



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110533698 B

(45)授权公告日 2020.05.12

(21)申请号 201910836123.1

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2019.09.05

G06T 7/254(2017.01)

G06T 7/00(2017.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110533698 A

审查员 张娜娜

(43)申请公布日 2019.12.03

(73)专利权人 广东水电二局股份有限公司

地址 511300 广东省广州市增城区新塘镇  
广深大道西1号1幢水电广场A-1商务  
中心20层

(72)发明人 谢祥明 唐福来 李松明 席文欢  
符利 路元 陈华平

(74)专利代理机构 北京精金石知识产权代理有  
限公司 11470

代理人 姜艳华

权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法,包括:步骤1,依据图像清晰度参数模型进行基坑施工桩图像选择;步骤2,将基坑施工桩图像帧分成n\*n个图像块,利用相位信息的方法对每一所述图像块进行检测,用以检测出所述图像块内是否包含施工桩,找出所有包含施工桩的图像块;步骤3包括当前基坑施工桩图像帧与上一帧基坑施工桩图像相减,判定包含施工桩的图像块对应像素值有无变化;步骤4,根据基坑施工桩图像信息对施工桩状态进行判定。本发明的基坑施工桩检测控制方法显著的提高了检测效率和准确率,提高了检测智能化水平,较多的降低了不必要数据的计算,在检测准确度以及检测实时性方面大大增强,增强了实用性。

步骤1: 依据图像清晰度参数模型进行基坑施工桩图像选择

步骤2: 将被选择的基坑施工桩图像帧分成n\*n个图像块,利用相位信息的方法对每一所述图像块进行检测,用以检测出所述图像块内是否包含施工桩,找出所有包含施工桩的图像块

步骤3: 将包含施工桩的图像块图像帧与上一帧被选择的基坑施工桩图像块相减,判定包含施工桩的图像块对应像素值有无变化

步骤4: 根据基坑施工桩图像对基坑施工桩图像的状态进行判定

1. 一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法,其特征在于,其包括:

步骤1,依据图像清晰度参数模型进行基坑施工桩图像选择,参数模型如下公式表示:

$$Z_i = f(\alpha_i - \alpha) \frac{\sqrt{(\rho_i - \rho)(v_i - v)}}{\rho' v'}$$

式中, $i=1, \dots, m$ ;  $Z_i$ 为多张图像中第*i*张的基坑施工桩图像清晰指数, $Z$ 为设定的图像清晰指数阈值, $\rho_i$ 为多张图像中第*i*张基坑施工桩图像的设定区域的平均灰度值, $\rho$ 为灰度值阈值, $v_i$ 为多张图像中第*i*张基坑施工桩图像的梯度, $v$ 为梯度阈值, $\rho'$ 为多张施工桩图像的平均灰度值, $v'$ 为多张施工桩图像的平均梯度, $m$ 为CCD获取的多张基坑施工桩图像的数量; $\alpha_i$ 为第*i*张基坑施工桩图像中基坑施工桩所占该张图像的比例, $\alpha$ 为设定的比例阈值,当 $\alpha_i - \alpha \geq 0$ 时, $f(\alpha_i - \alpha) = 1$ , $\alpha_i - \alpha < 0$ 时, $f(\alpha_i - \alpha) = 0$ ;

步骤2,将被选择的基坑施工桩图像帧分成 $n \times n$ 个图像块,利用相位信息的方法对每一所述图像块进行检测,用以检测出所述图像块内是否包含施工桩,找出所有包含施工桩的图像块;

步骤3,将包含施工桩的图像块图像帧与上一帧被选择的基坑施工桩图像块相减,判定包含施工桩的图像块对应像素值有无变化;对像素值有变化区域计算其变化区域中心位置:变化区域中心位置总向量是各帧变化区域中心位置的总和,若已知第*i*帧的变化区域中心位置向量 $W_i$ ,则变化区域中心位置总向量 $W$ 可按下式求得:

$$W = \{W_1, W_2, W_3, \dots, W_n\}; W_i = (x_i, y_i, t),$$

$$x_i = \frac{x_{i\min} + x_{i\max}}{2}, \quad y_i = \frac{y_{i\min} + y_{i\max}}{2},$$

式中, $x_i$ 表示第*i*帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域中心位置的横坐标, $y_i$ 表示第*i*帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域中心位置的纵坐标, $x_{i\min}$ 表示第*i*帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最左侧像素点的横坐标, $x_{i\max}$ 表示第*i*帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最右侧像素点的横坐标, $y_{i\min}$ 表示第*i*帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最下侧像素点的纵坐标, $y_{i\max}$ 表示第*i*帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最上侧像素点的纵坐标, $t$ 为两幅图像帧的时间差;

步骤4,根据基坑施工桩图像对基坑施工桩图像的状态进行判定,若 $x_j - x_{j-1}$ 为0, $y_j - y_{j-1}$ 小于0,则基坑施工桩出现垂直下沉;若 $x_j - x_{j-1}$ 为0, $y_j - y_{j-1}$ 大于0,则基坑施工桩出现垂直上升;若 $x_j - x_{j-1}$ 大于0, $y_j - y_{j-1}$ 小于0,则基坑施工桩发生右倾斜且下沉;若 $x_j - x_{j-1}$ 大于0, $y_j - y_{j-1}$ 大于0,则基坑施工桩出现右倾斜升高;若 $x_j - x_{j-1}$ 小于0, $y_j - y_{j-1}$ 小于0,则基坑施工桩发生左倾斜且下沉;若 $x_j - x_{j-1}$ 小于0, $y_j - y_{j-1}$ 大于0,则基坑施工桩出现左倾斜升高。

2. 根据权利要求1所述的一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法,其特征在于,对图像清晰度计算之前,还设置一个 $3 \times 3$ 模版窗口区域,然后对视频帧图像进行遍历,将视频帧图像中模版区域内的像素取其中间像素点的像素值代换原像素值进行多尺度变换。

3. 根据权利要求2所述的一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法,其特征在于,所述CCD图像获取可以为视频形式或者间隔特定时间进行拍照形式,以左下角作为原点建立坐标系。

4. 根据权利要求1所述的一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法,其特征在于,所述相位信息的方法包括:通过在频域中改变基坑施工桩的图像块的相位而对图像进行匹

配,计算匹配后的当前帧中的基坑施工桩的图像块和参考帧中的图像块之间的相位匹配差,利用相位匹配差的大小,识别图像中是否包含基坑施工桩,进而区分单一运动图像块和包含基坑施工桩的图像块。

5. 根据权利要求1所述的一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法,其特征在于,所述依据图像清晰度参数模型进行基坑施工桩图像选择之前还包括预处理步骤:预处理包括对基坑施工桩的图像信息进行频域滤波去噪。

6. 根据权利要求1所述的一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法,其特征在于,所述对基坑施工桩图像进行预处理还包括:对获取的基坑施工桩图像进行滤波:

$$\begin{aligned}\nabla^2 f(x,y) &= \{ [f(x+1,y) - f(x,y)] - [f(x,y) - f(x-1,y)] \} + \\ & \{ [f(x,y+1) - f(x,y)] - [f(x,y) - f(x,y-1)] \} \\ &= f(x+1,y) + f(x-1,y) + f(x,y+1) + f(x,y-1) - 4f(x,y)\end{aligned}$$

$f(x,y)$  为基坑施工桩图像在  $(x,y)$  处的灰度值。

7. 根据权利要求1所述的一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法,其特征在于,所述将基坑施工桩图像帧分成  $n*n$  个图像块,具体为分成  $16*16$  个图像块。

## 一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及视觉检测技术领域,具体地涉及一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法。

### 背景技术

[0002] 基坑施工过程的施工桩是表征基坑当前施工稳定性的重要指标之一,随着图像处理技术的飞速发展,利用数字图像技术对工程施工状态进行监控测量已成为研究热点之一,它利用CCD相机等简单传感器设备,基于图像处理技术对施工桩进行测量或确定是否有位移等。基坑施工过程的施工桩变化对基坑变形和支护体系的内力具有重要影响。采用数字图像技术能够实现基坑施工状态实时、在线监测,同时还可方便地利用计算机对所采集的数据进行存储、传输和处理,识别的施工桩可作为反分析方法的重要数据来源,为自动化反分析提供了可能,也为基坑工程的安全性分析、预警提供更为可靠有效的途径。因此,使用图像处理技术方法自动识别基坑施工桩的支撑位置对工程实时控制和自动管理具有重要参考价值。

[0003] 但是现有的基坑施工桩的检测都是通过人工进行确认,主观性强,不能够实时进行检测,且浪费了大量人力物力;而且,基坑环境较为复杂,遇到环境恶劣的境况时,检测准确率大大降低,没有对采集的多帧图像进行有选择的计算,且现存的通过计算机视觉对基坑施工桩的计算较为复杂,计算速率较低,不能够实现实时检测;因此,通过提高基坑施工桩的智能化以及实时性、提高检测效率和效果成为现在的迫切需求。

### 发明内容

[0004] 为解决上述技术问题,本发明提供一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法,依据图像清晰度参数模型对基坑施工桩图像进行选择,将被选择的基坑施工桩图像内包含施工桩的图像做帧差运算,进而对基坑施工桩状态进行判定。本发明的基坑施工桩检测控制方法显著地提高了检测效率和准确率,提高了检测智能化水平,较多的降低了不必要数据的计算,在检测准确度以及检测实时性方面大大增强,增强了实用性。

[0005] 一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法,包括:

[0006] 步骤1,依据图像清晰度参数模型进行基坑施工桩图像选择,参数模型如下公式表示:

$$[0007] \quad Z_i = f(\alpha_i - \alpha) \frac{\sqrt{(\rho_i - \rho)(v_i - v)}}{\rho' v'}$$

[0008] 式中, $i=1, \dots, m$ ;  $Z_i$ 为多张图像中第*i*张的基坑施工桩图像清晰指数, $Z$ 为设定的图像清晰指数阈值, $\rho_i$ 为多张图像中第*i*张基坑施工桩图像的设定区域的平均灰度值, $\rho$ 为灰度值阈值, $v_i$ 为多张图像中第*i*张基坑施工桩图像的梯度, $v$ 为梯度阈值, $\rho'$ 为多张施工桩图像的平均灰度值, $v'$ 为多张施工桩图像的平均梯度, $m$ 为CCD获取的多张基坑施工桩图像

的数量;  $\alpha_i$  为第  $i$  张基坑施工桩图像中基坑施工桩所占该张图像的比例,  $\alpha$  为设定的比例阈值, 当  $\alpha_i - \alpha \geq 0$  时,  $f(\alpha_i - \alpha) = 1$ ,  $\alpha_i - \alpha < 0$  时,  $f(\alpha_i - \alpha) = 0$ ;

[0009] 步骤2, 将被选择的基坑施工桩图像帧分成  $n \times n$  个图像块, 利用相位信息的方法对每一所述图像块进行检测, 用以检测出所述图像块内是否包含施工桩, 找出所有包含施工桩的图像块;

[0010] 步骤3将包含施工桩的图像块图像帧与上一帧被选择的基坑施工桩图像块相减, 判定包含施工桩的图像块对应像素值有无变化; 对像素值有变化区域计算其变化区域中心位置: 变化区域中心位置总向量是各帧变化区域中心位置的总和, 若已知第  $i$  帧的变化区域中心位置向量  $W_i$ , 则变化区域中心位置总向量  $W$  可按式求得:

[0011]  $W = \{W_1, W_2, W_3, \dots, W_n\}; W_i = (x_i, y_i, t)$ ,

[0012]  $x_i = \frac{x_{i \min} + x_{i \max}}{2}, y_i = \frac{y_{i \min} + y_{i \max}}{2}$ ,

[0013] 式中,  $x_i$  表示第  $i$  帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域中心位置的横坐标,  $y_i$  表示第  $i$  帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域中心位置的纵坐标,  $x_{i \min}$  表示第  $i$  帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最左侧像素点的横坐标,  $x_{i \max}$  表示第  $i$  帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最右侧像素点的横坐标,  $y_{i \min}$  表示第  $i$  帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最下侧像素点的纵坐标,  $y_{i \max}$  表示第  $i$  帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最上侧像素点的纵坐标,  $t$  为两幅图像帧的时间差;

[0014] 步骤4, 基坑施工桩图像判定, 若  $x_j - x_{j-1}$  为0,  $y_j - y_{j-1}$  小于0, 则基坑施工桩出现垂直下沉; 若  $x_j - x_{j-1}$  为0,  $y_j - y_{j-1}$  大于0, 则基坑施工桩出现垂直上升; 若  $x_j - x_{j-1}$  大于0,  $y_j - y_{j-1}$  小于0, 则基坑施工桩发生右倾斜且下沉; 若  $x_j - x_{j-1}$  大于0,  $y_j - y_{j-1}$  大于0, 则基坑施工桩出现右倾斜升高; 若  $x_j - x_{j-1}$  小于0,  $y_j - y_{j-1}$  小于0, 则基坑施工桩发生左倾斜且下沉; 若  $x_j - x_{j-1}$  小于0,  $y_j - y_{j-1}$  大于0, 则基坑施工桩出现左倾斜升高。

[0015] 优选地, 对图像清晰度计算之前, 还设置一个  $3 \times 3$  模版窗口区域, 然后对视频帧图像进行遍历, 将视频帧图像中模版区域内的像素取其中间像素点的像素值代换原像素值进行多尺度变换, 以降低计算复杂度。

[0016] 优选地, 所述CCD图像获取可以为视频形式或者间隔特定时间进行拍照形式, 以左下角作为原点建立坐标系。

[0017] 优选地, 所述相位信息的方法包括: 通过在频域中改变基坑施工桩的图像块的相位而对图像进行匹配, 计算匹配后的当前帧中的基坑施工桩的图像块和参考帧中的图像块之间的相位匹配差, 利用相位匹配差的大小, 识别图像中是否包含基坑施工桩, 进而区分单一运动图像块和包含基坑施工桩的图像块。

[0018] 优选地, 所述依据图像清晰度参数模型进行基坑施工桩图像选择之前还包括预处理步骤: 预处理包括对基坑施工桩的图像信息进行频域滤波去噪。

[0019] 优选地, 所述对基坑施工桩图像进行预处理还包括: 对获取的基坑施工桩图像进行滤波:

[0020] 
$$\begin{aligned} \nabla^2 f(x, y) &= \{[f(x+1, y) - f(x, y)] - [f(x, y) - f(x-1, y)]\} + \\ &\{[f(x, y+1) - f(x, y)] - [f(x, y) - f(x, y-1)]\} \\ &= f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y) \end{aligned}$$

[0021]  $f(x, y)$  为基坑施工桩图像在  $(x, y)$  处的灰度值。

[0022] 优选地,所述将基坑施工桩图像帧分成  $n*n$  个图像块,具体为分成  $16*16$  个图像块。

[0023] 与现有技术相比,本发明的技术方案具有以下有益效果:

[0024] 1、对采集的多帧基坑施工桩图像进行清晰度计算,选择清晰度较高的基坑施工桩图像,大大提高了检测的准确率。

[0025] 2、通过相位信息法采集包括基坑施工桩的图像,大大减少了后续计算数据量,大大提高了计算效率,能够实现实时性检测。

[0026] 3、通过对基坑施工桩位移偏移的计算,能够准确了解基坑施工桩的具体状态及稳定性,为采取后续措施提高了科学化数据,提高了智能化水平。

## 附图说明

[0027] 图1是本发明一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法流程图;

[0028] 图2是本发明设置的  $3*3$  模版窗口示意图。

## 具体实施方式

[0029] 本领域技术人员理解,如背景技术所言,传统的基坑施工桩的检测都是通过人工进行确认,主观性强,不能够实时进行检测,且浪费了大量人力物力;而且,基坑环境较为复杂,遇到环境恶劣的境况时,检测准确率大大降低,没有对采集的多帧图像进行有选择的计算,且现存的通过计算机视觉对基坑施工桩的计算较为复杂,计算速率较低,不能够实现实时检测,因此,需要提高基坑施工桩的智能化以及实时性、提高检测效率和效果成为现在的迫切需求。为使本发明的上述目的、特征和有益效果能够更为明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施例做详细的说明。

[0030] 实施例1:

[0031] 在一些大雾或下大雨的天气中,基坑及基坑中的施工桩的清晰度较低,采集的基坑图像质量较差,有必要进行高质量图片选择,以提高基坑及基坑施工桩位置等参数的缺点。

[0032] 图1示出了本申请的一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法流程图,包括:步骤1,依据图像清晰度参数模型进行基坑施工桩图像选择,参数模型如下公式表示:

$$[0033] \quad Z_i = f(\alpha_i - \alpha) \frac{\sqrt{(\rho_i - \rho)(v_i - v)}}{\rho' v'}$$

[0034] 式中,  $i=1, \dots, m$ ;  $Z_i$  为多张图像中第  $i$  张的基坑施工桩图像清晰指数,  $Z$  为设定的图像清晰指数阈值,  $\rho_i$  为多张图像中第  $i$  张基坑施工桩图像的设定区域的平均灰度值,  $\rho$  为根据实际情况设定的灰度值阈值,在一些实施例中  $\rho$  是均值的二分之三倍,在一些实施例中  $\rho$  通过直方图计算获得的阈值,  $v_i$  为多张图像中第  $i$  张基坑施工桩图像的梯度,  $v$  为根据实际情况设定的梯度阈值,  $\rho'$  为多张施工桩图像的平均灰度值,  $v'$  为多张施工桩图像的平均梯度,  $m$  为 CCD 获取的多张基坑施工桩图像的数量;  $\alpha_i$  为第  $i$  张基坑施工桩图像中基坑施工桩所占该张图像的比例,  $\alpha$  为设定的比例阈值,当  $\alpha_i - \alpha \geq 0$  时,  $f(\alpha_i - \alpha) = 1$ ,  $\alpha_i - \alpha < 0$  时,  $f(\alpha_i - \alpha)$

=0;

[0035] 步骤2,将被选择的基坑施工桩图像帧分成 $n*n$ 个图像块,利用相位信息的方法对每一所述图像块进行检测,用以检测出所述图像块内是否包含施工桩,找出所有包含施工桩的图像块;

[0036] 步骤3将包含施工桩的图像块图像帧与上一帧被选择的基坑施工桩图像块相减,判定包含施工桩的图像块对应像素值有无变化;对像素值有变化区域计算其变化区域中心位置:变化区域中心位置总向量是各帧变化区域中心位置的总和,若已知第 $i$ 帧的变化区域中心位置向量 $W_i$ ,则变化区域中心位置总向量 $W$ 可按式求得:

[0037]  $W = \{W_1, W_2, W_3, \dots, W_n\}; W_i = (x_i, y_i, t)$ ,

[0038]  $x_i = \frac{x_{i \min} + x_{i \max}}{2}, y_i = \frac{y_{i \min} + y_{i \max}}{2}$ ,

[0039] 式中, $x_i$ 表示第 $i$ 帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域中心位置的横坐标, $y_i$ 表示第 $i$ 帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域中心位置的纵坐标, $x_{i \min}$ 表示第 $i$ 帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最左侧像素点的横坐标, $x_{i \max}$ 表示第 $i$ 帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最右侧像素点的横坐标, $y_{i \min}$ 表示第 $i$ 帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最下侧像素点的纵坐标, $y_{i \max}$ 表示第 $i$ 帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最上侧像素点的纵坐标, $t$ 为两幅图像帧的时间差;

[0040] 步骤4,基坑施工桩图像判定,若 $x_j - x_{j-1}$ 为0, $y_j - y_{j-1}$ 小于0,则基坑施工桩出现垂直下沉;若 $x_j - x_{j-1}$ 为0, $y_j - y_{j-1}$ 大于0,则基坑施工桩出现垂直上升;若 $x_j - x_{j-1}$ 大于0, $y_j - y_{j-1}$ 小于0,则基坑施工桩发生右倾斜且下沉;若 $x_j - x_{j-1}$ 大于0, $y_j - y_{j-1}$ 大于0,则基坑施工桩出现右倾斜升高;若 $x_j - x_{j-1}$ 小于0, $y_j - y_{j-1}$ 小于0,则基坑施工桩发生左倾斜且下沉;若 $x_j - x_{j-1}$ 小于0, $y_j - y_{j-1}$ 大于0,则基坑施工桩出现左倾斜升高。

[0041] 在一些实施例中,如图2所示,对图像清晰度计算之前,还设置一个 $3*3$ 模版窗口区域,然后对视频帧图像进行遍历,将视频帧图像中模版区域内的像素取其中间像素点的像素值代换原像素值进行多尺度变换,以降低计算复杂度。

[0042] 实施例2:

[0043] 在阳光较为充足的天气中,存在曝光度较高的现象,采集的图像有些亮度较高,有些亮度较低,导致图像质量参差不齐,有必要选取质量较高的图片以提高基坑及施工桩的精确定位。

[0044] 在一些实施例中,对基坑施工桩的倾斜角度、升降尺寸都进行了详细计算,包括:步骤1,依据图像清晰度参数模型进行基坑施工桩图像选择,参数模型如下公式表示:

[0045] 
$$Z_i = f(\alpha_i - \alpha) \frac{\sqrt{(\rho_i - \rho)(v_i - v)}}{\rho' v'}$$

[0046] 式中, $i=1, \dots, m$ ;  $Z_i$ 为多张图像中第 $i$ 张的基坑施工桩图像清晰指数, $Z$ 为设定的图像清晰指数阈值, $\rho_i$ 为多张图像中第 $i$ 张基坑施工桩图像的设定区域的平均灰度值, $\rho$ 为根据实际情况设定的灰度值阈值, $v_i$ 为多张图像中第 $i$ 张基坑施工桩图像的梯度, $v$ 为根据实际情况设定的梯度阈值, $\rho'$ 为多张施工桩图像的平均灰度值, $v'$ 为多张施工桩图像的平均梯度, $m$ 为CCD获取的多张基坑施工桩图像的数量; $\alpha_i$ 为第 $i$ 张基坑施工桩图像中基坑施工

桩所占该张图像的比例,  $\alpha$  为设定的比例阈值, 当  $\alpha_i - \alpha \geq 0$  时,  $f(\alpha_i - \alpha) = 1$ ,  $\alpha_i - \alpha < 0$  时,  $f(\alpha_i - \alpha) = 0$ ;

[0047] 步骤2, 将被选择的基坑施工桩图像帧分成  $n \times n$  个图像块, 利用相位信息的方法对每一所述图像块进行检测, 用以检测出所述图像块内是否包含施工桩, 找出所有包含施工桩的图像块;

[0048] 步骤3, 将包含施工桩的图像块图像帧与上一帧被选择的基坑施工桩图像块相减, 判定包含施工桩的图像块对应像素值有无变化; 对像素值有变化区域计算其变化区域中心位置: 变化区域中心位置总向量是各帧变化区域中心位置的总和, 若已知第  $i$  帧的变化区域中心位置向量  $W_i$ , 则变化区域中心位置总向量  $W$  可按式求得:

[0049]  $W = \{W_1, W_2, W_3, \dots, W_n\}; W_i = (x_i, y_i, t)$ ,

[0050]  $x_i = \frac{x_{i \min} + x_{i \max}}{2}, y_i = \frac{y_{i \min} + y_{i \max}}{2}$ ,

[0051] 式中,  $x_i$  表示第  $i$  帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域中心位置的横坐标,  $y_i$  表示第  $i$  帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域中心位置的纵坐标,  $x_{i \min}$  表示第  $i$  帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最左侧像素点的横坐标,  $x_{i \max}$  表示第  $i$  帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最右侧像素点的横坐标,  $y_{i \min}$  表示第  $i$  帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最下侧像素点的纵坐标,  $y_{i \max}$  表示第  $i$  帧包含施工桩的图像块的像素值变化区域最上侧像素点的纵坐标,  $t$  为两幅图像帧的时间差;

[0052] 步骤4, 基坑施工桩图像判定, 若  $x_j - x_{j-1}$  为 0,  $y_j - y_{j-1}$  小于 0, 变化角度为:

[0053] 
$$\theta = \tan^{-1} \frac{y_{i \max} - y_{i \min}}{x_{i \max} - x_{i \min}} - \tan^{-1} \frac{y_{(i-1) \max} - y_{(i-1) \min}}{x_{(i-1) \max} - x_{(i-1) \min}}$$

[0054] 同样方式可以求出其它情况。

[0055] 在一些实施例中, 所述 CCD 图像获取可以为视频形式或者间隔特定时间进行拍照形式, 以左下角作为原点建立坐标系。

[0056] 在一些实施例中, 所述相位信息的方法包括: 通过在频域中改变基坑施工桩的图像块的相位而对图像进行匹配, 计算匹配后的当前帧中的基坑施工桩的图像块和参考帧中的图像块之间的相位匹配差, 利用相位匹配差的大小, 识别图像中是否包含基坑施工桩, 进而区分单一运动图像块和包含基坑施工桩的图像块。

[0057] 在一些实施例中, 所述依据图像清晰度参数模型进行基坑施工桩图像选择之前还包括预处理步骤: 预处理包括对基坑施工桩的图像信息进行频域滤波去噪。

[0058] 在一些实施例中, 所述对基坑施工桩图像进行预处理还包括: 对获取的基坑施工桩图像进行滤波:

[0059] 
$$\begin{aligned} \nabla^2 f(x, y) &= \{[f(x+1, y) - f(x, y)] - [f(x, y) - f(x-1, y)]\} + \\ &\{[f(x, y+1) - f(x, y)] - [f(x, y) - f(x, y-1)]\} \\ &= f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y) \end{aligned}$$

[0060]  $f(x, y)$  为基坑施工桩图像在  $(x, y)$  处的灰度值。

[0061] 在一些实施例中, 所述将基坑施工桩图像帧分成  $n \times n$  个图像块, 具体为分成  $16 \times 16$  个图像块。

[0062] 本发明的一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法, 解决了传统技术中传统



的基坑施工桩的检测都是通过人工进行确认,主观性强,不能够实时进行检测,且浪费了大量人力物力;而且,基坑环境较为复杂,遇到环境恶劣的境况时,检测准确率大大降低,没有对采集的多帧图像进行有选择的计算,且现存的通过计算机视觉对基坑施工桩的计算较为复杂,计算速率较低,不能够实现实时检测的问题;本发明的一种基于视觉检测的基坑施工桩检测控制方法对采集的多帧基坑施工桩图像进行清晰度计算,选择清晰度较高的基坑施工桩图像,大大提高了检测的准确率;通过相位信息法采集包括基坑施工桩的图像,大大减少了后续计算数据量,大大提高了计算效率,能够实现实时性检测;通过对基坑施工桩位移偏移的计算,能够准确了解基坑施工桩的具体状态及稳定性,为采取后续措施提高了科学化数据,提高了智能化水平。

[0063] 虽然本发明披露如上,但本发明并非限于于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

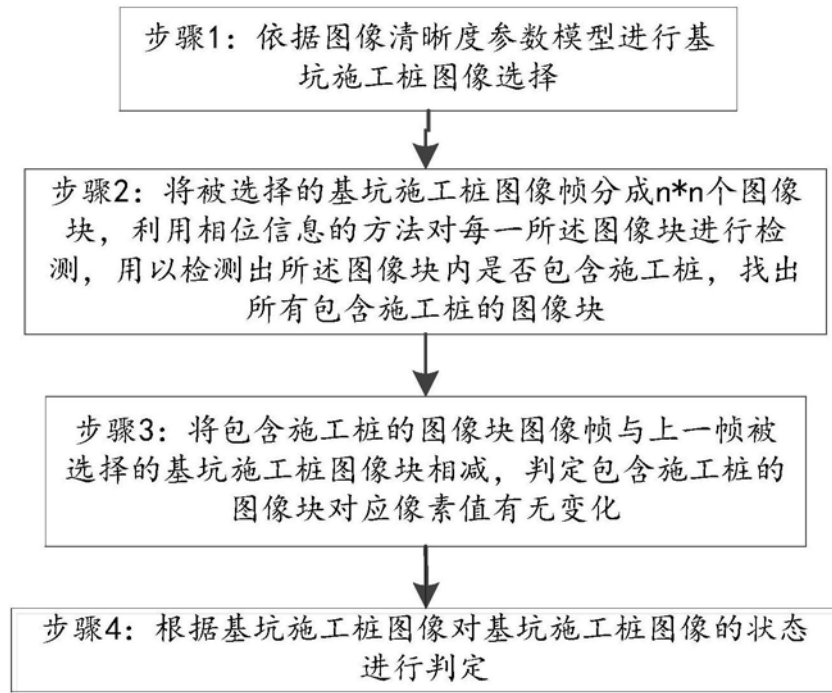


图1

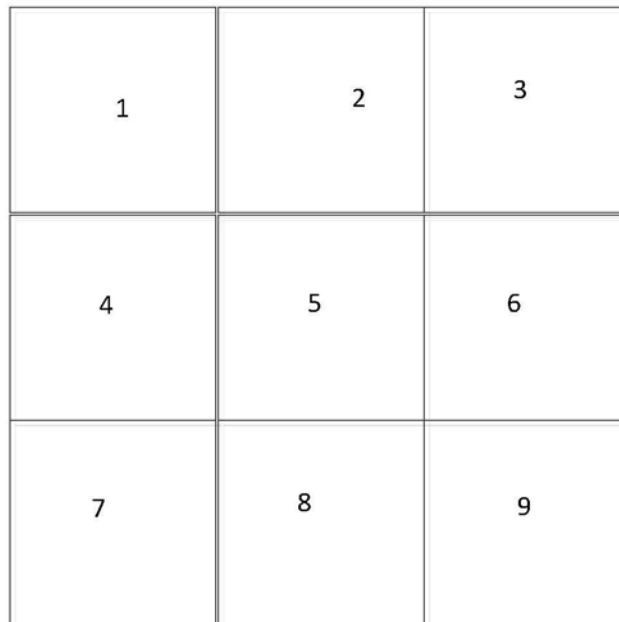


图2