

基于数字图像处理的棒材自动统计方法

陈晨, 黄欢

(昆明理工大学 信息工程与自动化学院, 云南 昆明 650050)

摘要:针对现有的基于图像识别的棒材统计算法不准确、提取信息不可靠等问题,提出了一种新的自动棒材统计算法.该算法除了对图像处理中的各级运算流程进行优化外,还使用灰度直方图选取分割阈值,并采用区域面积进行计数.实验结果表明,该算法简单易行,计数速度快,准确率高.

关键词:棒材;自动统计;数字图像处理

中图分类号:TP391

文献标志码:A

An automatic counting method of bundled bars based on digital imaging processing

CHEN Chen, HUANG Huan

(Faculty of Infor. Eng. and Auto., Kunming Univ. of Sci. and Tech., Kunming 650050, China)

Abstract: Aiming at bundled bars statistical algorithm has problems which is not accurate and extraction information is unreliable based on the image recognition. A new automatic bundled bars statistical algorithm was proposed which optimized operational processes of image processing, using gray histogram threshold segmentation and area to count. The experimental results showed that the algorithm is simple and easy, fast counting speed and high accurate.

Key words: bundled bars; automatic counting; digital imaging processing

0 引言

钢筋从生产到投入使用的各个环节,都需要随时监测钢筋的数量.钢筋这类棒材的计数问题长期以来依靠工人目测完成,由于工程量、运输条件和各种钢筋的用量等差异,人工检查数量的方法是依靠统计学理论,按进场的批次和产品的抽样检验方案确定,因此工作效率和准确性都较低.

目前,针对捆装棒材自动统计的图像识别,很多学者提出了不同的方法.但由于棒材图像采集的环境恶劣,采集到的图像噪声比较强,采集到的钢

筋截面图像存在一定角度偏移,图像二值化后粘连情况比较复杂,因此现有的捆装棒材自动统计算法准确率较低.文献[1]选用距离变换思想来确定棒材中心实度粘连问题,但易导致误判.文献[2]提出基于模板覆盖法,但剪切易造成棒材变形,导致模板匹配困难,因此很难准确计数.文献[3]采用边缘检测获得棒材中心点,从而实现棒材计数,但由于边缘信息受外界影响较大,提取的信息并不可靠.

鉴于此,本文拟提出一种新的对于成捆钢筋棒材的自动计数方法,以提高工作效率和计数统计的准确性.

收稿日期:2011-10-25

作者简介:陈晨(1986—),女,河南省洛阳市人,昆明理工大学硕士研究生,主要研究方向为数字图像处理.

通信作者:黄欢(1966—),女,云南省昆明市人,昆明理工大学副教授,主要研究方向为数字图像处理.

1 图像采集

钢筋扎成捆后,将摄像设备正对钢筋截面进行摄像,并将获得的图像传输到计算机.如果自然光源不充足,可用灯光辅助照射钢筋截面.如果钢筋截面锈蚀严重,可在采集图像前对成捆钢筋截面喷涂有反光效果的银漆,以增强图像的对比度.采集到的图像如图 1 所示.

2 图像处理

图像处理是对采集的图像进行有利于计数统计的处理,处理的程度决定着下一步计数统计的算法设计,处理的结果直接关系到计数统计的准确性.首先将彩色图像灰度化,然后对图像进行去噪、开运算、二值化、腐蚀等形态学算法.

2.1 去噪

去噪处理采用中值滤波.中值滤波对于椒盐噪声去除效果最好.因为椒盐噪声只随机出现在画面上的部分点,而中值滤波根据数据排序,将未被污染的点代替噪声点,所以噪声抑制效果好.但是对点、线和尖顶较多的图像则不宜采用中值滤波,因为一些细节点可能被当成噪声点.将图 1 灰度化后再去噪,结果如图 2 所示.

2.2 开运算

b 对图像 f 进行形态学开运算可记为 $f \circ b$,即先用 b 对 f 进行简单的腐蚀操作,而后用 b 对得到的结果进行膨胀操作.灰度图像 b 对图像 f 进行开运算定义为^[4] $f \circ b = (f \ominus b) \oplus b$,形态学开运算删除了不能包含结构元素的对象区域,平滑了对象的轮廓,断开了狭窄的连接,去掉了细小的突出部分^[5].开运算后的结果如图 3 所示.

2.3 二值化

二值化处理就是选择一个阈值,使得 1 幅具有多灰度级的图像经过阈值的判定,转化为只有 2 个灰度级的图像.对钢筋图像进行二值化处理可使得钢筋截面与背景对比明显,以便提取或识别钢筋截面时算法简洁高效.由于截面处灰度级接近,并且与背景差别大,因此计算开运算后图像的灰度直方图呈双峰性^[6],如图 4 所示.选择波谷处对应的灰度值作为分割阈值 T .这种阈值选取方法针对的是整幅灰度图像,既避免了固定阈值的不适用性,又比自适应阈值大大降低了算法复杂度.

取阈值 T ,用 T 将图像的数据分成 2 部分:大于 T 的像素群和小于 T 的像素群,进而完成从多值的数字图像中直接提取出目标物体,使得整个图像呈现出明显的只有黑和白的视觉效果,如图 5 所示.

2.4 腐蚀

在二值图像中,被讨论的集合是二维整数空间 (Z^2) 的元素. A 和 B 是 Z 中的集合,使用 B 对 A 进行腐蚀,用 $A \ominus B$ 表示,即所有 B 中包含于 A 中的点 z 的集合用 z 平移.二值图像腐蚀的表达式为

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

腐蚀“收缩”和“细化”图像中的对象,使边界向内部收缩,收缩的方式和程度由一个结构元素控制,可以去除小于结构元素的物体.通过腐蚀可以减少图像中钢筋端面粘连的现象,使图像中原本紧凑的钢筋分散开,以便于计数,如图 6 所示.



图 1 钢筋图像



图 2 去噪后的图像

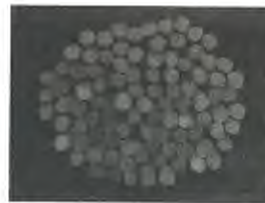


图 3 开运算后的图像

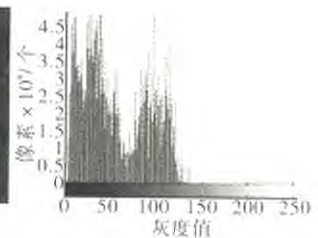


图 4 二值化前的灰度直方图



图 5 二值化后的图像



图 6 腐蚀后的图像

3 计数统计

计数算法的设计主要是根据面积的大小来判断.首先检测整个图像中白色连通域个数 sum ,并计算每个白色连通域的面积.将面积值从大到小排

列,形成一个降序数列 M, \dots, N, P, \dots, Q . 把数列每相邻的 2 个数作比较,找出跳跃最大的 2 个数 N 和 P . 从 M 到 N 的数据是多个钢筋截面粘连在一起的非正常区域的面积, P 到 Q 的数据主要是单个钢筋截面的面积. 接下来确定每个区域是什么情况:是正常区域,还是粘连,或是非目标对象;如果是粘连,是几根钢筋粘连.

1) 一次修正,去除背景. 由于钢筋图像采集时是捆扎的,所以每个白色连通域的中心,与整个图像的几何中心的距离应该在一个圆的半径之内,如果有白色连通域的中心偏离整个图像的几何中心过大,并且靠近边缘,就判定为图像处理未消除的背景,同时修正 sum 值^[7].

2) 二次修正,粘连判定. 选取一次修正后剩余的非正常区域作为待处理的问题区域,由连通域面积数列可知待处理的问题区域个数和面积. 选取 P 与 Q 中间处的数据作为钢筋的正常截面面积 S . 用 M 到 N 的数据依次去除 S ,将所得结果取整后加在 sum 上,修正钢筋个数,完成计数统计.

4 输出结果及分析

4.1 输出结果

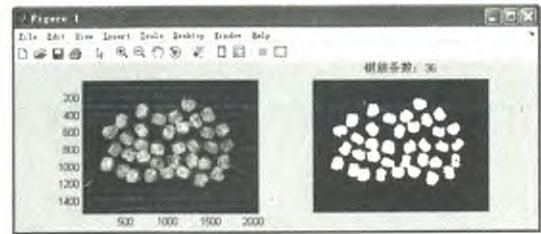
实验运行环境: Windows XP 操作系统, Matlab 7.0. 随机选取 3 幅图像的计数结果作为示例,如图 7 所示.

4.2 实验结果分析

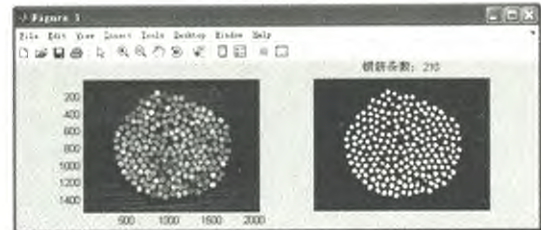
经 50 幅不同钢筋截面图片的测试,本文提出的方法准确率很高,基本在 98.6% 以上;正确率达到 82%. 另外,该算法时间复杂度为 $O(\log n)$ ^[8],即时间小于 $O(n)$,因此该方法与以往算法相比适当降低了算法复杂度,实现了快速计数统计.

5 结论

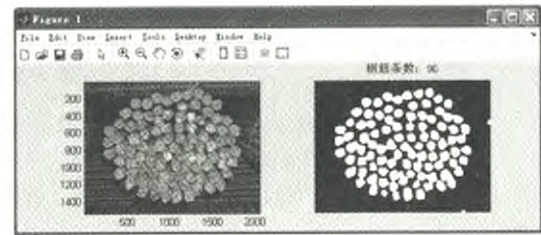
本文以钢筋为例,提出了一种新的捆扎棒材的自动计数方法. 该方法对图像处理过程中各级运算进行优化,运用了不同于常规形态学处理的灰度级扩展形态学. 利用灰度直方图所呈现出来的双峰特性作为二值化时的分割阈值,这使得处理各种环境下采集的图像时,都能够计算出准确的结果;计数统计模块的算法设计在保证一定正确率的前提下,适当降低了时间复杂度,实现了自动计数的快速有效. 实验结果表明,该方法简单,计数速度快,



a) SteelBars1



b) SteelBars2



c) SteelBars3

图7 计数统计结果

准确率高,易于实现,有很强的实用性.

参考文献:

- [1] 宋强,徐科,徐金梧,等. 基于图像处理的棒材自动计数技术[J]. 钢铁,2004,39(5):34.
- [2] 周群,胡光锐. 基于模板覆盖法的钢筋在线计数技术[J]. 上海交通大学学报:自然科学版,1999,33(11):1462.
- [3] 罗三定,肖飞. 不规则类圆形团块目标图像识别的新方法[J]. 中南大学学报:自然科学版,2004,35(4):632.
- [4] Rafael C Gonzalez, Richard E Woods. Digital Image Processing[M]. 2ed. New Jersey: Prentice-Hall,2002.
- [5] 阮秋琦. 数字图像处理学[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [6] 章毓晋. 图像分析[M]. 2版. 北京:清华大学出版社,2006.
- [7] 周文观,郑立新. 提取连通分量在棒材自动计数中的应用[J]. 微型机与应用,2011,30(18):28.
- [8] 张德丰. Matlab与外部程序接口编程[M]. 北京:机械工业出版社,2009.