



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113134848 A

(43) 申请公布日 2021.07.20

(21) 申请号 202110290883.4

(22) 申请日 2021.03.18

(71) 申请人 无锡信捷电气股份有限公司

地址 214000 江苏省无锡市滨湖区胡埭工业园北区刘塘路9号

(72) 发明人 葛扬 过志强

(74) 专利代理机构 无锡经诚知识产权代理事务所(普通合伙) 32504

代理人 吴仁芬

(51) Int.Cl.

B25J 19/00 (2006.01)

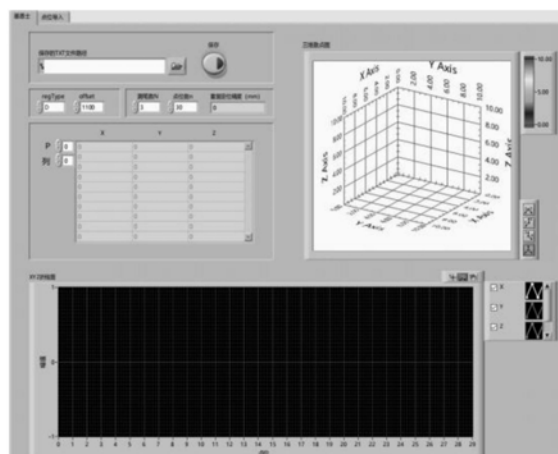
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式

(57) 摘要

本发明属于工业机器人技术领域,尤其是一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,包括三个高精度接触式侧距离传感器和测量方式,所述高精度接触式侧距离传感器采用基恩士GT2系列位移测距传感器,且高精度接触式侧距离传感器使用DL-EC1A基恩士通讯模块,所述DL-EC1A基恩士通讯模块使用Ethercat通讯协议,且DL-EC1A基恩士通讯模块与信捷机器人控制器相连,所述测量方式包括以下步骤:第一步:将标准测试块安装到六轴机器人法兰末端,使用机器人示教器进行点位示教。本发明使用位移传感器进行测量相较于激光跟踪仪器,更加小巧便捷,维护成本低,并针对测试过程编写了专用的测试软件,使工人更易上手,方便了工厂生产的测试普及。



1. 一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,包括三个高精度接触式侧距离传感器和测量方式,其特征在于,所述高精度接触式侧距离传感器采用基恩士GT2系列位移测距传感器,且高精度接触式侧距离传感器使用DL-EC1A基恩士通讯模块,所述DL-EC1A基恩士通讯模块使用Ethercat通讯协议,且DL-EC1A基恩士通讯模块与信捷机器人控制器相连,所述测量方式包括以下步骤:

第一步:将标准测试块安装到六轴机器人法兰末端,使用机器人示教器进行点位示教,使得测试块落在三个测量传感器的检测区域;

第二步:任意示教一个非测试点的远离点,做为机器人反复运行的运动点,要求远离测试点50厘米以上;

第三步:运行机器人程序,使机器人末端安装的测试块在测量点与原理点之间反复运动;

第四步:测量软件将自动获取并记录测量点所在的中心位置,将第一次采集的点位信息作为重复精度测量的标准点;

第五步:待反复运行30次,并采集完相应的点位信息后,测量软件将采集的所有测量数据根据国家标准工业机器人性能规范及其实验方法中重复性公式,计算出被测机器人的重复定位精度。

2. 根据权利要求1所述的一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,其特征在于,所述第四步中利用了位移传感器对测量点进行了位置测量,并且针对此测试过程设计了一种专用的测量软件,即使用了所述的DL-EC1A基恩士通讯模块,且该模块使用Ethercat通讯协议,与所述信捷机器人控制器相连,进入测试区域的标准测试块进行接触测试,测量出标准测试块的中心坐标。

3. 根据权利要求1所述的一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,其特征在于,所述第三步中,通过程序编辑得到的机器人程序如下所示;

```
Begin of Task//程序运行开始
PROC main
MOVEL P0 V100.00 Z0.00;//机器人运行至远离点;
MOVEL P1 V100.00 Z0.00;//机器人运行至靠近点;
MOVEL P2 V10.00 Z0.00;//机器人低速运行至测量点;
DELAY 1.00;//机器人等待1秒;
OUT M10 ON;//记录测量点的数据;
OUT M10 OFF;//已经记录测量点的数据;
MOVEL P1 V10.00 Z0.00;//测量完成后机器人低速离开测量点,运行至靠近点;
MOVEL P3 V100.00 Z0.00;//一轮点位数据结束,机器人运行至待机点,等待下次程序运行;
End main;
End of Task//程序运行结束。
```

4. 根据权利要求3所述的一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,其特征在于,通过运行所述机器人程序,我们可以得到一次测量点的数据P0(X,Y,Z),该点位数据将会记

录在软件的表格内,进行30次测试并且取得平均值,分别计算其 $\bar{X}$, $\bar{Y}$, $\bar{Z}$ 可得:

$$\bar{X}=195.08584; \bar{Y}=1368.902968; \bar{Z}=16.4342842$$

分别将P0至P29的点带入下面的公式3计算:

$$L0 = \sqrt{(X0 - \bar{X})^2 + (Y0 - \bar{Y})^2 + (Z0 - \bar{Z})^2};$$

$$L0 = \sqrt{(195.090918 - 195.08584)^2 + (1368.913262 - 1368.902968)^2 + (16.431256 - 16.4342842)^2};$$

$$L0 = 0.0118706033694635。$$

5. 根据权利要求4所述的一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,其特征在于,基于上述同理,可以计算出L0至L29,30个点位的值,并将其带入公式2,可以计算得到L的平均值,之后再将L0至L29与L的平均值带入公式4计算,即可求出Sp;最后将计算出的Sp与L的平均值,代入公式1,就可以计算得到重复定位精度RPp等于0.02183333。

6. 根据权利要求5所述的一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,其特征在于,通过使用开发的软件工具,可以省略繁琐的计算步骤,与数据输入的时间,所述测试软件可以配合机器人动作,自动采集点位信息,并在采集完成后,自动计算出所需要测试机器人的重复定位精度RPp,大大节省了在机器人生产环节中对机器人进行重复定位精度标定的时间。

7. 根据权利要求1所述的一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,其特征在于,所述重复定位精度的计算方式:

重复定位精度=RPp;

$$\text{公式1: } RPp = \bar{L} + 3Sp;$$

$$\text{公式2: } \bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n Lp;$$

$$\text{公式3: } Lp = \sqrt{(Xp - \bar{X})^2 + (Yp - \bar{Y})^2 + (Zp - \bar{Z})^2};$$

$$\text{公式4: } Sp = \sqrt{\frac{\sum_{p=1}^n (Lp - \bar{L})^2}{n-1}}。$$

8. 根据权利要求7所述的一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,其特征在于,其中,所述重复定位精度的计算方式中Xp,Yp,Zp,分别为上述第四步第一次采集点的位置信息;L为位置的平均差;S为位置的均方差;最终测量出的重复定位精度等于均值加三倍的标准差。

一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式

技术领域

[0001] 本发明涉及工业机器人技术领域,尤其涉及一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式。

背景技术

[0002] 随着现代社会工业技术的不断发展,自动化程度越来越高,工业机器人的应用也越来越广,所以工业机器人的质量检测也显得越来越重要。

[0003] 重复定位精度是工业机器人最重要的性能指标之一,目前常见的测量方式有两种。即通过激光跟踪仪或三坐标测量机对机器人进行检测。这两种方法都需要使用高端精密的测量设备,对测量人员的技术水平也有较高的使用要求,现有的针对工业机器人重复定位精度的测量主要依靠激光跟踪仪器,该方法测量准备多,测试时间长,且对测试人员有较高的技术需求,导致测量方式较为复杂,降低了测量方法的实用性。

发明内容

[0004] 基于背景技术中提出的现有的针对工业机器人重复定位精度的测量主要依靠激光跟踪仪器,该方法测量准备多,测试时间长,且对测试人员有较高的技术需求,导致测量方式较为复杂,降低了测量方法的实用性的技术问题,本发明提出了一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式。

[0005] 本发明提出的一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,包括三个高精度接触式侧距离传感器和测量方式,所述高精度接触式侧距离传感器采用基恩士GT2系列位移测距传感器,且高精度接触式侧距离传感器使用DL-EC1A基恩士通讯模块,所述DL-EC1A基恩士通讯模块使用Ethercat通讯协议,且DL-EC1A基恩士通讯模块与信捷机器人控制器相连,所述测量方式包括以下步骤:

[0006] 第一步:将标准测试块安装到六轴机器人法兰末端,使用机器人示教器进行点位示教,使得测试块落在三个测量传感器的检测区域;

[0007] 第二步:任意示教一个非测试点的远离点,做为机器人反复运行的运动点,要求远离测试点50厘米以上;

[0008] 第三步:运行机器人程序,使机器人末端安装的测试块在测量点与原理点之间反复运动;

[0009] 第四步:测量软件将自动获取并记录测量点所在的中心位置,将第一次采集的点位信息作为重复精度测量的标准点;

[0010] 第五步:待反复运行30次,并采集完相应的点位信息后,测量软件将采集的所有测量数据根据国家标准工业机器人性能规范及其实验方法中重复性公式,计算出被测机器人的重复定位精度。

[0011] 优选地,所述第四步中利用了位移传感器对测量点进行了位置测量,并且针对此测试过程设计了一种专用的测量软件,即使用了所述的DL-EC1A基恩士通讯模块,且该模块

使用Ethercat通讯协议,与所述信捷机器人控制器相连,进入测试区域的标准测试块进行接触测试,测量出标准测试块的中心坐标。

[0012] 优选地,所述第三步中,通过程序编辑得到的机器人程序如下所示;

Begin of Task //程序运行开始

PROC main

MOVEL P0 V100.00 Z0.00; //机器人运行至远离点;

MOVEL P1 V100.00 Z0.00; //机器人运行至靠近点;

MOVEL P2 V10.00 Z0.00; //机器人低速运行至测量点;

DELAY 1.00; //机器人等待 1 秒;

OUT M10 ON; //记录测量点的数据;

[0013]

OUT M10 OFF; //已经记录测量点的数据;

MOVEL P1 V10.00 Z0.00; //测量完成后机器人低速离开测量点,运行至靠近点;

MOVEL P3 V100.00 Z0.00; //一轮点位数据结束,机器人运行至待机点,等待下次程序运行;

End main;

End of Task //程序运行结束。

[0014] 优选地,通过运行所述机器人程序,我们可以得到一次测量点的数据P0(X,Y,Z),该点位数据将会记录在软件的表格内,进行30次测试并且取得平均值,分别计算其 $\bar{X}$, $\bar{Y}$, $\bar{Z}$ 可得:

[0015] $\bar{X}=195.08584$; $\bar{Y}=1368.902968$; $\bar{Z}=16.4342842$

[0016] 分别将P0至P29的点带入下面的公式3计算:

$$L0 = \sqrt{(X0 - \bar{X})^2 + (Y0 - \bar{Y})^2 + (Z0 - \bar{Z})^2};$$

[0017] $L0 = \sqrt{(195.090918 - 195.08584)^2 + (1368.913262 - 1368.902968)^2 + (16.431256 - 16.4342842)^2}$;。

$$L0 = 0.0118706033694635;$$

[0018] 优选地,基于上述同理,可以计算出L0至L29,30个点位的值,并将其带入公式2,可

以计算得到L的平均值,之后再将L0至L29与L的平均值带入公式4计算,即可求出Sp;最后将计算出的Sp与L的平均值,代入公式1,就可以计算得到重复定位精度RPp等于0.02183333。

[0019] 优选地,通过使用开发的软件工具,可以省略繁琐的计算步骤,与数据输入的时间,所述测试软件可以配合机器人动作,自动采集点位信息,并在采集完成后,自动计算出所需要测试机器人的重复定位精度RPp,大大节省了在机器人生产环节中对机器人进行重复定位精度标定的时间。

[0020] 优选地,所述重复定位精度的计算方式:

[0021] 重复定位精度=RPp;

[0022] 公式1: $RPp = \bar{L} + 3Sp$;

[0023] 公式2: $\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n Lp$;

[0024] 公式3: $Lp = \sqrt{(Xp - \bar{X})^2 + (Yp - \bar{Y})^2 + (Zp - \bar{Z})^2}$; °

[0025] 公式4: $Sp = \sqrt{\frac{\sum_{p=1}^n (Lp - \bar{L})^2}{n-1}}$;

[0026] 优选地,其中,所述重复定位精度的计算方式中Xp,Yp,Zp,分别为上述第四步第一次采集点的位置信息;L为位置的平均差;S为位置的均方差;最终测量出的重复定位精度等于均值加三倍的标准差。

[0027] 本发明中的有益效果为:

[0028] 1、该基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,现有的针对工业机器人重复定位精度的测量主要依靠激光跟踪仪器,该方法测量准备多,测试时间长,且对测试人员有较高的技术需求。本发明使用位移传感器进行测量相较于激光跟踪仪器,更加小巧便捷,维护成本低,并针对测试过程编写了专用的测试软件,使工人更易上手,方便了工厂生产的测试普及。

[0029] 2、该基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,本发明使用了三个高精度接触式侧距离传感器,采用基恩士GT2系列位移测距传感器,使用DL-EC1A基恩士通讯模块,该模块使用Ethercat通讯协议,与信捷机器人控制器相连;对进入测试区域的标准测试块进行接触测试,测量出标准测试块的中心坐标,通过多次测量中心坐标的位置变化,计算出被测机器人的重复定位精度,有效地提高了测试精度。

[0030] 3、该基于六轴机器人重复定位精度的测量方式,本测试软件可以配合机器人动作,自动采集点位信息,并在采集完成后,自动计算出所需要测试机器人的重复定位精度RPp,大大节省了在机器人生产环节中对机器人进行重复定位精度标定的时间。

[0031] 该装置中未涉及部分均与现有技术相同或可采用现有技术加以实现。

附图说明

[0032] 图1为本发明提出的一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式的测量软件的结构示意图;

[0033] 图2为本发明提出的一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式的机器人运行

程序的第一结构示意图；

[0034] 图3为本发明提出的一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式的机器人运行程序的第二结构示意图。

具体实施方式

[0035] 下面结合具体实施方式对本专利的技术方案作进一步详细地说明。

[0036] 下面详细描述本专利的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本专利，而不能理解为对本专利的限制。

[0037] 在本专利的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本专利和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本专利的限制。

[0038] 在本专利的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“设置”应做广义理解，例如，可以是固定相连、设置，也可以是可拆卸连接、设置，或一体地连接、设置。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本专利中的具体含义。

[0039] 参照图1-3，一种基于六轴机器人重复定位精度的测量方式，包括包括三个高精度接触式侧距离传感器和测量方式，高精度接触式侧距离传感器采用基恩士GT2系列位移测距传感器，且高精度接触式侧距离传感器使用DL-EC1A基恩士通讯模块，DL-EC1A基恩士通讯模块使用Ethercat通讯协议，且DL-EC1A基恩士通讯模块与信捷机器人控制器相连，测量方式包括以下步骤：

[0040] 第一步：将标准测试块安装到六轴机器人法兰末端，使用机器人示教器进行点位示教，使得测试块落在三个测量传感器的检测区域；

[0041] 第二步：任意示教一个非测试点的远离点，做为机器人反复运行的运动点，要求远离测试点50厘米以上；

[0042] 第三步：运行机器人程序，使机器人末端安装的测试块在测量点与原理点之间反复运动；

[0043] 第四步：测量软件将自动获取并记录测量点所在的中心位置，将第一次采集的点位信息作为重复精度测量的标准点；

[0044] 第五步：待反复运行30次，并采集完相应的点位信息后，测量软件将采集的所有测量数据根据国家标准工业机器人性能规范及其实验方法中重复性公式，计算出被测机器人的重复定位精度。

[0045] 本发明中，第四步中利用了位移传感器对测量点进行了位置测量，并且针对此测试过程设计了一种专用的测量软件，即使用了DL-EC1A基恩士通讯模块，且该模块使用Ethercat通讯协议，与信捷机器人控制器相连，进入测试区域的标准测试块进行接触测试，测量出标准测试块的中心坐标。

[0046] 本发明中，第三步中，通过程序编辑得到的机器人程序如下所示；

Begin of Task //程序运行开始

PROC main

MOVEL P0 V100.00 Z0.00; //机器人运行至远离点;

MOVEL P1 V100.00 Z0.00; //机器人运行至靠近点;

MOVEL P2 V10.00 Z0.00; //机器人低速运行至测量点;

DELAY 1.00; //机器人等待 1 秒;

OUT M10 ON; //记录测量点的数据;

[0047]

OUT M10 OFF; //已经记录测量点的数据;

MOVEL P1 V10.00 Z0.00; //测量完成后机器人低速离开测量点, 运行至靠近点;

MOVEL P3 V100.00 Z0.00; //一轮点位数据结束, 机器人运行至待机点, 等待下次程序运行;

End main;

End of Task //程序运行结束。

[0048] 本发明中,通过运行机器人程序,我们可以得到一次测量点的数据P0(X,Y,Z),该点位数据将会记录在软件的表格内,进行30次测试并且取得平均值,分别计算其 $\bar{X}$, $\bar{Y}$, $\bar{Z}$ 可得:

[0049] $\bar{X}=195.08584$; $\bar{Y}=1368.902968$; $\bar{Z}=16.4342842$

[0050] 分别将P0至P29的点带入下面的公式3计算:

$$L0 = \sqrt{(X0 - \bar{X})^2 + (Y0 - \bar{Y})^2 + (Z0 - \bar{Z})^2};$$

[0051] $L0 = \sqrt{(195.090918 - 195.08584)^2 + (1368.913262 - 1368.902968)^2 + (16.431256 - 16.4342842)^2}$;

$$L0 = 0.0118706033694635;$$

[0052] 本发明中,基于上述同理,可以计算出L0至L29,30个点位的值,并将其带入公式2,可以计算得到L的平均值,之后再将L0至L29与L的平均值带入公式4计算,即可求出Sp;最后将计算出的Sp与L的平均值,代入公式1,就可以计算得到重复定位精度RPp等于0.02183333。

[0053] 本发明中,通过使用开发的软件工具,可以省略繁琐的计算步骤,与数据输入的时间,测试软件可以配合机器人动作,自动采集点位信息,并在采集完成后,自动计算出所需要测试机器人的重复定位精度 RP_p ,大大节省了在机器人生产环节中对机器人进行重复定位精度标定的时间。

[0054] 本发明中,重复定位精度的计算方式:

[0055] 重复定位精度 $=RP_p$;

[0056] 公式1: $RP_p = \bar{L} + 3S_p$;

[0057] 公式2: $\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n L_p$;

[0058] 公式3: $L_p = \sqrt{(X_p - \bar{X})^2 + (Y_p - \bar{Y})^2 + (Z_p - \bar{Z})^2}$; °

[0059] 公式4: $S_p = \sqrt{\frac{\sum_{p=1}^n (L_p - \bar{L})^2}{n-1}}$;

[0060] 本发明中,其中,重复定位精度的计算方式中 X_p, Y_p, Z_p ,分别为上述第四步第一次采集点的位置信息; L 为位置的平均差; S 为位置的均方差;最终测量出的重复定位精度等于均值加三倍的标准差。

[0061] 本发明使用位移传感器进行测量相较于激光跟踪仪器,更加小巧便捷,维护成本低,并针对测试过程编写了专用的测试软件,使工人更易上手,方便了工厂生产的测试普及,本发明使用了三个高精度接触式侧距离传感器,采用基恩士GT2系列位移测距传感器,使用DL-EC1A基恩士通讯模块,该模块使用Ethercat通讯协议,与信捷机器人控制器相连;对进入测试区域的标准测试块进行接触测试,测量出标准测试块的中心坐标,通过多次测量中心坐标的位置变化,计算出被测机器人的重复定位精度,有效地提高了测试精度。

[0062] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。



图3