



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102393964 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 28

(21) 申请号 201110218773. 3

(22) 申请日 2011. 08. 02

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 韩希珍 赵建 隋龙

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 王立伟

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2006. 01)

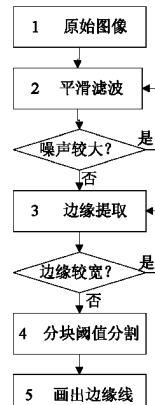
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种条纹间隙检测方法

(57) 摘要

一种条纹间隙检测方法。属于数字图像处理技术领域。该条纹间隙检测方法包括如下步骤：对原始图像进行平滑滤波，如果噪声较大，可进行多次平滑滤波；对滤波之后的图像进行边缘提取；判断边缘提取之后的图像边缘是否太宽，如是，则重复进行上一个过程，若否，则对边缘提取之后的图像进行分块阈值分割；利用阈值分割之后的图像画出边缘线，进而可计算出条纹间隙。条纹间隙检测方法可以克服噪声、光照条件等外界因素影响，快速、准确的画出单像素条纹边缘线，计算出条纹宽度。



1. 一种条纹间隙检测方法,其特征在于该条纹间隙检测方法包括如下步骤 :

- (1),对原始图像进行平滑滤波 ;
- (2)、如果噪声较大,可进行多次平滑滤波 ;
- (3)、对滤波之后的图像进行边缘提取 ;
- (4)、判断边缘提取之后的图像边缘是否太宽,如是,则重复进行上一个过程 (3),若否,则对边缘提取之后的图像进行分块阈值分割 ;
- (5) 利用阈值分割之后的图像画出边缘线,进而可计算出条纹间隙。

2. 根据权利要求 1 所述的一种条纹间隙检测方法,其特征在于所述对滤波之后的图像进行边缘提取的步骤 (3) 包括 :

- a、计算水平方向的一阶微分, $h_x(i, j) = |f(i, j+1) - f(i, j)|$ 其中 $f(i, j)$ 是原图像的第 i 行 j 列像素值 ;
- b、计算垂直方向的一阶微分, $h_y(i, j) = |f(i-1, j) - f(i, j)|$;
- c、计算斜对角方向的一阶微分, $h_{rx}(i, j) = |f(i-1, j+1) - f(i, j)|$, $h_{ry}(i, j) = |f(i+1, j+1) - f(i, j)|$;
- d、 $h(i, j) = h_x(i, j) + h_y(i, j) + h_{rx}(i, j) \times \sqrt{2} + h_{ry}(i, j) \times \sqrt{2}$,其中 $h(i, j)$ 是边缘提取后的图像。

3. 根据权利要求 1 所述的一种条纹间隙检测方法,,其特征在于所述对边缘提取之后的图像进行分块阈值分割步骤 (4) 包括 :

- a、根据图像中条纹宽度及位置特点,将图像分成若干子块,使每一个条纹都处于一个子块内 ;
- b、对于垂直方向的条纹,将每一个子块内的各列像素累加得到 $sum[j]$, j 表示图像的第 j 列,取 $sum[j] > k \times Hei$ 作为子块的阈值条件,其中 Hei 表示子块的高度, k 是不同子块的系数因子 ;
- c、对于水平方向的条纹,将每一个子块内的各行像素累加得到 $sum[i]$, i 表示图像的第 i 行,取 $sum[i] > k \times Wid$ 作为子块的阈值条件,其中 Wid 表示子块的宽度, k 是不同子块的系数因子。

一种条纹间隙检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种条纹间隙检测方法。属于数字图像处理技术领域。

背景技术

[0002] 条纹间隙检测是通过提取条纹边缘线来计算条纹的宽度,其核心内容是边缘检测,边缘检测是图像特征提取的重要技术之一,用来分割不同物体或提取图像边缘。条纹间隙检测方法可以用于实现检测如光栅间隙等各种条纹间隙。

[0003] 目前没有针对条纹图像提出的具体的条纹间隙检测方法,但公知的边缘检测方法比较多,主要包括一次微分算子如 Sobel 算子、Robert 算子,二次微分算子如拉普拉斯算子,模板操作算子如 Prewitt 算子、Kirsch 算子等。

[0004] Sobel 边缘算子的卷积模板是两个 3×3 的卷积核,主要强调中心像素的 4 领域对其的影响,消弱 4 个对角近邻像素对其的作用,它具有方向性,在水平方向和垂直方向形成最强烈的边缘。Robert 算子是一种局部对角差分算子,可以体现对角方向上的效果。Prewitt 边缘算子由两个卷积核组成,一个核对垂直边缘响应最大,一个核对水平边缘响应最大,取两者最大值即为输出。Kirsch 算子是由一组 8 个 3×3 的卷积核组成,每个卷积核之间的夹角为 45° ,取 8 个中最大的即为输出,该算子考虑到了图像的 360° 的 8 个方向的边缘提取。拉普拉斯算子是一种无方向性的二阶导数算子,阶跃边缘的二阶导数会在边缘处产生一个陡峭的零交叉,二阶导数算子过零点准确地位于图像的边缘,其边缘检测结果是不包括边缘方向信息的双像素宽边缘。

[0005] 在对这些算子的研究和实践过程中发现:这些边缘检测算子对边缘灰度值过渡比较尖锐并且噪声较小等不复杂的图像提取效果较好,但对于边缘复杂、光照不均匀的图像提取的效果则不太理想,主要表现在边缘模糊、边缘非单像素宽、弱边缘丢失、整体边缘不连续等,所以本发明提出了一种条纹间隙检测方法。

发明内容

[0006] 为了克服现有边缘检测算子对于边缘复杂、光照不均匀图像的边缘提取效果不理想,如边缘模糊、边缘非单像素宽、弱边缘丢失、整体边缘不连续等不足,本发明提出了一种条纹间隙检测方法,该方法可以有效克服噪声干扰及光照不均匀影响,可以精确的提取条纹图像的单像素边缘,进而可以测量条纹宽度。其特征在于该条纹间隙检测方法包括如下步骤:

[0007] 1),对原始图像进行平滑滤波;

[0008] 2)、如果噪声较大,可进行多次平滑滤波

[0009] 3)、对滤波之后的图像进行边缘提取;

[0010] 4)、判断边缘提取之后的图像边缘是否太宽,如是,则重复进行上一个过程 3),若否,则对边缘提取之后的图像进行分块阈值分割;

[0011] 5)利用阈值分割之后的图像画出边缘线,进而可计算出条纹间隙。

[0012] 2、根据权利要求 1 所述的一种条纹间隙检测方法,其特征在于所述对滤波之后的图像进行边缘提取的步骤(3)包括:

[0013] a、计算水平方向的一阶微分, $h_x(i, j) = |f(i, j+1) - f(i, j)|$ 其中 $f(i, j)$ 是原图像的第 i 行 j 列像素值;

[0014] b、计算垂直方向的一阶微分, $h_y(i, j) = |f(i-1, j) - f(i, j)|$;

[0015] c、计算斜对角方向的一阶微分, $h_{rx}(i, j) = |f(i-1, j+1) - f(i, j)|$, $h_{ry}(i, j) = |f(i+1, j+1) - f(i, j)|$;

[0016] d、 $h(i, j) = h_x(i, j) + h_y(i, j) + h_{rx}(i, j) \times \sqrt{2} + h_{ry}(i, j) \times \sqrt{2}$ 。

[0017] 3、根据权利要求 1 所述的一种条纹间隙检测方法,其特征在于所述对边缘提取之后的图像进行分块阈值分割步骤(4)包括:

[0018] a、根据图像中条纹宽度及位置特点,将图像分成若干子块,使每一个条纹都处于一个子块内;

[0019] b、对于垂直方向的条纹,将每一个子块内的各列像素累加得到 $sum[j]$, j 表示图像的第 j 列,取 $sum[j] > k \times Hei$ 作为子块的阈值条件,其中 Hei 表示子块的高度, k 是不同子块的系数因子;

[0020] c、对于水平方向的条纹,将每一个子块内的各行像素累加得到 $sum[i]$, i 表示图像的第 i 行,取 $sum[i] > k \times Wid$ 作为子块的阈值条件,其中 Wid 表示子块的宽度, k 是不同子块的系数因子。

[0021] 本发明的有益效果是,条纹间隙检测方法可以克服外界环境的干扰,如噪声、光照条件等,快速的检测到各个方向的灰度变化,最终得到清晰、准确、连续的单像素边缘线,从而可以很容易的计算出条纹宽度。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明方法和现有技术中的技术方案,下面将对该方法和现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,下面描述中的附图仅为本发明的一个实际应用。

[0023] 图 1 是公知的边缘检测算子的卷积核;

[0024] 图 2 是本发明条纹间隙检测方法的流程图,也为摘要附图;

[0025] 图 3 是本发明采用的光栅间隙检测图像;

[0026] 图 4 是原始图像滤波后又进行边缘提取之后的图像;

[0027] 图 5 是边缘提取之后的图像进行分块阈值分割所得图像;

[0028] 图 6 是分块阈值分割后画出边缘线的图像;

具体实施方式

[0029] 下面结合附图对本发明作进一步说明:

[0030] 本发明的流程图如图 2 所示,包括步骤:1 对原始图像进行平滑滤波;2 如果噪声较大,可进行多次平滑滤波;3 对滤波之后的图像进行边缘提取;4 对边缘提取之后的图像进行分块阈值分割;5 利用阈值分割之后的图像画出边缘线。

[0031] 每个步骤具体如下:

[0032] 步骤 1 :对原始图像进行平滑滤波

[0033] 图像在采集和传输的过程中,往往會掺杂各种噪声,造成图像的质量下降,这对于图像的边缘提取造成了很大的困难,为了更好的进行边缘提取,必须先进行滤波,

[0034] 步骤 2 :如果噪声较大,可进行多次平滑滤波 ;本发明采用算法简单,去噪效果较好的平滑滤波。

[0035] 步骤 3 :对滤波之后的图像进行边缘提取

[0036] 本发明采用的边缘提取方法是一个二阶无方向性的微分算子,不仅可以有效的提取水平方向和垂直方向的边缘,还可以提取对角方向的边缘,而且所提取的是单像素边缘,其主要思想如下 :

[0037] a、计算水平方向的一阶微分, $h_x(i, j) = |f(i, j+1)-f(i, j)|$ 其中 $f(i, j)$ 是原图像的第 i 行 j 列像素值 ;

[0038] b、计算垂直方向的一阶微分, $h_y(i, j) = |f(i-1, j)-f(i, j)|$;

[0039] c、计算斜对角方向的一阶微分, $h_{rx}(i, j) = |f(i-1, j+1)-f(i, j)|$, $h_{ry}(i, j) = |f(i+1, j+1)-f(i, j)|$;

[0040] d、 $h(i, j) = h_x(i, j) + h_y(i, j) + h_{rx}(i, j) \times \sqrt{2} + h_{ry}(i, j) \times \sqrt{2}$ 。

[0041] 步骤 4 :对边缘提取之后的图像进行分块阈值分割

[0042] 由于图像受到外界光照条件的不同,使得图像的各个部分的亮度和对比度不尽相同,如果使用全局阈值分割,则很容易丢失部分边缘信息,为了更完整的获得每一个条纹的边缘,需对图像进行分块阈值分割,具体的分割方法如下 :

[0043] a、根据图像中条纹宽度及位置特点,将图像分成若干子块,尽量使每一个条纹都处于一个子块内 ;

[0044] b、对于垂直方向的条纹,将每一个子块内的各列像素累加得到 $sum[j]$, j 表示图像的第 j 列,取 $sum[j] > k \times Hei$ 作为子块的阈值条件,其中 Hei 表示子块的高度, k 是不同子块的系数因子 ;

[0045] c、对于水平方向的条纹,将每一个子块内的各行像素累加得到 $sum[i]$, i 表示图像的第 i 行,取 $sum[i] > k \times Wid$ 作为子块的阈值条件,其中 Wid 表示子块的宽度, k 是不同子块的系数因子 ;

[0046] 步骤 5 :利用阈值分割之后的图像画出边缘线

[0047] 为了更加精确地确定条纹的边缘,需画出单像素边缘线,有利于计算条纹间隙,其具体做法如下 :

[0048] 在条纹的 $1/2$ 处取一条垂直线,沿着垂直线从左到右查询灰度值为 255 的点坐标,保留靠近条纹边缘的坐标值,画出单像素边缘线。

Sobel 算子卷积核	Robert 算子卷积核	Prewitt 算子卷积核
$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & & \\ & -1 & \\ & & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} & 1 & \\ & & 1 \\ -1 & & \end{bmatrix}$
$\begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 \\ -3 & 0 & -3 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & 5 & 5 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & -3 & 5 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & -3 & 5 \end{bmatrix}$
$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & -3 \\ 5 & 5 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5 & -3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & -3 & -3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \end{bmatrix}$
Kirsch 算子卷积核		
$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$		
拉普拉斯算子卷积核		

图 1

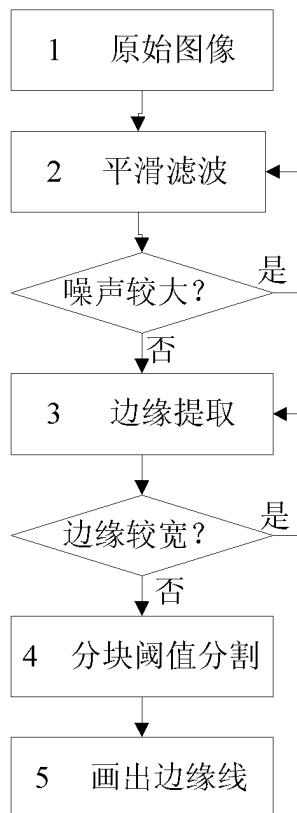


图 2

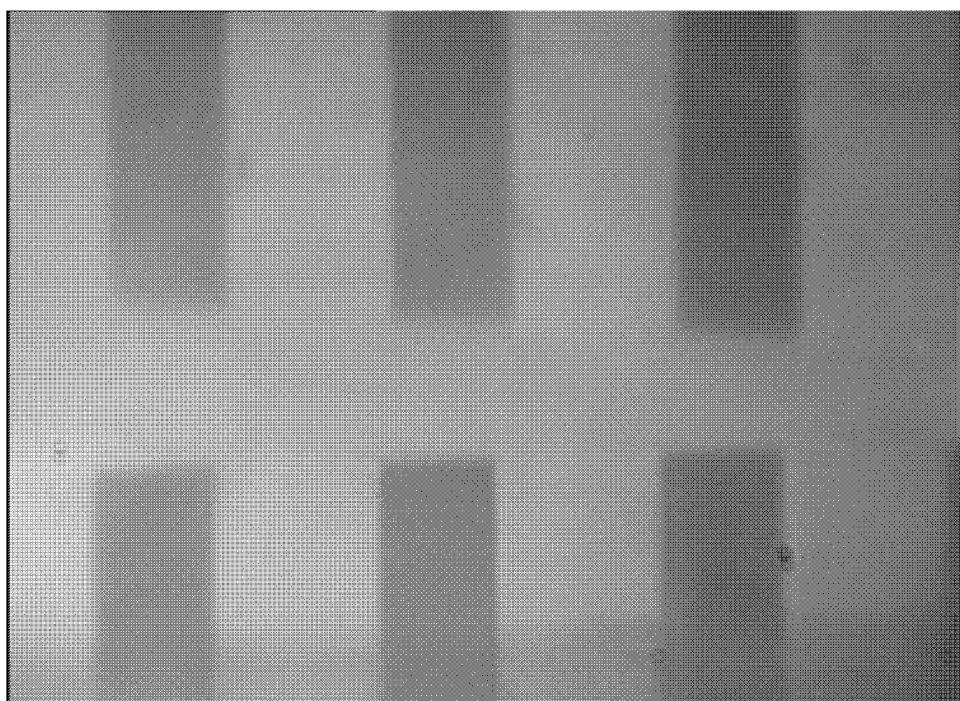


图 3

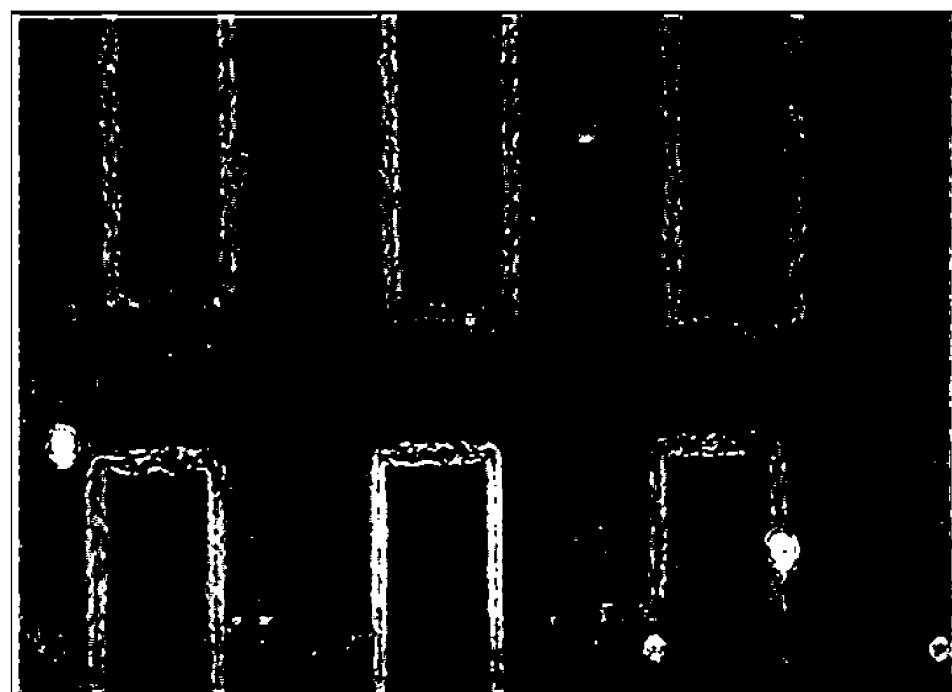


图 4

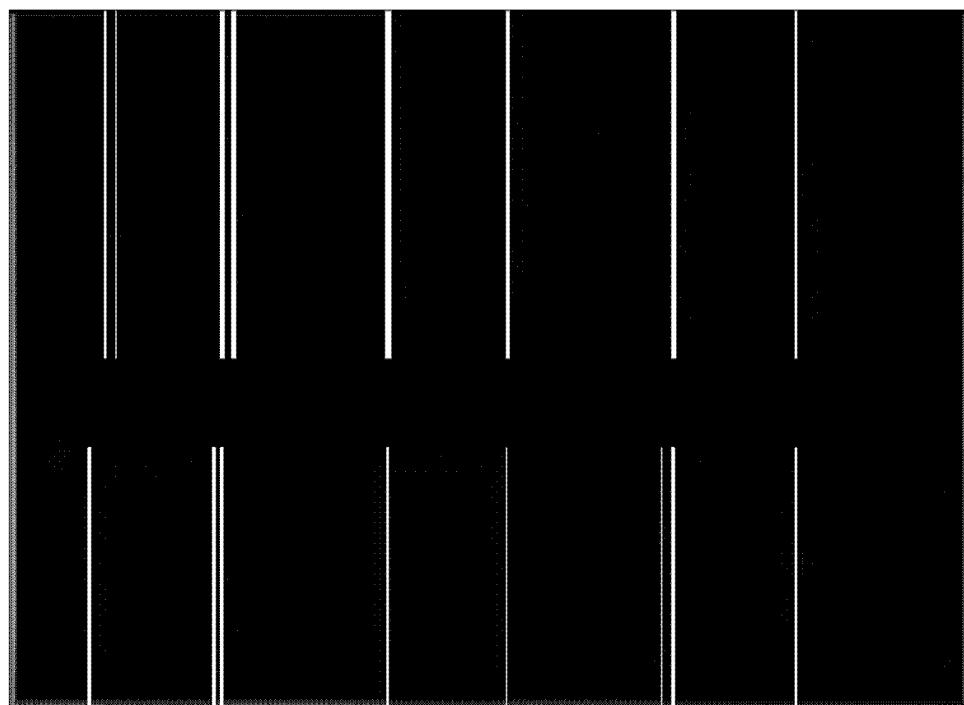


图 5

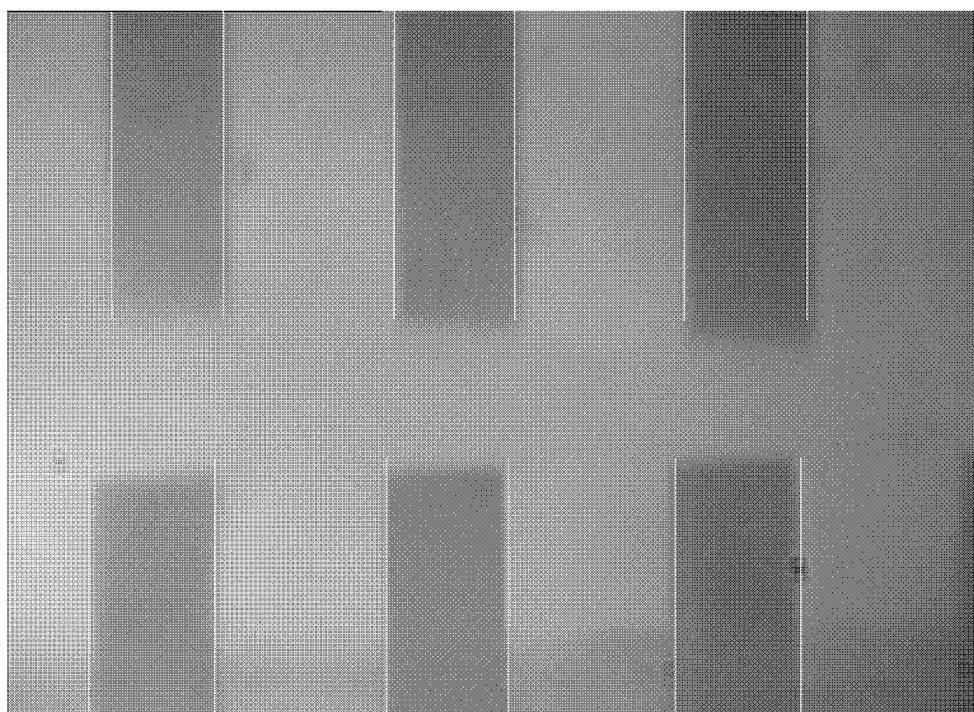


图 6