

# 基于颜色和形状特征的图像检索系统

李贻龙, 宋 进, 陆振杰

(上海大学 机电工程与自动化学院, 上海 200072)

**摘 要:**随着信息技术的迅速发展,为了高效地从大量图像实例中找出有用信息,改善基于单一特征的图像检索方法的效率和准确性,提出基于颜色和形状信息的多特征图像检索方法,利用 VC++6.0 工具开发图像检索系统。算法采用 RGB 颜色空间分块直方图和边缘形状 Sobel 算子相结合的算法提取图像特征。利用 600 幅 756×504 大小的 JPEG 四种分类场景图片构建图像库,通过实验,首先基于单一的颜色形状特征进行检索得到结果;再通过综合颜色和形状特征的检索算法实现基于多特征的检索,两次实验相对比结果表明多特征检索系统在实际应用中具有高效性和优越性。

**关键词:**图像检索;Sobel 算子;RGB 分块直方图;特征提取

**中图分类号:**TP31

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2012)08-0017-03

## Image Retrieval System Based on Color and Shape Features

LI Pei-long, SONG Jin, LU Zhen-jie

(Mechanical Engineering and Automotive College, Shanghai University, Shanghai 200072, China)

**Abstract:** Along with the development of information technology, because the retrieval method based on single feature is lack of efficiency and accuracy, for the purpose of finding valuable information from lots of images, a new image retrieval method by comprehensive features is created and using VC++6.0 to develop image retrieval system. The algorithm uses RGB color space block histogram and edge shape detection of Sobel operator to extract image features. The lib is made of 756 x 504 size JPEG images which include four classification scene images. First based on single feature and then through comprehensive retrieval algorithm based on the characteristics of image retrieval, obtain results of the two experiments, from which show the system's efficiency and superiority.

**Key words:** image retrieval; Sobel operator; RGB color histogram; feature extraction

## 0 引 言

图像的检索方法是提取待检索图像的特征并与图像库图像的同种特征进行相似性匹配,根据匹配结果确定图像库中符合要求的图像并输出。文中实验系统可以实现单特征和多特征角度分别进行检索<sup>[1]</sup>。颜色相对于其他视觉信息具有尺度不变性和旋转不变性以及特征提取容易的特点,因而作为图像检索的主要手段之一<sup>[2]</sup>。但往往单独依靠颜色特征检索效率和结果不尽满意,文中融合形状特征,实现了基于颜色-形状的图像检索,改进了基于单一特征检索的不足之处。

## 1 基于颜色特征的图像检索

### 1.1 图像直方图特征

利用颜色特征进行图像检索的关键之一是颜色特

征的提取。文中选用 RGB 直方图分块方法,采用颜色比例分布作为颜色基本特征。直方图可分为统计直方图和累积直方图两种<sup>[3]</sup>。图像特征的统计直方图实际上是一个离散函数,即  $1-D$  的离散函数,即

$$H(k) = \frac{n_k}{N}, k = 0, 1, 2, \dots, L-1 \quad (1)$$

其中,  $k$  代表图像的特征取值,  $L$  是特征可取的个数,  $n_k$  是图像中具有特征值为  $k$  的像素的个数,  $N$  是图像像素的总数,对 RGB 三个分量可分别做直方图<sup>[4]</sup>。图像特征统计的累积直方图也是一个  $1-D$  离散函数。

$$I(k) = \sum_{i=0}^k \frac{n_i}{N}, k = 0, 1, 2, \dots, L-1 \quad (2)$$

其中,  $k$  代表图像的特征取值,  $L$  是特征可取的个数,  $N$  是图像像素的总数。统计直方图中会出现一些零值,而累积直方图能大大减少原统计直方图中出现的零值而带来的匹配值计算不准确的问题,使两种颜色在特征轴上的距离将保持与它们之间的相似程度成正比<sup>[5]</sup>。基于此,文中采用累积直方图提取特征进行相似性匹配。

收稿日期:2011-12-20;修回日期:2012-03-22

基金项目:上海市科研重大项目(10dz1203500)

作者简介:李贻龙(1986-),男,河北石家庄人,硕士研究生,研究方向为图像处理、嵌入式视觉导航系统;宋 进,副教授,主要从事自动化检测、智能机器人视觉导航、智能图像 c 处理方面的研究。

## 1.2 颜色特征的相似性度量

Minkowsky 距离是基于  $L_p$  范式定义的:

$$D(x, y) = \left( \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^n \right)^{\frac{1}{n}}$$

当  $n=1$  时,  $D(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$  称为绝对值距离<sup>[6]</sup>。

当  $n=2$  时,  $D(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^2}$  称为欧式距离<sup>[7]</sup>。

其中,  $D(x, y)$  表示向量  $x, y$  之间的距离,  $N$  表示向量的维数,  $x_i$  表示向量  $x$  的第  $i$  维分量,  $y_i$  表示向量  $y$  的第  $i$  维分量。

## 1.3 基于 RGB 颜色空间分块直方图的相似性度量

基于 RGB 颜色分块直方图算法, 在文中将图像划分为适当的子块, 可选 ColorHist4×4×4 和 ColorHist8×8×8 不同划分模式, 并赋予不同分块合理的权值, 提取相应的局部特征。采用欧氏距离计算法, 假设示例图像的直方图特征矢量为  $(x_0, x_1, \dots, x_i)$ , 图像数据库中的图像直方图特征矢量为  $(y_0, y_1, \dots, y_i)$ , 然后根据直方图欧氏距离算法公式<sup>[8]</sup>

$$D(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^2}$$

并与给定的初始值进行比较, 进行图像颜色特征的相似性度量后得出可行检索结果。

## 2 基于形状特征的图像检索

边缘形状信息对图像检索起重要作用。基于图像边缘统计特征的边缘直方图能较好地反映目标的形状和边缘信息。采用边缘方向—模值二维直方图来描述图像边缘特征。它统计的是相同梯度模值下梯度方向角相同的像素点的个数, 具有光照不变性、位置不变性和尺度不变性。在实际系统的构建时, 可以设定一阈值  $T$ , 消除  $x$  和  $y$  方向上梯度值小于  $T$  的“弱边缘”干扰, 只考虑显著边缘的贡献<sup>[9]</sup>。算法如下:

(1) RGB 图像转化为灰度图像。

(2) 利用 Sobel 算子检测图像边缘, 得到  $x$  和  $y$  方向上的梯度  $dx(x, y)$  和  $dy(x, y)$ , 设定一阈值  $T$  来提取显著边缘。

(3) 梯度模值:

$M(x, y) = \sqrt{[dx(x, y)]^2 + [dy(x, y)]^2}$ , 将  $M$  量化为  $K$  个等级, 为简化计算,  $K$  取 6;

梯度方向:

$$\theta(x, y) = \arctan\left(\frac{dx(x, y)}{dy(x, y)}\right), \text{ 将 } \theta(x, y) \text{ 由}$$

$\left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right]$  转化到  $[0^\circ, 360^\circ]$  量化为 36 个等级<sup>[10]</sup>。

(4) 图像  $P_1$  和  $P_2$  的边缘相似性度量:

$$\text{由 } D_k(P_1, P_2) = \text{Exp} \frac{\left| \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l [H_{P_1}(i, j) - H_{P_2}(i, j)]^2 \right|}{\sigma^2}$$

其中  $H_k(j) = \frac{c_k(j)}{\sum_i c_k(j)}$ ,  $j=1, 2, \dots, L$ , 得出可行检索结果<sup>[11]</sup>。

## 3 实验流程图

实验流程图见图 1:

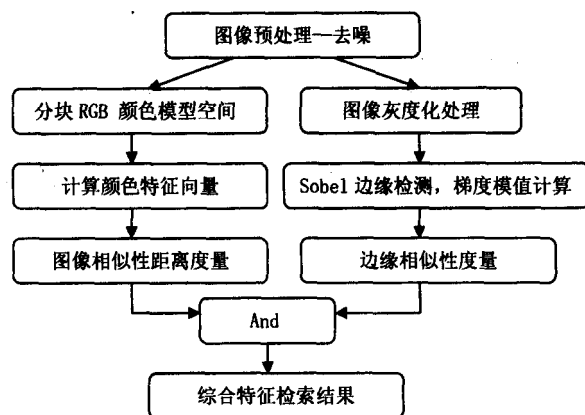


图 1 实验流程图

## 4 实验结果

图 2、3、4 分别是利用颜色、形状单一特征和综合颜色形状特征的三种检索结果, 每页显示六幅图片。比较结果可知, 在利用单一特征时检索到的结果不精确, 直接反映为检索到相似的图片数量比较多, 误差比较大, 而用综合特征时检索结果明显好于单一特征, 检索到图片的相似性和匹配都比较好, 结果相似度差的图片很少。表 1 反映了大量实验结果的图片查全率和查准率。由此可知, 利用颜色和形状综合特征在本系统中会得到满意的检索结果。

表 1 基于颜色、形状、颜色—形状特征三种方法对四类图片的平均查全率和查准率

Objects	Color Based		Shape Based		Both Color and Shape	
	R	P	R	P	R	P
Trees	0.7062	0.7430	0.5630	0.5892	0.9032	0.9478
Beach	0.7650	0.7892	0.6542	0.5963	0.8905	0.9415
Greenland	0.7915	0.8022	0.6685	0.6854	0.9210	0.9512
Buildings	0.6895	0.7032	0.7650	0.7865	0.9465	0.9820

## 5 结束语

文中在综合使用颜色特征与 Sobel 边缘检测的基础上, 通过融合颜色和形状等特征<sup>[12]</sup>, 构建出一种基于目标综合特征的图像检索系统并实现了从单一特征

到多特征融合的检索过程。结果表明,在查全率-查准率性能上,综合特征检索要比单一颜色、形状等特征检索性能更好,在实际的应用中将发挥更重要的作用,但是如何在算法中合理融合各个特征的全重比以达到

最好的检索效果,以及今后研究从内容语义的角度去考虑并结合特征提取和特征映射,最终实现由人类感知结合的智能图像检索系统<sup>[13]</sup>,这个过程还有待进一步去研究并完善。

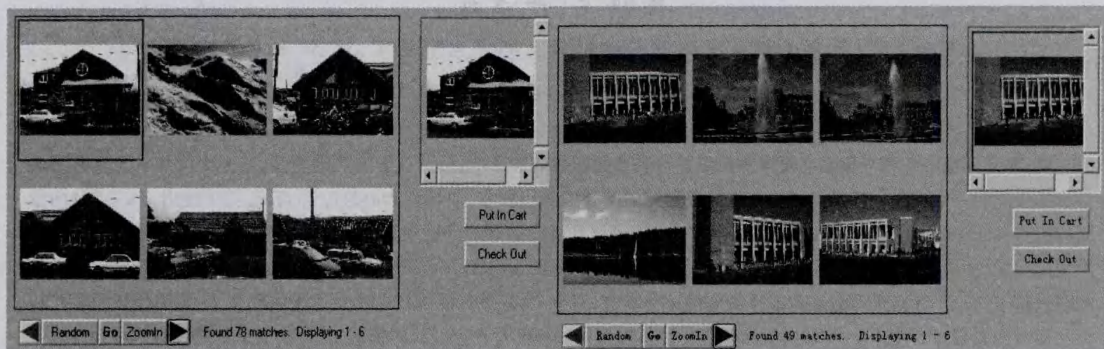


图2 基于颜色检索结果

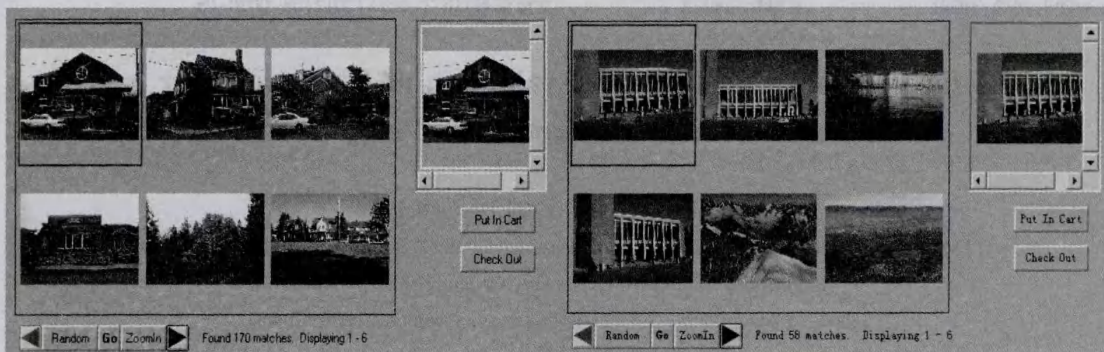


图3 基于形状的检索结果

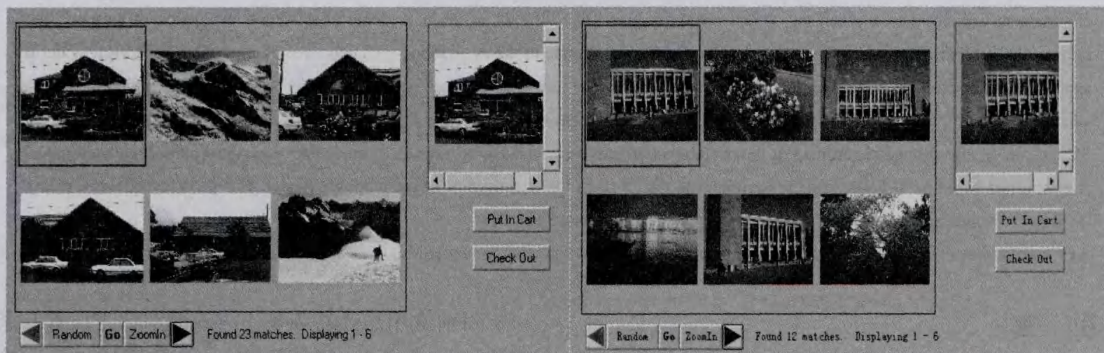


图4 综合颜色和形状信息检索结果

#### 参考文献:

- [1] 周明全,耿国华,韦娜. 基于内容图像检索技术[M]. 北京:清华大学出版社,2007:116-118.
- [2] 李占德,张政保,文家福. 用于图像认证的小波域双重脆弱水印算法研究[J]. 计算机技术与发展,2011,21(2):43-45.
- [3] 李清勇,胡宏,施智平,等. 基于纹理语义特征的图像检索研究[J]. 计算机学报,2006,18(1):32-35.
- [4] 言乐琳,蔡平胜. 一种基于内容的图像检索系统的设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2009,19(12):102-106.
- [5] 郑霞,周明全,耿国华. 一种新的基于分块颜色和形状图像检索方法[J]. 计算机科学,2004,31(5):78-81.
- [6] 邢艳丽,付兴斌,项学智. 基于图像特征的鲁棒水印算法研究[J]. 计算机技术与发展,2011,21(2):47-51.
- [7] 党向盈,吴锡生,赵勇. 基于边缘最大梯度的多方向优化插值算法[J]. 计算机应用研究,2007,28(9):86-89.
- [8] 王树梅,范勇. 一种基于直方图统计特征的灰度图像水印算法[J]. 计算机技术与发展,2010,20(1):177-180.
- [9] 翟国,宋庆余. 基于兴趣点和边缘特征的图像检索方法的研究[J]. 计算机工程与设计,2009(5):1148-1150.
- [10] Liang Y M, Zhai H C, Chavel P. Fuzzy color-image retrieval

(下转第24页)

评估结果,从表中可以看出,该模型对测试样本数据集的评估效能与真实效能较为符合,其平均绝对误差为 0.0278,考虑到训练样本较少,因此该精度达到了预期的效果,从而验证了文中所提模型的可行性。

$v$ -支持向量回归机模型在处理小样本、非线性、高维度的评估或预测问题中具有优势,文献[14]提出将神经网络模型应用到作战效能评估的问题中,表 3 给出了文中所使用的模型与文献[14]中所使用的 BP 神经网络(BPNN)模型的结果比较。由表 3 可知,基于 BPNN 模型的评估结果的平均绝对误差为 0.0469,由此可知文中提出的评估模型具有更高的精度。对于 BPNN 模型,首先其隐含层神经元的个数难以从理论上确定最优值,其次 BPNN 模型通常需要大量的训练样本才能够获得较好的评估或预测结果。 $v$ -支持向量回归机基于结构风险最小化原理,能够较好地解决小样本的问题,同时能够避免 BPNN 局部极值的问题,因此与 BPNN 模型相比,文中使用的  $v$ -支持向量回归机模型在作战效能评估问题上能够表现出较高的精确性和稳定性。

表 3 两种评估模型的结果比较

序号	实际值	基于 $v$ -SVR 模型的 评估结果		基于 BPNN 模型的 评估结果	
		评估值	误差	评估值	误差
1	1.0	0.9846	0.0154	0.9591	0.0409
2	0.4	0.3908	0.0092	0.3887	0.0113
3	0.8	0.7894	0.0116	0.7608	0.0392
4	0.5	0.4226	0.0774	0.5078	0.0078
5	0.2	0.2266	0.0266	0.3353	0.1353

## 4 结束语

针对武器装备受海洋环境影响的作战效能评估问题,提出了基于  $v$ -支持向量回归机的作战效能评估模型。在该评估问题中,影响武器装备的海洋气象水文要素较多,且机理复杂,而  $v$ -支持向量回归机基于 VC 维理论与结构风险最小化原理,较好地处理了武器装备作战效能评估中小样本、非线性和高维度的问题。实验结果表明,文中提出的基于  $v$ -支持向量回归机的作战效能评估模型具有较高的精度,因此将该

模型应用到武器装备作战效能评估问题中是可行且有效的。另外文中提出的评估模型与传统的专家评定法及层次分析法相比,无需依赖专家经验,具有较高的客观性。

## 参考文献:

- [1] McLaughlin J W, Henderson S. Applying GLOBE measurements and resources to the study of marine environments[J]. Oceans, 2005(3):2621-2624.
- [2] 方书甲. 海洋环境要素纳入战场辅助决策的技术探讨[J]. 舰船科学技术, 2008, 30(3):22-25.
- [3] 黄炎焱. 武器装备作战效能稳健评估方法及其支撑技术研究[D]. 长沙:国防科学技术大学, 2006.
- [4] 高尚, 娄寿春. 武器系统效能评定方法综述[J]. 系统工程理论与实践, 1998, 18(7):109-114.
- [5] 赵伟, 伞治. 基于  $q$ -高斯的模糊神经网络在飞机作战效能评估中的应用[J]. 北京理工大学学报, 2010, 30(6):674-677.
- [6] 程恺, 车先明, 张宏军, 等. 基于支持向量机的部队作战效能评估[J]. 系统工程与电子技术, 2011, 33(5):1055-1058.
- [7] Schölkopf B, Smola A J, Williamson R C, et al. New Support Vector Algorithms[J]. Neural Computation, 2000, 12(5):1207-1245.
- [8] 邓乃扬, 田英杰. 数据挖掘中的新方法-支持向量机[M]. 北京:科学出版社, 2004.
- [9] Chang C C, Lin C J. LIBSVM: A library for support vector machines[J]. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, 2011, 2(3):27-27.
- [10] Flake G M, Lawrence S. Efficient SVM Regression Training with SMO[J]. Machine Learning, 2002, 46(1-3):271-290.
- [11] Chang C C, Lin C J. Training  $v$ -Support Vector Regression: Theory and Algorithms[J]. Neural Computation, 2002, 14(8):1959-1977.
- [12] Chen P H, Fan R E, Lin C J. A study on SMO-type decomposition methods for support vector machines[J]. Neural Networks, 2006, 17(4):893-908.
- [13] 叶小娇, 李汪根, 黄尧颖. 支持向量机在个人信用评估中的应用[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(3):213-216.
- [14] 周燕, 陈焱中, 李为民. 基于 BP 神经网络的弹炮结合系统作战效能评估[J]. 系统工程与电子技术, 2005, 27(1):84-86.

(上接第 19 页)

- [J]. Optics Communications, 2002, 212:247-250.
- [11] Wong Wai-Tak, Shih F Y, Liu Jung. Shape-based image retrieval using support vector machines[J]. Information Sciences, 2007, 177:1878-1891.
- [12] Gonzalez R C, Woods R E. Digital image processing[M]. [s.

l.]: Prentice Hall, 2002.

- [13] Zhang Lei, Lin Fuzong, Zhang Bo. A CBIR Method Based on Color-spatial Feature[C]//Proceeding of the IEEE Region 10 Conference. [s. l.]: IEEE Press, 1999:166-169.