵力, 程月华, 毛罕平. 基于遗传算法的番茄缺素叶片图像特征选择[期刊论文]-[计算机工程](#) 2003(11)
9. Adrian D. Feature selection for texture analysis using genetic algorithms 2000
10. H. Yoshida, R. Leardi, K. Funatsu. Feature selection by genetic algorithms for mass spectral classifiers 2001
11. 虞蕾, 赵宗涛. 基于遗传算法的巡航导航航迹规划的一种收敛速度与方法[期刊论文]-[南京大学学报\(自然科学版\)](#) 2007(2)
12. 郑宏, 潘励. 遗传算法及其在图像阈值选取中的应用[期刊论文]-[武汉测绘科技大学学报](#) 1999(1)
13. 陈彬, 洪家荣, 王亚东. 最优特征子集选择问题[期刊论文]-[计算机学报](#) 1997(2)
14. 刘勇国, 李学明, 张伟, 彭军, 廖晓峰, 吴中福. 基于遗传算法的特征子集选择[期刊论文]-[计算机工程](#) 2003(6)
15. 孙雷, 王新. 一种基于遗传操作和类内类间距离判据理论的特征选择方法[期刊论文]-[计算机工程与应用](#) 2004(21)
16. 赵云, 刘惟一. 基于遗传算法的特征选择方法[期刊论文]-[计算机工程与应用](#) 2004(15)
17. Koller D, Sahami M. Toward optimal feature selection 1996
18. 史东锋, 屈梁生. 遗传算法在故障特征选择中的应用研究[期刊论文]-[振动、测试与诊断](#) 2000(3)
19. 商琳, 杨玉彬, 王亮. 基于颜色矩阵的纹理检索算法MCM[期刊论文]-[南京大学学报\(自然科学版\)](#) 2004(5)
20. 王小平, 曹立明. 遗传算法-理论、应用与软件实现 2000

相似文献(6条)

1. 期刊论文 张云, 方宗德, 王成, 田丽丽, 赵勇, Zhang Yun, Fang Zongde, Wang Cheng, Tian Lili, Zhao Yong. 基于组合算法的RBF神经网络列车轮对缺陷识别 - [计算机测量与控制](#) 2009, 17(6)
提出了一种基于动态聚类和遗传算法相结合的组合RBF网络训练方法;采用动态聚类法对样本数据进行聚类,使RBF神经网络的隐含层节点中心数在训练过程中自动确定,使用经验公式作为标准,选取最优聚类数,采用遗传算法对隐层中心和宽度以及隐层到输出层的权值进行优化,在全局范围内寻找网络的最优模型;最后对轮对缺陷进行纹理特征提取,并组成训练样本和测试样本,输入到网络进行训练与测试;实验结果表明,与传统方法比较,该组合方法具有较高的识别率.
2. 期刊论文 万周政, WAN Zhou-zheng. 基于小波尺度谱和遗传算法的转子故障诊断 - [舰船科学技术](#) 2009, 31(4)
针对发动机的转子故障,提出了一种基于尺度谱图像纹理特征和遗传算法的故障诊断技术.根据不同转速下的3类转子故障数据样本,运用连续小波尺度谱图像纹理特征提取其图像纹理特征.采用遗传算法对这些特征进行选择优化,去除与分类不相关的冗余特征.最后,构建结构自适应集成神经网络对优

化后的特征进行智能诊断. 试验表明, 该方法能准确地诊断出转子的故障, 具有广泛的应用前景.

3. 学位论文 [王令](#) [基于内容的图像检索技术分析和研究](#) 2008

在传统的基于内容图像检索的方法中, 由于图像的领域较宽, 图像的低级视觉特征和高级概念之间存在一定的语义间隔, 检索的效果很不理想. 文章研究了图像增强技术在贝叶斯框架下基于内容的感知编组规则的图像检索. 经过图像增强技术处理后图像灰暗度及其色彩明暗提高, 又通过感知编组提取图像颜色特征进行贝叶斯分类, 并根据Lxaxbx空间彩色的距离判定条件来进行检索. 经实验验证, 该方法的检索效果比通常的方法有较大提高. 此外, 通常直接采集原始格式的图像检索比较多, 由于数据量大, 给存储或传输带来不便. 文中给出了基于小波变换和二值模式的图像检索方法, 其优点在于一方面解决了数据量大、省略压缩环节、特征向量包含在压缩域检索系数中; 另一方面二值模式的图像更有利于提取图像的纹理和形状特征. 实验结果表明两者结合提高了检索效率. 同时, 传统的K均值算法存在两个固有的缺点: (1)对于随机的初始值选取可能会导致不同的聚类结果, 甚至存在着无解的情况; (2)该算法是基于梯度下降的算法, 因此不可避免地常常陷入局部极优. 这两大缺陷大大限制了它的应用范围. 而基于粒子群的k-means聚类算法是在传统的聚类算法中引入了粒子群算法. 理论分析和数据实验结果表明, 该聚类算法克服了传统聚类算法存在的问题, 全局寻优能力优于现有的基于遗传算法的k-means聚类算法, 且有较快的收敛速度. 最后, 文中给出了六种颜色空间(HSV、YUV、RGB、XYZ、HSL、YIQ)以及分块加权HSV颜色直方图比较的实验结果, 并且综合图像的颜色和纹理特征以及纹理和形状特征进行图像检索时, 采用了基于灰度共生矩阵的纹理特征提取和基于不变矩的形状特征提取方法, 并在此基础上加入了基于权重调整的相关反馈机制, 使用户可以参与检索过程, 通过调整权重使得检索结果最终满足用户的检索要求. 实验表明, 这种算法获得了较好的检索结果.

4. 学位论文 [周颖颖](#) [彩色白细胞图像的特征选择与分类识别](#) 2006

计算机图像处理与分析在医学领域的应用越来越广泛. 应用先进的图像处理技术和模式识别的方法检查白细胞总数及白细胞分类计数是医学辅助诊断的一种重要方法. 它能有效地减少主观干扰, 部分代替人的劳动, 减轻医生负担, 并且大大提高诊断效率. 本文主要针对外周血涂片白细胞自动分类的基础方法进行研究, 对真彩色白细胞图像从理论的角度, 阐述了包括图像预处理、特征提取与特征选择、分类识别等一整套基本算法, 重点研究了白细胞的特征提取和特征选择, 并将特征选择子集的结果用于白细胞的分类, 取得了令人满意的结果. 借鉴细胞目视分类的经验, 结合前人在特征提取方面的工作, 在单个细胞图像分割的基础上, 首先提取了对细胞形状、大小、细胞核的瓣数等定量描述的细胞形态学参数; 随后提取出白细胞的色度特征主要是基于区域颜色的统计信息; 最后在白细胞纹理特征提取上采用多种算法, 并将离散小波变换以及一种有效的纹理描述子——局部二进模式应用到白细胞的纹理特征形成上, 组成了有效的特征集合. 针对各类参数算法复杂度不同, 白细胞的特征选择问题采用了分步选择的策略, 筛选出最佳特征参数. 首先, 采用遗传算法对白细胞的纹理特征进行选择; 然后对降维后的整个综合特征空间采用禁忌搜索算法进行二次选择, 进一步组成了对分类有效的特征子集空间, 并将我们的方法与其它一些特征选择算法性能做了对比. 最后本文设计了几种神经网络的分类器模型对白细胞进行识别, 能够在少量样本的情况下, 得到较好的分类结果.

5. 学位论文 [杨晓波](#) [复杂纹理图像的分割](#) 2004

图像分割是图像处理中的重要问题, 也是计算机视觉研究中的一个经典难题, 图像分割质量的好坏直接影响后续的认识和理解. 尽管研究人员提出了许多分割方法, 但到目前为止还不存在一种通用的方法. 该论文全面论述了纹理图像分割的意义、作用及国内外技术发展概况, 介绍了基于统计和空间/频域的纹理特征提取方法以及基地模糊聚类神经网络的分割算法. 针对纹理分割过程中存在的一些问题, 对算法进行了改进, 并进行了仿真实验. 该文的主要工作如下: (1)通过对不同分形维数的比较可知, 改进的盒子维数和分形布朗维数较适合纹理的描述. 该文将改进的盒子维数和Laws能量相结合, 对纹理图像和含噪声的图像进行仿真实验, 取得了较好的分割效果. (2)方向性是纹理的一个基本特征. 为了利用这种特性, 将纹理图像和Laws模板卷积, 分别滤出图像的水平边缘、垂直边缘和对角边缘. 计算相应方向上的布朗分形维数, 作为纹理特征. 对特征进行分类, 完成图像的分割. 该文对此方法进行了仿真实验. (3)利用SAR模型进行纹理分割时, 窗口取的过小, 将使估计的特征值不准确; 过大, 将使分割图像边界的定位不精确, 这是由于在边界处所提取的特征值存在过渡. 而小波变换具有良好的时频局部化特征、尺度变化特征. 因此该文将这两种方法相结合, 通过粗分割和细分割两个阶段实现纹理图像的分割, 取得了良好的分割效果. (4)如何确定网络结构是RBF神经网络的重要问题. 网络规模过小不能充分学习样本数据; 过大, 则容易出现过度拟合和泛化能力降低等问题. 针对此问题, 该文采用混合遗传算法优化RBF神经网络, 该算法是逆遗传算法和线性回归的结合. 通过优化, RBF神经网络结构的复杂性降低了, 学习速度加快了, 更加适合图像分割.

6. 学位论文 [冯莉](#) [纹理分析在浙西山区遥感图像分类中的应用研究](#) 2007

山区遥感图像的信息识别与提取一直是遥感应用技术研究的难题. 山区地理条件特殊, 山高坡陡、地形复杂, 地块零碎, 在遥感图像上形成了大量的阴影区和混合像元, 被认为是遥感图像分类的难点地区. 如何找到针对山区遥感图像行之有效的分类方法, 成为目前研究的热点问题. 在这种图像中, 单纯依据光谱响应特征的分类, 难以获得符合实际的分类结果. 在进行山区遥感图像分类时, 既要依据图像的光谱响应特征, 也应考虑其空间特征对分类效果的影响. 纹理特征作为遥感图像重要的空间特征之一, 不但是对于图像各像元之间空间分布的一种描述, 而且作为遥感图像中的高频成分, 能充分反映了如山脊线、分类限、水系网等线、面状地形要素的分布格局. 对遥感图像的识别与分类具有指示意义. 本文在“临安市土地利用总体规划(2005-2020)修编”项目的支撑下, 以浙江省临安市大峡谷镇为研究区域, 利用Landsat 7 ETM+全色图像, 对纹理特征的提取以及纹理特征在浙西山区遥感图像分类中的应用技术与方法进行较为深入的探讨与研究. 主要研究内容和研究结论包括: (1)在分析研究区遥感图像典型地物的纹理特征的基础上, 采用不同的方法提取纹理特征. 首先是基于灰度共生矩阵法的纹理特征提取, 通过分析、对比, 利用纹理的变异系数得出13×13为最佳可分性窗口的研究结论, 计算并得到了8个纹理特征. 然后考虑到灰度变化的梯度信息, 因此, 采用Robert算子、Prewitt算子、Sobel算子和Canny算子四种不同的边缘检测算子进行边缘特征的提取, 得到研究区边缘图像, 并对不同的边缘图进行了定性定量相结合的评价, 综合分析之后利用Canny算子作为梯度算子, 计算并得到基于灰度-梯度共生矩阵的15个纹理特征. (2)通过两种不同的方法共得到23个与形态和边缘有关的纹理特征(包括灰度共生矩阵法得到的8个纹理特征, 灰度-梯度矩阵法得到的15个纹理特征). 在对不同的类可分性度量标准比较之后, 以内类内间距离作为适应度函数, 利用遗传算法对所提取的23个纹理特征进行特征选择, 最终得到一组由9个纹理特征组成的最优纹理特征子集. 它们是对比度, 嫡, 角二矩阵, 相关, 小梯度优势, 灰度分布不均性, 灰度方差, 混合嫡, 逆差矩. (3)充分考虑纹理特征、地形特征等因素对山区遥感图像识别与分类的影响, 在遥感图像光谱响应特征构成的特征空间的基础上, 进行了特征空间边缘的探讨与尝试, 构建了由光谱响应特征、主成分特征、纹理特征集以及地形因子组成的在扩展特征空间. 即原来的光谱响应特征所构建的特征空间为X=(x1, x2, ……x6). 除原来光谱响应特征外, 本研究对多光谱图像进行了K-L变换, 并取前两个主成分PC1, PC2; 同时, 由9个纹理特征组成纹理特征集Y=(y1, y2, ……y9,); 在地形特征中考虑坡度和坡向, Z=(z1, z2). 最后, 扩展后的特征空间为T=(X, PC, Y, Z), 并利用最大似然法对研究区地物目标进行了分类. (4)研究结果表明: ①基于光谱响应特征的分类精度为80.91%, Kappa系数为0.7661; ②考虑特征空间的扩展, 特别是光谱响应特征结合地形特征的分类精度为82.32%, Kappa系数为0.7831; ③光谱响应特征结合纹理特征集的分类精度为85.05%, Kappa系数为0.8161. 分类结果表明, 对于浙西山区来说, 纹理特征和地形因子辅助地物目标的识别与分类可以较好地改善分类的精度. 纹理特征一方面突出了自身空间几何结构比较明显的建设用地、河流等信息; 另一方面还可以较好地地区分山体起伏较大地区的阴影与水体. 地形特征的加入则主要是增强了林地、园地等具有明显空间分布规律的土地利用/覆被类型的差异, 减少了它们之间的混分.

引证文献(2条)

1. [洪伟](#), [王素玉](#), [卓力](#) [成像光谱图像分类技术研究进展](#) [期刊论文] - [测控技术](#) 2009(5)

2. [邹春辉](#), [尹青](#), [陈怀亮](#) [基于灰度相关和控制点库的遥感资料自动地理配准技术研究](#) [期刊论文] - [气象与环境科学](#) 2008(4)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_njdxxb200803010.aspx

下载时间: 2009年10月13日