

# 融合区域特征和相关反馈的图像检索

苏光伟<sup>1</sup>, 张敏情<sup>1</sup>, 杨晓元<sup>1,2</sup>

SU Guang-wei<sup>1</sup>, ZHANG Min-qing<sup>1</sup>, YANG Xiao-yuan<sup>1,2</sup>

1. 武警工程学院 电子技术系网络与信息安全武警部队重点实验室, 西安 710086

2. 西安电子科技大学 ISN 国家重点实验室, 西安 710071

1. Network and Information Security Key Lab, Dept. of Electronics, Eng. College of the Armed Police Force, Xi'an 710086, China

2. State Key Lab of Integrated Service Networks, Xidian University, Xi'an 710071, China

E-mail: tongweng@126.com

**SU Guang-wei, ZHANG Min-qing, YANG Xiao-yuan. Image retrieval based on region features and relevance feedback. Computer Engineering and Applications, 2009, 45(15): 200-201.**

**Abstract:** The retrieval algorithm uses a method based on color-spatial features, translates the images into HSV color space, and cuts the images into regions with the H values. The algorithm uses the relevance feedback from the users into the retrieval algorithm, and proposes a method to change and save the information users provided during the retrieval progress. The experiment shows that the algorithm can greatly improve the retrieval precision.

**Key words:** Content-Based Image Retrieval (CBIR); region features; relevance feedback

**摘要:** 提出了一种新的基于内容的图像检索算法, 该算法提取图像的颜色-空间特征, 在 HSV 空间中将图像按照 H 分量进行区域划分, 利用区域特征层面上的相似度对图像进行检索, 并引入用户的相关反馈来调整并记录示例图像中各对象的特征权值。实验结果表明, 该算法可以使计算机更加精确地理解用户的查询要求, 提高查询的准确率。

**关键词:** 基于内容的图像检索; 区域特征; 相关反馈

**DOI:** 10.3778/j.issn.1002-8331.2009.15.058 **文章编号:** 1002-8331(2009)15-0200-02 **文献标识码:** A **中图分类号:** TP391

## 1 引言

基于内容的图像检索(Content-Based Image Retrieval, CBIR)通过提取图像中的特有信息来表达、识别和理解图像的内容, 这给在海量图像中查找相关图像带来了方便。目前基于内容图像检索的发展有两大方向: 一是不断寻找更有效的图像特征表示方法<sup>[1]</sup>; 另一研究热点方向为减小图像低层特征和图像语义之间的差异<sup>[2]</sup>, 即减小“语义鸿沟”。结合上述两个方向的需求, 提出了一种新的基于区域特征和相关反馈的图像检索方法, 在形成图像特征过程中, 该方法将图像按区域进行划分形成图像中的不同对象, 并按区域对象提取和保存图像的特征, 在提取图像颜色特征的同时, 保留了颜色的空间信息。用户对图像的理解在图像检索中具有指导性作用, 提出了一种反馈记忆算法, 利用和保存用户提供给计算机的反馈信息, 使得计算机能够从用户的反馈中学习。

## 2 图像的区域特征

使用符合人眼感知特性的 HSV 颜色模型, RGB 颜色空间与 HSV 颜色空间之间可以使用现有公式方便地进行转换。在 HSV 颜色模型中, 饱和度 S 和值 V 都不具有独立代表某像素

特征的特性, 在使用饱和度 S 和值 V 作为区域分割的特征进行图像分割时, 效果很不理想, 图像分割杂乱无章。使用图像 HSV 颜色空间中的 H 分量作为图像特征对图像进行分割, 能够取得较好的分割结果。

### 2.1 区域特征提取

通过分割图像得到一些不同颜色的区域, 称之为对象。一幅图像中通常包含许多对象, 根据对象所占的面积比例以及用户对图像的理解, 对象分为重要对象和次要对象。次要对象(尤其是数量众多的小区域对象)不但会增加检索时的计算复杂度, 而且会对检索造成负面影响。在初次查询时, 将区域面积小于 1% 的对象忽略不计。一幅图像的主要内容就由区域面积大于 1% 的对象的颜色和形状等特征来表示<sup>[3]</sup>。

(1) 颜色特征: 区域的颜色特征用该区域的平均色代表。为了方便颜色相似度的计算, 将  $(h, s, v)$  色度坐标统一转换为柱坐标系下的欧氏空间坐标  $(c_1, c_2, c_3)$ 。

$$c_1 = s \cdot \cos(h), c_2 = s \cdot \sin(h), c_3 = v$$

(2) 形状特征: 包括形状的大小  $\rho$ , 形状的离散度  $v$  和离心率  $e^{[4]}$ :

**基金项目:** 国家自然科学基金(the National Natural Science Foundation of China under Grant No.60573032); 网络与信息安全教育部重点实验室开放课题(No.200409)。

**作者简介:** 苏光伟(1984-), 男, 硕士研究生, 主要研究领域为图像检索; 张敏情, 女, 教授; 杨晓元, 男, 教授。

**收稿日期:** 2008-03-25 **修回日期:** 2008-06-16

$$\rho = \frac{N_o}{N_i}, v = \frac{\sqrt{\sum_{(x,y) \in Object} (x-\bar{x})^2 + (y-\bar{y})^2}}{\max(Width, Height) \cdot N_o}$$

$$e = \frac{u_{20} + u_{02} - \sqrt{(u_{20} - u_{02})^2 + 4u_{11}^2}}{u_{20} + u_{02} + \sqrt{(u_{20} - u_{02})^2 + 4u_{11}^2}} \in [0, 1]$$

这里,  $u_{p,q} = \sum_{(x,y) \in Object} (x-\bar{x})^p + (y-\bar{y})^q$ 。  $N_o$ 、 $N_i$  分别代表对象包含的像素数和图像包含的像素数。  $Width$ 、 $Height$  是图像的宽和高。对象的特征用矢量表示为:

$$F_j(c_{j1}, c_{j2}, c_{j3}, \rho_j, v_j, e_j)$$

含有  $m$  个主要对象的图像的特征矢量表示为  $\{F_1, F_2, \dots, F_m\}$ 。

### 2.2 相似度计算

在计算不同图像的区域之间的颜色相似度和形状相似度时,通过调整各特征的方差,将相似度进行归一化。颜色相似度  $s_1$  和形状相似度  $s_2$  计算公式如下<sup>[3]</sup>:

$$s_1 = \exp \left[ -\frac{(c_{i1} - c_{j1})^2 + (c_{i2} - c_{j2})^2 + (c_{i3} - c_{j3})^2}{3\sigma_1^2} \right]$$

$$s_2 = \exp \left[ -\frac{(\rho_i - \rho_j)^2 + (v_i - v_j)^2 + (e_i - e_j)^2}{3\sigma_2^2} \right]$$

不同图像中任意两个对象  $i, j$  之间的相似度是各特征间相似度的加权平均:

$$S_o(i, j) = w_1 s_1 + w_2 s_2, w_1 + w_2 = 1$$

正常情况下,两幅图像中的主要对象的个数不相同。假设示例图像  $Q$  和任一图像  $I$  分别有  $m, n$  个主要对象,则图像  $Q$  与  $I$  的相似度为:

$$S(Q, I) = \sum_{i=1}^k W_{i,p(i)} S_o(i, P_i(i)), k = \min(m, n)$$

其中  $P_i(i), i=1, 2, \dots, k$  表示在图像  $I$  中与  $Q$  的第  $i$  个对象最为相似的对象。  $W_{i,p(i)}$  为对象  $i$  与对象  $P_i(i)$  的权值的平均值。

### 3 相关反馈

在传统的相关反馈算法中,一般只对示例图像中的特征权值进行简单修改<sup>[9]</sup>,提出的相关反馈算法在修改示例图像中特征权值的同时,使用特征库的方式存储图像库中图像的区域特征和各区域的权值。算法描述如下:

- (1) 建立图像特征库,保存用户图像库中各图像中的对象特征及其权值。
- (2) 对新加入图像库的图像,对其进行区域分割,求各对象的特征值,并按照对象在图像中的所占面积赋予相应的权值。
- (3) 用户提出查询请求,算法根据示例图像的特征在图像库中查找与之相似的图像,并反馈给用户。
- (4) 用户对检索到的图像与示例图像之间的相似度做出评价,将相似度大的图像标记为相关图像,相似度小(认为该图像与示例图像不相似)的图像标记为不相关图像。
- (5) 计算示例图像中的各个对象  $i$  对应的  $P_i(i)$  在相关图像中的权值之和  $W_i$ 。
- (6) 将  $W_i$  按由大到小的顺序排列,相应得到示例图像中的对象的一个排列  $L: i_1, i_2, \dots, i_m$ , 并认为该排列中对象在示例图像中的重要程度递减。

(7) 按照  $L$  对象的顺序,计算其权值  $\omega_i$  的排列中前  $t$  项和满足  $\sum_{i=1}^t \omega_i \geq \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \omega_i$  的  $t$ , 并依次对  $L$  中前  $t$  项对象的权值  $\omega_i$  进行修改:

for( ;  $t > 0$ ;  $t--$ )

$$\omega_i += \frac{t}{m} \sum_{j \neq i} \omega_j \tag{1}$$

(8) 利用修改后的权值重新在图像特征库中查询,直到用户对查询结果满意。

在查询过程中,用户的反馈信息不但在一定程度上反映了用户对实例图像的理解,即用户对图像的语义描述,也在一定程度上反馈出图像库图像中各对象的重要程度,这些信息对于计算机理解图像的语义特征很有帮助,本算法通过调整相关图像中重要对象权值的方法保存了用户对图像语义特征的理解。查询结束时,即当用户对查询结果满意时,计算机对查询结果前十幅图像依次进行权值调整,算法如下。

(9) 对应  $L$  中的对象排列顺序,对每幅相关图像中的对象  $P_i(i)$  进行排序,得到该相关图像中对象的一个排列  $L'$ , 并且认为  $L'$  中对象在该相关图像中的重要程度递减。

(10) 按照  $L'$  对象的顺序,计算其权值  $\omega_j$  的排列中前  $t$  项和满足  $\sum_{j=1}^t \omega_j \geq \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m \omega_j$  的  $t$ , 并依次对  $L'$  中前  $t$  项对应对象的权值  $\omega_j$  按照式(1)中的步骤进行修改。

在形成图像特征库过程中和在图像库中加入新图像时,需要耗费较多的计算资源,在图像特征库形成之后,以后的查询过程只需计算和修改图像库中各区域对象的权值,方便了查询计算。

### 4 仿真实验

实验使用的图像是从互联网上下载的 500 幅图像(调整后最大分辨率为  $320 \times 240$ ), 涵盖蓝天白云图像、水果、风景、汽车、天体、数码产品和人物肖像 7 个类别,使用 Matlab7 对实验算法进行仿真。结果中左上角图像为示例图像,计算机首次检索和用户反馈二次、五次后的检索结果如图 1~图 3 所示。

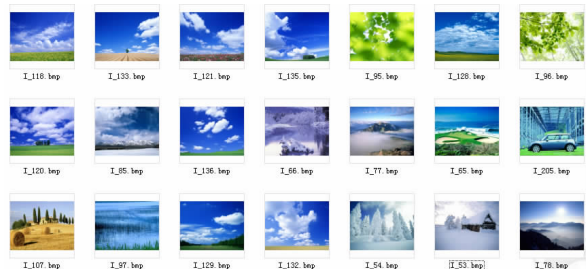


图 1 首次检索结果

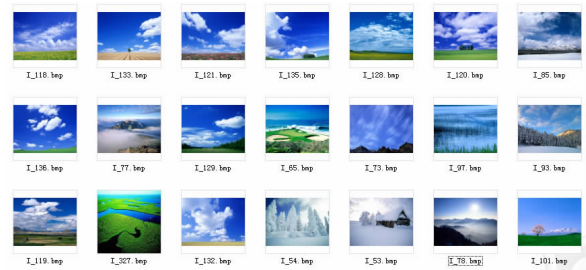


图 2 反馈二次后的检索结果 (下转 208 页)