



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106313041 A

(43)申请公布日 2017. 01. 11

(21)申请号 201610625294.6

(22)申请日 2016.08.03

(71)申请人 山东中清智能科技有限公司
地址 264205 山东省威海经济技术开发区
东风路-70-4号

(72)发明人 陈国栋 赵欣

(51)Int. Cl.

B25J 9/16(2006.01)

B25J 19/02(2006.01)

G01C 11/00(2006.01)

B25J 11/00(2006.01)

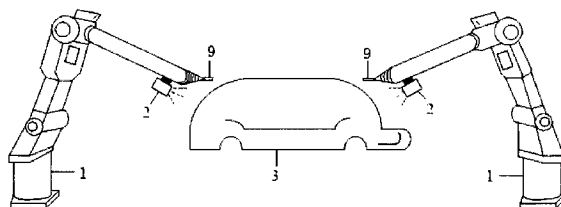
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

喷涂机器人的双目立体视觉定位装置及定位方法

(57)摘要

本发明涉及喷涂机器人的双目立体视觉定位装置及采用该定位装置的车身定位方法,定位装置包括两套分别安装在两个喷涂机器人(1)的末端的双目立体视觉系统(2),双目立体视觉系统(2)包括外壳(8),外壳(8)内设有两个摄像机(4)和一个视觉光源(5),视觉光源(5)位于所述两个摄像机(4)的中间,外壳(8)的开口处设置有防护玻璃罩(6),外壳(8)上还设置有控制防护玻璃罩(6)打开和关闭的微型气缸(7)。本发明实现了汽车生产线上喷涂机器人相对于车身位姿关系的非接触高精度测量。



1. 一种喷涂机器人的双目立体视觉定位装置,其包括两套分别安装在两个喷涂机器人(1)的末端的双目立体视觉系统(2),其特征是,所述双目立体视觉系统(2)包括外壳(8),所述外壳(8)内设有两个摄像机(4)和一个视觉光源(5),所述视觉光源(5)位于所述两个摄像机(4)的中间,所述外壳(8)的开口处设置有防护玻璃罩(6),所述外壳(8)上还设置有控制所述防护玻璃罩(6)打开和关闭的微型气缸(7)。

2. 根据权利要求1所述的喷涂机器人的双目立体视觉定位装置,其特征是,所述两个摄像机(4)的夹角为 30° 以上。

3. 根据权利要求2所述的喷涂机器人的双目立体视觉定位装置,其特征是,所述双目立体视觉系统(2)位于所述喷涂机器人(1)的喷枪(9)上方100mm处。

4. 一种采用权利要求1所述的喷涂机器人的双目立体视觉定位装置对喷涂系统中的车身(3)进行定位的方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:对两套所述双目立体视觉系统(2)分别进行标定,包括摄像机内参数的标定和外参数的标定,通过摄像机内参数和外参数得到投影矩阵 $M_{ij}(i=1,2;j=1,2)$, i 表示双目立体视觉系统的序号, j 表示双目立体视觉系统中摄像机的序号;

S2:对两套所述双目立体视觉系统(2)之间的关系进行标定,设两套双目立体视觉系统之间的关系表示为 $V_L=TV_R$,其中 V_L 、 V_R 分别为两套所述双目立体视觉系统的位置, T 为两套所述双目立体视觉系统之间的转换关系;

S3:在所述车身(3)的一侧找到两个能应用于定位的特征圆孔,在所述车身(3)的另一侧找到能应用于定位的另一个特征圆孔,特征圆孔的直径 $\geq 8\text{mm}$;

S4:一台喷涂机器人(1)动作两次,分别对准所述车身(3)一侧的两个特征孔,通过图像处理算法得到特征孔的图像坐标 $(U_{ij},V_{ij})(i=1,2;j=1,2)$, i 表示该喷涂机器人上的双目立体视觉系统中相机的序号, j 表示特征孔的序号;同样,另一台喷涂机器人(1)动作一次,对准所述车身(3)另一侧的一个特征孔,通过图像处理算法得到特征孔的图像坐标 $(U_{i3},V_{i3})(i=1,2)$, i 表示该喷涂机器人上的双目立体视觉系统中相机的序号;

S5:通过所述双目立体视觉系统标定好的投影矩阵,计算出两个特征孔在左立体视觉系统下的三维坐标 O_{L1} 和 O_{L2} ,记为 $O_{L1}=(x_{11},y_{11},z_{11})$, $O_{L2}=(x_{12},y_{12},z_{12})$,另一个特征孔在右立体视觉系统下的三维坐标 O_{R3} ,记为 $O_{R3}=(x_{r3},y_{r3},z_{r3})$;

S6:利用S2得到的两套双目立体视觉系统之间的关系,将特征孔的三维坐标 O_{R3} 转化到左立体视觉系统下,记为 $O_{L3}=(x_{13},y_{13},z_{13})$,转化关系为:

$$\begin{bmatrix} x_{13} \\ y_{13} \\ z_{13} \\ 1 \end{bmatrix} = T \begin{bmatrix} x_{r3} \\ y_{r3} \\ z_{r3} \\ 1 \end{bmatrix}$$

S7:由三个特征孔的三维坐标建立坐标系,建立方法如下:

S71:选定特征孔 O_{L1} 为坐标系的原点;

S72: O_{L1} 和 O_{L2} 形成的向量作为X轴,X轴向量可计算为 $\mathbf{x} = \frac{O_{L2} - O_{L1}}{\|O_{L2} - O_{L1}\|}$;

S73:Z轴向量由 O_{L1} 和 O_{L2} 形成的向量以及 O_{L1} 和 O_{L3} 形成的向量通过叉乘得到,计算为

$$z = \frac{O_{L2} - O_{L1}}{\|O_{L2} - O_{L1}\|} \times \frac{O_{L3} - O_{L1}}{\|O_{L3} - O_{L1}\|};$$

S74: Y轴向量通过X向量和Z向量叉乘得到, 计算为 $y = x \times z$;

S8: S7建立的坐标系的原点表示为车身的位置, 坐标系的方向表示为车身的姿态。

喷涂机器人的双目立体视觉定位装置及定位方法

技术领域

[0001] 本发明属于机器人技术领域,涉及定位装置及定位方法,尤其涉及喷涂机器人的双目立体视觉定位装置及定位方法。

背景技术

[0002] 随着机器人应用的普及,汽车生产线上的车身喷涂都采用机器人。一般采用两个机器人进行喷涂作业,分别位于车身的左右两侧。传统的喷涂机器人进行喷涂作业之前,需要工人对机器人的喷涂轨迹进行完整地示教。当示教工作完成后,机器人可以按照固定的喷涂轨迹进行重复喷涂作业。

[0003] 喷涂机器人的这种工作方式对车身移动架的定位精度要求很高,一旦移动架的位置与机器人示教时的情况有差异,机器人的喷涂精度就会急剧下降,甚至会造成喷涂失败。

[0004] 鉴于现有技术的上述技术缺陷,迫切需要研制一种新型的喷涂机器人的定位装置及定位方法。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术中存在的缺点,提供喷涂机器人的双目立体视觉定位装置及其定位方法,其通过两台喷涂机器人末端各自的双目立体视觉系统,检测出车身位置的变化,以指导喷涂机器人进行纠偏动作,从而可以保证喷涂机器人喷涂精度的稳定性。

[0006] 为了实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种喷涂机器人的双目立体视觉定位装置,其包括两套分别安装在两个喷涂机器人的末端的双目立体视觉系统,其特征是,所述双目立体视觉系统包括外壳,所述外壳内设有两个摄像机和一个视觉光源,所述视觉光源位于所述两个摄像机的中间,所述外壳的开口处设置有防护玻璃罩,所述外壳上还设置有控制所述防护玻璃罩打开和关闭的微型气缸。

[0007] 进一步地,其中,所述两个摄像机的夹角为 30° 以上。

[0008] 更进一步地,其中,所述双目立体视觉系统位于所述喷涂机器人的喷枪上方100mm处。

[0009] 此外,本发明还提供一种采用上述喷涂机器人的双目立体视觉定位装置对喷涂系统中的车身进行定位的方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0010] S1:对两套所述双目立体视觉系统分别进行标定,包括摄像机内参数的标定和外参数的标定,通过摄像机内参数和外参数得到投影矩阵 $M_{ij}(i=1,2;j=1,2)$, i 表示双目立体视觉系统的序号, j 表示双目立体视觉系统中摄像机的序号;

[0011] S2:对两套所述双目立体视觉系统之间的关系进行标定,设两套双目立体视觉系统之间的关系表示为 $V_L=TV_R$,其中 V_L 、 V_R 分别为两套所述双目立体视觉系统的位置, T 为两套所述双目立体视觉系统之间的转换关系;

[0012] S3:在所述车身的一侧找到两个能应用于定位的特征圆孔,在所述车身的另一侧

找到能应用于定位的另一个特征圆孔,特征圆孔的直径 $\geq 8\text{mm}$;

[0013] S4:一台喷涂机器人动作两次,分别对准所述车身一侧的两个特征孔,通过图像处理算法得到特征孔的图像坐标 $(U_{ij}, V_{ij}) (i=1, 2; j=1, 2)$, i 表示该喷涂机器人上的双目立体视觉系统中相机的序号, j 表示特征孔的序号;同样,另一台喷涂机器人动作一次,对准所述车身另一侧的一个特征孔,通过图像处理算法得到特征孔的图像坐标 $(U_{i3}, V_{i3}) (i=1, 2)$, i 表示该喷涂机器人上的双目立体视觉系统中相机的序号;

[0014] S5:通过所述双目立体视觉系统标定好的投影矩阵,计算出两个特征孔在左立体视觉系统下的三维坐标 O_{L1} 和 O_{L2} ,记为 $O_{L1}=(x_{11}, y_{11}, z_{11})$, $O_{L2}=(x_{12}, y_{12}, z_{12})$,另一个特征孔在右立体视觉系统下的三维坐标 O_{R3} ,记为 $O_{R3}=(x_{r3}, y_{r3}, z_{r3})$;

[0015] S6:利用S2得到的两套双目立体视觉系统之间的关系,将特征孔的三维坐标 O_{R3} 转化到左立体视觉系统下,记为 $O_{L3}=(x_{13}, y_{13}, z_{13})$,转化关系为:

$$[0016] \begin{bmatrix} x_{l3} \\ y_{l3} \\ z_{l3} \\ 1 \end{bmatrix} = T \begin{bmatrix} x_{r3} \\ y_{r3} \\ z_{r3} \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0017] S7:由三个特征孔的三维坐标建立坐标系,建立方法如下:

[0018] S71:选定特征孔 O_{L1} 为坐标系的原点;

[0019] S72: O_{L1} 和 O_{L2} 形成的向量作为X轴,X轴向量可计算为 $x = \frac{O_{L2} - O_{L1}}{\|O_{L2} - O_{L1}\|}$;

[0020] S73:Z轴向量由 O_{L1} 和 O_{L2} 形成的向量以及 O_{L1} 和 O_{L3} 形成的向量通过叉乘得到,计算为

$$z = \frac{O_{L2} - O_{L1}}{\|O_{L2} - O_{L1}\|} \times \frac{O_{L3} - O_{L1}}{\|O_{L3} - O_{L1}\|};$$

[0021] S74:Y轴向量通过X向量和Z向量叉乘得到,计算为 $y = x \times z$;

[0022] S8:S7建立的坐标系的原点表示为车身的位置,坐标系的方向表示为车身的姿态。

[0023] 与现有的定位装置及定位方法相比,本发明的喷涂机器人的双目立体视觉定位装置及定位方法具有如下有益技术效果:本发明采用双目立体视觉系统的方式,实现了汽车生产线上喷涂机器人相对于车身位姿关系的非接触高精度测量。传统的喷涂机器人只能按照事先设定的固定轨迹进行喷涂作业,对车身移动架的定位精度要求非常高,造成生产成本的居高不下。一旦车身移动架的位置发生变化,而机器人本身又不能感知到这种位置变化,喷涂作业的质量就会严重下降,甚至会造成喷涂作业失败。本发明通过在两台喷涂机器人的末端各自安装一套双目立体视觉系统,检测出车身上三个特征孔的三维坐标,由三个特征孔建立坐标系,从坐标系的原点和方向变化可以表征车身位置和姿态的变化,从而实现了车身的视觉定位。

附图说明

[0024] 图1为本发明的喷涂机器人的双目立体视觉定位装置的原理结构示意图。

[0025] 图2为双目视觉系统的示意图。

[0026] 其中,1-喷涂机器人,2-双目立体视觉系统,3-车身,4-摄像机,5-视觉光源,6-防护玻璃罩,7-微型气缸,8-外壳,9,喷枪。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明,实施例的内容不作为对本发明的保护范围的限制。

[0028] 图1示出了本发明的喷涂机器人的双目立体视觉定位装置的原理结构示意图。如图1所示,本发明的喷涂机器人的双目立体视觉定位装置包括两套分别安装在两个喷涂机器人1的末端的双目立体视觉系统2。所述两个喷涂机器人1分别位于喷涂系统中的车身3的左右两侧。并且,所述双目立体视觉系统2位于所述喷涂机器人1的喷枪9上方约100mm处,通过左右两套所述双目立体视觉系统2检测出所述车身3位置的变化。

[0029] 如图2所示,所述双目立体视觉系统2包括外壳8。所述外壳8内设有两个摄像机4和一个视觉光源5。所述视觉光源5位于所述两个摄像机4的中间。优选地,所述摄像机4为工业数字摄像机。并且,为了保证视觉定位的精度,所述两个摄像机之间的夹角为 30° 以上。

[0030] 所述外壳8的开口处设置有防护玻璃罩6。所述外壳8上还设置有控制所述防护玻璃罩6打开和关闭的微型气缸7。所述防护玻璃罩6用于防止喷涂作业过程中喷涂液进入所述外壳8,造成所述外壳8内的所述摄像机4和视觉光源5的损坏。所述防护玻璃罩6在所述喷涂机器人1视觉定位时打开,在定位结束后关闭。所述防护玻璃罩6的打开和关闭动作由所述微型气缸7控制。

[0031] 此外,在本发明中,所述摄像机4和视觉光源5可以受喷涂系统的主控系统的触发,从而可以进行同步拍摄动作。

[0032] 本发明通过左右两套双目立体视觉系统2检测出车身3位置的变化,具体方法为:人工观察车身3,在车身3的一侧找出两个可应用于定位的特征孔,在车身3的另一侧找出一个可应用于定位的特征孔;控制其中一台喷涂机器人进行两次动作,使其末端的双目立体视觉系统2分别对准车身3一侧的两个特征孔,双目立体视觉系统2自动计算出特征孔的三维坐标;接着控制另一台喷涂机器人动作,使双目立体视觉系统2对准车身3上的另一个特征孔,得到其三维坐标。把双目立体视觉系统检测到的三个特征孔转换到同一个坐标系下。由三个特征孔建立出坐标系,此坐标系的原点作为车身3的位置,坐标系的方向作为车身的姿态。

[0033] 在本发明中,采用喷涂机器人的双目立体视觉定位装置对喷涂系统中的车身3进行定位的方法,包括以下步骤:

[0034] S1:对两套所述双目立体视觉系统2分别进行标定,包括摄像机4内参数的标定和外参数的标定,通过摄像机4内参数和外参数得到投影矩阵 $M_{ij}(i=1,2;j=1,2)$, i 表示双目立体视觉系统的序号, j 表示双目立体视觉系统中摄像机的序号;

[0035] S2:对两套所述双目立体视觉系统2之间的关系进行标定,设两套双目立体视觉系统之间的关系表示为 $V_L = TV_R$,其中 V_L 、 V_R 分别为两套所述双目立体视觉系统的位置, T 为两套所述双目立体视觉系统之间的转换关系;

[0036] S3:在所述车身3的一侧找到两个能应用于定位的特征圆孔,在所述车身3的另一侧找到能应用于定位的另一个特征圆孔,特征圆孔的直径 $\geq 8\text{mm}$;

[0037] S4:一台喷涂机器人1动作两次,分别对准所述车身3一侧的两个特征孔,通过图像处理算法得到特征孔的图像坐标 $(U_{ij}, V_{ij})(i=1,2;j=1,2)$, i 表示该喷涂机器人上的双目

立体视觉系统中相机的序号, j 表示特征孔的序号;同样,另一台喷涂机器人1动作一次,对准所述车身3另一侧的一个特征孔,通过图像处理算法得到特征孔的图像坐标 (U_{i3}, V_{i3}) ($i=1, 2$), i 表示该喷涂机器人上的双目立体视觉系统中相机的序号;

[0038] S5:通过所述双目立体视觉系统标定好的投影矩阵,计算出两个特征孔在左立体视觉系统下的三维坐标 O_{L1} 和 O_{L2} ,记为 $O_{L1}=(x_{11}, y_{11}, z_{11})$, $O_{L2}=(x_{12}, y_{12}, z_{12})$,另一个特征孔在右立体视觉系统下的三维坐标 O_{R3} ,记为 $O_{R3}=(x_{r3}, y_{r3}, z_{r3})$;

[0039] S6:利用S2得到的两套双目立体视觉系统之间的关系,将特征孔的三维坐标 O_{R3} 转化到左立体视觉系统下,记为 $O_{L3}=(x_{13}, y_{13}, z_{13})$,转化关系为:

$$[0040] \quad \begin{bmatrix} x_{l3} \\ y_{l3} \\ z_{l3} \\ 1 \end{bmatrix} = T \begin{bmatrix} x_{r3} \\ y_{r3} \\ z_{r3} \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0041] S7:由三个特征孔的三维坐标建立坐标系,建立方法如下:

[0042] S71:选定特征孔 O_{L1} 为坐标系的原点;

[0043] S72: O_{L1} 和 O_{L2} 形成的向量作为X轴,X轴向量可计算为 $x = \frac{O_{L2} - O_{L1}}{\|O_{L2} - O_{L1}\|}$;

[0044] S73:Z轴向量由 O_{L1} 和 O_{L2} 形成的向量以及 O_{L1} 和 O_{L3} 形成的向量通过叉乘得到,计算为

$$z = \frac{O_{L2} - O_{L1}}{\|O_{L2} - O_{L1}\|} \times \frac{O_{L3} - O_{L1}}{\|O_{L3} - O_{L1}\|};$$

[0045] S74:Y轴向量通过X向量和Z向量叉乘得到,计算为 $y = x \times z$;

[0046] S8:S7建立的坐标系的原点表示为车身的位置,坐标系的方向表示为车身的姿态。

[0047] 本发明通过在两台喷涂机器人的末端各自安装一套双目立体视觉系统,检测出车身上三个特征孔的三维坐标,由三个特征孔建立坐标系,从坐标系的原点和方向变化可以表征车身位置和姿态的变化,从而实现了车身的视觉定位,从而实现了汽车生产线上喷涂机器人相对于车身位姿关系的非接触高精度测量。

[0048] 本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无法对所有的实施方式予以穷举。凡是属于本发明的技术方案所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之列。

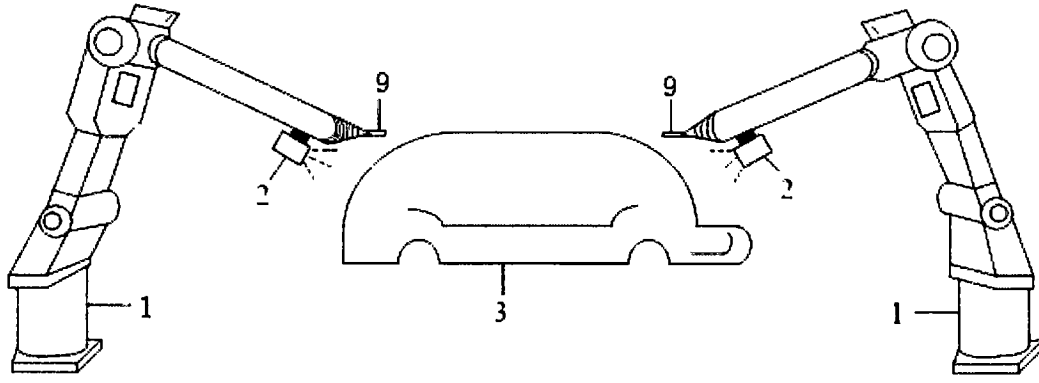


图1

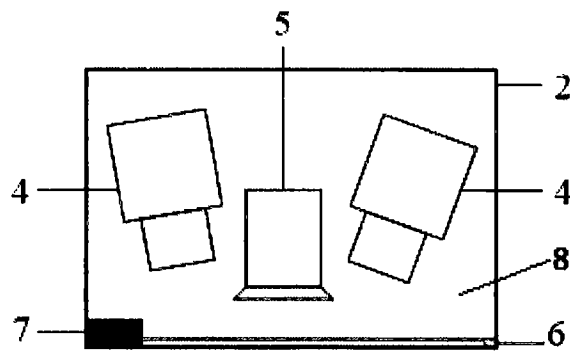


图2