

基于机器视觉的电池尾端破皮检测

朱柯润^{1,2}, 田 丹^{1,2}

(1 电子科技大学 电子科学技术研究院, 四川 成都 611731; 2 电子科技大学 宁波研究院, 浙江 宁波 315040)

摘 要: 随着自动化生产的不断进步, 人工操作在生产线上日渐减少, 机器视觉应运而生, 它具有速度快, 精度高, 连续工作时间长等特点. 对于电池尾端的伤痕线上检测目前采用的是人工检测, 效率和精度低下; 因此提出了一种电池尾端破皮检测方法, 将电池尾端图片二值化后, 进行形态学处理, 而后通过连通区域的个数来统计得出结论. 此法不采用复杂的频谱分析, 而采用形态学方法来消除噪点, 达到判别伤痕的目的. 这种方法大大减少了运算量, 提高判别效率.

关键词: 机器视觉; 电池尾端; 破皮伤痕; 形态学

中图分类号: N37

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)05-0117-04

Detection of the Broken Skin of the Battery Cathode Based on Machine Vision

ZHU Ke-run^{1,2}, TIAN Dan^{1,2}

(1 Research Institute Electronic Science and Technology, UESTC, Chengdu 611731, China;

2 Ningbo Research Institute of UESTC, Ningbo 315040, China)

Abstract: With the advances in automated production, manual operation decreasing fast in the production line, and machine vision come into being. It has high speed, precision, long running time and other characteristics. For the detection of the wounds of the bottom of the battery, we are currently using manual inspection, which has low efficiency and precision. This paper presents a method to detect the wound of broken skin of the battery bottom. We binarize the picture of the battery, and then to use morphological process. Finally we draw conclusion by counting the number of connected regions. This method does not use complex spectral analysis, and use morphological methods to eliminate noise, to achieve the purpose of discriminating wounds. This method greatly reduces the amount of computation to improve determination efficiency.

Key words: machine vision; bottom of the battery; wounds of broken skin; morphological

1 引言

机器视觉是近年来新兴的领域, 特别迎合当今生产自动化大趋势. 目前对于电池底盖的伤痕检测方法大多是人眼检测, 而机器代替人具有以下优点: 速度快, 精度高, 连续工作时间长, 工作环境要求低. 机器视觉在生产自动化领域里最广泛应用之一便是线上检测. 其中, 如何突出伤痕和提取有用信息帮助判断是难点所在.

2 电池尾端缺陷检测

在电池生产过程中, 由于生产工艺等问题会发生阴极出现上口瘪子、末卷边、划伤、底面凹陷、反肚、底盖破皮这 6 种现象, 其中底盖破皮由于伤痕太小, 不易识别. 出现这些问题时, 会导致电池漏液、接触不良, 严重时会导致电池爆炸. 这些电池都为不合格品, 需要在出厂时分检出来. 因为测试时每种伤痕特征不同, 需要的测试方法也不同, 故还没有一种普适的电池尾端检测方法.

本文针对其中难点尾端破皮,提出一种可行的检测方法.首先通过二值简化电池尾端图像信息,突出破皮伤痕特征,然后去除面积少于一定像素点的连通区域,得到的图像进行闭操作,统计连通区域个数得出结论(图 1).

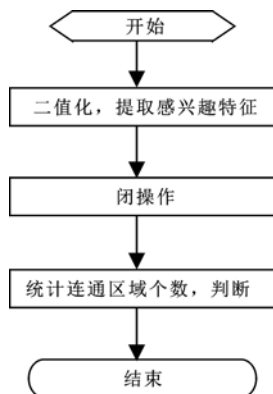


图 1 电池尾端破皮检测流程

2.1 硬件环境和图像抓取

测试环境采用自行搭建转盘来模拟生产线(图 2).相机采用 140 万像素高速工业相机 SV1421GM-GC,像素尺寸 $4.65 \mu\text{m}$,通过计算得出 $50 \mu\text{m}$ 的宽度在相机图片上为 4 个像素宽,理论上识别精度为一根头发丝;光源采用暗场低角度环形光,低角度环形光具有无影特性,突出破皮伤痕的细节.采集到的图像经过图像分割,得到待处理区域图片.

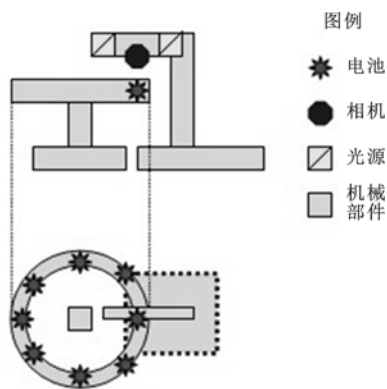


图 2 测试平台示意图

2.2 二值化处理

采集后的图像为灰度图像,包含的信息既有伤痕特征信息,也有噪点和一些对图像处理有干扰的信息,图像灰度值在 0 到 255 之间,灰度值包含过多,对于后续的处理不便,故需进行简化处理,提取有用特征.二值化处理能够将无用信息最大限度滤除,只包含对比最强烈的图像信息,对于伤痕的突出也具有促进作用.

此处采用 OSTU 进行二值化处理,此法重点是

设置阈值,记 t 为前景与背景的分割阈值,前景点数占图像比例为 w_0 ,平均灰度为 u_0 ;背景点数占图像比例为 w_1 ,平均灰度为 u_1 .则图像的总平均灰度为

$$u = w_0 \times u_0 + w_1 \times u_1 \quad (1)$$

前景和背景图像的方差:

$$g = w_0 \times (u_0 - u)^2 + w_1 \times (u_1 - u)^2$$

$$\Rightarrow g = w_0 \times w_1 \times (u_0 - u_1)^2 \quad (2)$$

当方差 g 最大时,可以认为此时前景和背景差异最大,也就是此时的灰度是最佳阈值.

2.3 去噪点处理

在灰度图像二值化后,生成的二值图像里面,突出了图像的特征信息,也突出了一些噪点的信息,使之通过阈值处理变成一些小的连通区域.为了使这些连通区域对判别伤痕的影响降到最低,此处设置一个以连通区域的面积为阈值的过滤处理.噪点的连通区域包含的像素点个数大小与正常图像或者伤痕连通区域的像素点个数,故可设置一个合适的阈值,将所有小于面积阈值的连通区域灰度值全部置零.

2.4 闭操作

经过前两步处理,已得到干扰较少的二值图像.但从判别的角度来讲还需要进一步突出伤痕,抑制干扰.此时的干扰大多是来自图像边缘,由于拍摄硬件原因产生一些独立的连通区域.此时通过闭操作的方法,可以达到目的.设置半径为 4 个像素点的圆盘状结构体,对上一步得到的图像进行闭操作处理,闭操作定义如下公式:

$$A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B \quad (3)$$

半径为 4 的圆盘状结构体,在实际上相当于一根头发丝的宽度,若两个连通区域的距离小于 4 个像素点,则它们之间的缝隙小于一根头发丝,不能算作伤痕,在进行闭操作的时候会自然将两个连通区域闭合;反之,两个连通区域的距离大于 4 个像素点,则通过闭操作,它们之间的距离会被拉大,从而使判别更明晰.

通过闭操作的方法还能够去除由于拍摄硬件和二值化偏差产生的和正常边缘紧挨的毛刺和干扰,使图像特征进一步凸显,干扰进一步减少.

2.5 统计连通区域个数

经过以上几步的处理,图像的特征明显,干扰去除,已经达到判别伤痕要求.

统计图中连通区域的个数,一个理论无伤痕电池的连通区域的个数为 4.若图片连通区域个数远远超过此值,则判断图片为尾部破皮.

此判定方法能够区别于其余伤痕,尾端破皮伤痕小,但分布面积大,造成的断裂带多,故连通区域数目较正常电池和一般伤痕大大增多。

3 实现尾端破皮检测

3.1 抓取图像

如图3所示,抓取后的图像已经过分割,方便后续处理。尾端破皮分布于电池内外圈之间,由于伤痕角度变化大,从肉眼角度看对光照的反射差别明显,但因伤痕小,与噪点和干扰相互混合,电池图像在频谱上与普通电池相同,故通过频谱分析来判别是行不通的。

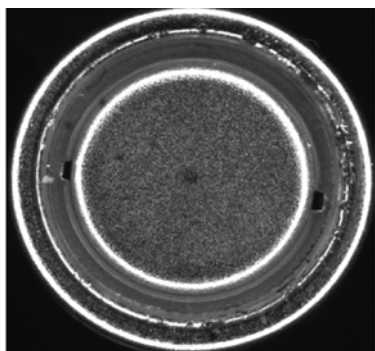


图3 已分割的抓取图像

3.2 二值化处理

如图4所示为图像二值化以后的结果,由图可知,图像中部和一些无需关注的地方已经被滤除,同时边缘信息和破皮特征明显出来。但仍然有噪点分布在二值图的各个部分,沿着图像中圈边沿有因破皮引起的图像干扰,会带来集群状的连通区域。



图4 二值化后效果图

后续步骤应该去除多余的连通区域,并使图像特征突出。

3.3 去噪点和闭操作

经过二值化以后的图像,去噪点后图像中的小面积干扰因素会被全部除去,剩下的部分均是沿着几条边缘的干扰因素。可以通过闭操作来处理。

如图5所示,图片内圈和外圈上的所有干扰已通过闭操作和内圈边沿连结为一个连通区域,图像中圈因为有破皮,出现大小不一的断裂带,对于下一步连通区域个数统计已经建立基础。



图5 闭操作后效果图

3.4 统计连通区域个数

图6所示为50个不同破皮电池拍摄、处理结果,其中横坐标为电池个数,纵坐标为连通区域个数。由图可知,对于一般的尾端破皮电池,连通区域个数至少在16个以上,破皮严重的电池,连通区域个数可达50个以上。

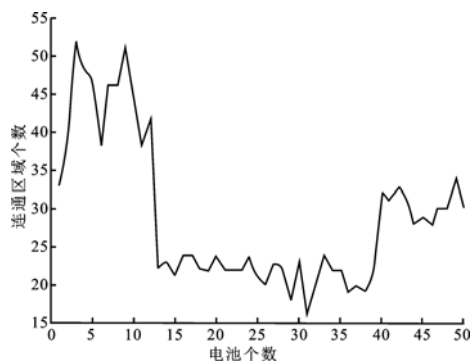


图6 破皮电池连通区域个数统计

图7为10个不同正常电池经过相同处理后的连通区域个数,由图可知,10个电池的连通区域个数在4个到9个之间,明显低于尾端破皮电池。

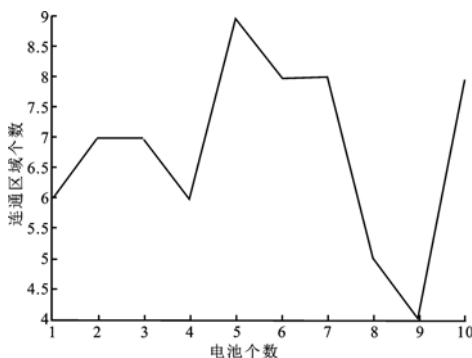


图7 正常电池连通区域个数统计

根据以上两种情况可以设置明确的阈值来判定

电池是否尾端破皮有现象。

4 结束语

本文从机器视觉领域中抽取电池尾端作为研究对象,结合 Matlab 仿真工具,完成了对电池尾端破皮检测。在频谱分析比较困难的情况下,通过仿真确定了以形态学为基础的另一种解决方法,其步骤为:图像抓取、二值化、去噪点、闭操作、统计连通区域。通过连通区域的统计和区域个数阈值的设定,可以检测一个电池尾端是否具有破皮的现象,并且这种检测能够唯一的识别出这种伤痕。在伤痕检测领域中,本文提到的方法还可用于其他平面检测领域,本文只是研究了众多伤痕种类的一种,机器视觉在自动化生产上的应用非常广泛,相关的伤痕判定算法也不断的推陈出新。通过机器视觉不断的发展,一定会将自动化生产带到一个新台阶。

参考文献:

- [1] Rafael C Gonzalez, Richard E Woods. Digital image processing, third edition[M]. US: Publishing House of Electronic Industry, 2011: 402-407.
- [2] Milan Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle. Image processing, analysis, and machine vision, Third Edition[M]. [s. l.]: Nelson Engineering, 2007.
- [3] 王磊. 基于机器视觉电池表面缺陷检测技术研究[D].

合肥:中国科学技术大学, 2011.

- [4] 宋晓闯. 基于灰度和几何特征的图像匹配算法研究[D]. 天津:河北工业大学, 2008.
- [5] 何小利, 宋珏. 基于机器视觉技术的物体表面缺陷检测[J]. 洛阳师范学院学报, 2011, 30(2): 64-68.
- [6] 韩芳芳. 表面缺陷视觉在线检测关键技术研究[D]. 天津:天津大学, 2011.
- [7] 刘刚, 刘增力, 陈盛云. 一种改进的基于平移不变小波去噪方法及应用[J]. 云南大学学报:自然科学版, 2009, 31(2): 219-222.
- [8] 靳士利. 基于小波变换的自适应图像去噪方法的研究[D]. 青岛:青岛大学, 2010.
- [9] 田进, 李言俊, 王红梅. 基于平移不变小波变换的图像滤波算法[J]. 弹箭与制导学报, 2012, 32(6): 140-142.
- [10] 张德丰. MATLAB 数字图像处理[M]. 2 版. 北京:机械工业出版社, 2011: 309-351.
- [11] 李俊. 机器视觉照明光源关键技术研究[D]. 天津:天津理工大学, 2006.

作者简介:



朱柯润 男, (1989—), 硕士研究生. 研究方向为计算机视觉.

(上接第 116 页)

迪(BOMBARDIER)联合研究项目 FerroCOTS 中得到应用。

参考文献:

- [1] Ramadge PJ G, Wonham W M. The control of discrete event systems[J]. Proceedings of the IEEE, 1989, 77(1): 81-98.
- [2] Hervé Marchand. Méthode de Synthèse d'automatismes décrits par des systèmes à événements discrets finis[D]. PhD thesis, Université de Rennes I, 1997.
- [3] Arash Vahidi, Martin Fabian, Bengt Lennartson. Efficient supervisory synthesis of large systems[J]. Control Engineering Practice, 2006, 14(10): 1157-1167.
- [4] Kenneth L McMillan. Symbolic model checking - an approach to the state explosion problem[D]. PhD thesis, Carnegie Mellon University, 1992.
- [5] Eugene Asarin, Oded Maler, Amir Pnueli. Symbolic controller synthesis for discrete and timed systems[J]. Hybrid Systems II lecture Notes in Computer Sci-

ences, 1995(9): 1-20.

- [6] Dumitrescu E, Ren M. Automatic error correction based on discrete controller synthesis[C]// The 4th International Federation of Automatic Control Conference on Management and Control of Production and Logistics. Sibiu: IFAC, 2007.
- [7] Marchand H, Bournai P, Le Borgne M, et al. Synthesis of discrete - event controllers based on the Signal environment [J]. Discrete Event Dynamic System: Theory and Applications, 2000, 10(4): 325-346.

作者简介:



任明明 男, (1981—), 博士后. 研究方向为信息系统.