

# 一种基于颜色特征的图像检索方法

顾 宁,王厚大

(南京邮电大学 电子科学与工程学院,江苏 南京 210003)

**摘 要:** 提出了一种基于颜色的新的图像检索方法。该方法在 HSV 量化过程中,引入模糊量化的方法,使量化结果更接近人的主观视觉感知。全局直方图由于不包含颜色的空间分布信息,不同的图像可能具有相同的颜色直方图。为弥补这些缺点,还提出了一种新的重叠分块,并对主体区域进行二次划分的方法。实验结果表明,本方法具有良好的检索效果。

**关键词:** 图像检索;颜色空间;颜色直方图;重叠分块;颜色量化

中图分类号: TP751

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)11-0030-03

## Image retrieval based on color feature

GU Ning, WANG Hou Da

(College of Electronic Science & Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

**Abstract:** A new picture retrieval algorithm based on color was presented. In the process of scaling color in HSV color space, the new algorithm used a scaling method based on fuzzy scaling to meet human's sensation better. Global histogram does not include the spatial distribution information, and different images may have the same color histogram. In order to solve these problems, the paper proposed a new algorithm based on overlapped sub-block splitting, and the second splitting. The experiment results showed that the effectiveness of the proposed approach.

**Key words:** image retrieval; color space; color histogram; overlapped sub-block splitting; color scaling

随着计算机网络和多媒体技术的发展,图像数据来源不断扩大,数字图像的应用日益广泛。如何能从大量的图像中准确、快速地查询到用户所需的图像已成为迫切需要解决的问题。基于内容的图像检索(CBIR)技术已成为当前研究的热门课题。

作为最直接的视觉特征,颜色一直是图像检索使用的主要特征之一。传统的基于颜色的图像检索方法主要利用全局颜色直方图法作为描述特征。全局颜色直方图对整幅图像的宏观颜色统计信息能很好地刻画,从而对图像的旋转、平移、缩放等有很好的鲁棒性,但该方法没有包含颜色的空间分布信息,不能区分颜色组成相似但空间分布不同的图像。

本文在提取颜色特征中,首先对 HSV 空间量化方法做了一定的改进,引入模糊量化方法;然后采用重叠分块和二次划分的方法,增加了图像中各块的相关性,

突出了主体区域。实验结果表明,提出的方法具有很好的检索效果。

### 1 HSV 颜色空间及量化

颜色特征在图像检索中占有重要位置,选择一个符合人类视觉的颜色空间对于利用颜色特征进行图像检索至关重要。通常采用 RGB 颜色空间,但 RGB 颜色空间不是一个均匀颜色空间,该颜色空间上的距离,并不能代表人眼视觉上的颜色相似度,这种表示法虽然简单但与人眼的感觉差异很大。

本文选择符合人视觉感应的 HSV 模型。这个空间由 H(色调)、S(饱和度)、V(亮度)3 个分量组成。人眼对 H 值较敏感,对 S、V 值的感知较弱。HSV 颜色模型可以通过 RGB 颜色模型转化而来,在将 RGB 转化为 HSV 前,需要合适的量化。对 H、S、V 3 个分量按照人的颜色感知进行非等间隔量化的方法如式(1)、(2)所示。

$$H = \begin{cases} 0, h \in [0, 20) \cup [315, 360] \\ 1, h \in [20, 40) \\ 2, h \in [40, 75) \\ 3, h \in [75, 155) \\ 4, h \in [155, 190) \\ 5, h \in [190, 270) \\ 6, h \in [270, 295) \\ 7, h \in [295, 315) \end{cases} \quad (1)$$

$$S = \begin{cases} 0, s \in [0, 0.2) \\ 1, s \in [0.2, 0.8) \\ 2, s \in [0.8, 1) \end{cases} \quad V = \begin{cases} 0, v \in [0, 0.2) \\ 1, v \in [0.2, 0.8) \\ 2, v \in [0.8, 1) \end{cases} \quad (2)$$

根据光学理论, 物体的颜色与光的波长和频率有关。不同的色光在真空中的波长和频率的范围不一样, 因此可以将色调进行不等间隔量化。

构造一维特征矢量, 按照以上的量化级, 把 3 个颜色分量合成一维特征矢量:

$$L = HQ_s Q_r + SQ_s + V \quad (3)$$

式中,  $Q_s$ 、 $Q_r$  分别是分量  $S$ 、 $V$  的量化级数, 这里  $Q_s = Q_r = 3$ , 因此式(3)实际为:

$$L = 9H + 3S + V \quad (4)$$

这样,  $H$ 、 $S$ 、 $V$  3 个分量在一维矢量上分布开来。根据式(4),  $L$  的取值范围为  $[0, 1, \dots, 71]$ , 计算  $L$  获得 72 柄(bin)的一维直方图。

这种量化方法存在一定问题。当要量化的值恰好就在量化边界上或在量化边界附近时, 由于这种截断量化天然的量化方式, 该值只能归入一种颜色中, 而对另一种颜色一点作用也没有, 这就割裂了相近颜色的相关性和连续性, 引入了一定的量化误差。

为了尽量减少量化中引入的误差, 本文引入一种模糊量化方法<sup>[2]</sup>, 对  $h$  分量进行更精细的量化,  $s$  和  $v$  的量化方法不变。模糊量化如图 1 所示。

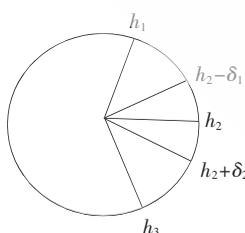


图 1 模糊量化图示

在图 1 中,  $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_3$  分别是以上量化方法中的量化边界, 当  $h \in [h_1, h_2)$  时,  $H(h) = n$ ;  $h \in [h_2, h_3)$  时,  $H(h) = n + 1$ 。令  $\delta_1 = m_1(h_2 - h_1)$ ,  $\delta_2 = m_2(h_3 - h_2)$ , 其中  $m_1$ 、 $m_2$  为小于 1 的常数。当  $h \in [h_3 + \delta_1, h_2 - \delta_1)$  时, 量化值不变,  $H(h) = k$ 。当处于两种颜色交界点附近时, 即  $h \in (h_2 - \delta_1, h_2 +$

$\delta_2)$  时,  $H_{new}(h)$  由计算得出:

$$H_{new}(h) = w_1 gn + w_2 g(n+1) \quad (5)$$

式中,  $H_{new}(h)$  为按新规则量化后的  $H$  的值,  $w_1$ 、 $w_2$  是权值, 本文取  $w_1 = w_2 = 0.5$ 。经过这种量化后  $H$  可能为小数, 此时应将  $H$  进行四舍五入后, 再计算  $L$ 。

经这种方法量化后, 感官上相近的 2 种颜色其  $h$  分量量化得到的  $H$  值也很相近, 最后得到的直方图对图像的颜色分布的描述更准确, 也在一定程度上解决了量

化边界不连续的问题, 使得量化后的直方图更接近人的主观视觉感知, 从而提高了检索的效率。

## 2 基于分块颜色直方图的检索算法

传统的基于颜色的图像检索方法主要利用颜色直方图法<sup>[3]</sup>作为描述特征。这种方法虽然具有计算简单、平移、旋转不变性的特点, 但因其不包含颜色的空间分布关系, 因此, 对不同的图像有可能具有相同的直方图, 检索不出正确的结果。

分块的颜色矩可以描述颜色的空间分布关系, 然而实验证明, 在图像分块过程中, 分块太大则失去分块的意义, 若分块太小则会增加检索过程的计算量。以往在对图像进行分块时通常将图像均匀分割成  $n \times n$  个大小一样的“块”, 在检索时每个“块”的重要性(即权重)是一样的。这种分块方法简单、易行, 但破坏了图像的完整性, 增加了噪声。通常人们在观察图像时对图像各个子块的重视程度是不一样的, 对大多数图像而言, 中间部分为图像的主体区域。为此, 本文综合了全局直方图和分块直方图的颜色矩这两种颜色特征, 提出了基于重叠分块和对主体区域进行二次划分的方法。步骤如下:

(1) 将图像平均分成  $5 \times 5$  个单元, 如图 2 所示。对 25 个单元归为 5 个子块。而图像四角的部分由于对图像特征影响不大, 为了减小计算量, 将其忽略。

	P1	P2	P3	
P4	P5	P6	P7	P8
P9	P10	P11	P12	P13
P14	P15	P16	P17	P18
	P19	P20	P21	

图 2 图像划分方法

$B_1 = \{P1, P2, P3, P5, P6, P7\}$ ,  $B_2 = \{P4, P5, P9, P10, P14, P15\}$ ,  $B_3 = \{P7, P8, P12, P13, P17, P18\}$ ,  $B_4 = \{P15, P16, P17, P19, P20, P21\}$ ,  $B_5 = \{P5, P6, P7, P10, P11, P12, P15, P16, P17\}$ 。

(2) 对图库中的任意幅图像  $P$ , 按(1)得到的 5 个子块, 求出各个子块对应的颜色累计直方图  $H_i = (h_i[0], h_i[1], h_i[2], \dots, h_i[71])$ , 其中  $(1 \leq i \leq 5)$ ,  $H_i$  为每块对应的颜色特征。为了减少相似性度量的误差, 先将颜色直方图  $H_i$  归一化, 再将所有的颜色特征向量并在一起得到一个综合的颜色特征向量  $H = (H_1, H_2, H_3, H_4, H_5)$ 。

(3) 应用欧几里德相似距离的方法将示例图像  $Q$  与图像  $P$  对应块相似匹配:

$$S(Q_i, P_i) = \left[ \sum_{k=0}^n |h_{Q_i}(k) - h_{P_i}(k)|^2 \right]^{1/2} \quad (6)$$

式中,  $1 \leq i \leq 5$ ,  $n = 71$ 。因此, 5 个子块的相似度向量  $\text{Sim}(P, Q) = (S_1, S_2, S_3, S_4, S_5)$ 。

最后的相似距离由式(7)得出, 将该距离作为示例图像与图像库中图像的相似度标准, 即  $\text{Sim}$  值越小则检索图像与示例图像越相似, 若  $\text{Sim}$  为零则表示检索图像就

为示例图像本身; Sim 值越大, 则相似程度越低。

$$\text{Sim} = \sum_{i=1}^5 w_i S_i \quad (7)$$

本文选取权值:  $w[5] = \{0.15, 0.15, 0.15, 0.15, 0.4\}$ 。

(4) 为了突出主体区域, 本方法对主体区域 B5 进行二次划分, 二次划分突出了主体的重要性。方法如下:

$$D1 = \{P5, P6, P10, P11\}, D2 = \{P10, P11, P15, P16\}, \\ D3 = \{P6, P7, P11, P12\}, D4 = \{P11, P12, P16, P17\}.$$

这样 P5、P7、P15、P17 4 个角区域被重新划分了 1 次, P6、P10、P12、P16 被重新划分了 2 次, P11 被重新划分了 4 次, 突出了图像的主题信息。

(5) 将二次划分得到的 4 个区域求出它们的颜色直方图, 然后经过(3)得到 4 个区域的相似度  $S_{D1}$ 、 $S_{D2}$ 、 $S_{D3}$ 、 $S_{D4}$ ; 此时, 将 B5 的全局相似度加入相似度重新计算, 给这 5 个相似度分配相同的权值  $w$  为 0.2, 求出 B5 的平均相似度。即:

$$S_5' = wg(S_{D1} + S_{D2} + S_{D3} + S_{D4} + S_5) \quad (8)$$

(6) 将图像按 Sim 值从小到大排列, 值越小相似度越高。

### 3 实验结果及分析

实验采用的图库为标准图像库 Corel 图像库中的 1 000 幅图像。图库中图像分为 10 类, 每类 100 幅。实验中规定判断两幅图像是否相似的标准为两者是否属于同一类, 通过查准率、查全率来判定检索性能的优劣。本文比较了简单分块直方图和本文提出的方法的实验结果。具体测试为: 从 10 类图像中选取 8 类, 每次从 8 类中分别随机选取 5 幅图像作为例图进行检索, 计算平均查准率<sup>[1]</sup>, 这样每种方法就进行了 40 次检索, 两种方法共进行了 80 次检索。最后运行程序, 检索结果依相似度的大小依次排列, 如图 3 所示。

简单分块方法没有注意中心区域的重要性, 把许多与其背景色相似的图像都检索出来了, 检索结果中前 14 幅图像中有 4 幅不相关的图像, 排序效果不理想, 且原图像的翻转图像位置靠后。

本文的方法突出了中心区域的特征, 检索结果中前 12 幅图像都为相关图像, 且示例图像的翻转检索到第 2 位, 前 14 幅中只有 1 幅不相关的图像, 使得查准率有所提高, 图像排序效果较好。

通过表 1 可以看出, 本文提出的 HSV 空间模糊量化及重叠分块、二次划分的方法有效地提高了检索的效率, 特别对于马、恐龙等重点区域相对集中的图像, 检索的效果和排序都有明显的提高和改善。而对于建筑、雪山图像特征分散的图像, 检索效果提高不明显。

本文提出了一种基于颜色特征的图像检索方法。该方法首先对颜色空间 HSV 进行模糊量化, 再对图像进行重叠分块和二次划分, 提取分块颜色直方图作为图像



(a) 分块直方图方法



(b) 本文的检索办法

图 3 检索结果

表 1 对八类图像检索结果

图像类别	分块直方图	本文方法
海滩	0.56	0.63
公车	0.85	0.91
恐龙	0.82	0.89
建筑	0.53	0.53
花	0.78	0.84
马	0.87	0.92
雪山	0.45	0.47
大象	0.55	0.61

特征向量。实验表明, 对于图像重点区域相对集中在中部区域的图像具有很好的检索效果, 但对于特征相对分散的图像检索效果不明显。本文只考虑基于颜色特征的图像检索, 因此, 下一步的研究将针对上述不足, 综合图像纹理特征及相关反馈的方法, 进一步提高图像的检索精度。

#### 参考文献

- [1] RUI Y, HUANG T S, CHANG S F. Image retrieval: current techniques, promising directions, and open issues [J]. Journal of Visual Communication And Image Representation, 1999, 4(10): 39-62.
- [2] 徐慧英, 袁杰, 赵建民, 等. 一种基于颜色和纹理的图像检索方法 [J]. 计算机科学, 2009, 36(5): 282-286.
- [3] GONZALEZ R C, WOODS R E. 数字图像处理 [M]. 阮秋

- 琦,阮宇智,等译.北京:电子工业出版社,2007:256-258.
- [4] 许锐.利用颜色和纹理特征的图像检索技术研究[J].贵州大学学报(自然科学版),2008,25(4):354-358.
- [5] VOGEL J,SCHIELE B.Performance evaluation and optimization for content based image retrieval[J].Pattern Recognition.2006,39(5):897-909.

(收稿日期:2010-01-15)

作者简介:

顾宁,男,1985年生,硕士研究生,主要研究方向:图像检索。

王厚大,男,1946年生,教授,主要研究方向:模式识别、图像处理。

