

基于形状方向能量的图像检索^①

朱小平 刘 海 (广东科学技术职业学院 软件学院 广东 珠海 519090)

摘要: 基于形状特征的检索技术是图像检索的研究热点之一,提出一种基于图像形状方向能量的检索方法——先对图像进行一些基本的处理:去噪、边缘获取、细化边缘、调整角度,然后根据图像8个方向的能量累积,归一化处理,得到八个方向的能量累积数据。最后简述了图像智能检索系统的设计,应用该智能检索系统,给出了一些图片的基于方向能量检索方法的检索效果。

关键词: 图像检索; canny 算子; 高斯模糊; 形状边缘; 方向能量

Image Retrieval Based on Image Shape and Direction Energy

ZHU Xiao-Ping, LIU Hai (Department of Computer Engineering and Technology, Guangdong Institute of Science and Technology, Zhuhai 519090, China)

Abstract: The retrieval technique based on shape feature is one of the hotspots in image retrieval research. This paper puts forward a retrieval method based on image shape and direction energy. This method has two steps: first, do some basic treatments of the image, including denoising, procuring and thinning the edges and adjusting the angles; second, according to the energy accumulation of the eight directions of the image, make unitary processing to get cumulative energy data. In the end, this paper briefly states the design of the image intelligent retrieval system, and through the application of this system offers some image retrieval effects based on direction energy retrieval.

Keywords: image retrieval; canny operator; Gaussian blur; image edge; direction energy

1 引言

形状特征是图像的一种基本特征,也是人类视觉系统进行物体识别时所识别的关键信息之一。形状的提取一般有两种方法,一是对图像进行分割,得到一系列区域,每个区域(或者某个区域)看成一个物体,区域本身或其边缘曲线表示所提取的形状;另一种方法是首先提取图像边缘点,然后连接边缘点,得到一系列曲线,用这些曲线来表示所提取的形状。本文介绍基于方向能量的一种形状检索方法,该方法经过大量实验,在针对形状明显的图像进行检索时效果良好。文章后续内容组织如下:第2节详述基于方向能量的图像检索方法,第3节简述图像检索系统的设计;第4节实验效果。

2 基于方向能量的图像检索方法

基于方向能量的图像检索方法是基于图像形状边

缘曲线的分析进行图像检索,该检索方法共分五个步骤,描述如下:

2.1 图像去噪处理

先通过高斯模糊对图像进行简单的预处理,其目的是消除图像不必要的噪点,降低噪点对边缘提取后的边缘数据产生的误差。

高斯模糊的基本思路是根据二维正态分布公式生成一个高斯矩阵,求新图像中的每一点时,将高斯矩阵的中心对准旧图像的对应点,并将所有点根据高斯矩阵上对应的点加权平均。二维正态分布公式^[1,2]如下:

$$G(u, v) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(u^2+v^2)/(2\sigma^2)} \quad (1)$$

当 $r > 3\sigma$ (r —radius 表示要采样计算的高斯矩阵的半径)时,高斯矩阵上对应的权值已经小得可以忽

^① 基金项目:广东省自然科学基金(05006349)

收稿时间:2009-10-03;收到修改稿时间:2010-03-25

略。因此可以只计算一个大小为 $(6\sigma + 1)^2$ 的矩阵。实验时发现，当 **radius** 很小 (比如 1) 时，矩阵内的所有值之和可能比 1 小一些，这样就会出现偏差。因此在生成矩阵的时候不除以 $2\pi\sigma^2$ ，而是用计入一个累加变量，之后再将矩阵中的所有值除以这个变量。这样可以在 **radius** 很小时也不至于影响图像的‘对比度’。



图 1 原图



图 2 高斯模糊后



图 3 原图



图 4 高斯模糊后

原图 1，高斯模糊后变成为图 2，原图 3 高斯模糊后变成为图 4。

2.2 获取图像边缘

图像边缘的获取可采用 **Canny** 算子^[2]，**Sobel** 算子等方法，这里简单介绍 **Canny** 算子。**Canny** 算子是最好的图像边缘检测算子，它是 **Canny** 1986 年提出的。**Canny** 算子大概有以下几步处理过程，首先对图像进行 **Gaussian** 平滑，然后对图像进行 **Roberts** 运算。图像与高斯平滑滤波器卷积，得到平滑数据阵列 $S[i, j]$ ：

$$S[i, j] = G[i, j; \sigma] * I[i, j] \quad (2)$$

其中是高斯平滑滤波器， $I[i, j]$ 表示图像。

$S[i, j]$ 经过 **Roberts** 算子处理得到 x, y 上的分量：

$$P[i, j] \approx (S[i, j+1] - S[i, j]) + S[i+1, j+1] - S[i+1, j] / 2 \quad (3)$$

$$Q[i, j] \approx (S[i, j] - S[i+1, j]) + S[i, j+1] - S[i+1, j+1] / 2 \quad (4)$$

变换后图像 $D[i, j]$ ：

$$D[i, j] = |P[i, j]| + |Q(i, j)| \quad (5)$$

边缘提取效果图 5 对应于原图 1、图 6 对应于原图 3：

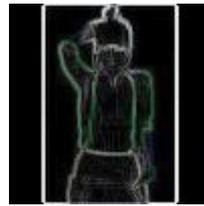


图 5 边缘提取后



图 6 边缘提取后

2.3 边缘单值细化

所谓的细化就是经过一层层的剥离，从原来的图中去掉一些点，但仍要保持原来的形状，直到得到图像的骨架。

细化算法有经典的 **Zhang** 并行快速细化算法： $p1$ 点的八邻域为：(其中 $p1$ 为黑点，如果以下四个条件同时满足，则删除 $p1$ ，即令 $p1=0$)

$$\begin{matrix} p3 & p2 & p9 \\ p4 & p1 & p8 \\ p5 & p6 & p7 \end{matrix}$$

细化删除条件为：

① $2 \leq Nz(p1) \leq 6$ Nz 为八邻域中黑点的数目

② $Zo(p1) = 1$ ，指中心为黑点

③ $p2 * p4 * p8 = 0$ or $Zo(p2) \neq 1$ 避免黑线被打断

④ $p2 * p4 * p6 = 0$ or $Zo(p4) \neq 1$

如果同时满足以上四个条件则该点可以删除。

先将提取边缘后的图像进行简单的二值化处理，像素值为 1 的是需要细化的部分，像素值为 0 的是背景区域。然后经过算法处理得到细化后的图像。二值化后细化边缘效果图 7 对应于原图 1、效果图，图 8 对应于原图 2。



图 7 二值化处理后



图 8 二值化处理后

2.4 旋转角度进一步调整图像：

表示同一种含义的图像，可能角度上有差异，为

为了更好的比较, 必须进行角度调整。调整公式如下:

图像旋转角度^[3]:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{u_{20} - u_{02} + \sqrt{(u_{20} - u_{02})^2 + 4u_{11}^2}}{2u_{11}} \right) \quad (6)$$

其中 u_{ij} 为图像的中心距。

2.5 求得处理后图像的 8 方向能量直方图

8 方向如表 1 所示:

表 1 5*5 像素标注号①

9	10	11	12	13
24	1	2	3	14
23	8	0	4	15
22	7	6	5	16
21	20	19	18	17

其中位置 0 为当前像素 $I[i, j]$, 位置 1 为 $I[i-1, j-1]$, 位置 2 为 $I[i, j-1]$, 位置 3 为 $I[i+1, j-1]$, 位置 4 为 $I[i+1, j]$, 位置 10 为 $I[i-1, j-2]$, 位置 12 为 $I[i+1, j-2]$, 位置 14 为 $I[i+2, j-1]$, 位置 16 为 $I[i+2, j+1]$ 。从像素位置 0 到像素位置 1, 2, 3, 4, 10, 12, 14, 16 共 8 个方向, 则图像 I 的 m 方向的能量为 $h[m]$:

$$h_r[m] = \sum_{x=0}^{X-1} \sum_{y=0}^{Y-1} \begin{cases} 1, & I(0)=I(m) \quad (m=1,2,3,4,10,12,14,16) \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (7)$$

其中 $I[0]$ 表示位置 0 的像素值, $I[m]$ 表示位置 m 的像素值。

实际处理时, 也可以根据图像边缘形状的重心, 把图像分割成 4 部分, 分别比较 4 个区域的 8 个方向能量, 实验表明效果更好。

2.6 归一化处理

相同图像, 如果大小比例不一致, 则 $h_r[m]$ 值不一致, 为了处理图像大小变化问题, 须作归一化处理:

$$h_r[m] = h_r[m] / \sum_m h_r[m] \quad (8)$$

处理后 $h_r[m]$ 的值处于 0 和 1 之间, 且 $\sum_m h_r[m] = 1$ 。

2.7 检索比较

图 r , 图 s , 则他们之间的相似程度 $D[r, s]$:

$$D[r, s] = \sum_m |h_r[m] - h_s[m]| \quad (m=1,2,3,4,10,12,14,16) \quad (9)$$

3 实验效果

图片来自互联网, 搜索引擎随机获取, 数量 2 千张, 图片大小各异, 内容多样, 实际处理为图片的缩略图。现今对图片检索的评价主要看两个方面的数据, 一为查准率, 一为查全率。事实上, 图片复杂多变, 图片的语义因人因事而异, 查准率、查全率难以真正的计算和准确评价。一种基于内容的图像检索方法, 往往针对特殊种类图片效果良好, 文献表明效果比较好的形状检索方法有傅立叶描述子^[7]和 Zernike 矩^[8,9]等方法, 本文只给出基于方向能量算法和基于图像区域的形状描述子 Zernike 矩检索的效果图。下面是针对前面两幅图片基于方向能量的图像检索方法的检索效果(检索返回的前 10 图片):



图 9 方向能量的检索效果



图 10 方向能量的检索效果

以下是基于图像区域的形状描述子 Zernike 矩^[9]

的实验效果:



图 11 形状描述子 Zernike 矩的检索效果



图 12 形状描述子 Zernike 矩的检索效果

原图 1 的基于方向能量的检索方法效果为图 9, 原图 3 的基于方向能量的检索方法效果为图 10, 原图 1

的基于图像区域的形状描述子 Zernike 矩的检索方法效果为图 11, 原图 3 的基于图像区域的形状描述子 Zernike 矩的检索方法效果为图 12. 从检索效果图中易于看出: 基于方向能量的图像检索方法的效果要好于基于图像区域的形状描述子 Zernike 矩的检索方法。

参考文献

- 1 何金国. 数字图像处理实训教程. 北京: 清华大学出版社, 2008. 23-59.
- 2 周明全, 耿国华, 韦娜. 基于内容图像检索技术. 北京: 清华大学出版社, 2007. 25-59.
- 3 主编: 张弘, 参编: 曹晓光, 谢凤英. 数字图像处理与分析. 北京: 机械工业出版社, 2007. 59-123.
- 4 夏德深, 傅德胜. 现代图像处理技术与应用. 南京: 东南大学出版社, 1997. 23-76.
- 5 杨冉, 卢朝阳. 基于边缘特征的图像检索. 微机发展, 2005, 15(1): 25-29.
- 6 王积分, 张兴荣. 计算机图像识别. 北京: 中国铁道出版社, 1988. 1-210.
- 7 Zhang DS, Lu G. Shape-based image retrieval using generic Fourier descriptor. Signal Processing: Image Communication, 2002, 17(10): 825-848.
- 8 Zhang DS, Lu G. b. Improving Retrieval Performance of Zernike Moment Descriptor on Affined Shape. In Proc. of IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 2002, 1: 205-208, Lausanne, Switzerland
- 9 Zhang D. Automated biometrics-technologies and systems. Holland: Kluwer Academic Publishers, 2000.