

基于颜色和纹理特征的遥感图像检索

肖秦琨, 刘米娜, 高 嵩

(西安工业大学 电子信息工程学院, 陕西 西安 710032)

摘要:针对单一特征遥感图像检索的局限性和传统综合特征检索方法计算复杂度高的问题,提出了一种基于纹理特征和颜色特征的遥感图像的检索。在分析了现存遥感图像的检索方法后,得出了用颜色特征及 Gabor 小波提取出的纹理特征进行图像检索的总体思路。设计了一组多尺度和多方向的滤波器组,优化并选择滤波器组的各参数。首先对图像进行滤波,然后再进行纹理特征的提取,最后用颜色直方图对遥感图像进行颜色特征提取,最终将融合这两种图像特征,设计并实现一个基于颜色特征和 Gabor 小波纹理特征的图像检索原型系统。在进行图像检索时将纹理特征和颜色特征融合对图像库进行图像检索。由实验结果表明,所提出的方法是有效的。

关键词:图像检索;纹理特征;颜色特征

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)04-0107-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.04.026

Remote Sensing Image Retrieval Based on Color and Texture

XIAO Qin-kun, LIU Mi-na, GAO Song

(College of Electronic Information Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China)

Abstract: Remote sensing image retrieval based on texture features and color features is proposed, for meeting the limitations of single features of remote sensing image retrieval and the computational cost of traditional retrieval methods. After the analysis of the existing remote sensing image retrieval, the general frame of remote sensing image retrieval which is based on the color and Gabor wavelet texture features are established. Design a group of multi-scale and multi-directional filters, optimize and select the filter parameters. First of all, do image filtering, then conduct the texture feature extraction, finally extract color feature with color histogram for remote sensing image, eventually in fusion of these two kinds of image features, design and implement a image retrieval prototype system based on color feature and Gabor wavelet texture feature. The obtained color and texture features are used to retrieve image database. The experimental results show that the proposed method is efficient.

Key words: image retrieval; texture feature; color feature

0 引言

随着遥感图像数据库的不断增大,对越来越复杂的遥感图像进行快速而有效的查询已经成为当下亟待解决的问题。近几年,基于内容的遥感图像的检索技术越来越多地受到人们的关注。

对基于内容的遥感图像进行检索,首先观察和分析所选择的遥感图像,提取出其可以看见的信息,例如颜色(Color)、形状(Shape)或纹理(Texture)等特征或者将这些特征进行组合,将这些特征的计算值与图像库中的特征值进行相似性的计算,可以选择用欧式距离计算其相似度,并根据其相似度的大小输出检索结

果。

最近几年来,基于单一视觉特征的算法研究,例如颜色、纹理、形状、空间层次关系的研究已经有了很好的效果。但是,单一视觉特征的算法只是这个图像的一部分属性,因为其检索通用性差,所以检索效果不是很好。对于这一问题,在本篇文章中提出将颜色和纹理特征相结合的方法,对图像检索的精度有了很大的提高。

1 纹理特征提取

纹理是一种不依赖于颜色和亮度反映图像同质现象的视觉特征,表现了物体表面所共有的内在特性。因为大量的纹理信息在遥感图像中包含着,所以用纹理特征进行特征提取已经是基于内容的遥感图像检索的一个重要的研究领域。

在纹理特征提取中包含有四种方法:统计分析

收稿日期:2012-09-13;**修回日期:**2012-12-16

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60972095)

作者简介:肖秦琨(1974-),男,副教授,研究方向为动态贝叶斯及网络图像检索;刘米娜(1987-),女,硕士,研究方向为基于内容的图像检索。

法^[1]、结构分析法^[2]、模型分析法^[3]和频谱分析法^[4]，而在本课题中所要用到的 Gabor 小波是基于变换分析法的一个重要的纹理特征提取方法。该方法是在进行小波变换时将 Gabor 函数做基函数，来实现方向和尺度不变的特征提取。

1.1 Gabor 小波变换

Gabor 小波变换可以认定是在多方向多尺度上提取信息的数学工具。Gabor 滤波器是用 Gabor 函数作为单位冲激响应的带通滤波器，其具有较好的滤波性，它的输出可以看作是输入信号的 Gabor 小波变换^[5]。

二维 Gabor 函数的表示公式为：

$$g(x,y)=\frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{\sigma_x^2}+\frac{y^2}{\sigma_y^2}\right)+2\pi jWx\right]$$

(1)

$$G(u,v)=\exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{(u-W)^2}{\sigma_u^2}+\frac{v^2}{\sigma_v^2}\right]\right\},\sigma_u=\frac{1}{2\pi\sigma_x};\sigma_v=\frac{1}{2\pi\sigma_y}$$

(2)

在进行以基函数为 Gabor 函数的纹理特征提取时，由于滤波器的尺度不同，所以可以检测到在不同尺度下的图像的局部特征。用 $g(x,y)$ 作为母波函数，将 $g(x,y)$ 进行一定的旋转和扩张，便可以得到一组自相似的滤波器，称为 Gabor 小波^[6]。

$$g_{mn}(x,y)=a^{-m}g(x',y'),a>1,m,n\in Z$$
$$x'=a^{-m}(x\cos\theta+y\sin\theta);y'=a^{-m}(-x\sin\theta+y\cos\theta);\theta=\frac{n\pi}{K}$$

(3)

其中， a^{-m} 为尺度因子； K 是方向的数目。对 m 和 n 的值进行改变，便可以得到一组方向和尺度都不同的滤波器组。设 S 代表尺度， U_h 和 U_l 分别代表高频和低频的中心频率。这样就得到滤波器的参数分别为 σ_u,σ_v 。

$$a=(U_h/U_l)^{S-1}\quad W=U_h\quad \sigma_u=\frac{(a-1)U_h}{(a+1)\sqrt{2\ln 2}}$$

(4)

$$\sigma_v=\tan\left(\frac{\pi}{2k}\right)\left[U_h-2\ln\left(\frac{\sigma_u^2}{U_h}\right)\right]\left[2\ln 2-\frac{(2\ln 2)^2\sigma_u^2}{U_h^2}\right]^{-\frac{1}{2}}$$

(5)

1.2 Gabor 纹理特征提取

假设给定一幅图像为 $I(x,y)$ ，其大小尺度为 $w\times h$ ，用 Gabor 滤波器可以表示为：

$$W_{mn}(x,y)=\sum_{x_0}\sum_{y_0}I(x-x_0,y-y_0)g_{mn}^*(x_0,y_0)$$

(6)

在这个式子中 $g_{mn}^*(x_0,y_0)$ 为 $g_{mn}(x_0,y_0)$ 的复共轭函数^[7]； x_0 和 y_0 是滤波器模板大小的变量；用 μ_{mn},σ_{mn} 分别代表一幅图像的纹理特征，则其特征公式如下：

$$\mu_{mn}=\frac{1}{wh}\sum\sum|W_{mn}(x,y)|$$

(7)

$$\sigma_{mn}=\frac{1}{wh}\sqrt{\sum\sum[|W_{mn}(x,y)|-\mu_{mn}]^2}$$

(8)

将滤波器的尺度和方向的参数设定为 $K=6,S=4$ 时，便可以使得 Gabor 纹理特征能够准确地反应图像的特征，最高频率和最低频率分别设为 $U_h=0.4,U_l=$

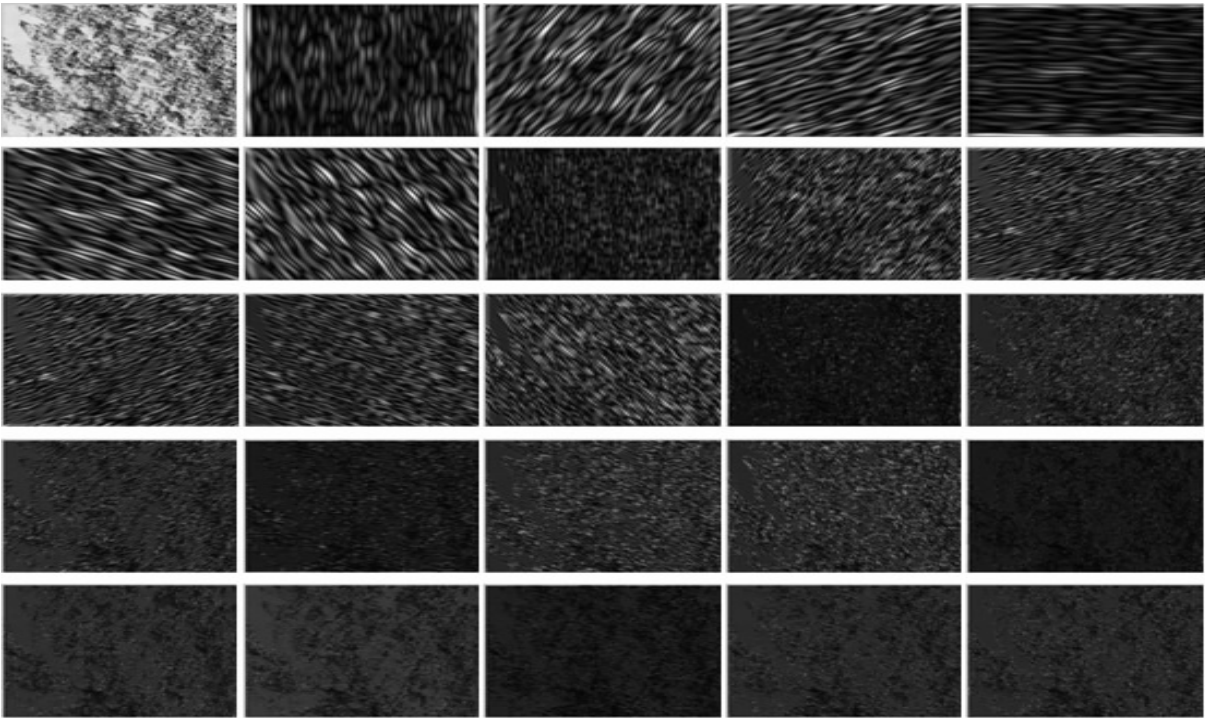


图 1 $K=6,S=4$ 滤波后的图片

0.03,在设定的参数下如图1所示(第一幅为原图片)。

假设有图像 I, K 计算相似性距离:

$$d_{mn}(I, K) = \sum_m \sum_n \left(\left| \frac{\mu_{mn}^I - \mu_{mn}^K}{\sigma(\mu_{mn})} \right| \right) + \left(\left| \frac{\sigma_{mn}^I - \sigma_{mn}^K}{\sigma(\sigma_{mn})} \right| \right) \quad (9)$$

在此公式中 $\sigma(\mu_{mn})$ 和 $\sigma(\sigma_{mn})$ 分别代表整个特征库中的均值特征的标准方差和标准方差的标准方差。

2 颜色特征提取

在图像中最显著的特征之一便是图像的颜色特征,由于过去的 RGB 颜色模型的可分辨的色差是非线性的,并且没有直感,所以其不是一个较好的颜色描述系统。在其颜色的表示方法上,选择了符合人们视觉感应的 HSV 模型。由于 HSV 颜色模型特征与人的视觉特征比较相似,其是由色度 H 、饱和度 S 、亮度 V 这三个分量组成,它是一种基于感知的颜色模型。

为了减少运算量,在不是特别明显的将图像的质量降低的情况下,获取一些比较有代表性的颜色用来表示图像,这样便可以达到将存储空间降低并且处理速度提高的目的。对 HSV 空间要先进行适当的量化然后再计算直方图,这样计算量要少很多。根据在其它文献上所查的经验数据可知,可以将 H, S, V 三个分量按人类的颜色感知进行相等间隔的量化,采用式(10)对 HSV 空间进行量化^[8]。

$$H = \begin{cases} 0 & H \in [0, 35] \\ 1 & H \in [36, 71] \\ 2 & H \in [72, 107] \\ 3 & H \in [108, 143] \\ 4 & H \in [144, 179] \\ 5 & H \in [180, 215] \\ 6 & H \in [216, 251] \\ 7 & H \in [252, 287] \\ 8 & H \in [288, 323] \\ 9 & H \in [324, 359] \end{cases} \quad S = \begin{cases} 0 & S \in [0, 0.1] \\ 1 & S \in [0.1, 0.2] \\ 2 & S \in [0.2, 0.3] \\ 3 & S \in [0.3, 0.4] \\ 4 & S \in [0.4, 0.5] \\ 5 & S \in [0.5, 0.6] \\ 6 & S \in [0.6, 0.7] \\ 7 & S \in [0.7, 0.8] \\ 8 & S \in [0.8, 0.9] \\ 9 & S \in [0.9, 1.0] \end{cases} \quad (10)$$

$$V = \begin{cases} 0 & V \in [0, 0.1] \\ 1 & V \in [0.1, 0.2] \\ 2 & V \in [0.2, 0.3] \\ 3 & V \in [0.3, 0.4] \\ 4 & V \in [0.4, 0.5] \\ 5 & V \in [0.5, 0.6] \\ 6 & V \in [0.6, 0.7] \\ 7 & V \in [0.7, 0.8] \\ 8 & V \in [0.8, 0.9] \\ 9 & V \in [0.9, 1.0] \end{cases}$$

经过上面的步骤图片被量化后,这样就将 HSV 的

颜色空间分为 $L_H \times L_S \times L_V$ 个相似的色区空间,这其中 L_H, L_S, L_V 就分别代表了 HSV 的 3 个量化级数, $L_H = 10, L_V = 10, L_S = 10$ 也可以看做颜色空间就被划分成了 1000 个相似色区间。由上面所得的便将 H, S, V 3 个分量合成了 1 个一维的特征矢量 $L = L_S \times L_V \times H \times S + V$, 根据在上面出现的 3 个分量的值便可以得出 $L = 10H + 10V + 10S$ ^[9]。

所以根据上面量化后的结果便将图像进行统计,得到 1000 柄的一维直方图。

颜色直方图是在进行颜色特征提取中的一个很重要的方法,其具有尺度不变性、旋转不变性和平移不变性这三个特点。统计图像的直方图是一个一维的离散函数^[10]。

$$h_k = \frac{n_k}{n}, k = 0, 1, \dots, L - 1 \quad (11)$$

k 表示颜色的特征值; L 表示特征取值的个数,在本篇文章中所取的数值是 1000,于是得到图像 P 的颜色直方图 $H_{(P)} = [h_1, h_2, \dots, h_{1000}]$,这样便得到了颜色特征向量。

3 试验结果分析

用 matlab 编程,构建 GUI 界面并实现了一个基于颜色特征和纹理特征的图像检索原型系统。本系统的核心模块包括三部分:

(1)用颜色直方图对图像库进行特征提取,对要检索的图片进行特征提取。

(2)用 Gabor 小波对图像库进行纹理特征提取,其次对要检索的图片进行纹理特征提取。

(3)将要检索图片的特征和图片库中的所有特征用欧式距离进行计算并得出其相似度。

在本实验中利用下载的遥感图片建立了十组库,每组库中由十幅同类的图片组成。图2和图3为用 matlab 编程构建 GUI 界面的图像检索系统。图2和图3分别为图 H1, F9 检索结果:第一幅图为输入原图,后 17 幅图片为检索后所得的相似图片。

从图2和图3中可以清楚地看出用颜色特征和纹理特征基本可以表达出图像的内容信息。

由此实验可证明利用颜色和纹理综合特征进行检索所得出的结果,在其色彩上及其分布上都要比利用颜色或纹理特征进行检索更加符合人类的视觉特性。而且对于山脉或者建筑等那些纹理比较复杂的图像检索效果在精度上的提高是非常明显的,其检索算法的平均查准率都可以达到 70% 以上^[11],这与单一的纹理特征算法相比,大概提高了 20% 到 30%。对于颜色明亮的遥感图片,单一颜色特征检索的查全查准率高于单一纹理特征的检索,对于纹理较复杂的遥感图片,在

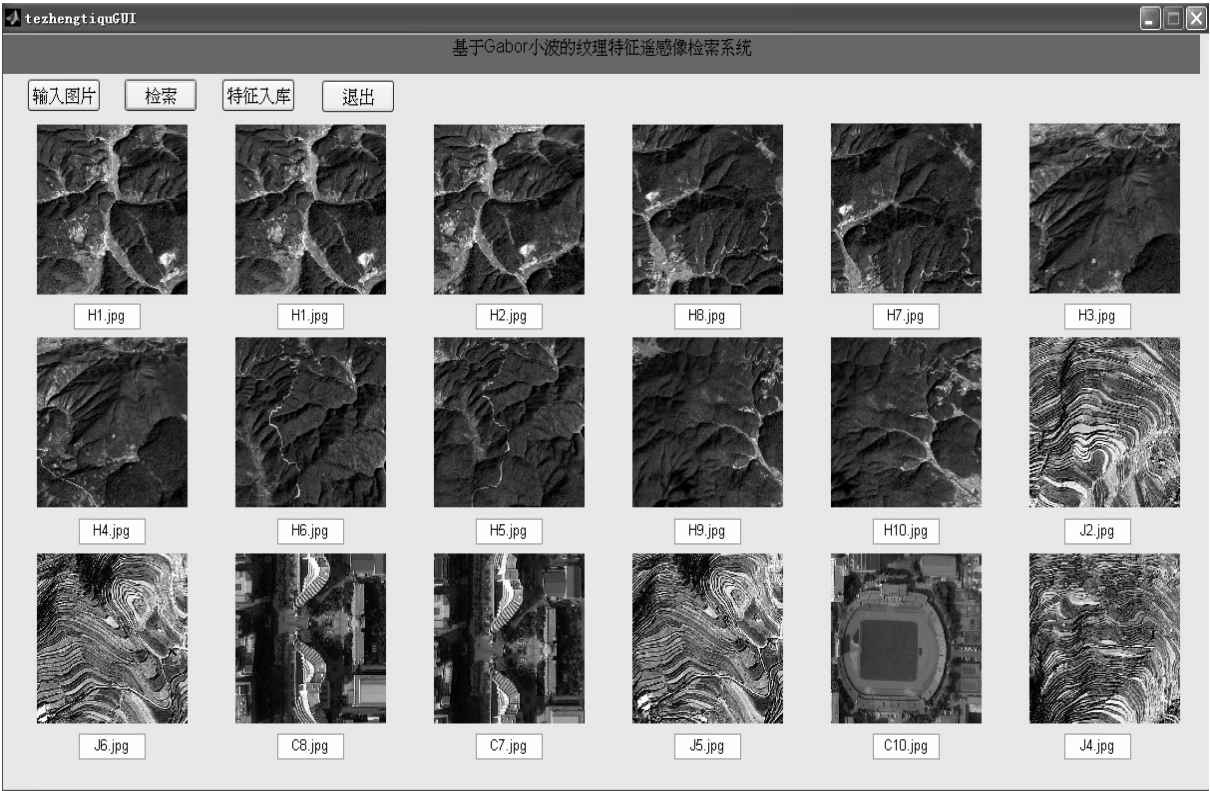


图 2 H1 检索结果

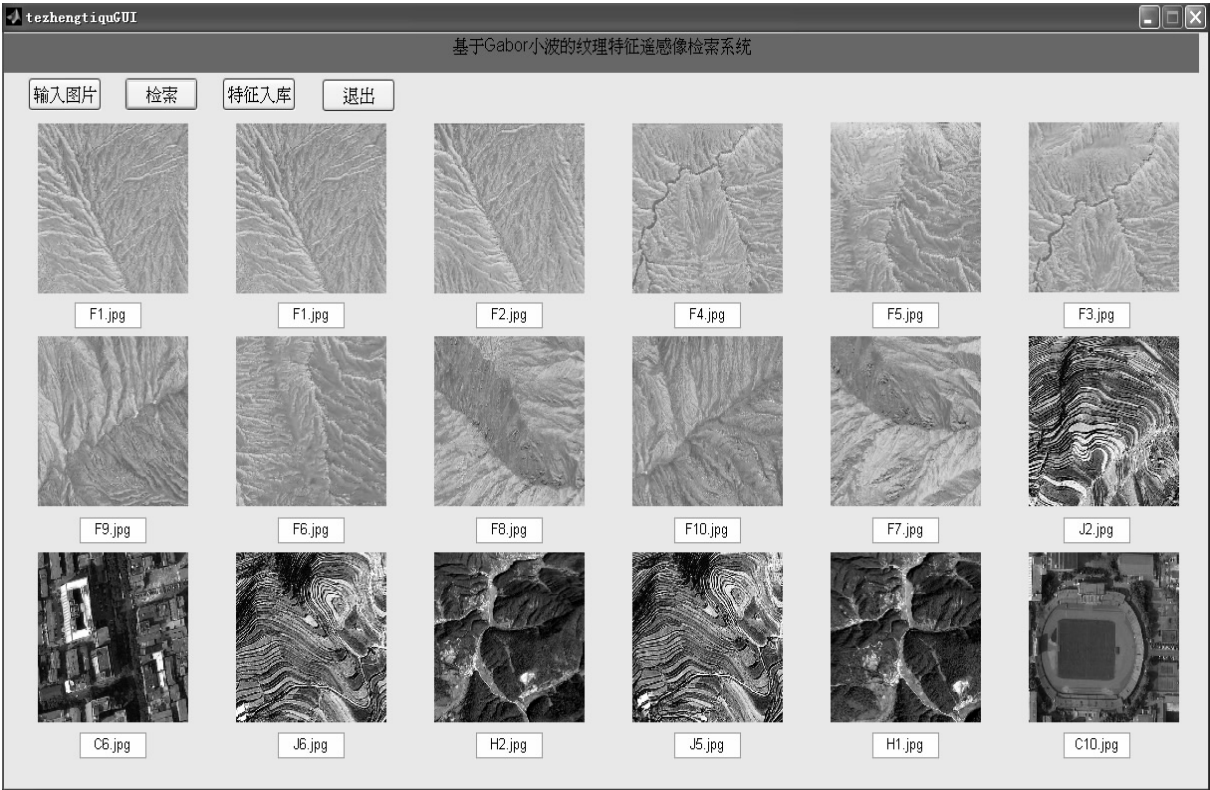


图 3 F9 检索结果

进行纹理特征提取时加入颜色特征,对检索效果的提高较为明显^[12]。

4 结束语

由实验可以看出,基于颜色特征和纹理特征的图

像检索方法及其性能是比较优良的,尤其是应用在具有较之明显的颜色和纹理特征图像检索中。在实验中或者实际应用中,对纹理特征的提取选择合适的尺度和方向,并且根据需要限定排序规划其输出的结果数目,

(下转第 134 页)

得到的检测结果基本相同。并且采用这两种度量比用计数 n 作为簇异常度量的检测结果更好。

表 1 采用不同簇异常度量时检测结果比较

簇异常度量	检测率	虚警率
簇成员数	97.8%	11.3%
	93.8%	6.9%
	80.9%	3.3%
	68.7%	1.1%
n	97.8%	16%
	93.9%	11.7%
	93.8%	6.9%
	80.9%	3.3%
	68.7%	0.9%
	62.3%	0.8%
AAD	59.8%	0.8%
	97.8%	11.3%
	93.8%	6.9%
	80.9%	3.3%
	68.7%	1.2%
	21.7%	1.2%

5 结束语

文章研究了用 Pearson 相关系数计算记录与簇、簇与簇间符号属性距离的方法,该方法根据向量的相似性计算符号属性量化的距离值,克服了许多研究中符号属性间距离只有两种值(0,或者是某个常数)的缺陷,提高了符号属性的分辨力。提出了一种新的簇分类度量:近似平均距离 AAD,AAD 综合了一个簇的局部异常度,即簇的内部点密度,和该簇在整个簇结构中的全局异常度,即该簇与其它簇的距离。用 KDD 99 评估数据集所作的实验表明用 AAD 作为簇的分类度量可以很好地区分由攻击记录组成的簇和由正常记录组成的簇。

(上接第 110 页)

便可以得到非常正确的检索结果。

参考文献:

[1] 任平红,陈 鑫. 基于聚类主颜色和边缘直方图的图像检索方法[J]. 计算机技术与发展,2011,21(3):142-145.

[2] 叶宇光. 基于多特征信息融合的图像检索技术研究[D]. 福建:华侨大学,2006.

[3] Tumara H,Mori S,Yamawaki T. Texture features corresponding to visual perception[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics,1987,8(6):460-473.

[4] Young D C,Sang Y S,Namc K. Image retrieval using BDIP and BVLC moments[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology,2003,13(9):951-957.

[5] Khotanzad A,Hernandez O J. Color image retrieval using multispectral random field texture model and color content features[J]. Pattern Recognition,2003,36(8):1679-1694.

[6] Manjunath B S,Ma W Y. Texture features for browsing and re-

参考文献:

[1] Singh S,Kaur G. Unsupervised Anomaly Detection in Network Intrusion Detection Using Clusters[C]//Proceedings of the National Conference on Challenges & Opportunities in Information Technology. Mandi Gobindgarh,India:[s. n.],2007:107-110.

[2] Portnoy L,Eskin E,Stolfo S J. Intrusion detection with unlabeled data using clustering[C]//Proceedings of ACM CSS Workshop on Data Mining Applied to Security (DMSA-2001). Philadelphia,PA:[s. n.],2001:432-438.

[3] 关 健,刘大昕. 基于主成分分析的无监督异常检测[J]. 计算机研究与发展,2004,41(9):1474-1480.

[4] Nguyen B V. An Application of Support Vector Machines to Anomaly Detection[R]. Athens,Ohio,United States:Ohio University,2002.

[5] 高朝勤,陈元琰,李 梅. 一种面向入侵检测的快速多模式匹配算法[J]. 计算机应用,2008,28(1):82-84.

[6] 陶善旗,李 俊. 入侵检测系统中模式匹配算法的研究与改进[J]. 计算机技术与发展,2010,20(2):167-170.

[7] Cai Longzheng,Chen Jian,Ke Yun,et al. A new data normalization method for unsupervised anomaly intrusion detection[J]. Journal of Zhejiang University - Science C,2010,11(10):778-784.

[8] Eskine E,Arnold A. A Geometric Framework for Unsupervised Anomaly Detection: Detecting Intrusions in Unlabeled Data[M]. Norwell,MA,USA:Kluwer Academic Publishers,2002.

[9] 肖海军,王小非. 基于特征选择和支持向量机的异常检测[J]. 华中科技大学学报,2008,36(3):99-102.

[10] 任若恩,王惠文. 多元统计数据分析-理论、方法、实例[M]. 北京:国防工业出版社,1997:208-209.

[11] KDD[EB/OL]. [1999]. <http://kdd.ics.uci.edu/databases/kddcup99/task.html>.

trieval of image data[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,1996,18(8):837-842.

[7] 叶永伟,杨庆华,应富强. 基于小波和区域统计的纹理图像检索系统[J]. 浙江工业大学学报,2003,6(3):306-309.

[8] 朱明忠. 多尺度 Gabor 小波变换在图像检索中的应用[J]. 电子科技,2011,24(8):61-65.

[9] 汪祖媛,庄镇泉,何劲松,等. 基于形状的小波变换系数广义高斯分布图像检索算法[J]. 电子学报,2003(5):765-768.

[10] Gunn S R,Nixon M S. A Robust Snake Implementaion:A Dual Active Contour[J]. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence,1997,17(5):817-821.

[11] 张新民,沈兰荪. 基于小波和统计特性的自适应图像增强[J]. 信号处理,2001(3):227-231.

[12] 安 斌,陈书海,陈 华,等. 纹理特征在多光谱图像分类中的应用[J]. 激光与红外,2002(3):188-190.

基于颜色和纹理特征的遥感图像检索

作者: 肖秦琨, 刘米娜, 高嵩
作者单位: 西安工业大学 电子信息工程学院, 陕西 西安 710032
刊名: 计算机技术与发展
英文刊名: Computer Technology and Development
年, 卷(期): 2013(4)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201304028.aspx