



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108489392 B

(45)授权公告日 2019.10.08

(21)申请号 201810322694.9

(22)申请日 2018.04.11

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108489392 A

(43)申请公布日 2018.09.04

(73)专利权人 上海交通大学  
地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 刘成良 陶建峰 邱志康 覃程锦  
罗正雄 郑建国

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 庄文莉

(51)Int.Cl.  
G01B 11/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 104613872 A,2015.05.13,

CN 102230783 A,2011.11.02,

CN 102566577 A,2012.07.11,

CN 1616920 A,2005.05.18,

CN 102072724 A,2011.05.25,

US 5536916 A,1996.07.16,

US 6529268 B1,2003.03.04,

文潇等.基于工厂监控的机器人重复定位精度测试系统.《新乡学院学报》.2016,42-45页.

审查员 刘云

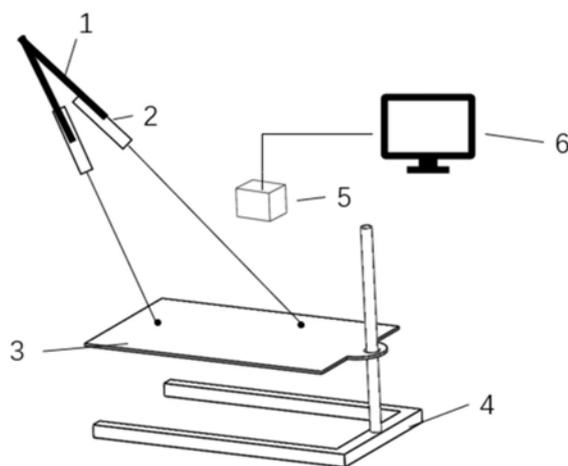
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

机械臂末端重复定位精度测量装置与方法

(57)摘要

本发明提供了一种机械臂末端重复定位精度测量装置,包含激光发射结构、接光屏(3)、摄像机以及位移调节装置;激光发射结构安装在机械臂末端,接光屏(3)安装在位移调节装置上;激光发射结构发出的激光射线能够在接光屏(3)上形成光斑;摄像机能够拍摄到接光屏(3)上的光斑。相应地,本发明还提供了一种机械臂末端重复定位精度测量方法。本发明与现有设备相比,装置结构简单,安装方便,通过高清相机弥补光学设备昂贵的缺点,使用高精度的编码器使重复定位精度得到保证,能适应很多需要快速得到重复定位精度的场合。



1. 一种机械臂末端重复定位精度测量装置,其特征在于,包含激光发射结构、接光屏(3)、摄像机以及位移调节装置;

激光发射结构安装在机械臂末端,接光屏(3)安装在位移调节装置上;激光发射结构发出的激光射线能够在接光屏(3)上形成光斑;摄像机能够拍摄到接光屏(3)上的光斑;

激光发射结构包含夹持装置(1)与激光发射器(2);

多个激光发射器(2)安装在夹持装置(1)上,多个激光发射器(2)之间存在安装夹角,多个激光发射器(2)的中轴线相交;

所述摄像机包含高清摄像机(5);所述位移调节装置包含竖直导轨(4);

所述高清摄像机(5)位于接光屏(3)上方,高清摄像机(5)的镜头与接光屏(3)平行布置;

还包含计算机(6),所述计算机(6)与高清摄像机(5)相连;

所述计算机(6)包含以下模块:

图像模块:获取高清摄像机(5)拍摄的照片,对照片进行图像处理,提取得到光斑坐标信息;

定位模块:根据光斑坐标信息,计算获得重复定位精度。

2. 一种机械臂末端重复定位精度测量方法,其特征在于,包含以下步骤:

组装准备步骤:对机械臂末端重复定位精度测量装置进行组装,使机械臂末端到达设定位置,使激光发射器(2)发出的激光射线在接光屏(3)上形成光斑;

组合拍摄步骤,所述组合拍摄步骤包含以下步骤:

步骤S1:令高清摄像机(5)拍摄接光屏(3)在第一高度下带有光斑的照片Q1;

步骤S2:调节竖直导轨(4),令高清摄像机(5)拍摄接光屏(3)在第二高度下带有光斑的照片Q2;

末端位置计算步骤:根据照片Q1上光斑的坐标、照片Q2上光斑的坐标以及接光屏(3)的高度信息计算得到机械臂末端位置。

3. 根据权利要求2所述的机械臂末端重复定位精度测量方法,其特征在于,还包含以下步骤:

测试次数判定步骤:判断机械臂末端位置的计算次数是否达到了设定次数,若否,返回执行组合拍摄步骤;若是,执行重复定位精度计算步骤;

重复定位精度计算步骤:根据多次机械臂末端位置的计算结果,计算获得机械臂末端重复定位精度。

4. 根据权利要求2所述的机械臂末端重复定位精度测量方法,其特征在于,组装准备步骤中,在接光屏(3)上形成第一光斑与第二光斑这两个光斑;

末端位置计算步骤中,照片Q1上,第一光斑、第二光斑的坐标分别为 $(s_1, t_1, w_1)$ 、 $(s_2, t_2, w_2)$ ;照片Q2上,第一光斑、第二光斑的坐标分别为 $(s_1', t_1', w_1')$ 、 $(s_2', t_2', w_2')$ ;根据如下公式计算机械臂末端位置的坐标 $(s, t, w)$ :

$$\begin{cases} \frac{s-s_1}{s_1'-s_1} = \frac{t-t_1}{t_1'-t_1} = \frac{w-w_1}{w_1'-w_1} \\ (w-w_2)^2((s_2'-s_2)^2 + (t_2'-t_2)^2 + (w_2'-w_2)^2) = (w_2'-w_2)^2((s-s_2)^2 + (t-t_2)^2 + (w-w_2)^2) \\ (t-t_2)^2((s_2'-s_2)^2 + (t_2'-t_2)^2 + (w_2'-w_2)^2) = (t_2'-t_2)^2((s-s_2)^2 + (t-t_2)^2 + (w-w_2)^2) \\ (s-s_2)^2((s_2'-s_2)^2 + (t_2'-t_2)^2 + (w_2'-w_2)^2) = (s_2'-s_2)^2((s-s_2)^2 + (t-t_2)^2 + (w-w_2)^2) \end{cases}$$

上述坐标均为在空间直角坐标系中的坐标。

## 机械臂末端重复定位精度测量装置与方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及工业自动化控制领域,具体地,涉及一种机械臂末端重复定位精度测量装置与方法。

### 背景技术

[0002] 机械臂是具有模仿人类手臂功能并可完成各种作业的自动控制设备,其在工业生产、商业农业、航空航天等领域都有重要而又广泛的用途。重复定位精度是机械臂的重要性能指标。机械臂在长时间运行过程中,由于机械臂各种部件的磨损及老化,其重复定位精度将不断降低。随着当前工业产品设计、加工的精细程度不断提高,对机械臂的重复定位精度的要求也不断提升,生产中需要保证机械臂的重复定位精度保持在要求的范围之内,为了达到此目标,首先要做的就是测量机械臂的重复定位精度。目前常用的机械臂末端空间重复定位精度的测量方法主要有拉线编码器测量法和双目视觉测量等方法。但是拉线编码器机构复杂,操作不便;双目视觉测量价格较高,精度较低。因此设计一种操作简便,成本低,精度达到机器人检测标准的工业机器人重复定位精度装置是十分有必要的。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种机械臂末端重复定位精度测量装置与方法。

[0004] 根据本发明提供的机械臂末端重复定位精度测量装置,包含激光发射结构、接光屏、摄像机以及位移调节装置;

[0005] 激光发射结构安装在机械臂末端,接光屏安装在位移调节装置上;激光发射结构发出的激光射线能够在接光屏上形成光斑;摄像机能够拍摄到接光屏上的光斑。

[0006] 优选地,激光发射结构包含夹持装置与激光发射器;

[0007] 多个激光发射器安装在夹持装置上,多个激光发射器之间存在安装夹角,多个激光发射器的中轴线相交。

[0008] 优选地,所述摄像机包含高清摄像机;所述位移调节装置包含竖直导轨;

[0009] 所述高清摄像机位于接光屏上方,高清摄像机的镜头与接光屏平行布置。

[0010] 优选地,还包含计算机,所述计算机与高清摄像机相连。

[0011] 优选地,所述计算机包含以下模块:

[0012] 图像模块:获取高清摄像机拍摄的照片,对照片进行图像处理,提取得到光斑坐标信息;

[0013] 定位模块:根据光斑坐标信息,计算获得重复定位精度。

[0014] 本发明还提供了一种机械臂末端重复定位精度测量方法,包含以下步骤:

[0015] 组装准备步骤:对机械臂末端重复定位精度测量装置进行组装,使机械臂末端到达设定位置,使激光发射器发出的激光射线在接光屏上形成光斑;

[0016] 组合拍摄步骤,所述组合拍摄步骤包含以下步骤:

- [0017] 步骤S1:令高清摄像机拍摄接光屏在第一高度下带有光斑的照片Q1;
- [0018] 步骤S2:调节竖直导轨,令高清摄像机拍摄接光屏在第二高度下带有光斑的照片Q2;
- [0019] 末端位置计算步骤:根据照片Q1上光斑的坐标、照片Q2上光斑的坐标以及接光屏的高度信息计算得到机械臂末端位置。
- [0020] 优选地,还包含以下步骤:
- [0021] 测试次数判定步骤:判断机械臂末端位置的计算次数是否达到了设定次数,若否,返回执行组合拍摄步骤;若是,执行重复定位精度计算步骤;
- [0022] 重复定位精度计算步骤:根据多次机械臂末端位置的计算结果,计算获得机械臂末端重复定位精度。
- [0023] 优选地,组装准备步骤中,在接光屏上形成第一光斑与第二光斑这两个光斑;
- [0024] 末端位置计算步骤中,照片Q1上,第一光斑、第二光斑的坐标分别为 $(s_1, t_1, w_1)$ 、 $(s_2, t_2, w_2)$ ;照片Q2上,第一光斑、第二光斑的坐标分别为 $(s_1', t_1', w_1')$ 、 $(s_2', t_2', w_2')$ ;根据如下公式计算机械臂末端位置的坐标 $(s, t, w)$ :

[0025]

$$\begin{cases} \frac{s-s_1}{s_1'-s_1} = \frac{t-t_1}{t_1'-t_1} = \frac{w-w_1}{w_1'-w_1} \\ (w-w_2)^2((s_2'-s_2)^2 + (t_2'-t_2)^2 + (w_2'-w_2)^2) = (w_2'-w_2)^2((s-s_2)^2 + (t-t_2)^2 + (w-w_2)^2) \\ (t-t_2)^2((s_2'-s_2)^2 + (t_2'-t_2)^2 + (w_2'-w_2)^2) = (t_2'-t_2)^2((s-s_2)^2 + (t-t_2)^2 + (w-w_2)^2) \\ (s-s_2)^2((s_2'-s_2)^2 + (t_2'-t_2)^2 + (w_2'-w_2)^2) = (s_2'-s_2)^2((s-s_2)^2 + (t-t_2)^2 + (w-w_2)^2) \end{cases}$$

- [0026] 上述坐标均为在空间直角坐标系中的坐标。
- [0027] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:
- [0028] 1、本发明与现有设备相比,装置结构简单,安装方便,通过高清相机弥补光学设备昂贵的缺点,使用高精度的编码器使重复定位精度得到保证,能适应很多需要快速得到重复定位精度的场合。
- [0029] 2、本发明操作便捷、成本低廉、测量精度高。

## 附图说明

- [0030] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:
- [0031] 图1为本发明提供的机械臂末端重复定位精度测量装置结构示意图;
- [0032] 图2为激光发射器的夹持装置结构示意图;
- [0033] 图3为带有光斑的接光屏照片示意图;
- [0034] 图4为本发明提供的机械臂末端重复定位精度测量方法流程图。
- [0035] 图中示出:

[0036]

夹持装置 1	竖直导轨 4
激光发射器 2	高清摄像机 5
接光屏 3	计算机 6

### 具体实施方式

[0037] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0038] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“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发明和简化描述,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发明的限制。

[0039] 本发明提供的机械臂末端重复定位精度测量装置,包含激光发射结构、接光屏3、摄像机以及位移调节装置,激光发射结构安装在机械臂末端,接光屏3安装在位移调节装置上;激光发射结构发出的激光射线能够在接光屏3上形成光斑;摄像机能够拍摄到接光屏3上的光斑。激光发射结构包含夹持装置1与激光发射器2,多个激光发射器2安装在夹持装置1上,多个激光发射器2之间存在安装夹角,多个激光发射器2的中轴线相交。

[0040] 如图1所示,实施例中,所述摄像机包含高清摄像机5;所述位移调节装置包含竖直导轨4,所述高清摄像机5位于接光屏3上方,高清摄像机5的镜头与接光屏3平行布置。如图2所示,夹持装置1上安装有呈夹角布置的两个激光发射器2。如图3所示,两个激光发射器2在接光屏3上分别形成了A、B两处光斑,图中x、y表示接光屏3所在平面上直角坐标系中对应的两根坐标轴。另外,机械臂末端重复定位精度测量装置还包含计算机6,所述计算机6与高清摄像机5相连。优选地,所述计算机6包含以下模块:图像模块:获取高清摄像机5拍摄的照片,对照片进行图像处理,提取得到光斑坐标信息;定位模块:根据光斑坐标信息,计算获得重复定位精度。优选地,所述位移调节装置还可以并非是在竖直放置的,还可以是水平放置或倾斜放置的,根据实际应用场合进行调整。

[0041] 如图4所示,本发明还提供了一种机械臂末端重复定位精度测量方法,包含以下步骤:组装准备步骤:对机械臂末端重复定位精度测量装置进行组装,使机械臂末端到达设定位置,使激光发射器2发出的激光射线在接光屏3上形成光斑。组合拍摄步骤,所述组合拍摄步骤包含以下步骤:步骤S1:令高清摄像机5拍摄接光屏3在第一高度下带有光斑的照片Q1;步骤S2:调节竖直导轨4,令高清摄像机5拍摄接光屏3在第二高度下带有光斑的照片Q2。末端位置计算步骤:根据照片Q1上光斑的坐标、照片Q2上光斑的坐标以及接光屏3的高度信息计算得到机械臂末端位置。

[0042] 机械臂末端重复定位精度测量方法还包含以下步骤:测试次数判定步骤:判断机械臂末端位置的计算次数是否达到了设定次数,若否,返回执行组合拍摄步骤;若是,执行重复定位精度计算步骤;重复定位精度计算步骤:根据多次机械臂末端位置的计算结果,计

算获得机械臂末端重复定位精度。组装准备步骤中,在接光屏3上形成第一光斑与第二光斑这两个光斑,分别对应应在图3中的A、B位置的光斑。末端位置计算步骤中,照片Q1上,第一光斑、第二光斑的坐标分别为 $(s_1, t_1, w_1)$ 、 $(s_2, t_2, w_2)$ ;照片Q2上,第一光斑、第二光斑的坐标分别为 $(s_1', t_1', w_1')$ 、 $(s_2', t_2', w_2')$ ;根据如下公式计算机械臂末端位置的坐标 $(s, t, w)$ :

[0043]

$$\begin{cases} \frac{s-s_1}{s_1'-s_1} = \frac{t-t_1}{t_1'-t_1} = \frac{w-w_1}{w_1'-w_1} \\ (w-w_2)^2((s_2'-s_2)^2 + (t_2'-t_2)^2 + (w_2'-w_2)^2) = (w_2'-w_2)^2((s-s_2)^2 + (t-t_2)^2 + (w-w_2)^2) \\ (t-t_2)^2((s_2'-s_2)^2 + (t_2'-t_2)^2 + (w_2'-w_2)^2) = (t_2'-t_2)^2((s-s_2)^2 + (t-t_2)^2 + (w-w_2)^2) \\ (s-s_2)^2((s_2'-s_2)^2 + (t_2'-t_2)^2 + (w_2'-w_2)^2) = (s_2'-s_2)^2((s-s_2)^2 + (t-t_2)^2 + (w-w_2)^2) \end{cases}$$

[0044] 上述坐标均为在空间直角坐标系中的坐标。

[0045] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下,本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

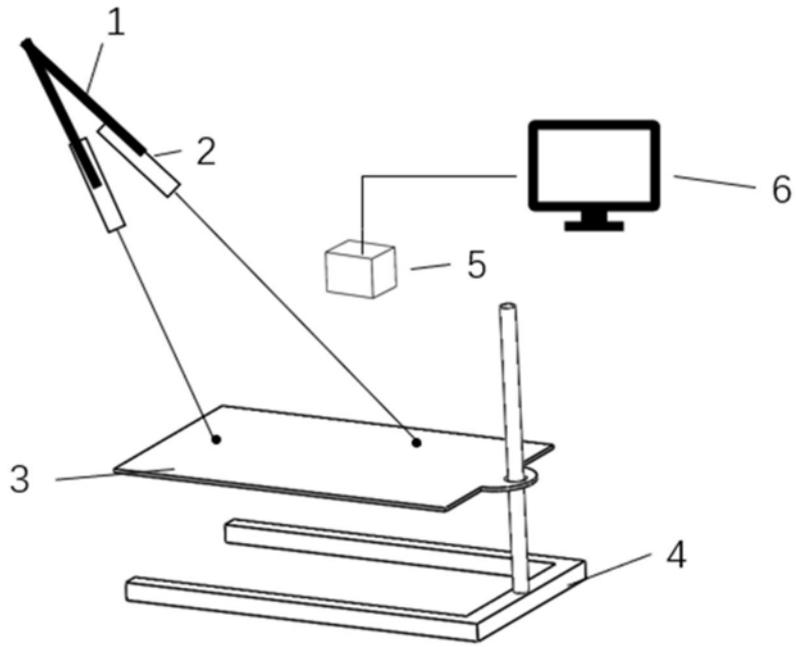


图1

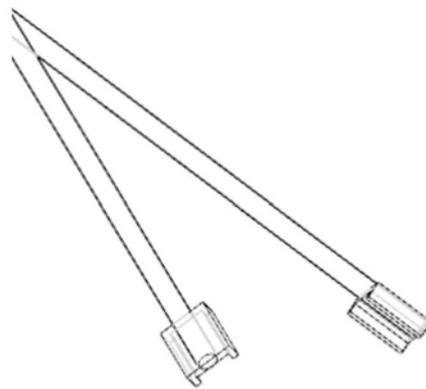


图2

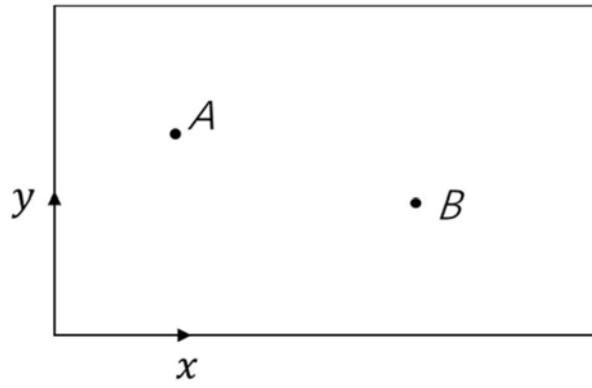


图3

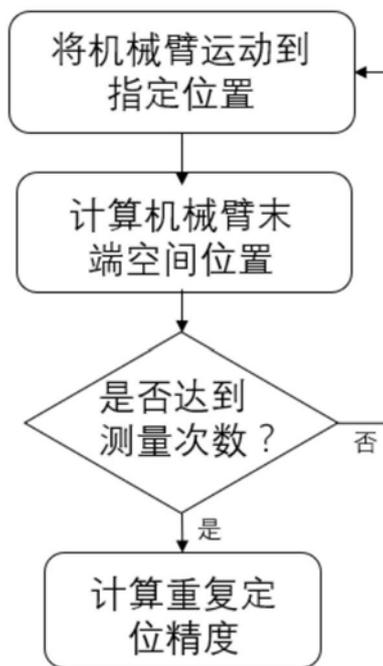


图4