

# 基于多语义特征融合的图片检索

曹建芳<sup>1,2</sup>, 陈俊杰<sup>2</sup>, 赵青杉<sup>1</sup>

(1. 忻州师范学院 计算机科学与技术系, 山西 忻州 034000;  
2. 太原理工大学 计算机与软件学院, 山西 太原 030024)

**摘要:**多媒体技术的发展导致数字图像迅速增长, 如何根据语义特征高效检索出满足用户要求的图像, 已成为当前各行业迫切需要解决的问题。为此提出一种基于颜色、纹理和形状三种语义特征的图像检索方法, 建立了颜色和纹理特征的语义描述, 使用 BP 神经网络实现了低层视觉特征到高层语义特征的映射。选取 Corel 图像库作为测试图像库, 实验通过与基于颜色语义特征的检索方法相比较, 取得了良好的实验效果。

**关键词:** 图像检索; 特征提取; 语义特征融合

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2014)05-0134-04

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2014.05.032

## Image Retrieval Based on Various Semantic Feature Fusion

CAO Jian-fang<sup>1,2</sup>, CHEN Jun-jie<sup>2</sup>, ZHAO Qing-shan<sup>1</sup>

(1. Department of Computer Science & Technology, Xinzhou Teachers' University, Xinzhou 034000, China;  
2. College of Computer & Software, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

**Abstract:** The development of multimedia technology has resulted in the rapid growth of digital images. It has become an urgent problem to retrieve images which can better meet the users' requirements according to semantic features. A method on image retrieval based on three local features of color, texture and shape is proposed. The method builds semantic description of color and texture features, uses BP neural network to implement the mapping between low visual features and semantic features. Using Corel image database as testing image database, experiments have achieved good effect compared with the method only based on color semantic feature.

**Key words:** image retrieval; feature extraction; semantic feature fusion

## 0 引言

随着多媒体技术和 Internet 技术的发展, 以及图像获取设备的普及, 每天都会有大量的数字图像产生, 如何能从海量的图像数据中快速准确地检索出用户需要的图像, 近年来已成为国内外研究学者们关注的问题。目前开发的大多数检索系统都是基于图像低层视觉特征的, 不能描述图像蕴含的丰富语义, 检索结果无法真正满足用户的需求。因此, 基于高级语义特征的检索技术成为近年的研究热点<sup>[1-4]</sup>。高级图像语义检索技术是根据提取的图像低层视觉特征, 给出相应的用文字描述的语义解释, 使得用户可直接使用文字(概念)进行查询。由于用户对图像的语义理解各不相同, 这

导致图像语义特征的提取变得非常困难, 目前一般采用半自动化或手工的方式提取图像的语义特征<sup>[2]</sup>。研究者们认为, 在受限领域内, 引入机器学习技术, 缩小图像低层视觉特征与高级概念之间的语义间隔, 是实现基于语义特征图像检索的有效途径<sup>[2]</sup>。

文中首先提取图像的低层颜色、纹理和形状特征, 并且对其进行语义描述, 然后借助 BP 神经网络, 将其映射为高级语义对图像进行检索, 有效地提高了检索效率。

## 1 颜色特征提取

颜色是描述图像最简单而有效的特征, 它蕴含的

收稿日期: 2013-07-03

修回日期: 2013-10-16

网络出版时间: 2014-02-11

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61202163); 山西省自然科学基金项目(2013011017-2); 山西省高校科技创新项目(2013150); 忻州师范学院重点学科专项课题(XK201308)

作者简介: 曹建芳(1976-), 女, 山西忻州人, 博士研究生, 副教授, CCF 会员, 研究方向为机器学习、数字图像处理等; 陈俊杰, 教授, 博士研究生导师, 研究方向为智能信息处理、情感计算等; 赵青杉, 教授, 硕士, 研究方向为数据挖掘、智能信息处理等。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140211.1448.005.html>

语义也非常丰富<sup>[5]</sup>。最常用的提取图像颜色特征的方法是使用全局颜色直方图,但由于它无法包含图像的空间分布信息,因而不能很好地反映用户对图像不同区域的关注程度,有时导致检索结果与用户要求大相径庭。

文中采用 HSV 颜色空间,提出一种新的基于分块的思想提取各分块的主要颜色作为低层颜色特征,使用语义网络表述其语义特征。

1.1 颜色空间选择与量化

RGB 是一种常见的颜色空间表示方法,但它与人的感知差异较大,而 HSV 颜色空间能更好地反映人类对色彩的认知<sup>[6-7]</sup>,所以文中选择 HSV (Hue, Saturation, and Value) 为工作空间,相对于颜色的饱和度 (Saturation) 和色调 (Value) 来说,人类的视觉系统对色度 (Hue) 更敏感,因此将 HSV 空间量化如下:将 H 非均匀量化为 7 个部分,将 SV 划分为黑色区域、灰色区域和彩色区域,对灰色区域和彩色区域进行进一步的量化。当  $v \in [0, 0.2]$  时为黑色区域,此时  $l=0$ ; 当  $s \in [0, 0.2]$  且  $v \in [0.2, 0.8]$  时为灰色区域,此时  $l=1$  ( $(v-0.2) \times 10 \div 1 + 1$ ); 当  $s \in [0, 0.2]$  且  $v \in (0.8, 1.0]$  时为白色区域,此时  $l=7$ ; 当  $s \in (0.2, 1.0]$  且  $v \in (0.2, 1.0]$  时为彩色区域:

$$S = \begin{cases} 0, & \text{当 } s \in (0.2, 0.65] \\ 1, & \text{当 } s \in (0.65, 1.0] \end{cases}$$
$$V = \begin{cases} 0, & \text{当 } v \in (0.2, 0.7] \\ 1, & \text{当 } v \in (0.7, 1.0] \end{cases}$$
$$H = \begin{cases} 0, & \text{当 } h \in (-330, 22] \\ 1, & \text{当 } h \in (22, 45] \\ 2, & \text{当 } h \in (45, 70] \\ 3, & \text{当 } h \in (70, 155] \\ 4, & \text{当 } h \in (155, 186] \\ 5, & \text{当 } h \in (186, 278] \\ 6, & \text{当 } h \in (278, 330] \end{cases}$$

共计  $l=4H+2S+V+8$  共 36 种颜色。这种量化方法具有较能适合人眼视觉、能减少颜色冗余、可适用灰度表面和易于计算等优点。

1.2 图像分块策略及颜色特征提取

由于图像分割算法较复杂,而且分割效果不是很理想,因此文中采用分块的思想,将图像平均分成  $4 \times 4$  块,如图 1 所示。

将图 1 所示的分块布局的 16 个区域划分成 3 种类型:  $A = \{M_{11}, M_{14}, M_{41}, M_{44}\}$ ,  $B = \{M_{12}, M_{13}, M_{21}, M_{24}, M_{31}, M_{34}, M_{42}, M_{43}\}$ ,  $C = \{M_{22}, M_{23}, M_{32}, M_{33}\}$ 。

对于一幅图像,一般情况认为集合 C 中的分块对图像理解至关重要,集合 B 次之,集合 A 作用最小。文

中根据排序编码法设置各分块权重,根据重要性将各分块所属集合排序为 C,B,A,再按照自然数顺序由大到小对其进行分配,分别为 3,2,1。然后将权数归一化,最后结果为  $A: 1/(3+2+1) = 0.17$ ;  $B: 2/(3+2+1) = 0.33$ ;  $C: 3/(3+2+1) = 0.5$ 。

$M_{11}$	$M_{12}$	$M_{13}$	$M_{14}$
$M_{21}$	$M_{22}$	$M_{23}$	$M_{24}$
$M_{31}$	$M_{32}$	$M_{33}$	$M_{34}$
$M_{41}$	$M_{42}$	$M_{43}$	$M_{44}$

图 1 图像分块布局

分块之后,统计每个分块的颜色直方图,提取直方图中像素点最多的两种颜色作为该分块的低层颜色特征,然后根据权重设置计算整幅图像的颜色特征。

1.3 颜色语义特征描述

从人类的主观行为上讲,颜色语义描述实际上就是为颜色命名,使其便于理解。文献[8-9]针对 HSV 颜色空间定义了一个颜色命名表来规范颜色的语义,具体如表 1 所示。

表 1 颜色命名表

主色度	次色度	饱和度	亮度	消色差
红	红	灰	黑	黑
橙	棕	温和	较暗	灰
棕	黄	中等	暗	白
黄	绿	强烈	中等	
绿		鲜艳	亮	
蓝			很亮	
紫			白	
粉				
米黄				
洋红				
橄榄绿				

表 1 为颜色语义理解定义了一个详尽的、好的标准,但在实际的图像理解中,人们往往对色度和亮度的关注程度要远远高于对饱和度的关注程度。因此文中将 1.2 节提取的两种颜色作为主色度和次色度,再加上表 1 中的亮度定义了表示颜色语义的三元组(主色度,次色度,亮度),人们所看到的图像蕴含的颜色语义信息可以通过定义的三元组元素值的组合来表达。

2 纹理特征提取

图像的不同纹理也会使人产生不同的心理反应<sup>[10-11]</sup>。比如,平滑的图像会让人感觉舒适和愉悦,而过分粗糙的图像会让人觉得心里不安,因此它对人的情感影响作用也不容忽视。文中首先采用 Canny 算

子提取图像的边缘,从而获取图像的低阶纹理特征,最后使用 Tamura 模型将其映射为高级纹理语义特征。

## 2.1 图像边缘提取

边缘提取对于数字图像理解非常重要,是图像局部变化最显著的部分。Canny 算子是一类最优边缘检测算子,它具有低误判率、高定位精度和抑制虚假边缘等优点。具体步骤如下:

1) 用高斯滤波器平滑图像。原始图像与高斯平滑滤波器卷积:

$$h(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

令  $g(x, y)$  为平滑后的图像,用  $h(x, y, \sigma)$  对图像  $f(x, y)$  的平滑就表示为:

$$g(x, y) = h(x, y, \sigma) * f(x, y) \quad (2)$$

其中,  $*$  表示卷积。

2) 用一阶偏导有限差分计算梯度幅值和方向。已平滑的图像  $g(x, y)$  可使用  $2 \times 2$  一阶有限差分近似式来计算  $x$  与  $y$  偏导数的两个阵列  $f'_x(x, y)$  和  $f'_y(x, y)$ :

$$f'_x(x, y) \approx G_x = [f(x+1, y) - f(x, y) + f(x+1, y+1) - f(x, y+1)]/2 \quad (3)$$

$$f'_y(x, y) \approx G_y = [f(x, y+1) - f(x, y) + f(x+1, y+1) - f(x+1, y)]/2 \quad (4)$$

在  $2 \times 2$  正方形内求有限差分的均值,以便在图像中的同一点计算  $x$  和  $y$  的偏导数梯度。幅值和方位角可以用直角坐标到极坐标的坐标转换公式计算:

$$M[x, y] = \sqrt{G_x(x, y)^2 + G_y(x, y)^2} \quad (5)$$

$$\theta[x, y] = \arctan(G_y(x, y)/G_x(x, y)) \quad (6)$$

式中,  $M[x, y]$  反映了图像的边缘强度;  $\theta[x, y]$  反映了边缘的方向。

3) 对梯度幅值进行非极大值抑制。仅仅得到全局的梯度并不足以确定边缘,因此为确定边缘,必须保留局部梯度最大的点,而抑制非极大值。将梯度角离散为圆周的四个扇区之一,以便使用  $3 \times 3$  的窗口做抑制运算。四个扇区的标号为 0~3,对应  $3 \times 3$  邻域的四种可能组合,如图 2 所示。

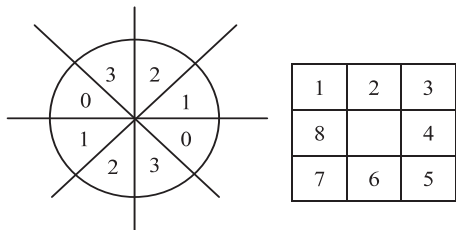


图 2 非极大值抑制示意图

在每一点上,邻域的中心像素  $M[x, y]$  与沿着梯度线的两个像素相比,如果  $M[x, y]$  的梯度值小于沿梯度线的两个相邻像素值,则令  $M[x, y] = 0$ 。

4) 用双阈值算法检测和连接边缘。对非极大值抑制图像作用的两个阈值  $th_1$  和  $th_2$ ,两者关系  $th_1 = 0.4th_2$ 。文中根据文献[10],选取高阈值  $th_1$  为 0.28,则低阈值  $th_2$  为 0.7。

## 2.2 低阶纹理特征提取及语义描述

由于小波变换在时域和频域上都具有良好的局部特性,因此,文中选择使用小波变换的二维小波分解方法提取图像低层纹理特征。

纹理特征提取就是要获取每个像素点的能够用于区分不同纹理模式的特征向量,而二维小波分解结果就反映了不同方向上的频率变化,因此能很好地表征纹理特征。图像的主要纹理特征一般都包含在原图像的高频分量上,这些高频分量就是原图像的细节子图,因此文中提取每个细节子图的能量  $E(i, j)$  作为纹理特征:

$$E(i, j) = \frac{1}{(2n+1)^2} \sum_{k=i-n}^{i+n} \sum_{l=j-n}^{j+n} |w(k, l)| \quad (7)$$

其中,  $E(i, j)$  为像素点  $(i, j)$  的特征值;  $w(k, l)$  表示以像素点  $(i, j)$  为中心的、窗口大小为  $(2n+1) * (2n+1)$  的第  $(k, l)$  个小波系数。

基于人类对纹理的视觉感知的心理学的研究, Tamura 等人提出了纹理特征的语义描述<sup>[12]</sup>。他从心理学的角度将纹理特征描述为六个属性,分别是:粗糙度、对比度、方向度、线像度、规整度和粗略度。文中选择最常用的前三个特征作为纹理的语义特征,分别计算图像的粗糙度、对比度和方向度,而自然语言是反映人们思维的重要特征,人们习惯于使用自然语言描述图像特征,因此文中将计算的粗糙度、对比度和方向度的数值表示转换为自然语言纹理语义描述,即定义了基本词集和扩展词集:

<纹理语义描述>::=<扩展词集>|<基本词集>

<扩展词集>:::=非常|中性|不

<基本词集>:::=粗糙|细腻|高对比度|低对比度|好方向度|差方向度

最后使用语义映射模型将低阶纹理特征映射为高阶纹理语义特征。

## 3 形状特征提取

人们在观察一幅图像时,首先注意到的是图像中的对象,而对象的形状是对象最基本的,除颜色、纹理之外的又一有感觉意义的特征<sup>[8,13]</sup>。因此提取图像的形状特征检索图像也具有非常重要的意义。矩是一种重要的表示图像总体形状的目标量,正交矩(Zernike 矩)是基于 Zernike 多项式的正交化函数,它具有图像旋转不变性和抗噪声能力强等优点<sup>[9]</sup>,所以文中采用它提取图像的形状特征。正交矩  $Z_{nm}$  (复数)的计算公

式为:

$$C_{nm} = \frac{2n+2}{N^2} \sum_{r=1}^{N/2} R_{nm}(\rho) \sum_{\sigma=1}^{8r} \cos \frac{\pi m \sigma}{4r} f(r, \sigma) \quad (8)$$

$$S_{nm} = \frac{2n+2}{N^2} \sum_{r=1}^{N/2} R_{nm}(\rho) \sum_{\sigma=1}^{8r} \sin \frac{\pi m \sigma}{4r} f(r, \sigma) \quad (9)$$

式中,  $C_{nm}$  为正交矩  $Z_{nm}$  的实部,  $S_{nm}$  为正交矩  $Z_{nm}$  的虚部,  $n$  为正整数或零,  $m$  为正整数或负整数, 且满足  $n - |m|$  为偶数和  $n \geq |m|$  的条件,  $R_{nm}(\rho)$  为图像  $f(x,y)$  的像素点  $(x,y)$  的径向多项式,  $r = \max(|x|, |y|)$ ,  $\rho = 2r/N$  ( $N \times N$  为图像  $f(x,y)$  的大小)。

$$\sigma = \begin{cases} \frac{2(r-x)y}{|y|} + \frac{xy}{r} & \text{if } |x|=r \\ 2y - \frac{xy}{r} & \text{if } |y|=r \end{cases} \quad (10)$$

具体步骤为:

- 1) 确定图像  $f(x,y)$  的大小, 从而确定  $N$  值;
- 2) 确定  $r$  和  $\sigma$  的范围;
- 3) 利用 Zernike 多项式的快速递推性质计算各阶  $R_{nm}(\rho)$ , 并根据式(8)和(9)计算  $C_{nm}$  和  $S_{nm}$ ;
- 4) 对  $C_{nm}$  和  $S_{nm}$  求模, 计算  $|Z_{nm}|$ 。

4 语义映射及相似度计算

4.1 基于 BP 神经网络的语义映射

由于图像低阶特征和语义特征的关系较复杂, 导致映射难度很大。但鉴于 BP 神经网络<sup>[14]</sup>具有很强的学习能力和自适应能力, 能够处理复杂的映射关系, 因此选择 BP 神经网络对提取的颜色和纹理特征进行语义映射。其参数确定如下:

- 1) 选用三层网络(输入层、一个隐含层、输出层);
- 2) 输入层为提取的颜色和纹理低阶特征;
- 3) 隐含层的节点数: 根据经验, 使用如下公式计算:  $n = \sqrt{n_i + n_o} + a$  ( $n_i$  为输入节点数,  $n_o$  为输出节点数,  $a$  为 1~10 之间的常数);
- 4) 传输函数:  $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ ;
- 5) 训练精度为  $1e-8$ , 最大迭代次数为 600。

4.2 相似度计算

定义被检索图像与示例图像之间的相似程度  $S(x,y)$  为:

$$S(x,y) = \frac{(\bar{x} - \bar{x})^T (\bar{y} - \bar{y})}{\|\bar{x} - \bar{x}\| \bullet \|\bar{y} - \bar{y}\|} \quad (11)$$

$S(x,y)$  越大, 表示被检索图像与示例图像越相似。式中,  $\bar{x}$  和  $\bar{y}$  分别表示矢量  $x$  与  $y$  的均值。

文中先根据颜色语义特征, 计算颜色相似度, 检索图像库, 然后在检索结果中根据纹理特征进行检索, 最后在纹理语义特征检索结果基础上, 再根据形状特征

相似度进行检索, 并按相似度大小将检索结果排序。

5 仿真实验

以 Matlab 为平台, 开发了一个基于多种局部语义特征的图像检索系统, 选取包含 1 000 幅 JPEG 格式的 Corel 图像库作为测试图像库, 其中包含有人物、风景、汽车、动物、花卉等类型的图像。通过观察, 从每个分类中选取 45 幅视觉上相似的图像作为待查询的图像库。

为验证系统的性能, 选择查准率这个指标评价检索效率, 查准率主要反映系统拒绝无关图像的能力。设  $a$  为查询到的相关图像数目,  $b$  为一次检索过程中检索到的不相关图像数目, 则查准率定义为:  $\text{precision} = a/(a+b)$ 。

为验证文中提出的方法的有效性, 将文中的方法与仅基于分块颜色语义特征提取的检索方法进行实验比较, 其结果如表 2 所示。

表 2 不同检索方法查准率比较

图像类别	基于颜色的方法/%	文中方法/%
人物	62.5	72.3
风景	74.3	79.4
汽车	78.9	86.1
动物	82.5	88.1
花卉	80.9	87.3

从表 2 可看到: 由于文中提出的方法从颜色、纹理和形状特征三方面对图像进行检索, 且对于颜色和纹理特征都是从语义的角度进行描述和检索, 因此检索准确率要明显高于基于颜色语义的方法, 取得了较理想的实验效果。图 3 是两种方法的一次检索结果。

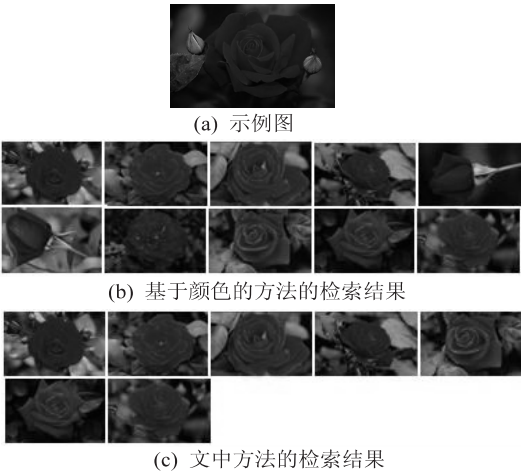


图 3 不同方法检索结果比较

6 结束语

鉴于低层特征和单语义特征图像检索系统普遍存  
(下转第 141 页)



## 4 结束语

三维重建技术是一项重要的课题,三维图像配准技术也是非常具有现实意义的,显然将纹理、颜色信息应用于目标匹配和目标识别可以提高准确度和速度。文中深刻总结了ICP配准和全局配准的基本原理和方法,详细介绍了一种融合纹理的快速重建实现方法,通过实验,验证了这一方法的可行性和通用性。可为后续三维图像匹配和目标识别工作提供一个良好的基础,即可以为后续的三维图像匹配和目标识别快速地重建出一个完整的三维模型。下一段的工作主要是将重建后的三维图像(模型)作为样本,对场景中不同视角的图像进行匹配和识别研究<sup>[13]</sup>,另外,更高精度的图像配准算法亦是今后工作的一大方向。

### 参考文献:

- [1] 佟 帅,徐晓刚,易成涛,等.基于视觉的三维重建技术综述[J].计算机应用研究,2011,28(7):2411-2417.
- [2] 何晓乾,陈雷霆,沈彬斌,等.医学图像三维分割技术[J].计算机应用研究,2007(2):13-16.
- [3] 陈庆芳.图像配准研究生及其应用[D].济南:山东大学,2011.
- [4] 姜熙春.图像融合问题研究[D].长春:吉林大学,2012.

(上接第137页)

在检索精度不高、不能真正体现图像语义内容等缺点,文中以机器学习算法理论为基础,结合图像的边缘信息,提出了一种基于多语义特征融合的图像检索方法。实验结果表明,该方法能够有效地刻画图像蕴含的丰富语义,取得了较理想的检索效果,而且检索性能稳定,这对缩小低层视觉特征与高层语义之间的“语义鸿沟”具有非常重要的意义。

### 参考文献:

- [1] Howarth P, Rüger S. Robust texture features for still-image retrieval[J]. IEE Proc on Vision, Image and Signal, 2005, 152(6):868-874.
- [2] Zhang Yujin. Semantic-based visual information retrieval[M]. USA:IRM Press, 2007.
- [3] Yoo Hun-Woo, Jung She-Hwan. Extraction of major object feature using VQ clustering for content-based image retrieval[J]. Pattern Recognition, 2002, 35(2):1115-1126.
- [4] Yu Honpug-Heather. Visual image retrieval on compressed domain with Q\_Distance image signal process[J]. International Journal of Computer Vision, 2000, 31(1):134-149.
- [5] 田小忱,杨 东,杜春华.综合颜色和 Contourlet 直方图的图像检索方法[J].计算机工程,2010,36(1):224-246.

- [5] Besl P J, McKay N D. A method for registration of 3D shapes[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1992, 14(2):239-256.
- [6] Williams J, Bennamoun M. Simultaneous registration of multiple corresponding point sets[J]. Computer Vision and Large Understanding, 2001, 81(1):117-142.
- [7] 谢瑶瑶.改进奇异值分解方法及应用[D].南京:南京信息工程大学,2011.
- [8] Scanalyze: A system for aligning and merging range data[EB/OL]. 2002. <http://graphics.stanford.edu/software/scanalize/>.
- [9] Vrip Pack: Volumetric range image processing package[EB/OL]. 2006. <http://graphics.Stanford.edulsoftware/vrip/>.
- [10] Ming Chuang. Estimating the Laplace-Beltrami operator by restricting 3D functions[C]//Proc of Eurographics symposium on geometry processing. [s. l.]:[s. n.], 2009:1475-1484.
- [11] 刘小雨.基于VRML的虚拟场景建模研究[D].武汉:华中师范大学,2011.
- [12] 吴 雨.融合纹理信息的三维模型重建[D].成都:电子科技大学,2012.
- [13] Mian A, Bennamoun M, Owens R. On the repeatability and quality of keypoints for local feature-based 3D object retrieval from cluttered scenes[J]. Int Journal of Computer Vision, 2010, 89(2-3):348-361.

- [6] 李娉婷,石跃祥,戴皇冠.基于颜色特征的家居设计图分类[J].计算机工程,2011,37(16):224-226.
- [7] Mojsilovic A. A computational model for color naming and describing color composition of images[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2005, 14(5):690-699.
- [8] Lin Hwei-Jen, Kao Yangta. A study of shape-based image retrieval[J]. IEEE Computer, 2004, 22(2):645-662.
- [9] Depalov D, Pappas T, Li Dongge, et al. A perceptual approach for semantic image retrieval[C]//Proc of ICASSP. Toulouse: [s. n.], 2006:14-19.
- [10] 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,2006,29(1):116-123.
- [11] Abdolah C, Golshah N, Alfred M. Sketch-based image matching using angular partitioning[J]. IEEE Trans on Pattern Systems and Humans, 2005, 35(1):28-41.
- [12] Tamura H, Mori S, Yamawaki T. Texture features corresponding to visual perception[J]. IEEE Trans on Systems, Man, and Cybernetics, 1978, 8(6):231-236.
- [13] Semeulders A W M. Content-based image retrieval at the end of early years[J]. IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(12):1349-1380.
- [14] 魏海坤.神经网络结构设计的理论与方法[M].北京:国防工业出版社,2005.

基于多语义特征融合的图像检索

作者:	<a href="#">曹建芳</a> , <a href="#">陈俊杰</a> , <a href="#">赵青杉</a> , <a href="#">CAO Jian-fang</a> , <a href="#">CHEN Jun-jie</a> , <a href="#">ZHAO Qing-shan</a>
作者单位:	<a href="#">曹建芳, CAO Jian-fang(忻州师范学院 计算机科学与技术系, 山西 忻州 034000; 太原理工大学 计算机与软件学院, 山西 太原 030024)</a> , <a href="#">陈俊杰, CHEN Jun-jie(太原理工大学 计算机与软件学院, 山西 太原, 030024)</a> , <a href="#">赵青杉, ZHAO Qing-shan(忻州师范学院 计算机科学与技术系, 山西 忻州, 034000)</a>
刊名:	<a href="#">计算机技术与发展</a> 
英文刊名:	<a href="#">Computer Technology and Development</a>
年, 卷(期):	<a href="#">2014(5)</a>

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wj fz201405032.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wj fz201405032.aspx)