



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112233094 B

(45) 授权公告日 2021.06.25

(21) 申请号 202011110695.0

G06T 7/13 (2017.01)

(22) 申请日 2020.10.16

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112233094 A

CN 109472822 A, 2019.03.15

CN 105160682 A, 2015.12.16

CN 105550381 A, 2016.05.04

(43) 申请公布日 2021.01.15

US 2013042509 A1, 2013.02.21

(73) 专利权人 哈尔滨市科佳通用机电股份有限
公司

US 2013170703 A1, 2013.07.04

地址 150060 黑龙江省哈尔滨市经开区哈
平路集中区潍坊路2号

张鹤 等.城市轨道交通车辆智能化运维检
测.《应用技术》.2020,

审查员 唐银凤

(72) 发明人 张庆宇

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事
务所 23109

代理人 时起磊

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法、系统及装置

(57) 摘要

一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法、系统及装置,属于图像处理和设备检测技术领域。本发明是为了解决现有的视觉判断方法存在遗漏率高、误检率高的问题,以及神经网络判断方法存在工作量大和通用性效果不稳定的问题。本发明首先对待检测图形进行滤波,并利用检测算子模板与滤波图像像素卷积,获取当前像素的最大卷积值,如果卷积值大于等于255,则像素置为255;否则像素置为0,得到二值图像;然后对检测到的边缘进行补充;基于边缘补充后的边缘图像,查找连通域确定折断处并计算折断的长度和角度;从而实现车钩托梁折断的检测。主要用于车钩托梁的折断检测。



1. 一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

s1、对待检测图形进行滤波,即将卷积核与待检测图像进行卷积;

所述卷积核如下:

$$f_s(x, y) = f(x, y) * G(x, y) * C(x, y) \quad (1)$$

其中, $f(x, y)$ 表示输入图像数据, $G(x, y)$ 表示二维高斯函数, $f_s(x, y)$ 为卷积平滑后的图像, $C(x, y)$ 表示图像的内容函数, x 和 y 分别为二维图像像素的横纵坐标;

$$\text{图像的内容函数 } C(x, y) = \sum_x \sum_y (x - y)^2 f(x, y);$$

s2、针对于滤波图像进行边缘检测,利用检测算子模板 $Sobel_x$ 、 $Sobel_y$ 、 k_{45° 、 k_{135° 分别与滤波图像像素卷积,获取当前像素的最大卷积值,如果卷积值大于等于255,则像素置为

$$255; \text{ 否则像素置为 } 0, \text{ 得到二值图像; 所述的 } k_{45^\circ} = \begin{bmatrix} -2 & 3 & 3 \\ -2 & 0 & 3 \\ -1 & -2 & -2 \end{bmatrix}, k_{135^\circ} = \begin{bmatrix} 3 & 3 & -2 \\ 3 & 0 & -2 \\ -2 & -2 & -1 \end{bmatrix};$$

s3、对检测到的边缘进行补充;

s4、基于边缘补充后的边缘图像,查找连通域确定折断处并计算折断的长度和角度;从而实现车钩托梁折断的检测。

2. 根据权利要求1所述的一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法,其特征在于,所

述二维高斯函数 $G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$, $\sigma=1$, 高斯核选取 5×5 大小来进行高斯模糊。

3. 根据权利要求2所述的一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法,其特征在于,所述步骤s3中采用邻域灰度差法对检测到的边缘进行补充。

4. 根据权利要求3所述的一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法,其特征在于,所述用邻域灰度差法对检测到的边缘进行补充的具体过程包括以下步骤:

首先分别遍历二值图像像素,当二值图像的某一点 p 灰度值为255时,按照坐标找到其相邻的8个像素,分别计算这8个像素映射到输入图像的灰度值和 p 点对应原图的灰度值,然后分别计算邻域点和 p 的灰度差值,找到差值最小的一点 p_{min} , 就是损失的边缘点,把它的灰度值设置为255,再继续计算 p_{min} 的8个相邻像素,寻找到下一个边缘点,直到全部遍历完成。

5. 根据权利要求3所述的一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法,其特征在于, s4所述基于边缘补充后的边缘图像,查找连通域确定折断处并计算折断的长度和角度的过程包括以下步骤:

针对边缘补充后的边缘图像,通过查找白色像素点连通域方法得到所有轮廓,计算所有轮廓的外接矩形;然后根据矩形的面积和边长进行筛选,找到折断处的轮廓,进而得到轮廓的大小和与水平线的夹角。

6. 根据权利要求5所述的一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法,其特征在于,所述轮廓的外接矩形为轮廓的最小面积外接矩形。

7. 根据权利要求5所述的一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法,其特征在于,所述实现车钩托梁折断检测的过程包括以下步骤:

基于折断处的轮廓的大小和与水平线的夹角,与折断的角度和长度阈值进行比较,若

检测结果大于等于阈值,则进行报警。

8.一种基于图像处理的车钩托梁折断检测系统,其特征在于,所述系统用于执行权利要求1至7之一所述的一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法。

9.一种基于图像处理的车钩托梁折断检测装置,其特征在于,所述装置用于存储和/或运行权利要求8所述的一种基于图像处理的车钩托梁折断检测系统。

一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法、系统及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种车钩托梁折断检测方法、系统及装置,属于图像处理和设备检测技术领域。

背景技术

[0002] 铁路货车的车钩托梁折断会影响铁路货车的安全运行。目前的货车故障监控的方法为视觉判断,这种方法会受外界影响颇大,例如拍摄的图片不清晰,有水迹干扰等客观因素;人工分时性疲劳,注意力不集中等主观因素。都会造成部件故障的遗漏、误检等情况,影响货车行驶安全。

[0003] 因此,铁路货车检测领域亟需货车部件的故障自动化检测技术。目前也有一些自动化检测技术能够用于车钩托梁折断检测,但是由于车钩托梁所在部位存在结构比较复杂导致基于图像处理的技术存在很大难度,同时车钩托梁折断的形态不易被检测和识别到,所以现有的技术往往不能取得良好的效果,存在漏检率高和误检率高的问题。目前也有一些检测方法利用神经网络来进行铁路货车车钩托梁折断的检测,这种方法虽然能够较好的应用于车钩托梁折断检测,但是这种方法的准确性也依赖于训练过程所得到的模型的好坏,而训练过程还需要收到训练样本的影响,如果训练样本不能覆盖所有的情况(如天气光照影响、油污影响等),则模型的适用性和检测准确度将会收到严重影响,所以这种方法需要获取非常多的图像,这就需要花费大量的图像手机工作量,而且这种还存在通用性效果不稳定的问题,即A用户通过训练得到的训练好的模型,可能该模型的效果非常好,但是B用户训练得到的模型不一定能够取得同样好的效果。

发明内容

[0004] 本发明是为了解决现有的视觉判断方法存在遗漏率高、误检率高的问题,以及神经网络判断方法存在工作量大和通用性效果不稳定的问题。

[0005] 一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法,包括以下步骤:

[0006] s1、对待检测图形进行滤波,即将卷积核与待检测图像进行卷积;

[0007] 所述卷积核如下:

$$f_s(x, y) = f(x, y) * G(x, y) * C(x, y) \quad (1)$$

[0009] 其中, $f(x, y)$ 表示输入图像数据, $G(x, y)$ 表示二维高斯函数, $f_s(x, y)$ 为卷积平滑后的图像, $C(x, y)$ 表示图像的内容函数, x 和 y 分别为二维图像像素的横纵坐标;

[0010] 图像的内容函数 $C(x, y) = \sum_x \sum_y (x - y)^2 f(x, y)$;

[0011] s2、针对于滤波图像进行边缘检测,利用检测算子模板 $Sobel_x$ 、 $Sobel_y$ 、 k_{45° 、 k_{135° 分别与滤波图像像素卷积,获取当前像素的最大卷积值,如果卷积值大于等于255,则像素置为255;否则像素置为0,得到二值图像;

[0012] s3、对检测到的边缘进行补充;

[0013] s4、基于边缘补充后的边缘图像,查找连通域确定折断处并计算折断的长度和角度;从而实现车钩托梁折断的检测。

[0014] 进一步地,所述二维高斯函数 $G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$, $\sigma=1$, 高斯核选取 5×5 大小来进行高斯模糊。

[0015] 进一步地,所述的 $k_{45^\circ} = \begin{bmatrix} -2 & 3 & 3 \\ -2 & 0 & 3 \\ -1 & -2 & -2 \end{bmatrix}$, $k_{135^\circ} = \begin{bmatrix} 3 & 3 & -2 \\ 3 & 0 & -2 \\ -2 & -2 & -1 \end{bmatrix}$ 。

[0016] 进一步地,所述步骤s3中采用邻域灰度差法对检测到的边缘进行补充。

[0017] 进一步地,所述用邻域灰度差法对检测到的边缘进行补充的具体过程包括以下步骤:

[0018] 首先分别遍历二值图像像素,当二值图像的某一点p灰度值为255时,按照坐标找到其相邻的8个像素,分别计算这8个像素映射到原图的灰度值和p点对应原图的灰度值,然后分别计算邻域点和p的灰度差值,找到差值最小的一点 p_{\min} ,就是损失的边缘点,把它的灰度值设置为255,再继续计算 p_{\min} 的8个相邻像素,寻找到下一个边缘点,直到全部遍历完成。

[0019] 进一步地,s4所述基于边缘补充后的边缘图像,查找连通域确定折断处并计算折断的长度和角度的过程包括以下步骤:

[0020] 针对边缘补充后的边缘图像,通过查找白色像素点连通域方法得到所有轮廓,计算所有轮廓的外接矩形;然后根据矩形的面积和边长进行筛选,找到折断处的轮廓,进而得到轮廓的大小和与水平线的夹角。

[0021] 进一步地,所述轮廓的外接矩形为轮廓的最小面积外接矩形。

[0022] 进一步地,所述实现车钩托梁折断检测的过程包括以下步骤:

[0023] 基于折断处的轮廓的大小和与水平线的夹角,与折断的角度和长度阈值进行比较,若检测结果大于等于阈值,则进行报警。

[0024] 一种基于图像处理的车钩托梁折断检测系统,所述系统用于执行一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法。

[0025] 一种基于图像处理的车钩托梁折断检测装置,所述装置用于存储和/或运行一种基于图像处理的车钩托梁折断检测系统。

[0026] 有益效果:

[0027] 本发明可以实现货车故障检测自动化,且本发明不受人为因素影响,相比视觉判断方法本发明可以极大地提高检测效率、准确率和识别率。

[0028] 本发明根据折断图像的像素分布和边缘信息,设计特定的滤波算法和边缘检测算法,并对边缘进行补充,完善丢失且不连续的边缘信息,能够更好的检测折断,从而保证本发明的检测准确率。

[0029] 相比利用神经网络的检测方法,本发明可以节省大量的工作量,而且本发明具有通用性效果稳定的优点,利用本发明的用户可以实现相同的检测准确率。

附图说明

- [0030] 图1为故障识别流程图；
 [0031] 图2为车钩托梁图像；
 [0032] 图3为滤波之后的图像；
 [0033] 图4a为梯度图像,图4b为二值图像；
 [0034] 图5为边缘补充图像；
 [0035] 图6a为最大外接矩形图,图6b最小面积外接矩形图。

具体实施方式

- [0036] 具体实施方式一:结合图1具体说明本实施方式,
 [0037] 本实施方式为一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法,包括:
 [0038] 1、设计折断图像滤波算法
 [0039] 图2为要检测的原始折断图像,折断处在图中红色框(图中的方框)中。根据以往对故障的先验知识和对部件在物理上的受力分析可知,折断的裂纹会从车钩托梁两端开始向内部延伸,裂纹是连续的不会出现中途断裂的情况,且裂纹总体的延展方向会在水平方向上呈现一定的角度,是一个锐角。
 [0040] 通过观察图像可知,裂纹处会有较为明显的灰度变化和边缘变化。本发明设计的滤波算法可以使得裂纹会更加的明显以便于后续的检测。
 [0041] 图像滤波的原理是将一个矩阵和一副图像卷积,卷积之后的图像也就是滤波后的结果,这个矩阵也称之为卷积核。所以想要图像滤波之后达到什么样的效果,只要设计好特定的卷积核即可。本发明设计的卷积核是基于图像内容的高斯核函数,具体如下:
 [0042] $f(x, y)$ 表示输入图像数据, $G(x, y)$ 表示二维高斯函数, $f_s(x, y)$ 为卷积平滑后的图像, $C(x, y)$ 表示图像的内容函数, x 和 y 分别为二维图像像素的横纵坐标。本发明的图像内容函数反应了图像的清晰度和纹理的深浅,纹理越深效果越清晰,反之效果越模糊,所用的公式如下:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$$

[0043]
$$C(x, y) = \sum_x \sum_y (x-y)^2 f(x, y) \quad (1)$$

$$f_s(x, y) = f(x, y) * G(x, y) * C(x, y)$$

- [0044] 通过本发明的所设计的公式滤波出来的图像能使折断处的裂纹表现的更加明显,对于检测折断的工作提供了很好的基础。优选地,本发明选取标准差 $\sigma=1$,高斯核选取 5×5 大小来进行高斯模糊,测试非常适合处理折断的图像,使得图像具有非常好的清晰度和纹理。如图3所示的滤波图像。
 [0045] 2、设计边缘检测算法
 [0046] 针对于滤波图像进行边缘检测,由于折断产生的方向是不固定的,是四面八方的,所以在进行边缘检测的时候不能单纯的只对横轴方向和纵轴检测,这样会使得带角度的裂纹失去了某些边缘的信息。为了解决该问题,本发明研究出了专门应对此图像的边缘检测算子,增加了45度和135度(均与横轴夹角)的检测算子:

$$[0047] \quad k_{45^\circ} = \begin{bmatrix} -2 & 3 & 3 \\ -2 & 0 & 3 \\ -1 & -2 & -2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$[0048] \quad k_{135^\circ} = \begin{bmatrix} 3 & 3 & -2 \\ 3 & 0 & -2 \\ -2 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

[0049] 其中, k_{45° 为45度方向模板, k_{135° 为135度方向模板。

[0050] 本发明检测边缘的原理就是使检测算子模板分别与图像的每一个像素进行卷积, 卷积后的图像是一副梯度图, 也就是边缘检测图。算子模板里面的所有数字相加为0, 因为要保证图像没有灰度变化时卷积的结果为0。在实际的边缘检测中, 当出现水平折断时, 我们采用经典的Sobel边缘检测算法即可; 当出现带有一定角度折断时, 采用本发明所设计的边缘检测模板:

[0051] 利用4个检测算子模板 $Sobel_x$ 、 $Sobel_y$ 、 k_{45° 、 k_{135° 分别与滤波图像像素卷积时, 获取当前像素的最大卷积值, 如果卷积值大于等于255, 则像素置为255; 否则像素置为0。实际上为了后续检测, 本发明该步骤把检测后的梯度图像变成二值图像(二值图像是经过检测算子模板算法得到的), 如图4所示边缘检测的梯度图(图4a)和二值图(图4b)。

[0052] 3、设计边缘补充算法

[0053] 通过所得到的二值图像可以得知, 折断的部分虽然已经分了出来(图中的白色部分), 但是边缘部分的像素不连续存在断裂处, 我们需要对边缘进行补充以便于后续的检测。本发明采取邻域灰度差法进行补充, 首先分别遍历二值图像像素, 当二值图像的某一点 p 灰度值为255(即为白色像素)时, 按照坐标找到其相邻的8个像素, 分别计算这8个像素映射到输入图像(图2)的灰度值和 p 点对应原图的灰度值, 然后分别计算邻域点和 p 的灰度差值, 找到差值最小的一点 p_{min} , 那么这一点就是损失的边缘点, 把它的灰度值设置为255, 再继续计算 p_{min} 的8个相邻像素, 按照上述方法找到下一个边缘点, 直到全部遍历完成。如图5所示, 为边缘补充图像。

[0054] 4、查找连通域并计算折断的长度和角度

[0055] 通过边缘补充后的边缘图像, 可以通过查找白色像素点连通域方法得到所有轮廓, 计算所有轮廓的外接矩形, 这里我们计算的是轮廓的最小面积外接矩形, 因为这样可以得到矩形的旋转角度。然后根据矩形的面积和边长进行筛选, 找到折断处的轮廓, 进而得到轮廓的大小和与水平线的夹角, 完成对图像的检测过程。如图6所示, 图6中二值图像的所有聚在一起白色的像素点(也叫连通域)都有一个轮廓, 每个轮廓都有外接矩形, 图6a和图6b中有4个连通域, 可以对应4个外接矩形。通过筛选外接矩形的面积和边长, 就能筛选出图6中红色框选(图6a和图6b中的方框)的矩形, 因为它的面积最大, 边长最长, 所以很容易筛选出来。这也是滤波的原因, 去除了其他的干扰, 只让折断那个地方外接矩形最大。

[0056] 实际上在寻找外接矩形时候有两种形式: 第一种是最大外接矩形, 平行于水平轴的外接矩形, 这种是无论连通域什么样子, 检测出来的矩形框都是水平竖直的。如图6a所示。

[0057] 第二种就是最小面积外接矩形, 他不是水平竖直的, 会随着连通域的变化而变化,

通过求最小外接矩形,还可以求出折断的角度大小。如图6b所示。

[0058] 获取到的外接矩形后很容易就获得了这个矩形的面积,周长,边长等特征,然后遍历矩形就可以筛选了。通过筛选之后,图6中红色框为检测到的折断裂纹。

[0059] 设置折断的角度和长度为定值,若检测结果小于所设定值,则不报警;若检测结果大于设定数值则直接将信息上传到报警平台。

[0060] 具体实施方式二:

[0061] 本实施方式为一种基于图像处理的车钩托梁折断检测系统,所述系统用于执行一种基于图像处理的车钩托梁折断检测方法。

[0062] 具体实施方式三:

[0063] 本实施方式为一种基于图像处理的车钩托梁折断检测装置,所述装置用于存储和/或运行一种基于图像处理的车钩托梁折断检测系统。当用于存储一种基于图像处理的车钩托梁折断检测系统时,该装置可以是包括硬盘在内的存储装置,也可以是设置存储装置的计算机等设备。

[0064] 本发明还可有其它多种实施例,在不背离本发明精神及其实质的情况下,本领域技术人员当可根据本发明作出各种相应的改变和变形,但这些相应的改变和变形都应属于本发明所附的权利要求的保护范围。

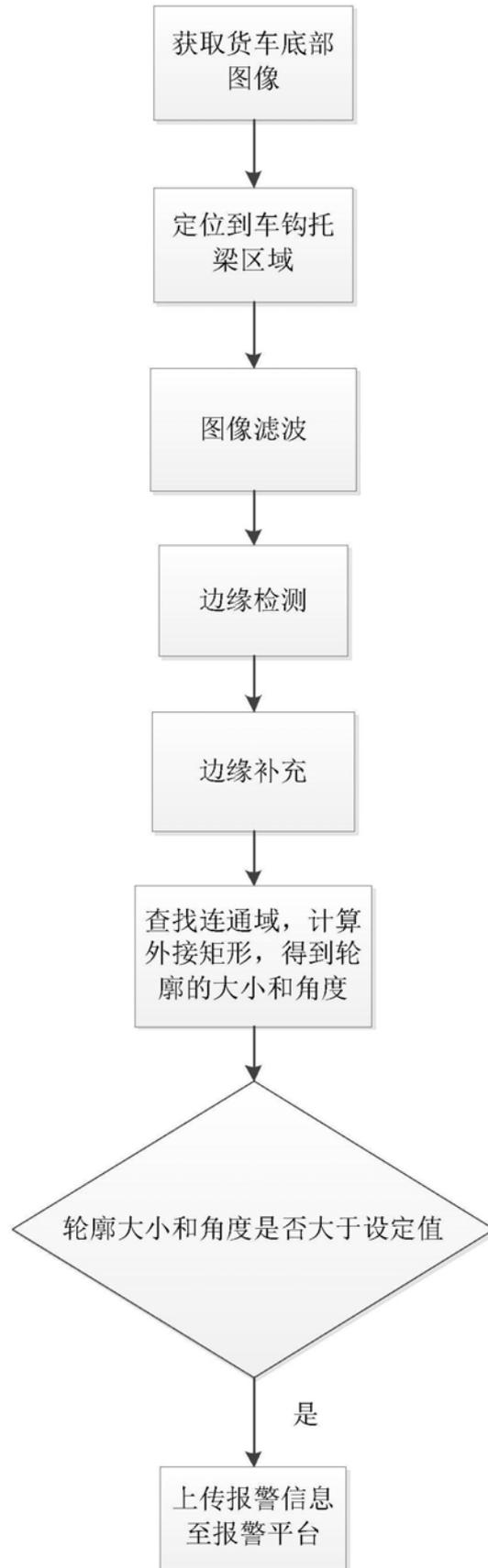


图1

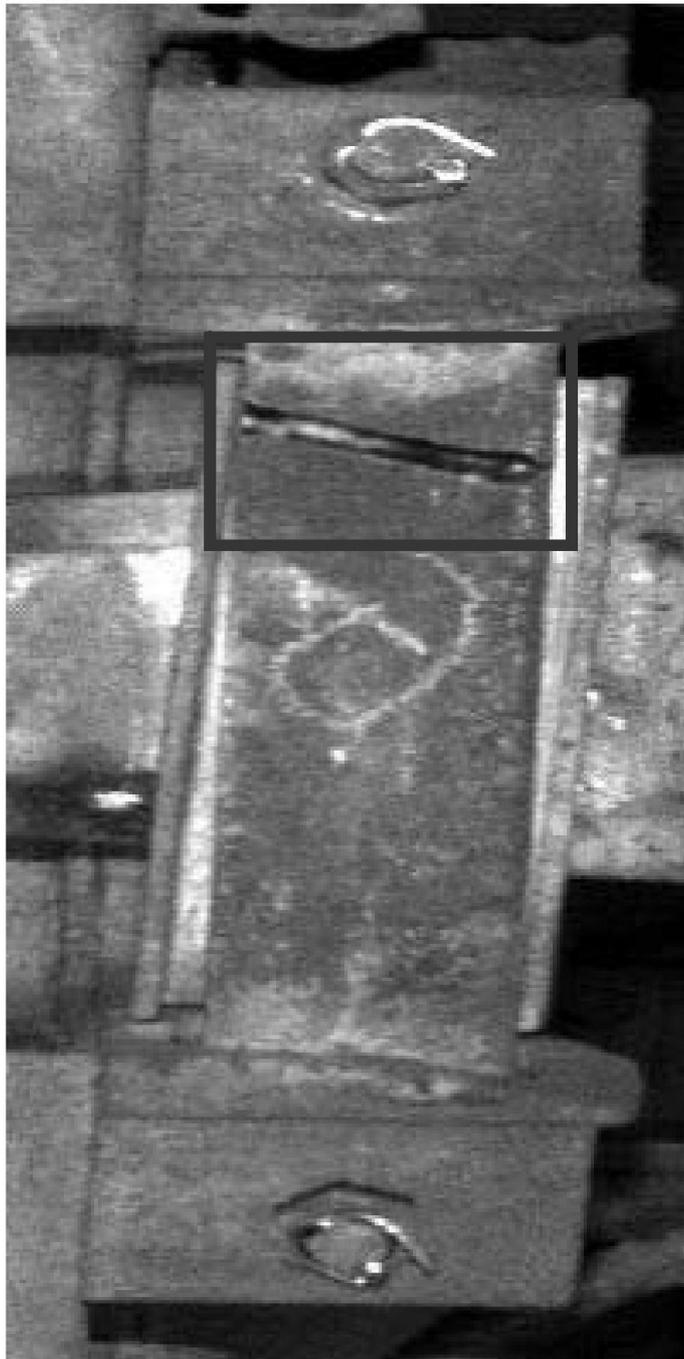


图2



图3



图4a

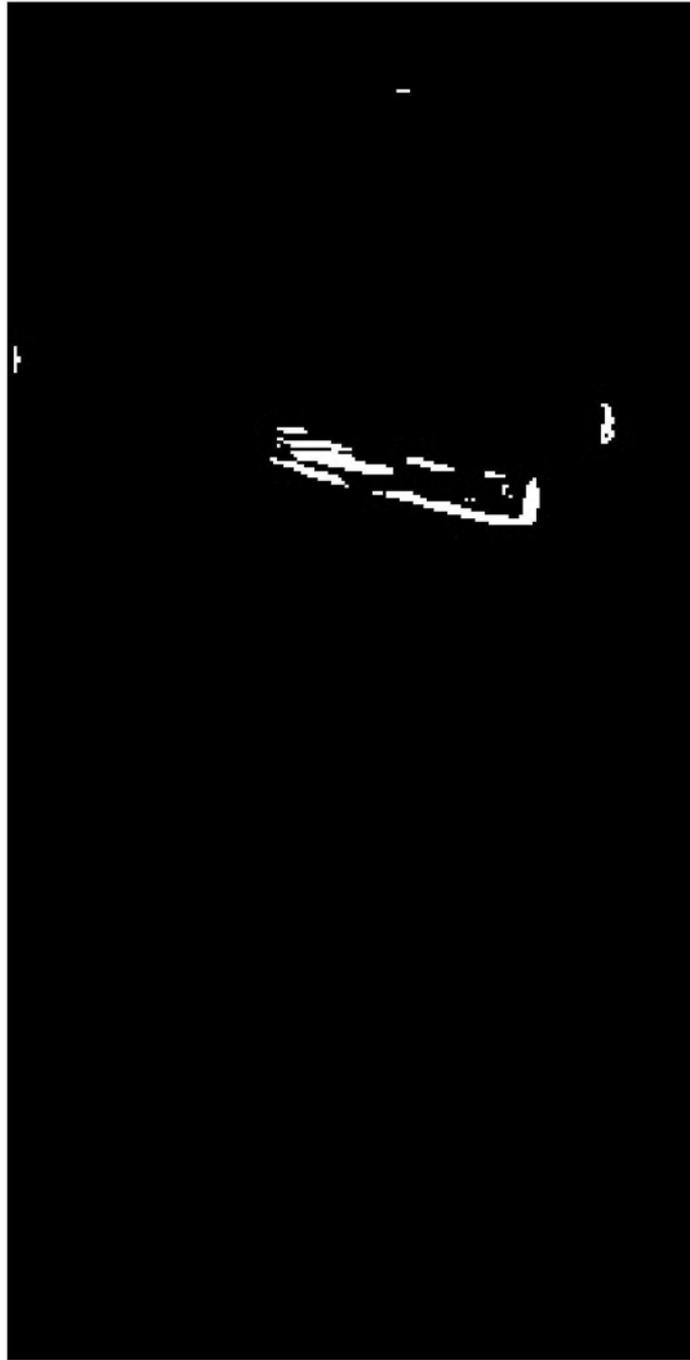


图4b

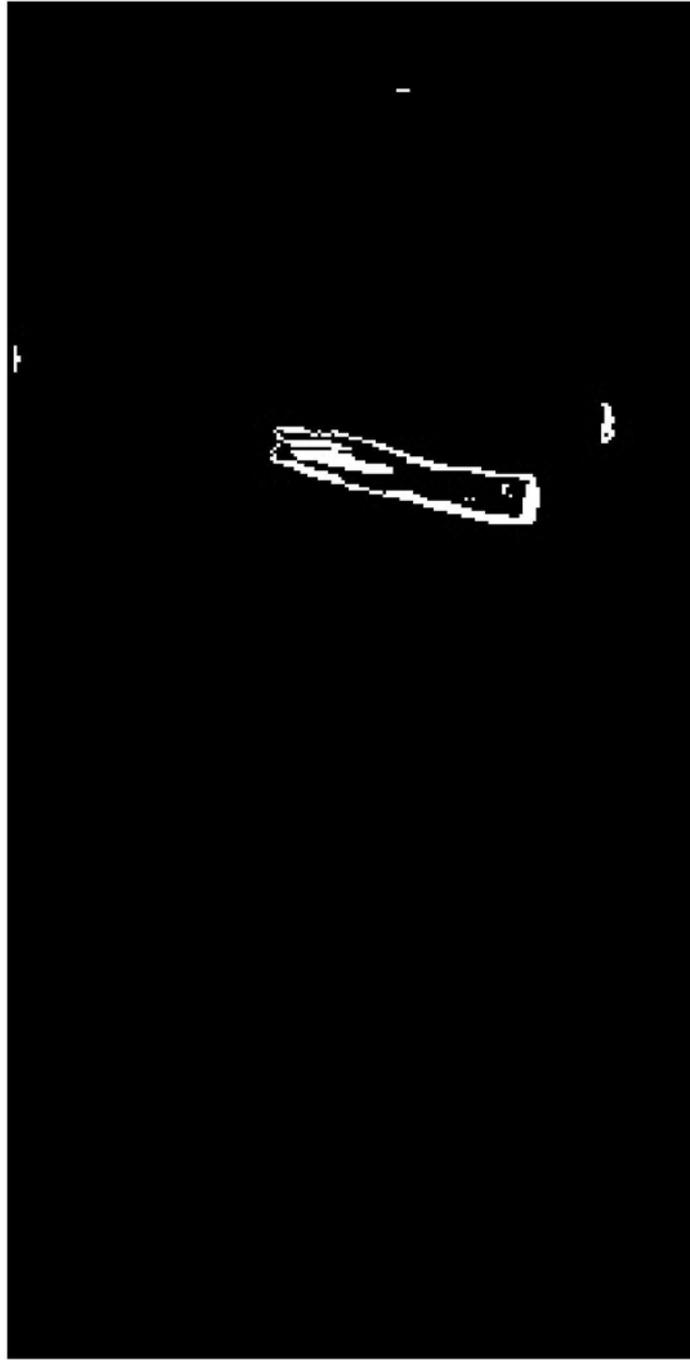


图5

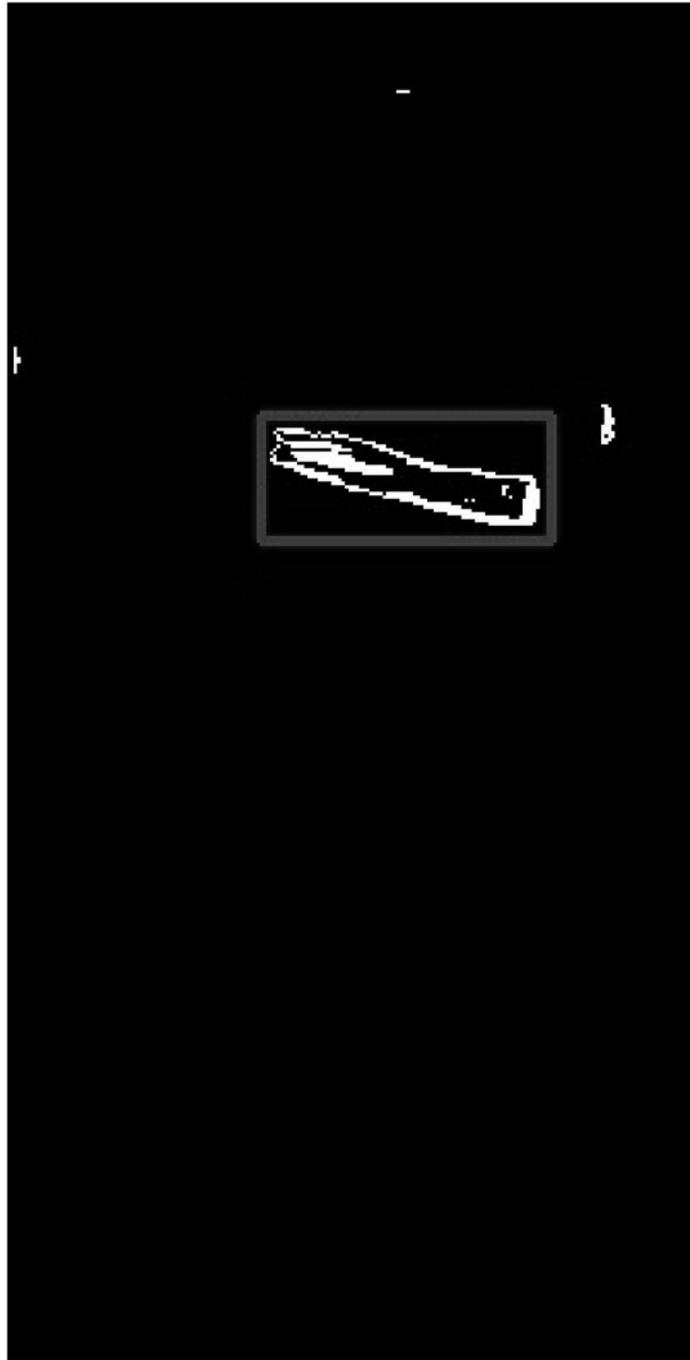


图6a

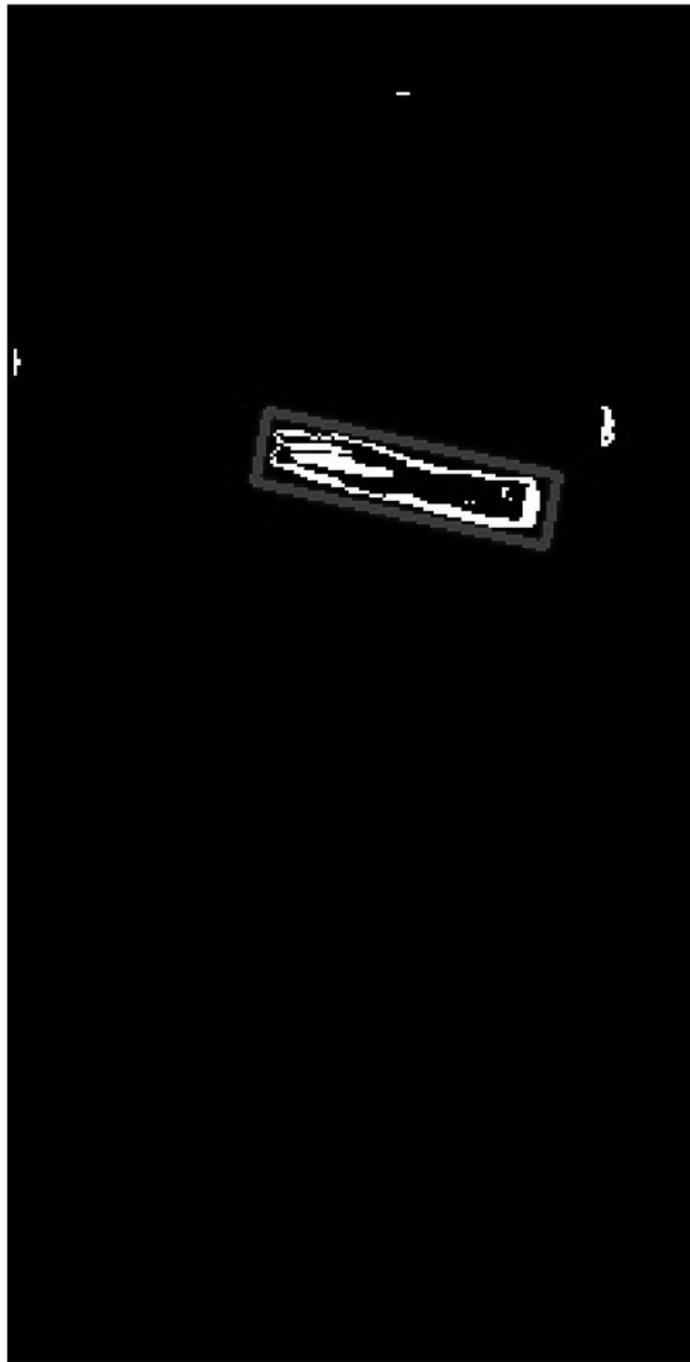


图6b