

一种基于融合技术的成捆棒材端面 图象的分割方案

王培珍^{1,2)} 杨维翰²⁾ 杜培明²⁾

¹⁾(合肥工业大学能源所,合肥 230009) ²⁾(安徽工业大学电气信息学院,马鞍山 243002)

摘要 针对特定工业现场环境下成捆棒材端面图象的分割问题,提出了一种基于融合技术的图象分割方案.该方案先分别采用阈值化与基于边界的分割方法对图象进行初始分割,然后将所得数据加以关联,并采用遗传算法加以融合与提取.实验结果表明,该方案在不明显增加计算量的同时,使分割质量有了明显提高.

关键词 计算机图象处理(520·6040) 棒材 图象分割 阈值化 边界 数据融合 遗传算法

中图法分类号: TP391.41 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-8961(2003)11-1277-04

A Segmentation Approach Based on Fusion Technique for the End Image of Bundled Bar Steel

WANG Pei-zhen^{1,2)}, YANG Wei-han²⁾, DU Pei-ming²⁾

¹⁾(Energy Research Institute, Hefei University of Technology, Hefei 230009)

²⁾(School of Electrical Engineering & Information, Anhui University of Technology, Ma'anshan 243002)

Abstract In view of industrial spot and the particular requirements of the segmentation for the end image when the bar steel were bundled up, a new image segmentation approach is presented. At first, the image is preliminary segmented with threshold method and edge based method, by using the fast 2-D entropic thresholding algorithm and the simple gradient operator respectively. Then the results from the two methods are fused and integrated, the target areas are identified and the adhesions are removed, in which genetic algorithm is implemented. The fusion-based technique is shown to perform very well in terms of robustness to noise and adhesions, and the calculating time is not evidently added. The experimental result shows that the proposed approach is efficient in improving the quality of segmentation and fitting the industrial requirement.

Keywords Bar steel, Image segmentation, Thresholding, Edge, Data fusion, Genetic algorithm

0 引言

图象分割是计算机视觉、图象识别的重要基础.综观近几年来图象分割的文献,可以看到如下两个明显的趋势,一是人们逐渐认识到对一般图象现有的任何一种单独的图象分割算法都难以取得令人满意的分割结果,因而人们继续致力于将新的概念、新的方法引入图象分割的同时,更加重视多种分割算法的有效结合;二是很多研究人员认识到对图象分割问题要给出一个一般的解决方案至少在目前看来

还是一个无法实现的难题,因而将注意力转向图象分割方法在某些特定领域中的应用,即针对这些领域中的特殊问题,利用其特有的领域知识来辅助解决图象分割问题^[1].

大家知道,在棒材生产工艺的最后阶段,计数、定支包装问题一直没有得到很好的解决.目前国内棒材的计数普遍采用的仍是人工计数方法,由于存在劳动强度大、工作效率低、妨碍系统生产能力的提高、准确性难以保证等缺陷,难以满足实际生产要求.如果能在现有流水线上的最后一道工艺——集捆打包时,采用图象识别的方法来对棒材根数进行

基金项目:安徽省教育厅自然科学研究重点项目(2003kj011zd)

收稿日期:2002-07-16;改回日期:2003-06-23

自动识别将是一种可选的方案,但由于工业现场环境比较恶劣,所采集到的图象往往存在较强的噪声,加之光照不均匀等因素的影响,使得利用简单的方法来识别,其结果与实际相差甚远,其主要原因在于图象分割阶段误分割较多,且粘连严重.本文尝试采用信息融合的技术来对棒材成捆时的端面图象进行分割,意在提高图象分割的质量,以便为进一步的识别提供依据.

1 融合方案的基本构成

考虑到棒材成捆时端面图象的特点,本融合方案按照以下几个步骤进行,其流程框图如图 1 所示.

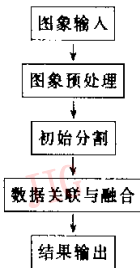


图 1 本文方案的基本流程框图

1.1 图象的初始分割

考虑到工业现场环境及其照明不均匀给图象采集所带来的影响,在初始分割层中,本方案首先采用快速二维阈值化的方法对图象进行初分割.该方法由于同时利用了灰度及邻域平均灰度的信息,从而有利于消除因噪声等因素而产生的误分割.另外,又由于现场照明程度极其不均匀,使得那些靠近现场周围的处于较暗区域的棒材端面(见图 4(a))即使是在二维阈值化的方案下也难以检测得出.因此,在初始分割层,本方案还采用了基于边界的分割方法,即先找出各部分的边界,然后对其进行填充,同时滤除一些细小的区域,并在下一阶段将两种方案所得的结果加以关联与融合.

1.1.1 二维阈值化

二维阈值化即采用图象的二维灰度直方图——由像素的灰度值分布及其邻域的平均灰度值分布所构成的直方图进行分割.

设图象包含 $N \times N$ 个像点, $G = \{0, 1, \dots, L-1\}$ 为灰度取值范围. 定义映射 $f: N \times N \rightarrow G$, 则位于坐标为 (x, y) 处的像素灰度值为 $f(x, y)$, 其 $n \times n$ 邻

域平均灰度值为

$$g(x, y) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=-\frac{n}{2}}^{\frac{n}{2}} \sum_{j=-\frac{n}{2}}^{\frac{n}{2}} f(x+i, y+j) \quad (1)$$

其中, $n \leq N, n$ 一般取奇数, $[n/2]$ 取整.

以灰度、邻域平均灰度数据对 $(f(x, y), g(x, y))$ 来表示图象,并以二维矢量 (S, T) 来分割图象 $(0 \leq S, T \leq L-1)$ 如图 2 所示,其中直方图被分成 4 块,根据同态性,在目标和背景处,像素的灰度值和邻域平均灰度值接近,在目标和背景的分界邻域,像素的灰度值与邻域平均灰度值差异较大,因此方块 0 和 1 包含了目标类和背景类的分布;而远离对角线的方块 2 和 3,则对应边缘和噪声^[2]. 为了提高分割速度并同时处理方块 2 和 3 中的这些边缘噪声信息,本文采用了一种基于二维阈值化与模糊聚类相混合的快速分割方法^[3]来进行图象分割.

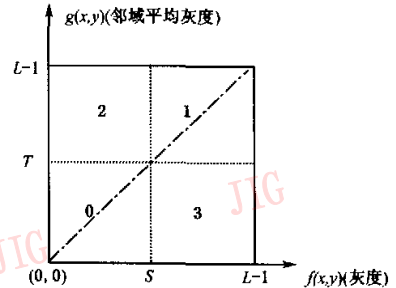


图 2 二维灰度直方图

1.1.2 基于边界的初始分割

由于工业现场照明程度极其不均匀,使得处于周围较暗处棒材的端面在阈值化方法中难以检测,但它们与背景的边界仍然是可以检测到的,因此在初始检测层,除了阈值化方法外,还引入了基于边界的分割方案.

考虑到工业分析系统的实时性要求以及本文对所分割图象的目的性要求(为识别每捆所含棒材的根数提供依据),本方案采用简单的差分算子来对边界进行检测,以寻找主要的边界.图 3 是几种常用的差分算子模板.

-1	0	-1	1	0	+1	0	-1	0
+2	0	-2	-1	0	+1	-1	4	-1
+1	0	-1	-1	0	+1	0	-1	0

(a) Sobel 模板 (b) Prewitt 模板 (c) Laplacian 模板

图 3 几种常用的差分算子的模板表示

如果将检测出的闭合边界加以填充,便得到分割结果,它是对阈值化分割中,因照明的不均匀而可能遗失掉的那部分区域的必要补充.

1.2 数据关联与融合

由于工业分析系统中特定的目的性,对于普遍意义下分割所得的结果并不是所有的区域都是有意义的,因此在这一部分,除了将上一阶段获得的数据加以关联外,对关联后的数据进行去伪存真的融合与提取尤为重要.由于这类分析系统中,对于要提取的区域的大小及其形状都有一些先验的认识,加之遗传算法具有较强的稳健性等特点,因此在这一部分可采用遗传算法对关联后所得的区域进行优化与提取,即按下述几个步骤操作:

(1) 对所求问题即关联后的图象的目标块进行编码,并采用二进制编码的形式,其中“1”表示可能保留的目标区域,“0”为非保留区域.

(2) 定义目标函数(适应值函数)如下

$$F(i) = \sum_l W_l C_l \quad (2)$$

式中, C_l 为构成目标函数的几个要素,本方案中分别为目标的面积、目标边界的平均曲率、可能提取目标的数目与预定数目的贴近程度等, W_l 为相应的权值, l 为要素的个数.

(3) 初始化群体参数,包括群体规模 N ,交叉概率 P_c ,变异概率 P_m 等;

(4) 随机产生一个由确定长度的特征串组成的

初始群体;

(5) 对串群体迭代地执行下面的步骤①和②直到满足停止准则为止;

①计算群体中每个个体的适应值;

②根据适应值及交叉概率 P_c 、变异概率 P_m 进行复制、交叉和变异操作;

(6) 把迭代中出现的最好的个体串指定为遗传算法的执行结果,即问题的一个解(近似解).

(7) 根据目标面积及其边界的曲率去除粘连.

2 实验结果与讨论

为了验证本文算法的效果,选取螺纹钢成捆时的端面图象进行了实验,其最终目的是识别所捆螺纹钢的根数与预定数目是否相符,算法采用 LabVIEW 软件编程实现.

在初始分割层基于边界的分割方案中,分别用 Sobel、Prewitt 和 Laplacian 算子检测边缘,检测结果如图 4 所示.从图 4 来看,Sobel 算子检测所得的边界在连续性、准确性以及抗噪声等方面较好,有利于后续的填充;Prewitt 算子次之,Laplacian 算子由于对噪声具有扩散作用,故基本不适宜于本方案.

图象分割的结果如图 5 所示,其中图 5(a)为原始图象,图 5(b)为阈值化的提取结果,图 5(c)为基于边界的分割结果,图 5(d)为用遗传算法进行融合与提取,并去粘连后的结果.

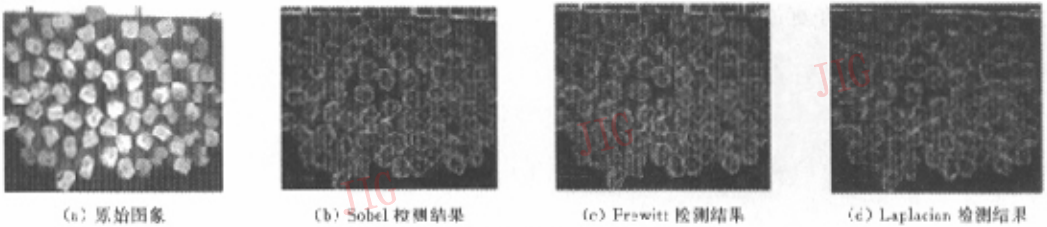


图 4 几种算子边缘检测结果

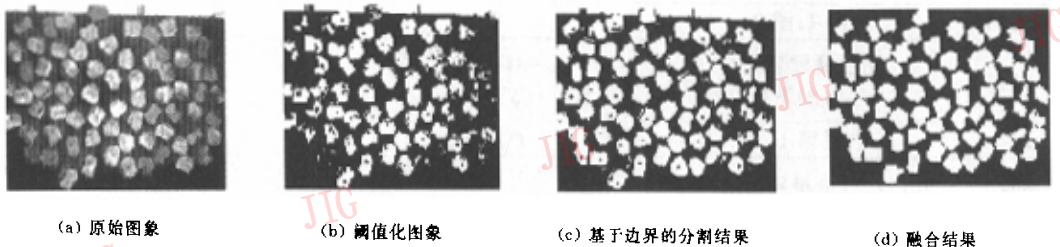


图 5 原始图象与实验结果

在融合阶段,由于关联后目标的块数为132,因此特征串的长度选为132,群体的规模取100,交叉概率和变异概率的初始值分别取0.5和0.02,当迭代到群体中已经难以找到适应值更高的个体时,将交叉概率减小10%,变异概率增加20%,以产生更好的个体.从最终的提取结果可以看出,本文提出的方案能够更好地满足分析要求.

参考文献

- 1 罗希平,田捷,诸葛晏等. 图象分割方法综述[J]. 模式识别与人工智能,1999,12(3):300~311.
- 2 Chen W T, Wen C H, Yang C W. A fast two-dimensional entropic thresholding algorithm[J]. Pattern Recognition, 1994, 27(7):885~893.
- 3 王培珍,陈维南. 基于二维阈值化与FCM相混合的图象快速分割[J]. 中国图象图形学报,1998,3(9):735~738.
- 4 Davis L. Handbook of genetic algorithms[M]. New York: Van Nostrand, 1991.



王培珍 1966年生,1992年获安徽大学理学硕士学位,现为合肥工业大学博士研究生,安徽工业大学副教授.主要研究方向为图象处理、模式识别以及信息融合等.发表学术论文20余篇.



杨维翰 1944年生,1980年获东北大学工学硕士学位,现为安徽工业大学教授.主要从事信号采集与处理、模式识别等领域的理论与应用研究工作.发表学术论文30余篇.

杜培明 1964年生,1988年获合肥工业大学工学硕士学位,现为安徽工业大学副教授.主要从事计算机应用与图象处理等方面的应用研究工作.

《中国图象图形学报》2003年特刊

更正

特刊的编辑出版工作量大,时间紧迫,忙中出错,文中第457页沈一帆老师的照片误排为另文作者,特此致歉,现予更正.



沈一帆

勘误表

页码	位置	错误	正确
72;73	图1;图2	样度	梯度
319	左栏倒数第5行 右栏式(2)下第5行	$S_R = \{s_R \% (x, y)\}$ $S \setminus OL$	$S_R = \{s_R(x, y)\}$ S^{OL}
542	右栏第10行	系统对差	绝对差
894	式(12)分母根号中第一项	$\sum_{i,j} [(I_{i,j}, \bar{I})^2]$	$\sum_{i,j} [(I_{i,j} - \bar{I})^2]$