

# 颜色和形状特征的商品图像检索技术的应用<sup>①</sup>

唐玉昆, 山 岚

(北京化工大学 信息科学与技术学院, 北京 100029)

**摘 要:** 针对基于内容的商品图像检索, 提出了以颜色和区域形状为特征的检索技术方案. 以非等间隔量化方法提取颜色直方图, 同时设置显著水平阈值提取视觉主色, 从而获取颜色特征. 利用二维函数矩构造出的 Hu 矩特征值, 并对矩特征值进行权重设置, 提取了比较符合人类视觉的区域形状特征. 两种特征组合检索, 实现了商品图像的较高相似性度量的匹配.

**关键词:** 图像检索; 颜色特征; 形状特征; 颜色直方图; 二维函数矩; 相似性度量

## Application of a Product Image Retrieval Based on Color and Shape Feature

TANG Yu-Kun, SHAN Lan

(College of Information Science and Technology, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

**Abstract:** For product image retrieval, the method of retrieval based on color feature and shape feature is proposed. To obtain color feature, Non-interval quantitative measure is used to extract color histogram, and setting a value number is to find the primary color. Implementing the algorithm of two-dimensional function moment that is weighted to get the shape feature. As these two features are combined in retrieval, the results of math in product image achieve a highly level.

**Key words:** image retrieval; color feature; shape feature; color histogram; two-dimensional function moment; similarity measure

为了在大量的图像信息中快速的寻找出所需的图像, 同时为了弥补语义与图像物理信息的鸿沟, 基于内容的图像检索技术成为当前研究的热点. 国内外许多研究机构在颜色、纹理和形状方面进行了大量的研究<sup>[1]</sup>, 如 IBM 的 QBIC 系统<sup>[2,3]</sup>、加州伯克利大学的 BlobWord 系统及 VIPER 系统等. 这些系统的检索方法需要用户预先获取需要查询图像的底层信息, 然后利用这些物理标准去查询. 对于一般用户这种查询方式较为不便, 特别是在针对特定领域的检索时, 无法快速完成检索查.

国内外学者针对一些特定领域进行研究, 在各底层特征提取实现中提出了一些算法. 在颜色特征方面, 有提出分块颜色直方图<sup>[4]</sup>, 该方法利用图像的局部信息, 但其对图像的旋转和平移等比较敏感. 在形状特征方面, 有提出基于对象边缘几何形状的图像检索方法<sup>[5]</sup>, 但由于会受到噪声的影响而导致许多不相关轮廓的产生. 目前网购商品成为人们购物方式的热潮, 本文针对这

一现实需求提出了商品图像检索的研究课题. 商品图像在颜色和形状方面具有独特性, 针对这两大特征, 本文提出了颜色特征与形状特征结合的检索方式. 颜色特征提取采用主色聚类直方图方法, 即能够降低计算的复杂度、降低计算的时间, 又能够克服图像旋转平移带来的影响. 形状特征提取采用区域形状描述符, 即二维函数矩-Hu 矩加权<sup>[6,7]</sup>算法. 该算法能够精准表达含有像素相对位置的空间信息, 从而能够有效的表达图像的形状特征.

## 1 图像特征提取

颜色和形状是商品图像的关键特征. 商品图像通常都比风景、场景等一类的图像涵盖较少的颜色种类, 同时具有较为显著的形状轮廓特征.

### 1.1 颜色特征提取

面向设备的颜色表达模式是 RGB 模型, 这种模型与

<sup>①</sup> 收稿时间:2011-12-19;收到修改稿时间:2012-02-22

人眼的视觉模型是不相符的, 需要转换为 人眼识别图像的模型. 本文采用了 HSV 模型: H(Hue, 色度), S(Saturation, 饱和度), V(Value, 纯度). 转换算法如下:

设  $Max = \max(r, g, b)$ ,  $Min = \min(r, g, b)$

$$r' = \frac{Max - r}{Max - Min} \quad g' = \frac{Max - g}{Max - Min} \quad b' = \frac{Max - b}{Max - Min}$$

$$v = \frac{Max}{255}, \quad s = \frac{Max - Min}{Max}$$

表 1 色度 H 的取值转换表

r, g 大小	r=Max 和 g=Min	r=Max 和 g≠Min	g=Max 和 b=Min	g=Max 和 b≠Min	b=Max 和 r=Min	其他
h' 取值	(5+b')	(1-g')	(1+r')	(3-b')	(3+g')	(5-r')

其中  $h = 60 * h'$ ,  $r, g, b \in [0 \dots 255]$ ,  $h \in [0 \dots 360]$ ,  $s \in [0 \dots 1]$ ,  $v \in [0 \dots 1]$ .

由于三个分量的取值范围都比较大, 经过研究分析发现, 人眼的识别并未具有如此高的分辨率水平, 因此需要对 HSV 各分量进行量化, 之后再计算直方图, 这样能够非常有效地降低计算复杂度, 提高计算效率. 量化后的色调、饱和度和亮度值分别如表 2 和表 3 所示:

表 2 饱和度 S 量化表

量化级数	0	1	2	3
量化范围 (s)	[0,0.20]	(0.20,0.30]	(0.30,0.80]	(0.80,1]

表 3 亮度 V 量化表

量化级数	0	1	2
量化范围 (V)	[0,0.3]	(0.30,0.8]	(0.8,1]

按照以上的量化级, 同时根据各分量在人眼视觉中的分辨率, 按照不同的加权把三个分量合成为一维特征矢量:

$$L = Q_s * Q_v * H + Q_v * S + V; \quad (Q_s=4, Q_v=3)$$

$$L \in [0, 216]$$

在 L 的取值所占百分比的范围内, 设定一个显著水平 T 值, 达到显著水平 T 的定为主色. 按照主色原则进行图像颜色特征提取, 一方面提高了相似度匹配时的效率, 同时节省了硬件存储资源.

### 1.2 形状特征提取

本文采用 Hu M.K. 提出的由二维函数矩构造出的

特征矩来表征图像的形状特征. 针对彩色图像, 需要预先将彩色图像处理为灰度图像, 如图 1 所示. 灰度处理的算法公式为:

$$grayValue = color.R * 0.299 + color.G * 0.587 + color.B * 0.114$$



图 1 灰度处理前后图像

对灰度图像采用二维函数矩算法, 得到一阶、二阶和三阶的矩, 经过构造和归一化处理, 得到表征形状的 4 个 Hu 矩, 从而实现形状特征的提取.

数字图像的 (p+q) 阶中心距定义为:

零阶矩为:

$$u_{p,q} = \sum_x \sum_y (x - x_c)^p (y - y_c)^q f(x, y)$$

$$m_{0,0} = \sum_x \sum_y f(x, y)$$

$m_{0,0}$  是该区域的点数, 也是目标物体的面积.

一阶矩为:

$$m_{1,0} = \sum_x \sum_y x f(x, y)$$

$$m_{0,1} = \sum_x \sum_y y f(x, y)$$

其中图像的重心坐标为:

$$x_c = m_{1,0} / m_{0,0}, \quad y_c = m_{0,1} / m_{0,0}$$

最后, 为了使归一化后的距对尺度变换具有不变性, 需满足:

$$M_{p,q} = u_{p,q} / (u_{0,0})^r, \text{ 其中 } r = (p+q+2)/2$$

$u_{2,0}$  表示图像在水平方向上的伸展度;  $u_{0,2}$  表示图像在垂直方向上的伸展度;  $u_{1,1}$  表示图像的倾斜度.  $u_{1,1} > 0$  表示图像向左上倾斜,  $u_{1,1} < 0$  表示图像向右上倾斜;  $u_{3,0}$  表示图像在水平方向上的重心偏移度.  $u_{3,0} > 0$  表示重心偏左,  $u_{3,0} < 0$  表示重心偏右;  $u_{0,3}$  表示图像在垂直方向上的重心偏移度.  $u_{0,3} > 0$  表示重心偏上,  $u_{0,3} < 0$  表示重心偏下;  $u_{2,1}$  表示图像水平伸展的均衡程度;  $u_{1,2}$  表示图像垂直伸展的均衡程度.  $u_{p,q}$  在平移与尺度变换下均为不变量. 但在物体旋转

时,  $u_{p,q}$  会变化. 所以再做如下归一化处理:

$$\begin{aligned} o_1 &= u_{2,0} + u_{0,2} \\ o_2 &= (u_{2,0} - u_{0,2})^2 + 4 * u_{1,1}^2 \\ o_3 &= (u_{3,0} - 3 * u_{1,2})^2 + (u_{0,3} - 3 * u_{2,1})^2 \\ o_4 &= (u_{3,0} - u_{1,2})^2 + (u_{0,3} - u_{2,1})^2 \end{aligned}$$

表 4 所列出的是部分图像计算出的矩值, 从中能够看出, 相似图像的矩特征值大小比较逼近.

表 4 部分图像的形状特征矩值

图像名称 \ 0值	0 <sub>1</sub>	0 <sub>2</sub>	0 <sub>3</sub>	0 <sub>4</sub>
hat16.jpg	1.16	6.20	442.48	1687.95
hat17.jpg	1.16	4.53	515.52	1876.24
hat11.jpg	1.12	4.91	252.15	1208.59
hat9.jpg	1.13	5.18	263.21	1147.47

在实际检索时发现, 每一个矩特征对图像检索的效果影响因子大小不一, 所以根据需要对 4 个矩设定权重. 将这些图像的 4 个矩不变量看成是随机变量, 并假设其相互独立. 计算其均值和方差, 将其记为  $M(i)$  和  $D(i)$ . 取一组实数  $\lambda = (\lambda_i)$ , 构造加权矩:

$$\Phi = \lambda_1 \Phi_1 + \lambda_2 \Phi_2 + \lambda_3 \Phi_3 + \lambda_4 \Phi_4$$

根据随机变量和的方差的性质, 则有:

$$\begin{aligned} M(\Phi) &= \lambda_1 M(1) + \lambda_2 M(2) + \lambda_3 M(3) + \lambda_4 M(4) \\ D(\Phi) &= \lambda_{21} D(1) + \lambda_{22} D(2) + \lambda_{23} D(3) + \lambda_{24} D(4) \end{aligned}$$

显然当选择权系数  $\lambda_i$  的时候, 应该使  $D(\Phi)$  取最小值, 这样可以使得同类图像的加权矩偏离其均值的幅度最小, 不同类别的图像其均值有一定的距离, 所以方差越小区分度越好.

## 2 相似度量

### 2.1 颜色特征相似匹配

图像的颜色特征为向量, 相似性度量方法采用向量距离算法. 对特征矢量归一化, 即:

$$L_i = l_i / (l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_{216})$$

假设两幅待变焦图像为 P 和 Q, 则图像 P 和 Q 可用下列矢量表示:

$$\begin{aligned} L(P) &= (L_{p1}, L_{p2}, L_{p3}, \dots, L_{p216}) \\ L(Q) &= (L_{q1}, L_{q2}, L_{q3}, \dots, L_{q216}); \end{aligned}$$

其中:

$$\begin{aligned} L_{p1} + L_{p2} + L_{p3}, \dots, + L_{pn} &= 1, \\ L_{q1} + L_{q2} + L_{q3}, \dots, + L_{qn} &= 1 \end{aligned}$$

两幅图像的相似度为:

$$\text{Sim}(P, Q) = \sum_{i=1}^n \min(LP_i, LQ_i)$$

两幅图像颜色越相近, 其计算的相似度越接近于 1, 若完全不相同, 其相似度为 0.

### 2.2 区域形状特征相似匹配

图像各个矩特征的分量之间是正交无关的, 而且经过加权处理之后各维度的重要程度相同, 两个特征向量 A 和 B 之间的距离, 可以用 L 距离(也称为欧拉距离)来度量<sup>[8]</sup>. 令 K 是特征向量的维数, L 距离表示为:

$$L = \sum_{i=1}^k \frac{\sqrt[3]{(a_i - b_i)^2}}{a_i} * 100\%$$

L 越小, 表明向量越相似, 本文根据实验测试将阈值设为 T=20%. 将 L 值小于 T 的两幅图像则判定为形似.

## 3 检索数据结果分析

本文设计完成的图像检索系统检索结果如图 2-4:



图 2 颜色与形状综合检索结果



图 3 颜色特征检索结果



图 4 形状特征检索结果

以颜色特征检索, 查找到与源图像颜色基本一致的图像, 但是出现了不同的商品种类, (如图 3). 通过形状特征检索时, 查找出与源图像形状非常接近的商品图像, 但是没有颜色限制, 于是出现了不同颜色的衣服(如图 4). 所以, 为了达到较好的检索匹配结果, 通过颜色与形状特征相结合, 能够实现较为精准的检索结果(如图 2).

对查询结果采用查全率和查准率进行评价. 查全率为返回相关图像占所有相关图像的比例, 查准率为返回相关图像占返回图像的比例. 实验结果为随机抽取 3 类示例图像, 针对每一类图像进行三种方式检索, 每一种方式统计 10 次结果数据, 最后取平均值. 实验数据如表 5:

表 5 查全率和查准率

选取特征	颜色特征		形状特征		颜色和形状特征	
	查全率	查准率	查全率	查准率	查全率	查准率
Hat1	0.543	0.643	0.672	0.681	0.753	0.965
Hat2	0.552	0.669	0.634	0.703	0.786	0.957
Flash1	0.578	0.674	0.712	0.732	0.832	0.873
Flash2	0.558	0.601	0.675	0.688	0.753	0.932
Cloth1	0.437	0.531	0.511	0.598	0.867	0.893
Cloth2	0.476	0.597	0.521	0.645	0.843	0.973

表 6 实验数据对比

算法名称 图像名称	文献6所用方法		本文所用算法	
	查全率	查准率	查全率	查准率
Hat1	0.657	0.867	0.753	0.965
Hat2	0.685	0.904	0.786	0.957
Flash1	0.843	0.796	0.832	0.873
Flash2	0.735	0.897	0.753	0.932
Cloth1	0.803	0.821	0.867	0.893
Cloth2	0.792	0.923	0.843	0.973

文献[6]中也采用了颜色直方图和矩作为图像颜色和形状的特征, 但分块的方法失去了全局的信息. 而复数矩维数较大, 文献[6]中只取部分的方法容易造成图像信息的丢失, 因此匹配效果不佳.

如表 6 数据所示, 在查准率和查全率方面, 本文所提出的方法较文献[6]中所采用方法具有较好的匹配效果.

#### 4 结语

在商品图像这一特定领域, 选定了颜色与形状作为特征, 符合商品的基本特征要求. 本文提出的主色颜色特征方法不仅降低了计算的复杂度, 且在商品图像这个特定领域具有良好的表达效果, 达到了颜色特征提取的目的. 在形状特征方面, 运用 Hu 矩加权的改进算法较为精确地表达了商品的形状信息, 实现了形状特征提取. 实验结果也证明本文所提出的检索方法具有较好的匹配效果.

#### 参考文献

- 1 Madugunki M, Bormane DS, Bhadoria S, Dethe G. Comparison of different CBIR techniques. Electronics Computer Technology (ICECT), 2011,4:372-375.
- 2 Flickner M, Hafner H. Query by Image and Video Content: The QBIC System. IEEE Computer. Sept, 1995, 28(9):23-32.
- 3 Li XL. Image Retrieval Based on Perceptive Weighted Color Blocks. Pattern Recognition Letters, 2003, 24(12):1935-1941.
- 4 孙文波, 吴锡生. 综合颜色纹理形状特征的图像检索. 计算机工程与设计, 2009, 30(21):4904-4906.
- 5 Gonzalez RC, Woods RE. Digital image processing: Prentice Hall, 2002.
- 6 刘亦书, 杨力华, 孙倩. 轮廓矩不变量及其在物体形状识别中的应用. 中国图像图形学报, 2004, 9(3):308-313.
- 7 李笑牛, 袁克杰. 基于 Hu 不变矩的加权矩方法及应用. 大连民族学院学报, 2010, 12(5):470-472.
- 8 李宗民, 李华. 基于结构矩不变量的形状相似性比较. 计算机工程, 2006, 32(8):189-191.