



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108416794 A

(43)申请公布日 2018.08.17

(21)申请号 201810232336.9

(22)申请日 2018.03.21

(71)申请人 湘潭大学

地址 411105 湖南省湘潭市雨湖区羊牯塘街道

(72)发明人 朱江 曾艳 李建奇 许海霞
裴廷睿 田淑娟 印峰 邓清勇
钱子君 王舒玉

(51)Int.Cl.

G06T 7/194(2017.01)

G06T 5/00(2006.01)

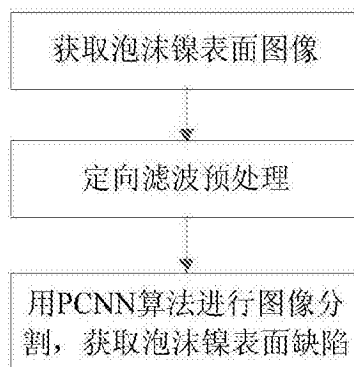
权利要求书2页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种泡沫镍表面缺陷图像分割方法

(57)摘要

本发明提出一种泡沫镍表面缺陷图像分割方法。本发明步骤：首先获取泡沫镍图像，对所获图像进行定向滤波预处理得到一幅新图像；然后，在此新图像上利用PCNN分割算法进行图像分割，获得泡沫镍表面缺陷区域。本发明提出的方法分割效果好，可实现泡沫镍表面缺陷与背景的有效分离。



1. 一种泡沫镍表面缺陷图像分割方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤一:获取泡沫镍的表面图像 $I(i, j)$,并对该表面图像进行定向滤波预处理:

1) 对原始图像 $I(i, j)$ 做二维离散余弦变换(DCT),将图像从空间域转换到频率域:

$$F(u, v) = c(u)c(v) \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} I(i, j) \cos \left[\frac{(i+0.5)\pi}{N} u \right] \cos \left[\frac{(j+0.5)\pi}{N} v \right],$$

式中,

$$c(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}}, & u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}}, & u \neq 0 \end{cases},$$

2) 去高频成分,保留图像低灰度值和低梯度值部分的信息:

$$F_1(u, v) = \begin{cases} 0, & F(u, v) > T_1 \\ F(u, v), & F(u, v) \leq T_1 \end{cases},$$

式中, T_1 为阈值;

3) 对 $F_1(u, v)$ 做二维离散余弦反变换(IDCT),恢复出只包含低灰度值和低梯度值的图像 $I_1(i, j)$:

$$I_1(i, j) = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} c(u)c(v) F_1(u, v) \cos \left[\frac{(i+0.5)\pi}{N} u \right] \cos \left[\frac{(j+0.5)\pi}{N} v \right],$$

式中,

$$c(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}}, & u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}}, & u \neq 0 \end{cases};$$

4) 将原始图像 $I(i, j)$ 与处理后图像 $I_1(i, j)$ 相减:

$$I_2(i, j) = |I(i, j) - I_1(i, j)|;$$

5) 对图像 $I_2(i, j)$ 从上到下从左到右逐点扫描,当坐标 (x, y) 处的灰度值大于0时,原始图像 $I(i, j)$ 中以坐标 (x, y) 为中心,采用窗口大小为 1×1 的滤波器模板(DF)求均值,并以该均值取代原始图像 $I(i, j)$ 坐标 (x, y) 处的灰度值,记原始图像 $I(i, j)$ 经定向滤波器滤波后的图像为 $I_3(i, j)$:

$$I_3(x, y) = \begin{cases} I(x, y), & \text{if } I_2(x, y) = 0 \\ \text{mean}(I(i, j) \times DF), & \text{if } I_2(x, y) > 0 \end{cases}, (i, j) \in R^{l \times l};$$

步骤二:进行图像分割,得到泡沫镍表面缺陷所在区域。

2. 根据权利要求1所述的用于泡沫镍表面缺陷图像分割方法,其特征在于,进行定向滤波预处理时,窗口大小 l 的取值为5或7;当 $l=5$ 时,其滤波器模板(DF)定义为:

$$DF = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix},$$

当 $l=7$ 时,其滤波器模板(DF)定义为:

$$DF = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}。$$

3. 根据权利要求1所述的用于泡沫镍表面缺陷图像分割方法,其特征在于,进行图像分割,得到泡沫镍表面缺陷区域的过程为:利用PCNN算法对预处理后所得图像进行分割,得到背景区域与缺陷区域。

一种泡沫镍表面缺陷图像分割方法

技术领域

[0001] 本发明的公开实施例涉及检测技术,更具体而言,涉及一种用于泡沫镍表面缺陷的检测方法。

背景技术

[0002] 泡沫镍是通过对镍金属进行一系列物理化学加工后得到的一种新型功能材料,作为车用电池的基材,泡沫镍对电池性能的影响极大。泡沫镍表面呈银灰色,有金属光泽,形态类似于金属海绵,质量上要求表面平整、无划伤、无裂纹、无破损、无油污和无氧化。然而,在泡沫镍制备过程中,由于原料、加工工艺(PVD、电镀、烧结等)等方面因素,导致泡沫镍表面出现污染、压痕、折痕、镍皮、裂纹、划线和漏镀等多种不同类型的缺陷,这些缺陷严重影响最终成品的性能和质量。

[0003] 目前对泡沫镍表面缺陷的检测和识别主要采用人工检测手段,即在制备过程中操作人员通过肉眼观察传送带上的泡沫镍,凭经验对泡沫镍的缺陷进行人工判决,进而进行相应的手动处理。该方式存在劳动强度大,效率低,主观性强和检错率高。由于质量检测分析滞后,也难以有效在线优化泡沫镍的生产过程。采用机器视觉技术对获取的图像进行图像处理与分析,将缺陷从背景中分割出来是实现泡沫镍缺陷自动检测的前提。

[0004] 在液体医药、钢轨、玻璃、LCD面板等产品的缺陷图像分割中,它们的背景中灰度基本一致,只是 $[0, 255]$ 区间中的局部区域,因此对图像直接分割即可将缺陷与背景分离出来,且缺陷在背景中呈现一些孤立的封闭区域。而在泡沫镍图像中,泡沫镍缺陷图像对比度低、无固定形状和纹理特征、光源在表面照明不均匀,特别是泡沫镍表面结构为三维网状交织等原因,灰度的变化范围覆盖了 $[0, 255]$ 整个灰度区间。而缺陷中,边裂、缺口和孔洞缺陷表现为低灰度,镍皮和阳泥极缺陷表现为较高的灰度,也基本涵盖了 $[0, 255]$ 整个灰度区间。因此,直接对获取的泡沫镍图像应用传统的分割算法,很难将缺陷与背景分离。

发明内容

[0005] 本发明主要解决的技术问题是泡沫镍表面缺陷检测的图像分割方法,以期解决现有生产过程中的问题,快速定位出泡沫镍上的缺陷,将缺陷与背景分离,为泡沫镍表面缺陷的自动检测奠定基础。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提出了一种泡沫镍表面缺陷图像分割方法。该方法包括:获取泡沫镍的表面图像 I ,并对该表面图像进行定向滤波预处理,即对所获图像做二维离散余弦变换(DCT),将图像从空间域转换到频率域,将高频系数去掉,剩下低频部分;通过对只保留低频系数的DCT矩阵做反变换,恢复出包含低灰度值和低梯度值的图像 I_1 ;将图像 I_1 与原始图像进行差分,得到包含镍纹、镍皮、阳泥极缺陷所在位置信息的图像 I_2 ;利用图像 I_2 的位置信息,对图像 I 选择性均值滤波后得到图像 I_3 ;最后,利用PCNN算法对图像 I_3 进行分割,将背景与缺陷分离。

[0007] 本发明的有益效果是:在获取到泡沫镍的表面图像时,通过先对其进行预处理,即

对镍纹所在区域定向滤波,形成一幅新的图像,克服了图像背景中固有的镍纹对缺陷分割的影响,有效地分离了背景与缺陷。

附图说明

[0008] 图1为本发明的流程图;

[0009] 图2为本发明的定向滤波预处理步骤图;

[0010] 图3为本发明的实施例图,具体:图3(a)为表面有镍皮缺陷的泡沫镍原始图像、图3(b)为IDCT变换后图像、图3(c)为差分后图像、图3(d)为选择性均值滤波后图像、图3(e)为PCNN算法分割后图像。

具体实施方式

[0011] 以表面有镍皮缺陷的泡沫镍为检测对象,获取泡沫镍表面图像,图像分辨率1080×720可满足检测要求,结合图1该方法具体步骤如下:

[0012] 步骤一:获取泡沫镍的表面图像,并将该表面图像进行定向滤波预处理,结合图2,预处理过程如下:

[0013] 1) 所获取泡沫镍的表面图像 $I(i, j)$,如图3(a)所示,可见图像表面缺陷与背景融合,难以直接提取缺陷,对图像做二维离散余弦变换(DCT):

$$[0014] \quad F(u, v) = c(u)c(v) \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} I(i, j) \cos \left[\frac{(i+0.5)\pi}{N} u \right] \cos \left[\frac{(j+0.5)\pi}{N} v \right],$$

[0015] 式中,

$$[0016] \quad c(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}}, u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}}, u \neq 0 \end{cases},$$

[0017] 将图像从空间域转换到频率域,图像被分为低频区域和高频区域;

[0018] 2) 去高频成分:

$$[0019] \quad F_1(u, v) = \begin{cases} 0, F(u, v) > T_1 \\ F(u, v), F(u, v) \leq T_1 \end{cases},$$

[0020] 此处, T_1 为阈值,取400-500间的数;

[0021] 3) 二维逆离散余弦变换(IDCT):对只保留低频系数的DCT矩阵 $F_1(u, v)$ 做反变换,恢复出包含低灰度值和低梯度值的图像 $I_1(i, j)$:

$$[0022] \quad I_1(i, j) = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} c(u)c(v) F_1(u, v) \cos \left[\frac{(i+0.5)\pi}{N} u \right] \cos \left[\frac{(j+0.5)\pi}{N} v \right]$$

[0023] 式中,

$$[0024] \quad c(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}}, u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}}, u \neq 0 \end{cases},$$

[0025] 图像 $I_1(i, j)$ 如图3(b)所示;

[0026] 4) 原始图像 $I(i, j)$ 与图像 $I_1(i, j)$ 相减,得到包含镍皮缺陷所在位置信息的图像 $I_2(i, j)$,图像中大部分区域的灰度值为0,镍皮缺陷所在位置对应高灰度值:

$$[0027] \quad I_2(i, j) = |I(i, j) - I_1(i, j)|,$$

[0028] 差分处理结果如图3(c)所示;

[0029] 5) 对 $I_2(i, j)$ 逐行逐列遍历, 当图像 $I_2(i, j)$ 中某坐标 (x, y) 处的值大于0时, 即若 $I_2(x, y) > 0$, 则计算图像 $I(i, j)$ 对坐标 (x, y) 的像素采用窗口大小为 7×7 的滤波器模板(DF) 求均值, 并以该均值取代原始图像 $I(i, j)$ 坐标 (x, y) 处的灰度值, 所定义的滤波器模板如下:

$$[0030] \quad DF = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix},$$

[0031] 原始图像 $I(i, j)$ 的经定向滤波器滤波后的图像为 $I_3(i, j)$, $I_3(x, y)$ 由DF滤波后的结果为:

$$[0032] \quad I_3(x, y) = \begin{cases} I(x, y), & \text{if } I_2(x, y) = 0 \\ \text{mean}(I(i, j) \times DF), & \text{if } I_2(x, y) > 0 \end{cases}, (i, j) \in R^{l \times l},$$

[0033] 即, 对坐标 (x, y) 像素为中心 7×7 邻域的均值:

$$[0034] \quad I(x, y) = (I(x-3, y-3) + I(x-2, y-3) + I(x-1, y-3) + I(x, y-3) + I(x+1, y-3) + I(x+2, y-3) + I(x+3, y-3) + I(x-3, y-2) + I(x+3, y-2) + I(x-3, y-1) + I(x+3, y-1) + I(x-3, y) + I(x+3, y) + I(x-3, y+1) + I(x+3, y+1) + I(x-3, y+2) + I(x+3, y+2) + I(x-3, y+3) + I(x-2, y+3) + I(x-1, y+3) + I(x, y+3) + I(x+1, y+3) + I(x+2, y+3) + I(x+3, y+3)) / 24,$$

[0035] 并将该均值作为 $I(i, j)$ 中坐标 (x, y) 处的值, 否则, $I(i, j)$ 中坐标 (x, y) 处的值保持不变,

[0036] 选择性均值滤波后得到图像结果如图3(d)所示。

[0037] 步骤二: 进行图像分割, 识别出泡沫镍表面缺陷: 利用PCNN算法对图像 $I_3(i, j)$ 进行分割, 其中, 连接系数 β 和权值矩阵 W_{ijkl} 是影响图像分割效果的关键因素, 本发明中连接系数 β 确定方法如下:

$$[0038] \quad \mu = \frac{\sum I_3(i, j)}{N}, (i, j) \in M,$$

$$[0039] \quad \beta = \sqrt{\frac{\sum (I_3(i, j) - \mu)^2}{N}}, (i, j) \in M,$$

[0040] 式中, $I_3(i, j)$ 为待处理整幅图像, M 为当前像素所选择的邻域大小, N 为邻域内所有像素的数量; 本发明采用邻域神经元与当前神经元的欧几里得距离平方和的平方根倒数计算权值矩阵 W_{ijkl} :

$$[0041] \quad W_{ijkl} = \frac{1}{\sqrt{(i-k)^2 + (j-l)^2}},$$

[0042] 分割结果如图3(e)所示, 缺陷清晰地展现出来, 本次检测过程得到泡沫镍表面镍皮缺陷数值大小为23169像素。

[0043] 通过上述实施例的实施, 在获取到泡沫镍的表面图像时, 通过先对其进行定向滤波预处理, 再对预处理之后的图像进行分割, 快速定位泡沫镍表面上的缺陷位置, 准确获取泡沫镍上缺陷的特征, 为后续处理提供有利依据。所属领域的技术人员易知, 可在保持本发明的教导内容的同时对装置及方法做出诸多修改及变动。因此, 以上公开内容应被视为仅受随附权利要求书的范围的限制。



图1

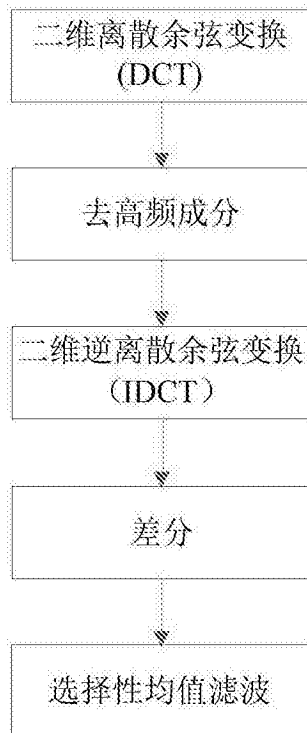


图2

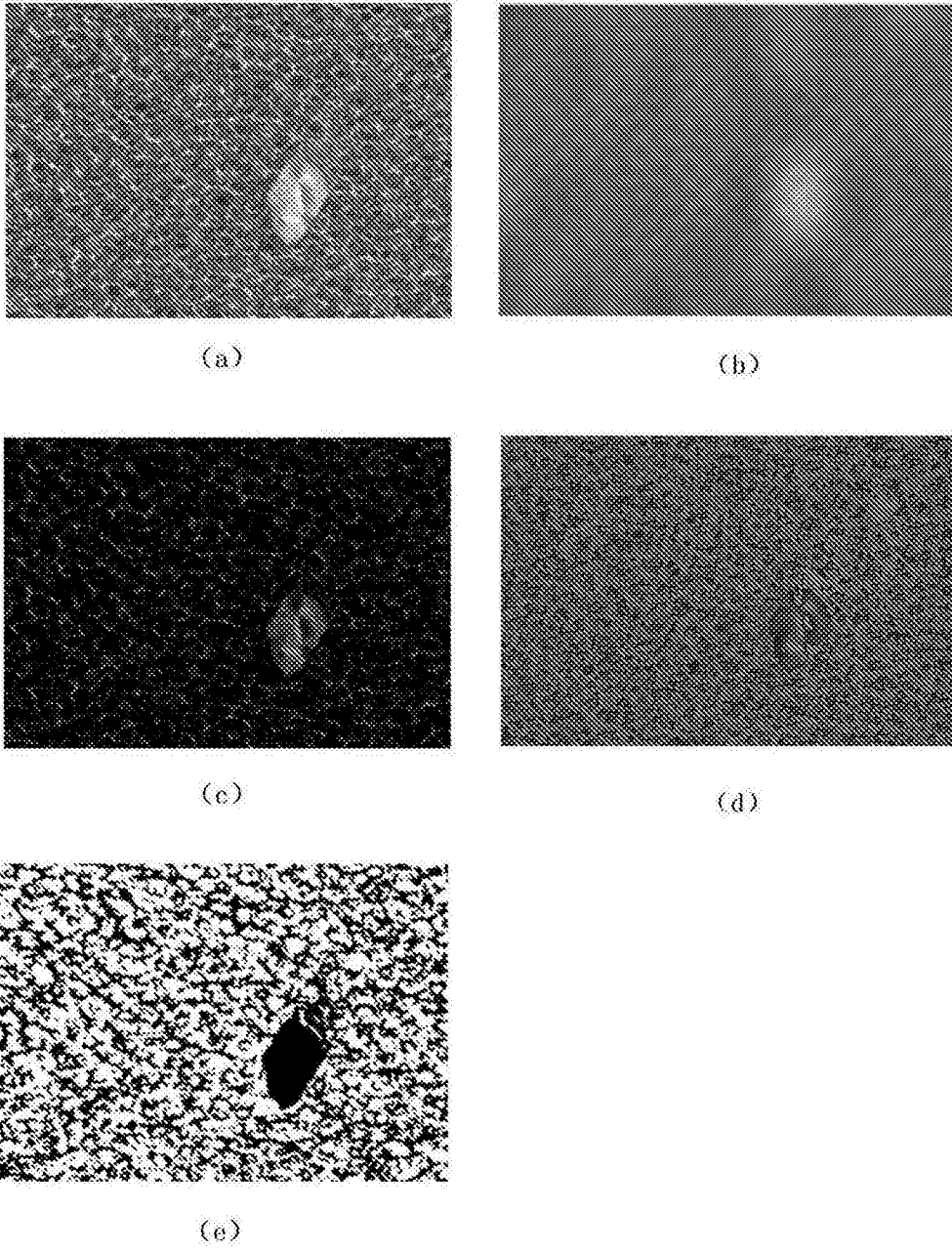


图3