



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110008955 A

(43)申请公布日 2019.07.12

(21)申请号 201910255460.1

(22)申请日 2019.04.01

(71)申请人 中国计量大学

地址 310018 浙江省杭州市江干区学源街
258号中国计量大学

(72)发明人 项荣 徐晗升

(51)Int. Cl.

G06K 9/32(2006.01)

G06K 9/34(2006.01)

权利要求书3页 说明书9页 附图6页

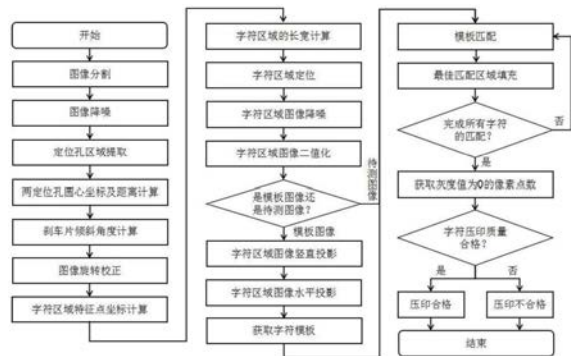
(54)发明名称

一种汽车刹车片表面字符压印质量检验方法

(57)摘要

本发明公开了一种汽车刹车片表面字符压印质量检验方法。该方法基于OTSU算法进行图像分割;对所提取得两定位圆孔区域计算其圆心图像坐标;根据两定位孔圆心与两侧字符区域间相对位置关系实现两侧字符区域定位和提取;在所提取的两侧字符区域内采用自适应阈值分割进行二值化;对用作匹配模板的刹车片图像,基于投影法获取匹配模板;对待检验刹车片图像,从上往下按字符压印顺序逐个使用匹配模板在所提取的两侧字符区域内进行模板匹配,并对最佳匹配区域进行填充,直至完成所有模板的匹配;根据结果图像中黑色像素点数实现刹车片表面字符压印质量检验。应用本发明可实现汽车刹车片表面字符压印质量检验,为视觉检测对象的区域定位提供了一种新思路。

CN 110008955 A



1. 一种汽车刹车片表面字符压印质量检验方法,其特征在于,包括如下步骤:

1.1) 字符区域定位:采用一种汽车刹车片字符区域自动定位方法进行刹车片左右两侧字符区域的自动定位和提取;首先通过OTSU自动阈值分割算法提取汽车刹车片二值图像B,基于高斯滤波和腐蚀膨胀算法对汽车刹车片二值图像进行降噪;然后通过BLOB分析提取刹车片两定位圆孔,对圆孔区域内的所有像素点应用最小二乘法拟合圆公式提取刹车片两定位圆孔圆心图像坐标;基于两定位圆孔圆心连线与图像横坐标所成夹角进行相应角度的图像旋转校正,使刹车片两定位圆孔圆心连线与图像横坐标平行;最后通过刹车片两侧字符区域与两定位圆孔间固定的相对位置关系计算确定两侧字符区域的外接矩形特征点(用于确定两侧字符区域外接矩形在图像坐标系中位置的点)的图像坐标,实现刹车片两侧字符区域的自动定位;

1.2) 字符区域提取:根据步骤1.1)确定的两侧字符区域外接矩形位置,及预设的外接矩形大小 m 行 \times n 列,从原图 O 中提取左右两侧字符区域图像 Z ;

1.3) 字符区域图像降噪:采用灰度图的腐蚀和膨胀算法对步骤1.2)获得的左右两侧字符区域图像 Z 进行降噪处理,得到左右两侧字符区域的降噪图像 L_z ;

1.4) 字符区域图像二值化:采用自适应阈值分割算法对步骤1.3)获得的降噪图像 L_z 进行二值化处理,得到二值化图像 D ;自适应阈值分割算法通过对每个像素分别计算其分割阈值实现图像分割,其实现方法如下:求每个像素 N 邻域内像素灰度值的加权均值;将该像素的加权均值减去常数 C 得到该像素的二值化分割阈值 T ;若当前被处理图像为用作后续字符压印质量检验的模板图像,则在完成该步骤后进入步骤1.5);若当前被处理图像为待检验图像,则在完成该步骤后进入步骤1.8);

1.5) 垂直投影:分别对步骤1.4)所得的两侧字符区域二值化图像 D 进行垂直投影,得到垂直投影直方图 T_x ,垂直投影直方图 T_x 的高度表示二值化图像 D 对应各列中灰度值为0的像素数;在垂直投影直方图 T_x 的高度为0与非0的分界点对应在二值化图像 D 中对应列处进行图像切割,保留垂直投影直方图 T_x 高度非0对应的区域,得到垂直投影分割图像 S_x ;

1.6) 水平投影:对垂直投影分割图像 S_x 进行水平投影,得到水平投影直方图 T_y ,水平投影直方图 T_y 的宽度表示垂直投影分割图像 S_x 对应各行中灰度值为0的像素数;在水平投影直方图 T_y 的宽度为0与非0的分界点对应在垂直投影分割图像 S_x 中对应行处进行图像切割,保留水平投影直方图 T_y 宽度非0对应的区域,得到字符模板图像;

1.7) 匹配模板保存:对步骤1.6)得到的字符模板图像进行保存,作为后续字符压印质量检验用的匹配模板;

1.8) 字符压印质量检验:通过字符压印正确性判断方法实现汽车刹车片表面字符压印质量检验;该方法通过模板匹配算法分别对二值化图像 D 中的左右两侧字符区域,按照从上往下的字符压印顺序,逐个使用相应的匹配模板进行匹配并获取最佳匹配区域(即在字符区域中与匹配模板重合率最高的子区域),通过区域填充将每个匹配模板对应的最佳匹配区域填充为白色,最后根据填充后图像中剩余黑色像素数是否超过阈值实现汽车刹车片表面字符压印质量检验,若图像中剩余黑色像素数小于阈值,则字符压印质量合格,否则,字符压印质量不合格。

2. 如权利要求1所述的一种汽车刹车片表面字符压印质量检验方法,其特征在于,所述的一种汽车刹车片字符区域自动定位方法,包含如下步骤:

2.1) 图像分割:采用基于灰度图像的OTSU自动阈值图像分割算法对汽车刹车片进行图像分割,获得二值图像B;二值图像B中非刹车片区域及刹车片两定位圆孔区域为背景,刹车片区域为前景;

2.2) 图像降噪:对二值图像B进行高斯模糊;在高斯模糊的基础上进行腐蚀膨胀操作,以消除图像中的噪声点,获得滤波图像 L_B ;

2.3) 两定位圆孔区域提取:通过BLOB分析,提取滤波图像 L_B 中的最大背景区域,并对其取反,将该最大背景区域转化为前景区域,剩余的背景区域即为刹车片两定位圆孔区域,从而实现刹车片两定位圆孔区域提取;读取两定位圆孔区域中灰度值为0的像素的图像横纵坐标,由于两定位圆孔区域分列刹车片左右两侧,其在图像坐标系中所对应的横坐标范围不同,因此,当定位圆孔区域像素横坐标小于图像总列数一半时,认为该像素属于左侧定位圆孔区域;当定位圆孔区域像素横坐标大于图像总列数一半时,认为该像素属于右侧定位圆孔区域;

2.4) 两定位孔圆心坐标及间距计算:对圆孔区域内的所有像素点应用最小二乘法拟合圆公式求左右两定位圆孔的圆心坐标值 (X_L, Y_L) 、 (X_R, Y_R) ,并求两圆心间距 L ,如式(1)所示:

$$L = \sqrt{(X_R - X_L)^2 + (Y_R - Y_L)^2} \quad (1)$$

2.5) 刹车片倾斜角度计算:将刹车片两定位圆孔圆心连线与图像水平坐标轴所成夹角值 α 作为刹车片的倾斜角,其计算如式(2)所示:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{Y_R - Y_L}{X_R - X_L}\right) \quad (2)$$

2.6) 图像旋转:将图像绕两定位圆孔圆心连线的中点A,旋转 $-\alpha$ 角度,使得两定位圆孔圆心连线与图像水平坐标轴平行;旋转后的左右两侧定位圆孔圆心坐标分别为 (X_l, Y_l) 、 (X_r, Y_r) ,其计算如式(3)所示:

$$\begin{cases} X_l = \frac{X_L + X_R - L}{2} \\ X_r = \frac{X_L + X_R + L}{2} \\ Y_l = Y_r = \frac{Y_L + Y_R}{2} \end{cases} \quad (3)$$

2.7) 字符区域外接矩形特征点坐标计算:定义左侧字符区域外接矩形的右上顶点为该字符区域的特征点,右侧字符区域外接矩形的左上顶点为该字符区域的特征点;由于左右字符区域与左右定位圆孔圆心在刹车片表面的相对位置关系固定,据此,可根据左右定位圆孔圆心坐标计算出左右两侧字符区域特征点的图像坐标 (x_l, y_l) 、 (x_r, y_r) ,如式(4)所示:

$$\begin{cases} x_l = X_l - aL \\ x_r = X_r + aL \\ y_l = y_r = Y_r - bL \end{cases} \quad (4)$$

式中: a, b 为预设比例系数,为常数;

2.8) 字符区域外接矩形的长宽计算(竖直方向为长,水平方向为宽):由于刹车片表面压印字符所在区域的大小固定,因此,可根据步骤2.4)所得的固定的两定位圆孔圆心间距 L

按比例确定字符区域外接矩形的长 m 及宽 n ,如式(5)所示:

$$m=cL, n=dL \quad (5)$$

式中: c 、 d 为预设比例系数,为常数;

2.9) 字符区域定位:根据左右两侧字符区域特征点坐标 (x_l, y_l) 、 (x_r, y_r) 以及字符区域外接矩形长 m 及宽 n ,计算左右两侧字符区域外接矩形的其余3个顶点坐标,完成左右两侧字符区域定位,如式(6)所示:

$$\begin{cases} x_{llu} = x_l - n, y_{llu} = y_l \\ x_{lld} = x_l - n, y_{lld} = y_l + m \\ x_{lrd} = x_l, y_{lrd} = y_l + m \\ x_{rru} = x_r + n, y_{rru} = y_r \\ x_{rrd} = x_r + n, y_{rrd} = y_r + m \\ x_{rld} = x_l, y_{rld} = y_{rld} + m \end{cases} \quad (6)$$

式中: (x_{llu}, y_{llu}) 、 (x_{lld}, y_{lld}) 、 (x_{lrd}, y_{lrd}) 、 (x_{rru}, y_{rru}) 、 (x_{rrd}, y_{rrd}) 、 (x_{rld}, y_{rld}) 分别为左侧字符区域的左上角点、左下角点、右下角点以及右侧字符区域的右上角点、右下角点、左下角点的图像平面内的坐标。

3. 如权利要求1所述的一种汽车刹车片表面字符压印质量检验方法,其特征在于,所述的字符压印正确性判断方法,包含如下步骤:

3.1) 模板匹配:通过模板匹配算法分别对二值化图像 D 中的左右两侧字符区域,按照从上往下的字符压印顺序(也可根据实际情况进行调整),逐个使用相应的匹配模板进行匹配,并获取最佳匹配区域(即在字符区域中与匹配模板重合率最高的子区域);

3.2) 最佳匹配区域填充:对最佳匹配区域进行图像填充,即将该最佳匹配区域中的全部像素均填充为白色,也就是将灰度值全部调整为255;填充区域大小为在匹配模板大小的基础上,在其上、下、左、右四个方向上分别拓宽3个像素,以确保已检验字符被完全覆盖,避免字符被重复检验;

3.3) 返回步骤3.1),直至完成左右两侧字符区域中所有字符的匹配,转入步骤3.4);

3.4) 统计左右两侧字符区域内灰度值为0的像素总数 S_N ;

3.5) 根据左右两侧字符区域灰度值为0的像素总数 S_N ,判断字符压印质量是否合格:若 $S_N < T_N$ (T_N 为预设阈值),则字符压印正确,字符压印质量合格;否则,字符压印错误,字符压印质量不合格。

一种汽车刹车片表面字符压印质量检验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种质量检验方法,尤其是一种汽车刹车片表面字符压印质量检验方法。

背景技术

[0002] 随着人们生活水平的不断提高,汽车作为日常使用的交通工具其保有量呈不断上升的趋势,汽车的行车安全也成为了人们关注的焦点。汽车刹车片作为一种影响汽车行车安全的重要零部件,其质量好坏直接影响着车辆驾驶人员和乘客的人身安全,因此,对其质量进行统一管理尤为重要。在刹车片上通常印有代表刹车片型号或批次的压印字符,对其进行质量检验是实现刹车片质量管理的重要步骤。汽车刹车片表面字符压印质量检验主要包括字符区域定位和字符压印质量检验两部分。

[0003] 目前在机器视觉中实现字符区域定位的手段主要是通过梯度、字符纹理特征或者字符区域具有的特殊数学形态特征(如汽车牌照)等方法。这些方法均需要对整幅图像都进行相应的处理,再根据相应的特征进行判断从而提取出字符区域,虽然可以取到较好的定位效果,但定位时间较长,适用于处理定位区域相对规则而定位区域不固定的图像。然而,对于汽车刹车片这类字符区域边缘不规则,所在位置对于零部件本身相对固定的视觉检测对象,需要一种更为高效、准确的字符区域定位方法。

[0004] 在进行字符区域定位后,需要进行字符压印质量检验。当前检验方法通常先逐个进行字符识别,然后根据字符识别结果判断字符压印是否正确,进而实现字符压印质量检验。该方法基于单个字符识别算法,单个字符识别的准确率将会直接影响表面字符压印质量检验的准确性和可靠性。然而,诸如字母“l”和数字“1”,字母“o”和数字“0”等形状非常相似的字符,较易出现识别错误,且逐个字符进行识别的方法,由于需要对字符库中所有字符进行比对,而字符库中字符数量较多,造成字符压印质量检验时间较长,因此,需要一种更为简便、高效且准确的整体字符检验方法,以保障字符压印质量检验正确率和效率。

[0005] 本发明可实现汽车刹车片表面字符压印质量的自动检验,可为视觉检测对象的区域定位提供一种行之有效的方法,为字符压印质量检验提供一种新的思路。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种汽车刹车片表面字符压印质量检验方法,以实现汽车刹车片表面字符区域的自动定位和字符压印质量的自动检验。

[0007] 本发明采用的技术方案是:

[0008] 本发明包括如下步骤:

[0009] 1.1) 字符区域定位:采用一种汽车刹车片字符区域自动定位方法进行刹车片左右两侧字符区域的自动定位和提取;首先通过OTSU自动阈值分割算法提取汽车刹车片二值图像B,基于高斯滤波和腐蚀膨胀算法对汽车刹车片二值图像进行降噪;然后通过BLOB分析提取刹车片两定位圆孔,对圆孔区域内的所有像素点应用最小二乘法拟合圆公式提取刹车片

两定位圆孔圆心图像坐标;基于两定位圆孔圆心连线与图像横坐标所成夹角进行相应角度的图像旋转校正,使刹车片两定位圆孔圆心连线与图像横坐标平行;最后通过刹车片两侧字符区域与两定位圆孔间固定的相对位置关系计算确定两侧字符区域的外接矩形特征点(用于确定两侧字符区域外接矩形在图像坐标系中位置的点)的图像坐标,实现刹车片两侧字符区域的自动定位;

[0010] 1.2) 字符区域提取:根据步骤1.1)确定的两侧字符区域外接矩形位置,及预设的外接矩形大小 m 行 \times n 列,从原图 O 中提取左右两侧字符区域图像 Z ;

[0011] 1.3) 字符区域图像降噪:采用灰度图的腐蚀和膨胀算法对步骤1.2)获得的左右两侧字符区域图像 Z 进行降噪处理,得到左右两侧字符区域的降噪图像 L_z ;

[0012] 1.4) 字符区域图像二值化:采用自适应阈值分割算法对步骤1.3)获得的降噪图像 L_z 进行二值化处理,得到二值化图像 D ;自适应阈值分割算法通过对每个像素分别计算其分割阈值实现图像分割,其实现方法如下:求每个像素 N 邻域内像素灰度值的加权均值;将该像素的加权均值减去常数 C 得到该像素的二值化分割阈值 T ;若当前被处理图像为用作后续字符压印质量检验的模板图像,则在完成该步骤后进入步骤1.5);若当前被处理图像为待检验图像,则在完成该步骤后进入步骤1.8);

[0013] 1.5) 垂直投影:分别对步骤1.4)所得的两侧字符区域二值化图像 D 进行垂直投影,得到垂直投影直方图 T_x ,垂直投影直方图 T_x 的高度表示二值化图像 D 对应各列中灰度值为0的像素数;在垂直投影直方图 T_x 的高度为0与非0的分界点对应在二值化图像 D 中对应列处进行图像切割,保留垂直投影直方图 T_x 高度非0对应的区域,得到垂直投影分割图像 S_x ;

[0014] 1.6) 水平投影:对垂直投影分割图像 S_x 进行水平投影,得到水平投影直方图 T_y ,水平投影直方图 T_y 的宽度表示垂直投影分割图像 S_x 对应各行中灰度值为0的像素数;在水平投影直方图 T_y 的宽度为0与非0的分界点对应在垂直投影分割图像 S_x 中对应行处进行图像切割,保留水平投影直方图 T_y 宽度非0对应的区域,得到字符模板图像;

[0015] 1.7) 匹配模板保存:对步骤1.6)得到的字符模板图像进行保存,作为后续字符压印质量检验用的匹配模板;

[0016] 1.8) 字符压印质量检验:通过字符压印正确性判断方法实现汽车刹车片表面字符压印质量检验;该方法通过模板匹配算法分别对二值化图像 D 中的左右两侧字符区域,按照从上往下的字符压印顺序,逐个使用相应的匹配模板进行匹配并获取最佳匹配区域(即在字符区域中与匹配模板重合率最高的子区域),通过区域填充将每个匹配模板对应的最佳匹配区域填充为白色,最后根据填充后图像中剩余黑色像素数是否超过阈值实现汽车刹车片表面字符压印质量检验,若图像中剩余黑色像素数小于阈值,则字符压印质量合格,否则,字符压印质量不合格。

[0017] 所述步骤1.1)中一种汽车刹车片字符区域自动定位方法,实现方法如下:

[0018] 2.1) 图像分割:采用基于灰度图像的OTSU自动阈值图像分割算法对汽车刹车片进行图像分割,获得二值图像 B ;二值图像 B 中非刹车片区域及刹车片两定位圆孔区域为背景,刹车片区域为前景;

[0019] 2.2) 图像降噪:对二值图像 B 进行高斯模糊;在高斯模糊的基础上进行腐蚀膨胀操作,以消除图像中的噪声点,获得滤波图像 L_B ;

[0020] 2.3) 两定位圆孔区域提取:通过BLOB分析,提取滤波图像 L_B 中的最大背景区域,并

对其取反,将该最大背景区域转化为前景区域,剩余的背景区域即为刹车片两定位圆孔区域,从而实现刹车片两定位圆孔区域提取;读取两定位圆孔区域中灰度值为0的像素的图像纵横坐标,由于两定位圆孔区域分列刹车片左右两侧,其在图像坐标系中所对应的横坐标范围不同,因此,当定位圆孔区域像素横坐标小于图像总列数一半时,认为该像素属于左侧定位圆孔区域;当定位圆孔区域像素横坐标大于图像总列数一半时,认为该像素属于右侧定位圆孔区域;

[0021] 2.4) 两定位孔圆心坐标及间距计算:对圆孔区域内的所有像素点应用最小二乘法拟合圆公式求左右两定位圆孔的圆心坐标值 (X_L, Y_L) 、 (X_R, Y_R) ,并求两圆心间距 L ,如式(1)所示:

[0022]

$$L = \sqrt{(X_R - X_L)^2 + (Y_R - Y_L)^2} \quad (1)$$

[0023] 2.5) 刹车片倾斜角度计算:将刹车片两定位圆孔圆心连线与图像水平坐标轴所成夹角值 α 作为刹车片的倾斜角,其计算如式(2)所示:

[0024]

$$\alpha = \arctan\left(\frac{Y_R - Y_L}{X_R - X_L}\right) \quad (2)$$

[0025] 2.6) 图像旋转:将图像绕两定位圆孔圆心连线的中点 A ,旋转 $-\alpha$ 角度,使得两定位圆孔圆心连线与图像水平坐标轴平行;旋转后的左右两侧定位圆孔圆心坐标分别为 (X_l, Y_l) 、 (X_r, Y_r) ,其计算如式(3)所示:

[0026]

$$\begin{cases} X_l = \frac{X_L + X_R - L}{2} \\ X_r = \frac{X_L + X_R + L}{2} \\ Y_l = Y_r = \frac{Y_L + Y_R}{2} \end{cases} \quad (3)$$

[0027] 2.7) 字符区域外接矩形特征点坐标计算:定义左侧字符区域外接矩形的右上顶点为该字符区域的特征点,右侧字符区域外接矩形的左上顶点为该字符区域的特征点;由于左右字符区域与左右定位圆孔圆心在刹车片表面的相对位置关系固定,据此,可根据左右定位圆孔圆心坐标计算出左右两侧字符区域特征点的图像坐标 (x_l, y_l) 、 (x_r, y_r) ,如式(4)所示:

[0028]

$$\begin{cases} x_l = X_l - aL \\ x_r = X_r + aL \\ y_l = y_r = Y_r - bL \end{cases} \quad (4)$$

[0029] 式中: a, b 为预设比例系数,为常数;

[0030] 2.8) 字符区域外接矩形的长宽计算(竖直方向为长,水平方向为宽):由于刹车片表面压印字符所在区域的大小固定,因此,可根据步骤2.4)所得的固定的两定位圆孔圆心间距 L 按比例确定字符区域外接矩形的长 m 及宽 n ,如式(5)所示:

[0031] $m=cL, n=dL$ (5)

[0032] 式中： c 、 d 为预设比例系数，为常数；

[0033] 2.9) 字符区域定位：根据左右两侧字符区域特征点坐标 (x_l, y_l) 、 (x_r, y_r) 以及字符区域外接矩形长 m 及宽 n ，计算左右两侧字符区域外接矩形的其余3个顶点坐标，完成左右两侧字符区域定位，如式 (6) 所示：

[0034]

$$\begin{cases} x_{llu} = x_l - n, y_{llu} = y_l \\ x_{lld} = x_l - n, y_{lld} = y_l + m \\ x_{lrd} = x_l, y_{lrd} = y_l + m \\ x_{rru} = x_r + n, y_{rru} = y_r \\ x_{rrd} = x_r + n, y_{rrd} = y_r + m \\ x_{rld} = x_l, y_{rld} = y_{rld} + m \end{cases} \quad (6)$$

[0035] 式中： (x_{llu}, y_{llu}) 、 (x_{lld}, y_{lld}) 、 (x_{lrd}, y_{lrd}) 、 (x_{rru}, y_{rru}) 、 (x_{rrd}, y_{rrd}) 、 (x_{rld}, y_{rld}) 分别为左侧字符区域的左上角点、左下角点、右下角点以及右侧字符区域的右上角点、右下角点、左下角点的图像平面内的坐标。

[0036] 所述步骤1.8) 中字符压印正确性判断方法，实现方法如下：

[0037] 3.1) 模板匹配：通过模板匹配算法分别对二值化图像 D 中的左右两侧字符区域，按照从上往下的字符压印顺序（也可根据实际情况进行调整），逐个使用相应的匹配模板进行匹配，并获取最佳匹配区域（即在字符区域中与匹配模板重合率最高的子区域）；

[0038] 3.2) 最佳匹配区域填充：对最佳匹配区域进行图像填充，即将该最佳匹配区域中的全部像素均填充为白色，也就是将灰度值全部调整为255；填充区域大小为在匹配模板大小的基础上，在其上、下、左、右四个方向上分别拓宽3个像素，以确保已检验字符被完全覆盖，避免字符被重复检验；

[0039] 3.3) 返回步骤3.1)，直至完成左右两侧字符区域中所有字符的匹配，转入步骤3.4)：

[0040] 3.4) 统计左右两侧字符区域内灰度值为0的像素总数 S_N ；

[0041] 3.5) 根据左右两侧字符区域灰度值为0的像素总数 S_N ，判断字符压印质量是否合格：若 $S_N < T_N$ (T_N 为预设阈值)，则字符压印正确，字符压印质量合格；否则，字符压印错误，字符压印质量不合格。

[0042] 本发明具有的有益效果是：本发明实现了汽车刹车片表面字符压印质量检验，同时可为实现视觉检测对象所在区域的自动定位提供一种新方法，可为字符印刷印质量检验提供一种新思路。

附图说明

[0043] 图1是汽车刹车片字符压印质量检验系统组成示意图。

[0044] 图2是汽车刹车片字符压印质量检验方法流程图。

[0045] 图3是刹车片样图。

[0046] 图4是刹车片样图图像分割结果。

- [0047] 图5是刹车片样图降噪结果。
- [0048] 图6是取反操作后提取的刹车片定位圆孔图。
- [0049] 图7是图像旋转校正示意图。
- [0050] 图8是字符区域外接矩形特征点坐标计算示意图。
- [0051] 图9是刹车片字符区域定位后提取的字符区域图。
- [0052] 图10是字符区域二值图。
- [0053] 图11是两侧字符区域垂直投影直方图。
- [0054] 图12是两侧字符区域水平投影直方图。
- [0055] 图13是提取出的字符匹配模板图。
- [0056] 图1中:1为相机,2为计算机,3为汽车刹车片表面字符压印质量检验软件,4、5、7、8为4根条形光源,6为汽车刹车片,9为光学镜头。

具体实施方式

- [0057] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。
- [0058] 如图1示意了汽车刹车片表面字符定位系统的一个具体实施例。包括汽车刹车片字符区域定位系统、图像接收装置、照明系统采用4根30w的红色条光4、5、7、8构成的正方形照明系统。图像接收装置采用黑白相机1,黑白相机型号为JHSM500Bf-E,最大分辨率为 2592×1944 ,带缓存,1/2.5"CMOS。镜头9为百万像素镜头,型号为JHLD1108-5M。计算机2为WIN 7操作系统,图像处理算法编程环境为Microsoft Visual Studio 2010。汽车刹车片5为优力(JURID)刹车片,型号为200FF。
- [0059] 汽车刹车片字符区域定位的具体实现如下:
- [0060] 调整照明系统,使得图像采集区域的照明强度适中且均匀,红色条光4、5、7、8的档位分别为6.2、6.8、6.8、6.6;通过镜头9和黑白相机1将接收到的光学图像转化为电子图像输入到计算机2中;计算机2中的汽车刹车片字符区域定位软件3实现刹车片字符区域的自动定位。
- [0061] 如图2所示,汽车刹车片字符区域定位软件5中汽车刹车片字符区域的自动定位方法的具体实现如下:
- [0062] 1.1) 字符区域定位:采用一种汽车刹车片字符区域自动定位方法进行刹车片左右两侧字符区域的自动定位和提取;首先通过OTSU自动阈值分割算法提取汽车刹车片二值图像B,基于高斯滤波和腐蚀膨胀算法对汽车刹车片二值图像进行降噪;然后通过BLOB分析提取刹车片两定位圆孔,对圆孔区域内的所有像素点应用最小二乘法拟合圆公式提取刹车片两定位圆孔圆心图像坐标;基于两定位圆孔圆心连线与图像横坐标所成夹角进行相应角度的图像旋转校正,使刹车片两定位圆孔圆心连线与图像横坐标平行;最后通过刹车片两侧字符区域与两定位圆孔间固定的相对位置关系计算确定两侧字符区域的外接矩形特征点(用于确定两侧字符区域外接矩形在图像坐标系中位置的点)的图像坐标,实现刹车片两侧字符区域的自动定位;
- [0063] 1.2) 字符区域提取:根据步骤1.1)确定的两侧字符区域外接矩形位置,及预设的外接矩形大小 m 行 \times n 列,从原图0中提取左右两侧字符区域图像Z,即图8中两侧矩形虚线区域,如图9所示。

[0064] 1.3) 字符区域图像降噪:采用灰度图的腐蚀和膨胀算法对步骤1.2)获得的左右两侧字符区域图像Z进行降噪处理,得到左右两侧字符区域的降噪图像L_Z;

[0065] 左侧字符区域图像采用大小为10×10的矩形卷积核,右侧字符区域图像采用大小为6×6的矩形卷积核;

[0066] 1.4) 字符区域图像二值化:采用自适应阈值分割算法对步骤1.3)获得的降噪图像L_Z进行二值化处理,得到二值化图像D;自适应阈值分割算法通过对每个像素分别计算其分割阈值实现图像分割,其实现方法如下:求每个像素N邻域内像素灰度值的加权均值;将该像素的加权均值减去常数C得到该像素的二值化分割阈值T;本发明采用邻域的均值作为加权平均的结果。自适应阈值分割的数学表达如式(8)所示:

[0067]

$$T = \frac{\sum F(i,j)}{N^2} - C \quad (8)$$

[0068] 式中,F(i,j)为该像素的N×N邻域中第i行第j列的像素点灰度值。本发明中采用大小为31×31的邻域,被减常数为20。其中部分刹车片的字符由于压印较浅,使得图像中的字符的灰度和字符附近刹车片的灰度差异较小,也就使得这部分图像进行自适应阈值分割时会出现过分割,即部分字符也会被当做背景分割掉。因此,对于这一部分图像设计了相应的调整方法,对分割后的图像进行灰度值为0的像素点进行数量统计,若灰度值为0的像素点数小于1300个,则认为过分割,此时,将自适应阈值分割中的被减常数调整为15后,再对进行自适应分割前的图像进行重新的自适应阈值分割。分割结果如图10所示。若当前被处理图像为用作后续字符压印质量检验的模板图像,则在完成该步骤后进入步骤1.5);若当前被处理图像为待检验图像,则在完成该步骤后进入步骤1.8);

[0069] 1.5) 垂直投影:分别对步骤1.4)所得的两侧字符区域二值化图像D进行垂直投影,得到垂直投影直方图T_X,如图11所示,垂直投影直方图T_X的高度表示二值化图像D对应各列中灰度值为0的像素数;在垂直投影直方图T_X的高度为0与非0的分界点(图11中白色区域与黑色区域在横坐标轴上的分界点)对应二值化图像D中对应列处进行图像切割,保留垂直投影直方图T_X高度非0对应的区域(图11中黑色区域),得到垂直投影分割图像S_X;

[0070] 1.6) 水平投影:对垂直投影分割图像S_X进行水平投影,得到水平投影直方图T_Y,如图12所示,水平投影直方图T_Y的宽度表示垂直投影分割图像S_X对应各行中灰度值为0的像素数;在水平投影直方图T_Y的宽度为0与非0的分界点(图12中白色区域与黑色区域在纵坐标轴上的分界点)对应垂直投影分割图像S_X中对应行处进行图像切割,保留水平投影直方图T_Y宽度非0对应的区域(图12中黑色区域),得到字符模板图像;

[0071] 1.7) 匹配模板保存:对步骤1.6)得到的字符模板图像进行保存,作为后续字符压印质量检验用的匹配模板,如图13所示;

[0072] 1.8) 字符压印质量检验:通过字符压印正确性判断方法实现汽车刹车片表面字符压印质量检验;该方法通过模板匹配算法分别对二值化图像D中的左右两侧字符区域,按照从上往下的字符压印顺序,逐个使用相应的匹配模板进行匹配并获取最佳匹配区域(即在字符区域中与匹配模板重合率最高的子区域),通过区域填充将每个匹配模板对应的最佳匹配区域填充为白色,最后根据填充后图像中剩余黑色像素数是否超过阈值实现汽车刹车片表面字符压印质量检验,若图像中剩余黑色像素数小于阈值,则字符压印质量合格,否

则,字符压印质量不合格。

[0073] 所述步骤1.1)中一种汽车刹车片字符区域自动定位方法,实现方法如下:

[0074] 2.1) 图像分割:采用基于灰度图像的OTSU自动阈值图像分割算法对汽车刹车片进行图像分割,获得二值图像B;二值图像B中非刹车片区域及刹车片两定位圆孔区域为背景,刹车片区域为前景,如图4所示,图中背景区域及刹车片两定位圆孔区域为黑色,刹车片区域为白色;

[0075] 2.2) 图像降噪:对二值图像B进行高斯模糊采用 9×9 的矩形高斯滤波器,横向滤波系数和纵向滤波系数均为2.。在高斯模糊的基础上采用不同的不同大小的矩形内核进行3轮腐蚀膨胀操作(先腐蚀后膨胀,先膨胀后腐蚀,先腐蚀后膨胀),所采用矩形内核大小分别为 15×15 、 20×20 、 10×10 ,进一步消除图像中的噪声点,获得滤波图像 L_B ,如图5所示;

[0076] 2.3) 两定位圆孔区域提取:通过 3×3 大小的BLOB分析模型,提取滤波图像 L_B 中的最大背景区域,并对其取反,将该最大背景区域转化为前景区域,剩余的背景区域即为刹车片两定位圆孔区域,从而实现刹车片两定位圆孔区域提取,如图6所示(图中黑白区域分布与实际情况相反,便于观察);读取两定位圆孔区域中灰度值为0的像素的图像横纵坐标,由于两定位圆孔区域分列刹车片左右两侧,其在图像坐标系中所对应的横坐标范围不同,因此,当定位圆孔区域像素横坐标小于图像总列数一半时,认为该像素属于左侧定位圆孔区域;当定位圆孔区域像素横坐标大于图像总列数一半时,认为该像素属于右侧定位圆孔区域;

[0077] 2.4) 两定位孔圆心坐标及间距计算:对圆孔区域内的所有像素点应用最小二乘法拟合圆公式求左右两定位圆孔的圆心坐标值 (X_L, Y_L) 、 (X_R, Y_R) ,并求两圆心间距 L ,如式(1)所示:

[0078]

$$L = \sqrt{(X_R - X_L)^2 + (Y_R - Y_L)^2} \quad (1)$$

[0079] 2.5) 刹车片倾斜角度计算:将刹车片两定位圆孔圆心连线与图像水平坐标轴所成夹角值 α 作为刹车片的倾斜角,其计算如式(2)所示:

[0080]

$$\alpha = \arctan\left(\frac{Y_R - Y_L}{X_R - X_L}\right) \quad (2)$$

[0081] 2.6) 图像旋转:将图像绕两定位圆孔圆心连线的中点A,旋转 $-\alpha$ 角度,使得两定位圆孔圆心连线与图像水平坐标轴平行;旋转后的左右两侧定位圆孔圆心坐标分别为 (X_l, Y_l) 、 (X_r, Y_r) ,其计算如式(3)所示:

[0082]

$$\begin{cases} X_l = \frac{X_L + X_R - L}{2} \\ X_r = \frac{X_L + X_R + L}{2} \\ Y_l = Y_r = \frac{Y_L + Y_R}{2} \end{cases} \quad (3)$$

[0083] 2.7) 字符区域外接矩形特征点坐标计算:定义左侧字符区域外接矩形的右上顶点

为该字符区域的特征点,右侧字符区域外接矩形的左上顶点为该字符区域的特征点;由于左右字符区域与左右定位圆孔圆心在刹车片表面的相对位置关系固定,据此,可根据左右定位圆孔圆心坐标计算出左右两侧字符区域特征点的图像坐标 (x_l, y_l) 、 (x_r, y_r) ,如式(4)所示:

[0084]

$$\begin{cases} x_l = X_l - aL \\ x_r = X_r + aL \\ y_l = y_r = Y_r - bL \end{cases} \quad (4)$$

[0085] 式中: a, b 为预设比例系数,为常数,经试验确定 $a=0.495, b=0.29$;

[0086] 2.8) 字符区域外接矩形的长宽计算(竖直方向为长,水平方向为宽):由于刹车片表面压印字符所在区域的大小固定,因此,可根据步骤2.4)所得的固定的两定位圆孔圆心间距 L 按比例确定字符区域外接矩形的长 m 及宽 n ,如式(5)所示:

$$[0087] \quad m=cL, n=dL \quad (5)$$

[0088] 式中: c, d 为预设比例系数,为常数,经试验确定 $c=0.19, d=0.079$;

[0089] 2.9) 字符区域定位:根据左右两侧字符区域特征点坐标 (x_l, y_l) 、 (x_r, y_r) 以及字符区域外接矩形长 m 及宽 n ,计算左右两侧字符区域外接矩形的其余3个顶点坐标,完成左右两侧字符区域定位,如式(6)所示:

[0090]

$$\begin{cases} x_{llu} = x_l - n, y_{llu} = y_l \\ x_{lld} = x_l - n, y_{lld} = y_l + m \\ x_{lrd} = x_l, y_{lrd} = y_l + m \\ x_{rru} = x_r + n, y_{rru} = y_r \\ x_{rrd} = x_r + n, y_{rrd} = y_r + m \\ x_{rld} = x_l, y_{rld} = y_{rld} + m \end{cases} \quad (6)$$

[0091] 式中: (x_{llu}, y_{llu}) 、 (x_{lld}, y_{lld}) 、 (x_{lrd}, y_{lrd}) 、 (x_{rru}, y_{rru}) 、 (x_{rrd}, y_{rrd}) 、 (x_{rld}, y_{rld}) 分别为左侧字符区域的左上角点、左下角点、右下角点以及右侧字符区域的右上角点、右下角点、左下角点的图像平面内的坐标。

[0092] 所述步骤1.8)中字符压印正确性判断方法,实现方法如下:

[0093] 3.1) 模板匹配:通过调用OpenCV库中的模板匹配函数(matchTemplate)分别对二值化图像 D 中的左右两侧字符区域,按照一定的顺序,逐个使用相应的匹配模板进行匹配,并获取最佳匹配区域(即在字符区域中与匹配模板重合率最高的子区域);用于进行匹配的特征参数为CV_TM_SQDIFF,即平方差,其数学表达如式(7)所示:

[0094]

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T(x', y') - I(x+x', y+y'))^2 \quad (7)$$

[0095] 式中, $T(x', y')$ 表示模板图像中第 x' 行第 y' 列像素点的灰度值, $I(x+x', y+y')$ 表示待识别图像中第 $x+x'$ 行第 $y+y'$ 列像素点的灰度值,且模板图像左上角点在待识别图像中的位于第 $x+1$ 行第 $y+1$ 列。

[0096] 由于左侧字符“T”和“J”在匹配过程可能会与其他字符发生误匹配,因此在左侧字符的模板匹配过程当中按照“D”、“R”、“U”、“J”、“T”的顺序来进行模板匹配。右侧字符的模板匹配过程则按照从上而下(即“F”、“F”、“0”、“0”、“2”)的顺序进行模板匹配;

[0097] 3.2) 最佳匹配区域填充:对最佳匹配区域进行图像填充,即将该最佳匹配区域中的全部像素均填充为白色,也就是将灰度值全部调整为255;填充区域大小为在匹配模板大小的基础上,在其上、下、左、右四个方向上分别拓宽3个像素,以确保已检验字符被完全覆盖,避免字符被重复检验;

[0098] 3.3) 返回步骤3.1),直至完成左右两侧字符区域中所有字符的匹配,转入步骤3.4):

[0099] 3.4) 统计左右两侧字符区域内灰度值为0的像素总数 S_N ;

[0100] 3.5) 根据左右两侧字符区域灰度值为0的像素总数 S_N ,判断字符压印质量是否合格:若 $S_N < T_N$ (T_N 为预设阈值),则字符压印正确,字符压印质量合格;否则,字符压印错误,字符压印质量不合格。经试验确定,预设阈值 $T_N=60$ 。

[0101] 按照上述步骤和方法对待测的216幅刹车片图像进行表面字符压印质量检验,字符区域定位的准确率为100%,字符检验的准确率为100%,检验速率为1.692s/幅,能够高效且准确地实现汽车刹车片表面字符压印质量检验。

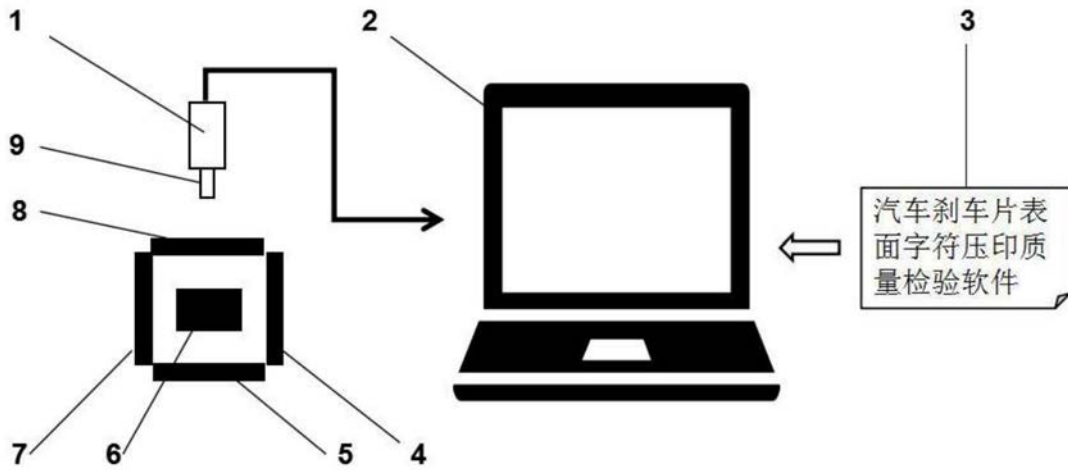


图1

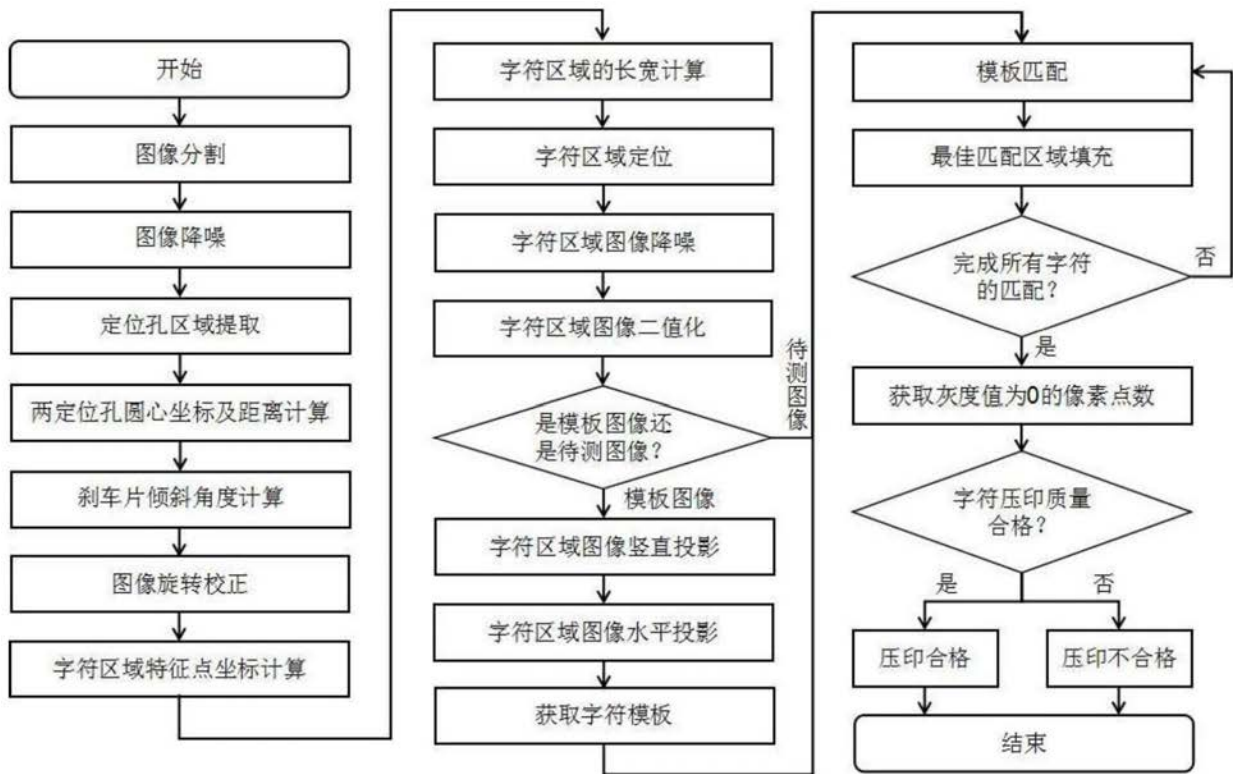


图2

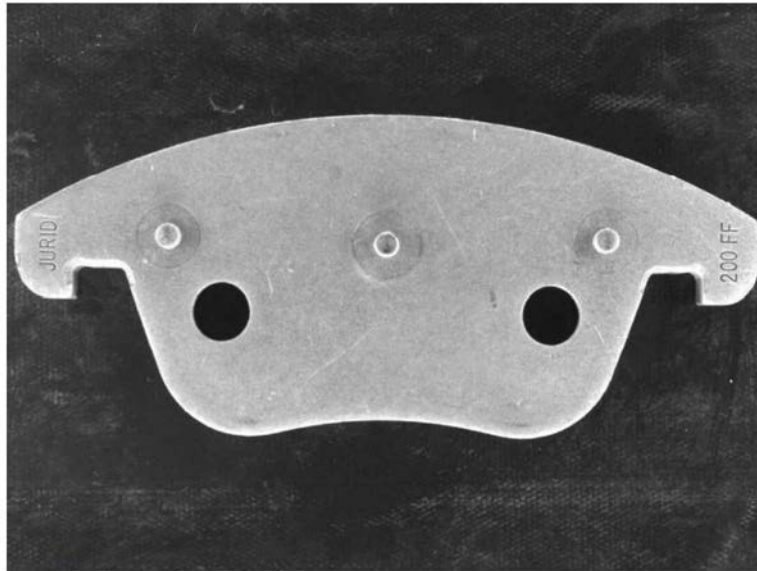


图3

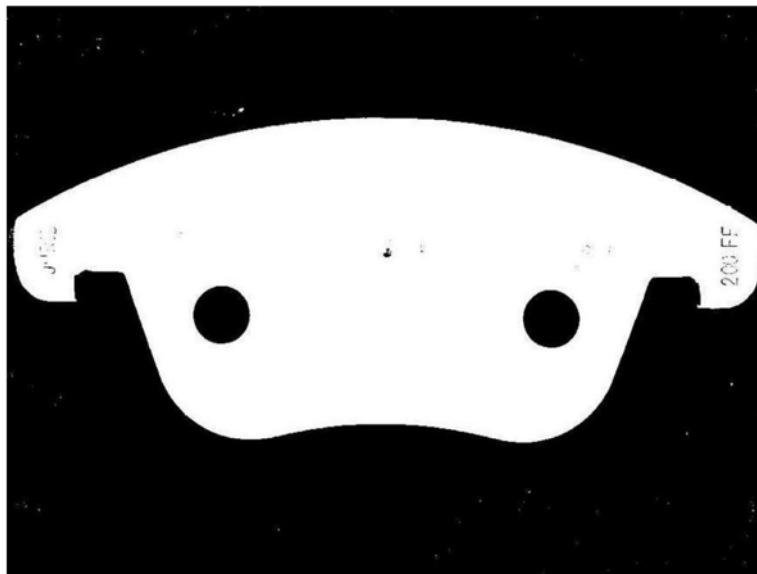


图4

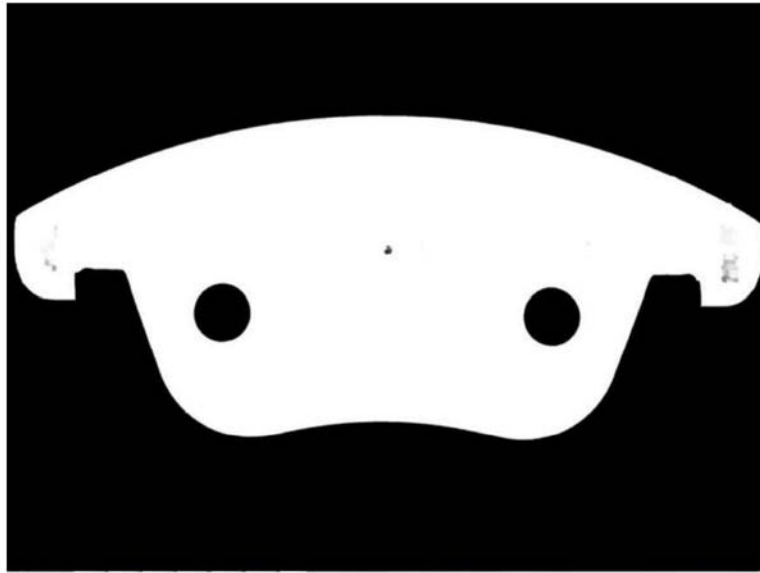


图5

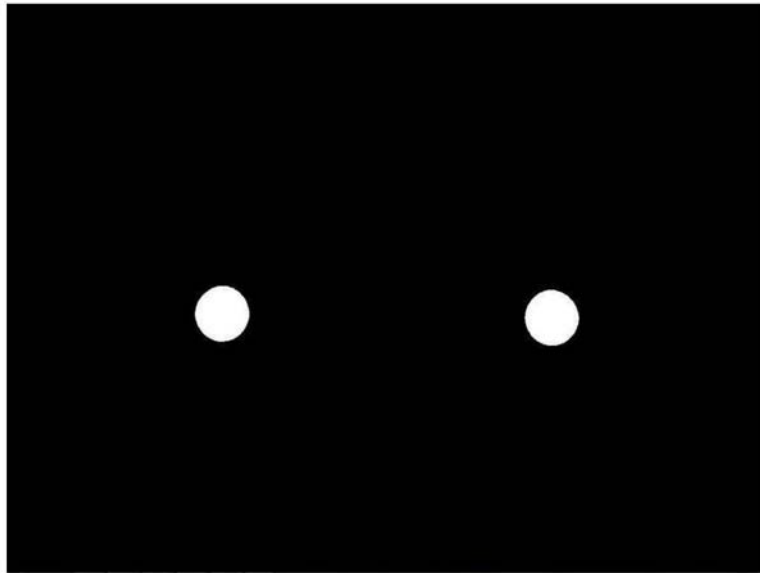


图6

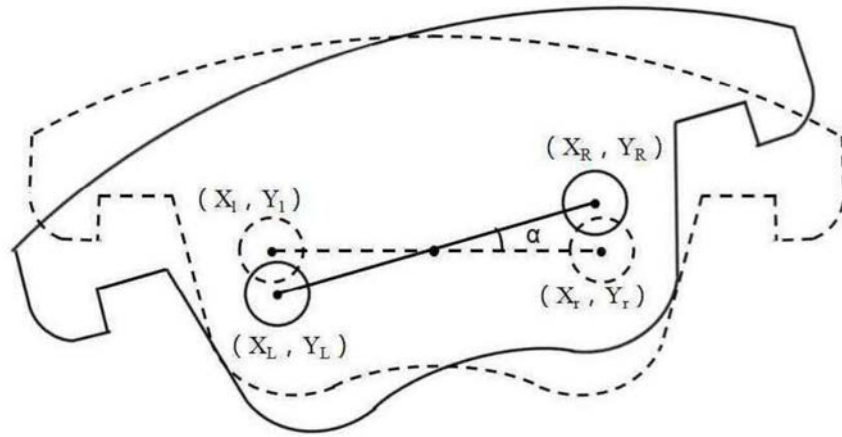


图7

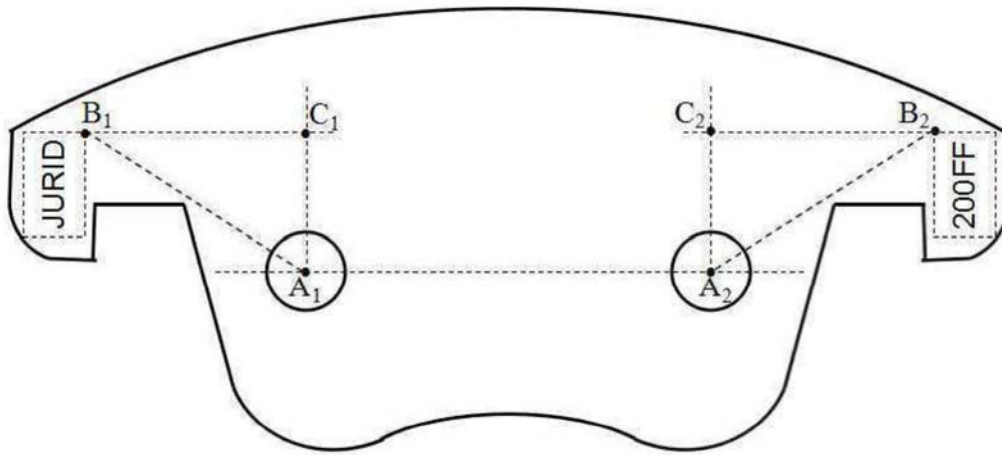


图8



图9

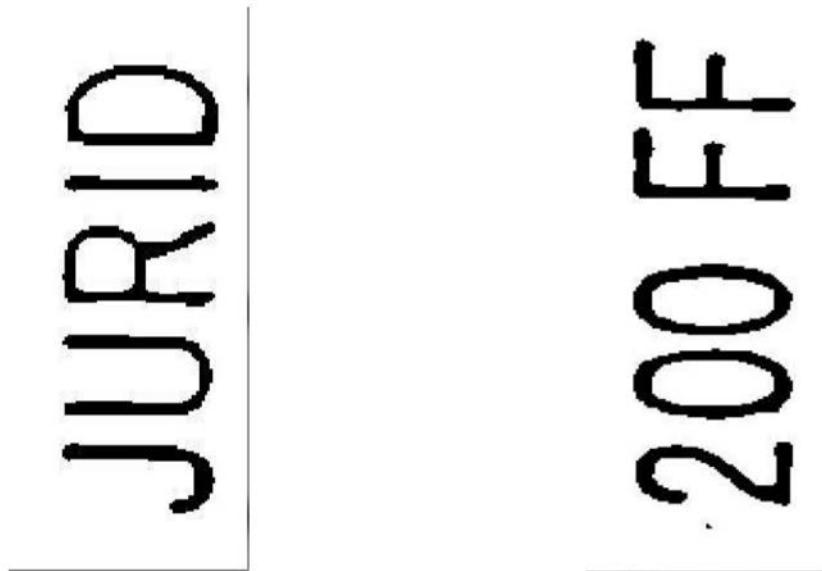


图10

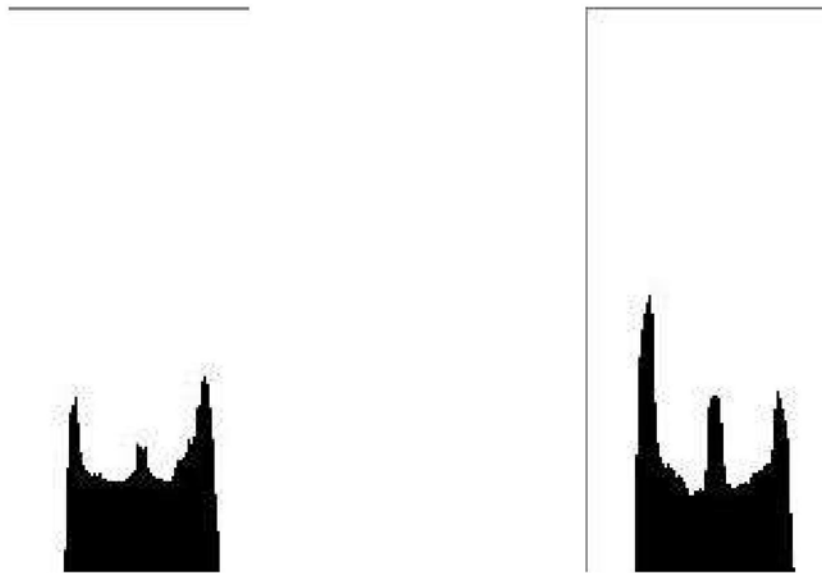


图11

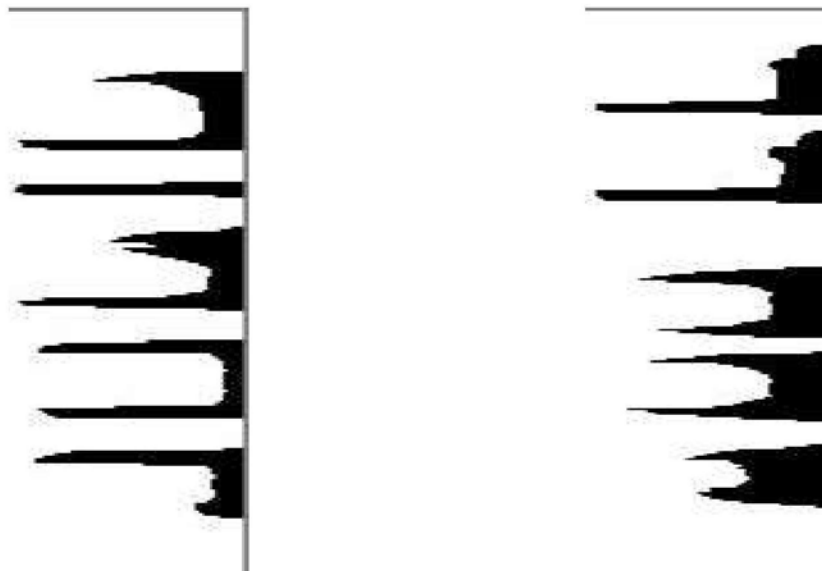


图12

F D F I O R O U 2 J
F I O R O U 2 J

图13