



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109311163 B

(45) 授权公告日 2022.02.15

(21) 申请号 201780037097.5  
 (22) 申请日 2017.05.26  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 109311163 A  
 (43) 申请公布日 2019.02.05  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2018.12.20  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/CN2017/086112 2017.05.26  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02018/214156 ZH 2018.11.29  
 (73) 专利权人 深圳配天智能技术研究院有限公司  
 地址 518063 广东省深圳市南山区粤海街  
 道高新区高新南一道德赛科技大厦23  
 层(2303-2306室)

(72) 发明人 刘子雨 叶根 张志明  
 (74) 专利代理机构 深圳市威世博知识产权代理  
 事务所(普通合伙) 44280  
 代理人 李庆波  
 (51) Int.Cl.  
 B25J 9/16 (2006.01)  
 (56) 对比文件  
 US 2001013511 A1,2001.08.16  
 JP 2011235500 A,2011.11.24  
 CN 103322953 A,2013.09.25  
 CN 106271081 A,2017.01.04  
 SE 525399 C2,2005.02.15  
 CN 106182018 A,2016.12.07  
 CN 105964453 A,2016.09.28  
 审查员 廖江梅

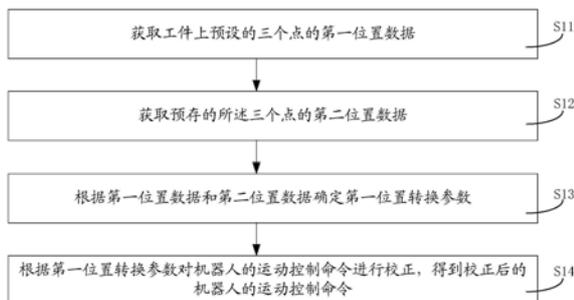
权利要求书4页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

校正机器人的运动控制命令的方法及其相关设备

(57) 摘要

本发明公开了一种校正机器人的运动控制命令的方法,其包括:获取工件上预设的三个点的第一位置数据(S11);获取预存的所述三个点的第二位置数据(S12);根据所述第一位置数据和所述第二位置数据确定第一位置转换参数(S13);根据所述第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的所述机器人的运动控制命令(S14)。该方法能够在预先未标定工件坐标系的情况下在工件改变位置后也能实现对机器人的精确的运动控制。



1. 一种校正机器人的运动控制命令的方法,其特征在于,所述方法包括:  
接收用户输入的示教数据,以控制所述机器人使工具接触工件上预设的三个点;  
根据所述示教数据获取所述三个点在基础坐标系的第三位置数据;  
利用已知的基础坐标系和法兰坐标系之间的第二位置转换参数将所述第三位置数据转换为第一位置数据;  
获取预存的所述三个点的第二位置数据;  
根据所述第一位置数据和所述第二位置数据确定第一位置转换参数;  
根据所述第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的所述机器人的运动控制命令。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令进行校正,包括:

根据第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令中的三维坐标进行校正;及  
根据第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令中的旋转角度进行校正。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述工件上预设的三个点不共线。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述第一位置数据和所述第二位置数据确定第一位置转换参数包括:

根据所述第一位置数据和第二位置数据计算转换矩阵。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述第一位置数据为所述工件变换位置后所述三个点的位置数据,所述第二位置数据为所述工件变换位置前所述三个点的位置数据,所述根据所述第一位置数据和第二位置数据计算转换矩阵包括:

将所述工件变换位置前所述三个点中的第一点设置为与第一三维直角坐标系原点重合,将所述工件变换位置后所述第一点设置为与第二三维直角坐标系的原点重合,其中所述第一三维直角坐标系的坐标轴与所述三个点的位置关系与所述第二三维直角坐标系的坐标轴与所述三个点的相对位置关系一致;

通过以下公式计算转换矩阵:

$$T_m = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & -\sin \varepsilon_Y & x'_{f1} - x_{f1} \\ -\cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Z + \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_X \cos \varepsilon_Z + \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & \sin \varepsilon_X \cos \varepsilon_Y & y'_{f1} - y_{f1} \\ \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Z + \cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & -\sin \varepsilon_X \cos \varepsilon_Z + \cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_X \cos \varepsilon_Y & z'_{f1} - z_{f1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$\varepsilon_X = a' - a; \varepsilon_Y = b' - b; \varepsilon_Z = c' - c$$

其中,  $x_{f1}, y_{f1}, z_{f1}$  为所述工件变换位置前所述第一点在所述法兰坐标系的三个坐标轴上的坐标,  $x'_{f1}, y'_{f1}, z'_{f1}$  为所述工件变换位置后所述第一点在所述法兰坐标系三个坐标轴上的坐标,  $a, b, c$  分别为所述工件变换位置前所述第一点在基础坐标系的姿态角度,  $a', b', c'$  分别为所述工件变换位置后所述第一点在所述基础坐标系的姿态角度,  $\varepsilon_X, \varepsilon_Y, \varepsilon_Z$  分别为所述第一三维直角坐标系的三个坐标轴与对应的所述第二三维直角坐标系的三个坐标轴的夹角。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述工具为点接触式工具。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述工具为焊枪。

8. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述工具与所述机器人的法兰刚性连接。

9. 一种机器人控制器,其特征在于,所述机器人控制器包括存储器和处理器,所述存储器中存储有可执行程序和数据,所述处理器调用所述存储器中的可执行程序和数据以执行以下步骤:

接收用户输入的示教数据,以控制所述机器人使工具接触工件上预设的三个点;

根据所述示教数据获取所述三个点在基础坐标系的第三位置数据;

利用已知的基础坐标系和法兰坐标系之间的第二位置转换参数将所述第三位置数据转换为第一位置数据;

获取预存的所述三个点的第二位置数据;

根据所述第一位置数据和所述第二位置数据确定第一位置转换参数;

根据所述第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的所述机器人的运动控制命令。

10. 根据权利要求9所述的机器人控制器,其特征在于,所述根据所述第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令进行校正,包括:

根据第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令中的三维坐标进行校正;及

根据第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令中的旋转角度进行校正。

11. 根据权利要求9所述的机器人控制器,其特征在于,所述工件上预设的三个点不共线。

12. 根据权利要求9所述的机器人控制器,其特征在于,所述根据所述第一位置数据和所述第二位置数据确定第一位置转换参数包括:

根据所述第一位置数据和第二位置数据计算转换矩阵。

13. 根据权利要求12所述的机器人控制器,其特征在于,所述第一位置数据为所述工件变换位置后所述三个点的位置数据,所述第二位置数据为所述工件变换位置前所述三个点的位置数据,所述根据所述第一位置数据和第二位置数据计算转换矩阵包括:

将所述工件变换位置前所述三个点中的第一点设置为与第一三维直角坐标系原点重合,将所述工件变换位置后所述第一点设置为与第二三维直角坐标系的原点重合,其中所述第一三维直角坐标系的坐标轴与所述三个点的位置关系与所述第二三维直角坐标系的坐标轴与所述三个点的相对位置关系一致;

通过以下公式计算转换矩阵:

$$T_m = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & -\sin \varepsilon_Y & x'_{f1} - x_{f1} \\ -\cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Z + \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_X \cos \varepsilon_Z + \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & \sin \varepsilon_X \cos \varepsilon_Y & y'_{f1} - y_{f1} \\ \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Z + \cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & -\sin \varepsilon_X \cos \varepsilon_Z + \cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_X \cos \varepsilon_Y & z'_{f1} - z_{f1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$\varepsilon_X = a' - a; \varepsilon_Y = b' - b; \varepsilon_Z = c' - c$$

其中,  $x_{f1}, y_{f1}, z_{f1}$  为所述工件变换位置前所述第一点在所述法兰坐标系的三个坐标轴上的坐标,  $x'_{f1}, y'_{f1}, z'_{f1}$  为所述工件变换位置后所述第一点在所述法兰坐标系三个坐标轴上的坐标,  $a, b, c$  分别为所述工件变换位置前所述第一点在基础坐标系的姿态角度,  $a', b', c'$  分别为所述工件变换位置后所述第一点在所述基础坐标系的姿态角度,  $\varepsilon_X, \varepsilon_Y, \varepsilon_Z$  分别为

所述第一三维直角坐标系的三个坐标轴与对应的所述第二三维直角坐标系的三个坐标轴的夹角。

14. 根据权利要求9所述的机器人控制器,其特征在于,所述工具为点接触式工具。

15. 根据权利要求14所述的机器人控制器,其特征在于,所述工具为焊枪。

16. 根据权利要求14所述的机器人控制器,其特征在于,所述工具与所述机器人的法兰刚性连接。

17. 一种机器人,其特征在于,所述机器人包括机器人主体和控制器,所述控制器用于:接收用户输入的示教数据,以控制所述机器人使工具接触工件上预设的三个点;

根据所述示教数据获取所述三个点在基础坐标系的第三位置数据;

利用已知的基础坐标系和法兰坐标系之间的第二位置转换参数将所述第三位置数据转换为第一位置数据;

获取预存的所述三个点的第二位置数据;

根据所述第一位置数据和所述第二位置数据确定第一位置转换参数;

根据所述第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的所述机器人的运动控制命令。

18. 根据权利要求17所述的机器人,其特征在于,所述控制器用于:

根据第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令中的三维坐标进行校正;及

根据第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令中的旋转角度进行校正。

19. 根据权利要求17所述的机器人,其特征在于,所述工件上预设的三个点不共线。

20. 根据权利要求17所述的机器人,其特征在于,所述控制器用于:

根据所述第一位置数据和第二位置数据计算转换矩阵。

21. 根据权利要求20所述的机器人,其特征在于,所述第一位置数据为所述工件变换位置后所述三个点的位置数据,所述第二位置数据为所述工件变换位置前所述三个点的位置数据,所述控制器用于:

将所述工件变换位置前所述三个点中的第一点设置为与第一三维直角坐标系原点重合,将所述工件变换位置后所述第一点设置为与第二三维直角坐标系的原点重合,其中所述第一三维直角坐标系的坐标轴与所述三个点的位置关系与所述第二三维直角坐标系的坐标轴与所述三个点的相对位置关系一致;

通过以下公式计算转换矩阵:

$$T_m = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & -\sin \varepsilon_Y & x'_{f1} - x_{f1} \\ -\cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Z + \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_X \cos \varepsilon_Z + \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & \sin \varepsilon_X \cos \varepsilon_Y & y'_{f1} - y_{f1} \\ \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Z + \cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & -\sin \varepsilon_X \cos \varepsilon_Z + \cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_X \cos \varepsilon_Y & z'_{f1} - z_{f1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$\varepsilon_X = a' - a; \varepsilon_Y = b' - b; \varepsilon_Z = c' - c$$

其中,  $x_{f1}, y_{f1}, z_{f1}$  为所述工件变换位置前所述第一点在所述法兰坐标系的三个坐标轴上的坐标,  $x'_{f1}, y'_{f1}, z'_{f1}$  为所述工件变换位置后所述第一点在所述法兰坐标系三个坐标轴上的坐标,  $a, b, c$  分别为所述工件变换位置前所述第一点在基础坐标系的姿态角度,  $a', b', c'$  分别为所述工件变换位置后所述第一点在所述基础坐标系的姿态角度,  $\varepsilon_X, \varepsilon_Y, \varepsilon_Z$  分别为

所述第一三维直角坐标系的三个坐标轴与对应的所述第二三维直角坐标系的三个坐标轴的夹角。

22. 根据权利要求17所述的机器人,其特征在于,所述工具为点接触式工具。

23. 根据权利要求22所述的机器人,其特征在于,所述工具为焊枪。

24. 根据权利要求22所述的机器人,其特征在于,所述工具与所述机器人的法兰刚性连接。

25. 一种存储装置,其特征在于,所述存储装置存储有可执行程序,所述可执行程序被执行以实现权利要求1-8中任一项所述的方法。

## 校正机器人的运动控制命令的方法及其相关设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及数控技术领域,特别是涉及一种校正机器人的运动控制命令的方法及其相关设备。

### 背景技术

[0002] 当机器人的运动控制中采用的示教方式,但未建立工件和工具坐标系,机器人相对工件出现了移位(机器人或者工件位置发生改变),仍然要使用原运动控制命令时;或同一个运动控制命令需要被多台机器人使用,而原运动控制命令使用的示教编程而没有建立工件坐标系时,机器人若仍然采用原来的运动控制命令控制机器人运动则会存在运动控制不准确的问题。

[0003] 机器人通常使用示教的方式进行搬运、加工等操作,一般用户在编程时很少使用专用工具进行标定,而是直接使用用户的工具进行工件的加工操作。因此程序中很少有工件坐标系,遇到机器人搬运、移动或者工件移动等情况时,常常需要重新对所有的点位进行示教。

[0004] 为了解决该问题,各大厂家在软件程序中可以建立工件坐标系,即在示教前,需要标定工件坐标系,之后如果出现变动,只需要改变工件坐标系,就能够在不改变原程序时直接使用。但是对于之前没有标定坐标系的程序却没有处理的方式。

[0005] 现阶段的工作坐标系功能需要提前准备,也就是说如果原程序中没有建立坐标系时则不能用该方法。

[0006] 此外,工件坐标系的测量都是依赖于工具。必须在已知工具坐标系和工具坐标系原点(Tool Center Point, TCP)的情况下,才能够标定工件坐标系。一般用户很少有专用标定工具,如果使用其他任意工具,工具的测量也易产生误差,再者工具的反复拆装降低效率。

[0007] 因此,需要提供一种校正机器人的运动控制命令的方法及其相关设备,以解决上述技术问题。

### 发明内容

[0008] 本发明主要解决的技术问题是提供一种机器人示教标定的方法,能够在预先未标定工件坐标系的情况下在工件改变位置后按照校正后的运动控制命令准确控制机器人运动。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种技术方案是:提供一种校正机器人的运动控制命令的方法,方法包括:获取工件上预设的三个点的第一位置数据;获取预存的三个点的第二位置数据;根据第一位置数据和第二位置数据确定第一位置转换参数;根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的机器人的运动控制命令。

[0010] 为解决上述技术问题,本发明提供的另一种技术方案是:提供一种机器人控制器,该机器人控制器包括存储器和处理器,存储器中存储有可执行程序和数据,处理器调用存

存储器中的可执行程序和数据以执行以下步骤:获取工件上预设的三个点的第一位置数据;获取预存的三个点的第二位置数据;根据第一位置数据和第二位置数据确定第一位置转换参数;根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的机器人的运动控制命令。

[0011] 为解决上述技术问题,本发明提供的又一种技术方案是:提供一种机器人,该机器人包括机器人主体和控制器,控制器用于:获取工件上预设的三个点的第一位置数据;获取预存的三个点的第二位置数据;根据第一位置数据和第二位置数据确定第一位置转换参数;根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的机器人的运动控制命令。

[0012] 为解决上述技术问题,本发明提供的又一种技术方案是:提供一种存储装置,该存储装置存储有可执行程序,可执行程序被执行以实现上述的校正机器人的运动控制命令的方法。

[0013] 本发明的有益效果是:区别于现有技术的情况本发明通过获取工件上预设的三个点的第一位置数据;获取预存的三个点的第二位置数据;根据第一位置数据和第二位置数据确定第一位置转换参数;根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的机器人的运动控制命令,能够在预先未标定工件坐标系的情况下在工件改变位置后按照校正后的运动控制命令准确控制机器人运动。

## 附图说明

[0014] 图1是本发明第一实施例校正机器人的运动控制命令的方法流程图;

[0015] 图2是本发明第二实施例校正机器人的运动控制命令的方法流程图;

[0016] 图3是本发明实施例的机器人控制器模块示意图;

[0017] 图4是本发明实施例的机器人模块示意图;

[0018] 图5是本发明实施例的存储装置的模块示意图。

## 具体实施方式

[0019] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的说明。

[0020] 请参阅图1,图1是本发明第一实施例校正机器人的运动控制命令的方法流程图。

在本实施例中,校正机器人的运动控制命令的方法可以包括以下步骤:

[0021] 步骤S11:获取工件上预设的三个点的第一位置数据。

[0022] 在本实施例中,预设的三个点可以为预先在工件上设定的不共线的任意三个点。第一位置数据可以为工件变换位置后所述三个点的位置数据。获取工件上预设的三个点的第一位置数据可以通过获取用户输入的示教数据,以控制机器人使工具接触工件变换位置后的所述三个点,然后根据示教数据获取第一位置数据。在其他实施例中,获取工件上预设的三个点的第一位置数据可以通过其他方式,例如测量标定等,本实施例对此不做限定,具体请参见下文的描述。

[0023] 步骤S12:获取预存的所述三个点的第二位置数据。

[0024] 在本实施例中,第二位置数据可以为工件变换位置前所述三个点的位置数据。获取预存的所述三个点的第二位置数据,例如机器人预先存储有所述工件变换位置前所述三

个点的第二位置数据,从机器人的存储器中获取第二位置数据。在本实施例中,可以通过对所述工件变换位置前所述三个点进行示教的方式获取第二位置数据并存储,具体请参见下文的描述。在其他实施例中,可以通过测量标定等其他的方式获取第二位置数据,然后将第二位置数据存储存储在存储器。

[0025] 步骤S13:根据第一位置数据和第二位置数据确定第一位置转换参数。

[0026] 在本实施例中,根据第一位置数据和第二位置数据确定第一位置转换参数可以为根据所述第一位置数据和第二位置数据计算转换矩阵,在其他实施例中,还可以为根据所述第一位置数据和第二位置数据计算其他的位置转换参数。本发明实施例对此不做限定。

[0027] 步骤S14:根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的机器人的运动控制命令。

[0028] 在本实施例中,根据所述第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的所述机器人的运动控制命令可以包括:根据第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令中的三维坐标进行校正;及根据第一位置转换参数对所述机器人的运动控制命令中的旋转角度进行校正,具体请参见下文的描述。

[0029] 请参阅图2,图2是本发明第二实施例校正机器人的运动控制命令的方法流程图。在本实施例中,获取工件上预设的三个点的第一位置数据包括:接收用户输入的示教数据,以控制机器人使工具接触工件上预设的三个点;根据示教数据获取第一位置数据。根据所述第一位置转换参数对机器人的运动控制命令进行校正包括:根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令中的三维坐标进行校正及根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令中的旋转角度进行校正。

[0030] 在本实施例中,校正机器人的运动控制命令的方法可以包括以下步骤:

[0031] 步骤S21:接收用户输入的第一示教数据,以控制机器人使工具接触工件上预设的三个点。

[0032] 在本实施例中,预设的三个点可以为预先在工件上设定的不共线的任意三个点。工具可以为安装在机器人的工具。工具可以为与机器人的法兰刚性连接。工具可以为点接触式工具。例如,工具可以为焊枪。在其他实施例中,工具可以为其他工具,其与机器人的连接方式也可以为其他方式。优选地,接收用户输入的第一示教数据,以控制机器人传动安装于其上的工具接触工件变换位置后所述工件上预设的三个点。用户对机器人示教是指用户控制机器人执行特定的运动时,机器人记录与该特定的运动对应的示教数据并在后续过程中可以按照该示教数据自行执行所述特定的运动。

[0033] 步骤S22:根据示教数据获取第一位置数据。

[0034] 在本实施例中,根据所述第一示教数据获取第一位置数据,第一位置数据可以为工件变换位置后所述三个点的位置数据。根据第一示教数据获取所述第一位置数据可以包括:根据所述第一示教数据获取三个点在基础坐标系的第三位置数据;将所述第三位置数据转换成法兰坐标系中的第一位置数据。将所述第三位置数据转换成法兰坐标系中的第一位置数据可以包括:利用已知的基础坐标系和法兰坐标系之间的第二位置转换参数将所述第三位置数据转换为所述第一位置数据。

[0035] 优选地,第一位置数据包括三个点中每个点在工件改变位置后在法兰坐标系的坐标,以所述三个点中的第一点为例,该第一点在法兰坐标系的三个坐标轴的坐标分别为 $x$

$x'_{f1}, y'_{f1}, z'_{f1}$ , 第一位置数据还包括第一点在工件改变位置后在基础坐标系相对三个坐标轴的姿态角度  $a', b', c'$ 。

[0036] 优选地, 从第一示教数据获取的第三位置数据包括三个点中每个点在工件改变位置后在基础坐标系的坐标, 以第一点为例, 该第一点在基础坐标系的坐标分别为  $x', y', z'$ , 第四位置数据还包括第一点在工件改变位置后在基础坐标系相对三个坐标轴的姿态角度  $a', b', c'$ 。

[0037] 利用第二位置转换参数将第三位置数据转换为第一位置数据。例如, 利用已知的转换关系  $f_1$ , 将第一点在工件改变位置后在基础坐标系的坐标  $x', y', z'$  转换为在法兰坐标系的坐标  $x'_{f1}, y'_{f1}, z'_{f1}$ 。

[0038] 步骤S23: 获取预存的所述三个点的第二位置数据。

[0039] 在本实施例中, 第二位置数据可以为工件变换位置前所述三个点的位置数据。获取预存的所述三个点的第二位置数据, 例如机器人预先存储有所述工件变换位置前所述三个点的第二位置数据, 从机器人的存储器中获取第二位置数据。预存所述三个点的第二位置数据具体可以包括: 预先通过接收用户输入的第二示教数据, 以控制机器人使工具接触工件变换位置前的所述三个点, 根据第二示教数据获取第二位置数据, 再将第二位置数据存储在存储器。根据第二示教数据获取第二位置数据可以包括: 根据所述第二示教数据获取所述三个点在基础坐标系的第四位置数据; 将所述第四位置数据转换成法兰坐标系中的第二位置数据。将所述第四位置数据转换成法兰坐标系中的第二位置数据可以包括: 利用已知的基础坐标系和法兰坐标系之间的第二位置转换参数将第四位置数据转换为所述第二位置数据。

[0040] 优选地, 第二位置数据包括三个点中每个点在工件改变位置前在法兰坐标系的坐标, 以第一点为例, 该第一点在法兰坐标系的三个坐标轴的坐标分别为  $x_{f1}, y_{f1}, z_{f1}$ , 第二位置数据还包括第一点在工件改变位置前在基础坐标系相对三个坐标轴的姿态角度  $a, b, c$ 。

[0041] 优选地, 从第二示教数据获取的第四位置数据包括三个点中每个点在工件改变位置前在基础坐标系的坐标, 以第一点为例, 该第一点在基础坐标系的坐标分别为  $x, y, z$ , 第四位置数据还包括第一点在工件改变位置前在基础坐标系相对三个坐标轴的姿态角度  $a, b, c$ 。

[0042] 优选地, 利用已知的基础坐标系和法兰坐标系之间的第二位置转换参数将第四位置数据转换为第二位置数据。例如, 利用已知的转换关系  $f_1$ , 将第一点在工件改变位置前在基础坐标系的坐标  $x, y, z$ , 转换为在法兰坐标系的坐标  $x_{f1}, y_{f1}, z_{f1}$ 。不难理解由于基础坐标系和法兰坐标系是已知的, 其二者的转换关系即第二位置转换参数是已知的。

[0043] 步骤S24: 根据所述第一位置数据和所述第二位置数据确定第一位置转换参数。

[0044] 在本实施例中, 根据所述第一位置数据和所述第二位置数据确定第一位置转换参数包括: 根据第一位置数据和第二位置数据计算转换矩阵。

[0045] 优选地, 根据第一位置数据和第二位置数据计算转换矩阵包括: 将所述工件变换位置前所述三个点中的第一点设置为与第一三维直角坐标系原点重合, 将所述工件变换位置后所述第一点设置为与所述第二三维直角坐标系的原点重合, 其中所述第一三维直角坐标系的坐标轴与所述三个点的位置关系与所述第二三维直角坐标系的坐标轴与所述三个点的相对位置关系一致;

[0046] 通过以下公式计算转换矩阵：

$$[0047] \quad T_m = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & -\sin \varepsilon_Y & x'_{f1} - x_{f1} \\ -\cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Z + \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_X \cos \varepsilon_Z + \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & \sin \varepsilon_X \cos \varepsilon_Y & y'_{f1} - y_{f1} \\ \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Z + \cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & -\sin \varepsilon_X \cos \varepsilon_Z + \cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_X \cos \varepsilon_Y & z'_{f1} - z_{f1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

[0048]  $\varepsilon_X = a' - a$ ;  $\varepsilon_Y = b' - b$ ;  $\varepsilon_Z = c' - c$

[0049] 其中,  $x_{f1}, y_{f1}, z_{f1}$  为工件变换位置前第一点在法兰坐标系的三个坐标轴上的坐标,  $x'_{f1}, y'_{f1}, z'_{f1}$  为工件变换位置后第一点在法兰坐标系三个坐标轴上的坐标,  $a, b, c$  分别为工件变换位置前第一点在基础坐标系的姿态角度,  $a', b', c'$  分别为工件变换位置后第一点在基础坐标系的姿态角度,  $\varepsilon_X, \varepsilon_Y, \varepsilon_Z$  分别为第一三维直角坐标系的三个坐标轴与对应的第二三维直角坐标系的三个坐标轴的夹角。

[0050] 转换矩阵的推导过程如下：

[0051] 第一三维直角坐标系和第二三维直角坐标系之间的转换矩阵的计算采用三个旋转矩阵加上平移的方式可得：

$$[0052] \quad T_m = R_1(\varepsilon_X)R_2(\varepsilon_Y)R_3(\varepsilon_Z) + \begin{bmatrix} x'_{f1} - x_{f1} \\ y'_{f1} - y_{f1} \\ z'_{f1} - z_{f1} \end{bmatrix}$$

[0053] 其中  $R_1(\varepsilon_X)R_2(\varepsilon_Y)R_3(\varepsilon_Z)$  分别为绕着第一三维直角坐标系的  $x, y, z$  三个坐标轴的旋转矩阵。

$$[0054] \quad R_1(\varepsilon_X) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varepsilon_X & \sin \varepsilon_X \\ 0 & -\sin \varepsilon_X & \cos \varepsilon_X \end{bmatrix};$$

$$[0055] \quad R_2(\varepsilon_Y) = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_Y & 0 & -\sin \varepsilon_Y \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \varepsilon_Y & 0 & \cos \varepsilon_Y \end{bmatrix};$$

$$[0056] \quad R_3(\varepsilon_Z) = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_Z & \sin \varepsilon_Z & 0 \\ -\sin \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_Z & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0057] 从而可以得到转换矩阵为：

$$[0058] \quad T_m = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & -\sin \varepsilon_Y & x'_{f1} - x_{f1} \\ -\cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Z + \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_X \cos \varepsilon_Z + \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & \sin \varepsilon_X \cos \varepsilon_Y & y'_{f1} - y_{f1} \\ \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Z + \cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & -\sin \varepsilon_X \cos \varepsilon_Z + \cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_X \cos \varepsilon_Y & z'_{f1} - z_{f1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0059] 步骤S25:根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令中的三维坐标进行校正及根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令中的旋转角度进行校正。

[0060] 在本实施例中,运动控制命令可以为预先接收的用户输入的第三示教数据。对第

三示教数据进行校正以生成第四示教数据。具体而言,将第三示教数据中记录的第一运动轨迹上各个点的坐标及旋转角度通过第一转换参数转换为新的坐标以生成第二运动轨迹从而生成对应的第四示教数据,即通过将第一轨迹上的个点均通过转换矩阵 $T_m$ 转换为——对应新的坐标,新的坐标形成第二运动轨迹,然后根据第二运动轨迹生成对应的第四示教数据,然后机器人可以传动工具按照第四示教数据中记录的第二运动轨迹运动以对改变位置后的工件进行准确处理,而不需要重新输入示教数据,根据原示教数据和第一位置转换参数即可实现对机器人的精确控制。在其他实施例中,运动控制命令可以为其他用于控制机器人运动的命令,本发明对此不做限定。

[0061] 请参阅图3,图3是本发明实施例的机器人控制器模块示意图。在本实施例中,机器人控制器包括存储器11和处理器12,存储器11中存储有可执行程序和数据,处理器12调用存储器11中的可执行程序和数据以执行以下步骤:获取工件上预设的三个点的第一位置数据;获取预存的三个点的第二位置数据;根据第一位置数据和第二位置数据确定第一位置转换参数;根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的机器人的运动控制命令。

[0062] 上述处理器12调用存储器11中的可执行程序和数据执行的步骤具体说明请参见前文的描述,此处不再赘述。其中,存储器11存储的数据可包括:上述任意一实施所述的第一位置数据、第二位置数据、第三位置数据、第四位置数据、第一位置转换参数、第二位置转换参数、第一示教数据、第二示教数据、第三示教数据、第四示教数据以及其他上述实施例中提到的数据。

[0063] 请参阅图4,图4是本发明实施例的机器人模块示意图。在本实施例中,机器人包括机器人主体21和控制器22,控制器22用于:获取工件上预设的三个点的第一位置数据;获取预存的三个点的第二位置数据;根据第一位置数据和第二位置数据确定第一位置转换参数;根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的机器人的运动控制命令。

[0064] 优选地,控制器22用于:根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令中的三维坐标进行校正;及根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令中的旋转角度进行校正。

[0065] 优选地,控制器22用于:接收用户输入的示教数据,以控制机器人使工具接触工件上预设的三个点;根据示教数据获取第一位置数据。

[0066] 优选地,控制器22用于:根据示教数据获取三个点在基础坐标系的第三位置数据;

[0067] 优选地,控制器22用于:将第三位置数据转换成法兰坐标系中的第一位置数据。

[0068] 优选地,控制器22用于:利用已知的基础坐标系和法兰坐标系之间的第二位置转换参数将第三位置数据转换为第一位置数据。

[0069] 优选地,工件上预设的三个点不共线。

[0070] 优选地,控制器用于:根据第一位置数据和第二位置数据计算转换矩阵。

[0071] 优选地,第一位置数据为工件变换位置后三个点的位置数据,第二位置数据为工件变换位置前三个点的位置数据,

[0072] 控制器22用于:

[0073] 将工件变换位置前三个点中的第一点设置为与第一三维直角坐标系原点重合,将

工件变换位置后第一点设置为与第二三维直角坐标系的原点重合,其中第一三维直角坐标系的坐标轴与三个点的位置关系与第二三维直角坐标系的坐标轴与三个点的相对位置关系一致;

[0074] 通过以下公式计算转换矩阵:

$$[0075] \quad T_m = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & -\sin \varepsilon_Y & x'_{f1} - x_{f1} \\ -\cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Z + \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_X \cos \varepsilon_Z + \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & \sin \varepsilon_X \cos \varepsilon_Y & y'_{f1} - y_{f1} \\ \sin \varepsilon_X \sin \varepsilon_Z + \cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_Z & -\sin \varepsilon_X \cos \varepsilon_Z + \cos \varepsilon_X \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_Z & \cos \varepsilon_X \cos \varepsilon_Y & z'_{f1} - z_{f1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$[0076] \quad \varepsilon_X = a' - a; \varepsilon_Y = b' - b; \varepsilon_Z = c' - c$$

[0077] 其中,  $x_{f1}, y_{f1}, z_{f1}$  为工件变换位置前第一点在法兰坐标系的三个坐标轴上的坐标,  $x'_{f1}, y'_{f1}, z'_{f1}$  为工件变换位置后第一点在法兰坐标系三个坐标轴上的坐标,  $a, b, c$  分别为工件变换位置前第一点在基础坐标系的姿态角度,  $a', b', c'$  分别为工件变换位置后第一点在基础坐标系的姿态角度,  $\varepsilon_X, \varepsilon_Y, \varepsilon_Z$  分别为第一三维直角坐标系的三个坐标轴与对应的第二三维直角坐标系的三个坐标轴的夹角。

[0078] 优选地,工具为点接触式工具。

[0079] 优选地,工具为焊枪。

[0080] 优选地,工具与机器人的法兰刚性连接。

[0081] 请参阅图5,图5是本发明实施例的存储装置的模块示意图。在本实施例中,该存储装置31存储有可执行程序,可执行程序被执行以实现上述任意一实施例所述的校正机器人的运动控制命令的方法。该存储装置31可以为U盘、光盘、硬盘、移动硬盘、服务器等,当然,存储装置31也可以为上述实施例中的存储器11。

[0082] 区别于现有技术的情况本发明通过获取工件上预设的三个点的第一位置数据;获取预存的三个点的第二位置数据;根据第一位置数据和第二位置数据确定第一位置转换参数;根据第一位置转换参数对机器人的运动控制命令进行校正,得到校正后的机器人的运动控制命令,能够在预先未标定工件坐标系的情况下在工件改变位置后按照校正后的运动控制命令准确控制机器人运动。

[0083] 以上所述仅为本发明的实施方式,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

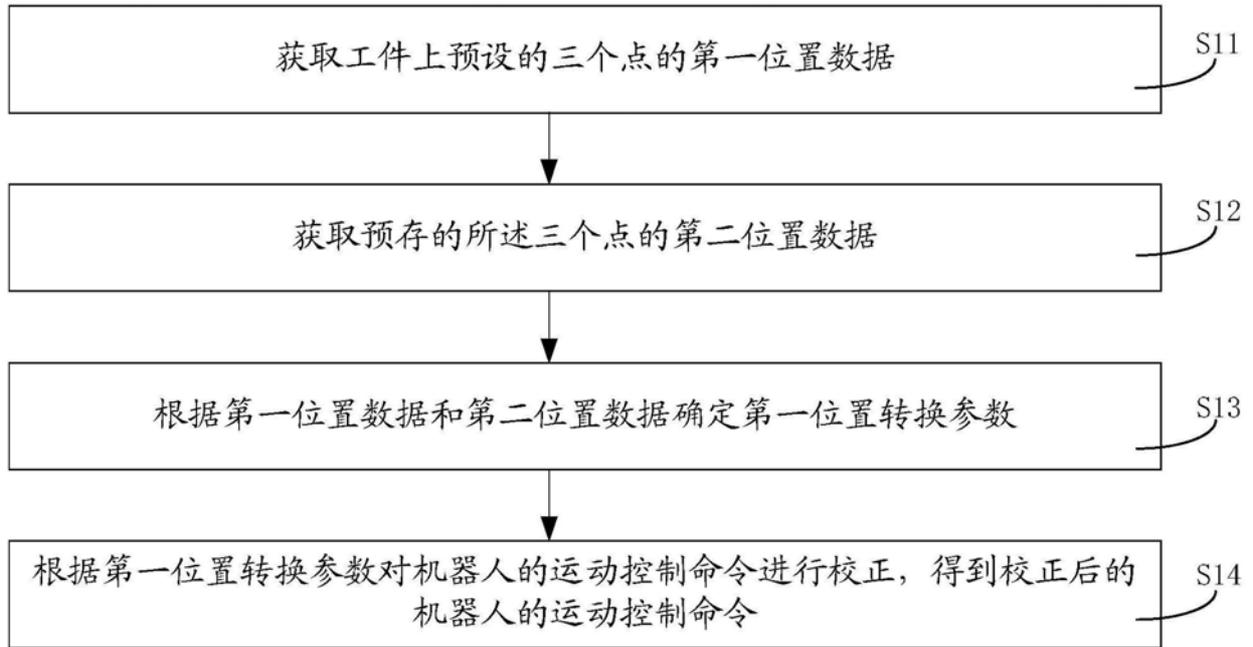


图1

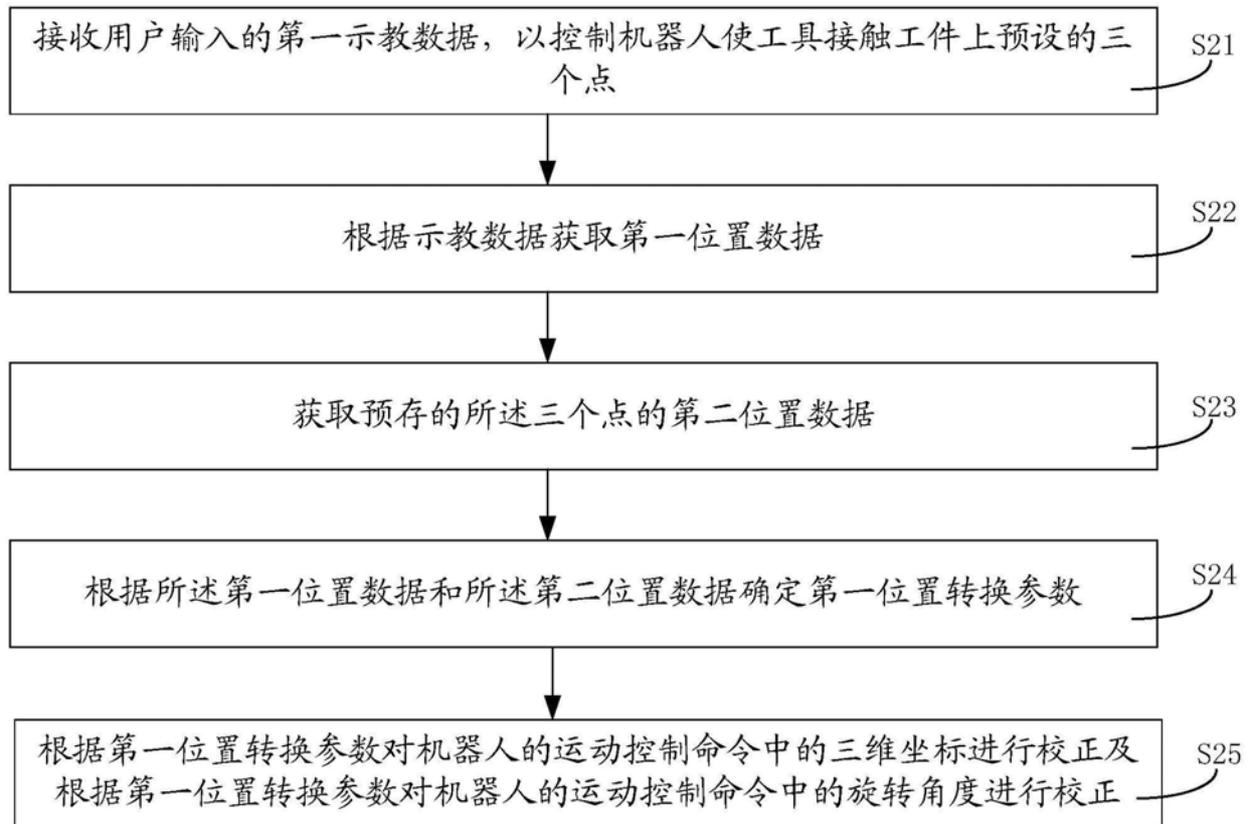


图2

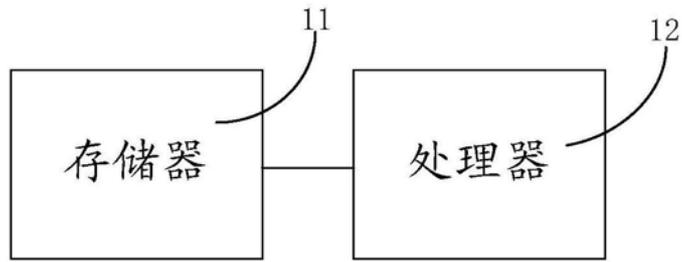


图3

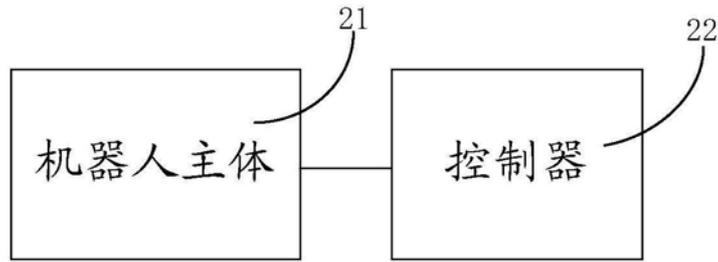


图4

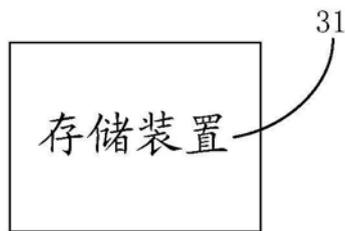


图5