

文章编号: 1007- 2985(2008) 06- 0073- 04

# 基于综合特征的 CBIR 系统的设计与实现<sup>\*</sup>

张建军<sup>1</sup>, 吴启武<sup>2</sup>

(1 湖南师范大学工学院, 湖南 长沙 410081; 2 北京科技大学信息工程学院, 北京 100083)

**摘要:** 目前 CBIR 系统采用单一特征进行图像检索的效果不是很理想, 在单一特征进行图像检索的基础上, 结合权值确定技术, 提出了一种利用图像综合特征进行检索的方法, 并在 Visual C++ 6.0 中实现了基于此方法的 CBIR 系统. 实验结果表明, 该检索方法可行且在查准率上大大优于单一特征的检索方法.

**关键词:** 基于内容的图像检索; 颜色特征; 纹理特征

中图分类号: TN919.3

文献标识码: A

基于内容的图像检索 (Content Based Image Retrieval 简称 CBIR) 直接根据描述图像内容的各种特征进行图像检索, 主要集中于底层特征的相似度匹配的研究, 包括颜色、纹理、形状等, 目前已经取得大量的研究成果, 但是能完整地介绍 CBIR 系统的设计与实现的文献较少. 因此, 笔者针对目前 CBIR 系统中采用单一特征进行图像检索的效果不是很理想的情况, 在利用单一特征进行图像检索的基础上, 结合权值确定技术, 提出了一种利用图像综合特征进行检索的方法, 并在 Visual C++ 6.0 中基于此方法实现了 CBIR 系统. 实验结果表明, 该检索方法可行且在查准率上大大优于单一特征的检索方法.

## 1 CBIR 系统结构

CBIR 的系统结构如图 1 所示, 由图像特征提取模块、图像特征库、检索模块、特征匹配和用户界面等单元构成.

基于特征对图像进行检索的基本方法<sup>[1]</sup>是在建立图像特征库时, 对输入的图像先进行图像分析, 提取图像的目标的特征向量, 将输入图像和其相应的特征向量存入图像特征库. 在进行图像检索时, 对每一幅给定的要查询的例子图像进行图像分析并提取该图的特征向量. 通过将该图像的特征向量与特征库中的特征向量进行匹配, 并根据匹配结果可提取出所需要的检索图来. 由上述工作原理可以知道基于特征的图像检索有 2 个关键, 一是要选取恰当的图像特征及有效的特征提取方法, 二是要有准确的特征匹配算法.

### 1.1 图像特征

基于内容的图像检索方法, 无论何种检索方式, 都需要针对图像的具体特征进行匹配检索. 在实际应用中, 一般从图像的颜色、纹理、形状、对象等特征着手进行检索.

**1.1.1 颜色特征** 颜色特征相对于其他特征, 非常稳定, 对于旋转、平移、尺度变化甚至各种形变都不敏感, 表现出很强的鲁棒性, 而且计算简单. 颜色特征是图像最直观而明显的特征, 一般采用直方图来描述. 颜色直方图是描述图像中颜色分布的一种方法, 它的横轴表示颜色等级, 纵轴表示在某一个颜色等级上具有该颜色的像素在整幅图像中所占的比例. 直方图颜色

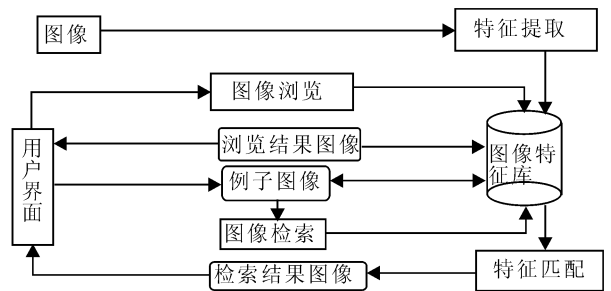


图 1 CBIR 系统组成结构图

\* 收稿日期: 2008- 08- 11

基金项目: 湖南师范大学青年基金资助项目 (28040634)

作者简介: 张建军 (1974-), 男, 河南上蔡人, 湖南师范大学工学院讲师, 主要从事计算机软件工程和计算机网络教学

空间中的每一个刻度表示了颜色空间中的一种颜色.采用直方图计算图像间的相似性比较简单,但它不能反映图像中对象的空间特征.

1.1.2 纹理特征 图像可以看成是不同纹理区域的组合,纹理通常为图像的某种局部性质,或是某一局部区域中像素之间关系的一种度量.纹理特征可用于对图像中的空间信息进行一定程度的定量描述,基于纹理特征的图像检索主要考虑粗糙性、方向性和对比性这 3 种特征.由于纹理特征描述比较困难,一般对纹理的检索都采用示例查询(Query By Example)方式,用户给出示例的全部或部分区域特征,从而找到类似图像.

1.1.3 形状特征 形状特征是图像目标的一个显著特征,形状特征包括区域、主轴方向、矩、偏心率、圆形率、正切角等.很多图像检索可能并不针对图像的颜色,因为同一物体可能有各种不同的颜色,但其形状总是相似的.如检索汽车的图像,汽车可以是红的、绿的等,但形状是汽车的外形.另外,对于图形来说,形状是它唯一重要的特征.图像中某目标的边缘称为轮廓,基于形状或轮廓的图像检索是基于内容进行检索的一个重要方面,它能从用户勾勒的图像的形状或轮廓入手,在图像库中检索出形状相似的图像.

1.1.4 综合特征 综合利用颜色、纹理、形状特征、逻辑特征和客观属性等特征作为图像的特征,是一个比较复杂的过程.

## 1.2 图像特征匹配

一般而言,在基于内容的图像检索系统中,图像特征匹配可归结为 2 幅图像相似度的计算.2 幅图像是否相似是指图像的特征向量是否相似,图像特征的相似性测度通常采用几何模型,将图像特征看作是向量空间中的点,通过计算 2 个点之间的接近程度来衡量图像特征之间的相似度.基于内容的图像检索算法主要有最近邻查询算法和区间查询算法,它们都依赖于距离函数或者相似性度量,常用的距离函数有欧氏距离、马氏距离、Manhattan 距离等.

## 2 CBR 系统设计

### 2.1 系统目标

目前的图像检索系统,无论是商业性还是实验性的图像检索系统,其中大部分的图像检索系统都具有以下一个或者几个功能特点:随机浏览功能;基于例子图像的检索功能;基于草图的检索;基于文本的检索以及图像分类浏览功能.笔者所设计的图像检索系统是基于例子图像为主的检索系统,系统的目标是通过对比图进行分析,提取图像的特征,利用特征匹配技术对图像特征进行匹配,实现模糊的图像检索.

### 2.2 系统功能模块

根据系统目标,笔者设计的图像检索系统主要包括特征提取、图像数据库管理和图像检索 3 大功能模块,如图 2 所示.

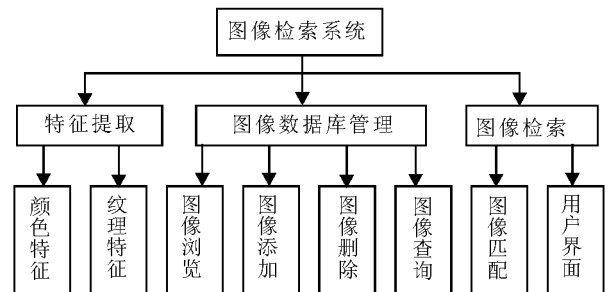


图 2 CBR 系统功能模块图

### 2.3 数据库设计

该系统根据图像颜色和纹理特征值的特点,对数据库表结构的设计如表 1 所示.

表 1 图像数据库字段属性表

字段名	字段类型	说明	字段名	字段类型	说明
ID	长整型	图像入库编号	H 1	双精度	颜色特征值
class	文本	图像所属主题	H 2	双精度	颜色特征值
path	文本	存储图像文件所在路径	H 3	双精度	颜色特征值
energy	双精度	纹理能量特征值	H 4	双精度	颜色特征值
entropy	双精度	纹理熵特征值	H 5	双精度	颜色特征值
Inertia-quadrature	双精度	纹理惯性矩特征值	H 6	双精度	颜色特征值
bca bah	双精度	纹理局部平稳性特征值	H 7	双精度	颜色特征值
H 0	双精度	颜色特征值	similar	双精度	图像相似度

### 2.4 图像检索算法设计

2.4.1 基于颜色特征的图像检索算法 颜色是描述一幅图像最简便而有效的特征,通常选择符合人的视觉感应的 HSV<sup>[2]</sup> 颜色模型.采用检索效率较高的累加直方图方法<sup>[3]</sup>来表征图像的颜色特征.在颜色特征的提取中,为了减少计算的数据量和

复杂度,对 HSV 模型中色度 (Hue) 采用非等间隔量化<sup>[4]</sup>,只选取了色度  $H$  的 8 个特征量作为这幅图像的颜色特征值,即  $H$  在  $[0, 7]$  之间。

(1) 具体的颜色特征提取算法如下:

(i) 打开一幅 BMP 图像。

(ii) 利用文献 [2] 中的 RGB 到 HSV 的变换方法,将其中每个象素的 RGB 值转换成 HSV 值。

(iii) 利用文献 [4] 中的方法将  $H$  的值进行量化,即  $H$  在  $[0, 7]$  之间,将量化后的值保存起来。

(iv) 使用“数组名  $[H$  值  $]++$ ”的方法,对每个象素的  $H$  值进行统计,并计算出每个  $H_i$  在整个  $H$  中出现的概率,作为整幅图像的图像特征值。

(2) 基于颜色的图像检索算法如下:

(i) 选择一幅例子图像。

(ii) 根据颜色特征提取方法,计算出该图像的 8 个颜色特征值,并将颜色的权值设为 1,纹理权值设为 0。

(iii) 采用 Manhattan 距离公式,计算出例子图像与库中所有记录的相似度,并填入数据库中的相似度 `similar` 字段中。

(iv) 设置一变量 `switch` 初始值为 0.1,把相似度 `similar` 大于 `switch` 的记录显示出来,其中 `switch` 的值可由用户指定,每屏显示 10 幅检索结果图像。

2.4.2 基于纹理特征的图像检索算法 提取纹理特征的方法也有许多,其中一种有效方法是建立在灰度级空间相关矩阵 (即灰度共生矩阵) 基础上的。利用图像灰度共生矩阵可以计算出一组参数,用来定量描述纹理特征,其中能量、惯性矩、逆差矩和熵是几种主要的参数,这里采用基于区域的纹理特征提取方法,其步骤如下:

(1) 设原彩色图像为  $I$ ,对于每一个像素,使用平均法“ $(R + G + B) / 3$ ”,将像素值转换为  $0 \sim 255$  的灰度值,再使用“像素灰度值  $/(256/8)$ ”的方法,并将每一像素的灰度值量化在  $0 \sim 7$  之间。

(2) 将图像纵横均匀的分为  $K \times K$  个区域, $K$  值根据要求来定。

(3) 在每一子区域块中,构造 4 个方向的归一化后的共生矩阵,分别计算每个共生矩阵的上述 4 个纹理参数,将这些纹理参数分别累加,累加结果作为这个子区域的纹理特征值。

(4) 将  $K \times K$  个子区域依次按照 (3) 中的方法求出每个共生矩阵的上述 4 个纹理参数,并将纹理参数值累加。

(5) 最后将  $K \times K$  个子区域中累加的 4 个纹理参数值分别除以  $K \times K$ ,获得其均值,作为整幅图像的纹理特征值。

基于纹理特征的检索算法与基于颜色的检索算法类似。

2.4.3 基于综合特征的图像检索算法 (1) 打开一幅例子图像。

(2) 根据颜色和纹理特征提取方法,计算出该图像的 12 个特征值,并将颜色和纹理的权值设为需要的值,默认值为 1。

(3) 采用 Manhattan 加权距离公式,计算出例子图像与库中所有记录的相似度,并填入数据库中的相似度 `similar` 字段中。

(4) 设置一变量 `switch` 初始为 0.1,将相似度大于 `switch` 的记录显示出来,其中 `switch` 的值可由用户指定,每屏显示 10 幅检索结果图像。

### 3 CBR 系统实现

基于综合特征的 CBR 系统是在 Windows XP 操作系统平台下,采用 Visual C++ 6.0 开发实现。

#### 3.1 检索系统的性能标准

基于内容的图像检索中,由于检索算法比较多,需要对各种算法的检索结果进行评判。从现在的研究情况来看,对于系统的响应时间和吞吐率的评价论述的较少,对检索效果的评价更多地放在对检索结果的正确与否,主要使用的是查准率和查全率 2 个指标。用户在评价算法的时候,可以预先选定含有特定目标的图像作为一组相关的图像,然后根据返回的结果计算查全率和查准率,查全率和查准率越高,说明该检索算法的效果越好。对于综合采用加权后的颜色和纹理特征的图像检索算法,笔者借助由 500 多幅图像组成的图像库进行了测试,并与采用单一颜色特征或单一纹理的方法进行了比较。

#### 3.2 实验及结果分析

3.2.1 基于颜色特征的图像检索 根据 2.4.1 中描述的颜色特征提取算法及基于颜色特征的图像检索算法,以一幅花朵为例进行检索,检索结果如图 3 所示。

检索出的图像中相关图像的数目为 10,库中所有相关的图像数目为 10,检索出的相似度在  $1 \sim 0.1$  之间的图像数目为 65,从而可得查全率为  $10/10 = 100\%$ ,查准率为  $10/65 = 15\%$ 。

3.2.2 基于纹理特征的图像检索 根据 2.4.2 中描述的纹理特征提取算法及基于纹理特征的图像检索算法,以同一幅花朵为例进行检索,检索结果如图 4 所示。

检索出的图像中相关图像的数目为 10,库中所有相关的图像数目为 10,检索出的相似度在  $1 \sim 0.1$  之间的图像数目为 89,可得查全率为  $10/10 = 100\%$ ,查准率为  $10/89 = 11\%$ 。



图 3 基于颜色特征的图像检索结果



图 4 基于纹理特征的图像检索结果

3.2.3 基于综合特征的图像检索 根据 2.4.3 中图像检索算法, 以同一幅花朵为例进行检索, 检索结果如图 5 所示。

检索出的图像中相关图像的数目为 10, 库中所有相关的图像数目为 10, 检索出的相似度在 1~0.1 之间的图像数目为 10, 可得查全率为 10/10=100%, 查准率为 10/10=100%。因为这几种方法的查全率都比较高, 所以笔者在这里主要检验查准率。连续以不同的图像进行 5 次测试后的查准率值如表 2 所示。

由此可见, 在查准率方面, 基于综合特征的图像检索比基于单一的特征的图像检索有了很大的提高。

表 2 5 次实验的查准率 %

颜色特征	纹理特征	综合特征
35	45	60
15	385	80
50	40	85
30	20	45
32	28	64



图 5 综合利用颜色和纹理特征的图像检索结果

### 4 结语

在单一颜色或纹理特征进行图像检索的研究基础上, 结合特征的权值, 提出了一种综合利用这 2 个特征进行检索的方法, 其中颜色特征用累加直方图来表示, 纹理特征的提取则以共生矩阵为基础。实验表明: 在查准率上, 基于综合特征的 CBR 检索要比基于单一特征检索性能更好, 但是各个特征权值的合理化确定还需进一步研究。

#### 参考文献:

[1] 章毓晋, 刘忠伟. 基于 HSI 模型和累积直方图的彩色图像检索 [C] // 第 8 届全国信号处理学组委员会联合会议论文集, 1997 256-260

[2] 刘忠伟, 章毓晋. 利用局部累加直方图进行彩色图像检索 [J]. 中国图像图形学报, 2005, 3(7): 533-537

[3] 曹莉华. 基于多种主色调的图像检索算法研究与实现 [J]. 计算机研究与发展, 1999 36(1): 96-100

[4] 苏林英. 基于共生矩阵的自适应图像检索 [J]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 1996, 27(1): 124-128

## Design and Implementation of Content Based Image Retrieval System Based on Integrated Feature

ZHANG Jian-jun<sup>1</sup>, WU Qi-wu<sup>2</sup>

(1 School of Polytechnic, Hunan Normal University, Changsha 410081, China; 2 School of Information Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

**Abstract** The current in age retrieval result being not effective enough by using single feature currently, a method of image retrieval using integrated feature is presented based on the single image feature and weight technology in this paper. The CBR system is realized in Visual C++ 6.0 based on this method. By experiments, it is proved that this method is effective and greatly superior to the retrieval method of using single feature on the precision rate.

**Key words** content based image retrieval; color feature; texture feature

(责任编辑 陈炳权)