



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111482964 A

(43)申请公布日 2020.08.04

(21)申请号 202010307432.2

(22)申请日 2020.04.17

(71)申请人 上海智殷自动化科技有限公司
地址 200000 上海市奉贤区南桥镇华严村
358号1幢320室

(72)发明人 田培运

(74)专利代理机构 天津英扬昊睿专利代理事务
所(普通合伙) 12227

代理人 石卓琼

(51) Int. Cl.
B25J 9/16(2006.01)

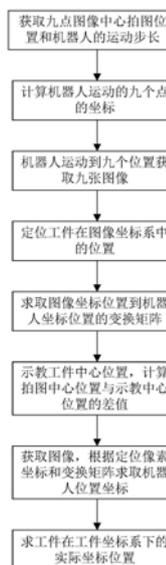
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种新的机器人手眼标定方法

(57)摘要

本发明为一种新的机器人手眼标定方法,首先采用单一示教的九点法对机器人进行手眼标定;其次机器人根据设置好的九点拍图中心位置和移动步长,带动相机或目标工件自动运动九个位置;本发明提出了一种新的机器人手眼标定方法,该方法采用单一示教的九点法对机器人进行手眼标定,且该方法适用于眼在手中、手眼分离两种情况,机器人根据设置好的九点拍图中心位置和移动步长,带动相机或目标工件自动运动九个位置,并获取九张图像,根据图像定位算子对图像中的工件进行定位得到目标工件在图像坐标系中的像素坐标位置,求出像素坐标位置与机器人位置的对应关系,并通过相对位置关系换算得到目标工件的实际位置,该方法只需对目标工件进行一次示教。



1. 一种新的机器人手眼标定方法,其具体操作方法为:

首先采用单一示教的九点法对机器人进行手眼标定;

其次机器人根据设置好的九点拍图中心位置和移动步长,带动相机或目标工件自动运动九个位置,并获取九张图像;

然后机器人根据图像定位算子对图像中的工件进行定位得到目标工件在图像坐标系中的像素坐标位置,求出像素坐标位置与机器人位置的对应关系,并通过相对位置关系换算得到目标工件的实际位置,该方法只需对目标工件进行一次示教。

所述九点法适用于眼在手中、手眼分离两种情况。

2. 按照权利要求1所述的一种新的机器人手眼标定方法,其特征在于所述手眼标定方法为:示教好的工具坐标系和工件坐标系下进行操作,拍摄的目标物记为工件,机器人姿态保持不变、机器人运动位于工件坐标系下相同高度,记为 Z_0 。

3. 一种新的机器人手眼标定方法,其具体操作方法为:

(1) 移动机器人至 Z_0 高度,保持机器人姿态固定不变,在X方向和Y方向移动机器人,确定机器人的移动步长 L_0 ,移动机器人使工件位于相机视场中心位置,读取机器人当前位置,记为机器人九点拍图的中心位置 $Point_center(x,y)$ 。

(2) 根据机器人的九点中心位置 $Point_center$ 和机器人的移动步长 L_0 ,规划机器人九点运动的轨迹,如图2所示,可以求出机器人运动的九点位置坐标,记为机器人九点位置 $Rob_point[9]$;

(3) 机器人按规划的运动轨迹,依次运动到机器人九点位置,机器人运动至机器人九点位置的任何一个位置,相机获取一张图像,运动结束后相机共获取九张图像,记为九点图像 $Pic[9]$;

(4) 进行图像定位,根据设置图像定位算法,对九点图像中的工件依次进行定位处理,得到九组工件在图像坐标系中的像素坐标位置,记为图像九点位置 $Pic_point[9]$;

(5) 九点机器人位置的坐标和九点图像位置的坐标是一一对应的,根据相对应的九对位置信息可以求出机器人位置坐标与图像位置坐标之间的变换关系 H ,

$$H = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{pmatrix};$$

(6) 保持工件位置不变,机器人的姿态不变,对工件进行示教,将工具中心对准工件的中心,读取机器人当前位置,记为示教工件中心位置 $Point_teach(x,y)$,由于在求解透视变换矩阵的过程中,所使用的机器人位置为九点拍图的中心位置,而非示教工件中心位置,中间存在位置偏差,位置偏差为 (off_x, off_y) ;

(7) 移动机器人至机器人九点位置的中心点进行图像采集,通过定位算法对相机拍摄的图像进行定位,得到工件在图像坐标系中的像素坐标 $Pic_Point(x_0, y_0)$,通过矩阵 H 可以求得机器人的位置坐标 $Rob_Point(wld_x_0, wld_y_0)$,如下式所示,

$$H * \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} wld_x_0 \\ wld_y_0 \\ wld_z_0 \end{pmatrix};$$

在求取变换矩阵的过程中,工件保持位置不变,相机在不同的位置进行拍摄,在实际的定位过程中,相机在固定位置进行拍摄,工件会处于不同位置,在标定和实际应用的过程中机器人坐标位置相对于机器人九点拍图中心位置是相反的,通过位置坐标变换对工件的位置进行求解,转换后的坐标为(wld_trans_x0,wld_trans_y0),其中,

$$wld_trans_x0=2*Point_center.x-wld_x0,$$

$$wld_trans_y0=2*Point_center.y-wld_y0;$$

此外,工件在工件坐标系下的实际位置与转换后的位置还存在位置偏差(off_x,off_y),所以工件的实际位置Target_point(x,y)为:

$$Target_point.x=wld_trans_x0+off_x,$$

$$Target_point.y=wld_trans_y0+off_y。$$

一种新的机器人手眼标定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人定位领域,尤其涉及一种新的机器人手眼标定方法。

背景技术

[0002] 实际应用中,常常将视觉传感器(如摄像机)固定在机器人的末端执行器上,即将“眼”安装在“手”上,形成手眼关系。这样做可以让机器人通过摄像机实时测量目标与摄像机的位姿关系,从而决定机器人下一步的运动,而在此之前,必须进行手眼标定。

[0003] 随着工业自动化程度的提高,工业机器人凭借其精度高、易于自动化等优点应用也越来越广泛,为进一步提高工业机器人的自动化程度,机器视觉与工业机器人的结合也越来越普遍,如何快速的、高精度的完成机器人手眼标定也变得至关重要。传统的机器人手眼标定,需要进行多个点位示教,大大降低了标定的速度和精度,并且,传统的标定流程较为繁琐,大大降低了工业生产的效率。

发明内容

[0004] 根据以上技术问题,本发明提供一种新的机器人手眼标定方法,其具体操作方法为:

[0005] 首先采用单一示教的九点法对机器人进行手眼标定;

[0006] 其次机器人根据设置好的九点拍图中心位置和移动步长,带动相机或目标工件自动运动九个位置,并获取九张图像;

[0007] 然后机器人根据图像定位算子对图像中的工件进行定位得到目标工件在图像坐标系中的像素坐标位置,求出像素坐标位置与机器人位置的对应关系,并通过相对位置关系换算得到目标工件的实际位置,该方法只需对目标工件进行一次示教。

[0008] 所述九点法适用于眼在手中、手眼分离两种情况。

[0009] 所述手眼标定方法为:示教好的工具坐标系和工件坐标系下进行操作,拍摄的目标物记为工件,机器人姿态保持不变、机器人运动位于工件坐标系下相同高度,记为 Z_0 。

[0010] 一种新的机器人手眼标定方法,其具体操作方法为:

[0011] (1) 移动机器人至 Z_0 高度,保持机器人姿态固定不变,在X方向和Y方向移动机器人,确定机器人的移动步长 L_0 ,移动机器人使工件位于相机视场中心位置,读取机器人当前位置,记为机器人九点拍图的中心位置 $Point_center(x,y)$ 。

[0012] (2) 根据机器人的九点中心位置 $Point_center$ 和机器人的移动步长 L_0 ,规划机器人九点运动的轨迹,如图2所示,可以求出机器人运动的九点位置坐标,记为机器人九点位置 $Rob_point[9]$;

[0013] (3) 机器人按规划的运动轨迹,依次运动到机器人九点位置,机器人运动至机器人九点位置的任何一个位置,相机获取一张图像,运动结束后相机共获取九张图像,记为九点图像 $Pic[9]$;

[0014] (4) 进行图像定位,根据设置图像定位算法,对九点图像中的工件依次进行定位处

理,得到九组工件在图像坐标系中的像素坐标位置,记为图像九点位置 Pic_point[9];

[0015] (5) 九点机器人位置的坐标和九点图像位置的坐标是一一对应的,根据相对应的九对位置信息可以求出机器人位置坐标与图像位置坐标之间的变换关系H,

$$[0016] \quad H = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{pmatrix};$$

[0017] (6) 保持工件位置不变,机器人的姿态不变,对工件进行示教,将工具中心对准工件的中心,读取机器人当前位置,记为示教工件中心位置 Point_teach(x,y),由于在求解透视变换矩阵的过程中,所使用的机器人位置为九点拍图的中心位置,而非示教工件中心位置,中间存在位置偏差,位置偏差为(off_x,off_y);

[0018] (7) 移动机器人至机器人九点位置的中心点进行图像采集,通过定位算法对相机拍摄的图像进行定位,得到工件在图像坐标系中的像素坐标 Pic_Point(x0,y0),通过矩阵H可以求得机器人的位置坐标 Rob_Point(wld_x0,wld_y0),如下式所示,

$$[0019] \quad H * \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} wld_x_0 \\ wld_y_0 \\ wld_z_0 \end{pmatrix};$$

[0020] 在求取变换矩阵的过程中,工件保持位置不变,相机在不同的位置进行拍摄,在实际的定位过程中,相机在固定位置进行拍摄,工件会处于不同位置,在标定和实际应用的过程中机器人坐标位置相对于机器人九点拍图中心位置是相反的,通过位置坐标变换对工件的位置进行求解,转换后的坐标为

[0021] (wld_trans_x0,wld_trans_y0),其中,

[0022] wld_trans_x0=2*Point_center.x-wld_x0,

[0023] wld_trans_y0=2*Point_center.y-wld_y0;

[0024] 此外,工件在工件坐标系下的实际位置与转换后的位置还存在位置偏差 (off_x, off_y),所以工件的实际位置Target_point(x,y)为:

[0025] Target_point.x=wld_trans_x0+off_x, Target_point.y=wld_trans_y0+off_y。

[0026] 本发明的有益效果为:本发明提出了一种新的机器人手眼标定方法,该方法采用单一示教的九点法对机器人进行手眼标定,且该方法适用于眼在手中、手眼分离两种情况,机器人根据设置好的九点拍图中心位置和移动步长,带动相机或目标工件自动运动九个位置,并获取九张图像,根据图像定位算子对图像中的工件进行定位得到目标工件在图像坐标系中的像素坐标位置,求出像素坐标位置与机器人位置的对应关系,并通过相对位置关系换算得到目标工件的实际位置,该方法只需对目标工件进行一次示教。该标定方法标定速度快,标定精度高,在标定的过程中只需进行一次人工示教即可完成手眼标定,操作简便,实用性强。

附图说明

[0027] 图1为本发明手眼标定流程图;

[0028] 图2为本发明机器人九点运动轨迹图；

[0029] 图3为本发明眼在手中标定示意图。

具体实施方式

[0030] 根据图1所示,对本发明进行进一步说明:

[0031] 实施例1

[0032] 本发明在示教好的工具坐标系和工件坐标系下进行操作,机器人姿态保持不变、机器人运动位于工件坐标系下相同高度,记为 Z_0 。以眼在手中为例,机器人末端装夹相机和示教针尖,如图3所示,配合视觉软件,标定及定位流程如下:

[0033] 移动机器人至 Z_0 高度,镜头聚焦并固定。在 Z_0 高度内移动机器人,确保目标工件位于视场中,确定合适的机器人运动步长 L_0 以及目标工件在机器人视场中间时的机器人位置 $Point_center(x,y)$ 。

[0034] 按照规划好的机器人九点路径进行运动,运动轨迹如图2所示,路径的九个点中,1点的位置为 $Point_center(x,y)$,任何两点之间的距离为步长 L_0 ,机器人运动的九个点坐标为 $Rob_point[9]$,机器人运动到九点位置的任一点相机都获取一张图片,机器人运动结束,相机共获取九张图片。

[0035] 系统通过建立的定位模板依次对九张图像的目标工件进行定位,得到九组像素坐标位置 $Pic_point[9]$,与机器人的九个点坐标 $Rob_point[9]$ 相对应,计算九组对应点之间的变换,得到变换矩阵 H ,

$$[0036] \quad H = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{pmatrix};$$

[0037] 保持工件位置不变,机器人的姿态不变,将工具中心对准工件的中心,获取机器人当前位置,记为示教工件中心位置 $Point_teach(x,y)$ 。计算中心位置偏差 (off_x,off_y) ,其中,

[0038] $off_x=Teach_center.x-Point_center.x$;

[0039] $off_y=Teach_center.y-Point_center.y$;

[0040] 移动机器人至机器人九点位置的中心点进行图像采集,对采集到的图像进行定位,得到工件在图像坐标系中的像素坐标 $Pic_Point(x_0,y_0)$,通过矩阵 H 可以求出对应的机器人的位置坐标 $Rob_Point(wld_x_0,wld_y_0)$,如下式所示,

$$[0041] \quad H * \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} wld_x_0 \\ wld_y_0 \\ wld_z_0 \end{pmatrix};$$

[0042] 对得到的机器人位置进行转换得到工件在工件坐标系下的实际位置 $Target_point(x,y)$,

[0043] $Target_point.x=2*Point_center.x-wld_x_0+off_x$,

[0044] $Target_point.y=2*Point_center.y-wld_y_0+off_y$ 。

[0045] 实施例2

[0046] 以眼在手中为例,机器人末端装夹相机和示教针尖。

[0047] 1) 移动机器人至Z0高度,保持机器人姿态固定不变,在X方向和Y方向移动机器人,确定机器人的移动步长 L_0 ,移动机器人使工件位于相机视场中心位置,读取机器人当前位置,记为机器人九点拍图的中心位置 $Point_center(x,y)$ 。

[0048] 2) 根据机器人的九点中心位置 $Point_center$ 和机器人的移动步长 L_0 ,规划机器人九点运动的轨迹,如图2所示,可以求出机器人运动的九点位置坐标,记为机器人九点位置 $Rob_point[9]$,其中,

[0049] $Rob_point[0].x=Point_center.x;$

[0050] $Rob_point[0].y=Point_center.y;$

[0051] $Rob_point[1].x=Point_center.x-L_0;$

[0052] $Rob_point[1].y=Point_center.y;$

[0053] $Rob_point[2].x=Point_center.x-L_0;$

[0054] $Rob_point[2].y=Point_center.y+L_0;$

[0055] $Rob_point[3].x=Point_center.x;$

[0056] $Rob_point[3].y=Point_center.y+L_0;$

[0057] $Rob_point[4].x=Point_center.x+L_0;$

[0058] $Rob_point[4].y=Point_center.y+L_0;$

[0059] $Rob_point[5].x=Point_center.x+L_0;$

[0060] $Rob_point[5].y=Point_center.y;$

[0061] $Rob_point[6].x=Point_center.x+L_0;$

[0062] $Rob_point[6].y=Point_center.y-L_0;$

[0063] $Rob_point[7].x=Point_center.x;$

[0064] $Rob_point[7].y=Point_center.y-L_0;$

[0065] $Rob_point[8].x=Point_center.x-L_0;$

[0066] $Rob_point[8].y=Point_center.y-L_0;$

[0067] 3) 机器人按规划的运动轨迹,依次运动到机器人九点位置,机器人运动至机器人九点位置的任何一个位置,相机获取一张图像,运动结束后相机共获取九张图像,记为九点图像 $Pic[9]$;

[0068] 4) 图像定位。根据设置图像定位算法,对九点图像中的工件依次进行定位处理,得到九组工件在图像坐标系中的像素坐标位置,记为图像九点位置 $Pic_point[9]$;

[0069] 5) 九点机器人位置的坐标和九点图像位置的坐标是一一对应的,根据相对应的九对位置信息可以求出机器人位置坐标与图像位置坐标之间的变换关系 H ,

$$[0070] \quad H = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{pmatrix};$$

[0071] 6) 保持工件位置不变,机器人的姿态不变,对工件进行示教,将工具中心对准工件的中心,读取机器人当前位置,记为示教工件中心位置 $Point_teach(x,y)$ 。由于在求解透视变换矩阵的过程中,所使用的机器人位置为九点拍图的中心位置,而非示教工件中心位置,中间存在位置偏差,位置偏差为 (off_x,off_y) ,其中,

[0072] $\text{off}_x = \text{Teach_center.x} - \text{Point_center.x};$

[0073] $\text{off}_y = \text{Teach_center.y} - \text{Point_center.y};$

[0074] 7) 移动机器人至机器人九点位置的中心点进行图像采集,通过定位算法对相机拍摄的图像进行定位,得到工件在图像坐标系中的像素坐标 $\text{Pic_Point}(x_0, y_0)$,通过矩阵H可以求得机器人的位置坐标 $\text{Rob_Point}(wld_x_0, wld_y_0)$,如下式所示,

$$[0075] \quad H * \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} wld_x_0 \\ wld_y_0 \\ wld_z_0 \end{pmatrix};$$

[0076] 8) 在求取变换矩阵的过程中,工件保持位置不变,相机在不同的位置进行拍摄,在实际的定位过程中,相机在固定位置进行拍摄,工件会处于不同位置,在标定和实际应用的过程中机器人坐标位置相对于机器人九点拍图中心位置是相反的,通过位置坐标变换对工件的位置进行求解,转换后的坐标为 $(wld_trans_x_0, wld_trans_y_0)$,其中,

[0077] $wld_trans_x_0 = 2 * \text{Point_center.x} - wld_x_0,$

[0078] $wld_trans_y_0 = 2 * \text{Point_center.y} - wld_y_0;$

[0079] 此外,工件在工件坐标系下的实际位置与转换后的位置还存在位置偏差 ($\text{off}_x, \text{off}_y$),所以工件的实际位置 $\text{Target_point}(x, y)$ 为:

[0080] $\text{Target_point.x} = wld_trans_x_0 + \text{off}_x,$

[0081] $\text{Target_point.y} = wld_trans_y_0 + \text{off}_y.$

[0082] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出的是,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进,这些改进也应视为本发明的保护范围。

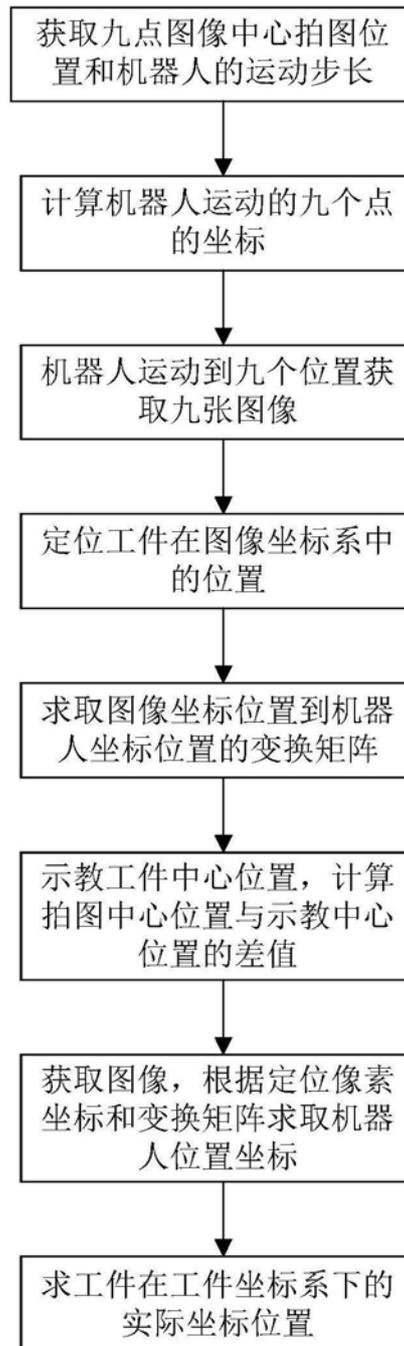


图1

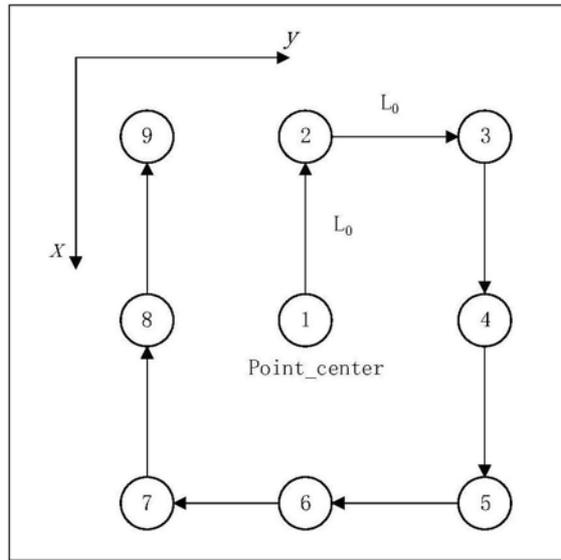


图2

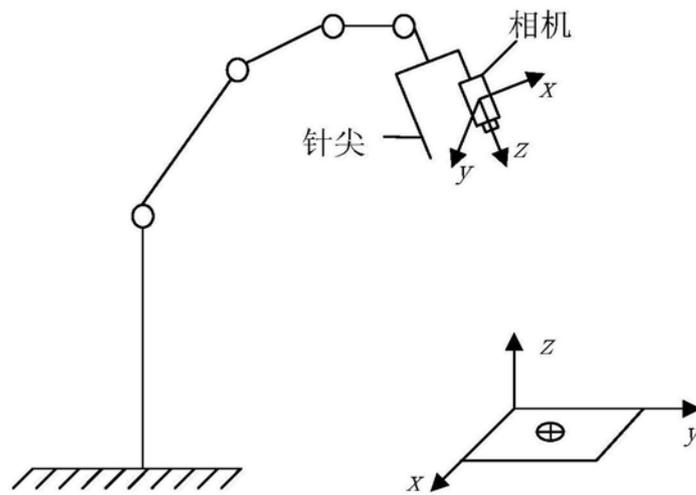


图3