

# 利用差分矩阵进行基于内容的图像检索

王成儒, 张 涛

(燕山大学, 河北 秦皇岛 066004)

**摘 要:** 随着大容量图像数据库的广泛应用, 基于内容的图像检索(CBIR)技术成为对其进行管理和检索的有效手段。文中提出了一种基于灰度变化进行基于内容的图像检索的方法, 利用差分概念提取出图像的差分矩阵, 再从中提取特征进行度量。给出了对自然图像库检索的实验结果, 实验表明, 采用该方法比空间颜色直方图与共生矩阵等方法能取得更好的检索效果。与颜色空间直方图和灰度共生矩阵的比较实验证明差分矩阵的方法在速度和结果上都有比较好的效果。

**关键词:** 图像检索; 纹理; 差分矩阵

中图分类号: TN 911.73

文献标识码: A

文章编号: 1005—3751(2003)11—0120—03

## Image Retrieval Using Difference Matrix

WANG Cheng-ru, ZHANG Tao

(Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China)

**Abstract:** With the widely usage of large image database, content-based image retrieval(CBIR) becomes an effective method to carry out its management and retrieval. Here puts forward a method of CBIR based on gray difference. This method obtains the difference matrix from the image and then extracts feature vector from the difference matrix. The result of the experiments to nature image database shows that the method of different matrix is more effective than that of spatial color histogram and co-occurrence matrix.

**Key words:** image retrieval; texture; difference matrix

随着多媒体计算和通信技术的飞速发展, 多媒体数据尤其是数字图像数据规模急剧增长。如何帮助用户快速准确地找到感兴趣的图像已经成为一个迫切需要解决的问题。针对这一问题, 人们提出了基于内容的图像检索(Content-Based Image Retrieval, 简称CBIR)方法, 其目的是提供在没有人参与的情况下能自动识别或理解图像重要特征的算法。

图像特征是图像的原始属性, 通常指图像的颜色、纹理和形状。颜色是一种重要的视觉信息属性, 特别是颜色直方图方法, 因其简单有效的性能在大多数CBIR中得到了应用。但如果直接利用图像的颜色属性进行图像检索往往不可靠, 因为两张同样的照片颜色色差可能非常大。基于形状的检索目前遇到了两大问题<sup>[1]</sup>: 自适应的图像分割算法和形状描述子的提取, 这些问题都在研究之中。纹理特征是指图像灰度等级的变化, 这种变化是空间统计相关的。文中所提出的方法就是基于纹理的概念。其主要思想是通过刻画图像像素点邻域灰度的变化来描述图像的纹理特征, 该方法不但能有效地刻画邻域内像素点灰度的变化, 而且能很好地描述图像的粗糙程度。

### 1 图像特征的提取和实现算法

图像纹理反映的是图像中像素点在其邻域内的灰度或者颜色的某种变化, 而且这种变化是空间统计相关的。在 20 世纪 70 年代, Haralick 等研究人员就提出了用共生矩阵(co-occurrence matrix)表示纹理特征的方法<sup>[2]</sup>。该方法从数学角度研究了图像纹理中灰度级的空间依赖关系, 他首先建立一个基于像素之间方向性和距离的共生矩阵, 然后从矩阵中提取有意义的统计量作为纹理特征。许多研究人员沿着这个方向提出了扩展的方案。Gotlieb 和 Kreyszig 在实验中得出能量、相关性、惯量和熵是最有效的特征<sup>[3]</sup>。在文献[4, 5]中都利用共生矩阵作为图像纹理的检索方法。但共生矩阵研究的是图像的灰度而不是灰度变化, 其检索的结果也有与灰度相关的特点。

#### 1.1 差分矩阵的生成

针对共生矩阵的不足, 文中结合纹理的定义提出差分矩阵的概念。为了刻画图像像素点在其邻域内的灰度变化, 考虑像素点的  $3 \times 3$  邻域, 如图 1 所示。令  $I(a, b) = \{(a, b) \mid x-1 \leq a \leq x+1, y-1 \leq b \leq y+1\}$ ,  $I(a, b)$  表示图像在坐标位置为  $(a, b)$  处的灰度,  $I(x, y)$  所在位置为中心点。如果图像为 RGB 图像, 则采用式(1)将其转化为灰度图像

$$\text{gray} = 0.30 \times R + 0.59 \times G + 0.11 \times B \quad (1)$$

$I(x-1, y-1)$	$I(x, y-1)$	$I(x+1, y-1)$
$I(x-1, y)$	$I(x, y)$	$I(x+1, y)$
$I(x-1, y+1)$	$I(x, y+1)$	$I(x+1, y+1)$

图 1 图像像素的邻域表示

定义

$$A_1(x, y) = |I(x-1, y) - I(x+1, y)|$$
$$A_2(x, y) = |I(x, y-1) - I(x, y+1)|$$
$$A_3(x, y) = |I(x+1, y-1) - I(x-1, y+1)|$$
$$A_4(x, y) = |I(x-1, y-1) - I(x+1, y+1)|$$

则  $A_1(x, y)$  表示的是  $I(x, y)$  在水平方向的灰度变化, 同理,  $A_2(x, y)$ 、 $A_3(x, y)$ 、 $A_4(x, y)$  分别表示  $I(x, y)$  在  $90^\circ$  和  $45^\circ$ 、 $135^\circ$  方向上的灰度变化。对图像中每一点进行计算, 可得到  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$  四个矩阵, 称这四个矩阵为四个方向的差分矩阵, 它们分别表示了图像在四个方向上灰度的变化情况。可以看到, 对图像差分矩阵的提取具有旋转不变性。

1.2 特征量的提取

对四个方向的差分矩阵分别提取特征量, 即可以得到图像纹理的方向性参量。如果对图像纹理的方向性不关心, 可以利用式(2)来进行合并, 得到总的差分矩阵  $A$ , 其每一点值表示该像素点邻域内灰度的变化情况。

$$A = (A_1 + A_2 + A_3 + A_4) / 4 \tag{2}$$

因为矩阵  $A$  表示了图像的整体灰度变化, 图像的统计直方图又可以表示图像的灰度分布, 所以对差分矩阵  $A$  的统计直方图说明了图像灰度变化分布的总体信息, 在一定程度上反映的是图像的对比度。另外, 试验表明当图像具有比较多的细纹理时, 直方图的高频分量比较丰富, 而当图像中细纹理很少时, 直方图的高频分量则比较少。也就是说, 灰度变化直方图的频谱可以反映图像的粗糙度。因此, 需要对直方图进行一次傅里叶变换, 变换后的幅度序列也作为图像的特征量来处理。因为差分矩阵、统计直方图及傅里叶变换都具有旋转不变性, 显然, 这样提取出的特征量也具有旋转不变性。

1.3 相似度的衡量

根据以上步骤, 提取出每个图像的纹理特征, 图像相似性的比较采用如下方法:

设图像差分矩阵的统计直方图序列为  $H$ , 傅氏变换的幅度序列为  $F$ , 则查询图像  $Q$  和数据库中的图像  $D$  的特征值分别为  $H_q, F_q$  和  $H_d, F_d$ 。实验中采用  $L1$  距离来对其进行计算。

$$\text{dis}H = \sum_{i=1}^n |H_q(i) - H_d(i)|$$
$$\text{dis}F = \sum_{i=1}^m |F_q(i) - F_d(i)|$$
$$\text{distance} = w_1 \times \text{dis}H + w_2 \times \text{dis}F$$

其中,  $n, m$  分别表示统计直方图序列和傅氏变换幅度序列的长度,  $w_1, w_2$  分别表示强调图像纹理特征某一

方面的性质, distance 即为两幅图像之间的距离, distance 值越小, 表示两幅图像的相似度越高。

2 实验结果

实验中分别采用共生矩阵、颜色空间直方图<sup>[6,7]</sup> ( $M=3$ ) 和差分矩阵进行检索。实验采用的数据库包括 260 幅风景图像。实验环境为: Intel P4 1.6GB, 256MB 内存, Windows 2000, Matlab 6.5。图 2 为检索图像, 实验结果如图 3~图 5。



图 2 检索图像



图 3 共生矩阵度量检索结果



图 4 空间直方图度量(M=3)检索结果



图 5 差分矩阵度量检索结果

从运算速度看,对一幅  $256 \times 256$  大小的图像进行特征提取,利用颜色空间直方图法 ( $M=3$ ) 需要时间大约 435 秒,灰度共生矩阵与差分矩阵所需时间均为 3 秒左右。很明显,在速度上,灰度共生矩阵和差分矩阵更适合大规模的图像检索。

从实验结果看,差分矩阵取得了比较满意的效果。不但检索出了绿色的树林,而且对于绿色很少的白杨树林也可检索出来。而灰度共生矩阵的检索结果则说明,只利用共生矩阵对自然图像进行检索效果并不理想。事实上,许多系统也是将共生矩阵与颜色结合进行检索的,但这样将抵销共生矩阵速度快的优势。空间直方图是以颜色为主要检索依据,同时考虑了颜色的空间分布信息。 $M$  越大,对

图像的空间信息考虑越充分,但检索时间也将大量增长。尽管已经在颜色中考虑了空间信息,但对于树林这类纹理信息比较重要的图像空间直方图方法的检索效果却不能令人十分满意。

### 3 结 论

文中提出了一种新的图像检索的方法,其主要优点是计算简单、速度快、准确率比较高,是一种性能良好的图像检索方法。但由于是对于灰度变化进行特征提取,所以对于和树林灰度变化相似的溪水图像出现了一定程度的误判,另外,在特征量的提取上,所得到的特征量维数偏高,不适合大型数据库存储的需要,仍需对此方法进行改进。

#### 参考文献:

- [1] Gagaudakis G, Rosin P L. Incorporating shape into histograms for CBIR[J]. Pattern Recognition, 2002, 35: 81—91.
- [2] Haralick R M, Shanmugam K, Dinstein I. Texture features for image classification[J]. IEEE Trans On Sys Man and Cyb, 1973, SMC-3(6): 610—621.
- [3] Gotlieb C G, Kreyszig H E. Texture descriptors based on co-occurrence matrices[J]. Comput Vis Graphics and Image Prog 1990, 51: 70—86.
- [4] 刘忠伟,章毓晋. 综合利用颜色和纹理特征的图像检索[J]. 通信学报, 1999, 20(5): 36—40.
- [5] 黄学军,杨恒新,王 伟. 利用图像纹理特征的图像检索[J]. 红外与激光工程, 2002, 31(12): 495—498.
- [6] RAO A B, SRIHARI R K, ZHANG Z F. Spatial color histogram for content-based retrieval[A]. 11th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence[C]. Chicago, Illinois: [s. n.], 1999. 8—10.
- [7] 洪安祥,陈 刚,焦华龙,等. 基于图像直方图混合度量匹配的图像检索[J]. 通信学报, 2002, 23(8): 1—7.

(上接第 111 页)

生成信息  $m = (R2, t)$ 、签名  $\sigma_{sx} = (r, s)$ , 加密  $Es_x$ ,  $c_p(M, m, (r, s))$  后传送至监考服务器。监考服务器解密:  $Dc_x, s_p(Es_x(M, m, (r, s)))$ 。

(8) 监考服务器根据考试服务器的公钥  $s_p$  验证其签名  $(r, s)$ , 确认签名有效后, 监考服务器送题  $M$  到考试终端, 开始考试。

### 3 小 结

网上分布式考试系统, 有着许多传统考试无法比拟的特性。它的出现, 是历史的必然, 时代的要求, 给现代教育重新赋予了生机, 带来了新气象。它基于 Internet 资源链接的开放性和动态性, 以及网络连接环境的不可预测性等特性。要在网络环境下实现分布式考试系统, 其安全机制显得如此重要。所以提出了一种基于椭圆曲线密码体制

的分布式考试系统, 其安全性依赖于计算椭圆曲线的离散对数难题。到目前为止, 计算椭圆曲线有限域上的离散对数难题还没有亚指数解法。另外在系统中, 其实现协议简单。所以该系统安全、有效, 有着较强的实用性和很好的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 葛丽娜, 钟 诚. 基于 ASP 的网上考试系统的设计与实现[J]. 广西科学院学报, 2003, 19(1): 12—15.
- [2] Lopez J, Dahab R. An Overview of Elliptic Curve Cryptography[EB/OL]. <http://citeseer.nj.nec.com/333066.html>, 2000.
- [3] Johnson D, Menezes A, Vanstone S. The Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA)[J]. International Journal of Information Security, 2001, 1(1): 36—63.