



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103386598 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 15

(21) 申请号 201310292097. 3

(22) 申请日 2013. 07. 12

(73) 专利权人 中国科学院自动化研究所  
地址 100190 北京市海淀区中关村东路 95 号

(72) 发明人 张大朋 刘松 李海鹏 张正涛 徐德

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 宋焰琴

(51) Int. Cl.  
B23P 19/00(2006. 01)

审查员 储呈媛

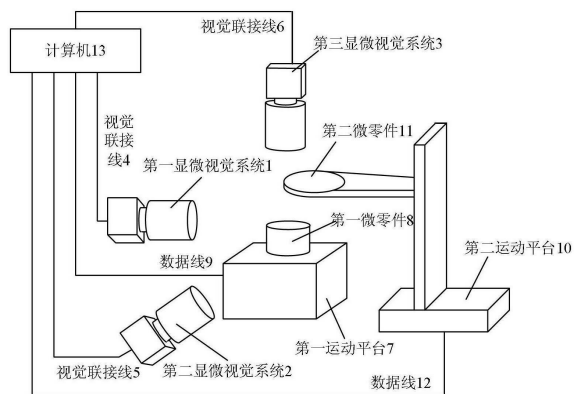
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种微零件自动对准和装配装置与方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于混合视觉伺服的微零件自动装配装置及方法,该装置包括:三路显微视觉系统,三条视觉联接线,两个运动平台,第一微零件、第二微零件,两条数据线和计算机。本发明还公开了一种基于混合视觉控制的微装配中微零件自动对准和装配方法,该方法首先采用基于位置的视觉控制方法将装配零件运动至装配空间,使得待装配零件的特征区域处于显微视觉系统的视野内;然后建立基于图像雅可比矩阵的视觉伺服控制模型,利用图像特征参数增量控制零件在三维空间的位姿变化,最终完成装配。本发明解决了传统微装配过程中微零件经常移出显微视觉视野的问题,简化了操作工艺,提高了装配效率。



1. 一种基于混合视觉控制的微装配中微零件自动对准和装配方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤S1:将第一微零件(8)夹持在第一运动平台(7)上,控制所述第一运动平台(7)进行垂直升降运动,使得第一微零件(8)进入三路显微视觉系统的视野范围内,并获得第一微零件(8)的三路清晰的显微视觉图像;

步骤S2:将第二微零件(11)夹持在第二运动平台(10)上,控制所述第二运动平台(10)运动,使得三路显微视觉系统对所述第二微零件(11)的装配面进行聚焦,获得所述第二微零件(11)三路清晰的显微视觉图像;

步骤S3:在三路显微视觉信息的导引下,通过调整所述第二运动平台(10)的运动,使得所述第二微零件(11)和第一微零件(8)的中心在垂直方向上对准;

步骤S4:通过控制所述第一运动平台(7)带动所述第一微零件(8)在聚焦平面内运动,并记录所述第一运动平台(7)的运动量,提取运动前后第一微零件(8)装配部位特征参数的变化量,建立第一微零件(8)运动控制的图像雅可比矩阵;

步骤S5:提取出第一微零件(8)与第二微零件(11)在多路显微视觉系统中的图像特征,通过基于图像雅可比矩阵的视觉伺服控制模型实现第一微零件(8)的姿态调整,使其与第二微零件(11)的姿态偏差小于给定范围;

步骤S6:完成第一微零件(8)和第二微零件(11)的姿态对准后,依据第一显微视觉系统(1)和第二显微视觉系统(2)的信息控制第二微零件(11)趋近第一微零件(8),进行垂直套装,从而完成零件装配。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤S5中,所述基于图像雅可比矩阵的视觉伺服控制方式为利用零件在多路显微视觉系统中清晰图像的图像特征参数增量来控制零件在三维空间的位姿变化。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤S5中,所述基于图像雅可比矩阵的视觉伺服控制模型表示为:

$$\begin{bmatrix} \Delta T_x \\ \Delta T_y \\ \Delta T_z \\ \Delta \theta_x \\ \Delta \theta_y \\ \Delta \theta_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_{11} & J_{12} & \dots & J_{1n} \\ J_{21} & J_{22} & \dots & J_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ J_{m1} & J_{m2} & \dots & J_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta p_1 \\ \Delta p_2 \\ \dots \\ \Delta p_i \\ \dots \\ \Delta p_n \end{bmatrix},$$

其中,  $\Delta T_x$ ,  $\Delta T_y$ ,  $\Delta T_z$  分别为零件在三维空间沿X,Y,Z轴的相对位置变化量,  $\Delta \theta_x$ ,  $\Delta \theta_y$ ,  $\Delta \theta_z$  分别为零件在三维空间绕X,Y,Z轴的相对姿态变化量,  $\Delta p_i$  是零件在第i路显微视觉系统中清晰图像的图像特征参数增量,  $i=1,2,3$ ,  $J_{11} \sim J_{mn}$  是控制零件运动的图像雅可比矩阵的元素。

## 一种微零件自动对准和装配装置与方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微装配领域中零件的自动装配,具体地说是一种在显微视觉信息导引下,采用基于位置和图像的混合视觉控制方法实现微零件姿态的自动对准和装配的装置与方法。

### 背景技术

[0002] 随着微机电系统的快速发展,常常涉及不同加工工艺、复杂几何外形以及不同加工材料的产品装配,先进的微小型零件装配技术对于提高微小型产品的制造质量、缩短周期、降低产品成本等方面具有重要的意义。然而,由于显微视觉系统具有景深小、视场小的特点,各路显微视觉几乎没有公共视野,难以构成传统的立体视觉系统。此外,装配过程中零件需要多次进出装配空间,导致零件经常移出显微视觉系统的视场。

### 发明内容

[0003] 为了解决上述现有技术中存在的问题,本发明提出一种基于混合视觉伺服的微零件自动对准和装配装置及方法,将基于位置和图像的视觉伺服控制方法结合在一起实现微零件的自动对准和装配。本发明首先采用基于位置的视觉控制方法将装配零件运动至装配空间,使得待装配零件的特征区域处于显微视觉系统的视野内;然后建立基于图像雅可比矩阵的视觉伺服控制模型,利用图像特征参数增量控制零件在三维空间的位姿变化。

[0004] 为了实现上述目的,根据本发明的一方面,提出一种基于三路显微视觉的微零件自动对准和装配装置,该装置包括:三路显微视觉系统,三条视觉联接线,两个运动平台,第一微零件8、第二微零件11,两条数据线和计算机13,其中:

[0005] 所述三路显微视觉系统包括:第一显微视觉系统1、第二显微视觉系统2和第三显微视觉系统3,所述三路显微视觉系统相互正交,且分别通过相应的视觉联接线和所述计算机13相连;

[0006] 第一运动平台7置于所述三路显微视觉系统的视野范围内,并通过数据线9和所述计算机13相连;

[0007] 所述第一微零件8被夹持在所述第一运动平台7上,通过第一运动平台7控制所述第一微零件8的竖直升降及空间姿态的调整;

[0008] 所述第二运动平台10置于所述第一运动平台7的一侧,其可以实现沿三个轴的平移和旋转,且通过数据线12和所述计算机13相连;

[0009] 所述第二微零件11被夹持在所述第二运动平台10上,通过第二运动平台10控制所述第二微零件11在空间的位置和姿态

[0010] 根据本发明的另一方面,还提出一种基于混合视觉控制的微零件自动装配方法,该方法包括以下步骤:

[0011] 步骤S1:将第一微零件8夹持在第一运动平台7上,控制所述第一运动平台7进行竖直升降运动,使得第一微零件8进入三路显微视觉系统的视野范围内,并获得第一微零件8

的三路清晰的显微视觉图像；

[0012] 步骤S2:将第二微零件11夹持在第二运动平台10上,控制所述第二运动平台10运动,使得三路显微视觉系统对所述第二微零件11的装配面进行聚焦,获得所述第二微零件11三路清晰的显微视觉图像；

[0013] 步骤S3:在三路显微视觉信息的导引下,通过调整所述第二运动平台10的运动,使得所述第二微零件11和第一微零件8的中心在垂直方向上对准；

[0014] 步骤S4:通过控制所述第一运动平台7带动所述第一微零件8在聚焦平面内运动,并记录所述第一运动平台7的运动量,提取运动前后第一微零件8装配部位特征参数的变化量,建立第一微零件8运动控制的图像雅可比矩阵；

[0015] 步骤S5:提取出第一微零件8与第二微零件11在多路显微视觉系统中的图像特征,通过基于图像雅可比矩阵的视觉伺服控制方式实现第一微零件8的姿态调整,使其与第二微零件11的姿态偏差小于给定范围；

[0016] 步骤S6:完成第一微零件8和第二微零件11的姿态对准后,依据第一显微视觉系统1和第二显微视觉系统2的信息控制第二微零件11趋近第一微零件8,进行垂直套装,从而完成零件装配。

[0017] 本发明的有益效果是:本发明充分考虑基于位置和图像的视觉控制方法的优缺点,提出基于混合视觉伺服的微零件自动装配方法,实现微零件姿态的自动对准及装配,解决了传统微装配过程中微零件经常移出显微视觉视野的问题,简化了操作工艺,提高了装配效率。

## 附图说明

[0018] 图1为本发明微装配中微零件自动对准和装配装置的结构示意图。

[0019] 图2为本发明微装配中微零件自动对准和装配方法流程图。

## 具体实施方式

[0020] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0021] 图1为本发明提出的一种基于混合视觉控制的微装配中微零件自动对准和装配装置的结构示意图,如图1所示,所述装置包括:三路显微视觉系统,三条视觉联接线,两个运动平台7、10,第一微零件8、第二微零件11,两条数据线9、12和计算机13,其中:

[0022] 所述三路显微视觉系统相互正交,其包括:第一显微视觉系统1、第二显微视觉系统2和第三显微视觉系统3,每一路显微视觉系统均由显微视觉镜头和摄像机组成,三路显微视觉系统分别通过相应的视觉联接线4、5、6和所述计算机13相连,所述三路显微视觉系统1、2和3均通过支架固定在隔振平台上；

[0023] 第一运动平台7置于所述三路显微视觉系统的视野范围内,其具有垂直升降和绕三个轴旋转四个自由度,这四个自由度均为电机驱动；

[0024] 所述第一微零件8被夹持在所述第一运动平台7上,通过第一运动平台7控制所述第一微零件8的垂直升降及空间姿态的调整,所述第一运动平台7通过数据线9和所述计算机13相连；

[0025] 所述第二运动平台10置于所述第一运动平台7的一侧,其可以实现沿三个轴的平移和旋转,其中,三个平移自由度为电动,三个旋转自由度为手动;

[0026] 所述第二微零件11被夹持在所述第二运动平台10上,通过第二运动平台10控制所述第二微零件11在空间的位置和姿态,所述第二运动平台10通过数据线12和所述计算机13相连。

[0027] 图2为本发明微装配中微零件自动对准和装配方法流程图,如图2所示,所述方法包括以下步骤:

[0028] 步骤S1:将第一微零件8夹持在第一运动平台7上,利用先验知识(比如平台的设计尺寸)采用基于位置的控制方法控制所述第一运动平台7进行竖直升降运动,使得第一微零件8进入三路显微视觉系统1、2、3的视野范围内,并获得第一微零件8的三路清晰的显微视觉图像;

[0029] 步骤S2:将第二微零件11夹持在第二运动平台10上,利用先验知识(比如平台的设计尺寸)采用基于位置的控制方法控制所述第二运动平台10运动,使得三路显微视觉系统1、2、3对所述第二微零件11的装配面进行聚焦,获得所述第二微零件11三路清晰的显微视觉图像;

[0030] 步骤S3:在三路显微视觉信息的引导下,通过调整所述第二运动平台10的运动,使得所述第二微零件11和第一微零件8的中心在竖直方向上对准;

[0031] 步骤S4:通过控制所述第一运动平台7带动所述第一微零件8在聚焦平面内运动,并记录所述第一运动平台7的运动量,提取运动前后第一微零件8装配部位特征参数的变化量,建立第一微零件8运动控制的图像雅可比矩阵;

[0032] 步骤S5:提取出第一微零件8与第二微零件11在多路显微视觉系统中的图像特征,通过基于图像雅可比矩阵的视觉伺服控制方式实现第一微零件8的姿态调整,使其与第二微零件11的姿态偏差小于给定范围;

[0033] 其中,所述基于图像雅可比矩阵的视觉伺服控制模型如式(1)所示,其利用零件在多路显微视觉系统中清晰图像的图像特征参数增量来控制零件在三维空间的位姿变化。

$$[0034] \begin{bmatrix} \Delta T_x \\ \Delta T_y \\ \Delta T_z \\ \Delta \theta_x \\ \Delta \theta_y \\ \Delta \theta_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_{11} & J_{12} & \dots & J_{1n} \\ J_{21} & J_{22} & \dots & J_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ J_{m1} & J_{m2} & \dots & J_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta p_1 \\ \Delta p_2 \\ \dots \\ \Delta p_i \\ \dots \\ \Delta p_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0035] 其中, $\Delta T_x$ ,  $\Delta T_y$ ,  $\Delta T_z$ 分别为零件在三维空间沿X,Y,Z轴的相对位置变化量, $\Delta \theta_x$ ,  $\Delta \theta_y$ ,  $\Delta \theta_z$ 分别为零件在三维空间绕X,Y,Z轴的相对姿态变化量, $\Delta p_i$ 是零件在第i路显微视觉系统中清晰图像的图像特征参数增量, $i=1,2,3$ , $J_{11} \sim J_{mn}$ 是控制零件运动的图像雅可比矩阵的元素。

[0036] 步骤S6:完成第一微零件8和第二微零件11的姿态对准后,依据第一显微视觉系统1和第二显微视觉系统2的信息控制第二微零件11趋近第一微零件8,进行竖直套装,从而完成零件装配。

[0037] 在实施中,首先,通过步骤S1~S3采用基于位置的视觉控制方法控制第一微零件8和第二微零件11进入三路显微视觉系统1、2、3的视野范围内;然后,通过步骤S4~S6采用基于图像的视觉控制方法实现第一微零件8和第二微零件11位姿的自动对准及装配。其中,步骤S1~S3调整微零件8和11的运动信息被记录下来,下一次进行装配时可快速将微零件调整至三路显微视觉系统1、2、3的视野中,由此简化了微装配过程中的调整流程,提高了微装配的效率。

[0038] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

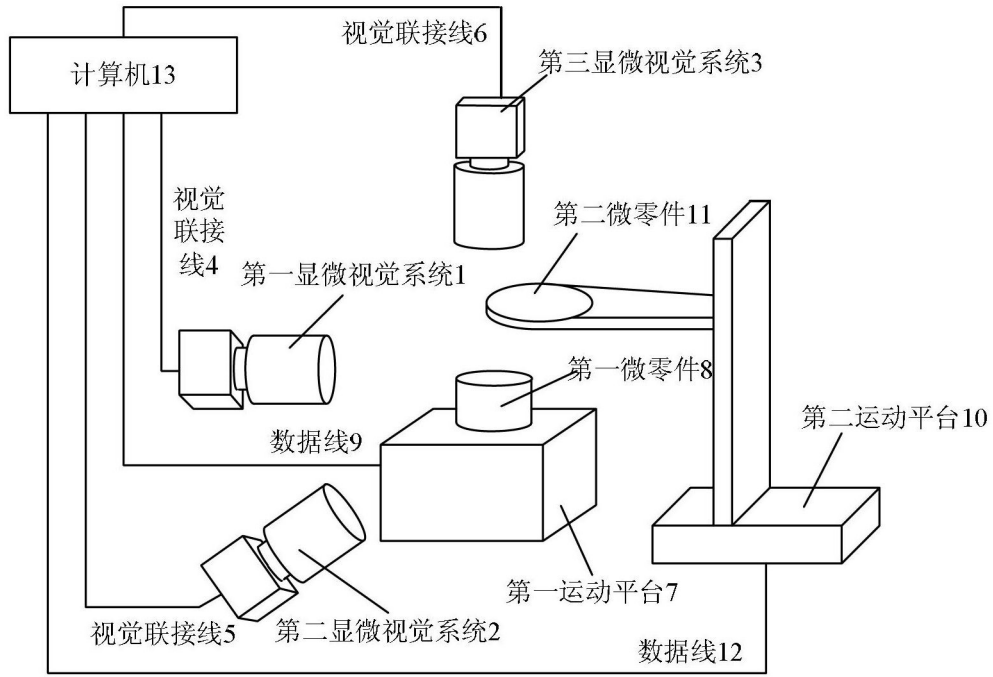


图1

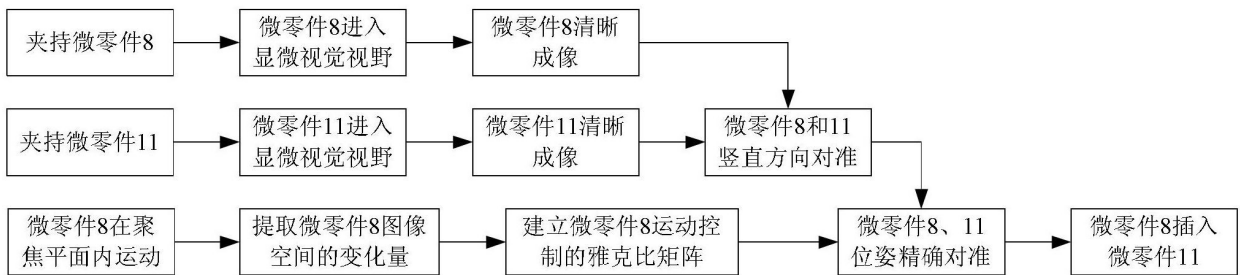


图2