

## 基于加强的前景图像纹理的图像检索方法

李宪玲, 赵景秀, 赵 昭

(曲阜师范大学 计算机科学学院, 山东 日照 276826)

**摘要:** 针对人们对前景图像比较敏感的特性, 提出了一种加强前景信息并弱化背景信息的新方法。该方法首先通过图像的阈值得到前景图像与背景图像, 利用某个值加强前景并弱化背景, 结合原始图像提取纹理特征, 从而进行图像检索。对真实图像数据库的检索实验表明, 该方法与其他基于纹理的方法相比, 具有较好的检索效果和性能。

**关键词:** 图像检索; 阈值分割; 共生矩阵; 纹理特征; 相似度匹配

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

### A method of image retrieving based on fortified foreground image texture

LI Xian Ling, ZHAO Jing Xiu, ZHAO Zhao

(School of Computer Science, Qufu Normal University, Rizhao 276826, China)

**Abstract:** Due to the characteristic of that people are more sensitive to the prospect of images, a new search method which is used to strengthen the target image and weaken the background image is presented in this paper. Firstly, the image is divided into background and target through the threshold. And then the target image is strengthened and the background image is weakened. At last combining the original image and extracting the texture features for image retrieval. Experimental results show that the method is valid, compared with other texture features based retrieval method.

**Key words:** image retrieval; thresholding segmentation; co-occurrence matrix; texture feature; similarity match

基于内容的图像检索 CBIR (Content-Based visual Information Retrieval) 是当前信息研究的热点之一。CBIR 系统主要使用图像的颜色、纹理、形状、统计参数和空间关系等特征进行检索<sup>[1-2]</sup>。不同类型的特征描述了图像中不同的内容属性, 在检索中各有其特点。

纹理是一种全局特征, 描述了图像或图像区域所对应景物的表面性质。它需要在包含多个像素点的区域中进行统计计算, 因此纹理是图像的一种区域特性, 可以理解为图像中反复出现的局部模式和它们的排列规则, 这样纹理表达的内容可以看作是一种空间分布的信息。纹理特征具有旋转不变性, 并且对于噪声有较强的抵抗能力, 可用于检索具有粗细、疏密等方面较大差别的纹理图像。然而当图像的分辨率发生变化时, 所计算出来的纹理可能会有较大偏差; 可能受到光照、反射情况的影响, 用于检索时, 这些虚假的纹理会造成误导。例如, 水中的倒影、光滑的金属面互相反射造成的影响等都会导致纹理的变化。由于这些不是物体本身的特性, 因而将纹理信息应用于检索时, 这些虚假的纹理会对检索造成“误导”。就人们的视

觉而言, 这些虚假纹理实际上是背景图像的信息, 而人们视觉敏感的信息则是前景图像。为了克服上述缺点, 本文提出了一种新的检索方法: 通过加强前景并减弱背景的信息来提取正确的纹理。

#### 1 图像分割

利用阈值化方法分割图像一般是基于下面的假设: 图像由目标和背景组成, 处于目标和背景内部相邻像素间的灰度值高度相关, 而处于目标和背景交界处的像素在灰度值上有很大的差别。那么, 只需按照某种准则找到一个灰度值  $T$  作为阈值, 就可以将图像分割成 2 部分, 即把大于等于该阈值的像素点归为目标, 小于该阈值的像素点归为背景。所以阈值  $T$  的选取是关键。而 Otsu 法<sup>[3-5]</sup>是一种常用的阈值自动选取方法, 其基本思想是基于灰度级的基本原理, 选择最大的类内方差化作为阈值。对于灰度级  $k$ , 所有灰度值小于等于  $k$  的将形成类 ( $C_0$ ), 而所有其他的将形成另外的类 ( $C_1$ ), 如果选取的阈值是图像目标部分与背景部分的灰度分布方差较大, 那么目标与背景分离的准确性就越大。所以本文图像检索方法中, 采用 Otsu 法计算分

## 图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

割图像中目标和背景的最优阈值  $T$ 。

传统意义上的图像分割如下, 设原始图像为  $f(x, y)$ , 首先以一定准则在  $f(x, y)$  中找出一个灰度值  $T$  作为阈值, 将图像分割为  $g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{如果 } f(x, y) \geq T \\ 0 & \text{如果 } f(x, y) < T \end{cases}$ 。而本文的处理方法是由 Otsu 法得到图像中目标和背景的阈值  $T$  后, 对于原始图像  $f(x, y)$ , 将图像分割为:  $g(x, y) = \begin{cases} f(x, y) \times T & \text{如果 } f(x, y) \geq T \\ f(x, y) / T & \text{如果 } f(x, y) < T \end{cases}$ ,

并将图像记为  $g(x, y) = C_1 \times g(x, y) + C_2 \times f(x, y)$ , 其中  $C_1$  与  $C_2$  为两者的系数。这样就增强了前景图像的信息而减弱了背景图像的信息, 同时又保留了原始图像的信息, 从而能更准确地提取图像的纹理特征。

## 2 灰度共生矩阵的纹理特征提取

灰度共生矩阵是一种用来分析图像纹理特征的重要方法, 它建立在估计图像的二阶组合条件概率密度函数的基础上。通过计算图像中有一定距离和一定方向的两像素点之间的灰度相关性, 反映图像在方向、相邻间隔、变化幅度及快慢上的综合信息。

### 2.1 灰度共生矩阵的定义<sup>[6]</sup>

设  $f(x, y)$  为一幅二维数字图像, 其大小为  $M \times N$ , 灰度级别为  $N_g$ , 则满足一定空间关系的灰度共生矩阵为:

$$P(i, j) = \# \{ (x_1, y_1), (x_2, y_2) \in M \times N | f(x_1, y_1) = i, f(x_2, y_2) = j \}$$

其中  $\#(x)$  表示集合  $x$  中的元素个数, 显然  $P$  为  $N_g \times N_g$  的矩阵, 若  $(x_1, y_1)$  与  $(x_2, y_2)$  间距离为  $d$ , 两者与坐标横轴的夹角为  $\theta$ , 则可以得到各种间距及角度的灰度共生矩阵  $P(i, j, d, \theta)$ 。在实际计算操作中, 一般方向的角度  $\theta$  为  $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $135^\circ$ 。

而一幅图像的灰度级的数目一般是 256, 这对于灰度共生矩阵的计算来说太大, 会耗费大量的时间。为解决这一问题, 预先将灰度级压缩至 16 级。

### 2.2 基于灰度共生矩阵的纹理特征提取

纹理特征提取是利用图像的灰度共生矩阵求如下常用的统计特征值:

(1) 反差 (或称主对角线的惯性矩)

$$CON = \sum_h \sum_k (h-k)^2 m_{hk}$$

对于粗纹理, 由于  $m_{hk}$  的数值较集中于主对角线附近, 此时  $(h-k)$  的值较小, 所以相应的  $CON$  值也较小; 相反, 对于细纹理则相应的  $CON$  值较大。

(2) 能量 (或称为角二阶矩)

$$ASM = \sum_h \sum_k (m_{hk})^2$$

这是一种对图像灰度分布均匀性的度量。当  $m_{hk}$  的数值分布较集中于主对角线附近时, 其相应的  $ASM$  值较大; 反之,  $ASM$  值则较小。

(3) 熵

$$ENT = - \sum_h \sum_k m_{hk} \log m_{hk}$$

当灰度共生矩阵中各  $m_{hk}$  数值相差不大且较分散时,  $ENT$  值较大; 反之, 若  $m_{hk}$  的数值较集中时,  $ENT$  值较小。  
(4) 相关

$$COR = \frac{1}{\sigma_x \sigma_y} \left( \sum_h \sum_k hk m_{hk} - \mu_x \mu_y \right) \quad (1)$$

其中,  $\mu_x$ 、 $\mu_y$ 、 $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$  分别为  $m_x$ 、 $m_y$  的均值和标准差,  $m_x = \sum_k m_{hk}$  是矩阵  $M$  中每行元素之和,  $m_y = \sum_h m_{hk}$  是矩阵  $M$  中每列元素之和。相关量是用来描述矩阵中行或列元素之间相似程度的, 它是灰度线性关系的度量。

在纹理特征的提取中, 预先将灰度级由 256 级压缩至 16 级, 构造 4 个方向的灰度共生矩阵, 然后分别计算 4 个方向共生矩阵的上述 4 个纹理特征量, 最后以各特征量的均值和标准差即  $\mu_{CON}$ 、 $\sigma_{CON}$ 、 $\mu_{ASM}$ 、 $\sigma_{ASM}$ 、 $\mu_{ENT}$ 、 $\sigma_{ENT}$ 、 $\mu_{COR}$ 、 $\sigma_{COR}$  作为纹理特征向量中的各个分量。则各个矩阵的纹理特征向量为:

$$L_i = (\mu_{CON}, \sigma_{CON}, \mu_{ASM}, \sigma_{ASM}, \mu_{ENT}, \sigma_{ENT}, \mu_{COR}, \sigma_{COR}) \quad (2)$$

相似度计算:

$$D_i(p, q) = |L_{pi} - L_{qi}| \quad (3)$$

$$D(p, q) = \sum_{i=1}^n D_i(p, q) \quad (4)$$

其中,  $D_i(p, q)$  为对应特征量的距离,  $D(p, q)$  是整体距离。

## 3 算法实现及检索效率比较

### 3.1 基于加强前景图像的纹理特征的图像检索算法

- (1) 读取图像并用 Otsu 方法计算全局图像阈值  $T$ ;
- (2) 在 RGB 颜色空间中各颜色分量转化为灰度, 并通过阈值  $T$  加强前景信息而减弱背景信息;
- (3) 将图像的灰度压缩到 16 个灰度级, 计算 4 个方向的灰度矩阵, 并对共生矩阵归一化;
- (4) 对共生矩阵计算以上 4 个纹理参数, 并按公式(2)提取图像的纹理特征;
- (5) 按照公式(3)、公式(4) 计算查询图像与数据库中所有图像的距离;
- (6) 对各距离排序, 并显示查询结果。

### 3.2 试验结果

为了验证算法的有效性, 本文对 8 类 (树叶、小鸟、风景、天安门、水果、老虎、人物、汽车) 共计 1 000 幅图片, 采用经典图像纹理特征法与本文提出的基于加强前景图像的纹理特征的图像检索法进行了仿真试验。距离公式采用公式(3)、(4), 部分图像的检索结果如图 1、图 2 所示。其中, 查询图像编号为 264, 将与之最相似的前 9 幅图像作为检索结果输出。

### 3.3 结果分析

用查准率 (Precision)、查全率 (Recall) 及 ANMRR<sup>[7-8]</sup> (Average of the Normalized Modified Retrieval Rank over all

## 图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

queries) 来评估检索算法的性能。

查准率指返回的结果集中有效图像的比率,用于测量系统排除无关图像的能力。查准率  $P$  的计算公式为:

$$P = \frac{R_A}{R_A + R_B} = \frac{R_A}{M}$$

其中,  $R_A$  表示检索结果中与查询图像相关的图像数,  $R_B$  表示检索结果中与查询图像不相关的图像,  $M$  为检索出的图像数。查准率越高,说明该检索算法的效率越好。

查全率指返回的结果中有效图像占数据库中所有相似图像的数量比率,用于测量系统检索相关图像的能力。查全率  $R$  的公式为:

$$R = \frac{R_A}{R_A + R_C}$$

其中,  $R_A$  表示正确检索出的相关图像数,  $R_C$  表示漏检的相关图像数。查全率越高,说明该检索算法的效率越好。

ANMRR 反映的是查询结果中相似图像的平均排列位置, ANMRR 越小,表明由查询图像所检索出的相似图像的平均排列位置越靠前,图像的检索性能越好;反之, ANMRR 越大,表明所检索出的相似图像的平均排列位置越靠后,图像的检索性能越差。

在图 1、图 2 的检索中,查询图像编号为 264,图像库中与其主题相关的图像共 25 幅,实验中检索结果输出图像数目为 9。与经典纹理法相比,本文方法的查准率  $P$  由  $5/9=55.6\%$  提高到  $7/9=77.8\%$ ,查全率  $R$  由  $5/25=20\%$  提高到  $7/25=28\%$ ,效果明显。从 ANMRR 值考虑,图 1 中相似图像的平均排列位置比图 2 的相似图像的平均排列位置要靠前,所以图 1 的 ANMRR 值比图 2 的 ANMRR 值要小,因此本文方法的检索效率较好。

在本文的实验中,将提出的算法与经典纹理法进行比较,2 种算法对上述 8 类图像的查准率、查全率如表 1 所示。

表 1 对 8 类图像的查全率、查准率

		查全率/%	查准率/%		查全率/%	查准率/%
本文算法	风景	62.8	66.5	人物	45	63.3
经典纹理法		48	50.3		36.7	51
本文算法	树叶	35.5	90	天安门	38.3	63.3
经典纹理法		27.7	75.5		27.7	50
本文算法	小鸟	29.4	36	水果	66.7	91.1
经典纹理法		40.4	49.5		50	61.6
本文算法	汽车	38.3	48.9	老虎	30.5	57.7
经典纹理法		35.5	45		27.5	52.8

由上述实验结果分析可见,本文提出的方法改进了原有算法易捕捉背景图像中的干扰信息的不足,检索性能得到提高。这主要是因为本文方法增强了前景图像的信息,

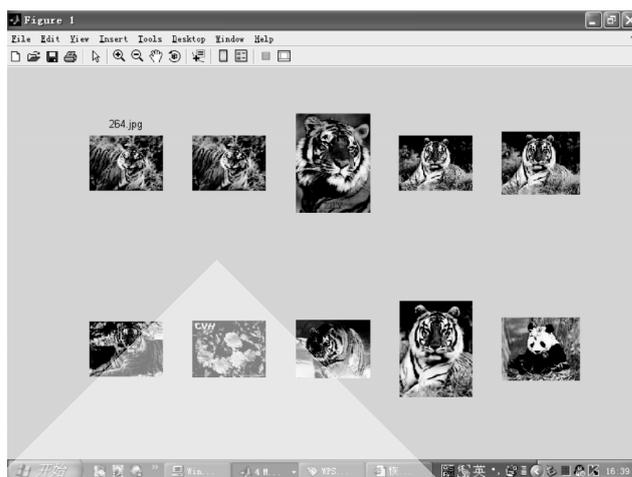


图 1 本文方法效果图

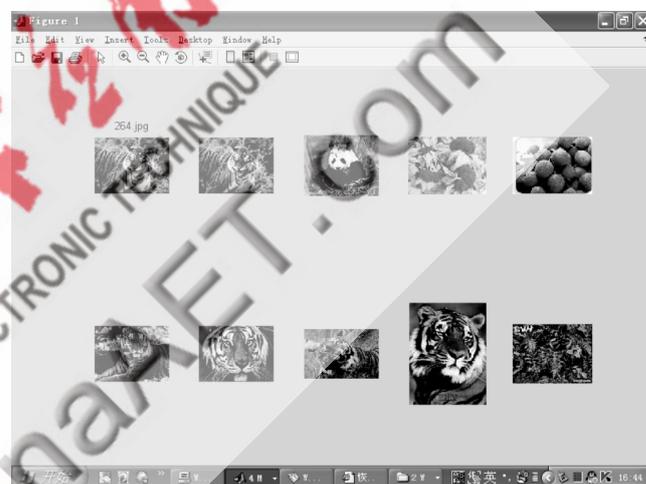


图 2 经典纹理法效果图

并融合了全局图像的信息,能够在一定程度上过滤背景信息,从而能更好地得到图像的真实信息。然而,用图像的纹理特征进行检索容易受到各方面的影响,例如图像的分辨率的变化、纹理之间的粗细、疏密的不同都可能造成所计算出来的纹理有较大偏差,因此仅仅利用纹理特征是无法获得高层次图像内容。所以下一步的工作就是将纹理特征和图像的其他特征(形状、颜色、语义等)结合进行检索。

#### 参考文献

[1] KOTULAS L, ANDREADIS I. Color histogram content-based image retrieval and hardware implementation [J]. IEEE Proc Circuits System, 2003, 150 (5): 34-45.

[2] JU Han, KAI Kuang Ma. Fuzzy color histogram and its use in color image retrieval [J]. IEEE Transaction on image processing, 2002, 11(8): 143-155.

(下转第 58 页)

《微型机与应用》2009 年第 20 期