



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107160046 B

(45)授权公告日 2019.08.02

(21)申请号 201710253805.0

G06T 7/80(2017.01)

(22)申请日 2017.04.18

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107160046 A

CN 104439698 A,2015.03.25,
CN 1511677 A,2004.07.14,
CN 105157609 A,2015.12.16,
CN 106066185 A,2016.11.02,
CN 105345254 A,2016.02.24,
EP 1342527 A1,2003.09.10,

(43)申请公布日 2017.09.15

(73)专利权人 上海柏楚电子科技股份有限公司
地址 200240 上海市闵行区剑川路953弄
322号

审查员 孙红花

(72)发明人 徐超 杨楸成 万章

(74)专利代理机构 北京连城创新知识产权代理
有限公司 11254

代理人 王雯婷 方燕娜

(51)Int.Cl.

B23K 26/38(2014.01)

B23K 26/082(2014.01)

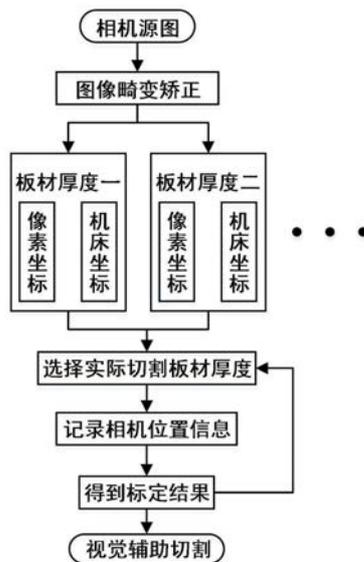
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种视觉辅助大幅面机床板材切割的相机
标定方法

(57)摘要

本发明涉及激光切割领域,具体的说是一种视觉辅助大幅面机床板材切割的相机标定方法。包括如下步骤:1)步骤1,从相机获取源图;2)步骤2,根据相机畸变标定的结果,进行图像的畸变矫正;3)步骤3,在激光切割机床上分别放上至少两块不同厚度的板材,记录板材的厚度值,并对每块板材分别选取至少四个标记点的像素坐标和机床坐标;4)步骤4,选择实际切割的板材厚度;5)步骤5,通过上位机显示的机床坐标,记录此时相机的机床坐标;6)步骤6,通过透视变换计算,得到透视变换矩阵M。本发明同现有技术相比,让操作人员无需掌握大量的专业知识,仅需采集几组像素坐标和机床坐标的数据,即可完成相机与机床的标定。



1. 一种视觉辅助大幅面机床板材切割的相机标定方法,其特征在于包括如下步骤:

1) 步骤1,将相机安装在激光切割机床的龙门横梁上方,并且相机与水平面倾斜安装,确保相机的视野能够看到机床局部区域X方向的完整幅面,同时完成相机的畸变标定,并获

得相机的内参:
$$\begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_x & 0 & u_0 \\ 0 & f_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} (R \ T) \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$
 其中

$M_1 = \begin{pmatrix} f_x & 0 & u_0 \\ 0 & f_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ 为相机的内参,R是外参中的旋转部分,T是外参中的平移部分;2) 步

骤2,从相机获取源图;3) 步骤3,根据相机畸变标定的结果,进行图像的畸变矫正;4) 步骤4,在激光切割机床上分别放上至少两块不同厚度的板材,记录板材的厚度值,并对每块板材分别选取至少四个标记点的像素坐标和机床坐标,所述像素坐标的获取方式为首先在相机视野的板材幅面内,任意选择大于等于四个的标记点,然后每选择一个标记点,上位机记录此次标记点的像素坐标 (u, v) ,并标记此标记点的选择顺序,所述机床坐标的获取方式为首先以像素标记点为参考,将激光切割头按照像素标记点的顺序逐一移动到对应点,然后通过将激光切割头对准标记点并记录此时的机床坐标 (x, y) ;5) 步骤5,选择实际切割的板材厚度;6) 步骤6,通过上位机显示的机床坐标,记录此时相机的机床坐标;7) 步骤7,通过透视变换计算,得到透视变换矩阵M,且得到关系式 $M' = M_1 (R \ T)$,其中M'为透视变换矩阵M的逆矩阵,R是相机外参的旋转部分,T是相机外参的平移部分;所述步骤6中根据一组至少四个像素坐标 (u, v) 和一组至少四个机床坐标 (x, y) ,可以计算得到 3×3 的透视变换矩阵M:

$$[x', y', z'] = [u, v, 1] \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad \text{其中, } M = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix},$$

$$x = \frac{x'}{z'}, \quad y = \frac{y'}{z'}.$$

一种视觉辅助大幅面机床板材切割的相机标定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及激光切割领域,具体的说是一种视觉辅助大幅面机床板材切割的相机标定方法。

背景技术

[0002] 在大幅面机床的板材切割中,X方向的行程范围较为正常,Y方向的行程范围很大,为了提高加工效率和余料板材的利用率,会在机床龙门横梁的上方安装一个监控摄像头,既可以用来监控机床,也可以实现视觉寻边、视觉余料排样等功能,而其中最基础最核心的,就是如何快速和精确地确定像素坐标与机床坐标之间的对应关系。

[0003] 传统的激光切割工艺中,整幅面板材加工前,都需要切割头来回扫描整个机床幅面,通过电容传感器的最大梯度值,确定板材的边缘,从而建立与待加工图像的对应关系。这种电容寻边的方式,由于需要整个机床幅面的来回扫描,耗费时间较长,影响加工效率。同时,电容传感器容易造成切割头扎头,造成切割头以及机床的损坏。

[0004] 与此同时,对于余料板材的利用,传统的方法是,人工操作机床以走边框的方式,确定哪些余料区域还可以切割出想要的工件。这种板材余料利用的方式,完全依赖于操作工人的经验,并且精度不高,效率低。

发明内容

[0005] 本发明为克服现有技术的不足,设计一种视觉辅助大幅面机床板材切割的相机标定方法,其特征在于包括如下步骤:1)步骤1,从相机获取源图;2)步骤2,根据相机畸变标定的结果,进行图像的畸变矫正;3)步骤3,在激光切割机床上分别放上至少两块不同厚度的板材,记录板材的厚度值,并对每块板材分别选取至少四个标记点的像素坐标和机床坐标;4)步骤4,选择实际切割的板材厚度;5)步骤5,通过上位机显示的机床坐标,记录此时相机的机床坐标;6)步骤6,通过透视变换计算,得到透视变换矩阵M,且得到关系式 $M' = M_1 (R \ T)$,其中 M' 为透视变换矩阵M的逆矩阵,R是相机外参的旋转部分,T是相机外参的平移部分。

[0006] 所述步骤1之前还包括如下步骤:将相机安装在激光切割机床的龙门横梁上方,并且相机与水平面倾斜安装,确保相机的视野能够看到机床局部区域X方向的完整幅面,同时

完成相机的畸变标定,并获得相机的内参:
$$\begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_x & 0 & u_0 \\ 0 & f_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} (R \ T) \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$
,

其中 $M_1 = \begin{pmatrix} f_x & 0 & u_0 \\ 0 & f_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ 为相机的内参。

[0007] 所述步骤3中的像素坐标包括如下步骤:1)在相机视野的板材幅面内,任意选择大于等于四个的标记点;2)每选择一个标记点,上位机记录此次标记点的像素坐标(u,v),并

标记此标记点的选择顺序。

[0008] 所述步骤3中的机床坐标包括如下步骤:1)以像素标记点为参考,将激光切割头按照像素标记点的顺序逐一移动到对应点;2)通过将激光切割头对准标记点并记录此时的机床坐标(x,y)。

[0009] 所述步骤6中根据一组至少四个像素坐标(u,v)和一组至少四个机床坐标(x,y),

可以计算得到 3×3 的透视变换矩阵M: $[x', y', z'] = [u, v, 1] \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$ 其中,

$$M = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}, \quad x = \frac{x'}{z'}, \quad y = \frac{y'}{z'}.$$

[0010] 本发明同现有技术相比,通过两次不同板材厚度下的,最少四个点的像素坐标和与之对应的机床坐标,来确定任意板材厚度和任意相机位置下,像素坐标与机床坐标的准确对应关系,让操作人员无需掌握大量的专业知识,仅需采集几组像素坐标和机床坐标的数据,即可完成相机与机床的标定。

附图说明

[0011] 图1为本发明的流程图。

具体实施方式

[0012] 实施例一:

[0013] 如图1所示,本发明包括如下步骤:1)从相机获取源图;2)根据相机畸变标定的结果,进行图像的畸变矫正;3)在激光切割机床上放上至少两块不同厚度的板材,每次一块分开获取坐标信息,对每块板材分别选取至少四个标记点的像素坐标和机床坐标;4)选择实际切割的板材厚度;5)通过上位机显示的机床坐标,记录相机的机床坐标;6)通过透视变换计算,得到标定结果。

[0014] 其中在从相机获取源图之前,首先将相机安装在激光切割机床的龙门横梁上方,并且相机与水平面倾斜安装,确保相机的视野能够看到机床局部区域X方向的完整幅面,同时完成相机的畸变标定,并获得相机的内参:

$$\begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_x & 0 & u_0 \\ 0 & f_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} (R \ T) \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{其中 } M_1 = \begin{pmatrix} f_x & 0 & u_0 \\ 0 & f_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \text{ 为相机的内参,}$$

R是外参中的旋转部分,T是外参中的平移部分。在相机标定中,有多张标定照片,就会有相应的多组外参,而内参是相机的属性,是固定不变的值。

[0015] 在获取像素坐标时,首先在相机视野范围内的板材幅面内,任意选择四个标记点或者更多,并且每标记一个标记点,通过机床的上位机记录这个标记点的像素坐标(u,v),同时记录每个标记点的标记顺序。

[0016] 在获取机床坐标时,以像素坐标为参考,将激光切割头按照像素标记点的顺序逐一移动到像素标记点的对应点,然后通过激光切割头对准像素坐标的方式采集并记录这个像素标记点的机床坐标(x,y)。

[0017] 最后根据同一顺序的像素坐标(u,v)和机床坐标(x,y),可以通过计算得到一个3

×3的透视变换矩阵M: $[x', y', z'] = [u, v, 1] \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$ 其中,

$$M = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}, \quad x = \frac{x'}{z'}, \quad y = \frac{y'}{z'}.$$

[0018] 对于加工不同厚度的板材的情况,相当于机床坐标中的Z值发生改变,因此反应到外参中,只有T发生了线性的变化。当最少标定两个不同厚度板材时,就可以计算出外参中平移部分T的线性变化规律,与此同时,相机内参A和旋转矩阵R是不变的。以后使用过程中,输入任意厚度板材,都可以计算出平移矩阵T,进而计算出透视变换矩阵M。

[0019] 相机标定的原理,本质上是求单应性矩阵,也就是透视变换矩阵。可以得到如下关系: $M' = M_1(R \ T)$, 其中M'为透视变换矩阵M的逆矩阵。针对本发明中的不同厚度的板材,只有外参中的平移部分发生变化,并且是一种线性的变化。因此,在至少标定两组不同厚度板材的情况下,就可以得到不同厚度板材的透视变换矩阵M。

[0020] 对于相机位置发生改变的情况,由于相机是安装在机床龙门横梁的上方,是会随着龙门一起移动的,并且相机只会在范围较大的Y方向上发生平动,X方向和Z方向上不发生运动,因此当相机移动时,只需要在计算好的透视变换矩阵基础上,增加一个Y方向上的补

偿即可,公式为 $[x', y', w'] = [u, v, w] \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} + [0, y_0, 0]$ 。

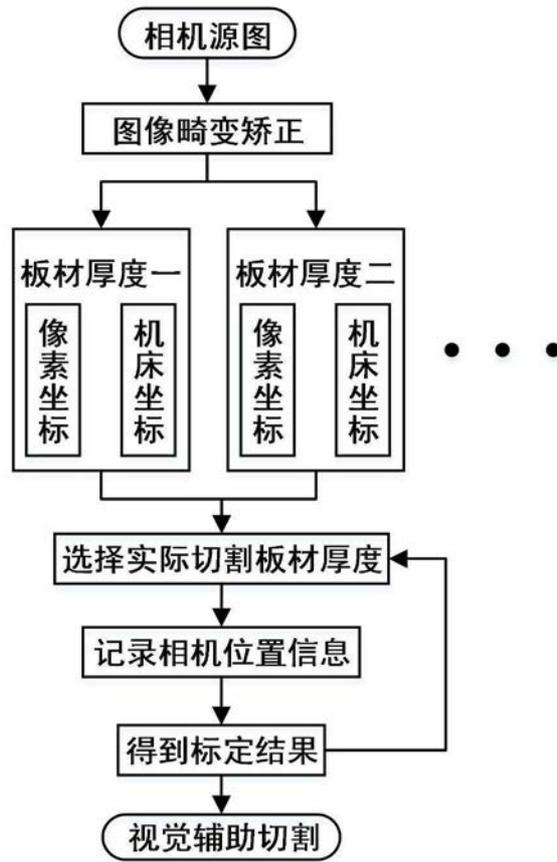


图1