



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105069793 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201510485838. 9

(22) 申请日 2015. 08. 10

(71) 申请人 郑州轻工业学院

地址 450002 河南省郑州市金水区东风路 5 号

(72) 发明人 杜保强 蔡超峰 耿鑫 邹东尧
席广永 张勇 汤耀华

(74) 专利代理机构 郑州联科专利事务所(普通合伙) 41104

代理人 刘建芳 李伊宁

(51) Int. Cl.

G06T 7/00(2006. 01)

G06T 7/20(2006. 01)

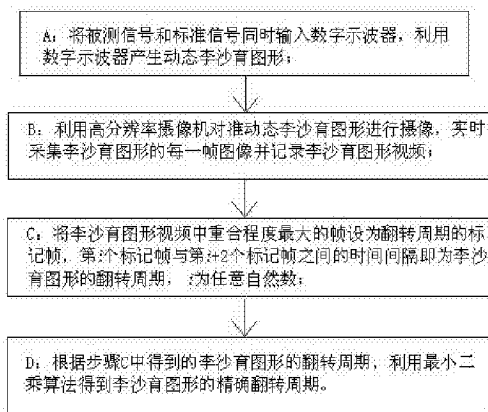
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种异频架构下的李沙育图形翻转周期精确检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种频架构下的李沙育图形翻转周期精确检测方法,包括以下步骤:A:将被测信号和标准信号同时输入数字示波器产生动态李沙育图形;B:利用高分辨率摄像机对准动态李沙育图形进行摄像,实时采集李沙育图形的每一帧图像并记录李沙育图形视频;C:将李沙育图形视频中重合程度最大的帧设为翻转周期的标记帧,第*i*个标记帧与第*i*+2个标记帧之间的时间间隔即为李沙育图形的翻转周期,*i*为任意自然数;D:根据步骤C中得到的李沙育图形的翻转周期,利用最小二乘算法得到李沙育图形的精确翻转周期。本发明能够精确快速的确定异频架构下的李沙育图形翻转周期,具有计算量小、计算结果稳定可靠的优点。



1. 一种频架构下的李沙育图形翻转周期精确检测方法,其特征在于:包括以下步骤:

A:将被测信号和标准信号同时输入数字示波器,利用数字示波器产生动态李沙育图形;

B:利用高分辨率摄像机对准动态李沙育图形进行摄像,实时采集李沙育图形的每一帧图像并记录李沙育图形视频;

C:将李沙育图形视频中重合程度最大的帧设为翻转周期的标记帧,第 i 个标记帧与第 $i+2$ 个标记帧之间的时间间隔即为李沙育图形的翻转周期, i 为任意自然数;

D:根据步骤 C 中得到的李沙育图形的翻转周期,利用最小二乘算法得到李沙育图形的精确翻转周期。

2. 根据权利要求 1 所述的频架构下的李沙育图形翻转周期精确检测方法,其特征在于,所述的步骤 C 包括以下步骤:

C1:对于李沙育图形视频中的第 i 帧 $F_i(m, n)$, m 和 n 分别表示第 i 帧图像的行和列;忽略第 i 帧 $F_i(m, n)$ 中的色彩和饱和度信息,只保留亮度信息,并将亮度信息转变为具有 256 个灰度级的灰度图像 $I(m, n)$;

C2:对灰度图像 $I(m, n)$ 进行分割得到二值图像 $J(m, n)$;

$$J(m, n) = \begin{cases} 1, & \text{if } I(m, n) \geq \text{Threshold} \\ 0, & \text{others.} \end{cases} \quad (1) ;$$

其中, Threshold 为阈值,阈值依据图像采集质量进行设定;

C3:将二值图像 $J(m, n)$ 中位于李沙育图形上的像素和背景上的像素分别用 1 和 0 表示,则二值图像 $J(m, n)$ 的归一化面积为

$$NA_i = \frac{1}{M \times N} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N J(m, n) \quad (2) ;$$

其中, NA_i 表示第 i 帧图像的归一化面积, $M \times N$ 表示李沙育图形视频的分辨率;

C4:对李沙育图形视频中所有的帧均进行步骤 C1 至步骤 C3 的处理,得到归一化面积实验曲线 $NA(i)$, $1 \leq i \leq \text{NOF}$, 其中 NOF 表示李沙育图形视频中的帧数;

C5:将归一化面积实验曲线 $NA(i)$ 所产生的重合程度最大的帧设为翻转周期的标记帧,第 i 个标记帧与第 $i+2$ 个标记帧之间的时间间隔即为李沙育图形的翻转周期, i 为任意自然数;

设某段李沙育图形视频中总共有 N 个标记帧,第 1 个标记帧为李沙育图形视频中的第 k_1 帧,则可以得到 $N-2$ 个周期值,那么第 p 个翻转周期值为:

$$\tau_p = \frac{k_{p+2} - k_p}{FR}, \quad p = 1, 2, \dots, N-2 \quad (3) ;$$

其中, τ_p 为第 p 个翻转周期值, k_{p+2} 为第 $p+2$ 个标记帧, k_p 为第 p 个标记帧, FR 为李沙育图形视频的帧率。

3. 根据权利要求 1 所述的频架构下的李沙育图形翻转周期精确检测方法,其特征在

于,所述的步骤 D 包括以下步骤:

D1: 设李沙育图形的精确翻转周期为 $\hat{\tau}$, 则有

$$v_p = \hat{\tau} - \tau_p, \quad p = 1, 2, \dots, N-2 \quad (4) ;$$

其中, v_p 表示是指第 p 个翻转周期的瞬时翻转周期偏差;

D2: 将步骤 D1 中求得的 v_p 改写成矩阵形式, 得

$$\underset{(N-2) \times 1}{V} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \hat{\tau} - \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \vdots \\ \tau_{N-2} \end{bmatrix} = \underset{(N-2) \times 1}{B} \hat{\tau} - \underset{(N-2) \times 1}{T} \quad (5) ;$$

$$\text{其中, } \underset{(N-2) \times 1}{B} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} ; \quad \underset{(N-2) \times 1}{T} = \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \vdots \\ \tau_{N-2} \end{bmatrix} ;$$

D3: 由于 τ_p 不相关且精度相同, 因此按照最小二乘准则,

$$V^T V = \min \quad (6) ;$$

其中 V^T 表示翻转周期偏差矩阵转置, V 表示是翻转周期偏差矩阵, T 表示翻转周期偏差矩阵的转置。

将式 (6) 对 $\hat{\tau}$ 取一阶导数, 并令其为 0, 得:

$$\frac{dV^T V}{d\hat{\tau}} = 2V^T B = 2V^T \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} = 2 \sum_{p=1}^{N-2} v_p = 0 \quad (7)$$

将式 (4) 带入式 (7) 可得:

$$\sum_{p=1}^{N-2} v_p = \sum_{p=1}^{N-2} (\hat{\tau} - \tau_p) = (N-2)\hat{\tau} - \sum_{p=1}^{N-2} \tau_p = 0 \quad (8)$$

最终得到李沙育图形的精确翻转周期为 $\hat{\tau}$:

$$\hat{\tau} = \frac{1}{N-2} \sum_{p=1}^{N-2} \tau_p$$

4. 根据权利要求 1 所述的频架构下的李沙育图形翻转周期精确检测方法, 其特征在于, 所述的步骤 A 中, 高分辨率摄像机是指分辨率大于 1000 万像素的摄像机。

一种异频架构下的李沙育图形翻转周期精确检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种李沙育图形翻转周期检测方法,尤其涉及一种异频架构下的李沙育图形翻转周期精确检测方法。

背景技术

[0002] 李沙育图形,也称为李萨如图形,是将被测频率的信号和频率已知的标准信号分别加至示波器的 Y 轴输入端和 x 轴输入端,在示波器显示屏上将出现一个合成图形。示波器的李沙育图形,广泛应用于频率和相位测量领域。而针对异频架构下的李沙育图形翻转周期,目前并无合适的检测方法,而通过研究人员的主观判断则存在着检测精确度低,确定速度慢,计算量大的缺点。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种异频架构下的李沙育图形翻转周期精确检测方法,能够精确快速的确定异频架构下的李沙育图形翻转周期,具有计算量小、计算结果稳定可靠的优点。

[0004] 本发明采用下述技术方案:

[0005] 一种频架构下的李沙育图形翻转周期精确检测方法,包括以下步骤:

[0006] A:将被测信号和标准信号同时输入数字示波器,利用数字示波器产生动态李沙育图形;

[0007] B:利用高分辨率摄像机对准动态李沙育图形进行摄像,实时采集李沙育图形的每一帧图像并记录李沙育图形视频;

[0008] C:将李沙育图形视频中重合程度最大的帧设为翻转周期的标记帧,第 i 个标记帧与第 i+2 个标记帧之间的时间间隔即为李沙育图形的翻转周期, i 为任意自然数;

[0009] D:根据步骤 C 中得到的李沙育图形的翻转周期,利用最小二乘算法得到李沙育图形的精确翻转周期。

[0010] 所述的步骤 C 包括以下步骤:

[0011] C1:对于李沙育图形视频中的第 i 帧 $F_i(m, n)$, m 和 n 分别表示第 i 帧图像的行和列;忽略第 i 帧 $F_i(m, n)$ 中的色彩和饱和度信息,只保留亮度信息,并将亮度信息转变为具有 256 个灰度级的灰度图像 $I(m, n)$;

[0012] C2:对灰度图像 $I(m, n)$ 进行分割得到二值图像 $J(m, n)$;

[0013]
$$J(m, n) = \begin{cases} 1, & \text{if } I(m, n) \geq \text{Threshold} \\ 0, & \text{others.} \end{cases} \quad (1) ;$$

[0014] 其中, Threshold 为阈值,阈值依据图像采集质量进行设定;

[0015] C3:将二值图像 $J(m, n)$ 中位于李沙育图形上的像素和背景上的像素分别用 1 和 0 表示,则二值图像 $J(m, n)$ 的归一化面积为

$$[0016] \quad NA_i = \frac{1}{M \times N} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N J(m, n) \quad (2) ;$$

[0017] 其中, NA_i 表示第 i 帧图像的归一化面积, $M \times N$ 表示李沙育图形视频的分辨率;

[0018] C4: 对李沙育图形视频中所有的帧均进行步骤 C1 至步骤 C3 的处理, 得到归一化面积实验曲线 $NA(i)$, $1 \leq i \leq NOF$, 其中 NOF 表示李沙育图形视频中的帧数;

[0019] C5: 将归一化面积实验曲线 $NA(i)$ 所产生的重合程度最大的帧设为翻转周期的标记帧, 第 i 个标记帧与第 $i+2$ 个标记帧之间的时间间隔即为李沙育图形的翻转周期, i 为任意自然数;

[0020] 设某段李沙育图形视频中总共有 N 个标记帧, 第 1 个标记帧为李沙育图形视频中的第 k_1 帧, 则可以得到 $N-2$ 个周期值, 那么第 p 个翻转周期值为:

$$[0021] \quad \tau_p = \frac{k_{p+2} - k_p}{FR}, \quad p = 1, 2, \dots, N-2 \quad (3) ;$$

[0022] 其中, τ_p 为第 p 个翻转周期值, k_{p+2} 为第 $p+2$ 个标记帧, k_p 为第 p 个标记帧, FR 为李沙育图形视频的帧率。

[0023] 所述的步骤 D 包括以下步骤:

[0024] D1: 设李沙育图形的精确翻转周期为 $\hat{\tau}$, 则有

$$[0025] \quad v_p = \hat{\tau} - \tau_p, \quad p = 1, 2, \dots, N-2 \quad (4) ;$$

[0026] 其中, v_p 表示是指第 p 个翻转周期的瞬时翻转周期偏差;

[0027] D2: 将步骤 D1 中求得的 v_p 改写成矩阵形式, 得

$$[0028] \quad \underset{(N-2) \times 1}{V} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \hat{\tau} - \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \vdots \\ \tau_{N-2} \end{bmatrix} = \underset{(N-2) \times 1}{B} \hat{\tau} - \underset{(N-2) \times 1}{T} \quad (5) ;$$

$$[0029] \quad \text{其中, } \underset{(N-2) \times 1}{B} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} ; \quad \underset{(N-2) \times 1}{T} = \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \vdots \\ \tau_{N-2} \end{bmatrix} ;$$

[0030] D3: 由于 τ_p 不相关且精度相同, 因此按照最小二乘准则,

$$[0031] \quad V^T V = \min \quad (6) ;$$

[0032] 其中 V^T 表示翻转周期偏差矩阵转置, V 表示是翻转周期偏差矩阵, T 表示翻转周期偏差矩阵的转置。

[0033] 将式 (6) 对 $\hat{\tau}$ 取一阶导数, 并令其为 0, 得:

$$[0034] \quad \frac{dV^T V}{d\hat{\tau}} = 2V^T B = 2V^T \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} = 2 \sum_{p=1}^{N-2} v_p = 0 \quad (7)$$

[0035] 将式 (4) 带入式 (7) 可得：

$$[0036] \quad \sum_{p=1}^{N-2} v_p = \sum_{p=1}^{N-2} (\hat{\tau} - \tau_p) = (N-2)\hat{\tau} - \sum_{p=1}^{N-2} \tau_p = 0 \quad (8)$$

[0037] 最终得到李沙育图形的精确翻转周期为 $\hat{\tau}$ ；

$$[0038] \quad \hat{\tau} = \frac{1}{N-2} \sum_{p=1}^{N-2} \tau_p$$

[0039] 所述的步骤 A 中, 高分辨率摄像机是指分辨率大于 1000 万像素的摄像机。

[0040] 本发明首先利用数字示波器将被测信号和标准信号生成动态李沙育图形, 然后通过高分辨率摄像机实时采集李沙育图形的每一帧图像并记录李沙育图形视频, 将李沙育图形视频中重合程度最大的帧设为翻转周期的标记帧, 并确定第 i 个 (i 为任意自然数) 标记帧与第 $i+2$ 个标记帧之间的时间间隔即为李沙育图形的翻转周期, 最终利用最小二乘算法得到李沙育图形的精确翻转周期。本发明中, 通过提高视频帧率获得超高的检测精度, 同时具有算法简单实用、阈值设置非常简单的优点, 仅需利用简单的图像分割法即可将李沙育图形从背景噪声中分离出来。本发明抗干扰能力强, 可靠性高, 能够精确快速的确定异频架构下的李沙育图形翻转周期。

附图说明

[0041] 图 1 为本发明的流程示意图。

具体实施方式

[0042] 以下结合附图和实施例对本发明作以详细的描述：

[0043] 如图 1 所示, 本发明所述的异频架构下的李沙育图形翻转周期精确检测方法, 包括以下步骤：

[0044] A: 将被测信号和标准信号同时输入数字示波器, 利用数字示波器产生动态李沙育图形；

[0045] B: 利用高分辨率摄像机对准动态李沙育图形进行摄像, 实时采集李沙育图形的每一帧图像并记录李沙育图形视频；

[0046] 在利用高分辨率摄像机记录李沙育图形视频时, 记录李沙育图形视频中的关键参数, 如分辨率和帧率。所述的高分辨率摄像机是指分辨率大于 1000 万像素的摄像机。

[0047] C: 将李沙育图形视频中重合程度最大的帧设为翻转周期的标记帧, 第 i 个 (i 为任意自然数) 标记帧与第 $i+2$ 个标记帧之间的时间间隔即为李沙育图形的翻转周期。

[0048] 所述的步骤 C 包括以下步骤：

[0049] C1:对于李沙育图形视频中的第 i 帧 $F_i(m, n)$, m 和 n 分别表示第 i 帧图像的行和列;忽略第 i 帧 $F_i(m, n)$ 中的色彩和饱和度信息,只保留亮度信息,并将亮度信息转变为具有 256 个灰度级的灰度图像 $I(m, n)$ 。

[0050] C2:对灰度图像 $I(m, n)$ 进行分割得到二值图像 $J(m, n)$:

$$[0051] \quad J(m, n) = \begin{cases} 1, & \text{if } I(m, n) \geq \text{Threshold} \\ 0, & \text{others.} \end{cases} \quad (1)$$

[0052] 其中, Threshold 为阈值,阈值依据图像采集质量进行设定;

[0053] C3:将二值图像 $J(m, n)$ 中位于李沙育图形上的像素和背景上的像素分别用 1 和 0 表示,则二值图像 $J(m, n)$ 的归一化面积为

$$[0054] \quad NA_i = \frac{1}{M \times N} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N J(m, n) \quad (2)$$

[0055] 其中, NA_i 表示第 i 帧图像的归一化面积, $M \times N$ 表示李沙育图形视频的分辨率;

[0056] C4:对李沙育图形视频中所有的帧均按照步骤 C1 至步骤 C3 进行处理,得到归一化面积实验曲线 $NA(i)$, $1 \leq i \leq \text{NOF}$, 其中 NOF 表示李沙育图形视频中的帧数;

[0057] C5:将归一化面积实验曲线 $NA(i)$ 所产生的重合程度最大的帧设为翻转周期的标记帧,第 i 个 (i 为任意自然数) 标记帧与第 $i+2$ 个标记帧之间的时间间隔即为李沙育图形的翻转周期。设某段李沙育图形视频中总共有 N 个标记帧,第 1 个标记帧为李沙育图形视频中的第 k_1 帧,则可以得到 $N-2$ 个周期值,那么第 p 个翻转周期值为:

$$[0058] \quad \tau_p = \frac{k_{p+2} - k_p}{FR}, \quad p = 1, 2, \dots, N-2 \quad (3)$$

[0059] 其中, τ_p 为第 p 个翻转周期值, k_{p+2} 为第 $p+2$ 个标记帧, k_p 为第 p 个标记帧, FR 为李沙育图形视频的帧率。

[0060] D:根据步骤 C 中得到的翻转周期,利用最小二乘算法得到李沙育图形的精确翻转周期;

[0061] 所述的步骤 D 包括以下步骤:

[0062] D1:设李沙育图形的精确翻转周期为 $\hat{\tau}$, 则有

$$[0063] \quad v_p = \hat{\tau} - \tau_p, \quad p = 1, 2, \dots, N-2 \quad (4)$$

[0064] 其中, v_p 表示是指第 p 个翻转周期的瞬时翻转周期偏差;

[0065] D2:将步骤 D1 中求得的 v_p 改写成矩阵形式,得

$$[0066] \quad \mathbf{V}_{(N-2) \times 1} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \hat{\tau} - \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \vdots \\ \tau_{N-2} \end{bmatrix} = \mathbf{B}_{(N-2) \times 1} \hat{\tau} - \mathbf{T}_{(N-2) \times 1} \quad (5)$$

[0067] 其中, $B_{(N-2) \times 1} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}$; $T_{(N-2) \times 1} = \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \vdots \\ \tau_{N-2} \end{bmatrix}$;

[0068] D3: 由于 τ_p 不相关且精度相同, 因此按照最小二乘准则,

[0069] $V^T V = \min$ (6)

[0070] 其中 V^T 表示翻转周期偏差矩阵转置, V 表示是翻转周期偏差矩阵, T 表示翻转周期偏差矩阵的转置。

[0071] 将式 (6) 对 $\hat{\tau}$ 取一阶导数, 并令其为 0, 得:

[0072]
$$\frac{dV^T V}{d\hat{\tau}} = 2V^T B = 2V^T \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} = 2 \sum_{p=1}^{N-2} v_p = 0$$
 (7)

[0073] 将式 (4) 带入式 (7) 可得:

[0074]
$$\sum_{p=1}^{N-2} v_p = \sum_{p=1}^{N-2} (\hat{\tau} - \tau_p) = (N-2)\hat{\tau} - \sum_{p=1}^{N-2} \tau_p = 0$$
 (8)

[0075] 最终得到李沙育图形的精确翻转周期为 $\hat{\tau}$:

[0076]
$$\hat{\tau} = \frac{1}{N-2} \sum_{p=1}^{N-2} \tau_p$$
 (9)

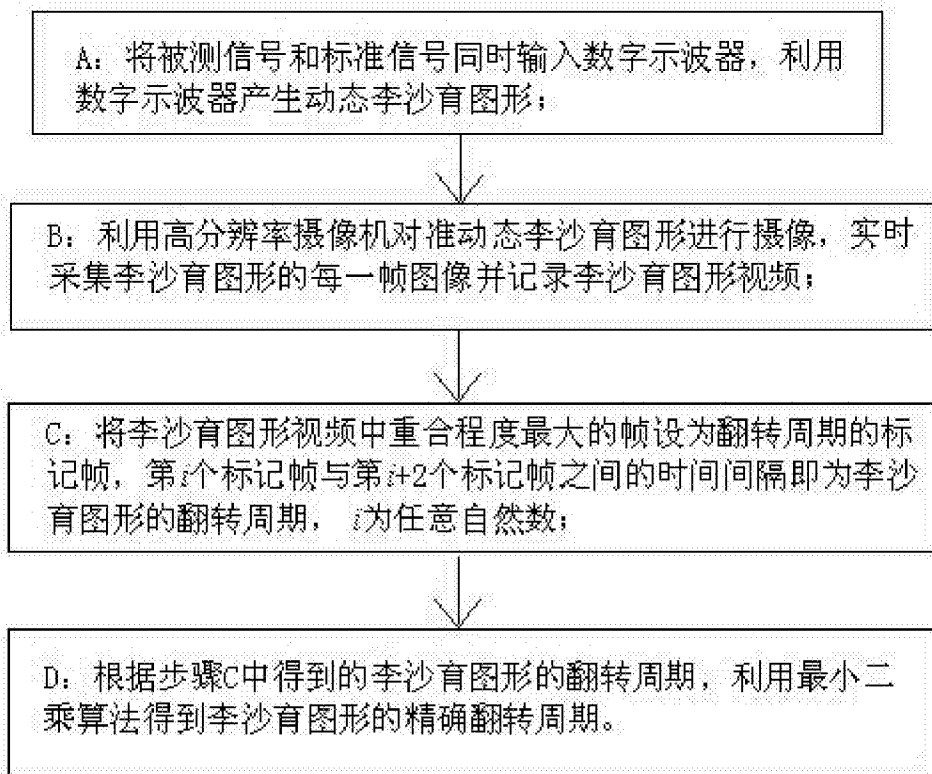


图 1