

数字图像形状特征提取的研究

王吉林¹, 赵 力²

(1 盐城工学院 信息工程学院, 江苏 盐城 224051; 2 东南大学 信息科学与工程学院, 江苏 南京, 210096)

摘 要: 在对图像进行轮廓提取时, 采用了先边缘检测再轮廓提取和 Canny 算子两种方法, 取得了较好的实验结果. 研究实现了计算归一化中心矩、不变矩、骨架提取及反变换. 实验结果表明: 不变矩、骨架能很好地表达形状信息.

关键词: 特征提取; 形状特征; 轮廓提取; 不变矩

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)05-0118-03

Research on Extracting Shape Feature of Digital Image

WANG Ji-lin¹, ZHAO Li²

(1 Yancheng Institute of Technology, College of Information Engineering, Yancheng 224051, China;

2 College of Information Science and Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: Edge detection is done before the algorithm of contour extracting is applied or Canny arithmetic operators are used to get object outline in this paper. The shape feature of object can be described by circularity, Fourier descriptor, invariant moment, skeleton and so on. We successfully realize calculation of invariant moment and extraction and anti-conversion of skeleton. The results of experiment prove that invariant moment and skeleton can express the information of shape.

Key words: feature extracting; shape feature; contour extraction; invariant moment

1 引言

数字图像特征的提取是图像分析中非常重要的一步^[1]. 形状是刻画物体的基本特征之一, 用形状特征区别物体非常直观. 现在有基于形状特征的字母手势的分类及识别、基于形状特征的运动目标分类、基于形状特征的图像检索技术^[2]等. 形状特征提取的正确与否直接关系到后续图像检索和识别的优劣, 因此研究数字图像的形状特征提取有重要意义. 对于简单的图像, 文中直接采用轮廓提取算法, 而对于较为复杂的图像采用先边缘检测再轮廓提取的方法或是用 Canny 算子把目标的轮廓提取出来, 取得了很好的实验结果. 形状特征可以用不变矩和骨架来描述, 实验结果表明: 不变矩和骨架可以很好地表达形状信息.

2 轮廓提取

通常来说, 形状特征有两种表示方法, 一种是轮廓特征的, 另一种是区域特征的. 要获得有关目标的形状参数常常要先对图像进行分割, 图像分割的效果会影响到形状特征的提取.

2.1 边缘检测

图像的边缘是由灰度的不连续性反映的. 用一阶导数的幅度值可检测边缘的存在, 幅度峰值对应的一般就是边缘位置. 可用二阶导数的过零点检测图像中边缘的存在, 同时二阶导数在过零点附近的符号确定了各个边缘像素是在图像边缘两旁是亮区还是暗区. 数字图像是离散的, 不能求导数, 但是求差分是可以的, 用求差分来近似求导数. 为了计算方便, 常用小区域模板进行卷积来近似计算梯度. 采用

收稿日期: 2009-04-10; 修回日期: 2009-07-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(60872073); 江苏省自然科学基金项目(BK2008291)

卷积处理图像像素点,卷积可以简单地看成加权求和的过程,卷积时使用的矩阵(即 3×3 算子)叫卷积核,区域中的每个像素分别与卷积核中的每个元素相乘,乘积之和就是区域中心像素的新值.一个 3×3 的区域 p 与卷积核 k 卷积后 p 区域的中心像素 p_5 表示为:

$$p_5 = p_1k_1 + p_2k_2 + L + p_8k_8 + p_9k_9 \quad (1)$$

$$\text{其中 } p = \begin{bmatrix} p_1 & p_2 & p_3 \\ p_4 & p_5 & p_6 \\ p_7 & p_8 & p_9 \end{bmatrix} \quad k = \begin{bmatrix} k_1 & k_2 & k_3 \\ k_4 & k_5 & k_6 \\ k_7 & k_8 & k_9 \end{bmatrix}$$

边缘检测算子有罗伯特(Roberts)算子、普芮维特(Prewitt)、索贝尔(Sobel)算子、Kirsch算子、LOG算子、Canny算子等.

Canny提出了判断边缘检测算子好坏的3个准则:信噪比准则、定位精度准则及单边缘响应准则.

Canny算子的算法实现主要包括5个部分:图像滤波、计算图像梯度、抑制梯度非最大点、搜索边界的起点、跟踪边界.

2.2 轮廓提取的实现

对于二值图像而言,轮廓提取的算法很简单,就是掏空内部点:如果原图中有一个点为黑,且它的8个相邻的点都为黑,则将该点删除.对于非二值图像,要先进行二值化处理.

实现步骤如下:

① 获取原图像像素的首地址及图像的高和宽;

② 开辟一块内存缓冲区,将原图像素保存在内存中;

③ 将像素点的8邻域像素读入数组中,如果每一个邻域像素的灰度值和中心点的灰度值相差小于10,则认为邻域像素和中心点相同,如果8个邻域像素都和中心点相同,则在内存缓冲区中将该像素点置白,否则保持不变;

④ 重复执行③,对每一个像素进行处理;

⑤ 将内存中的数据复制到原图像中.

对于较为复杂的图像,采用先边缘检测再轮廓提取或是用Canny算子的方法提取轮廓.

3 形状特征的描述

物体的形状特征可以用矩形度、圆形度、傅立叶描述符、不变矩、骨架等来描述.文中主要研究不变矩和骨架.

3.1 矩

对于数字图像 $f(x, y)$,其点 (x, y) 处的 $(p + q)$ 阶矩定义^[3]为

$$m_{pq} = \sum_x \sum_y x^p y^q f(x, y) \quad (2)$$

其在 (x, y) 处 $(p + q)$ 阶中心矩为:

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - x_c)^p (y - y_c)^q f(x, y) \quad (3)$$

归一化中心矩定义为:

$$\eta_{pq} = \mu_{pq} / \mu_{00}^\gamma, \quad \gamma = \frac{p+q}{2} + 1,$$

$$(p + q = 2, 3, \dots) \quad (4)$$

可以用二阶和三阶归一化中心矩导出七个不变矩^[4-5]:

$$\Phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02} \quad (5)$$

$$\Phi_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + \eta_{11}^2 \quad (6)$$

$$\Phi_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2 \quad (7)$$

$$\Phi_4 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \quad (8)$$

$$\Phi_5 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{03} + \eta_{21})^2] + (\eta_{30} - 3\eta_{21})(\eta_{03} + \eta_{21})[3(\eta_{03} + \eta_{21})^2 - (\eta_{30} + \eta_{12})^2] \quad (9)$$

$$\Phi_6 = (\mu_{20} - \mu_{02})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{03} + \mu_{21})^2] + 4\mu_{11}(\mu_{30} + \mu_{12})(\mu_{03} + \mu_{21}) \quad (10)$$

$$\Phi_7 = (3\eta_{12} - \eta_{30})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{03} + \eta_{21})^2] + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} - \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{03} + \eta_{21})^2] \quad (11)$$

3.2 骨架

二值图像的市街区距离的定义如下^[6]:

$$d_A = |i_1 - i_2| + |j_1 - j_2| \quad (12)$$

式中, (i_1, j_1) 是图像中黑色像素坐标值, (i_2, j_2) 是距离黑色像素最近的背景像素点(白色)的坐标.

骨架提取算法的基本思想是先对图像利用市街区距离进行变换,然后用每个像素的市街区距离和其周围像素的市街区距离进行比较,如果周围像素的市街区距离比当前像素的都要小的话,则当前像素留下作为物体的骨架,否则消去为背景.

根据图像市街区距离的定义和骨架提取的过程就可以推得骨架反变换的算法.

4 实验结果及分析

4.1 轮廓提取实验结果及分析

对于简单的二值图像可以直接进行轮廓提取.对于复杂的图像直接轮廓提取,效果并不理想,文中采用先边缘检测,再轮廓提取.

观察提取的图像可以看出,图像边缘检测定位准确的图像,如经Roberts算子检测后的图像,轮廓提取的结果也很好.将噪声放大的图像,如经

LOG 算子检测后的图像,轮廓提取的结果不理想.由于 Prewitt、Sobel、Kirsch、LOG 算子的定位不是很精确,所以轮廓提取后图像的轮廓不是单线条.用 Canny 算子进行轮廓提取的结果如图 1 所示.

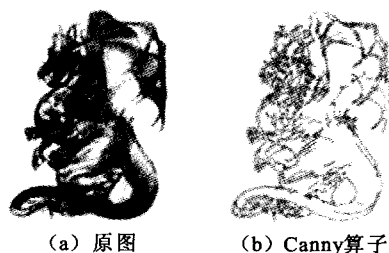


图 1 龙图像 Canny 算子轮廓提取结果

由图 1 可以看出, Canny 算子提取的轮廓令人满意,这是因为 Canny 算子可以在抗噪声干扰和精确定位之间选择一个最佳折衷方案.

4.2 矩的计算及分析

用于计算不变矩的一组图如图 2 所示.归一化中心矩和不变矩计算结果如表 1 所示.从表 1 的数

据中可以看出,对原始图像进行平移、旋转和尺度变换后,不变矩 Φ_1 、 Φ_2 在数值上有较好的一致性,产生微小误差的主要原因可归结为数据的数字化本身.因而采用不变矩作为图像的形状特征比较稳定,符合形状特征的特点,能够表达图像的形状信息.

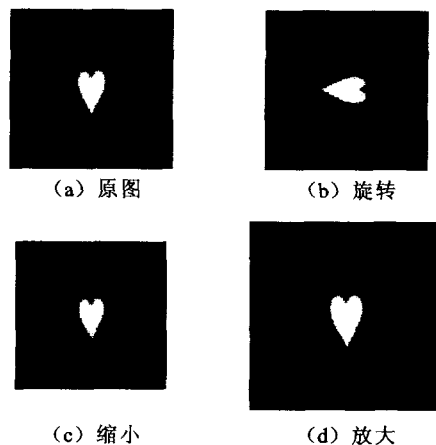


图 2 计算不变矩测试图

表 1 归一化中心矩和不变矩计算结果

矩	原图	旋转	缩小	放大
η_{20}	2.2665×10^{-4}	5.0519×10^{-4}	2.2571×10^{-4}	2.2697×10^{-4}
η_{02}	5.0519×10^{-4}	2.2665×10^{-4}	5.0607×10^{-4}	5.0494×10^{-4}
η_{11}	2.6807×10^{-6}	-2.6807×10^{-6}	2.3009×10^{-6}	2.9835×10^{-6}
η_{30}	-8.5072×10^{-5}	-5.8896×10^{-3}	-8.4208×10^{-5}	-8.5274×10^{-5}
η_{03}	-5.8896×10^{-3}	8.5072×10^{-5}	-5.5592×10^{-3}	-6.5173×10^{-3}
η_{21}	2.6264×10^{-3}	-1.9407×10^{-4}	2.4684×10^{-3}	2.8982×10^{-3}
η_{12}	1.9407×10^{-4}	2.6264×10^{-3}	1.9501×10^{-4}	2.0676×10^{-4}
Φ_1	7.3184×10^{-4}	7.3184×10^{-4}	7.3178×10^{-4}	7.3191×10^{-4}
Φ_2	7.7613×10^{-8}	7.7613×10^{-8}	7.8623×10^{-8}	7.7303×10^{-8}

4.3 骨架的提取与骨架的反变换

骨架的提取与骨架的反变换实验结果如图 3 所示.



图 3 熊猫图像骨架提取及反变换结果图

由图 3 可以看出,骨架反变换后的图像与原图非常相似,由骨架可以复原原图,因此骨架能有效表达形状信息.

5 结束语

文中采用了先边缘检测再轮廓提取和 Canny 算子两种方法^[7].由于 Roberts 算子边缘检测定位

准确,轮廓提取后的效果也较好. Canny 算子可以在抗噪声干扰和精确定位之间选择一个最佳折衷方案,所以轮廓提取的结果令人满意.物体的形状特征可以用圆形度、傅立叶描述子、不变矩、骨架等来描述.文中实现了计算归一化中心矩、不变矩、骨架提取及反变换.实验结果表明:不变矩具有平移、旋转的尺度不变性,可以由骨架提取经骨架反变换恢复原图,所以不变矩、骨架能很好地表达形状信息.

参考文献:

- [1] William K Pratt. 数字图像处理[M]. 3 版. 邓鲁华, 张延恒, 译. 北京: 机械工业出版社, 1992.
- [2] 龚巍, 林茂松. 一种改进的边缘生长彩色图像分割方法[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(7): 194-197.

(下转第 124 页)

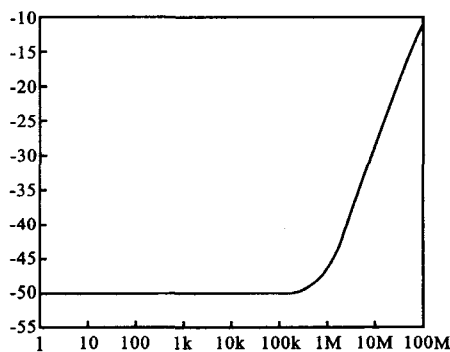


图5 电源抑制比曲线图

4 结束语

文中利用阈值电压的负温度系数与沟道电子迁移率的正温度系数相互补偿的方法实现了一款新型的 CMOS 电压基准源. 其在典型情况下的基准输出为 0.715V. $-25 \sim 125^{\circ}\text{C}$ 温度变化范围内的温度系数为 21.6ppm/ $^{\circ}\text{C}$, 输出线性度 0.237%/V, 电源抑制比在低频时为 -50dB. 而通过调节工作电流和基准电压产生电路的电阻值, 可以实现 0.4~1.0V 的基准输出. 其与传统的带隙基准相比具有结构简单、调整方便、版图面积小的优势. 更重要的是无需增加额外工艺步骤来实现对双极型晶体管的兼容, 大幅降低了系统成本, 具有广阔的应用前景.

参考文献:

- [1] 谢毅, 朱云涛, 邵丙铄. 一种低电压的 CMOS 带隙基准源[J]. 微电子学与计算机, 2005, 22(5): 110-113.
- [2] 张科, 冯全源. 一种带软启动电路的带隙基准电压源的实现[J]. 微电子学与计算机, 2006, 23(12): 179-181.
- [3] Najafizadeh L, Filanovsky I M. Toward a Sub - 1 V CMOS coltage reference[J]. IEEE Transactions on Circuit s and system, 2004: 127-130.
- [4] Huang Po-Hsuan, Lin Hongchin, Lin Yen-Tai. A simple subthreshold CMOS voltage reference circuit with channel-length modulation compensation[J]. IEEE Transactions On Circuit s And System, 2006, 53(9): 882-885.
- [5] Ka Nang Leung, Philip K T Mok. A CMOS voltage reference based on weighted-VGS for CMOS low-dropout linear regulators[J]. IEEE J Solid-State Circuits, 2003, 38(1): 151-154.
- [6] Filanovsky I M, Allam A. Mutual compensation of mobility and threshold voltage temperature effects with application in CMOS circuits[J]. IEEE J. Solid-State Circuits, 2001(48): 876-884.

作者简介:

肖海鹏 男, (1982-), 硕士研究生. 研究方向为高性能集成电路设计与实现.

马卓 男, (1980-), 博士研究生, 讲师. 研究方向为高性能集成电路设计与实现.

张民选 男, (1955-), 博士生导师, 教授. 研究方向为微体系结构设计.

(上接第 120 页)

- [3] 柳群英. 基于形状特征的图像检索技术[J]. 情报检索, 2004(4): 87-89.
- [4] 黄勇, 王崇骏, 王亮, 等. 基于形状不变矩的图像检索算法的研究[J]. 计算机应用研究, 2004(7): 256-258.
- [5] 张锋利. 基于内容的图像检索方法研究[J]. 吉林大学学报, 2006(5): 187-190.
- [6] 杨枝灵, 王开. Visual C++ 数字图像获取、处理及实践应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.

- [7] 黄剑玲, 邹辉. 基于高斯 Laplace 算子图像边缘检测的改进[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(9): 155-157.

作者简介:

王吉林 男, (1966-), 硕士, 副教授. 研究方向为电子技术与信息处理.

赵力 男, (1958-), 教授, 博士生导师. 研究方向为信号与信息处理.