



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108827154 B

(45)授权公告日 2020.07.10

(21)申请号 201810746650.9

审查员 李宏英

(22)申请日 2018.07.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108827154 A

(43)申请公布日 2018.11.16

(73)专利权人 深圳辰视智能科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区粤海街道科技工业园园西工业区25栋东段406室

(72)发明人 陈恳 冯良炳 陈先开 邓亮

(74)专利代理机构 深圳协成知识产权代理事务所(普通合伙) 44458

代理人 章小燕

(51)Int.Cl.

G01B 11/00(2006.01)

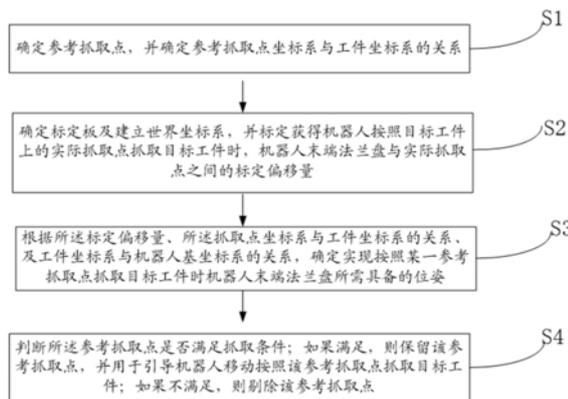
权利要求书3页 说明书13页 附图4页

(54)发明名称

一种机器人无示教抓取方法、装置及计算机可读存储介质

(57)摘要

本发明属于机器视觉技术领域,公开了一种机器人无示教抓取方法、装置及计算机可读存储介质。机器人无示教抓取方法包括:在工件三维模型上设置参考抓取点;标定获得机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量;确定实现按照某一参考抓取点抓取目标工件时机器人末端法兰盘所需具备的位姿;判断所述参考抓取点是否满足抓取条件;如果满足,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;本发明实施例减少了机器人示教过程,能够提高效率,增加自动化程度,且能保证抓取精度。



1. 一种机器人无示教抓取方法,其特征在于,包括以下步骤:

确定参考抓取点,并确定参考抓取点坐标系与工件坐标系的关系,其中,所述参考抓取点设置在工件三维模型上,且设置有至少一个;

确定标定板及建立世界坐标系,并标定获得机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量,其中:所述实际抓取点与所述参考抓取点一一对应;

根据所述标定偏移量、所述参考抓取点坐标系与工件坐标系的关系、及工件坐标系与机器人基坐标系的关系,确定实现按照某一参考抓取点抓取目标工件时机器人末端法兰盘所需具备的位姿;

判断所述参考抓取点是否满足抓取条件;如果满足,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;如果不满足,则剔除该参考抓取点。

2. 根据权利要求1所述的机器人无示教抓取方法,其特征在于,所述确定参考抓取点,并确定参考抓取点坐标系与工件坐标系的关系的步骤,包括:

根据工件特征建立工件三维模型,并建立模型参考坐标系;

在所述工件三维模型表面设置参考抓取点,并建立参考抓取点坐标系;

根据所述参考抓取点在所述工件三维模型的位置确定所述参考抓取点坐标系和所述模型参考坐标系的关系;

根据工件特征建立工件坐标系,并确定所述工件坐标系与所述模型参考坐标系的关系;

根据所述参考抓取点坐标系和所述模型参考坐标系的关系、及所述工件坐标系与所述模型参考坐标系的关系确定所述参考抓取点坐标系与工件坐标系的关系。

3. 根据权利要求1所述的机器人无示教抓取方法,其特征在于,所述确定标定板及建立世界坐标系,并标定获取机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量,包括:

设置标定板,并在所述标定板上建立世界坐标系;

利用所述标定板标定机器人末端工具,获得机器人末端法兰盘与世界坐标系的原点之间的第一偏移量;

确定所述第一偏移量为机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量。

4. 根据权利要求3所述的机器人无示教抓取方法,其特征在于,所述利用所述标定板标定机器人末端工具,获得机器人末端法兰盘与世界坐标系的原点之间的第一偏移量,包括:

将机器人末端工具的中心对准世界坐标系的原点;

获取机器人末端法兰盘的空间坐标,并将所述空间坐标转化为第一矩阵;

根据所述第一矩阵、相机坐标系与世界坐标系的关系、及相机坐标系与机器人基坐标系的关系确定所述第一偏移量。

5. 根据权利要求4所述的机器人无示教抓取方法,其特征在于,所述相机坐标系与世界坐标系的关系的获取方法,包括:

根据标定板提取标定点图像像素坐标和建立世界坐标系,确定相机坐标系与世界坐标

系的关系。

6. 根据权利要求5所述的机器人无示教抓取方法,其特征在于,所述根据标定板提取标定图像像素坐标和建立世界坐标系,确定相机坐标系与世界坐标系的关系,包括:

提取标定板上各个标定点图像像素坐标;

在标定板上建立世界坐标系,确定标定板上各个标定点在世界坐标系下的世界坐标;

根据标定点图像像素坐标以及标定点在世界坐标系下的世界坐标,确定相机坐标系与世界坐标系的关系。

7. 根据权利要求4所述的机器人无示教抓取方法,其特征在于,所述相机坐标系与所述机器人基坐标系的关系的获取方法,包括:

确定所述第一偏移量、所述第一矩阵、所述相机坐标系与世界坐标系的关系、及相机坐标系与机器人基坐标系的关系四者关系的第一方程式;

确定所述第一方程式中的已知量和未知量;其中:所述第一矩阵为第一已知量;所述相机坐标系与世界坐标系的关系为第二已知量;所述第一偏移量作为第一未知量,所述相机坐标系与机器人基坐标系的关系作为第二未知量;

根据标定板位置固定时,标定板上的两个标定点对应的所述第一偏移量相同,获得第二方程式;

根据所述标定板处于不同空间位置时得到的第二方程式计算所述第二未知量。

8. 根据权利要求1所述的机器人无示教抓取方法,其特征在于,所述判断所述参考抓取点是否满足抓取条件,包括:

确定抓取条件为机器人末端法兰盘和由机器人机械臂自身决定的实际工作空间的关系;

判断所述位姿的位置矢量坐标是否位于所述实际工作空间内;

若所述位姿的位置矢量坐标位于所述实际工作空间内,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;若所述位姿的位置矢量坐标超出所述实际工作空间,则剔除该参考抓取点。

9. 根据权利要求8所述的机器人无示教抓取方法,其特征在于,所述判断所述参考抓取点是否满足抓取条件,还包括:

确定抓取条件为机器人末端法兰盘位姿的Z轴的倾斜角度 θ_z 与设定值 α 的关系;

判断所述倾斜角度 θ_z 是否小于设定值 α ;

若小于,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;否则,则剔除该参考抓取点。

10. 根据权利要求9所述的机器人无示教抓取方法,其特征在于,所述判断所述参考抓取点是否满足抓取条件,还包括:

确定抓取条件为参考抓取点的位置坐标的Z值与设定值h的关系;

判断所述参考抓取点的位置坐标的Z值是否大于设定值h;若大于,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;否则,则剔除该参考抓取点。

11. 根据权利要求1所述的机器人无示教抓取方法,其特征在于,所述将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件,包括:

确定实现按照所述参考抓取点抓取目标工件时的机器人末端法兰盘所需具备的位姿；
将所述机器人末端法兰盘的位姿的空间坐标作为机器人移动的位移矢量参数，将所述机器人末端法兰盘的位姿的空旋转角度作为机器人移动的旋转参数。

12. 一种机器人无示教抓取装置，该装置包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序，所述计算机程序被所述处理器执行时实现如权利要求1至11中任一项所述的机器人无示教抓取方法的步骤。

13. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质上存储有机器人无示教抓取方法程序，所述机器人无示教抓取方法程序被处理器执行时实现如权利要求1至11中任一项所述的机器人无示教抓取方法的步骤。

一种机器人无示教抓取方法、装置及计算机可读存储介质

技术领域

[0001] 本发明实施例属于机器视觉技术领域,特别是一种机器人无示教抓取方法、装置及计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 3D视觉引导定位系统应用领域较广,作为非接触传感器方式,其应用使生产线更容易适应产品的变化。

[0003] 3D视觉引导定位系统工作原理简单介绍如下:选取工件上已知工件坐标系下坐标值的若干空间特征点,摄像头拍摄后计算出空间特征点在摄像机坐标系下的坐标,反解出两坐标系之间的转化矩阵,从而建立起工件坐标系和摄像机坐标系之间的转换关系。当下一工件到位后,再次通过视觉拍摄获取当前时刻新的工件坐标系和摄像机坐标系之间的关系,这样便可获得工件坐标系的相对偏移量,然后机器人在内部存储的示教程序的基础上将机器人定义的工件坐标系做一个偏移便可完成当前工件的抓取。

[0004] 现有的3D视觉引导定位系统,在使用的时候,需要示教工件上的抓取点。这种方法存在以下缺陷和不足1.往往需要使用机器人示教多个抓取点,效率较低;2.这种方法没有确定抓取点的具体位置,只能肉眼观看抓取点是否对准,精度较低。

发明内容

[0005] 本发明实施例的目的是提供一种机器人无示教抓取方法、系统及计算机可读存储介质,以解决现有技术中的不足,它能够根据工件三维模型上的参考抓取点确定机器人末端法兰盘的位姿,进而引导机器人移动并按照参考抓取点抓取目标工件,减少了机器人示教过程,能够提高效率,增加自动化程度,且能保证抓取精度。

[0006] 本发明实施例采用的技术方案如下:

[0007] 根据本发明实施例的一个方面,提供一种机器人无示教抓取方法,包括以下步骤:

[0008] 确定参考抓取点,并确定参考抓取点坐标系与工件坐标系的关系,其中,所述参考抓取点设置在工件三维模型上,且设置有至少一个;

[0009] 确定标定板及建立世界坐标系,并标定获得机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量,其中:所述实际抓取点与所述参考抓取点一一对应;

[0010] 根据所述标定偏移量、所述抓取点坐标系与工件坐标系的关系、及工件坐标系与机器人基坐标系的关系,确定实现按照某一参考抓取点抓取目标工件时机器人末端法兰盘所需具备的位姿;

[0011] 判断所述参考抓取点是否满足抓取条件;如果满足,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;如果不满足,则剔除该参考抓取点。

[0012] 优选的,所述确定参考抓取点,并确定参考抓取点坐标系与工件坐标系的关系的

步骤,包括:

[0013] 根据工件特征建立工件三维模型,并建立模型参考坐标系;

[0014] 在所述工件三维模型表面设置参考抓取点,并建立参考抓取点坐标系;

[0015] 根据所述参考抓取点在所述工件三维模型的位置确定所述参考抓取点坐标系和所述模型参考坐标系的关系;

[0016] 根据工件特征建立工件坐标系,并确定所述工件坐标系与所述模型参考坐标系的关系;

[0017] 根据所述参考抓取点坐标系和所述模型参考坐标系的关系、及所述工件坐标系与所述模型参考坐标系的关系确定所述参考抓取点坐标系与工件坐标系的关系。

[0018] 优选的,所述确定标定板及建立世界坐标系,并标定机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量,包括:

[0019] 设置标定板,并在所述标定板上建立世界坐标系;

[0020] 利用所述标定板标定机器人末端工具,获得机器人末端法兰盘与世界坐标系的原点之间的第一偏移量;

[0021] 确定所述第一偏移量为机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量。

[0022] 优选的,所述利用所述标定板标定机器人末端工具,获得机器人末端法兰盘与世界坐标系的中心之间的第一偏移量,包括:

[0023] 将机器人末端工具的中心对准世界坐标系的原点;

[0024] 获取机器人末端法兰盘的空间坐标,并将所述空间坐标转化为第一矩阵;

[0025] 根据所述第一矩阵、相机坐标系与世界坐标系的关系、及相机坐标系与机器人基坐标系的关系确定所述第一偏移量。

[0026] 如上所述的机器人无示教抓取方法,其中,优选的,所述相机坐标系与世界坐标系的关系的获取方法,包括:

[0027] 根据标定板提取标定点图像像素坐标和建立世界坐标系,确定相机坐标系与世界坐标系的关系。

[0028] 优选的,所述根据标定板提取标定点图像像素坐标和建立世界坐标系,确定相机坐标系与世界坐标系的关系,包括:

[0029] 提取标定板上各个标定点图像像素坐标;

[0030] 在标定板上建立世界坐标系,确定标定板上各个标定点在世界坐标系下的世界坐标;

[0031] 根据标定点图像像素坐标以及标定点在世界坐标系下的世界坐标,确定相机坐标系与世界坐标系的关系。

[0032] 优选的,所述相机坐标系与所述机器人基坐标系的关系的获取方法,包括:

[0033] 确定所述第一偏移量、所述第一矩阵、所述相机坐标系与世界坐标系的关系、及相机坐标系与机器人基坐标系的关系四者关系的第一方程式;

[0034] 确定所述第一方程式中的已知量和未知量;其中:所述第一矩阵为第一已知量;所述相机坐标系与世界坐标系的关系为第二已知量;所述第一偏移量作为第一未知量,所述相机坐标系与机器人基坐标系的关系作为第二未知量;

[0035] 根据标定板位置固定时,标定板上的两个标定点对应的所述第一偏移量相同,获得第二方程式;

[0036] 根据所述标定板处于不同空间位置时得到的第二方程式计算所述第二未知量。

[0037] 优选的,所述判断所述参考抓取点是否满足抓取条件,包括:

[0038] 确定抓取条件为机器人末端法兰盘和由机器人机械臂自身决定的实际工作空间的关系;

[0039] 判断所述位姿的位置矢量坐标是否位于所述实际工作空间内;

[0040] 若所述位姿的位置矢量坐标位于所述实际工作空间内,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;若所述位姿的位置矢量坐标超出所述实际工作空间,则剔除该参考抓取点。

[0041] 优选的,所述判断所述参考抓取点是否满足抓取条件,还包括:

[0042] 确定抓取条件为机器人末端法兰盘位姿的Z轴的倾斜角度 θ_z 与设定值 α 的关系;

[0043] 判断所述倾斜角度 θ_z 是否小于设定值 α ;

[0044] 若小于,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;否则,则剔除该参考抓取点。

[0045] 如上所述的机器人无示教抓取方法,其中,优选的,所述判断所述参考抓取点是否满足抓取条件,还包括:

[0046] 确定抓取条件为参考抓取点的位置坐标的Z值与设定值h的关系;

[0047] 判断所述位置坐标的Z值是否大于设定值h;若大于,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;否则,则剔除该参考抓取点。

[0048] 优选的,所述将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件,包括:

[0049] 确定实现按照所述参考抓取点抓取目标工件时的机器人末端法兰盘所需具备的位姿;

[0050] 将所述机器人末端法兰盘的位姿的空间坐标作为机器人移动的位移矢量参数;将所述机器人末端法兰盘的位姿的空旋转角度作为机器人移动的旋转参数。

[0051] 根据本发明实施例的另一个方面,提供一种机器人无示教抓取装置,该装置包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时实现上述机器人无示教抓取方法的步骤。

[0052] 根据本发明实施例的再一个方面,提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储有机器人无示教抓取方法程序,所述机器人无示教抓取方法程序被处理器执行时实现本发明实施例所述的机器人无示教抓取方法的步骤。

[0053] 与现有技术相比,本发明实施例在工件三维模型上设置至少一个抓取点,并通过标定获得机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量,由于所述实际抓取点与所述参考抓取点一一对应,所以,可根据所述标定偏移量、所述抓取点坐标系与工件坐标系的关系、及工件坐标系与机器人基坐标系的关系,确定实现按照某一参考抓取点抓取目标工件时机器人末端法兰盘所需具备的位姿,即获得参考抓取点的相关参数,根据参考抓取点的相关参数判断所述参考抓取点是否

满足抓取条件;如果满足,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;如果不满足,则剔除该参考抓取点。实现了根据工件三维模型上的参考抓取点确定机器人末端法兰盘的位姿,进而引导机器人移动并按照参考抓取点抓取目标工件,减少了机器人示教过程,能够提高效率,增加自动化程度,由于机器人抓取时,是按照选定的参考抓取点抓取,因此保证了抓取精度。

附图说明

- [0054] 图1是本发明实施例提供的机器人无示教抓取方法的流程示意图;
- [0055] 图2是通过软件设置抓取点的示意图;
- [0056] 图3是本发明实施例提供的机器人无示教抓取方法的坐标系标注示意图;
- [0057] 图4是世界坐标系在标定板上的位置示意图;
- [0058] 图5是标定偏移量 T_{offset} 时的各坐标系的相位位置示意图;
- [0059] 图6是标定时,各坐标系之间的转换关系示意图。

具体实施方式

[0060] 为了使本发明实施例所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚、明白,以下结合附图和实施例,对本发明实施例进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅以解释本发明实施例,并不用于限定本发明实施例。

[0061] 在后续的描述中,使用用于表示元件的诸如“模块”、“部件”或“单元”的后缀仅为了有利于本发明实施例的说明,其本身没有特定的意义。因此,“模块”、“部件”或“单元”可以混合地使用。

[0062] 本发明实施例提供了一种机器人无示教抓取方法,在工件三维模型上设置至少一个抓取点,并通过标定获得机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量,由于所述实际抓取点与所述参考抓取点一一对应,所以,可根据所述标定偏移量、所述抓取点坐标系与工件坐标系的关系、及工件坐标系与机器人基坐标系的关系,确定实现按照某一参考抓取点抓取目标工件时机器人末端法兰盘所需具备的位姿,即获得参考抓取点的相关参数,根据参考抓取点的相关参数判断所述参考抓取点是否满足抓取条件;如果满足,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;如果不满足,则剔除该参考抓取点。实现了根据工件三维模型上的参考抓取点确定机器人末端法兰盘的位姿,进而引导机器人移动并按照参考抓取点抓取目标工件,减少了机器人示教过程,能够提高效率,增加自动化程度,由于机器人抓取时,是按照选定的参考抓取点抓取,因此保证了抓取精度。

[0063] 请参阅图1所示,本发明实施例一实施例提供了一种机器人无示教抓取方法,包括以下步骤:

[0064] S1:确定参考抓取点,并确定参考抓取点坐标系与工件坐标系的关系,其中,所述参考抓取点设置在工件三维模型上,且设置有至少一个;

[0065] S2:确定标定板及建立世界坐标系,并标定获得机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量,其中:所述实际抓取点与所述参考抓取点一一对应;

[0066] S3:根据所述标定偏移量、所述抓取点坐标系与工件坐标系的关系、及工件坐标系与机器人基坐标系的关系,确定实现按照某一参考抓取点抓取目标工件时机器人末端法兰盘所需具备的位姿;

[0067] S4:判断所述参考抓取点是否满足抓取条件;如果满足,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;如果不满足,则剔除该参考抓取点。

[0068] 进一步的,所述确定参考抓取点,并确定参考抓取点坐标系与工件坐标系的关系的步骤S1,具体包括:

[0069] S11:根据工件特征建立工件三维模型,并建立模型参考坐标系;

[0070] 具体的,在CAD软件中根据工件特征设置工件三维模型,这里的工件特征是指工件的形状、尺寸等物理特征;在所述工件三维模型上建立工件参考坐标系 $\{C_{refer}\}$,如图2所示,将工件参考坐标系 $\{C_{refer}\}$ 的原点设置在工件三维模型的质心上;

[0071] S12:在所述工件三维模型设置参考抓取点,并建立参考抓取点坐标系;

[0072] 具体的,请继续参阅图2所示,在所述工件三维模型表面设置 i 个参考抓取点 $\{p_1, p_2, \dots, p_i\}$, $i \geq 1$;每个抓取点的 x, y, z 空间坐标以及RX、RY、RZ旋转分量均通过CAD软件的输入界面输入。将抓取点坐标系 $\{C_{picki}\}$ 的原点设置在参考抓取点在工件三维模型表面的位置,机器人抓取工件时,机器人末端工具的中心与抓取点坐标系 $\{C_{picki}\}$ 的原点重合。本领域技术人员可以理解的是,机器人末端工具可以为吸盘工具,也可以为抓手工具,无论何种形式的工具,均需满足以上条件。

[0073] S13:根据所述参考抓取点在所述工件三维模型的位置确定所述参考抓取点坐标系 $\{C_{picki}\}$ 和所述模型参考坐标系 $\{C_{refer}\}$ 的关系 ${}^{refer}T_{picki}$;

[0074] S14:根据工件特征建立工件坐标系 $\{C_{work}\}$,并确定所述工件坐标系 $\{C_{work}\}$ 与所述模型参考坐标系 $\{C_{refer}\}$ 的关系 ${}^{work}T_{refer}$;

[0075] 具体的,在本实施例中,工件坐标系 $\{C_{work}\}$ 优选通过软件直接建立,并根据建立的工件三维模型以及在工件三维模型上的工件参考坐标系 $\{C_{refer}\}$,利用软件确定两者的转换关系。需要说明的是三维识别到的工件坐标系是实物上的坐标系,三维识别到的工件坐标系在实物工件上的位置与三维模型上工件坐标系在工件三维模型上的位置是一致的。

[0076] S15:根据所述参考抓取点坐标系和所述模型参考坐标系的关系 ${}^{refer}T_{picki}$ 、及所述工件坐标系与所述模型参考坐标系的关系 ${}^{work}T_{refer}$ 确定所述参考抓取点坐标系 $\{C_{picki}\}$ 与工件坐标系的关系 ${}^{work}T_{picki}$ 。

[0077] 具体的: ${}^{work}T_{picki} = {}^{refer}T_{picki} \cdot {}^{work}T_{refer}$

[0078] 进一步的,所述确定标定板及建立世界坐标系,并标定获得机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量的步骤S2,包括:

[0079] S21:设置标定板,并在所述标定板上建立世界坐标系;

[0080] 具体的,设置如图4所示的标定板,标定板为 9×9 标定板,材质为玻璃,标定板上的各标定点等间隔排列。

[0081] 在所述标定板上设置所述世界坐标系 $\{C_{world}\}$,世界坐标系 $\{C_{world}\}$ 的原点设置在标定板中心点,原点与任意其他一个标定点的连线作为 x 轴, y 轴在标定板平面,按照右手系

建立世界坐标系, z轴垂直于该标定板的平面。

[0082] S22:利用所述标定板标定机器人末端工具,获得机器人末端法兰盘与世界坐标系的原点之间的第一偏移量 T_{offset} ;

[0083] S23:确定所述第一偏移量 T_{offset} 为机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量 T_{offset}^0 。

[0084] 进一步的,所述利用所述标定板标定机器人末端工具,获得机器人末端法兰盘与世界坐标系的原点之间的第一偏移量 T_{offset} 的步骤S22,包括

[0085] S221:将机器人末端工具的中心对准世界坐标系的原点;

[0086] 具体的,请参阅图3和图5所示,可以在将机器人末端的用于抓取工件的末端工具(例如:吸盘)的中心对准世界坐标系的原点,使末端工具的中心与世界坐标系的原点重合,此处是将世界坐标系 $\{C_{world}\}$ 当作目标工件上的实际抓取点坐标系的原点进行标定的。

[0087] S222:获取机器人末端法兰盘的空间坐标,并将所述空间坐标转化为第一矩阵;

[0088] 具体的,可以利用机器人控制系统内置的函数获取机器人末端法兰盘的空间位置参数 $Q=[x,y,z,rx,ry,rz]$;其中 x,y,z 为机器人末端法兰盘的空间位置坐标, rx,ry,rz 为欧拉角;将所述空间位置参数 Q 转换为 $4*4$ 的齐次变换得到第一矩阵,该第一矩阵也是法兰盘坐标系 $\{C_{flan}\}$ 相对机器人基坐标系 $\{C_{base}\}$ 的位姿 ${}^{base}T_{oflan}$ 。

[0089] S223:根据所述第一矩阵 ${}^{base}T_{oflan}$ 、相机坐标系与世界坐标系的关系 ${}^{cam}T_{world}$ 、及相机坐标系与机器人基坐标系的关系 ${}^{base}T_{cam}$ 确定所述第一偏移量 T_{offset} ,其

[0090] 中: $T_{offset} = {}^{base}T_{oflan} \cdot {}^{base}T_{cam}^{-1} \cdot {}^{cam}T_{world}^{-1}$ 。

[0091] 进一步的,所述根据所述标定偏移量 T_{offset}^0 (其中:标定偏移量 T_{offset}^0 即为第一偏移量 T_{offset})、所述抓取点坐标系与工件坐标系的关系 ${}^{work}T_{picki}$ 、及工件坐标系与机器人基坐标系的关系 ${}^{base}T_{work}$,确定实现按照某一参考抓取点抓取目标工件时机器人末端法兰盘所需具备的位姿的步骤S3,包括:

$$\begin{aligned}
 {}^{base}T_{flan} &= {}^{base}T_{work} \cdot {}^{work}T_{pickj} \cdot T_{offset}^0 \\
 &= \begin{bmatrix} {}^{base}R_{flan} & {}^{base}T_{flan} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} {}^{base}R_{flan} & x_{robotj} \\ & y_{robotj} \\ & z_{robotj} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

[0092]

[0093] 其中: ${}^{base}R_{flan}$ 为法兰盘坐标系 $\{C_{flan}\}$ 在机器人基坐标系 $\{C_{base}\}$ 下的旋转分量, ${}^{base}T_{flan}$ 为法兰盘坐标系 $\{C_{flan}\}$ 在机器人基坐标系 $\{C_{base}\}$ 下的平移分量,矩阵 ${}^{base}T_{flan}$ 的平移分量 $(x_{robotj}, y_{robotj}, z_{robotj})$ 为机器人末端法兰盘的位置矢量坐标。

[0094] 具体的,将机器人末端法兰盘与世界坐标系的原点之间的第一偏移量 T_{offset} 作为机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之

间的标定偏移量 T_{offset}^0 ，而目标工件上的实际抓取点是和工件三维模型上的参考抓取点一一对应的，本实施例的目的也利用工件三维模型上的参考抓取点指引机器人移动抓取目标工件的，由以上所述可知，参考抓取点和工件坐标系的关系为已知量 ${}^{work}T_{picki}$ ，假设工件坐标系和机器人基坐标系的关系也为已知量 ${}^{base}T_{work}$ ，则要实现机器人实现按照某一参考抓取点抓取目标工件时机器人末端法兰盘所需具备的位姿 ${}^{base}T_{flan}$ 可以采用以上公式直接计算出，进而利用上述公式可以进一步的计算出参考抓取点对应的机器人末端法兰盘的位姿的平移分量 $(X_{robotj}, Y_{robotj}, Z_{robotj})$ 和位姿的Z轴倾斜角度 θ_z ；其中：

$$[0095] \quad {}^{base}R_{flan} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix};$$

$$[0096] \quad \theta_z = \text{atan2}(r_{21}, r_{11});$$

[0097] 利用上式可以计算出所有参考抓取点对应的机器人末端法兰盘的位姿，即确定了所有参考抓取点相关参数。

[0098] 进一步的，所述判断所述参考抓取点是否满足抓取条件；如果满足，则保留该参考抓取点，并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件；如果不满足，则剔除该参考抓取点的步骤S4，包括：

[0099] S41：确定抓取条件为机器人末端法兰盘和由机器人机械臂自身决定的实际工作空间的关系；

[0100] 判断所述位姿的位置矢量坐标 $(X_{robotj}, Y_{robotj}, Z_{robotj})$ 是否位于所述实际工作空间内；

[0101] 若所述位姿的位置矢量坐标 $(X_{robotj}, Y_{robotj}, Z_{robotj})$ 位于所述实际工作空间内，则保留该参考抓取点，并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件；若所述位姿的位置矢量坐标超出所述实际工作空间，则剔除该参考抓取点。

[0102] 进一步的，所述判断所述参考抓取点是否满足抓取条件；如果满足，则保留该参考抓取点，并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件；如果不满足，则剔除该参考抓取点的步骤S4，还包括：

[0103] S42：确定抓取条件为机器人末端法兰盘坐标系的Z轴倾斜角度 θ_z 与设定值 α 的关系；

[0104] 其中：机器人末端法兰盘坐标系的Z轴倾斜角度 θ_z 的计算方法如下：

[0105] 根据法兰盘坐标系 $\{C_{flan}\}$ 在机器人基坐标系 $\{C_{base}\}$ 下的旋转分量 ${}^{base}R_{flan}$ 计算法兰盘坐标系 $\{C_{flan}\}$ 的Z轴的倾斜角度 θ_z ；其中：

$$[0106] \quad {}^{base}R_{flan} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix};$$

$$[0107] \quad \theta_z = \text{atan2}(r_{21}, r_{11});$$

[0108] 判断所述位姿的倾斜角度 θ_z 是否小于设定值 α ；其中：设定值 α 的大小根据机器人的机械臂相对工件所在平台的倾斜角度设置。

[0109] 若小于,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;否则,则剔除该参考抓取点。

[0110] 进一步的,所述判断所述参考抓取点是否满足抓取条件;如果满足,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;如果不满足,则剔除该参考抓取点的步骤S4,还包括:

[0111] S43:确定抓取条件为参考抓取点的位置坐标的Z值与设定值h的关系;其中设定值h的大小根据机器人的机械臂相对工件所在平台的高度需求设置。

[0112] 判断所述位置坐标的Z值是否大于设定值h;若大于,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;否则,则剔除该参考抓取点。

[0113] 需要说明的是:步骤S41、步骤S42和步骤S43组成一个完整的抓取点的筛选机制,在实施的时候,步骤S41、步骤S42和步骤S43三个步骤可以同时进行,也可以依次进行。当三者依次进行时,后者是在前者筛选的基础上进行,以确保获得同时满足三个条件的参考抓取点。

[0114] 其中,所述将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件,包括:

[0115] 确定实现按照所述参考抓取点抓取目标工件时的机器人末端法兰盘所需具备的位姿;

[0116] 将所述机器人末端法兰盘的位姿的空间坐标作为机器人移动的位移矢量参数,将所述机器人末端法兰盘的位姿的空旋转角度作为机器人移动的旋转参数;

[0117] 具体的,针对任一选定的最终确定的合适参考抓取点 p_1 ,要实现按照该参考抓取点抓取工件时,机器人需要运行的位移矢量 $\overrightarrow{P_{runpick1}} = (x_{robotpl}, y_{robotpl}, z_{robotpl})$,且运行的目标位置的姿态为 $R_{runpick}$,其中 $R_{runpick}$ 为根据 ${}^{base}R_{flan}$ 计算出的X轴的倾斜角度 θ_x 、Y轴的倾斜角度 θ_y 、Z轴的倾斜角度 θ_z 。

[0118] 另外,以上描述中使用的了三个关系,分别为:相机坐标系与世界坐标系的关系 ${}^{cam}T_{world}$ 、相机坐标系与机器人基坐标系 ${}^{base}T_{cam}$ 、及工件坐标系和机器人基坐标系 ${}^{base}T_{work}$,是基于手眼标定方法获得,具体介绍如下:

[0119] 1. 相机坐标系与世界坐标系的关系 ${}^{cam}T_{world}$ 通过对相机坐标系、世界坐标系标定获得,介绍如下:

[0120] 步骤a. 利用标定板提取标定点标定摄像机参数。

[0121] 具体的:利用标定板,根据预设标定方法标定摄像机的根据预设标定方法标定摄像机的内参数M1和畸变系数Dis。其中,所述预设标定方法如下:

$$[0122] \quad M_1 = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[0123] \quad Dis = [k_1 \ k_2 \ p_1 \ p_2 \ k_3]$$

[0124] 其中, f_x, f_y 为摄像机焦距。 c_x, c_y 为主点像素坐标。 k_1, k_2, k_3 为径向畸变系数, p_1, p_2 为切向畸变系数。

[0125] 步骤b.根据标定板提取标定点图像像素坐标和建立世界坐标系,确定相机坐标系与世界坐标系的关系。

[0126] 具体的:提取标定板上各个标定点图像像素坐标;

[0127] 在标定板上建立世界坐标系,世界坐标系的xy平面位于标定板平面,确定标定板各个标定点在世界坐标系下的世界坐标,确定标定板各个标定点在世界坐标系下的世界坐标;

[0128] 根据标定点图像像素坐标以及标定点在世界坐标系下的世界坐标,确定摄像机坐标系与世界坐标系的关系 ${}^{\text{cam}}T_{\text{world}}$ 。

[0129] 其中:所述在标定板上建立世界坐标系,确定标定板各个标定点在世界坐标系下的世界坐标,包括:将标定板上的某一标定点设置为原点,本实施例,优选中心位置的标定点设置为原点,原点与任意其他一个标定点的连线作为x轴,y轴在标定板平面,按照右手系建立世界坐标系,确定各个标定点 $P_{\text{obj}i}$ 的世界坐标为 $\{(x_{w1}, y_{w1}, 0), (x_{w2}, y_{w2}, 0), \dots (x_{wi}, y_{wi}, 0) \dots (x_{wn}, y_{wn}, 0)\}$,其中, x_{wi} 表示标定点世界坐标的x值, y_{wi} 表示标定点世界坐标的y值。

[0130] 所述根据标定点图像像素坐标以及标定点在世界坐标系下的世界坐标,确定相机坐标系与世界坐标系的关系,包括:采用以下方式确定相机坐标系与世界坐标系的关系 ${}^{\text{cam}}T_{\text{world}}$:

$$[0131] \quad {}^{\text{cam}}T_{\text{world}} = \begin{bmatrix} R_1 & t_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[0132] \quad \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix} = T_1 \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0133] 其中, ${}^{\text{cam}}T_{\text{world}}$ 为 4×4 的矩阵, R_1 为 3×3 旋转矩阵, t_1 为 3×1 的平移矩阵。

[0134] 2. 相机坐标系与所述机器人基坐标系的关系 ${}^{\text{base}}T_{\text{cam}}$ 的过程简单介绍如下:

[0135] 步骤a.确定法兰盘和世界坐标系的关系、法兰盘和机器人基坐标系的关系、相机坐标系与世界坐标系的关系、及相机坐标系与机器人基坐标系的关系四者关系的第一方程式;

[0136] 具体的:如图6所示,当相机固定安装,标定板固定在机器人末端,这里无需将机器人末端工具的中心与标定板上的世界坐标系的中心重合,只需保证标定板相对法兰盘的姿态固定且不影响法兰盘的旋转动作即可,然后将机器人运行至不同的空间位置,此时,均存在如下坐标系链: ${}^{\text{flan}}T_{\text{world}} = {}^{\text{flan}}T_{\text{base}} \cdot {}^{\text{base}}T_{\text{cam}} \cdot {}^{\text{cam}}T_{\text{world}}$;即第一方程式。

[0137] 其中: ${}^{\text{flan}}T_{\text{world}}$ 为标定板上的世界坐标系与机器人法兰盘坐标系的关系; ${}^{\text{flan}}T_{\text{base}}$ 为法兰盘坐标系与机器人基坐标系的关系; ${}^{\text{base}}T_{\text{cam}}$ 为相机坐标系与世界坐标系的关系, ${}^{\text{cam}}T_{\text{world}}$ 为相机坐标系与机器人基坐标系的关系。

[0138] 步骤b.确定所述第一方程式中的已知量和未知量;

[0139] 具体的:机器人的基坐标系 $\{C_{\text{base}}\}$ 位于机器人的底座中心,机器人安装好以后,机器人的基坐标系 $\{C_{\text{base}}\}$ 的位置确定。世界坐标系 $\{C_{\text{world}}\}$ 建立在标定板上,机器人的基坐标

系 $\{C_{base}\}$ 和法兰盘坐标系 $\{C_{flan}\}$ 的关系 ${}^{flan}T_{base}$, 可以通过法兰盘的空间位置坐标变换得到, 所以为已知量; 相机坐标系 $\{C_{cam}\}$ 与世界坐标系 $\{C_{world}\}$ 的关系 ${}^{cam}T_{world}$ 根据以上描述已经获知。所以该坐标系链中 ${}^{flan}T_{world}$ 和 ${}^{base}T_{cam}$ 为未知量。

[0140] 所以, 定义机器人的基坐标系 $\{C_{base}\}$ 和法兰盘坐标系 $\{C_{flan}\}$ 的关系 ${}^{flan}T_{base}$ 为第一已知量; 相机坐标系与世界坐标系的关系为第二已知量; 法兰盘和世界坐标系的关系 ${}^{flan}T_{world}$ 作为第一未知量, 相机坐标系与机器人基坐标系的关系 ${}^{base}T_{cam}$ 作为第二未知量;

[0141] 具体的: 当标定板处于任一空间位置时, 定义已知量 ${}^{flan}T_{base}=A$, ${}^{cam}T_{world}=B$; 设未知量 ${}^{base}T_{cam}=X$, ${}^{flan}T_{world}=Y$, 因此 $Y=AXB$; 需要说明的是, 这里的任一空间位置需要是: 相机固定时相机的视野范围内的任一空间位置, 只有标定板处于相机的视野范围内, 才能保证标定板可以被相机拍摄到。

[0142] 步骤c. 根据标定板位置固定时, 标定板上的两个标定点对应的法兰盘和世界坐标系的关系 ${}^{flan}T_{world}$ 相同, 获得第二方程式;

[0143] 具体的: 标定时, 标定板位置固定后, 对标定板上的第 i 个标定点和第 j 个标定点, 法兰盘坐标系相对世界坐标系的关系 ${}^{flan}T_{world}$ 为一致的, 即 Y 一致, 所以, 对标定板上的第 i 个标定点和第 j 个标定点, 有 $A_iXB_i=A_jXB_j$, 设 $A=A_j^{-1}A_i$, $B=B_jB_i^{-1}$, 则得到如下方程: $AX=XB$ 。

[0144] 步骤d. 根据所述标定板处于不同空间位置时得到的第二方程式计算所述第二未知量, 具体实施如下:

[0145] 移动标定板的位置, 对每个标定板位置上, 标定板上的第 i 个标定点和第 j 个标定点均列以上方程, 即利用至少标定板的两个空间位置, 标定板上的两个标定点可以计算出上述方程的 X 矩阵, 此方法为通用方法, 具体计算过程不在此陈述。而 $X={}^{base}T_{cam}$, 求得 X 即可求得相机坐标系与机器人基坐标系之间的关系 ${}^{base}T_{cam}$ 。

[0146] 综上, 该过程可以描述为, 将标定板固定在机器人末端, 机器人运动带动标定板移动到 n 个不同的位置, 标定板在每个位置的倾斜角度不同, 相机采集各个位置标定板的图像, 共得到 n 幅标定板图像。然后利用 n 幅标定板图像和每个拍照位置机器人的末端坐标信息, 获得主相机坐标系 $\{C_{cam}\}$ 和机器人基坐标系 $\{C_{base}\}$ 的关系 ${}^{base}T_{cam}$ 。

[0147] 3. 根据以上获得主相机坐标系 $\{C_{cam}\}$ 和世界坐标系 $\{C_{world}\}$ 的关系 ${}^{cam}T_{world}$ 、主相机坐标系 $\{C_{cam}\}$ 和机器人基坐标系 $\{C_{base}\}$ 的关系 ${}^{base}T_{cam}$, 利用主相机拍摄工件, 并利用三维点云和模型匹配技术, 实现目标工件识别, 并确定目标工件在机器人基坐标系 $\{C_{base}\}$ 中的位姿 ${}^{base}T_{work}$, 具体的:

[0148] 步骤a: 投影仪投影条纹光到目标工件上, 增加目标工件表面的纹理信息, 用于增加照相机拍摄图像的轮廓。这里的照相机为摄像机, 如图2所示, 总共设置有4个, 需要说明的是, 四个摄像机实现目标工件的标定的原理与常用的双目摄像机实现目标工件的标定的原理相同。

[0149] 步骤b: 摄像机拍摄目标工件的图像, 根据双目定位原理, 得到目标工件的表面所有轮廓点在摄像机坐标系(即相机坐标系)下的物理坐标。将物理坐标转换到机器人基坐标系下的世界坐标。

[0150] 步骤c: 根据工件表面的轮廓点的世界坐标生成工件的三维点云。

[0151] 步骤d: 工件三维点云与工件三维模型进行匹配, 识别指定模型的工件。

[0152] 步骤e: 获得工件坐标系 $\{C_{work}\}$ 在机器人基坐标系 $\{C_{base}\}$ 下的位姿 ${}^{base}T_{work}$ 。

[0153] 本发明另一个实施例提供一种机器人无示教抓取装置,该装置包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时实现上述所述的机器人无示教抓取方法的步骤。该装置包括:

[0154] 模型建立及参考抓取点设置模块,用于建立工件三维模型,并在所述工件三维模型的表面设置参考抓取点,其中:所述参考抓取点设置有至少一个。

[0155] 工具标定模块,用于利用标定板及设置在标定板上的世界坐标系,确定机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量,其中:所述实际抓取点与所述参考抓取点一一对应。

[0156] 位姿计算模块,用于计算实现按照所述参考抓取点抓取目标工件时机器人末端法兰盘所需具备的位姿。

[0157] 抓取点选择模块,用于选择合适的参考抓取点。

[0158] 如上所述的机器人无示教抓取装置,其中,优选的,所述模型建立及参考抓取点设置模块包括:

[0159] 工件三维模型建立模块,用于根据工件特征建立工件三维模型;

[0160] 参考抓取点设置模块,用于在所述工件三维模型设置参考抓取点;

[0161] 坐标系相关模块,用于建立模型参考坐标系、建立参考抓取点坐标系、建立工件坐标系、确定参考抓取点坐标系和所述模型参考坐标系的关系、确定所述工件坐标系与所述模型参考坐标系的关系、确定所述参考抓取点坐标系与工件坐标系的关系。

[0162] 如上所述的机器人无示教抓取装置,其中,优选的,所述抓取点选择模块包括:

[0163] 第一判断选择模块,用于判断所述位姿的位置矢量坐标是否位于所述实际工作空间内;若位于所述实际工作空间内,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;若超出所述实际工作空间,则剔除该参考抓取点。

[0164] 如上所述的机器人无示教抓取装置,其中,优选的,所述抓取点选择模块还包括:

[0165] 第二判断选择模块,用于判断所述位姿的倾斜角度 θ_z 是否小于设定值 α ;若小于,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;否则,则剔除该参考抓取点。

[0166] 如上所述的机器人无示教抓取装置,其中,优选的,所述抓取点选择模块还包括:

[0167] 第三判断选择模块,用于判断所述位置坐标的Z值是否大于设定值h;若大于,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;否则,则剔除该参考抓取点。

[0168] 本发明实施例的再一个实施例提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储有机器人无示教抓取方法的一个或多个程序,所述机器人无示教抓取方法的一个或多个程序被处理器执行时以实现本发明实施例所述的机器人无示教抓取方法的步骤。

[0169] S1:确定参考抓取点,并确定参考抓取点坐标系与工件坐标系的关系,其中,所述参考抓取点设置在工件三维模型上,且设置有至少一个;

[0170] S2:确定标定板及建立世界坐标系,并标定机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量,其中:所述实际抓取

点与所述参考抓取点一一对应；

[0171] S3:根据所述标定偏移量、所述抓取点坐标系与工件坐标系的关系、及工件坐标系与机器人基坐标系的关系,确定实现按照某一参考抓取点抓取目标工件时机器人末端法兰盘所需具备的位姿；

[0172] S4:判断所述参考抓取点是否满足抓取条件;如果满足,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;如果不满足,则剔除该参考抓取点。

[0173] 需要说明的是,上述计算机可读存储介质上的机器人无示教抓取方法实施例与方法实施例属于同一构思,其具体实现过程详见方法实施例,且方法实施例中的技术特征在上述计算机可读存储介质的实施例中均对应适用,这里不再赘述。

[0174] 本发明实施例提供了一种机器人无示教抓取方法、装置及计算机可读存储介质,在工件三维模型上设置至少一个抓取点,并通过标定获得机器人按照目标工件上的实际抓取点抓取目标工件时,机器人末端法兰盘与实际抓取点之间的标定偏移量,由于所述实际抓取点与所述参考抓取点一一对应,所以,可根据所述标定偏移量、所述抓取点坐标系与工件坐标系的关系、及工件坐标系与机器人基坐标系的关系,确定实现按照某一参考抓取点抓取目标工件时机器人末端法兰盘所需具备的位姿,即获得参考抓取点的相关参数,根据参考抓取点的相关参数判断所述参考抓取点是否满足抓取条件;如果满足,则保留该参考抓取点,并将所述参考抓取点用于引导机器人移动按照该参考抓取点抓取目标工件;如果不满足,则剔除该参考抓取点。实现了根据工件三维模型上的参考抓取点确定机器人末端法兰盘的位姿,进而引导机器人移动并按照参考抓取点抓取目标工件,减少了机器人示教过程,能够提高效率,增加自动化程度,由于机器人抓取时,是按照选定的参考抓取点抓取,因此保证了抓取精度。

[0175] 本领域普通技术人员可以理解,上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统、装置中的功能模块/单元可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。

[0176] 在硬件实施方式中,在以上描述中提及的功能模块/单元之间的划分不一定对应于物理组件的划分;例如,一个物理组件可以具有多个功能,或者一个功能或步骤可以由若干物理组件合作执行。某些物理组件或所有物理组件可以被实施为由处理器,如中央处理器、数字信号处理器或微处理器执行的软件,或者被实施为硬件,或者被实施为集成电路,如专用集成电路。这样的软件可以分布在计算机可读介质上,计算机可读介质可以包括计算机存储介质(或非暂时性介质)和通信介质(或暂时性介质)。

[0177] 如本领域普通技术人员公知的,术语计算机存储介质包括在用于存储信息(诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据)的任何方法或技术中实施的易失性和非易失性、可移除和不可移除介质。计算机存储介质包括但不限于RAM、ROM、EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘(DVD)或其他光盘存储、磁盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储装置、或者可以用于存储期望的信息并且可以被计算机访问的任何其他的介质。此外,本领域普通技术人员公知的是,通信介质通常包含计算机可读指令、数据结构、程序模块或者诸如载波或其他传输机制之类的调制数据信号中的其他数据,并且可包括任何信息递送介质。

[0178] 以上参照附图说明了本发明的优选实施例,并非因此局限本发明的权利范围。本

领域技术人员不脱离本发明的范围和实质内所作的任何修改、等同替换和改进,均应在本发明的权利范围之内。

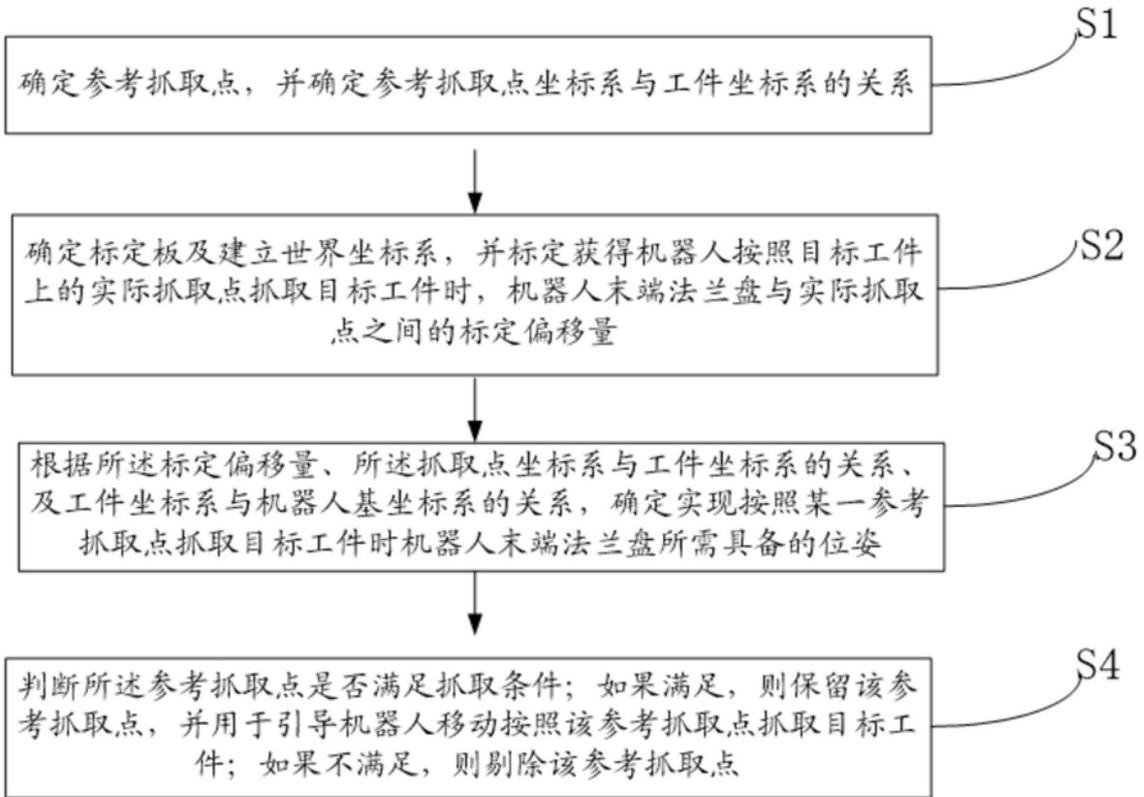


图1

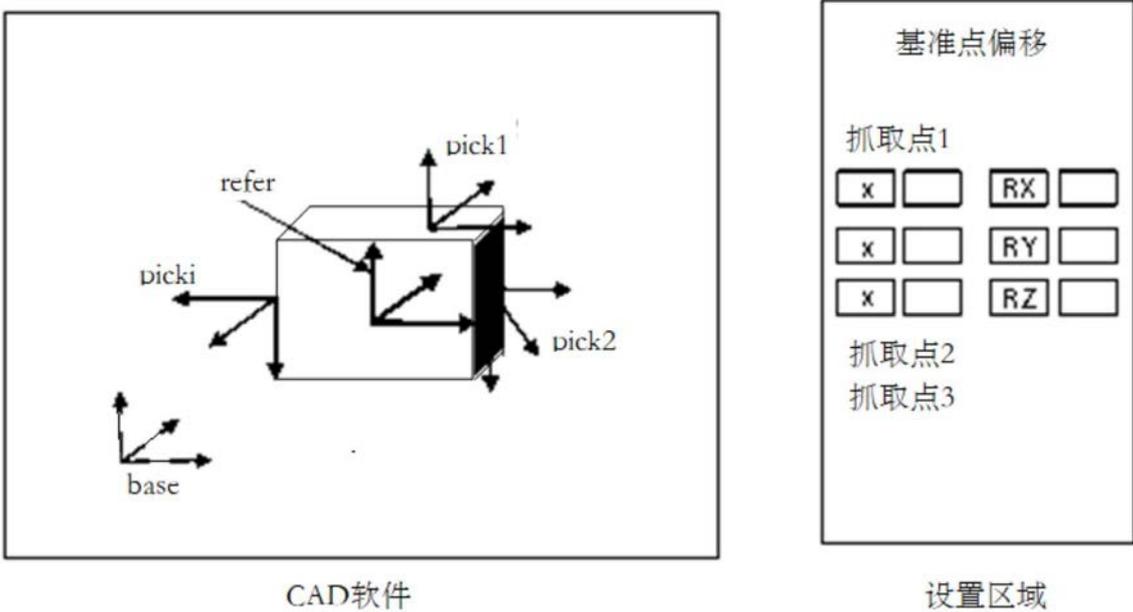


图2

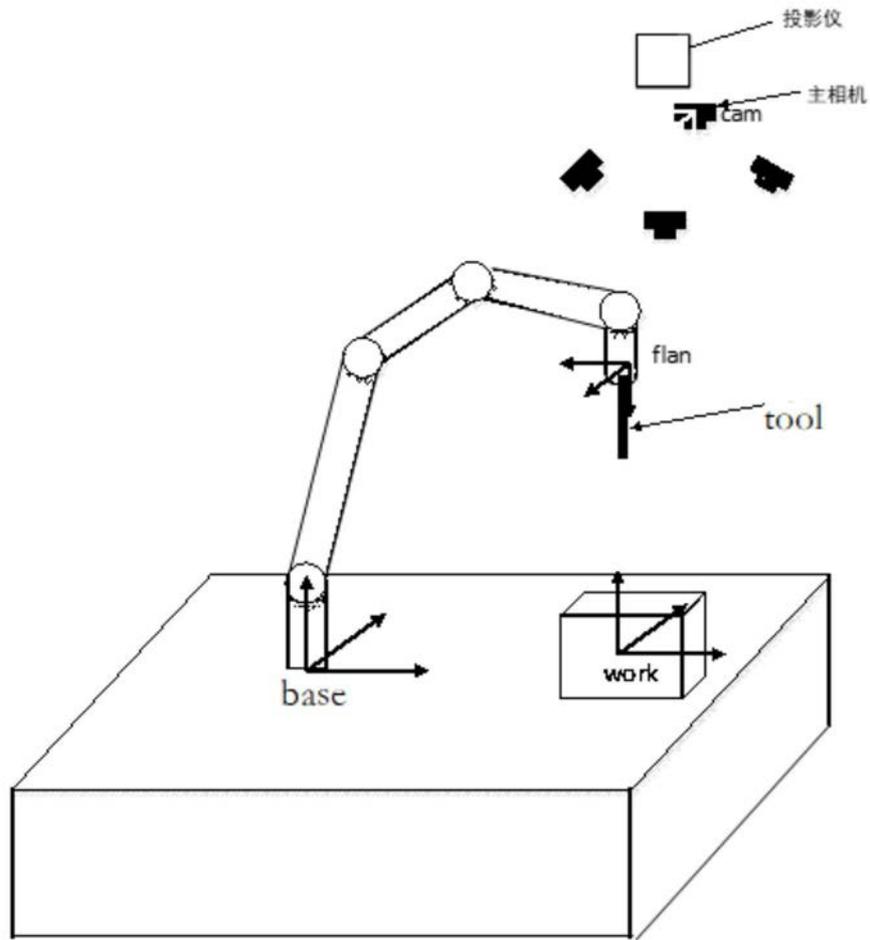


图3

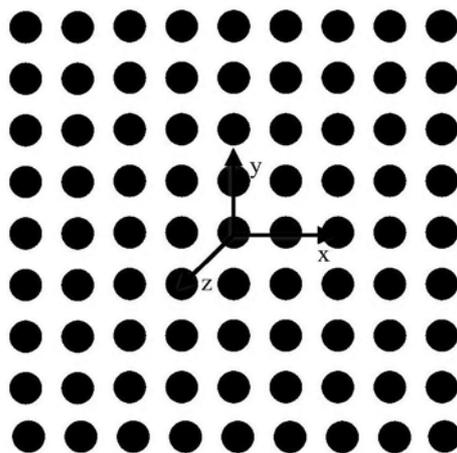


图4

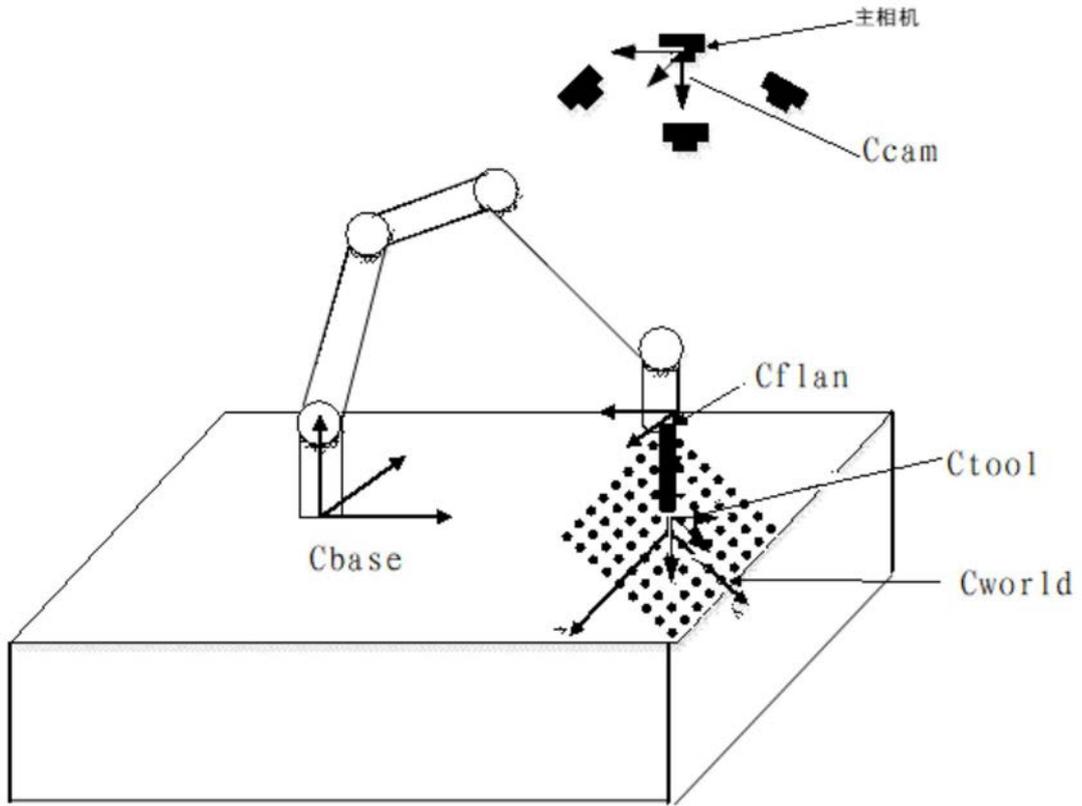


图5

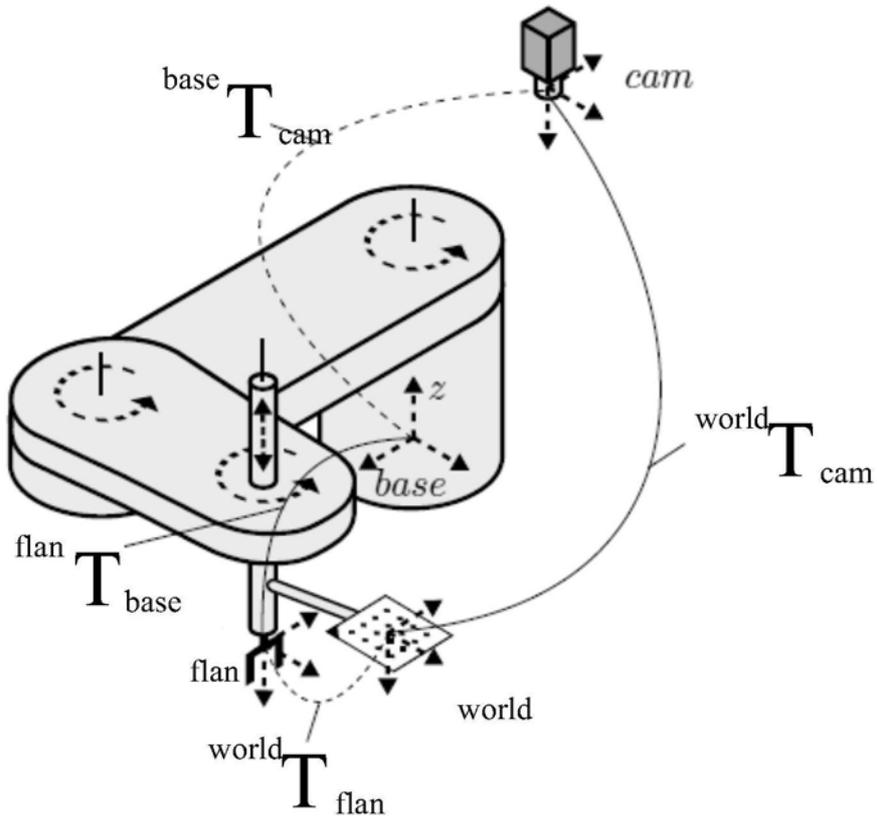


图6