

基于机器视觉的插座品质检测方法^①

徐德明, 汪成龙

(惠州学院 电子科学系, 惠州 516015)

摘要: 针对目前人工成本上升, 人眼易出现视觉疲劳导致检测效率低下等问题, 本文提出了一种基于机器视觉的插座品质检测方法. 主要研究内容如下: 1) 研究了基于模板匹配的插座机器视觉定位方法. 2) 研究了基于灰度均值的螺丝缺陷机器视觉检测方法. 3) 研究了基于灰度标准偏差的插孔缺陷机器视觉检测方法. 根据以上检测方法, 编写了检测软件, 在生产线上进行测试, 对插座螺丝和插孔缺陷的识别率达到 100%, 平均每帧图像处理仅耗时 100ms, 表明该方法具有准确率高、速度快的优点.

关键词: 机器视觉; 插座; 品质; 缺陷; 无损检测

Socket Quality Detection Based on Machine Vision

XU De-Ming, WANG Cheng-Long

(Department of Electronic Science, Huizhou University, Huizhou 516015, China)

Abstract: For the current rising labor costs and low detection efficiency of eye fatigue, this paper presents a method for detecting socket quality based on machine vision. The main research contents are as follows: 1) Socket positioning method based on template matching with machine vision. 2) The machine vision detection method for screws defects based on the mean of gray value. 3) The detection method of jack defect based on grayscale standard deviation. In the production line testing, screws and jack defect recognition rate have reached 100%. And the average per-frame image processing only takes 100ms, which shows that this method has high accuracy, fast speed advantages.

Key words: machine vision; socket; quality; defects; nondestructive testing

引言

随着人力成本的提升, 国内制造业加快了自动化改革的步伐. 插座制造过程中通常让工人用肉眼进行品质检测, 但人眼具有视觉暂留, 视觉疲劳等特点, 容易造成误判和检测效率低等问题, 因此为提高插座行业生产效率和品质检测准确率, 亟待研究一种快速、无损的检测方法. 当代机器视觉技术发展迅速, 已有研究者将该技术应用于工业品质检测中^[1-3], 但由于工业环境中外界光线、产品表面反光等方面的干扰, 以及生产线上对检测时间的要求, 利用机器视觉技术对产品品质检测仍然面临着许多难题.

目前, 常用的工业产品品质检测的具体方法很多, 如阈值分割法和灰度模板法. 阈值分割法在分割目标区域时易将阴影部分误判为缺陷处, 受光线干扰严

重; 而灰度模板法的适应性较差. 还有学者研究了使用支持向量机和遗传算法的品质检测方法准确率较高, 但运算量大, 建模时间长, 不适用于在线检测. 因此, 有必要研究一种准确率较高、速度快, 算法移植性强的工业产品品质在线检测方法.

本文首先利用模板匹配法对图片中插座区域进行定位, 并更新图像坐标系; 然后, 计算设定的 4 个螺丝感兴趣区域(ROI)的灰度均值, 并根据设定的阈值判断是否有螺丝; 其次, 对设定的 6 个插孔感兴趣区域(ROI)进行阈值分割, 同时对分割后的图像进行颗粒滤波, 并根据设定的条件判断插孔是否有铜片, 最后, 根据 10 个感兴趣区域(ROI)中的判定结果, 输出最终的结果. 实验表明, 该方法能较好的克服阴影和反光的干扰, 且检测速度快、准确率高.

^① 收稿时间:2015-09-17;收到修改稿时间:2015-10-26

1 插座区域定位

1.1 模板匹配

模板匹配是数字图像处理的重要组成部分之一。把不同传感器或同一传感器在不同时间、不同成像条件下对同一景物获取的两幅或多幅图像在空间上对准,或根据已知模式到另一幅图中寻找相应模式的处理方法就叫做模板匹配^[4-7]。

假设输入图像尺寸为 $M \times N$ 的, 模板图像尺寸为 $m \times n$, 旋转范围为 $[-10^\circ, 10^\circ]$, 角度步长为 1° , 模板匹配算法流程如下:

- 1) 将原始图像旋转 -10° ;
- 2) 从输入图像的左上角(0,0)开始, 切割一块(0,0)至(m,n)的临时图像;

- 3) 用临时图像和模板图像进行对比, 对比结果记为 c ;
- 4) 对比结果 c , 就是结果图像(0,0)处的像素值;
- 5) 切割输入图像从(0,1)至(m,n+1)的临时图像, 对比, 并记录到结果图像;
- 6) 重复 2)-5)步直到输入图像的右下角。
- 7) 将图像旋转 1° , 重复 2)-6)步骤, 直到图像旋转至 10° , 并统计结果 c 最大处坐标和旋转角度。

图 1 为模板匹配结果定位结果, 图 1(a)为模板图像, 图 1(b)、(c)、(d)分别为待检测图像未经旋转、旋转 10° 、旋转 -10° 时的检测结果。结果表明, 该定位方法能在原始目标有一定角度旋转的条件下准确定位到目标的中心坐标和旋转角度。

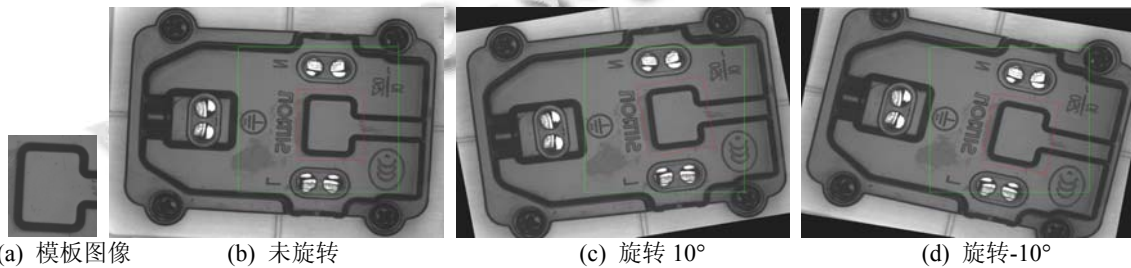


图 1 模板匹配结果

1.2 建立感兴趣区域

ROI(region of interest)称为感兴趣区域。机器视觉、图像处理中, 从被处理的图像以方框、圆、椭圆、不规则多边形等方式勾勒出需要处理的区域, 称为感兴趣区域, ROI。

由于图像处理过程中, 而处理整幅图像所需计算量较大, 且通常对某些特定的区域进行处理即可, 因此, 本文为提高检测速度, 仅对感兴趣区域(ROI)进行处理。如图 2.a 所示, 该型号插座仅需对 4 个螺丝感兴趣区域(ROI)和 6 个插孔感兴趣区域(ROI)进行检测, 而当插座在传送带上发生如图 2.b 所示的旋转时, 所设定的 10 个 ROI 则无法准确定位检测位置, 因此, 需建立一个可自动更新的坐标系, 只需输入 10 个 ROI 与坐标系原点之间的相对位置, 即可自动调节 ROI 到相应的检测位置。

针对该问题, 本文提出了一种基于模板匹配的 ROI 建立方法。首先利用 1.1 中的模板匹配算法定位到插座中的模板中心坐标和角度, 再将坐标系原点更新至该坐标, 坐标系旋转相应的角度, 然后, 根据 ROI 与坐标原点的相对位置, 自动更新 ROI 中的位置和角度信息, 最后将 ROI 投影的图像中, 其结果如图 3 所

示, 其中, (a)为未旋转的原图, (b)为旋转 10° 后的图像。结果表明, 基于模板匹配的 ROI 建立方法可再目标旋转的情况下自动更新到正确的 ROI 位置。

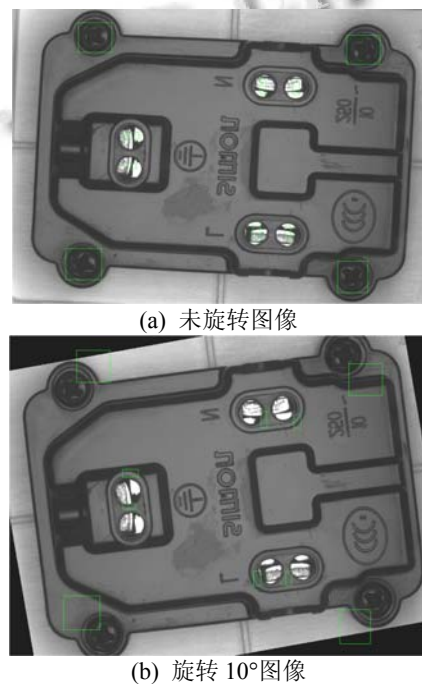


图 2 未更新坐标系时 ROI 结果

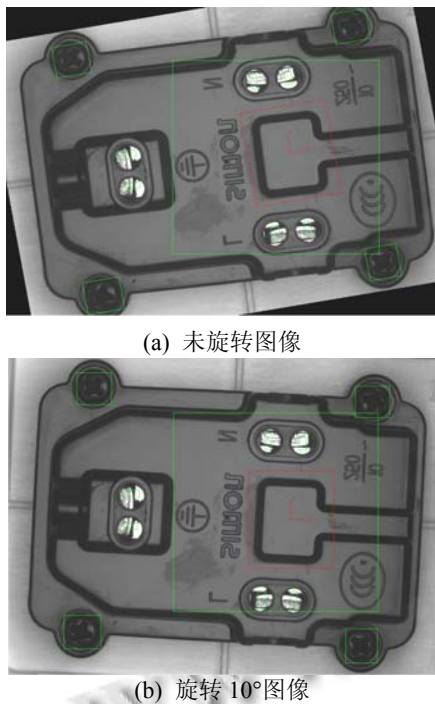


图 3 更新坐标系后 ROI 结果

2 基于机器视觉的螺丝位品质检测方法

2.1 螺丝位 ROI 灰度分析

插座品质检测中, 检测螺丝位中是否有螺丝是一道重要的工序, 其中螺丝的特征在图像中主要体现在灰度的差异上. 对比图 4(a)和(b)可知, 在 4 个螺丝(图中 1-4 序号处的 ROI)上, NG 样本的灰度要高于 OK 样本.

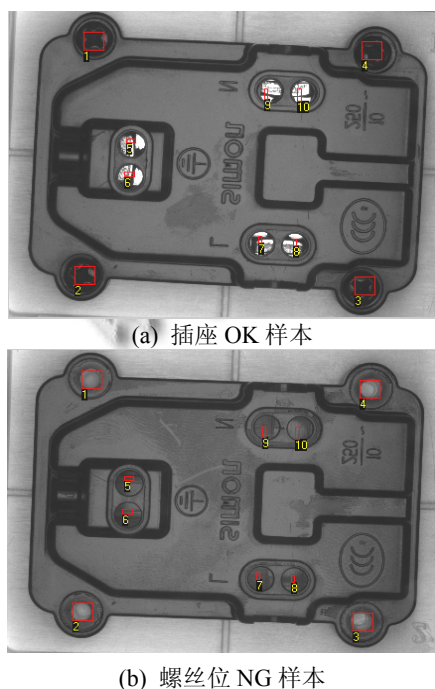


图 4 插座样本图像

为了更详细的分析出螺丝位 ROI 的灰度情况, 对图所示的 OK 和 NG 样本图像的 1-4 序号处的 ROI 区域进行灰度分析, 其最小灰度值、最大灰度值、灰度均值、灰度标准偏差如图 5 所示.

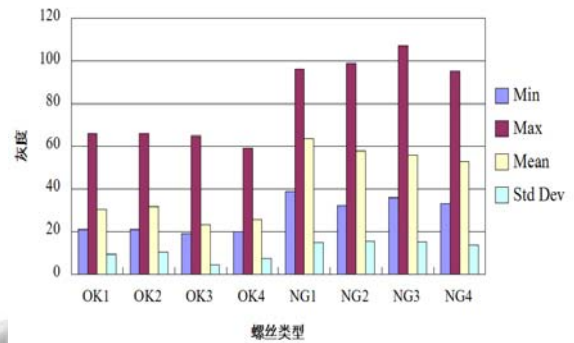


图 5 螺丝位 ROI 的灰度分析

图 5 表明: 对于 OK 和 NG 样本, 其最小灰度值、最大灰度值、灰度均值、灰度标准偏差均在一定范围内变化, 即螺丝位的灰度具有波动性, 由于均值具有一定程度的噪声抑制作用, 因此, 检测螺丝位最稳定的参数为灰度均值.

2.2 螺丝位视觉检测算法

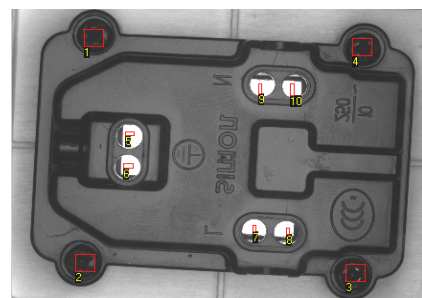
根据以上分析结果, 得到螺丝位视觉检测算法流程如下:

- 1) 利用 1.1 中模板匹配定位到模板所在的位置和角度, 并利用 1.2 中的方法建立 1-4 处螺丝位 ROI.
- 2) 计算图像中 1-4 ROI 区域的灰度均值;
- 3) 设定螺丝位判定阈值为 40, 若灰度均值大于 40, 则判定为 NG, 否则判定为 OK.

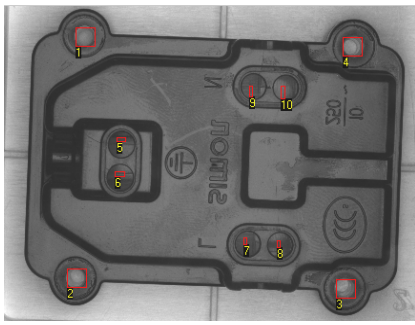
3 基于机器视觉的插孔位品质检测方法

3.1 插孔位 ROI 灰度分析

插座品质检测中, 检测插孔位中缺陷有两类, 第一类如图 6(a)所示(5-10 序号处 ROI), 有挡板无铜片, 第二类如图 6(b)所示(5-10 序号处 ROI), 既无挡板又无铜片. 两者都会导致插座无法通电.



(a) 插孔位第一类 NG



(b) 插孔位第二类 NG

图 6 插孔位 NG 样本图像

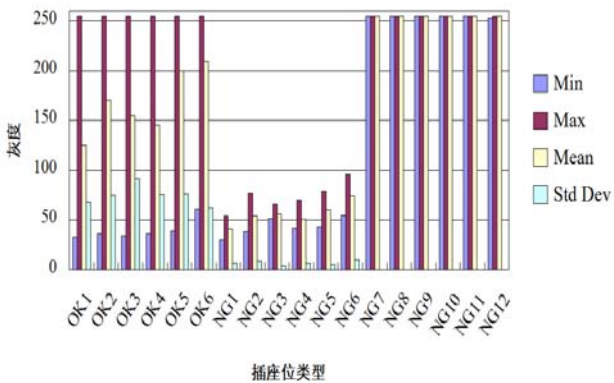


图 7 插孔位 ROI 的灰度分析

图 7 为插孔位 OK 样本和两类插孔位 NG 样本图像 5-10 ROI 区域处的最小灰度值、最大灰度值、灰度均值、灰度标准偏差。

由图 7 可知, 3 类样本在最小灰度值、最大灰度值、灰度均值均有一定的重叠区域, 而对于灰度标准偏差, OK 样本却明显高于两类 NG 样本. 分析其原因, 可能是铜片表面粗糙导致其反光不均匀, 在像素值统计上就表现为标准偏差较高, 故可用灰度标准偏差作为插孔位品质检测参数。

3.2 插孔位视觉检测算法

根据以上分析结果, 得到插孔位视觉检测算法流程如下:

- 1) 利用 1.1 中模板匹配定位到模板所在的位置和角度, 并利用 1.2 中的方法建立 5-10 处螺丝位 ROI.
- 2) 计算图像中 5-10 ROI 区域的灰度标准偏差;
- 3) 设定插孔位判定阈值为 25, 若灰度均值大于 25, 则判定为 OK, 否则判定为 NG.

4 结果与结论

以某知名品牌 5 孔插座为样本, 相机型号为 Basler Ace acA2500-14gm Monochrome GigE Camera, 采用同轴光源, 触发方式为光电开关触发, 利用 LabVIEW 编写检测软件, 软件界面如图 8 所示, 对 3000 个样本的检测准确率达到 100%。



图 8 插座视觉检测系统软件界面

得到结论如下:

- 1) 检测速度快: 图像采集+图像处理+串口通讯所用的时间仅为 100ms.
- 2) 检测准确率高: 对 3000 个样本识别准确率达到 100%.
- 3) 检测范围: 在该软件平台基础上加入第三方算法, 能完成其他设计功能, 开发成本低, 周期短.

参考文献

- 1 许顺. 机器视觉高性能模板匹配算法的研究[学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2010.
- 2 邓秀娟, 赵亮. 基于图像轮廓提取的模板匹配方法在机器人视觉中的应用. 机器人技术与应用, 2002, 5: 27-29.
- 3 张仕玲. 基于机器视觉的自动打孔机系统设计[学位论文]. 成都: 成都理工大学, 2012.
- 4 陈若望, 周小红, 高贵. 机器视觉中图像匹配问题研究. 现代电子技术, 2011, 18: 46-49, 52.
- 5 邓秀娟. 机器人视觉中基于轮廓提取的模板匹配算法研究[学位论文]. 大连: 大连铁道学院, 2003.
- 6 段德山. 工件非接触检测中机器视觉的研究与应用[学位论文]. 北京: 北京邮电大学, 2007.
- 7 张俊凯. 一种快速的旋转模板匹配算法的设计与实现[学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2013.