



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113139953 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 04

(21) 申请号 202110503176.9

G06T 7/136 (2017.01)

(22) 申请日 2021.05.10

G06T 5/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113139953 A

(56) 对比文件

US 6674904 B1, 2004.01.06

WO 2017152822 A1, 2017.09.14

(43) 申请公布日 2021.07.20

CN 102324092 A, 2012.01.18

(73) 专利权人 宁波永新光学股份有限公司
地址 315040 浙江省宁波市科技园区明珠路385号

审查员 邹盼盼

(72) 发明人 毛磊 杨洁 张克奇 郑驰
邱元芳 张琦

(74) 专利代理机构 宁波诚源专利事务有限公司 33102
专利代理师 徐雪波 邓青玲

(51) Int. Cl.
G06T 7/00 (2017.01)

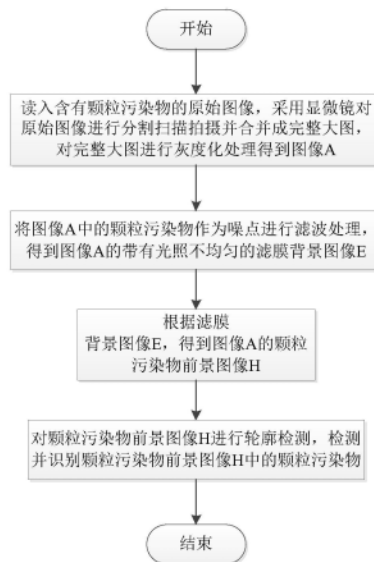
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

检测识别图像中的颗粒污染物的方法及计算机可读存储介质

(57) 摘要

本发明涉及检测识别图像中颗粒污染物的方法及计算机可读存储介质,其中的方法包括步骤S1、对原始图像进行分割扫描拍摄并合并成完整大图,对完整大图进行灰度化处理得到图像A;步骤S2、获取图像A的带有光照不均匀的滤滤波背景图像E;步骤S3、得到图像A的颗粒污染物前景图像H;步骤S4、对颗粒污染物前景图像H进行轮廓检测,检测并识别颗粒污染物前景图像H中颗粒污染物。与现有技术相比,本发明的优点在于:本发明将颗粒污染物作为噪点进行滤波处理,得到带有光照不均匀的滤波背景,再利用原始图像与滤膜背景得到颗粒污染物前景图像H,从而避免光照不均匀对颗粒污染物与滤膜背景的影响,使检测准确率得到很大的提升。



1. 一种检测识别图像中的颗粒污染物的方法,其特征包括如下步骤:

步骤S1、读入含有颗粒污染物的原始图像,采用显微镜对原始图像进行分割扫描拍摄并合并成完整大图,对完整大图进行灰度化处理得到图像A;

步骤S2、将图像A中的颗粒污染物作为噪点进行滤波处理,得到图像A的带有光照不均匀的滤膜背景图像E,具体包括:

步骤S2-1、对图像A进行二值化,得到图像B,其中二值化阈值为240,大于240置为255,否则置为0;

步骤S2-2、对图像B进行外轮廓检测,选择最大的外轮廓作为轮廓坐标L;

步骤S2-3、对图像A的轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素进行 $k*k$ 的中值滤波,得到中值滤波图像C;

所述步骤S2-3具体包括:

步骤S2-3-1、对图像A进行 $k*k$ 的中值滤波,得到图像A1;

步骤S2-3-2、将轮廓坐标L按照行坐标 y 从小到大,列坐标 x 从小到大进行排序,同一行坐标,保留最小和最大的列坐标,得到由每行两端轮廓坐标构成的集合 $LS = \{LSP_1, LSP_2, \dots, LSP_i\}$,其中 $LSP_i = \{y_i, x_{i\min}, x_{i\max}\}$; $x_{i\min}$ 为行坐标为 y_i 时对应的最小列坐标, $x_{i\max}$ 为行坐标为 y_i 时对应的最大列坐标; i 为轮廓坐标L中对应的最大行数;

步骤S2-3-3、根据轮廓坐标集合LS,将图像A中轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素点的像素值置为 u_1 ,轮廓坐标L外的像素点的像素值置为 u_2 ,得到图像A2;

步骤S2-3-4、对图像A1中轮廓坐标L及轮廓坐标L内部附近 m 个坐标进行中值滤波修改,得到修正后的中值滤波图像C;

所述步骤S2-3-4具体包括:

步骤S2-3-4-1、以坐标 $(y_i, x_{i\min})$ 为中心,再次进行 $k*k$ 的中值滤波,如果 $k*k$ 子块在图像A2中对应的位置像素点的像素值为 u_2 ,则图像A中对应的 $k*k$ 子块中相应位置像素点的像素值不纳入到中值计算中,仅将图像A中与图像A2对应的 $k*k$ 子块中像素值为 u_1 对应的位置像素点的像素值作为中值计算基础,得到坐标 $(y_i, x_{i\min})$ 修正后的中值滤波值;

步骤S2-3-4-2、按照步骤S2-3-4-1,对坐标 $(y_i, x_{i\min})$ 及向右 m 个像素点,坐标 $(y_i, x_{i\max})$ 及向左 m 个像素点进行相同的中值滤波处理,其中 $m < x_{i\max} - x_{i\min}$;

步骤S2-3-4-3、根据步骤S2-3-4-1、步骤S2-3-4-2遍历轮廓坐标集合LS,对图像A轮廓及内部附近 m 个坐标进行相同的中值滤波处理;

步骤S2-3-4-4、根据步骤S2-3-4-1、步骤S2-3-4-2、步骤S2-3-4-3将图像A1中轮廓坐标L及轮廓坐标L内部附近 m 个坐标轮廓坐标L及轮廓坐标L内部附近 m 个坐标的像素值用修正后的中值滤波值替换,其余值不变,得到修正后的中值滤波图像C;

步骤S2-4、对图像A的轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素进行 $(k*t)*(k*t)$ 的中值滤波,得到中值滤波图像D;

所述步骤S2-4具体包括:

步骤S2-4-1、将图像A的长和宽均缩小 t 倍,得到图像B1;

步骤S2-4-2、对图像B1进行 $k*k$ 中值滤波,得到图像B2;

步骤S2-4-3、将图像B2的长和宽均放大 t 倍,得到图像A轮廓坐标集合L及其内部像素进行 $495*495$ 的中值滤波图像D;

步骤S2-5、根据中值滤波图像C和中值滤波图像D提取滤膜背景图像E；

所述步骤S2-5具体包括：

步骤S2-5-1、计算图像C和图像D的绝对差分图像CD，并计算图像CD像素的平均值为d；

步骤S2-5-2、比较图像CD中每个像素点的像素值v与平均值d的大小，如果 $v > 2d$ ，则将中值滤波图像D对应像素点的像素值赋值给滤膜背景图像E对应位置的像素点；否则将中值滤波图像C对应像素点的像素值赋值给滤膜背景图像E对应位置的像素点；

步骤S3、根据滤膜背景图像E，得到图像A的颗粒污染物前景图像H；

步骤S4、对颗粒污染物前景图像H进行轮廓检测，检测并识别颗粒污染物前景图像H中的颗粒污染物。

2. 根据权利要求1所述的检测识别图像中的颗粒污染物的方法，其特征在于：所述步骤S3具体包括：

步骤S3-1、对图像A与滤膜背景图像E做图像绝对差分，得到图像F；

步骤S3-2、对图像F进行二值化得到图像G；

步骤S3-3、对图像G进行核大小为 5×5 的闭运算得到颗粒污染物前景图像H。

3. 根据权利要求2所述的检测识别图像中的颗粒污染物的方法，其特征在于：所述步骤S3-2通过如下方案实现：

步骤S3-2-1、对图像F做灰度直方图统计，记为 $c = \{c_0, c_1, \dots, c_{255}\}$ ；

步骤S3-2-2、计算除0以外的灰度值概率，记为 $p = \{p_1, p_2, \dots, p_{255}\}$ ， p_i 为：

$$p_i = c_i / \sum_{j=1}^{255} c_j$$

步骤S3-2-3、计算概率 $\{p_1, p_2, \dots, p_{255}\}$ 的平均值 p_a ；

步骤S3-2-4、遍历概率 $\{p_1, p_2, \dots, p_{255}\}$ ，以第一个 $p_u < p_a$ 对应的像素值u作为阈值对图像F进行二值化，得到图像G。

4. 根据权利要求1所述的检测识别图像中的颗粒污染物的方法，其特征在于：所述步骤S4中，除了检测并识别颗粒污染物前景图像H中颗粒污染物外，还对检测识别出的颗粒污染物进行分类计数，具体包括：

步骤S4-1、对颗粒污染物前景图像H进行轮廓检测，得到图像A中每个颗粒污染物的外轮廓，从而检测识别出颗粒污染物；

步骤S4-2、根据每个颗粒污染物的外轮廓大小判断颗粒污染物是否为纤维；

步骤S4-3、对非纤维颗粒污染物根据亮度占比判断是否为金属；

步骤S4-4、根据颗粒污染物的大小和类别进行分类统计。

5. 根据权利要求4所述的检测识别图像中的颗粒污染物的方法，其特征在于：

所述步骤S4-2具体包括：

步骤S4-2-1、以轮廓坐标最远距离作为颗粒污染物的长度，记为l；以轮廓最小外接矩形的宽作为颗粒污染物的宽度，记为w；

步骤S4-2-2、如果颗粒污染物的长和宽满足 $l/w > 10$ 或者轮廓面积s满足 $s/(l*w) < 0.3$ ，则判断该颗粒污染物为纤维；否则判断该颗粒污染物为非纤维；

所述步骤S4-3具体包括：

步骤S4-3-1、在图像A中取出非纤维颗粒污染物图像,统计像素值大于240的个数为n;

步骤S4-3-2、如果个数n与轮廓面积s满足 $n/s > 0.1$,则判断该颗粒污染物为金属;否则判断该颗粒污染物为非金属。

6.一种计算机可读存储介质,存储有计算机程序,且能被处理器读取并执行,其特征在于:所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至5中任一项所述的检测识别图像中的颗粒污染物的方法。

检测识别图像中的颗粒污染物的方法及计算机可读存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及一种检测识别图像中的颗粒污染物的方法及计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 随着社会经济水平的不断提高,汽车持有量逐年增加。据公安部统计数据显示,截至2020年底,全国汽车保有量达2.81亿辆,比2019年增长8.1%。用户对汽车的质量要求不断提高,其中清洁度作为汽车变速器总成及零部件的一项关键指标,对变速器总成的性能和寿命有直接影响,零部件清洁度测试是提升产品可靠性的重要手段之一。因此,对零部件清洁度进行控制和监测成为了汽车生产过程中必不可少的步骤。颗粒污染物的识别助于提升系统零部件清洁度的测量精度,促进系统向可靠性更高的方向发展。

[0003] 针对颗粒污染物清洁度的检测,国际标准ISO 16232:2018中的光学分析方法给出了详细的步骤及参数:1)灰度直方图统计;2)以直方图最高点对应的像素值的0.7倍像素值和1.45倍像素值做二值化;3)对二值化图像做膨胀和腐蚀操作;4)分类统计。然而由于实际显微镜扫描拍摄时,由于光照的不均匀使得成像的图片中间偏亮,四周偏暗,导致中间的颗粒污染物亮度与四周的滤网膜背景亮度非常接近,直接使用标准步骤和参数检测时效果非常差。因此,需要根据实际情况进行算法优化,才能满足实际应用需求。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的第一个技术问题是针对上述现有技术提供一种抗光照不均匀能力强、检测效率高的检测识别图像中的颗粒污染物的方法。

[0005] 本发明所要解决的第二个技术问题是提供一种计算机可读存储介质。

[0006] 本发明解决上述第一个技术问题所采用的技术方案为:一种检测识别图像中的颗粒污染物的方法,其特征在于包括如下步骤:

[0007] 步骤S1、读入含有颗粒污染物的原始图像,采用显微镜对原始图像进行分割扫描拍摄并合并成完整大图,对完整大图进行灰度化处理得到图像A;

[0008] 步骤S2、将图像A中的颗粒污染物作为噪点进行滤波处理,得到图像A的带有光照不均匀的滤膜背景图像E;

[0009] 步骤S3、根据滤膜背景图像E,得到图像A的颗粒污染物前景图像H;

[0010] 步骤S4、对颗粒污染物前景图像H进行轮廓检测,检测并识别颗粒污染物前景图像H中颗粒污染物。

[0011] 作为改进,所述步骤S2具体包括:

[0012] 步骤S2-1、对图像A进行二值化,得到图像B;

[0013] 步骤S2-2、对图像B进行外轮廓检测,选择最大的外轮廓作为轮廓坐标L;

[0014] 步骤S2-3、对图像A的轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素进行k*k的中值滤波,得到中值滤波图像C;

[0015] 步骤S2-4、对图像A的轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素进行(k*t)*(k*t)的中值

滤波,得到中值滤波图像D;

[0016] 步骤S2-5、根据中值滤波图像C和中值滤波图像D提取滤膜背景图像E。

[0017] 再改进,所述步骤S2-3通过如下进方案实现:

[0018] 步骤S2-3-1、对图像A进行 $k*k$ 的中值滤波,得到图像A1;

[0019] 步骤S2-3-2、将轮廓坐标L按照行坐标 y 从小到大,列坐标 x 从小到大进行排序,同一行坐标,保留最小和最大的列坐标,得到由每行两端轮廓坐标构成的集合 $LS = \{LSP_1, LSP_2, \dots, LSP_i\}$,其中 $LSP_i = \{y_i, x_{i_{\min}}, x_{i_{\max}}\}$; $x_{i_{\min}}$ 为行坐标为 y_i 时对应的最小列坐标,中 $x_{i_{\max}}$ 为行坐标为 y_i 时对应的最大列坐标; i 为轮廓坐标L中对应的最大行数;

[0020] 步骤S2-3-3、根据轮廓坐标集合LS,将图像A中轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素点的像素值置为 u_1 ,轮廓坐标L外的像素点的像素值置为 u_2 ,得到图像A2;

[0021] 步骤S2-3-4、对图像A1中轮廓坐标L及轮廓坐标L内部附近 m 个坐标进行中值滤波修改,得到修正后的中值滤波图像C,具体包括:

[0022] 步骤S2-3-4-1、以坐标 $(y_i, x_{i_{\min}})$ 为中心,再次进行 $k*k$ 的中值滤波,如果 $k*k$ 子块在图像A2中对应的位置像素点的像素值为 u_2 ,则图像A中对应的 $k*k$ 子块中相应位置像素点的像素值不纳入到中值计算中,仅将图像A中与图像A2对应的 $k*k$ 子块中像素值为 u_1 对应的位置像素点的像素值作为中值计算基础,得到坐标 $(y_i, x_{i_{\min}})$ 修正后的中值滤波值;

[0023] 步骤S2-3-4-2、按照步骤S2-3-4-1,对坐标 $(y_i, x_{i_{\min}})$ 及向右 m 个像素点,坐标 $(y_i, x_{i_{\max}})$ 及向左 m 个像素点进行相同的中值滤波处理,其中 $m < x_{i_{\max}} - x_{i_{\min}}$;

[0024] 步骤S2-3-4-3、根据步骤S2-3-4-1、步骤S2-3-4-2遍历轮廓坐标集合LS,对图像A轮廓及内部附近 m 个坐标进行相同的中值滤波处理;

[0025] 步骤S2-3-4-4、根据步骤S2-3-4-1、步骤S2-3-4-2、步骤S2-3-4-3将图像A1中轮廓坐标L及轮廓坐标L内部附近 m 个坐标轮廓坐标L及轮廓坐标L内部附近 m 个坐标的像素值用修正后的中值滤波值替换,其余值不变,得到修正后的中值滤波图像C。

[0026] 再改进,所述步骤S2-4具体包括:

[0027] 步骤S2-4-1、将图像A的长和宽均缩小 t 倍,得到图像B1;

[0028] 步骤S2-4-2、对图像B1进行 $k*k$ 中值滤波,得到图像B2;

[0029] 步骤S2-4-3、将图像B2的长和宽均放大 t 倍,得到图像A轮廓坐标集合L及其内部像素的 $(k*t)*(k*t)$ 中值滤波图像D。

[0030] 再改进,所述步骤S2-5具体包括:

[0031] 步骤S2-5-1、对中值滤波图像C和中值滤波图像D做图像绝对差分,得到图像CD,并计算图像CD像素的平均值 d ;

[0032] 步骤S2-5-2、比较图像CD中每个像素点的像素值 v 与平均值 d 的大小,如果 $v > 2d$,则将中值滤波图像D对应像素点的像素值赋值给滤膜背景图像E对应位置的像素点;否则将中值滤波图像C对应像素点的像素值赋值给滤膜背景图像E对应位置的像素点。

[0033] 再改进,所述步骤S3具体包括:

[0034] 步骤S3-1、对图像A与滤膜背景图像E做图像绝对差分,得到图像F;

[0035] 步骤S3-2、对图像F进行二值化得到图像G;

[0036] 步骤S3-3、对图像G进行核大小为 $5*5$ 的闭运算得到颗粒污染物前景图像H。

[0037] 再改进,所述步骤S3-2通过如下进方案实现:

[0038] 步骤S3-2-1、对图像F做灰度直方图统计,记为 $c = \{c_0, c_1, \dots, c_{255}\}$;

[0039] 步骤S3-2-2、计算除0以外的灰度值概率,记为 $p = \{p_1, p_2, \dots, p_{255}\}$, p_i 为:

$$[0040] \quad p_i = c_i / \sum_{j=1}^{255} c_j$$

[0041] 步骤S3-2-3、计算概率 $= \{p_1, p_2, \dots, p_{255}\}$ 的平均值 p_a ;

[0042] 步骤S3-2-4、遍历概率 $= \{p_1, p_2, \dots, p_{255}\}$,以第一个 $p_u < p_a$ 对应的像素值 u 作为阈值对图像F进行二值化,得到图像G。

[0043] 再改进,所述步骤S4中,除了检测并识别颗粒污染物前景图像H中颗粒污染物外,还对检测识别出的颗粒污染物进行分类计数,具体包括:

[0044] 步骤S4-1、对颗粒污染物前景图像H进行轮廓检测,得到图像A中每个颗粒污染物的外轮廓,从而检测识别出颗粒污染物;

[0045] 步骤S4-2、根据每个颗粒污染物的外轮廓大小判断颗粒污染物是否为纤维;

[0046] 步骤S4-3、对非纤维颗粒污染物根据亮度占比判断是否为金属;

[0047] 步骤S4-4、根据颗粒污染物的大小和类别进行分类统计。

[0048] 再改进,所述步骤S4-2具体包括:

[0049] 步骤S4-2-1、以轮廓坐标最远距离作为颗粒污染物的长度,记为 l ;以轮廓最小外接矩形的宽作为颗粒污染物的宽度,记为 w ;

[0050] 步骤S4-2-2、如果颗粒污染物的长和宽满足 $l/w > 10$ 或者轮廓面积 s 满足 $s / (l * w) < 0.3$,则判断该颗粒污染物为纤维;否则判断该颗粒污染物为非纤维;

[0051] 所述步骤S4-3具体包括:

[0052] 步骤S4-3-1、在图像A中取出非纤维颗粒污染物图像,统计像素值大于240的个数为 n ;

[0053] 步骤S4-3-2、如果个数 n 与轮廓面积 s 满足 $n/s > 0.1$,则判断该颗粒污染物为金属;否则判断该颗粒污染物为非金属。

[0054] 本发明解决上述第二个技术问题所采用的技术方案为:一种计算机可读存储介质,存储有计算机程序,且能被处理器读取并执行,其特征在于:所述计算机程序被处理器执行时实现上述检测识别图像中的颗粒污染物的方法。

[0055] 与现有技术相比,本发明的优点在于:本发明将颗粒污染物作为噪点进行滤波处理,得到带有光照不均匀的滤膜背景,再利用原始图像与滤膜背景得到颗粒污染物前景图像H,从而避免光照不均匀对颗粒污染物与滤膜背景的影响,使检测准确率得到很大的提升。

附图说明

[0056] 图1为本发明实施例中的检测识别图像中的颗粒污染物的方法流程示意图。

[0057] 图2为本发明实施例中图像A的示意图。

[0058] 图3为本发明实施例中各步骤中的3*3子块局部效果示意图。

[0059] 图4a为本发明实施例中实验采用的原始图像示意图;

[0060] 图4b为根据国际标准ISO 16232:2018中的步骤对图4a进行检测后的结果示意图。

[0061] 图4c 为根据本发明实施例中提供的方法进行检测后的结果示意图。

具体实施方式

[0062] 以下结合附图实施例对本实用新型作进一步详细描述。

[0063] 如图1所示的检测识别图像中的颗粒污染物的方法,其包括以下步骤:

[0064] 步骤S1、读入含有颗粒污染物的原始图像,采用显微镜对原始图像进行分割扫描拍摄并合并成完整大图,对完整大图进行灰度化处理得到图像A;原始图像可以为一张图像,也可以包括多种图像组成的图像序列;

[0065] 步骤S2、将图像A中的颗粒污染物作为噪点进行滤波处理,得到图像A的带有光照不均匀的滤膜背景图像E,具体包括:

[0066] 步骤S2-1、对图像A进行二值化,得到图像B;

[0067] 步骤S2-2、对图像B进行外轮廓检测,选择最大的外轮廓作为轮廓坐标L;

[0068] 步骤S2-3、对图像A的轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素进行 $k*k$ 的中值滤波,得到中值滤波图像C,该步骤具体包括:

[0069] 步骤S2-3-1、对图像A进行 $k*k$ 的中值滤波,得到图像A1;

[0070] 步骤S2-3-2、将轮廓坐标L按照行坐标 y 从小到大,列坐标 x 从小到大进行排序,同一行坐标,保留最小和最大的列坐标,得到由每行两端轮廓坐标构成的集合 $LS = \{LSP_1, LSP_2, \dots, LSP_i\}$,其中 $LSP_i = \{y_i, x_{i\min}, x_{i\max}\}$; $x_{i\min}$ 为行坐标为 y_i 时对应的最小列坐标, $x_{i\max}$ 为行坐标为 y_i 时对应的最大列坐标; i 为轮廓坐标L中对应的最大行数;

[0071] 步骤S2-3-3、根据轮廓坐标集合LS,将图像A中轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素点的像素值置为 u_1 ,轮廓坐标L外的像素点的像素值置为 u_2 ,得到图像A2;

[0072] 步骤S2-3-4、对图像A1中轮廓坐标L及轮廓坐标L内部附近 m 个坐标进行中值滤波修改,得到修正后的中值滤波图像C,该步骤具体包括:

[0073] 步骤S2-3-4-1、以坐标 $(y_i, x_{i\min})$ 为中心,再次进行 $k*k$ 的中值滤波,如果 $k*k$ 子块在图像A2中对应的位置像素点的像素值为 u_2 ,则图像A中对应的 $k*k$ 子块中相应位置像素点的像素值不纳入到中值计算中,仅将图像A中与图像A2对应的 $k*k$ 子块中像素值为 u_1 对应的位置像素点的像素值作为中值计算基础,得到坐标 $(y_i, x_{i\min})$ 修正后的中值滤波值;

[0074] 步骤S2-3-4-2、按照步骤S2-3-4-1,对坐标 $(y_i, x_{i\min})$ 及向右 m 个像素点,坐标 $(y_i, x_{i\max})$ 及向左 m 个像素点进行相同的中值滤波处理,其中 $m < x_{i\max} - x_{i\min}$;

[0075] 步骤S2-3-4-3、根据步骤S2-3-4-1、步骤S2-3-4-2遍历轮廓坐标集合LS,对图像A轮廓及内部附近 m 个坐标进行相同的中值滤波处理;

[0076] 步骤S2-3-4-4、根据步骤S2-3-4-1、步骤S2-3-4-2、步骤S2-3-4-3将图像A1中轮廓坐标L及轮廓坐标L内部附近 m 个坐标轮廓坐标L及轮廓坐标L内部附近 m 个坐标的像素值用修正后的中值滤波值替换,其余值不变,得到修正后的中值滤波图像C

[0077] 步骤S2-4、对图像A的轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素进行 $(k*t)*(k*t)$ 的中值滤波,得到中值滤波图像D,该步骤具体包括:

[0078] 步骤S2-4-1、将图像A的长和宽均缩小 t 倍,得到图像B1;

[0079] 步骤S2-4-2、对图像B1进行 $k*k$ 中值滤波,得到图像B2;

[0080] 步骤S2-4-3、将图像B2的长和宽均放大 t 倍,得到图像A轮廓坐标集合L及其内部像素进行 $(k*t)*(k*t)$ 的中值滤波图像D;

[0081] 步骤S2-5、根据中值滤波图像C和中值滤波图像D提取滤膜背景图像E,该步骤具体

包括步骤S2-5-1、对 中值滤波图像C和中值滤波图像D做图像绝对差分,得到图像CD,并计算图像CD像素的平均值d;

[0082] 步骤S2-5-2、比较图像CD中每个像素点的像素值v与平均值d的大小,如果 $v > 2d$,则将中值滤波图像D对应像素点的像素值赋值给滤膜背景图像E对应位置的像素点;否则将中值滤波图像C对应像素点的像素值赋值给滤膜背景图像E对应位置的像素点。

[0083] 步骤S2-4、对图像A的轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素进行 $(k*t)*(k*t)$ 的中值滤波,得到中值滤波图像D,该步骤具体包括:

[0084] 步骤S2-4-1、将图像A的长和宽均缩小t倍,得到图像B1;

[0085] 步骤S2-4-2、对图像B1进行 $k*k$ 中值滤波,得到图像B2;

[0086] 步骤S2-4-3、将图像B2的长和宽均放大t倍,得到图像A轮廓坐标集合L及其内部像素的 $(k*t)*(k*t)$ 中值滤波图像D;

[0087] 步骤S2-5、根据中值滤波图像C和中值滤波图像D提取滤膜背景图像E,该步骤具体包括:

[0088] 步骤S2-5-1、对 中值滤波图像C和中值滤波图像D做图像绝对差分,得到图像CD,并计算图像CD像素的平均值d;

[0089] 步骤S2-5-2、比较图像CD中每个像素点的像素值v与平均值d的大小,如果 $v > 2d$,则将中值滤波图像D对应像素点的像素值赋值给滤膜背景图像E对应位置的像素点;否则将中值滤波图像C对应像素点的像素值赋值给滤膜背景图像E对应位置的像素点;

[0090] 步骤S3、根据滤膜背景图像E,得到图像A的颗粒污染物前景图像H,该步骤具体包括:

[0091] 步骤S3-1、对图像A与滤膜背景图像E做图像绝对差分,得到图像F;

[0092] 步骤S3-2、对图像F进行二值化得到图像G,该步骤具体包括:

[0093] 步骤S3-2-1、对图像F做灰度直方图统计,记为 $c = \{c_0, c_1, \dots, c_{255}\}$;

[0094] 步骤S3-2-2、计算除0以外的灰度值概率,记为 $p = \{p_1, p_2, \dots, p_{255}\}$, p_1 为:

$$[0095] \quad p_i = c_i / \sum_{j=1}^{255} c_j$$

[0096] 步骤S3-2-3、计算概率 $= \{p_1, p_2, \dots, p_{255}\}$ 的平均值 p_a ;

[0097] 步骤S3-2-4、遍历概率 $= \{p_1, p_2, \dots, p_{255}\}$,以第一个 $p_u < p_a$ 对应的像素值u作为阈值对图像F进行二值化,得到图像G;

[0098] 步骤S3-3、对图像G进行核大小为 $5*5$ 的闭运算得到颗粒污染物前景图像H;

[0099] 步骤S4、对颗粒污染物前景图像H进行轮廓检测,检测并识别颗粒污染物前景图像H中的颗粒污染物。

[0100] 另外,步骤S4中,除了检测并识别颗粒污染物前景图像H中颗粒污染物外,还对检测识别出的颗粒污染物进行分类计数,具体包括:

[0101] 步骤S4-1、对颗粒污染物前景图像H进行轮廓检测,得到图像A中每个颗粒污染物的外轮廓,从而检测识别出颗粒污染物;

[0102] 步骤S4-2、根据每个颗粒污染物的外轮廓大小判断颗粒污染物是否为纤维,具体实现方式为:

[0103] 步骤S4-2-1、以轮廓坐标最远距离作为颗粒污染物的长度,记为l;以轮廓最小外

接矩形的宽作为颗粒污染物的宽度,记为 w ;

[0104] 步骤S4-2-2、如果颗粒污染物的长和宽满足 $l/w > 10$ 或者轮廓面积 s 满足 $s/(l*w) < 0.3$,则判断该颗粒污染物为纤维;否则判断该颗粒污染物为非纤维;

[0105] 步骤S4-3、对非纤维颗粒污染物根据亮度占比判断是否为金属,所述步骤S4-3具体包括:

[0106] 步骤S4-3-1、在图像A中取出非纤维颗粒污染物图像,统计像素值大于240的个数为 n ;

[0107] 步骤S4-3-2、如果个数 n 与轮廓面积 s 满足 $n/s > 0.1$,则判断该颗粒污染物为金属;否则判断该颗粒污染物为非金属;

[0108] 步骤S4-4、根据颗粒污染物的尺寸和类别进行分类统计。

[0109] 本实施例还提供一种计算机可读存储介质,存储有计算机程序,且能被处理器读取并执行,所述计算机程序被处理器执行时实现上述检测识别图像中的颗粒污染物的方法。

[0110] 下面以具体的一个实验实施例,对本发明提供的检测识别图像中的颗粒污染物的方法做举例说明:

[0111] 步骤S1、读入285张分辨率为 $1600*1200$ 的颗粒污染物图像序列,这285张分辨率为 $1600*1200$ 的颗粒污染物图像序列即为原始图像;根据 $19*15$ 分割扫描拍摄方式,采用显微镜将颗粒污染物图像序列按19行15列的方式合并成大图,对合并后的大图进行灰度化处理得到图像A,如图2所示,其部分 $3*3$ 子序列合图如图3_a所示;

[0112] 步骤S2、提取图像A的滤膜背景图像E,具体包括:

[0113] 步骤S2-1、对图像A进行二值化,得到图像B,其中二值化阈值为240,大于240置为255,否则置为0;

[0114] 步骤S2-2、对图像B进行外轮廓检测,选择最大的外轮廓作为轮廓坐标L;

[0115] 步骤S2-3、对图像A的轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素进行 $k*k$ 的中值滤波,得到中值滤波图像C,其部分 $3*3$ 子序列合图如图3_b所示,其中 $k=99$;所述步骤S2-3具体包括:

[0116] 步骤S2-3-1、对图像A进行 $99*99$ 的中值滤波,得到图像A1;

[0117] 步骤S2-3-2、将轮廓坐标L按照行坐标 y 从小到大,列坐标 x 从小到大进行排序,同一行坐标,保留最小和最大的列坐标,得到由每行两端轮廓坐标构成的集合 $LS = \{LSP_1, LSP_2, \dots, LSP_i\}$,其中 $LSP_i = \{y_i, x_{i_{min}}, x_{i_{max}}\}$; $x_{i_{min}}$ 为行坐标为 y_i 时对应的最小列坐标, $x_{i_{max}}$ 为行坐标为 y_i 时对应的最大列坐标; i 为轮廓坐标L中对应的最大行数;

[0118] 步骤S2-3-3、根据轮廓坐标集合LS,将图像A中轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素点的像素值置为 u_1 ,轮廓坐标L外的像素点的像素值置为 u_2 ,得到图像A2;

[0119] 步骤S2-3-4、对图像A1中轮廓坐标L及轮廓坐标L内部附近 m 个坐标进行中值滤波修改,得到修正后的中值滤波图像C,其中 $m=49$,所述步骤S2-3-4具体包括:

[0120] 步骤S2-3-4-1、以坐标 $(y_i, x_{i_{min}})$ 为中心,再次进行 $k*k$ 的中值滤波,如果 $k*k$ 子块在图像A2中对应的位置像素点的像素值为 u_2 ,则图像A中对应的 $k*k$ 子块中相应位置像素点的像素值不纳入到中值计算中,仅将图像A中与图像A2对应的 $k*k$ 子块中像素值为 u_1 对应的位置像素点的像素值作为中值计算基础,得到坐标 $(y_i, x_{i_{min}})$ 修正后的中值滤波值;

[0121] 步骤S2-3-4-2、按照步骤S2-3-4-1,对坐标 $(y_i, x_{i_{\min}})$ 及向右m个像素点,坐标 $(y_i, x_{i_{\max}})$ 及向左m个像素点进行相同的中值滤波处理,其中 $m < x_{i_{\max}} - x_{i_{\min}}$;

[0122] 步骤S2-3-4-3、根据步骤S2-3-4-1、步骤S2-3-4-2遍历轮廓坐标集合LS,对图像A轮廓及内部附近m个坐标进行相同的中值滤波处理;

[0123] 步骤S2-3-4-4、根据步骤S2-3-4-1、步骤S2-3-4-2、步骤S2-3-4-3将图像A1中轮廓坐标L及轮廓坐标L内部附近m个坐标轮廓坐标L及轮廓坐标L内部附近m个坐标的像素值用修正后的中值滤波值替换,其余值不变,得到修正后的中值滤波图像C;

[0124] 步骤S2-4、对图像A的轮廓坐标L及轮廓坐标L内部的像素进行 $(k*t)*(k*t)$ 的中值滤波,得到中值滤波图像D,其部分 $3*3$ 子序列合图如图3_c所示,其中 $t=5$;所述步骤S2-4)具体包括:

[0125] 步骤S2-4-1、将图像A的长和宽均缩小t倍,得到图像B1;

[0126] 步骤S2-4-2、对图像B1进行 $k*k$ 中值滤波,得到图像B2;

[0127] 步骤S2-4-3、将图像B2的长和宽均放大t倍,得到图像A轮廓坐标集合L及其内部像素进行 $495*495$ 的中值滤波图像D;

[0128] 步骤S2-5、根据中值滤波图像C和中值滤波图像D提取滤膜背景图像E,其部分 $3*3$ 子序列合图如图3_d所示;所述步骤S2-5具体包括:

[0129] 步骤S2-5-1、计算图像C和图像D的绝对差分图像CD,并计算图像CD像素的平均值为d;

[0130] 步骤S2-5-2、比较图像CD中每个像素点的像素值v与平均值d的大小,如果 $v > 2d$,则将中值滤波图像D对应像素点的像素值赋值给滤膜背景图像E对应位置的像素点;否则将中值滤波图像C对应像素点的像素值赋值给滤膜背景图像E对应位置的像素点;

[0131] 步骤S3、根据滤膜背景图像E,得到图像A的颗粒污染物前景图像H;所述步骤 S3具体包括:

[0132] 步骤S3-1、对图像A与滤膜背景图像E做图像绝对差分,得到图像F;

[0133] 步骤S3-2、对图像F进行二值化得到图像G;所述步骤S3-2具体包括:

[0134] 步骤S3-2-1、对图像F做灰度直方图统计,记为 $c = \{c_0, c_1, \dots, c_{255}\}$;

[0135] 步骤S3-2-2、计算除0以外的灰度值概率,记为 $p = \{p_1, p_2, \dots, p_{255}\}$, p_1 为:

$$[0136] \quad p_i = c_i / \sum_{j=1}^{255} c_j$$

[0137] 步骤S3-2-3、计算概率 $= \{p_1, p_2, \dots, p_{255}\}$ 的平均值 p_a ;

[0138] 步骤S3-2-4、遍历概率 $= \{p_1, p_2, \dots, p_{255}\}$,以第一个 $p_u < p_a$ 对应的像素值u作为阈值对图像F进行二值化,得到图像G;

[0139] 步骤S3-3、对图像G进行核大小为 $5*5$ 的闭运算得到颗粒污染物前景图像H,其部分 $3*3$ 子序列合图如图3_e所示;

[0140] 步骤S4、对颗粒污染物前景图像H进行轮廓检测,检测并识别颗粒污染物前景图像H中的颗粒污染物,然后对检测识别出的颗粒污染物进行分类计数;所述步骤S4具体包括:

[0141] 步骤S4-1、步骤S4-1、对颗粒污染物前景图像H进行轮廓检测,得到图像A中每个颗粒污染物的外轮廓,从而检测识别出颗粒污染物;

[0142] 步骤S4-2、根据每个颗粒污染物的外轮廓大小判断颗粒污染物是否为纤维,所述

步骤S4-2具体包括：

[0143] 步骤S4-2-1、以轮廓坐标最远距离作为颗粒污染物的长度，记为 l ；以轮廓最小外接矩形的宽作为颗粒污染物的宽度，记为 w ；

[0144] 步骤S4-2-2、如果颗粒污染物的长和宽满足 $l/w > 10$ 或者轮廓面积 s 满足 $s / (l * w) < 0.3$ ，则判断该颗粒污染物为纤维；否则判断该颗粒污染物为非纤维；

[0145] 步骤S4-3、对非纤维颗粒污染物根据亮度占比判断是否为金属；所述步骤S4-3具体包括：

[0146] 步骤S4-3-1、在图像A中取出非纤维颗粒污染物图像，统计像素值大于240的个数为 n ；

[0147] 步骤S4-3-2、如果个数 n 与轮廓面积 s 满足 $n/s > 0.1$ ，则判断该颗粒污染物为金属；否则判断该颗粒污染物为非金属；

[0148] 步骤S4-3、对非纤维颗粒污染物根据亮度占比判断是否为金属；

[0149] 步骤S4-4、根据颗粒污染物的尺寸和类别进行分类统计。

[0150] 为了验证算法的可行性，申请人进行了大量测试的实验，本例中图2的分类统计结果信息如下表所示。

[0151] 表1分类统计信息

类别	测试值(个)	真实值(个)	准确率(%)
纤维	643	645	99.69
金属	3791	4124	91.93
非金属	60509	68289	88.61

[0153] 为了进一步体现本发明的优点，申请人按照国际标准ISO 16232:2018中的步骤对本例中的原始图像进行了清洁度检测，并与本例方法进行了主观对比，某一子块对比效果其中图4a为原图，图4b为标准ISO 16232:2018检测效果图，图4c为本例方法效果图，可以看出，标准ISO 16232:2018存在较多的漏检，本例方法检测效果更好。

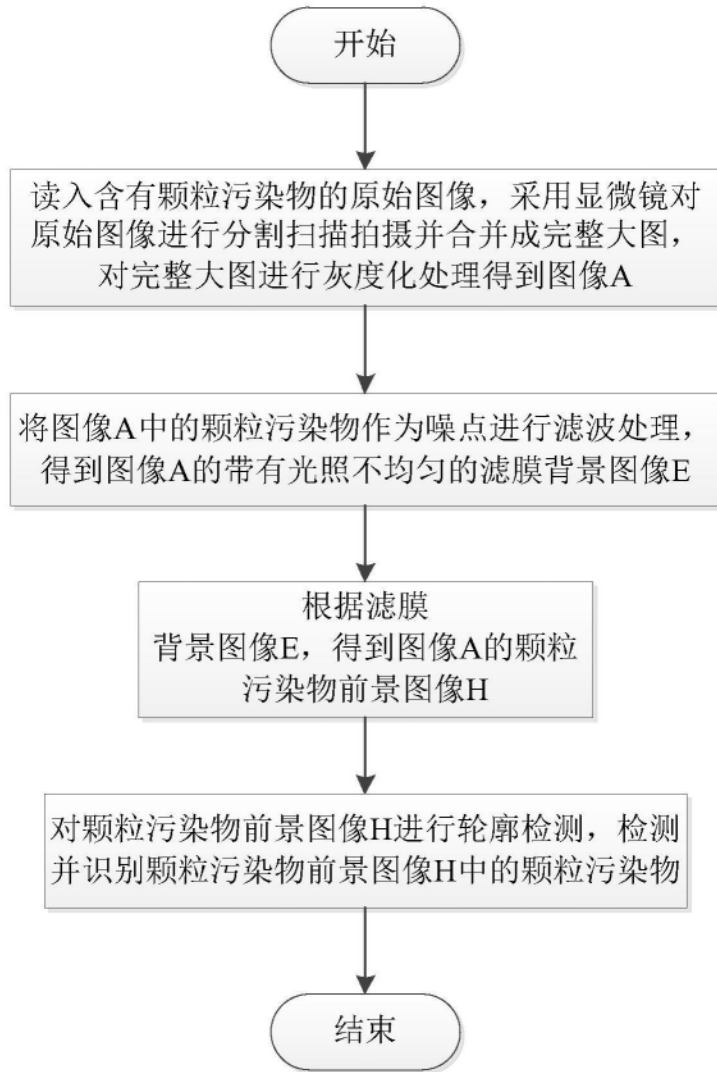


图1

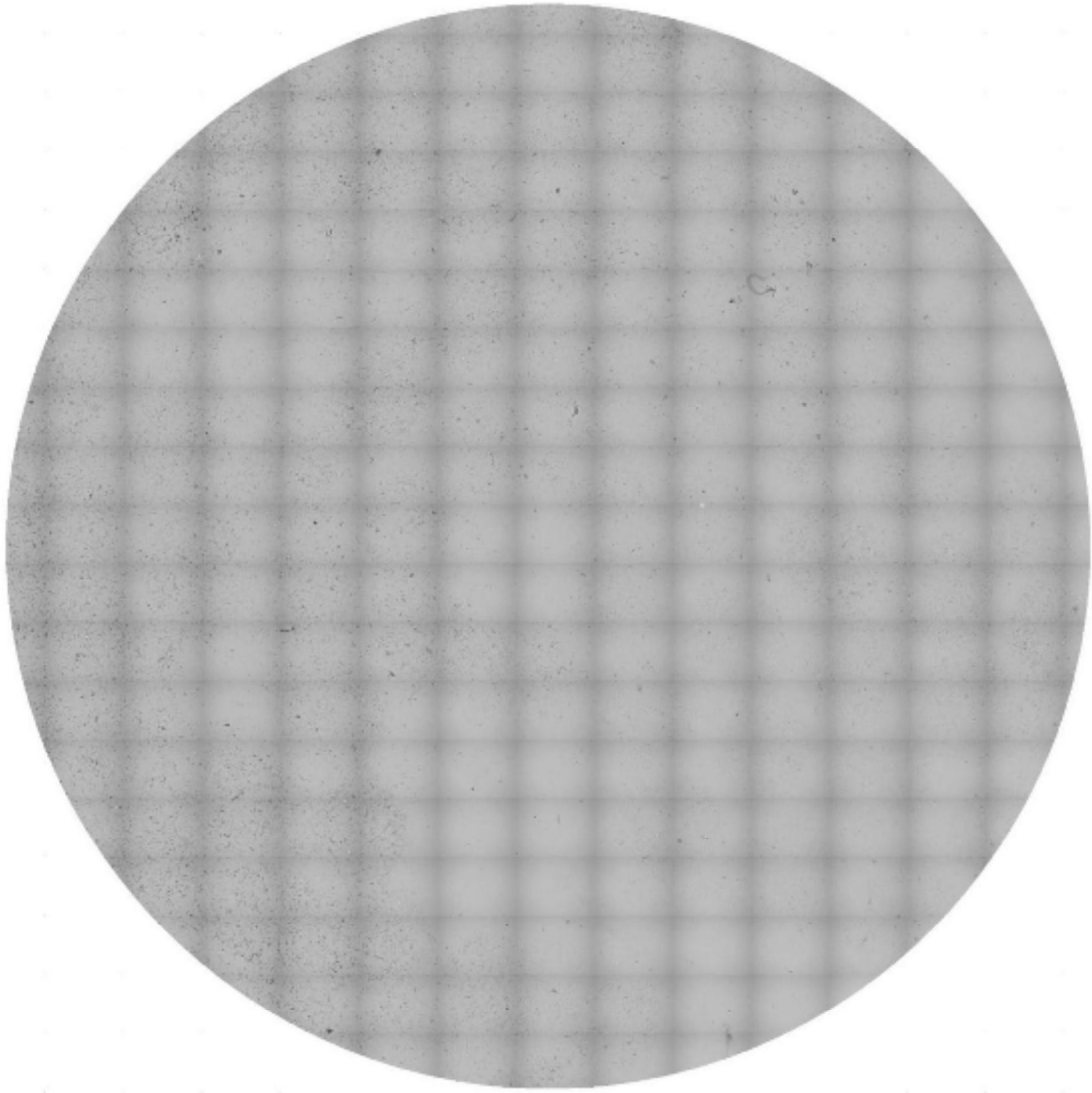


图2

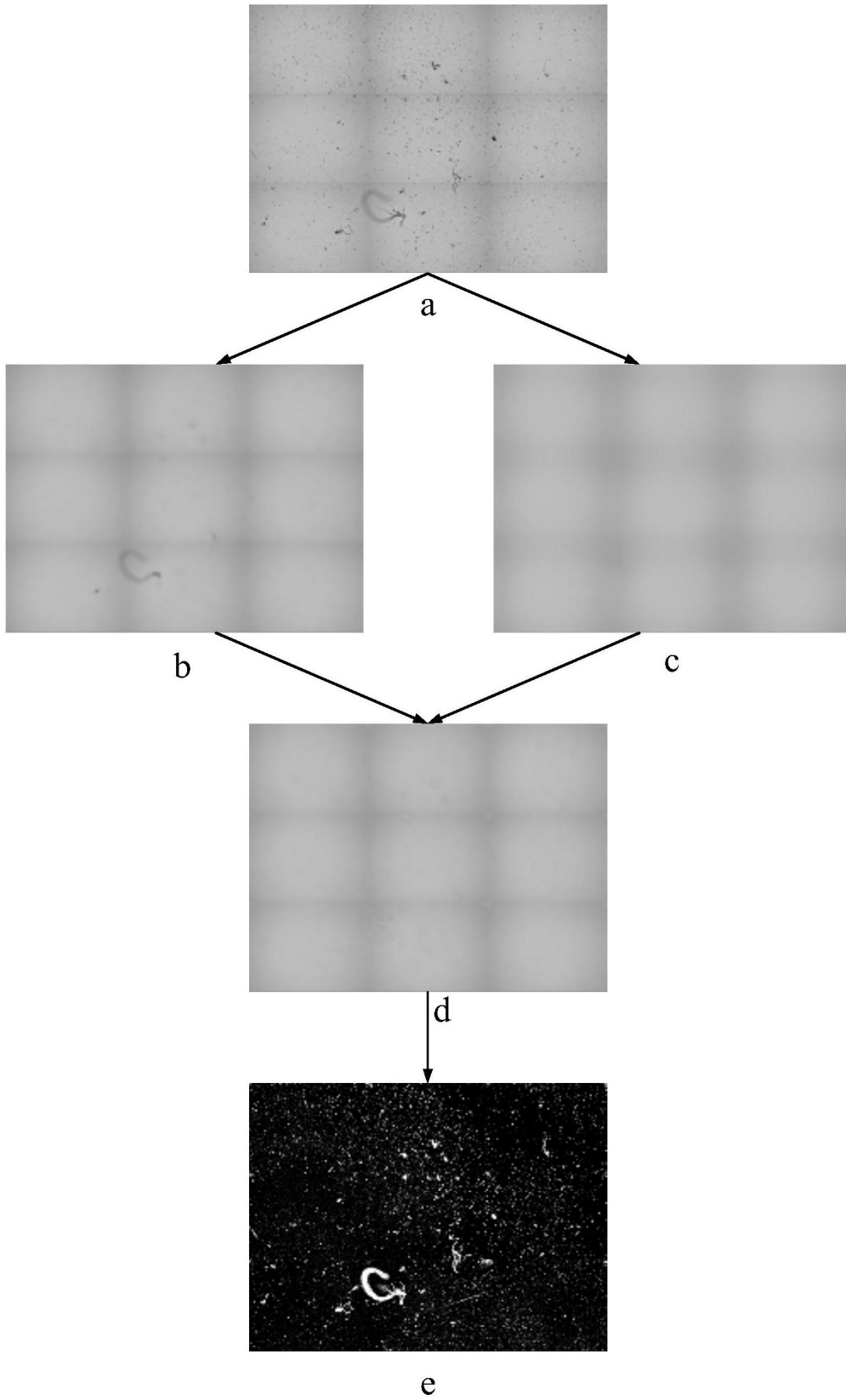


图3

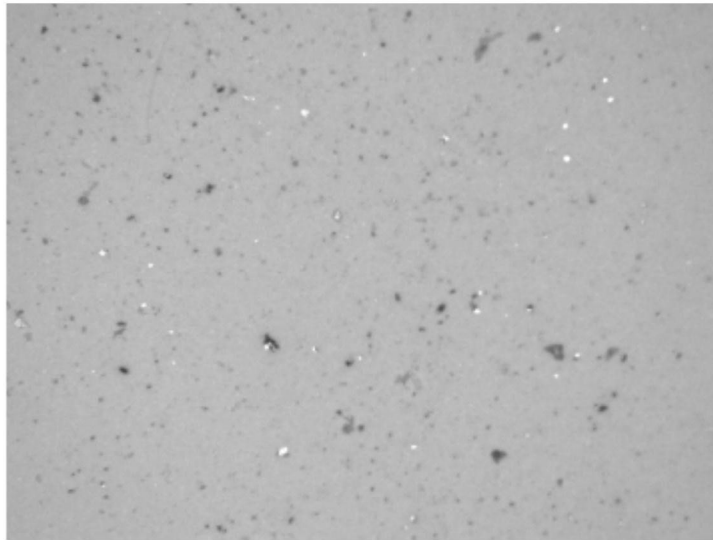


图4a



图4b

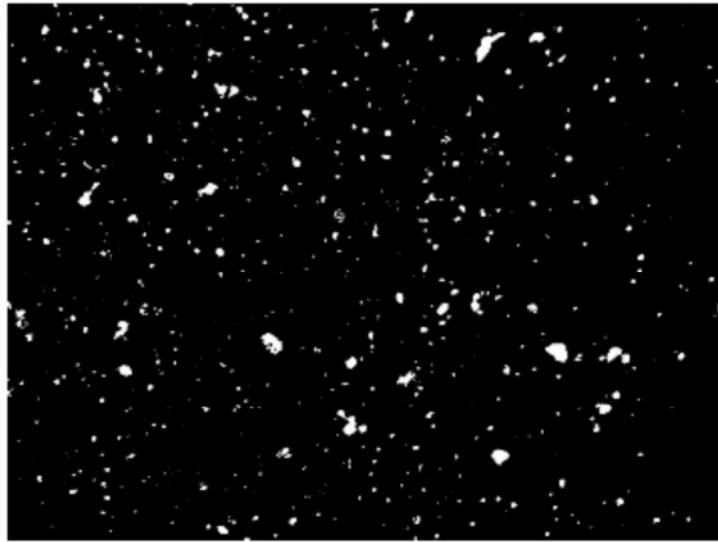


图4c