



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104296657 B

(45)授权公告日 2016.09.07

(21)申请号 201410535284.4

(22)申请日 2014.10.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104296657 A

(43)申请公布日 2015.01.21

(73)专利权人 三峡大学

地址 443002 湖北省宜昌市大学路8号

(72)发明人 陈从平 黄正

(74)专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所

42103

代理人 成钢

(51)Int.Cl.

G01B 11/00(2006.01)

F42D 1/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 204165516 U,2015.02.18,

CN 102128589 A,2011.07.20,

US 2013058581 A1,2013.03.07,

CN 103028816 A,2013.04.10,

JP 特开2013-130511 A,2013.07.04,

审查员 李立

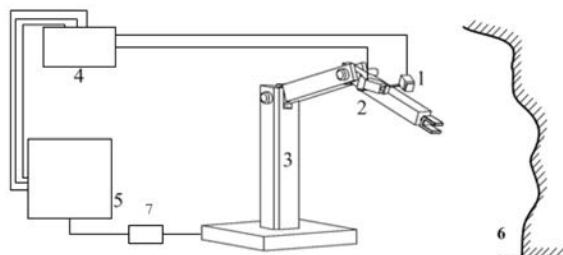
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种基于双目视觉的石壁爆破孔检测与定位装置及定位方法

(57)摘要

一种基于双目视觉的石壁爆破孔检测与定位装置及定位方法,装置包括主摄像机和辅助摄像机,主摄像机和辅助摄像机安装在多关节可移动机械手上,主摄像机和辅助摄像机通过信号线与图像采集卡连接,图像采集卡以及多关节可移动机械手通过信号线与计算机连接。本装置利用主摄像机对孔进行搜索、分割、锁定,同时利用辅助摄像机拍摄图像以保存备用。通过计算机锁定目标孔后,调用辅助摄像机中对应的目标孔图像,与主相机获得的目标孔图像联合进行双目标定,即可定位目标孔相对于工作机械手的当前空间坐标位置。



1. 一种利用基于双目视觉的石壁爆破孔检测与定位装置对石壁爆破孔定位的方法,其特征在于:基于双目视觉的石壁爆破孔检测与定位装置包括主摄像机(1)和辅助摄像机(2),主摄像机(1)和辅助摄像机(2)安装在多关节可移动机械手(3)上,主摄像机(1)和辅助摄像机(2)通过信号线与图像采集卡(4)连接,图像采集卡(4)以及多关节可移动机械手(3)通过信号线及控制器(7)与计算机(5)连接;

利用上述基于双目视觉的石壁爆破孔检测与定位装置对石壁爆破孔定位的方法,包括以下步骤:

1) 爆破孔搜索、检测:通过主摄像机(1)和辅助摄像机(2)从不同的方位及视角分别同时拍摄有爆破孔分布的区域(6),并通过图像采集卡(4)将拍摄的图片传输至视觉模块,视觉模块检测图片中的爆破孔并锁定其中一个孔为当前目标孔;

2) 目标孔三维坐标确定:通过视觉模块中的图像处理软件对孔的图像进行处理,分别获得在主摄像机(1)和辅助摄像机(2)所拍摄图像中目标孔的二维图像坐标 $P_1(u, v)$ 和 $P_2(u', v')$;此时,主摄像机的光轴平行于辅助摄像机的光轴,通过三角关系求出目标孔在以主摄像机(1)为参考的坐标系C中的三维坐标 (X, Y, Z) ;

$$\begin{cases} X = \frac{L}{kd}(u - u_0)k = \frac{L}{d}(u - u_0) \\ Y = \frac{L}{kd}(v_0 - v)k = \frac{L}{d}(v_0 - v) \\ Z = \frac{Lf}{kd} \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中, f 为相机焦距, k 为像元长度, L 为两摄像机之间的距离, $d = u - u'$ 为视差, (u_0, v_0) 是相机成像平面中心像素点的坐标;由此即获得了目标孔中心在摄像机坐标系C中的三维坐标;

进一步,假设摄像机坐标系C与机械手底座坐标系 $O(X_0, Y_0, Z_0)$ 之间的空间转换矩阵为 T ,其中 T 中的各参数由安装在控制模块中的位移传感器实时测得,则可将摄像机坐标系C转换至机械手坐标系 O 中:

$$\begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} \quad (2)$$

此后,获取任意目标孔后,通过以上计算步骤,将目标孔空间坐标转换到机械手底座坐标系中,实现目标孔相对于机械手坐标系的空间定位。

2. 根据权利要求1所述的利用基于双目视觉的石壁爆破孔检测与定位装置对石壁爆破孔定位的方法,其特征在于:所述的控制器(7)接收速度传感器和位移传感器的信号并将其传入计算机(5)。

3. 根据权利要求1所述的利用基于双目视觉的石壁爆破孔检测与定位装置对石壁爆破孔定位的方法,其特征在于:在爆破孔搜索、检测阶段,主摄像机(1)和辅助摄像机(2)同时拍摄,但仅对主摄像机图像进行处理,检测是否有孔存在,辅助摄像机(2)的图像保存,可减少计算量,提高检测系统工作的实时性。

一种基于双目视觉的石壁爆破孔检测与定位装置及定位方法

技术领域

[0001] 本发明属于测控技术领域,具体涉及一种基于双目视觉的石壁爆破孔检测与定位装置及定位方法,即通过两个摄像机同时拍摄同一爆破孔图像,经图像处理与计算,获取目标孔的三维坐标。

背景技术

[0002] 在大型土木工程中通常需要对山体进行爆破,一般首先在石壁上钻孔,然后装入炸药。然而,由于野外环境中石壁很高、表面积大且表面形貌极不规则,采用人工植入炸药不仅劳动强度大、效率低,且危险性很高,若采用自动化设备植入炸药,又因大部分孔洞与设备上的操作者距离太远等原因使设备操作人员经常漏装或错装许多孔洞,因而需要开发爆破孔自动检测与定位装置,为操作者提供空位置信息,提高炸药植入的准确性,降低漏装率和操作者的劳动强度。

发明内容

[0003] 本发明提供一种能够代替人工自动完成石壁爆破孔的检测与定位的、基于双目视觉的石壁爆破孔检测与定位装置及定位方法。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用如下的技术方案:一种基于双目视觉的石壁爆破孔检测与定位装置,包括主摄像机和辅助摄像机,主摄像机和辅助摄像机安装在多关节可移动机械手上,主摄像机和辅助摄像机通过信号线与图像采集卡连接,图像采集卡以及多关节可移动机械手通过信号线与计算机连接。

[0005] 所述的控制器接收速度传感器和位移传感器的信号并将其传入计算机。

[0006] 利用上述装置对石壁爆破孔定位的方法,包括以下步骤:

[0007] 1)爆破孔搜索、检测:通过主摄像机和辅助摄像机从不同的方位及视角分别同时拍摄有爆破孔分布的区域,并通过图像采集卡将拍摄的图片传输至视觉模块,视觉模块检测图片中的爆破孔并锁定其中一个孔为当前目标孔;

[0008] 2)目标孔三维坐标确定:通过视觉模块中的图像处理软件对孔的图像进行处理,分别获得在主摄像机和辅助摄像机所拍摄图像中目标孔的二维图像坐标 $P_1(u, v)$ 和 $P_2(u', v')$ 。此时,主摄像机的光轴平行于辅助摄像机的光轴,通过三角关系求出目标孔在以主摄像机(1)为参考的坐标系C中的三维坐标 (X, Y, Z) ;

$$[0009] \quad \begin{cases} X = \frac{L}{kd}(u - u_0)k = \frac{L}{d}(u - u_0) \\ Y = \frac{L}{kd}(v_0 - v)k = \frac{L}{d}(v_0 - v) \quad (k \text{ 为像元长度}) \\ Z = \frac{Lf}{kd} \end{cases}$$

[0010] 式(1)中, f 为相机焦距, L 为两摄像机之间的距离, $d = u - u'$ 为视差, (u_0, v_0) 是相机

成像平面中心像素点的坐标;由此即获得了目标孔中心在摄像机坐标系C中的三维坐标;

[0011] 进一步,假设摄像机坐标系C与机械手底座坐标系O(X_0, Y_0, Z_0)之间的空间转换矩阵为T,其中T中的各参数由安装在控制模块中的位移传感器实时测得,则可将摄像机坐标系C转换至机械手坐标系O中:

$$[0012] \quad \begin{matrix} O \\ \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} \end{matrix} = \begin{matrix} C \\ \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \end{matrix} + \begin{matrix} T \\ \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} \end{matrix}$$

[0013] 此后,获取任意目标孔后,通过以上计算步骤,将目标孔空间坐标转换到机械手底座坐标系中,实现目标孔相对于机械手坐标系的空间定位。

[0014] 本发明在爆破孔搜索、检测阶段,主摄像机和辅助摄像机同时拍摄,但仅对主摄像机图像进行处理,检测是否有孔存在,辅助摄像机的图像保存,可减少计算量,提高检测系统工作的实时性。

附图说明

[0015] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0016] 图1是本发明的系统组成示意图。

[0017] 图2是预处理后的爆破孔图像。

[0018] 图3是爆破孔双目标定模型图,图3中其中,f为摄像机焦距,是由相机决定的已知量; u_0, v_0 是相机成像平面中心点的坐标;P为目标孔中心; P_1, P_2 分别为孔中心P在摄像机1、2中的成像坐标; u, u' 分别为P在两摄像机中成像的横坐标; C, C' 分别为两摄像机坐标系的坐标原点。

具体实施方式

[0019] 以下是本发明的具体实施例并结合附图,对本发明的技术方案作进一步的描述,但本发明并不限于这些实施例。

[0020] 本发明提供的基于双目视觉的石壁爆破孔检测与定位装置结构如下:如图1所示,包括主摄像机1和辅助摄像机2,主摄像机1和辅助摄像机2安装在多关节可移动机械手3上,主摄像机1和辅助摄像机2通过信号线与图像采集卡4连接,图像采集卡4以及多关节可移动机械手3通过信号线与计算机5连接。所述的控制器7接收速度传感器和位移传感器的信号并将其传入计算机5。

[0021] 本发明中,为减少计算量,提高检测系统工作的实时性,在爆破孔搜索、检测阶段,主摄像机1和辅助摄像机2同时拍摄,但视觉模块仅对主摄像机1图像进行处理,检测是否有孔存在,辅助摄像机图像2保存。即仅依赖主摄像机1获取的图像来进行孔搜索和判断。

[0022] 搜索过程中若计算机5判断拍摄区域内有孔,则在视域中分割、锁定各孔(若同一幅图像中拍摄到多个孔的情况下),并锁定某一孔为当前目标孔以备机械手3植入炸药。同时调用与该图像对应的辅助摄像机2获取的图像,分割、锁定目标孔。

[0023] 以下为本发明的一个操作实例:

[0024] 两台处于不同方位的主摄像机1和辅助摄像机2同时拍摄爆破孔图像后,用常规方

法经图像处理软件对爆破孔图像进行去噪、增强等预处理,并将图像内的孔进行自动分割,锁定一个孔为当前目标孔,如孔2。如图2所示。

[0025] 假设目标孔中心在两摄像机图像中的二维坐标分别为 $P_1(u, v)$ 和 $P_2(u', v')$ 。此时,若两摄像机参数(如焦距,分辨率等)相同,且两台摄像机的光轴平行,则可以通过简单的三角关系求出目标孔在以摄像机1为参考的坐标系C中的三维坐标 (X, Y, Z) 。

[0026] 根据图3所示的爆破孔的双目标定模型图,可得:

$$[0027] \quad \begin{cases} X = \frac{L}{kd}(u - u_0)k = \frac{L}{d}(u - u_0) \\ Y = \frac{L}{kd}(v_0 - v)k = \frac{L}{d}(v_0 - v) \quad (k \text{ 为像元长度}) \\ Z = \frac{Lf}{kd} \end{cases}$$

[0028] 式(1)中, f 为相机焦距, L 为两摄像机之间的距离。 $d = u - u'$ 为视差, (u_0, v_0) 是图像平面中心像素点的坐标;由此即获得了目标孔中心在摄像机坐标系C中的三维坐标;

[0029] 进一步,假设摄像机坐标系C与机械手底座坐标系 $O(X_0, Y_0, Z_0)$ 之间的空间转换矩阵为 T ,其中 T 中的各参数由安装在控制模块中的各位移传感器实时测得,则可将摄像机坐标系C转换至机械手坐标系 O 中:

$$[0030] \quad \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix}$$

[0031] 此后,获取任意目标孔后,通过以上计算步骤,将目标孔空间坐标转换到机械手底座坐标系中,实现目标孔相对于机械手坐标系的空间定位。

[0032] 以下为本发明的一个定位实例:

[0033] 通过实测,已知图2所示中的目标孔2直径为150mm,其中心点在机械手底座坐标系的坐标为(65.00, 780.00, 1550.00),单位为毫米(以下除非特殊说明,单位均为毫米)。而爆破孔2的中心点在图像坐标系中的坐标分别为 $P_1(1339.50, 1293.71)$ (单位:像素), $P_2(831.40, 1292.65)$,此时, $f = 25.5\text{mm}$, $k = 0.01\text{mm}$,两摄像机之间的距离 $L = 150\text{mm}$, $(ku_0, kv_0) = (16.32, 12.24)$ 。故据式(1)计算可得爆破孔2的中心点在摄像机坐标系中的坐标为 $C(-86.35, -20.58, 752.80)$ 。

[0034] 此时,摄像机坐标相对于机械手基座转换矩阵为 $T(150.00, 800.00, 800.00)$,代入(2)式可得爆破孔2的中心在机械手坐标系中的坐标为 $O(63.65, 779.42, 1552.80)$ 。

[0035] 对比及结果:

[0036] 由以上爆破孔2中心的实际坐标与测量坐标对比可知,两坐标间的最大误差为2.8mm(Z方向),故本发明有较高的测量精度(尤其对于较大直径的孔)和很好的可实现性。

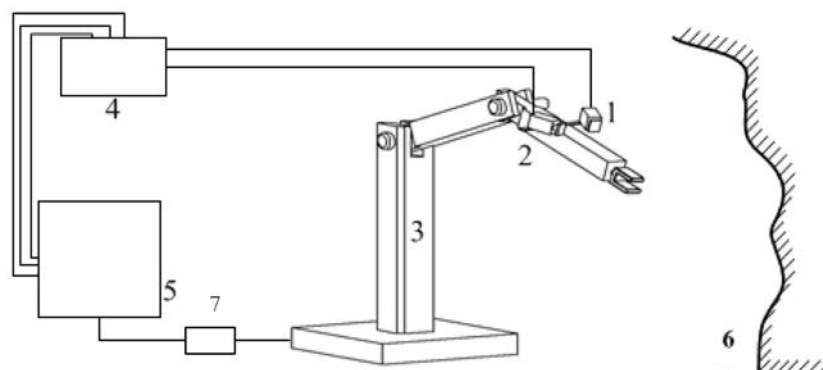
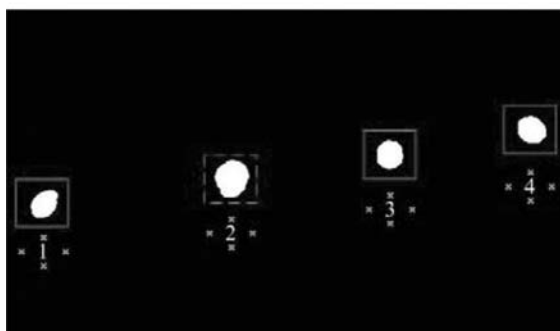


图 1

主摄像机图像



辅助摄像机图像

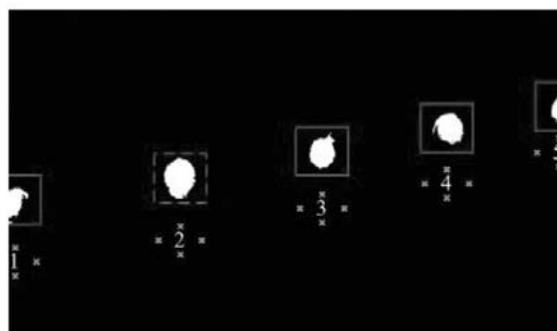


图 2

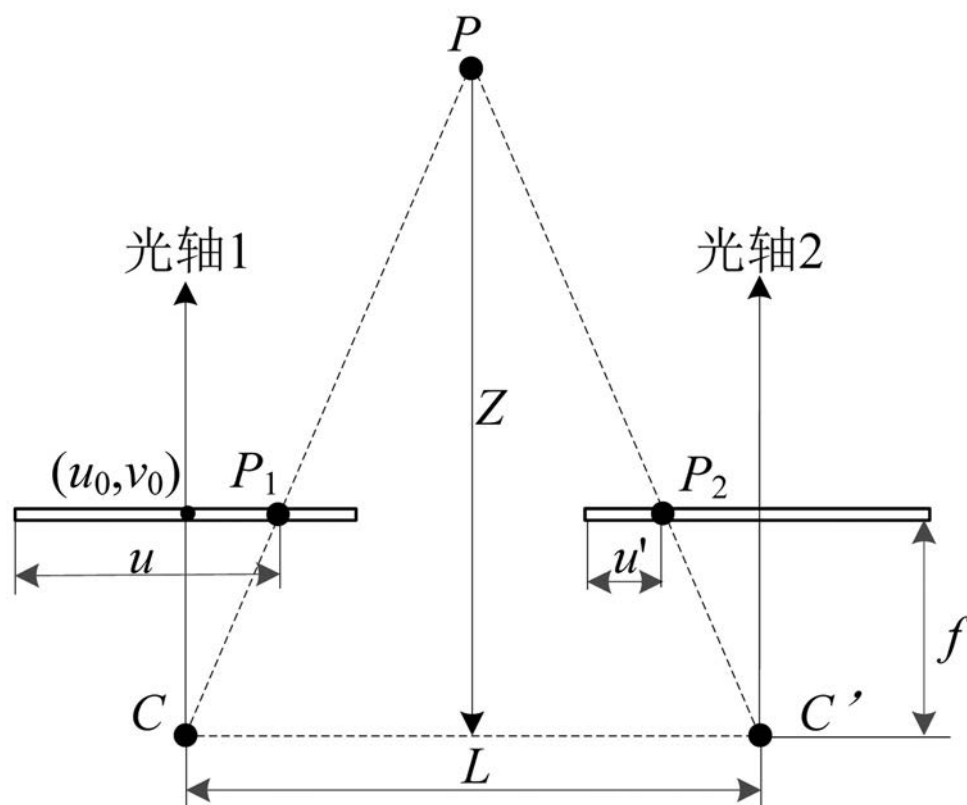


图 3