



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109631762 A

(43)申请公布日 2019.04.16

---

(21)申请号 201910085768.6

(22)申请日 2019.01.29

(71)申请人 合肥中控智科机器人有限公司

地址 230000 安徽省合肥市经济技术开发区  
青龙潭路西、肥光路东、滨河小区北  
出口加工区1栋1216

(72)发明人 谢之凤

(51)Int.Cl.

G01B 11/00(2006.01)

---

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

一种激光自标定实现零点标定的方法

(57)摘要

本发明公开了一种激光自标定实现零点标定的方法，所述激光跟踪测长仪为一个单频激光干涉仪安装在有两个互相垂直的旋转自由度的机构中心上的仪器，所述跟踪仪的反射靶为一个内部安装了角锥反射镜的球，角锥的顶点与球心重合，激光跟踪仪可以跟踪在空间运动的靶并测量靶的圆心在跟踪仪旋转中心为原点的极坐标系中的极坐标，即原点到靶的中心的距离和两点连线的两个方向角。本发明使得激光目标点的实际位置恰好位于预期位置上，从而实现激光自标定的零点标定。

1. 一种激光自标定实现零点标定的方法,其特征在于:所述激光跟踪测长仪为一个单频激光干涉仪安装在有两个互相垂直的旋转自由度的机构中心上的仪器,所述跟踪仪的反射靶为一个内部安装了角锥反射镜的球,角锥的顶点与球心重合,激光跟踪仪可以跟踪在空间运动的靶并测量靶的圆心在跟踪仪旋转中心为原点的极坐标系中的极坐标,即原点到靶的中心的距离和两点连线的两个方向角。

2. 根据权利要求1所述的一种激光自标定实现零点标定的方法,其特征在于:包括以下步骤:

a. 测量动平台上铰链点的位置。固定并联机床的一根杆,使它既不伸缩也不绕任何轴转动,即固定该杆在动平台上的铰链点在空间的位置。将测量平台放到动平台前,激光跟踪仪安装到其中一个定位孔上。测量动平台上安放好三个靶镜,并设其中一个为靶镜A。使动平台运动到某一位置静止不动,用激光跟踪仪在三个定位孔上分别检测到三个靶镜的距离,由得到的数据可以计算出动平台上三个靶镜中点在测量坐标系中的坐标。重复上述过程多次,选择靶镜A的4个不在同一平面内的坐标。由空间解析几何知,已知4个不共面的点P<sub>i</sub>(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>, z<sub>i</sub>), i=1, 2, 3, 4, 过这4点的球面方程是

$$X^2+Y^2+Z^2 - X - Y - Z - 1 = 0$$

$$X_1^2+Y_1^2+Z_1^2 - X_1 - Y_1 - Z_1 - 1 = 0$$

$$X_2^2+Y_2^2+Z_2^2 - X_2 - Y_2 - Z_2 - 1 = 0$$

$$X_3^2+Y_3^2+Z_3^2 - X_3 - Y_3 - Z_3 - 1 = 0$$

$$X_4^2+Y_4^2+Z_4^2 - X_4 - Y_4 - Z_4 - 1 = 0$$

b. 由此方程可以得到球心坐标。所以将上述四点代入球面方程中,就可计算出固定的杆在动平台上的铰链点在测量坐标系中的坐标。

c. 测量静平台上铰链点的位置。现在已知某根杆在动平台上的铰链点的坐标,每一次使该杆杆长不变的测量其实是测出了以该杆在静平台上的铰链为圆心,以固定杆长为半径的一个球上的点的坐标,所以圆心和半径都可以求出。固定某一根杆的杆长,将该杆的角度变化四次,每次都用测得的数据计算出该杆在动平台上铰链点的空间坐标,代入球面方程中可以计算出杆在静平台上的铰链点在测量坐标系中的坐标。

## 一种激光自标定实现零点标定的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及零点标定技术领域,具体为一种激光自标定实现零点标定的方法。

### 背景技术

[0002] 通常激光的重复定位精度很高(可达0.01mm),但绝对定位精度很差(仅几个毫米)。如果要使用机器臂的离线编程方法或者是进行高精度测量,激光的目标点位置精度将会是一个非常令人关心的问题。机器人末端执行器的位置一般在其工作空间内描述,但是这些位置通过驱动关节电动机获得,整个过程在角度空间里进行。因某些原因(例如:机械加工的精度、装配误差、磨损、传动误差、负载变化和环境影响等)使得机器人控制器所使用的运动学模型与真实的运动学模型不一致,从而导致用机器人内部运动学模型来驱动关节电动机获得末端执行器位置时,得到的激光目标点的实际位置将会偏离预期的位置。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种激光自标定实现零点标定的方法,以解决上述背景技术中提出的机器人内部运动学模型来驱动关节电动机获得末端执行器位置时,得到的激光目标点的实际位置将会偏离预期的位置问题。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种激光自标定实现零点标定的方法,所述激光跟踪测长仪为一个单频激光干涉仪安装在有两个互相垂直的旋转自由度的机构中心上的仪器,所述跟踪仪的反射靶为一个内部安装了角锥反射镜的球,角锥的顶点与球心重合,激光跟踪仪可以跟踪在空间运动的靶并测量靶的圆心在跟踪仪旋转中心为原点的极坐标系中的极坐标,即原点到靶的中心的距离和两点连线的两个方向角。

[0005] 优选的,一种激光自标定实现零点标定的方法,包括以下步骤:

[0006] a. 测量动平台上铰链点的位置。固定并联机床的一根杆,使它既不伸缩,也不绕任何轴转动,即固定该杆在动平台上的铰链点在空间的位置。将测量平台放到动平台前,激光跟踪仪安装到其中一个定位孔上。测量动平台上安放好三个靶镜,并设其中一个为靶镜A。使动平台运动到某一位置静止不动,用激光跟踪仪在三个定位孔上分别检测到三个靶镜的距离,由得到的数据可以计算出动平台上三个靶镜中点在测量坐标系中的坐标。重复上述过程多次,选择靶镜A的4个不在同一平面内的坐标。由空间解析几何知,已知4个不共面的点P(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>, z<sub>i</sub>), i=1,2,3,4,过这4点的球面方程是

$$x^2 + y^2 + z^2 - x - y - z - 1 = 0$$

$$x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 - x_1 - y_1 - z_1 - 1 = 0$$

$$x_2^2 + y_2^2 + z_2^2 - x_2 - y_2 - z_2 - 1 = 0$$

$$x_3^2 + y_3^2 + z_3^2 - x_3 - y_3 - z_3 - 1 = 0$$

$$x_4^2 + y_4^2 + z_4^2 - x_4 - y_4 - z_4 - 1 = 0$$

[0012] b. 由此方程可以得到球心坐标。所以将上述四点代入球面方程中,就可计算出固定的杆在动平台上的铰链点在测量坐标系中的坐标。

[0013] c. 测量静平台上铰链点的位置。现在已知某根杆在动平台上的铰链点的坐标,每一次使该杆杆长不变的测量其实是测出了以该杆在静平台上的铰链为圆心,以固定杆长为半径的一个球上的点的坐标,所以圆心和半径都可以求出。固定某一根杆的杆长,将该杆的角度变化四次,每次都用测得的数据计算出该杆在动平台上铰链点的空间坐标,代入球面方程中可以计算出杆在静平台上的铰链点在测量坐标系中的坐标。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0015] 1、通过测量动平台上铰链点的位置,然后由球面方程可以得到球心坐标,从而测量静平台上铰链点的位置,由此可以保证机器人内部运动学模型来驱动关节电动机获得末端执行器位置时,使得激光目标点的实际位置恰好位于预期位置上,从而实现激光自标定的零点标定。

[0016] 2、通过用测得的数据计算出动平台在测量坐标系中的位置,而该铰链点在测量坐标系中的坐标可知,所以在动平台上的位置也就可以计算出来了。依次对每一根杆使用以上的方法,就可以测量出动平台上各铰链点的实际位置。

## 具体实施方式

[0017] 本申请实施例通过提供通过测量动平台上铰链点的位置,然后由球面方程可以得到球心坐标,从而测量静平台上铰链点的位置,由此可以保证机器人内部运动学模型来驱动关节电动机获得末端执行器位置时,使得激光目标点的实际位置恰好位于预期位置上,从而实现激光自标定的零点标定。

[0018] 本申请实施例中的技术方案为解决上述串扰的问题,总体思路如下:

[0019] 通过激光跟踪测长仪是将一个单频激光干涉仪安装在有两个互相垂直的旋转自由度的机构中心上的仪器,其旋转中心的位置在测量时保持不变。跟踪仪的反射靶是一个内部安装了角锥反射镜的球,角锥的顶点与球心重合。用激光跟踪仪可以跟踪在空间运动的靶并测量靶的圆心在以跟踪仪旋转中心为原点的极坐标系中的极坐标,即原点到靶的中心的距离和两点连线的两个方向角。

[0020] 使得激光目标点的实际位置恰好位于预期位置上,从而实现激光自标定的零点标定,通过用测得的数据计算出动平台在测量坐标系中的位置,而该铰链点在测量坐标系中的坐标可知,所以在动平台上的位置也就可以计算出来了。依次对每一根杆使用以上的方法,就可以测量出动平台上各铰链点的实际位置。

[0021] 下面将结合本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0022] 实施例一:

[0023] 一种激光自标定实现零点标定的方法,激光跟踪测长仪为一个单频激光干涉仪安装在有两个互相垂直的旋转自由度的机构中心上的仪器,跟踪仪的反射靶为一个内部安装了角锥反射镜的球,角锥的顶点与球心重合,激光跟踪仪可以跟踪在空间运动的靶并测量靶的圆心在跟踪仪旋转中心为原点的极坐标系中的极坐标,即原点到靶的中心的距离和两点连线的两个方向角。

[0024] 实施例二

[0025] 一种激光自标定实现零点标定的方法,包括以下步骤:

[0026] a. 测量动平台上铰链点的位置。固定并联机床的一根杆,使它既不伸缩,也不绕任何轴转动,即固定该杆在动平台上的铰链点在空间的位置。将测量平台放到动平台前,激光跟踪仪安装到其中一个定位孔上。测量动平台上安放好三个靶镜,并设其中一个为靶镜A。使动平台运动到某一位置静止不动,用激光跟踪仪在三个定位孔上分别检测到三个靶镜的距离,由得到的数据可以计算出动平台上三个靶镜中点在测量坐标系中的坐标。重复上述过程多次,选择靶镜A的4个不在同一平面内的坐标。由空间解析几何知,已知4个不共面的点P(x,y,z), $i=1,2,3,4$ ,过这4点的球面方程是

[0027]  $X^2+Y^2+Z^2 - X - Y - Z - 1 = 0$

[0028]  $X_1^2+Y_1^2+Z_1^2 - X_1 - Y_1 - Z_1 - 1 = 0$

[0029]  $X_2^2+Y_2^2+Z_2^2 - X_2 - Y_2 - Z_2 - 1 = 0$

[0030]  $X_3^2+Y_3^2+Z_3^2 - X_3 - Y_3 - Z_3 - 1 = 0$

[0031]  $X_4^2+Y_4^2+Z_4^2 - X_4 - Y_4 - Z_4 - 1 = 0$

[0032] b. 由此方程可以得到球心坐标。所以将上述四点代入球面方程中,就可计算出固定的杆在动平台上的铰链点在测量坐标系中的坐标。由于可以用测得的数据计算出动平台在测量坐标系中的位置,而该铰链点在测量坐标系中的坐标可知,所以在动平台上的位置也就可以计算出来了。依次对每一根杆使用以上的方法,就可以测量出动平台上各铰链点的实际位置。

[0033] c. 测量静平台上铰链点的位置。现在已知某根杆在动平台上的铰链点的坐标,每一次使该杆杆长不变的测量其实是测出了以该杆在静平台上的铰链为圆心,以固定杆长为半径的一个球上的点的坐标,所以圆心和半径都可以求出。固定某一根杆的杆长,将该杆的角度变化四次,每次都用测得的数据计算出该杆在动平台上铰链点的空间坐标,代入球面方程中可以计算出杆在静平台上的铰链点在测量坐标系中的坐标。

[0034] 本实施例中,激光跟踪测长仪是将一个单频激光干涉仪安装在有两个互相垂直的旋转自由度的机构中心上的仪器,其旋转中心的位置在测量时保持不变。跟踪仪的反射靶是一个内部安装了角锥反射镜的球,角锥的顶点与球心重合。用激光跟踪仪可以跟踪在空间运动的靶并测量靶的圆心在以跟踪仪旋转中心为原点的极坐标系中的极坐标,即原点到靶的中心的距离和两点连线的两个方向角。因为角度测量的误差比较大,而且测量点距离原点越远,由极坐标计算的直角坐标误差就越大,所以本文的方法中只使用激光跟踪仪的测长结果,然后经测量动平台上铰链点的位置,然后由球面方程可以得到球心坐标,从而测量静平台上铰链点的位置,由此可以保证机器人内部运动学模型来驱动关节电动机获得末端执行器位置时,使得激光目标点的实际位置恰好位于预期位置上,从而实现激光自标定的零点标定。

[0035] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。