A-PDF Split DEMO : Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

零件分拣系统中图像处理算法研究

单晓杭,侯海鹏,张 利
(浙江工业大学 特种装备制造与先进加工技术教育部重点实验室,浙江 杭州 310032)

摘要:为了提高生产中机械零件自动识别的实时性及分拣的准确率,提出了一种二次分割算法,对链片上有无钢印进行识别研究。首先,对采集的图像进行了基于 Otsu 法的背景自动阈值分割;接着,通过质心定位提取质心邻域矩阵,实现了特征区域图像的分割;最后,给出了基于特征区灰度值统计模型的判别式,并对关键参数进行了优化。试验结果表明所提出的二次分割算法准确率高、鲁棒性好,能有效满足复杂环境下特征对象的识别要求。

关键词:目标识别;自动阈值;图像分割;质心定位
中图分类号:TP391.4 **文献标识码**:A **文章编号**:1001-4551(2010)05-0094-04

Research of image processing algorithm for parts sorting system

SHAN Xiao-hang, HOU Hai-peng, ZHANG Li
(The MOE Key Laboratory of Special Purpose Equipment and Advanced Processing,
Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China)

Abstract: Recognition of steel seal on mechanical chain piece by image processing was investigated in order to classify better in produce, and a twice segmentation method was proposed according to the analysis of parts' characters. Firstly, automatic thresholding using the Otsu algorithm for image sampled was performed. And a neighborhood matrix was extracted by centroid localization, so that a preferable segmentation of character region concerned was gained. At last, a discriminant based on grayscale statistical model was given. Moreover, some key parameters were optimized. The research results show that the algorithm shows high accuracy and good robustness.

Key words: object recognition; automatic thresholding; image segmentation; centroid localization

0 引 言

零件分拣是计算机视觉技术的重要应用领域,特别是在零件加工流水线上,传统的人工分拣往往要耗费大量的人力和时间,且常不能满足流水线的节拍要求。随着自动化生产效率要求越来越高,零件的自动分拣就显得尤为必要。从近些年的研究来看,基于计算机视觉的图像识别技术已经成为这一领域最重要的技术手段之一。

如何对目标有效识别,获得较高的分拣准确率,关键在于图像的有效分割。近些年,很多学者对用于分割的 prewitt 算子边缘化算法[1]、贪婪算法、神经网络和模糊识别自适应算法[2]、数据融合算法[3]及一些图像形态学算法等进行了研究[4]。但这些算法都有较高的时间复杂度。另外,光照条件也是分割中的棘手问题,目前也没有一个单纯的算法能在任何光照条件下适用[5]。算法的不同严重影响着系统的性能,特别是高效、快速、环境适应能力强的算法,更是实际中所追求的。

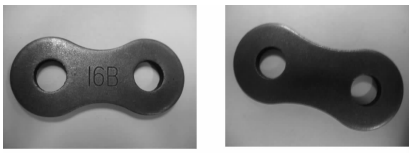
本研究就这一关键技术结合"实际生产中零件上是否有字"这一特征进行研究,提出图像二次分割的方法,以期降低图像分割的复杂度,取得较好的识别效果。

1 零件分拣系统

问题的背景是生产中需要将异常零件从流水线上

收稿日期:2009-10-12
作者简介:单晓杭(1972-),男,浙江杭州人,主要从事计算机测控技术方面的研究. E-mail: haipenghou@163.com

剔除。这里所研究的是一种链片上有些漏打了字符钢印而造成的零件异常,如图 1 所示。通常零件识别系统如图 2 所示。



(a)有字零件　　(b)无字零件

图 1　待分拣零件

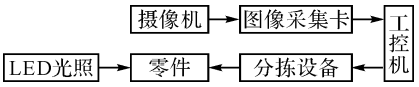


图 2　零件识别系统原理

本研究重点研究了从图像采集卡获得图像数据之后如何识别图像,并判断零件上有无字符,即对零件图像处理与识别算法的研究。

2　图像处理流程

从零件中文字分布特点来看,因文字像素所占图像总像素很少,无论是直接对图像灰度进行统计,还是直接求取共生矩的熵等纹理参数,都很难对有无文字进行识别。图像处理的一个主要任务是对特征进行定位[6-7],从现在研究的车牌识别、苹果质量识别等来看,目标定位可以说是计算机视觉技术中的难点[8]。由于零件的文字都打在中心附近,本研究通过图像自动阈值分割及质心定位,对图像进行了两次分割,非常有效地获得了文字区域图像。图像处理流程如图 3 所示。

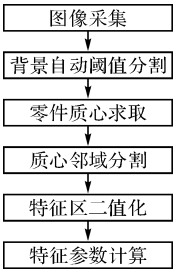


图 3　图像处理流程

一般来说,采集到的图像都由于设备等原因夹有噪声,通常是先对图像进行低通滤波,但这里的特征区域分割是基于图像质心的邻域矩阵,对于椒盐噪声等均匀分布的噪声并不敏感。这也是该算法的一大优点。

本研究所有算法都是在 Matlab 中实现的,该软件内有丰富的图像处理函数,是进行算法验证的有力工具。

3　关键算法研究

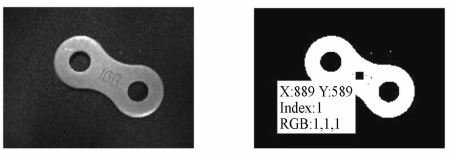
3.1　背景分割

背景阈值分割是通过设置阈值去除图像中的背景,而只保留零件的灰度值。其目的是为了便于找到零件质心位置。基于灰度阈值的分割方法是图像分割的经典方法,而对于阈值的选择就成了这一方法的关键。这里选择 Otsu 法进行阈值的自动选择。Otsu 法是通过判别类间方差是否为最大值来自动确定阈值,对环境有较强的适应性,特别在分割大目标时,效果较好。其主要程序为:

```
pic = imread('lingjian.jpg');% 读取零件图片
T = graythresh(pic);% 通过 Otsu 法求取阈值
g = im2bw(pic,T);% 基于阈值二值化
```

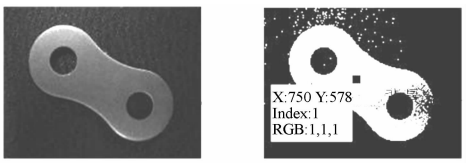
关于背景颜色的选择,因为零件为金属的灰暗色,通常认为用白色背景能获得较好的分割效果,但试验中发现黑色的背景同样能获得较好的效果,并且黑色有利于工厂的环境(特别是在传送带容易受到污染时)。

由于 CCD 拍摄的是彩色图像,在分割前先对其进行灰度图转换,然后对图像进行基于 Otsu 方法的背景分割,其结果如图 4、图 5 所示(图上标示了质心位置)。



(a)原图转为8位灰度图　　(b)基于Otsu背景分割

图 4　正常零件背景分割结果



(a)原图转为8位灰度图　　(b)基于Otsu背景分割

图 5　漏打文字钢印零件背景分割结果

从结果来看,尽管拍照时光照不是很均匀,并出现了噪声,但还是取得了很好的效果,说明了该算法对环境有很强的适应能力。

3.2　特征区域分割

特征区域分割的目的是把文字所在区域从 8 位灰度图中提取出来分析。这一点是基于质心位置的,首先对二值化图像求取质心位置,对于图像区域 A,质心 (x_0,y_0) 定义为:

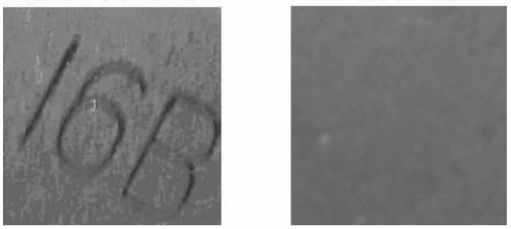
$$x_0 = \frac{\sum_{(x,y)\in A} xf(x,y)}{\sum_{(x,y)\in A} f(x,y)}, y_0 = \frac{\sum_{(x,y)\in A} yf(x,y)}{\sum_{(x,y)\in A} f(x,y)} \quad (1)$$

$f(x,y)$ 是 (x,y) 位置像素点的值(这里为 0 或 1),当然作为中心像素点的位置,要将 (x_0,y_0) 取整。图 4

和图 5 上分别标出了当前计算的质心坐标。由质心位置确定一个邻域矩阵,最简单的方法是以质心为中心取一个矩形图像。对于图像区域 A,从中截取部分为 B(B⊂A),设 B 的长、宽分别为 $L+1$,$W+1$,则:

$$B=\begin{bmatrix} f\left(x_0-\frac{L}{2},y_0-\frac{W}{2}\right) & \cdots & f\left(x_0,y_0-\frac{W}{2}\right) & \cdots & f\left(x_0+\frac{L}{2},y_0-\frac{W}{2}\right) \\ \vdots & \ddots & \vdots & \iddots & \vdots \\ f\left(x_0-\frac{L}{2},y_0\right) & \cdots & f(x_0,y_0) & \cdots & f\left(x_0-\frac{L}{2},y_0\right) \\ \vdots & \iddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f\left(x_0-\frac{L}{2},y_0+\frac{W}{2}\right) & \cdots & f\left(x_0,y_0-\frac{W}{2}\right) & \cdots & f\left(x_0+\frac{L}{2},y_0+\frac{W}{2}\right) \end{bmatrix} \tag{2}$$

对上面两个零件灰度图进行特征区域分割,其结果如图 6 所示。



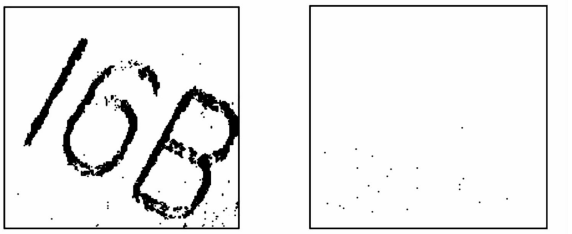
(a)正常零件特征区　　(b)无字零件特征区

图 6　特征区域截取图

图中选择了 $L=200$,$W=200$,该值是在原图为 1 600×1 200 下设置的。在实际中,当 CCD 安装及参数固定时,该值也就随之确定了。另外,该值也没有必要让零件上所有的文字落入所截图之内(但必须要有一部分在),对最终的分拣判别并不敏感。所以特征区大小有很宽的取值范围。

在一般的分拣系统中,实际拍摄时零件平放在传送带上的角度是很难固定的(固定常常需要复杂的机械控制装置),但不同的摆放角度并不会影响对零件质心位置的求取,并且镜头与零件的距离在一定的范围内都不会对分拣结果产生影响,这些都为镜头的安装带来了极大的便利。虽然本研究所讨论的零件特征位于质心附近,但只要对程序稍作处理就可以适用于特征在零件任意位置的情况。例如:当特征区域中心偏向在质心左侧 d 个像素时,可以在提取邻域矩阵时让中心同样地偏移 d 个像素,从而实现对质心区域的捕捉。

为便于特征参数提取,需要对特征区进行二值化,同样选择合适的阈值是二值化效果的关键。根据图像的特点,使用 Otsu 的类间方差最大自动选择阈值显然不合适。这里考虑人工阈值法是可取的,因为分拣系统调试好后,其工况一般不会有什么变化,该阈值一般不用作什么改动。如果需要,根据直方图很容易来选择一个合适的阈值,在实际上位机程序中可以允许用户使用一个图形控件(如滑动条)来改变阈值并可立即看到结果。通过对上面特征区图像进行阈值设置(这里 $T=0.35$),二值化结果如图 7 所示。



(a)正常零件特征区二值化　　(b)无字零件特征区二值化

图 7　特征区二值化

3.3　特征参数计算与识别

特征参数计算与识别是针对特征区图像设计一个有无文字的判别式。该判别式的值要求使有无文字的零件有尽可能大的区分度,但还要有很好的稳定性,且运算不易太复杂。这里直接对二值图像素值为 1 的个数进行统计,并求出所占百分比:

$$p=\frac{\sum_{(x,y)\in B} f(x,y)}{(L+1)\times(W+1)}\times 100\% \tag{3}$$

根据式(3)计算图 7,可知有字与无字零件图像 p 值还是有比较大的差别。设置一个合适的阈值 p_T 并与当前计算出的 p 进行比较,即可判断零件有无文字,完成识别过程。

4　分析与讨论

为了更好地检验算法,本研究进行了样本零件的识别,设置特征区二值化的阈值 $T=0.35$,参数识别阈值 $p_T=0.96$,即当计算结果(p 值)大于或等于 0.96 时判断为无字零件,小于 0.96 时为有字零件。其结果如表 1 所示。

表 1　样本识别结果

样本总数 100	实际数量	识别结果	平均 p 值
有字	50	45	0.908 5
无字	50	55	0.999 6
正确率	(100 - 5)/100 × 100% = 95%		

考虑到特征区二值化的阈值 T 的影响,本研究对特征参数 p 随 T 的变化进行了计算,并分别对无字和有字零件数据进行了最小二乘拟合,其结果如图 8 所示。

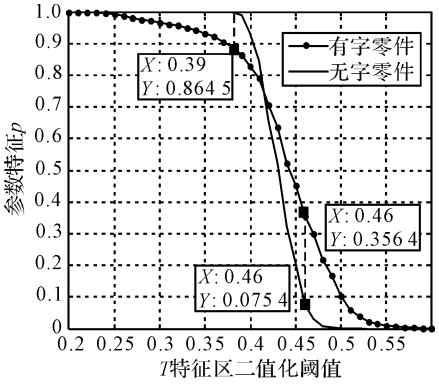


图 8　特征参数 p 与 T 的关系

从曲线结果可以获得 T 与 p 的理论最优解,即有字与无字图像 p 值有最大差值时,此时 $T = 0.46$, $\Delta p = 0.356 - 0.076 = 0.28$, 取 $p_T = (0.356 + 0.076)/2 = 0.216$。利用该参数重复试验可获得 99% 的准确率(注意此时的比较结果与前面相反)。考虑到 $T = 0.46$ 时曲线有较大斜率,即有较好的鲁棒性(Δp 有最大值),但系统有失稳定性。为获得理想的综合性能,取 $T = 0.39$, $p_T = 0.928$, Δp 在此处有较大值,且曲线有较小斜率,即为理想系统参数。同样重复试验,可获得 100% 的准确率。

另外,为了检验该算法的实时性,本研究将其与传统基于 prewitt 算子边缘化识别算法进行了对比,在同样的试验条件下,基于本研究二次分割算法比该传统算法在时间上节省了 40%,此外传统算法在识别准确率上也只有 75% 左右。

从试验结果来看,该算法可以很好地应用于该类零件的分拣。识别出错主要是因为零件所在位置光照不均,从而导致所求质心与实际过度偏离,特征区所包含文字部分太少。与其他对象识别系统一样,该算法对光照均匀同样有一定的要求,但只要保证零件是特征区域内灰度变化不是很大都不会影响分拣结果,这在很大程度上提高了算法对环境的适应能力。

5　结束语

本研究结合实际生产中零件上是否有字这一特征进行了研究,提出的二次分割算法并不复杂:背景区域分割是基于灰度的统计特征,用 Otsu 法来自动选择阈值;特征区分割是直接对质心邻域的提取;特征参数同样使用了统计特征。算法易于实现,实时性好,特别适用于工业在线检测系统。

另外,本研究对于非质心特征区的识别也进行了相应的探讨,由于零件特征区位置固定,考虑通过质心偏移定位特征区来进行识别,而不影响识别算法的核心,从而提高该算法的普遍适用性。

参考文献(References):

[1] OLIVEIRA P R, ROMERO R A F. Improvements on ICA mixture models for image pre-processing and segmentation [J]. **Neurocomputing**, 2008, 71(10 - 12): 2180 - 2193.

[2] SPRATLING M W. Learning image components for object recognition[J]. **Journal of Machine Learning Research**, 2006(7): 793 - 815.

[3] 王志明,张　丽,王丽君. 基于单程分裂与归并图像分割的集装箱号识别[J]. 中国图象图形学报, 2007, 12(3): 450 - 455.

[4] MARBACH G, LOEPFE M, BRUPBACHER T. An image processing technique for fire detection in video images[J]. **Fire Saeety Journal**, 2006, 41(4): 285 - 289.

[5] XU B G, MURRELLS C M, TAO X M. Automatic measurement and recognition of yarn snarls by digital image and signal processing methods [J]. **Textile Research Journal**, 2008, 78(5): 439 - 456.

[6] 李　闯,丁晓青,吴佑寿. 一种基于直方图特征 AdaBoost 的图像中的文字定位算法[J]. 中国图象图形学报, 2006, 11(3): 325 - 331.

[7] 谢小光,计时鸣,张　利,等. 数字识别技术在钢卷尺自动检定系统中的应用[J]. 机电工程, 2008, 25(9): 62 - 64.

[8] RIQUELME M T, BARREIRO P, RUIZ-ALTISENT M, et al. Olive classification according to external damage using image analysis[J]. **Journal of Food Engineering**, 2008, 87(3): 371 - 379.

[编辑:李　辉]