

基于分块技术的图像检索方法的改进与实现

The improvement and implementation in image
retrieval based on partition

郑秋梅 蒋晓红 杨发科 高元涛

(中国石油大学 计算机与通信工程学院 山东东营 257061)

摘要: 在基于内容的图像检索中,颜色是非常重要的检索特征。但是全局颜色直方图不能体现颜色的空间特征,检索效果并不理想,因此,本文尝试一种用全局颜色直方图法过滤后再利用分块检索的方法,在兼顾检索效率的同时,提高检索结果的查全率和查准率,这对大型图像数据库的检索有着积极意义。

关键词: 图像检索 全局颜色直方图 过滤 分块

1 引言

基于内容的检索是当前多媒体数据库发展的一个重要研究领域。就图像检索而言,图像内容的主要特征是颜色、纹理和形状。颜色是彩色图像的最显著特征之一,并且是用户借以记忆和分辨图像的主要特征。因此,基于颜色的查询是基于内容的图像检索中最基本的方法,这种查询可针对任何类型的彩色图像。

由于全局颜色直方图计算简单,且具有旋转、平移、尺度不变性,对大小、方向都不敏感,表现出相当强的鲁棒性,使用非常广泛^[1]。但它不包含颜色的空间分布关系,因此不同的图像有可能具有相同的颜色直方图,从而造成误检。局部直方图则通过将图像分块、计算每一子块的直方图,并计算相应子块之间的距离从而得到整体图像的相似程度。基于分块的图像检索能较好的体现出空间分布信息,却又丢失了图像的旋转、平移不变性。因此,本文采用一种过滤后检索的方法,通过设定阈值来分步检索,并加入相关反馈技术提高检索效率。

2 图像颜色特征检索

2.1 颜色直方图检索

颜色是图像最显著的特征,一般经典的图像检索系统都将颜色作为主要的检索手段。基于颜色直方图的计算方法应用最为普遍:首先,将图像从 RGB 颜色

空间转换到适合人眼分辨的 HSV 空间,为简化计算,又对 HSV 空间进行适当的量化处理,由量化后的颜色分量 H, S, V 合成一个 72 维的特征矢量: $G = 9H + 3S + V$, 每一幅图像的颜色特征都可以用这个 72 维的矢量来表示。

目前图像的相似性度量方法有很多,比较常用的有直方图相交法、欧氏距离法等。这两种方法相比较来说,直方图相交的方法计算速度较快,但准确性较差,欧氏距离法由于有较多的乘法运算,效率稍低,但匹配效果较好。因此本系统采用欧氏距离法进行图像相似性度量。欧氏距离法的计算方法如下:

$$D(U_s(k), U_t(l)) = \sqrt{\sum_{i=1}^{72} (U_s(k) - U_t(l))^2}$$

其中, $D(U_s(k), U_t(l))$ 表示两幅图像之间的欧氏距离。D 越小,说明两幅图像之间的相似度越高,反之越低。当 $D=0$ 时,两幅图像的颜色特征相同。

为了防止计算结果较为发散,还应在提取图像特征时进行归一化,这样就可以使 D 控制在 $[0, 1]$ 区间内,这对后面阈值的选取提供了重要前提。

通过计算待查询图像与图像库中图像之间的距离,得到与待查询图像最相似的若干图像进行输出。这样就完成了基于颜色特征的图像检索过程。

2.2 图像分块策略

由于全局颜色直方图没有考虑到图像颜色的空间关系,因此往往采用对图像进行分块并计算相应块之

间的颜色直方图距离的方法来弥补其不足。图像分块的策略有很多：如 $N \times N$ 分块、等距离环形分块等等^{[2][3]}。

其中 $N \times N$ 分块计算简单，充分体现了图像颜色的空间关系，但由于计算的是相应位置的块之间的距离，丢失了图像旋转、平移不变性，因此可以对图像中间区域和边缘区域的分块赋予不同的权值，从而达到一种近似旋转不变性。

等距离环形分块将图像分为中心的圆形和边缘的环形，既体现了一定的颜色空间关系，又保留了图像的旋转不变性，但这种方法对于形状相差较大的图像颜色特征提取较差。

2.3 综合匹配模型

本文为了能够突出图像的颜色空间关系，采用全局颜色直方图与分块方法的综合效果进行相似度匹配^[4]。常用方法即计算两者的加权和，因此得到图像的总相似度用下式表示：

$$S(l_1, l_2) = W_1 S_1(l_1, l_2) + W_2 S_2(l_1, l_2)$$

其中， $S_1(l_1, l_2)$ 和 $S_2(l_1, l_2)$ 分别为用全局直方图和分块直方图方法计算得出的相似度。 W_1 和 W_2 分别表示两种相似度的权重。

两者的加权和可以结合两种方法的综合效果，并为后面的基于权重调整的相关反馈作准备。

3 相关反馈及算法描述

3.1 相关反馈

W_1 和 W_2 的选择代表着用户对图像的主观倾向。相关反馈技术就是利用用户对图像的反馈信息对 W_1 和 W_2 进行修正，进而调节总体相似性度量。据此对结果集重新进行排序，使用户倾向的特征权重增大，使其描述的图像排列更靠前^[5]。 W_1 和 W_2 的修正方法如下：

首先对于用户的评价进行等级划分，评价等级如下：

$$\text{score} = \begin{cases} 3 & \text{极相关} \\ 1 & \text{相关} \\ 0 & \text{无意见} \\ -1 & \text{不相关} \\ -3 & \text{极不相关} \end{cases}$$

经证明，五级相关是简便性和准确性的最佳平衡点。

然后分别根据相似度 S_1 和 S_2 得到与检索图像最相似的两个图像集合 RT_1 和 RT_2 ，以及总体相似度得到的图像集合 RT ，对于初始化后的权值 W_1 和 W_2 进行调整。以 W_1 为例：

$$W_1 = \begin{cases} W_1 + \text{Score}, & \text{如果 } RT_1 \text{ 在 } RT \text{ 集合中} \\ W_1 + 0, & \text{如果 } RT_1 \text{ 不在 } RT \text{ 集合中} \end{cases}$$

由此可见，如果 RT_1 与 RT 集合重合的图像越多， W_1 调整的程度就越大，也就说明其代表的特征表达更能够体现用户的检索意图，更应该得到重视^{[6][7]}。

3.2 检索算法

考虑到现在存在于网络上的海量信息，本文考虑先对图像库进行一次过滤，再对剩余的图像进行分块直方图检索，并利用相关反馈技术优化检索效果。具体步骤如下：

Step 1 对图像库中的图像分别提取全局直方图特征及分块直方图信息。

Step 2 设置阈值 W 。

Step 3 打开一幅查询图像，提取其颜色特征，利用欧氏距离法在图像库中进行检索，得到关键图与数据库中每一幅图像的距离，当距离大于阈值 W 时，则认为该图像与关键图之间的距离太大，根本不相关，不再予以考虑。整个数据库检索完毕后，得到一系列小于阈值的图像记录，进行第 4 步。

Step 4 对步骤 1 中的结果进行 3×3 分块的检索。利用欧式距离法对结果中的图像进行排序，按照与关键图的相似度从大到小的顺序排列输出。如果这些图像数目大于 20 幅，则仅向用户提交前 20 幅。

Step 5 根据用户对图像内容的感觉，对每幅图像的相似度评分。系统利用用户的反馈信息调整特征间的权值，并按照新权值结合全局直方图和局部直方图信息重新进行检索。将最相关的 20 幅图像提交给用户。

Step 6 如果用户不满意反馈结果，返回 Step 5；如果用户满意反馈结果，则全部检索过程结束。

用这种方法进行检索，在图像数据库较大时能够在保证检索次数的同时得到更好的检索效果，从而提高检索的效率。

4 实验结果及评价

基于上述思想,本文实现了一个原型系统。图像库中存储了二百余幅空间关系强、颜色丰富的花卉图像。在此基础上,笔者作了三个实验:(一)全局颜色直方图检索;(二)分块颜色直方图检索;(三)先用全局颜色直方图方法过滤后再采用分块颜色直方图方法检索;(四)根据相关反馈进行总体相似度检索。

4.1 实验结果

选取图像库中的一幅作为关键图,如:



图 1 关键图

(1) 利用全局直方图进行检索的结果如下:

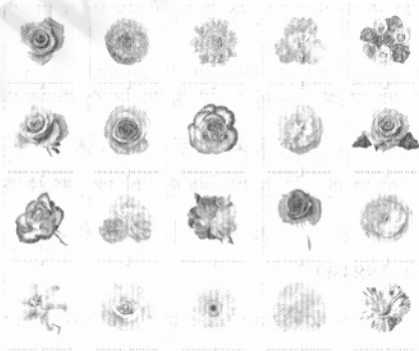


图 2 全局直方图检索结果

(2) 利用分块直方图进行检索的结果如下:

(3) 利用全局直方图法过滤后检索结果如下:

(4) 利用相关反馈技术检索结果如下:

4.2 性能评价

评价图像检索系统的性能通常用查全率和查准率来衡量,即:

$$C = R/N$$

$$A = R/M$$

其中,C为查准率,A为查全率,N指查询返回的图像数,R指查询结果中与关键图相关的图像数,M指测试集中与关键图相关的图像总数。

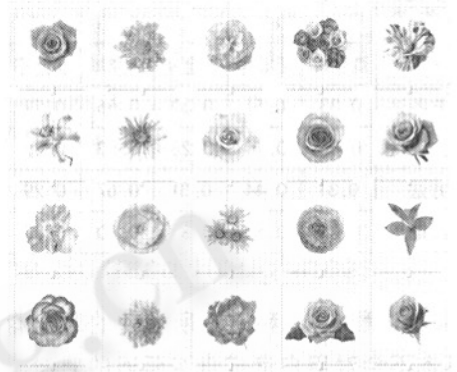


图 3 分块直方图检索结果

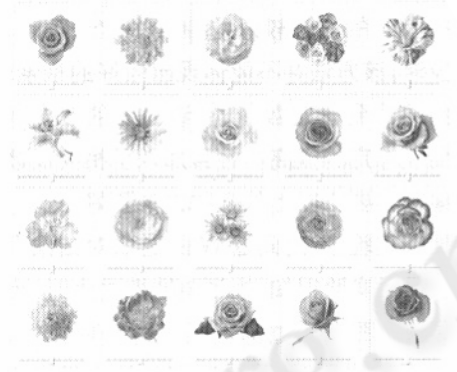


图 4 本文方法检索结果

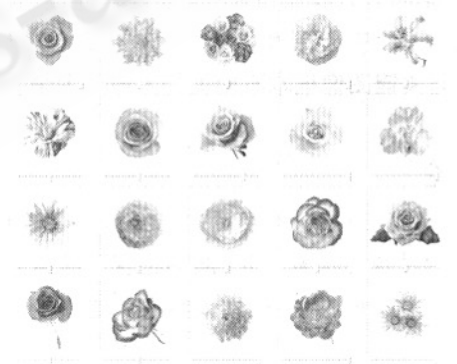


图 5 相关反馈结果

经过多次试验后得到各种方法的平均效率比较如下:

表 1 各方法的查全率和查准率比较

效率 方法	N=10		N=15		N=20	
	查全率	查准率	查全率	查准率	查全率	查准率
全局直方图法	0.33	0.51	0.30	0.66	0.27	0.82
分块直方图法	0.30	0.40	0.28	0.60	0.25	0.80
本文方法	0.31	0.44	0.31	0.67	0.29	0.88
相关反馈	0.35	0.53	0.33	0.70	0.30	0.90

在实验过程中,几种方法所消耗的时间均为数百毫秒,基本不会对用户造成查询延迟的感觉。由于图像的背景与主体颜色相差较大,颜色空间性较强,因此利用分块直方图方法检索的效果较差。利用全局直方图先进行筛选的方法较好的弥补了这一不足,当返回结果较少时,该方法并不能体现出较好的检索效果,但是返回结果达到一定数量时,该方法的查全率和查准率均得到了一定的提高。并且加入了相关反馈技术的检索结果明显要比以上的几种方法要好。

另外在实验中,对阈值 W 的选取对结果有着直接的影响。通过实验得知,当阈值选取过大时,比如 W = 1,用全局直方图方法过滤将起不到任何作用,并且继续执行下面的步骤时,检索时间将是全局直方图法的两倍以上,用户能够感觉到严重的延迟;当阈值选取过小时,检索结果很可能只有关键图像本身,甚至根本没有结果,这将大大降低检索的查全率。因此,在逐步分块法的第一步中选择为 0.085 比较合适,这样已经可以滤除与关键图像根本不相关的大部分图像。

5 结论

基于颜色的图像检索目前已经得到普遍应用,本文提出的过滤后检索方法,能够在保证检索效率的前提下提高准确性,对于现在网络上的海量图片信息有

着积极的意义。为了满足用户的需要,本文又加入了相关反馈技术,进一步优化了检索结果。以上方法如果再结合互联网搜索引擎技术,应该能够在检索网页丰富的图像信息中得到较好的应用。但是本系统只考虑了基于颜色特征的图像检索,另外也可以加入边缘形状及纹理的综合特征检索,以及相应的相关反馈技术。另外,本文只是提供了一个过滤后再检索的思路,这种方法对于在较大的图像数据库或者海量的网络信息中检索具有积极的意义。

参考文献

- Swain, M J, Ballard, D H Color indexing[j]. International Journal of Computer Vision, 1991; 7 (1): 11 ~ 32.
- 刘毅、张明,局部颜色特征在基于内容的图像检索中的应用[J],计算机应用,2004,24(7):47~49.
- 方俊、郭雷、汪子强,一种改进的基于颜色空间特征的图像检索方法[J],计算机工程与应用,2005. 25: 68~70.
- 张恒博、欧宗璞,一种利用多特征向量的彩色图像检索方法[J],计算机工程与应用,2004. 2:42~43.
- 吴成玉、邵晓英、赵杰煜,颜色、纹理、形状及相关反馈在图像检索中的应用[J],计算机工程与应用, 2004,20:188192.
- Baice Li, Senmiao Yuan. A Novel Relevance Feedback Method in Content - Based Image Retrieval. Department of Computer Science, 2004 IEEE.
- M. L. Kherfi, and D. Ziou. IMAGE RETRIEVAL BASED ON FEATURE WEIGHTING AND RELEVANCE FEEDBACK, 2004 IEEE: 689 ~ 692.