

一种基于分布的形状特征描述子

柳伯超, 秦茂玲, 刘 弘

(山东师范大学 信息科学与工程学院, 山东 济南 250014)

摘要:形状特征描述在基于内容的图像检索与识别研究中具有重要地位,文中对图像检索及识别中常用的形状描述进行了介绍。提出一个新的基于区域中心分布的方案来对图像形状特征进行描述,该描述子以待识别对象的区域二值图像的中心点为圆心,将各点到圆心的距离进行规范化处理,统计落入以区域中心为圆心的各环内的点数与总像素点数 n 的比例,从而形成一个基于中心分布的形状特征向量。经过数学证明该描述方案提取的形状特征具有缩放、旋转和平移不变性。文中通过使用该方案提取的图像特征进行图像识别检索实验,取得了理想的实验结果,说明了它是一个有效的图像区域形状描述子。

关键词:形状特征;特征描述子;特征提取

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)12-0086-03

An Image Shape Feature Retrieve Based on Distributing

LIU Bo-chao, QIN Mao-ling, LIU Hong

(School of Information Sci. and Eng., Shandong Normal University, Jinan 250014, China)

Abstract: The shape characteristic description has an important position in image identify research according to the picture's contents. In this paper, introduce the shape descriptor in figure retrieve and recognition. A scheme based on center distributing of the region was present to describe figure shape feature. Unitize distances among pixels to the center point of the region and then calculate proportions of the pixel number in different rings to the total number. The different ring has a different proportion. With these proportions, get a shape figure vector. This scheme presented can bring the figure shape feature with zoom invariability character, rotation invariability character and scale invariability character. Finally, had an experiment and proved that the scheme presented is effective.

Key words: shape feature; feature descriptor; feature distilling

0 前言

在图像处理的研究中,人们在图像识别与检索领域投入了很大的精力,实现了很多种方法。人们普遍利用图像特征来进行图像识别与检索。提取图像的哪此特征是人们首先考虑的问题。形状或姿态是对目标范围的二值图像表示,可以看作是目标的轮廓或区域,形状在图像处理领域含有极其丰富的信息内容,它是像素中的上下文,离开一定区域形状的孤立像素点是没有任何实际意义的,在人类的视觉感知、认识和理解过程中,形状是一个重要的特征。提取的图像中物体

的形状特征应具有缩放、旋转和平移不变性。形状描述是通过一些方法生成数值的描述子来描述形状,同样,描述子也应尽可能地具有对平移、旋转和尺度变换不敏感的特性。

1 形状描述相关研究

形状描述是通过能生成数值的描述子来描述形状,图像中对象具有边界与区域分布两个重要属性,因此形状描述可以从边界形状和区域形状两个方面进行描述。

1.1 边界形状描述子

边界形状描述子也就是边界描述子,通过描述边界来描述形状。

链码是一种非常常见的边界形状表示方法,它不能简化形状,但能有效地表示形状。Freeman^[1]在1961年引入链码表示边界形状,该方法把图像物体的边界用网络进行划分并对边界进行编码,编码精度依赖于取样风格的大小,并且链码依赖于起始点及采用

收稿日期:2007-03-01

基金项目:国家自然科学基金资助项目(69975010,60374054);山东省自然科学基金资助项目(Y2003G01,Z2004G02)

作者简介:柳伯超(1970-),男,山东单县人,硕士研究生,研究方向为计算机软件与理论;秦茂玲,副教授,硕士生导师,研究方向为计算机图形学、图像处理、进化计算等;刘弘,教授,博士生导师,研究方向为构件技术、软件 Agent、创新设计技术研究。

的编码方向。Bribiesca 与 Guzman^[2,3]在链码的基础上提出了形状数来描述图像中物体的轮廓。fourier 描述子(FD)是经典的形状描述方法,Zahn 和 Roskies^[4]在 1962 年给出了 fourier 描述子的详细定义。后来 Persoon, Fu^[5], Aguado 等人^[6]和 Sonka 等人^[7]都对其进行了研究,该描述子的设计思想就是先用角累加函数表示边界,然后对角累加函数进行傅里叶变换,用得到的系数来描述形状。Reddy 等人^[8]讨论了使用傅里叶变换实现傅里叶描述子的平移、旋转和比例缩放的不变性的方法。它建立在成熟的理论上,易于实现,缺点是无法表示局部形状信息,对噪声敏感。fourier 描述子是具有变换域特征的形状描述子的代表,其它的还有小波描述子和形态描述子。

Belongie 等^[9]和章夏芬等^[10]使用类似雷达扫描系统构造法来构造边界形状,他们对边界上的每个点求得其他边界点的向量,并类似雷达扫描系统对该点对应的向量进行处理得到在一定方向区间和长度区间内的点个数,形成对应该点的特征,所有边界点的特征组成了边界的形状描述。以边界上某点 p_i 为例求该点的特征如图 1 所示。

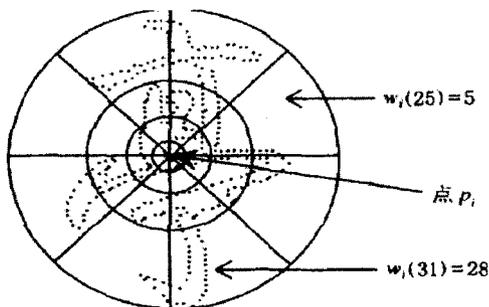


图 1 边界点特征描述

1.2 区域形状描述子

骨架是一种表达区域结构形状的重要方法,它是通过使用一种细化算法得到区域的骨架来实现的^[11],细化过程在图像处理中起着核心作用并得到了广泛的应用。它可以通过归一化处理得到尺度统一的形状特征。面积(像素的数目)与其边界长度是区域的两个度量,尽管它们有时作为区域描述子,但它们主要在关注的区域大小不变的情况下使用,这两个描述子更为常用的方法是组合成一个描述子,即区域的致密性(周长的平方/面积)。

统计矩是另外一种重要的区域形状描述子,Hu^[12]于 1962 年提出矩的不变量方法以来,各种形式的矩函数作为图像的形状特征描述子,已经有着广泛的应用。常见的矩描述子可以分为几何矩、正交矩、旋转矩、复数矩等几种。几何矩提出的最早并且形式简单,人们对它的研究最多,获得了不少好的结果。但是由于几

何矩变换自身存在一些缺陷,如对噪声敏感性高等,所以,相继提出了 legendre 正交矩、zernike 正交矩,正交矩具有较小的数据冗余度及噪声敏感性,且有反变换形式,可以进行图像重建等优点,不过其运算量大,虽然提出不少加速算法,但是在精度与速度之间如何选择仍是困难。李宗民等^[13]提出 bezier 矩,该矩具有较好的数学表达形式,充分反映了形状特性,通过人体运动姿势图像数据试验证明该方法能获得较好的效果。Huicheng Zheng 等人^[14]使用了椭圆长轴与水平轴的夹角、椭圆长短轴的比例作为形状描述子。

2 一种不同的区域形状描述子

在实际的图像识别应用的过程中,发现不同的形状描述提取的形状特征在不同的应用中效果各不相同。我们知道图像形状可以通过其像素的分布来描述。受 Belongie 和章夏芬等使用类似雷达扫描系统构造法来构造边界形状启发,在此设计一种不同的区域形状描述,该描述子以区域像素在以质心为圆心的不同圆环内的分布为依据。该描述子对图像大小、角度及可疑区域位置没有特别要求。

这种图像特征描述子方案为:首先分离出要识别的对象并对其进行二值化,这是由形状的特性决定的。而后对二值图像中的待识别对象求其中心点作为圆心,求对象区域内所有点到该圆心的距离,取其中的最大值,将各点到圆心的距离除以该最大值,这样就在逻辑上将该区域映射到了单位圆中,将圆的半径 m 等分,统计物体像素落入各圆环($\frac{i-1}{m} < r \leq \frac{i}{m}, i = 1, 2, \dots, m$)中的像素点数与总像素点数 n 的比例为 N_i ,这样就可形成一个特征向量:

$$V = \{N_1, N_2, N_3, \dots, N_m\}$$

区域形状描述如图 2 所示。

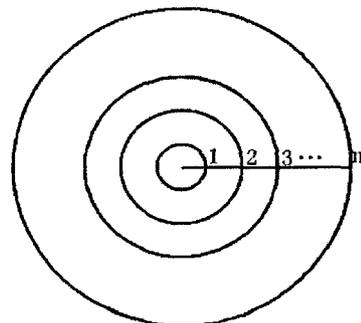


图 2 形状描述示意图

圆心坐标为 (x_c, y_c) :

$$x_c = \frac{1}{n} \sum_x x f(x, y)$$

$$y_c = \frac{1}{n} \sum_y y f(x, y)$$

其中: n 为对象区域总点数, $f(x, y)$ 是二值图像, 对象区域点值为 1。

各像素点到圆心的距离的平方为:

$$r^2 = (x - x_c)^2 + (y - y_c)^2$$

映射缩放比例: $\frac{1}{r_{\max}}$

归一化距离的平方: $R^2 = \frac{r^2}{r_{\max}^2}$

统计各圆环($\frac{i-1}{m} < r \leq \frac{i}{m}$, $i = 1, 2, \dots, m$) 内像素点数占总像素点数的比例:

$$N_i = \frac{\sum f(x, y)}{n}, i = 1, 2, \dots, m; (i-1) < R \leq i$$

这样就通过归一化距离统计出该对象在各圆环内的像素点数占总像素点数的比例 N_i , 得出特征向量:

$$V = \{N_1, N_2, N_3, \dots, N_m\}$$

该形状描述子具有平移、旋转不变性的特点, 这是显然的。现在证明它的缩放不变性: 设图像 $f(x, y)$ 按比例地缩放了 K 倍得 $f(kx, ky)$, K 可以为小数(表示为缩小), 原区域面积为 n , 因为是按比例缩放, 因此缩放后对象的面积为:

$$n' = k^2 n$$

落入任一个圆环($\frac{i-1}{m} < r \leq \frac{i}{m}$, $i = 1, 2, \dots, m$) 中的像素点数与总像素点数 n 的比例为:

$$N'_i = \frac{\sum \{1 \mid f(kx, ky) = 1, (i-1) < R' \leq i\}}{n'} = \frac{k^2 \sum \{1 \mid f(x, y) = 1, (i-1) < R' \leq i\}}{k^2 n} = \frac{\sum \{1 \mid f(x, y) = 1, (i-1) < R' \leq i\}}{n} = N_i$$

因此, 这个形状描述子具有平移、旋转和尺度变换不变性的特点, 该描述子对以圆周分布的局部形状特征能进行很好的描述。

3 试验

通过一个图像识别检索实验来验证上面提出的图像区域形状描述子是否有效。从图像检索例库中选取任意十幅图像, 使用该区域形状描述子提取图像中对象的特征进行图像识别检索实验, 采用欧几里得距离进行相似性测量来验证其特性。实验结果如图 3 所示。

实验结果中每一行的第一个图像为待检索图像, 右边为从图像库中检索出的图像, 图像的下方标记该图像与待检索图像的欧几里得距离, 并按由小到大排列, 从实验结果中可以看到检索结果还是让人满意的,

其中第 2、3、8 行检索出的结果也是符合设计要求的, 这是因为这三行的待检索图像所表示的物体在图像库中只有一个图片, 但使用该形状描述子也能找出与其形状相似的其他图像, 它们的形状以中心分布是相似的。

				
	0.000	0.0155	0.0155	0.0207
				
	0.000	0.0430	0.0700	0.0764
				
	0.000	0.1446	0.1647	0.1665
				
	0.000	0.0183	0.0327	0.0417
				
	0.000	0.0170	0.0235	0.0284
				
	0.000	0.0302	0.0315	0.0367
				
	0.000	0.0466	0.0494	0.0672
				
	0.000	0.0549	0.0757	0.0815
				
	0.000	0.0562	0.0600	0.0679
				
	0.000	0.0272	0.0319	0.0462

图 3 实验结果

4 结论

对从图像中分割出来的对象或区域进行特征提取是大多数图像自动处理过程的前期步骤, 形状特征描述子在对象识别与检索处理中具有重要的意义。通过实验证明, 使用这个形状特征描述子提取出的形状特征可以有效地进行图像识别与检索。

参考文献:

- [1] Freeman H. On the Encoding of Arbitrary Geometric Configurations[J]. IEEE Trans Elec Computer, 1961, EC-10:260-268.
- [2] Bribiesca E. Guzman A. How to Describe Pure Form and How to Measure Differences in Shape Using Shape Numbers[J]. Pattern Recog, 1980, 12(2):101-112.
- [3] Bribiesca E. Arithmetic Operations Among Shapes Using Shape numbers[J]. Pattern Recog, 1981, 13(2):123-138.
- [4] Zahn C T, Roskies R Z. Fourier Descriptors for Plane Closed Curves[J]. IEEE Trans, 1987, C-21(3):269-281.
- [5] Persoon E, Fu K S. Shape Discrimination Using fourier Descriptors[J]. IEEE Trans Systems Man Cyb, 1977, SMC-2(2):170-179.
- [6] Aguado A S, Nixon M S, Montiel M M. Motion and Time-Varying Imagery[J]. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell, Special Issue, 1998, PAMI-2(6):493-588.
- [7] Sonka M, Hlavac V, Boyle R. Image Processing, Analysis, and

(下转第 95 页)

号量的值。

参数 cmd 所能指定的操作:IPC_STAT 获取信号量信息,信息由 arg.buf 返回;IPC_SET 设置信号量信息,待设置信息保存在 arg.buf 中(在 manpage 中给出了可以设置哪些信息);GETALL 返回所有信号量的值,结果保存在 arg.array 中,参数 semnum 被忽略;GETNCNT 返回等待 semnum 所代表信号量的值增加的进程数,相当于目前有多少进程在等待 semnum 代表的信号量所代表的共享资源;GETPID 返回最后一个对 semnum 所代表信号量执行 semop 操作的进程 ID;GETVAL 返回 semnum 所代表信号量的值;GETZCNT 返回等待 semnum 所代表信号量的值变成 0 的进程数;SETALL 通过 arg.array 更新所有信号量的值;同时更新与本信号集相关的 semid_ds 结构的 sem_ctime 成员;SETVAL 设置 semnum 所代表信号量的值为 arg.val;调用返回:调用失败返回 -1,成功返回与 cmd 相关。

2 结论

在 Linux 信号量机制中,内核信号量与用户信号量之间的区别在于内核信号量由系统定义,且只有一

个值,只能实现内核进程简单的同步,使用方法简便。而用户信号量则可以由用户定义一组信号量,用于进程间共享多个资源的同步,并使用 3 个系统调用进行操作,要求操作必须具有整体性,而且各数据结构之间的关系较复杂,通过对内核信号量与用户信号量的深入研究,为进一步应用信号量机制打下了坚实的基础。

参考文献:

- [1] Molloy S, Man P H. Scalable Linux Scheduling[R]. CITI Technical Report. [s.l.]:[s.n.],2001:285-295.
- [2] LI Chun-guang, WEN Tao, XU Qiang. Analysis of Linux Kernel Service Mechanism[J]. Fushun Shiyou Xuebao,1998,9(18):65-68.
- [3] 王文义,武华北. Linux 中进程间信号通信机制的分析及其应用[J]. 计算机工程与应用,2005(3):108-115.
- [4] 王社国. Linux 信号量通信机制分析与实践[J]. 微机发展,2002,12(6):63-66.
- [5] 李晋,葛敬国. Linux 下互斥机制及其分析[J]. 计算机应用研究,2005(8):72-77.
- [6] 胡希明,毛德操. Linux 内核源代码情景分析[M]. 杭州:浙江大学出版社,2001.
- [7] 倪继利. Linux 内核分析及编程[M]. 北京:电子工业出版社,2005.
- [8] Reddy B S, Chatterji B N. An FFT - Based Technique for Translation, Rotation, and Scale Invariant Image Registration [J]. IEEE Trans Image Procession, 1996, 5 (7): 1215 - 1220.
- [9] Belongie S, Malik J, Puzicha J. Shape matching and object recognition using shape contexts [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002, 24(4): 509 - 522.
- [10] 章夏芬,庄越挺,鲁伟明,等. 根据形状相似性的书法内容检索[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2005, 17(11): 2565 - 2569.
- [11] Zhang T Y, Suen C Y. A Fast Parallel Algorithm for Thinning Digital Patterns [J]. Comm ACM, 1984, 27(3): 236 - 239.
- [12] Hu M K. Visual Pattern Recognition by Moment Invariants [J]. IEEE Trans Information Theory, 1962, 8: 179 - 187.
- [13] 李宗民,刘玉杰,李振波,等. bezier 矩及其在人体姿态识别中的应用[J]. 计算机工程,2005,24:38-40.
- [14] Zheng Huicheng, Daoudi M, Jedynek B. Blocking Adult Images Based on Statistical Skin Detection [J]. Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis, 2004, 4(2): 1 - 14.

(上接第 88 页)

Machine Vision[M]. 2nd ed. New York: PWS Publishing, 1999.

- [8] Reddy B S, Chatterji B N. An FFT - Based Technique for Translation, Rotation, and Scale Invariant Image Registration [J]. IEEE Trans Image Procession, 1996, 5 (7): 1215 - 1220.
- [9] Belongie S, Malik J, Puzicha J. Shape matching and object recognition using shape contexts [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002, 24(4): 509 - 522.
- [10] 章夏芬,庄越挺,鲁伟明,等. 根据形状相似性的书法内容

(上接第 91 页)

的可行性,及其对简单利用等价类的概念进行聚类分析方法的改进。这种聚类方法解决了传统聚类方法中对定性数据处理的不足,它无需把定性数据变换为定量数据,并且该方法又不是简单地利用等价关系进行聚类,而是通过分析属性的重要性,并对数据进行约简,得到了意义较为明确的聚类结果,避免了简单利用等价关系聚类而产生结果的不明确性。

参考文献:

- [1] Ziarko W. Variable Precision Rough Set Model [J]. Journal of

Computer and System Science, 1993(40):39-59.

- [2] Barbar'A D, Chen P. Using Self - Similarity to Cluster Large Data Sets [J]. Data Mining and Knowledge Discovery, 2003, 7: 123 - 152.
- [3] 李树军,纪宏军. 对应聚类分析与变量选择 [J]. 地球物理学进展, 2005, 20(3): 694 - 697.
- [4] 来升强,朱建平. 数据挖掘中高维定性数据的粗糙集聚类 [J]. 统计研究, 2005(8): 56 - 60.
- [5] 张文修. 粗糙集理论与方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [6] 朱建平. 数据挖掘的统计方法及实践 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2005.