



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110621447 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 11

(21) 申请号 201780090669.6

M·瓦尔斯特罗姆 M·斯滕巴卡

(22) 申请日 2017.05.22

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

(65) 同一申请的已公布的文献号

11256

申请公布号 CN 110621447 A

专利代理师 李辉 范有余

(43) 申请公布日 2019.12.27

(51) Int.Cl.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

B25J 9/00 (2006.01)

2019.11.11

B25J 9/16 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

审查员 陈显梧

PCT/EP2017/062287 2017.05.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02018/215047 EN 2018.11.29

(73) 专利权人 ABB瑞士股份有限公司

地址 瑞士巴登

(72) 发明人 A·拉格 J·霍姆伯格

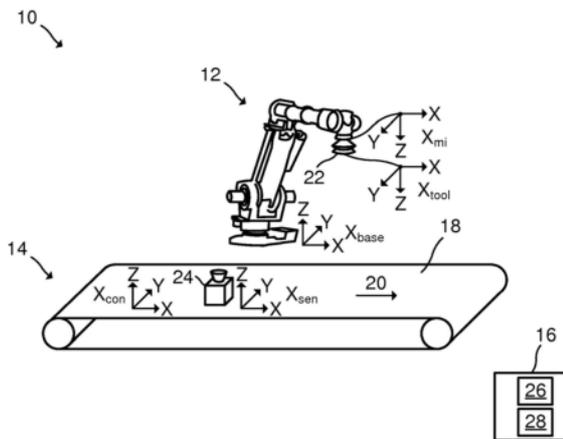
权利要求书3页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

机器人传送器校准方法、机器人系统以及控制系统

(57) 摘要

一种用于利用可移动传送器构件(18)的传送器坐标系(X_{con})来校准机器人(12)的机器人坐标系(X_{base}、X_{mi}、X_{tool})的方法,该方法包括:提供传感器(24),传感器(24)被配置为以非接触的方式检测机器人(12)的位置;当传送器构件(18)被定位在第一操作位置处时,检测机器人(12)的位置;当传送器构件(18)被定位在不同于第一操作位置的第二操作位置处时,通过传感器(24)检测在传感器坐标系(X_{sen})中的机器人(12)和/或传送器构件(18)位置;以及基于在传感器坐标系(X_{sen})中检测到的至少一个机器人(12)的位置,确定机器人坐标系(X_{base}、X_{mi}、X_{tool})与传送器坐标系(X_{con})之间的关系。还提供了机器人系统(10)和控制系统(16)。



1. 一种利用可移动传送器构件(18)的传送器坐标系(X_{con})来校准机器人(12)的机器人坐标系(X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool})的方法,所述方法包括:

提供传感器(24),所述传感器(24)被配置为以非接触的方式检测所述机器人(12)的位置;

当所述传送器构件(18)被定位在第一操作位置处时,通过所述传感器(24)在所述传感器(24)的传感器坐标系(X_{sen})中检测所述机器人(12)的位置;

当所述传送器构件(18)被定位在不同于所述第一操作位置的第二操作位置处时,通过所述传感器(24)在所述传感器坐标系(X_{sen})中检测所述机器人(12)和/或所述传送器构件(18)的位置;以及

基于所述机器人(12)在所述传感器坐标系(X_{sen})中的至少一个检测到的位置,确定所述机器人坐标系(X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool})与所述传送器坐标系(X_{con})之间的关系。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述机器人(12)包括工具(22),以及其中所述机器人(12)的所述位置是所述工具(22)的位置。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述方法还包括:当所述传送器构件(18)在所述第一操作位置时,和/或当所述传送器构件(18)在所述第二操作位置时,通过所述传感器(24)在所述传感器坐标系(X_{sen})中检测在不同姿态中的所述机器人(12)的位置。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述传感器(24)被定位在所述传送器构件(18)上,以及其中所述方法包括:当所述传送器构件(18)被定位在所述第一操作位置处时,以及当所述传送器构件(18)被定位在所述第二操作位置处时,通过所述传感器(24)在所述传感器坐标系(X_{sen})中检测所述机器人(12)的位置。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中所述方法还包括:

基于所述机器人(12)在所述传感器坐标系(X_{sen})中的检测到的所述位置,确定在所述机器人坐标系(X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool})中的所述传送器构件(18)的移动方向(20);以及

基于所述传送器构件(18)的所确定的所述移动方向(20),确定所述机器人坐标系(X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool})与所述传送器坐标系(X_{con})之间的关系。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中所述机器人(12)构成第一机器人(12),以及其中所述方法还包括:

将所述传送器构件(18)从所述第二操作位置移动至第三操作位置;

当所述传送器构件(18)被定位在所述第三操作位置处时,通过所述传感器(24)在所述传感器坐标系(X_{sen})中检测第二机器人(32)的位置;

将所述传送器构件(18)从所述第三操作位置移动至第四操作位置;

当所述传送器构件(18)被定位在所述第四操作位置处时,通过所述传感器(24)在所述传感器坐标系(X_{sen})中检测所述第二机器人(32)的位置;以及

基于所述第二机器人(32)在所述传感器坐标系(X_{sen})中的检测到的所述位置,确定所述第二机器人(32)的机器人坐标系(X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool})与所述传送器坐标系(X_{con})之间的关系。

7. 根据权利要求4所述的方法,其中所述传感器坐标系(X_{sen})与所述传送器坐标系(X_{con})之间的关系是预先已知的。

8. 根据权利要求4所述的方法,其中所述传感器(24)被进一步地配置为以非接触的方

式检测所述传送器构件(18)的位置。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中所述方法还包括:

通过所述传感器(24)在所述传感器坐标系(X_{sen})中检测所述传送器构件(18)的位置;
以及

基于所述传送器构件(18)在所述传感器坐标系(X_{sen})中的检测到的所述位置,确定所述传感器坐标系(X_{sen})与所述传送器坐标系(X_{con})之间的关系。

10. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述传感器(24)被定位在固定件结构(34)上,以便所述传送器构件(18)相对于所述传感器(24)移动,以及其中所述传感器(24)被进一步地配置为以非接触的方式检测所述传送器构件(18)的位置。

11. 根据权利要求9所述的方法,其中至少一个校准标记(30)被设置在所述传送器构件(18)上,以用于所述传送器构件(18)的所述位置的检测。

12. 根据权利要求10所述的方法,其中至少一个校准标记(30)被设置在所述传送器构件(18)上,以用于所述传送器构件(18)的所述位置的检测,并且所述方法还包括:

当所述传送器构件(18)被定位在所述第一操作位置处时,通过所述传感器(24)在所述传感器坐标系(X_{sen})中检测所述至少一个校准标记(30)的位置;

当所述传送器构件(18)被定位在所述第二操作位置处时,通过所述传感器(24)在所述传感器坐标系(X_{sen})中检测所述至少一个校准标记(30)的位置;

基于所述至少一个校准标记(30)在所述传感器坐标系(X_{sen})中的检测到的所述位置,确定在所述机器人坐标系(X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool})中的所述传送器构件(18)的移动方向(20);以及

基于所述传送器构件(18)的所确定的所述移动方向(20),确定所述机器人坐标系(X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool})与所述传送器坐标系(X_{con})之间的关系。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中在所述传送器坐标系(X_{con})中的所述至少一个校准标记(30)的位置是预先已知的。

14. 一种机器人系统(10),包括:至少一个机器人(12、32)、可移动传送器构件(18)和传感器(24),所述传感器(24)被配置为以非接触的方式检测所述机器人(12、32)的位置,其中所述机器人系统(10)被配置为执行根据前述权利要求中的任一项所述的方法。

15. 一种控制系统(16),所述控制系统(16)用于利用在机器人系统(10)中的可移动传送器构件(18)的传送器坐标系(X_{con})来校准机器人(12)的机器人坐标系(X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool}),所述机器人系统包括:所述机器人(12)、所述传送器构件(18)以及传感器(24),所述传感器(24)被配置为以非接触的方式检测所述机器人(12)的位置,所述控制系统(16)包括数据处理设备(26)和存储器(28),所述存储器具有存储在其上的计算机程序,所述计算机程序包括程序代码,其中,当通过所述数据处理设备(26)执行所述程序代码时,使得所述数据处理设备(26)来执行以下步骤:

当所述传送器构件(18)被定位在第一操作位置处时,控制所述传感器(24)检测在所述传感器(24)的传感器坐标系(X_{sen})中的所述机器人(12)的位置;

当所述传送器构件(18)被定位在与所述第一操作位置不同的第二操作位置处时,控制所述传感器(24)检测在所述传感器坐标系(X_{sen})中的所述机器人(12)的位置和/或所述传送器构件(18)的位置;以及

基于所述机器人(12)在所述传感器坐标系(X_{sen})中的检测到的至少一个位置,确定所

述机器人坐标系(X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool})与所述传送器坐标系(X_{con})之间的关系。

机器人传送器校准方法、机器人系统以及控制系统

技术领域

[0001] 本公开大体上涉及利用可移动传送器构件的传送器坐标系将机器人的机器人坐标系校准。尤其是,提供了用于通过使用非接触传感器来进行此类校准的方法、用于此类校准的包括机器人、传送器和非接触传感器的机器人系统、以及用于此类校准的控制系统。

背景技术

[0002] 将机器人校准到传送器可以是繁琐且困难的操作,然而该操作也是非常重要的。例如,在取放机器人系统中,拾取准确度(即,当从传送器的移动传送器构件拾取对象时机器人的定位准确度)是完全取决于在机器人的位置和传送器构件之间的关系被良好地建立。

[0003] 现有使用的用于将机器人校准到传送器构件的最通常的过程是以手动执行系统的校准步骤。然而,该过程需要专业技术(例如,知识和经验)并且耗费时间。当机器人工具中心点(TCP)必须高精度地被点动(jogged)到被记录的不同参考点时,具有良好的准确度还需要手动技术。

[0004] US2017066133A1公开了坐标系设置方法,该坐标系设置方法被配置为设置与机器人的基座坐标系具有预定义的关系的传送器坐标系,作为用于限定在传送器上的对象的位置的坐标系,在系统中具有配置:其中通过传送器传送的对象的位置被检测,并且机器人基于检测到的位置对相应的对象执行工作。该方法使用了在传送器的可移动部分上的多个特征以及在机器人上提供的非接触传感器。

[0005] W00045229A1公开了一种装置和方法,用于使用结合了任何移动系统参数的速度分量的动态准牛顿算法,启用针对机械系统的未校准的、与模型无关的控制器。

[0006] W02015121767A1公开了一种用于机器人系统的自动校准方法,该方法包括:校准传感器和传感器坐标系的固有参数;在校准后的传感器的引导下控制机器人;以及相对于机器人的工具中心点坐标系,计算工具坐标系的变换矩阵。

[0007] US2012229620A1公开了一种图像处理设备,该图像处理设备包括管理单元、更新单元、识别单元和发送单元。

发明内容

[0008] 本公开的一个目标是提供一种方法,该方法用于利用可移动传送器构件的传送器坐标系来校准机器人的机器人坐标系,该方法使校准能够是简单、快速、自动化和/或准确的。

[0009] 本公开的进一步目标是提供机器人系统,其配置为执行解决上述目标的此类校准。

[0010] 本公开的其他进一步目标是提供控制系统,其配置为控制解决上述目标的此类校准。

[0011] 根据一个方面,存在提供了用于利用可移动传送器构件的传送器坐标系来校准机

机器人的机器人坐标系的方法。该方法包括提供传感器,该传感器被配置为以非接触的方式检测机器人的位置;当传送器构件被定位在第一操作位置处时,通过传感器在传感器的传感器坐标系中检测机器人的位置;当传送器构件被定位在与第一操作位置不同的第二操作位置处时,通过传感器在传感器坐标系中检测机器人的位置和/或传送器构件的位置;以及基于机器人在传感器坐标系中的至少一个检测到的位置,确定在机器人坐标系和传送器坐标系之间的关系。

[0012] 传送器构件可以由传送器包括。传送器构件可以被布置为将对象传送到机器人的工作范围之内(或之内)。作为一个示例,传送器构件可以通过线性传送器构件被构成(例如,传送带)。备选地,传送器构件可以通过环形传送器构件被构成。

[0013] 传送器构件可以从第一位置被移动到第二位置,反之亦然。传送器构件不必须停止在第一操作位置和第二操作位置处。根据一个变型,传送器构件连续地移动(例如低速)穿过第一操作位置和第二操作位置。然而根据一个变型,传送器构件停止在第一操作位置和第二操作位置的一处或两处。当相同的位置被检测时,机器人还可以是固定的或不是固定的。

[0014] 传感器可以是任何类型的用于以非接触的方式检测机器人的位置的传感器。例如,传感器可以通过视觉传感器来构成,诸如:二维(2D)或三维(3D)视觉传感器(例如相机)。传感器可以备选地通过雷达被构成。

[0015] 如本文所使用的,检测到的位置可以具有平移分量(例如,x、y和z偏移量)。选择性地,检测到的位置也具有定向分量(例如,三个欧拉角度)以指示检测到的位置的定向(例如,工具或标记的定向)。

[0016] 通过提供传感器以非接触的方式检测机器人的位置,与将传感器附加到机器人相比,传感器简化的安装和简化的移除被成为可能。例如,配置为以非接触的方式检测机器人的位置的传感器的供应可以包括简单地将传感器放置在传送器构件或固定件结构上(诸如:在传送器的固定件部分上,或在地板上的固定件结构上)。传感器的简单安装和简单移除有助于加快机器人系统的校准过程以及减少机器人系统的停机时间。

[0017] 在传感器被定位在固定件结构上的情形中(例如,在传送器构件的外侧),在机器人系统的操作期间传感器可以保持在此位置处。因此,在停止机器人系统的操作之后,进一步的校准过程可以迅速地被启动。

[0018] 机器人可以包括工具,并且机器人的位置可以是工具的位置。针对工业机器人,工具在机器人坐标系中的位置基本上是已知的。然而,机器人的位置可以是任何可以通过传感器被识别的、并且具有在机器人坐标系中已知的或可计算位置的位置。例如,标记可以被附加到机器人以限定将通过传感器被检测的机器人的位置。

[0019] 该方法还可以包括:当传送器构件在第一操作位置时和/或当传送器构件在第二操作位置时,通过传感器在传感器坐标系中检测在不同姿态中的机器人的位置。例如,当传送器构件被定位在第一操作位置处时,传感器可以检测机器人的两个姿态,以及当传送器构件被定位在第二操作位置处时,传感器可以检测机器人的一个姿态。在这种状况中,机器人可以在传送器构件从第一操作位置移动到第二操作位置之前从第一姿态移动到第二姿态。作为进一步的示例,当传送器构件被定位在第一操作位置处时,传感器可以仅检测机器人的第一姿态,并且当传送器构件被定位在第二操作位置处时,传感器可以仅检测机器人

的第二姿态。

[0020] 传感器可以被定位在传送器构件上,并且该方法可以包括:当传送器构件被定位在第一操作位置处时、以及当传送器构件被定位在第二操作位置处时,通过传感器在传感器坐标系中检测机器人的位置。例如,传感器可以简单地被放置在传送器构件上或被固定至传送器构件(例如,通过使用夹具)。在这种情形中,确定在机器人坐标系和传送器坐标系之间的关系步骤可以是基于在传感器坐标系中检测到的机器人的两个位置(即,在传送器构件的第一操作位置和传送器构件的第二操作位置中)。

[0021] 该方法还可以包括:基于机器人在传感器坐标系中的检测到的位置,确定在机器人坐标系中传送器构件的移动方向;以及基于传送器构件的所确定的移动方向,确定在机器人坐标系和传送器坐标系之间的关系。例如,如果传感器被定位在线性传送器构件上,并且传送器构件从第一操作位置被移动到第二操作位置,传感器的移动可以通过向量被限定,该向量和传送器构件的移动方向平行。如果传送器构件通过环形传送器构件被构成,则传送器构件的移动方向可以基于在传送器构件的三个不同操作位置中检测到的机器人的位置而被确定。传送器构件的移动方向可以先在传感器坐标系中被确定,然后在机器人坐标系中被确定。

[0022] 该方法可以被使用于校准沿着传送器构件数个机器人。在这种状况中,该方法还可以包括:将传送器构件从第二操作位置移动到第三操作位置;当传送器构件被定位在第三操作位置处时,通过传感器在传感器坐标系中检测第二机器人的位置;将传送器构件从第三操作位置移动到第四操作位置;当传送器构件被定位在第四操作位置处时,通过传感器在传感器坐标系中检测第二机器人的位置;以及基于在传感器坐标系中检测到的第二机器人的位置(即,基于当传送器构件被定位在第三操作位置处时的第二机器人的至少一个位置,以及基于当传送器构件被定位在第四操作位置处时的第二机器人的至少一个位置),确定在第二机器人的机器人坐标系和传送器坐标系之间的关系。如在传送器构件的移动方向中所见的,第三操作位置可以是第二操作位置的下游,以及第四操作位置可以是第三操作位置的下游。

[0023] 在传感器坐标系和传送器坐标系之间的关系可以是预先已知的。备选地,其可以例如在校准期间被检测或被设置。当传送器构件的位置不通过传感器被记录时,这可以是有用的(例如,当传感器被布置为只面向机器人时)。

[0024] 传感器可以进一步地被配置为以非接触的方式检测传送器构件的位置。因此,传感器可以被定位在传送器构件上,以面向机器人和传送器构件两者。在这种状况中:当传送器构件被定位在第一操作位置处时,传感器可以检测机器人的位置;当传送器构件被定位在第二操作位置处时,传感器可以检测机器人的位置;以及当传送器构件被定位在第一操作位置、第二操作位置处时、或被定位在任何其他操作位置处时,传感器可以检测传送器构件的位置。

[0025] 该方法还可以包括:通过传感器在传感器坐标系中检测传送器构件的位置;以及基于传送器构件的在传感器坐标系中检测到的位置,确定在传感器坐标系和传送器坐标系之间的关系。

[0026] 至少一个校准标记可以被提供在传送器构件上,该校准标记被用于传送器构件的位置的检测。在传送器坐标系中的至少一个校准标记的位置可以是预先已知的。备选地,其

可以在例如校准期间被检测或被设置。

[0027] 传感器可以被定位在固定件结构上,以便传送器构件相对于传感器移动,以及该传感器可以进一步地被配置为以非接触的方式检测传送器构件的位置。因此,传感器可以被定位在固定件结构上,来面对机器人和传送器构件两者。在这种状况中,确定在机器人坐标系和传送器坐标系之间的关系步骤可以仅基于在传感器坐标系中检测到的机器人的一个位置(即,当传送器构件被定位在第一操作位置、第二操作位置处时、或被定位在任何其他操作位置处时)。

[0028] 固定件结构可以是例如通过传送器的固定件部分或通过地板上的固定件结构构成的(诸如架子或桌子),传感器被定位在其上。根据本公开的固定件结构也可以通过移动设备来被构成,当执行校准方法时该移动设备被保持固定。至少一个校准标记可以被提供在传送器构件上,该校准标记被用于传送器构件的位置的检测。

[0029] 该方法还可以包括:当传送器构件被定位在第一操作位置处时,通过传感器在传感器坐标系中检测至少一个校准标记的位置;当传送器构件被定位在第二操作位置处时,通过传感器在传感器坐标系中检测至少一个校准标记的位置;基于在传感器坐标系中检测到的至少一个校准标记的位置,确定在机器人坐标系中传送器构件的移动方向;以及基于所确定的传送器构件的移动方向,确定在机器人坐标系和传送器坐标系之间的关系。在传送器坐标系中的至少一个校准标记的位置可以是预先已知的。备选地,其可以在例如校准期间被检测或被设置。

[0030] 如果传送器构件通过线性传送器构件被构成,传送器构件的移动方向可以基于在传送器构件的两个不同的操作位置中检测到的至少一个校准标记的位置被确定。如果传送器构件通过环形传送器构件构成,传送器构件的移动方向可以基于在传送器构件的三个不同的操作位置中检测到的至少一个校准标记的位置被确定。

[0031] 根据进一步的方面,提供了机器人系统,该机器人系统包括:至少一个机器人、可移动的传送器构件以及传感器,该传感器被配置为以非接触的方式检测机器人的位置。机器人系统可以被配置为执行根据本公开的任何方法。机器人系统可以包括沿着传送器构件工作(例如,通过拾取对象)的多个机器人。机器人系统的一个或多个机器人、传送器构件以及传感器可以是根据本公开的任何类型的。

[0032] 根据进一步的方面,提供了控制系统,该控制系统用于利用在机器人系统中的可移动传送器构件的传送器坐标系,来校准机器人的机器人坐标系,该机器人系统包括:机器人、传送器构件和传感器,该传感器配置为以非接触的方式检测机器人的位置,该控制系统包括:数据处理设备以及存储器,存储器具有存储在其上的计算机程序,计算机程序包括程序代码,其中当通过数据处理设备执行该程序代码时,引起数据处理设备执行以下步骤:当传送器构件被定位在第一操作位置处时,控制传感器以检测在传感器的传感器坐标系中的机器人的位置;当传送器构件被定位在与第一操作位置不同的第二操作位置处时,控制传感器以检测在传感器坐标系中的机器人和/或传送器构件的位置;以及基于机器人在传感器坐标系中的检测到的至少一个位置,确定在机器人坐标系和传送器坐标系之间的关系。控制系统因此提供了用于自动且无接触的校准方法。

附图说明

[0033] 通过以下结合附图的实施例,本公开进一步的细节、优点和方面将变得显而易见,其中

[0034] 图1a示意性地示出了根据第一实施例的机器人系统的透视视图,其中传送器构件被定位在第一操作位置处;

[0035] 图1b示意性地示出了在图1a中的机器人系统的透视视图,但是其中传送器构件被定位在第二操作位置处;

[0036] 图2a示意性地示出了根据第二实施例的机器人系统的透视视图,其中传送器构件被定位在第一操作位置处;

[0037] 图2b示意性地示出了在图2a中的机器人系统的透视视图,但是其中传送器构件被定位在第二操作位置处;

[0038] 图3示意性地示出了根据第一实施例的又一机器人系统的透视视图;

[0039] 图4示意性地示出了根据第二实施例的又一机器人系统的透视视图;

[0040] 图5a示意性地示出了根据第三实施例的机器人系统的透视视图,其中传送器构件被定位在第一操作位置处;以及

[0041] 图5b示意性地示出了在图5a中的机器人系统的透视视图,但是其中传送器构件被定位在第二操作位置处。

具体实施方式

[0042] 在下文中,使用非接触传感器的机器人-传送器校准方法、用于此校准的包括机器人、传送器和非接触传感器的机器人系统、以及用于此校准的控制系统将被描述。相同的附图标记将被使用于标注相同的或相似的结构特征。

[0043] 图1a和图1b示意性地示出了根据第一实施例的机器人系统10的透视视图。机器人系统10包括:机器人12、传送器14以及控制系统16。

[0044] 传送器14包括可移动传送器构件18,在此如传送带作为示例。在机器人系统10的操作中,传送器构件18在移动方向20中将对象(未示出)传送到机器人12的工作区域中,其中一个或多个对象通过机器人12被处置。可以通过机器人12执行的处理操作的一个示例是拾取操作。机器人12可以因此将对象从传送器构件18拾取并且将对象放置在放置地点(未示出)。即使机器人12被图示为铰接机器人,但机器人12可以是任何类型的。作为一个示例,机器人12可以备选地由FlexPicker®机器人构成。

[0045] 在图1a中示例的机器人12包括三个机器人坐标系:基座坐标系 X_{base} 、工具坐标系 X_{tool} 、以及安装接口坐标系 X_{mi} 。基座坐标系 X_{base} 是其原点在机器人12的基座处的笛卡尔坐标系。工具坐标系 X_{tool} 是其原点在机器人12的工具22(在此示例为具有单个吸盘的真空夹持器)处的笛卡尔坐标系。安装接口坐标系 X_{mi} 是其原点在工具22的安装接口处的笛卡尔坐标系。根据本公开,机器人12的基座坐标系 X_{base} 、工具坐标系 X_{tool} 、安装接口坐标系 X_{mi} 、或任何其他坐标系可以被使用作为机器人12的机器人坐标系,其被用于利用传送器构件18的传送器坐标系 X_{con} 校准。传送器坐标系 X_{con} 也是笛卡尔坐标系,并且其原点在传送器构件18上。

[0046] 当机器人12在一个或多个对象上执行处置操作时,重要的是机器人12的机器人坐标系 X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool} 以及传送器构件18的传送器坐标系 X_{con} 是被良好地校准的。通过良好的

校准,在传送器坐标系中限定的位置(诸如在传送器构件18上的对象的位置)可以在机器人坐标系 X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool} 中被准确地限定。因此,通过机器人12在传送器构件18上的对象上执行的处置操作的精准度可以被提升,其中转而使机器人12能够去执行更复杂的和/或更迅速的任务。作为进一步的结果,机器人系统10故障的风险可以被降低。

[0047] 机器人系统10还包括传感器24。传感器24是非接触性传感器并且可以例如通过2D或3D视觉传感器(例如相机)构成。笛卡尔传感器坐标系 X_{sen} 被关联于传感器24。

[0048] 第一实施例的传感器24被定位在传送器构件18上。如在图1a中可见的,传感器24竖直向上地被定向。因此,传感器24被配置为以非接触的方式检测机器人12的位置。位置检测可以通过任何已知的测量技术来完成。在图1a中,传感器24被配置为检测机器人12的工具22的位置作为机器人12的位置。

[0049] 根据第一实施例,用于利用传送器坐标系 X_{con} 来校准机器人坐标系 X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool} 的方法现在将被描述。首先,传感器24被放置在面向机器人12的传送器构件18上。在图1a中,传送器构件18被定位在第一操作位置处。当传送器构件18被定位在第一操作位置处时,传感器24检测在传感器坐标系 X_{sen} 中的工具22的位置。换句话说,在工具22和传感器24之间的变换被测量。当传送器构件18被定位在第一操作位置处时,工具22的位置针对机器人12的至少一个姿态被检测。

[0050] 然后,如在图1b中被图示的,传送器构件18(及其上的传感器24)在移动方向20中从第一操作位置被移动到第二操作位置。当传送器构件18被定位在第二操作位置处时,传感器24检测工具22在传感器坐标系 X_{sen} 中的进一步位置。针对此检测,机器人12可以是如在图1a中的相同的姿态,或者可以是不同的姿态。在图1a和图1b的示例中,当传送器构件18被定位在第一操作位置处以及被定位在第二操作位置处时,机器人12保持在相同的姿态中。

[0051] 来自通过传感器24收集的数据,传送器构件18的移动方向20可以被确定,但在机器人12和传送器构件18之间的关系不能被确定。传感器24在空间中的相对位置可以被用于寻找移动方向20。传感器24在空间中的两点可以被用于构造向量,移动方向20可以从该向量被确定。

[0052] 例如,移动向量可以在机器人坐标系 X_{tool} 中被如下计算和表达。令机器人12针对第一操作位置和第二操作位置具有相同的姿态。将在传送器构件18的第一操作位置处的所测量的工具22的位置倒置。这将给出传感器24在机器人坐标系 X_{tool} 中的第一位置。将在传送器构件18的第二操作位置处的所测量的工具22的位置倒置。这将给出平移的传感器24在机器人坐标系 X_{tool} 中的位置。将该两位置相减来得到在机器人坐标系 X_{tool} 中表达的移动向量。

[0053] 为了得到在传感器24和传送器构件18之间的最终变换,在传感器24和传送器构件18之间的变换可以是预先已知的。备选地,其可以在例如校准期间被检测或被设置。一旦校准被完成,传感器24可以从传送器构件18移除,并且机器人系统10是准备好用于操作的。

[0054] 通过使用根据第一实施例的校准方法,所有校准步骤可以被自动化,并且在没有依赖手动技术或专业技术的情况下,校准准确度将会是高的。与将传感器24安装在机器人12的工具22上相比,简单地将传感器24放置在传送器构件18上也是更容易的。

[0055] 针对校准,传送器构件18可以被移动到用于通过传感器24检测机器人12的进一步

位置的进一步操作位置。在传送器构件18的每个操作位置处,传感器24可以检测机器人12的多于一个的位置(例如,机器人12的不同姿态)。如果机器人12的数个姿态在传送器构件18的一个操作位置处被检测,则来自安装接口坐标系 X_{mi} 的工具坐标系 X_{tool} 的变换可以被计算作为额外结果。

[0056] 来自安装接口坐标系 X_{mi} 的工具坐标系 X_{tool} 的变换可以不总是已知的。工具22基本上是针对机器人12将执行的应用而被定制的(例如拾取奶酪)。工具22的尺寸以及工具22的位置(X_{tool})针对不同的用户情景将是不同的。然而机器人12的尺寸(包括安装接口的位置 X_{mi})基本上是预先已知的。

[0057] 然而,可以通过令传感器24针对机器人12的多个(例如至少两个)不同姿态来寻找工具22的位置(X_{tool}),从而找到该变换。由于已知机器人12的姿态,并且通过使用由传感器24找到的数据,来自工具22的安装接口坐标系 X_{mi} 的工具坐标系 X_{tool} 的变换可以被计算。来自安装接口坐标系 X_{mi} 的工具坐标系 X_{tool} 的变换 X_{mt} 可以被如下计算。

$$[0058] \quad X_{tooli} X_{mt} X_{mii}^{-1} = X_{toolj} X_{mt} X_{mij}^{-1} \quad (1)$$

[0059] 其中 X_{tooli} 是 X_{tool} 的第*i*次测量的位置、 X_{toolj} 是 X_{tool} 的第*j*次测量的位置、 X_{mii} 是安装接口 X_{mi} 的第*i*次位置、 X_{mij} 是安装接口 X_{mi} 的第*j*次位置,以及*i*和*j*是正整数。

[0060] 控制系统16控制传感器24和传送器构件18。在此示例中,控制系统16还控制机器人12。控制系统16被配置为控制传感器24、传送器构件18以及机器人12,来执行如本文中所述的校准方法。

[0061] 控制系统16包括数据处理设备26(例如中央处理单元,CPU)和存储器28。计算机程序被存储在存储器28中。在第一实施例中,计算机程序可以包括程序代码,其中当通过数据处理设备26执行该程序代码时,导致数据处理设备26:当传送器构件18被定位在第一操作位置处时控制传感器24以检测机器人12在传感器坐标系 X_{sen} 中的位置;控制传送器构件18从第一操作位置移动到第二操作位置;当传送器构件18被定位在第二操作位置处时控制传感器24以检测机器人12在传感器坐标系 X_{sen} 中的位置;以及基于在传感器坐标系 X_{sen} 中检测到的机器人12的位置确定在机器人坐标系 X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool} 和传送器坐标系 X_{con} 之间的关系。根据本公开,计算机程序也可以包括计算机代码,其中当通过数据处理设备26执行计算机代码时,使数据处理设备26根据本公开来控制传送器构件18、传感器24以及机器人12(和可能的其他机器人)。控制系统16是与传送器构件18、传感器24以及机器人12(以及可能的其他机器人)信号通信的。

[0062] 图2a和图2b示意性地示出了根据第二实施例的机器人系统10的透视视图。关于第一实施例的主要区别将被描述。

[0063] 第二实施例的传感器24也被定位在传送器构件18上。如可以在图2a中所见的,传感器24被关于水平面稍微向上地成角度,并且面向传送器构件18和机器人12两者。因此,传感器24被配置为检测机器人12的位置和检测传送器构件18的位置。

[0064] 校准标记30被提供在传送器构件18上。因此传感器24可以检测传送器构件18在传感器坐标系 X_{sen} 中的位置。校准标记30可以是在传送器构件18上的任何类型的特征,该任何类型的特征是通过传感器24可被识别的。校准标记30可以被永久地提供在传送器构件18上

(例如涂画的标记) 或可以被临时提供在传送器构件18 (例如附接的棱锥) 上。

[0065] 根据第二实施例, 利用传送器坐标系 X_{con} 来校准机器人坐标系 X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool} 的方法现将被描述。传感器24首先被放置在传送器构件18上、面向传送器构件18和机器人12两者。在图2a中, 传送器构件18被定位在第一操作位置处。当传送器构件18被定位在第一操作位置处时, 传感器24在传感器坐标系 X_{sen} 中检测工具22的位置和校准标记30的位置。换句话说, 在工具22和传感器24之间的变换以及在校准标记30和传感器24之间的变换被测量。根据这些变换, 在校准标记30和工具22之间的变换可以被找到。当传送器构件18被定位在第一操作位置处时, 工具22的位置被检测用于机器人12的至少一个姿态。

[0066] 然后, 如在图2b中图示的, 传送器构件18 (以及其上的传感器24) 在移动方向20中从第一操作位置被移动到第二操作位置。当传送器构件18被定位在第二操作位置处时, 传感器24在传感器坐标系 X_{sen} 中检测工具22的进一步位置。针对此检测, 机器人12可以是如在图2a中的相同的姿态中, 或可以是在不同的姿态中。当传送器构件18在第二操作位置或任何其他操作位置时, 传感器24可以备选地检测校准标记30的位置。

[0067] 通过传感器24所收集的来自工具22的数据, 移动方向20可以如上文所描述地被确定。在传送器坐标系 X_{con} 中的校准标记30的位置可以是预先已知的, 以得到在工具22和传送器构件18之间的最终变换。备选地, 其可以在例如校准期间被检测或被设置。

[0068] 通过使用根据第二实施例的校准方法, 所有校准步骤可以被自动化, 并且在没有依赖手动技术或专业技术的情况下, 校准准确度将会是高的。与将传感器24安装在机器人12的工具22上相比, 简单地将传感器24放置在传送器构件18上也是更容易的。

[0069] 图3示意性地示出了根据第一实施例的又一机器人系统10的透视视图, 以及图4示意性地示出了根据第二实施例的又一机器人系统10的透视视图。结合参考图3和图4, 机器人系统10包括两个机器人, 第一机器人12和第二机器人32。

[0070] 在图3和图4中的第一实施例和第二实施例的变型的校准方法的每个校准方法包括: 将传送器构件18从第二操作位置移动到第三操作位置; 当传送器构件被定位在第三操作位置处时, 通过传感器24在传感器坐标系 X_{sen} 中检测第二机器人32的位置; 将传送器构件18从第三操作位置处移动到第四操作位置; 当传送器构件被定位在第四操作位置处时, 通过传感器24在传感器坐标系 X_{sen} 中检测第二机器人32的位置; 以及基于在传感器坐标系 X_{sen} 中检测到的第二机器人32的位置, 确定在第二机器人32的机器人坐标系 X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool} 和传送器坐标系 X_{con} 之间的关系。图3图示了处于第二操作位置中的传送器构件18, 以及图4图示了处于第三操作位置中的传送器构件18。

[0071] 因此, 利用在图3和图4中的变型, 通过在校准先前的机器人12之后, 只将具有传感器24的传送器构件18向前移动至下一个机器人32, 沿着相同的传送器构件18的数个机器人可以被校准。此校准过程是非常简便且快速的。

[0072] 图5a和图5b示意性地示出了根据第三实施例的机器人系统10的透视视图。相应于第一实施例和第二实施例的主要区别将会被描述。

[0073] 第三实施例的传感器24被定位在固定件结构34上。在图5a的示例中, 固定件结构34由在地板上的架子被实现。如可以在图5a中所见的, 传感器24被面向机器人12和传送器构件18两者, 以便其上的校准标记30可以被看见。因此, 传感器24被配置为检测机器人12的位置以及检测传送器构件18的位置。固定件结构34可以备选地被附加到墙壁或可以通过传

送器14的固定件部分来被构成。

[0074] 根据第三实施例,利用传送器坐标系 X_{con} 来校准机器人坐标系 X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool} 的方法现将被描述。传感器24被放置在传送器构件18的外侧,面向传送器构件18的上层和机器人12两者。在图5a中,传送器构件18被定位在第一操作位置处。当传送器构件18被定位在第一操作位置处时,传感器24在传感器坐标系 X_{sen} 中检测工具22的位置和校准标记30的位置。换句话说,在工具22和传感器24之间的变换以及在校准标记30和传感器24之间的变换被测量。根据这些变换,在校准标记30和工具22之间的变换可以被找到。当传送器构件18被定位在第一操作位置处时,工具22的位置被检测用于机器人12的至少一个姿态。

[0075] 然后,在图5b中被图示的,传送器构件18(而不是传感器24)在移动方向20中从第一操作位置被移动到第二操作位置。当传送器构件18被定位在第二操作位置处时,传感器24在传感器坐标系 X_{sen} 中检测校准标记30的进一步位置。

[0076] 根据通过传感器24收集的校准标记30的数据,移动方向20可以被确定。校准标记30的在空间中的相对位置被使用于寻找移动方向20。例如,移动向量可以在机器人坐标系 X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool} 中被计算和表达为如下。校准标记30在传感器坐标系 X_{sen} 中的位置被减去,以得到在传感器坐标系 X_{sen} 中的移动向量。因为机器人12在(现在固定了)传感器坐标系 X_{sen} 中的位置已经被测量,所以该移动向量可以从传感器坐标系 X_{sen} 被变换到机器人坐标系 X_{base} 、 X_{mi} 、 X_{tool} 。校准标记30在传送器坐标系 X_{con} 中的位置可以是预先已知的,以得到在工具22和传送器构件18之间的最终变换。备选地,其可以在例如校准期间被检测或被设置。

[0077] 当传送器构件18被定位在第二操作位置处、或任何其他操作位置时,传感器24可以备选地或附加地检测工具22的位置。针对此检测,机器人12可以要么是在相同于在图5a中的姿态、或是在不同的姿态中。

[0078] 通过使用根据第三实施例的校准方法,所有校准步骤可以被自动化,并且在没有依赖手动技术或专业技术的情况下,校准准确度将会是高的。第三实施例也具有传感器24可以被放置在任何适合的其可以“看见”传送器构件18和机器人12两者的位置的优势。

[0079] 尽管已经参考示例性实施例描述了本公开,但是应当意识到,本发明不限于上文已经描述的内容。例如,应当意识到,零件的尺寸可以根据需要改变。因此,本发明旨在仅由所附权利要求的范围来限制。

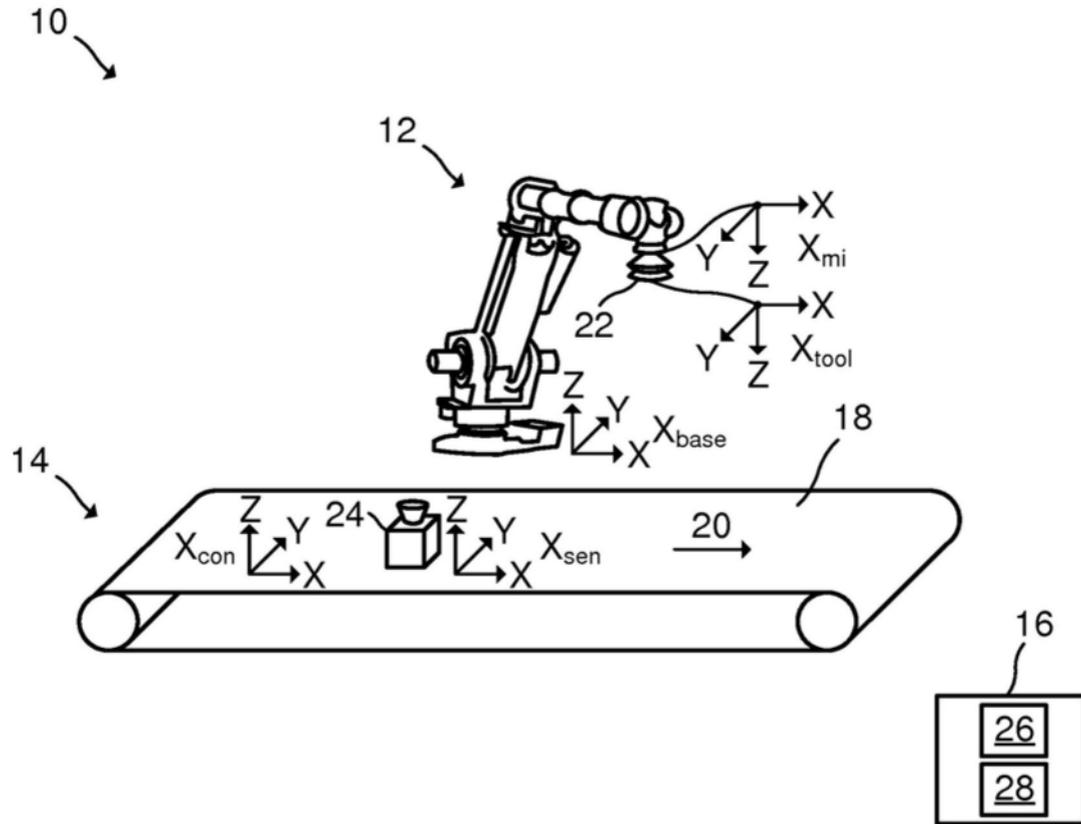


图1a

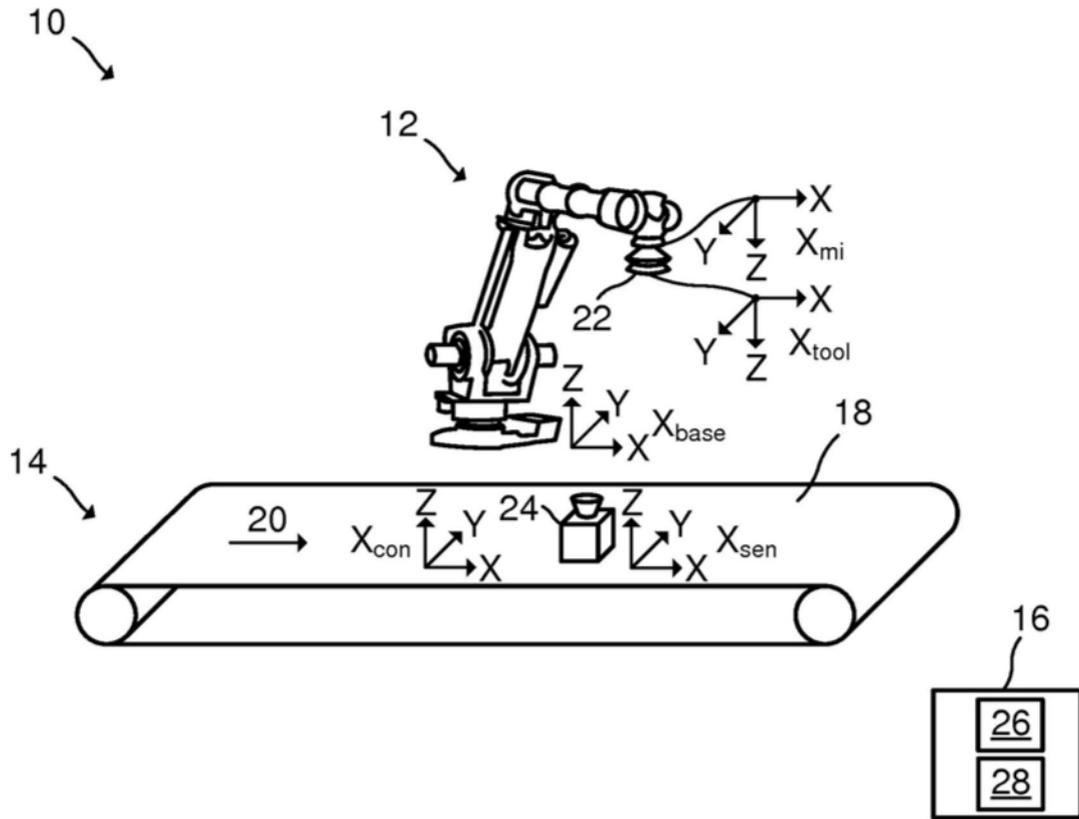


图1b

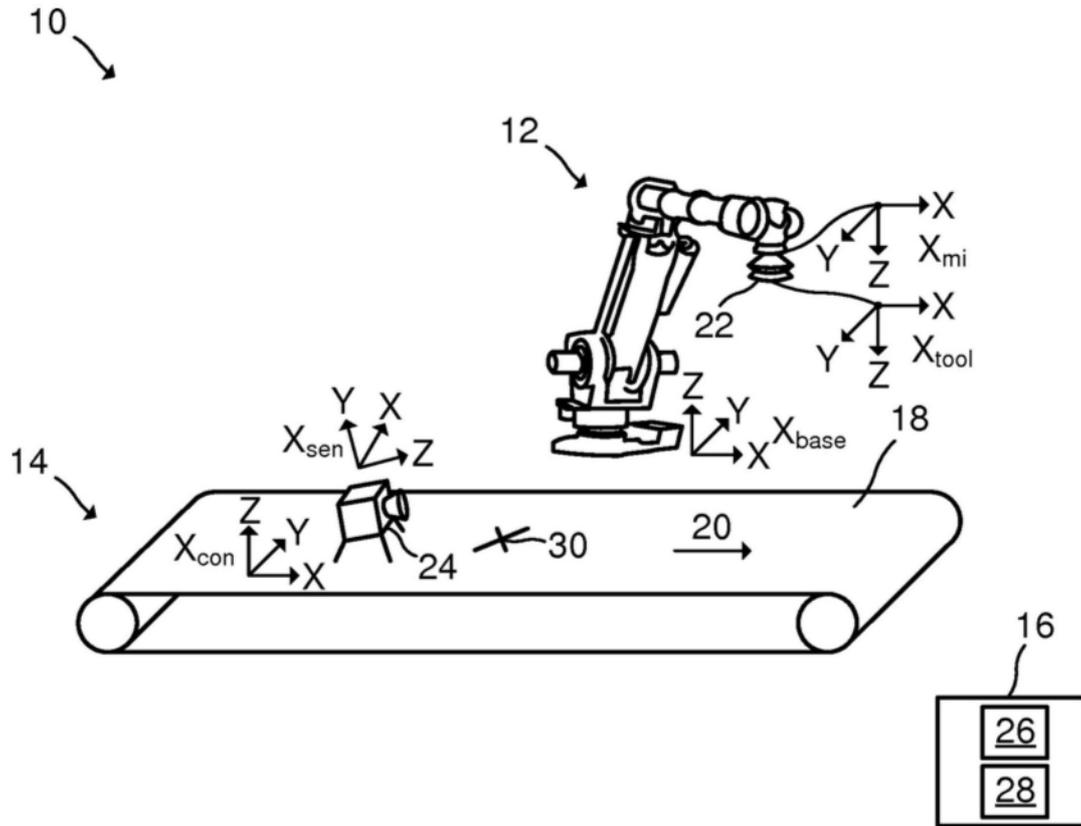


图2a

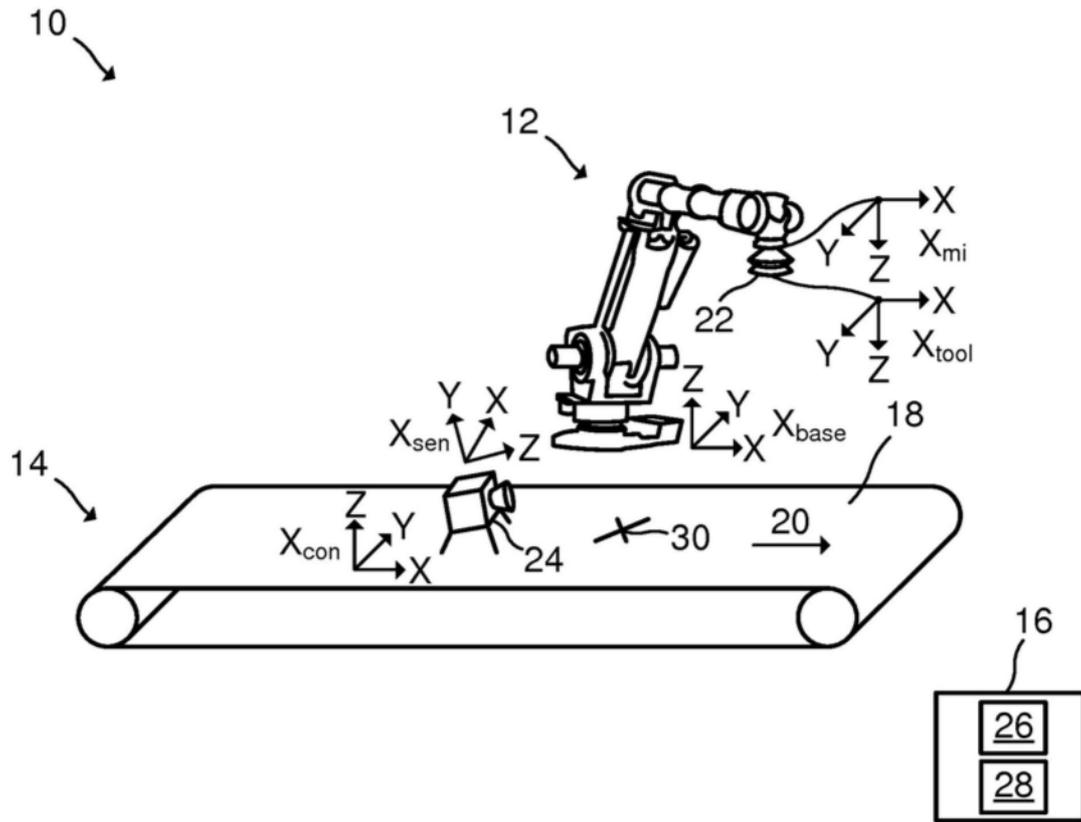


图2b

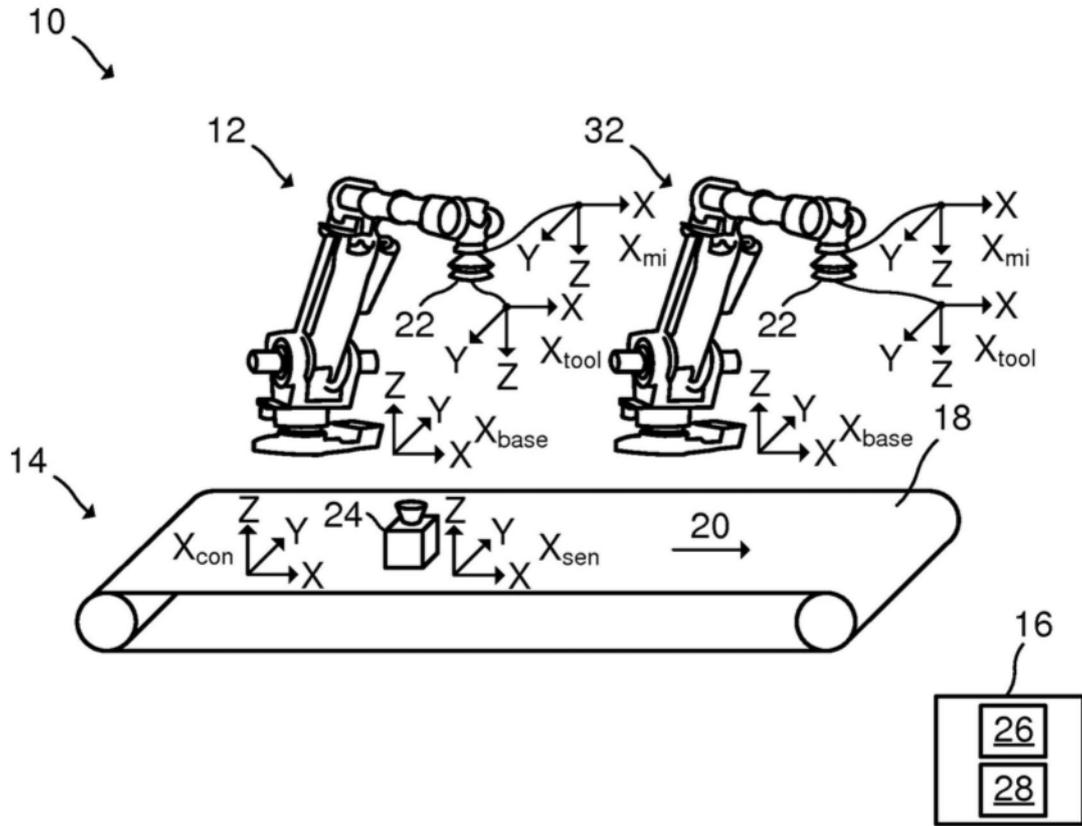


图3

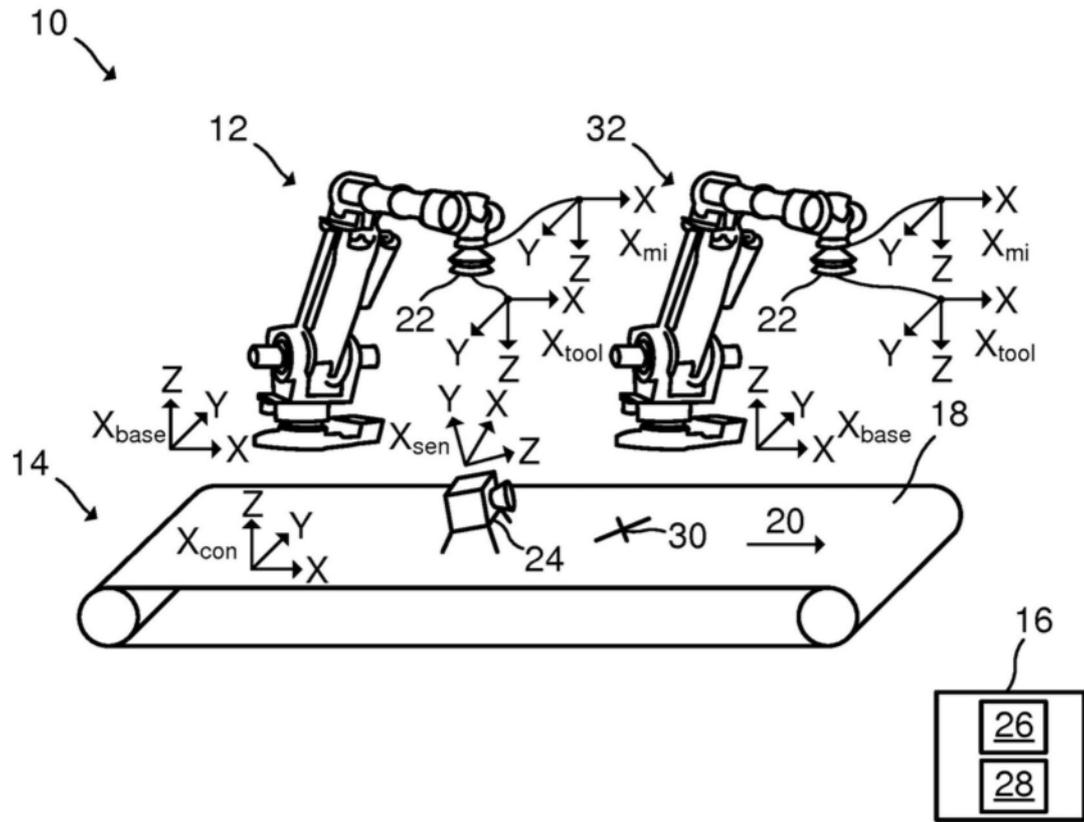


图4

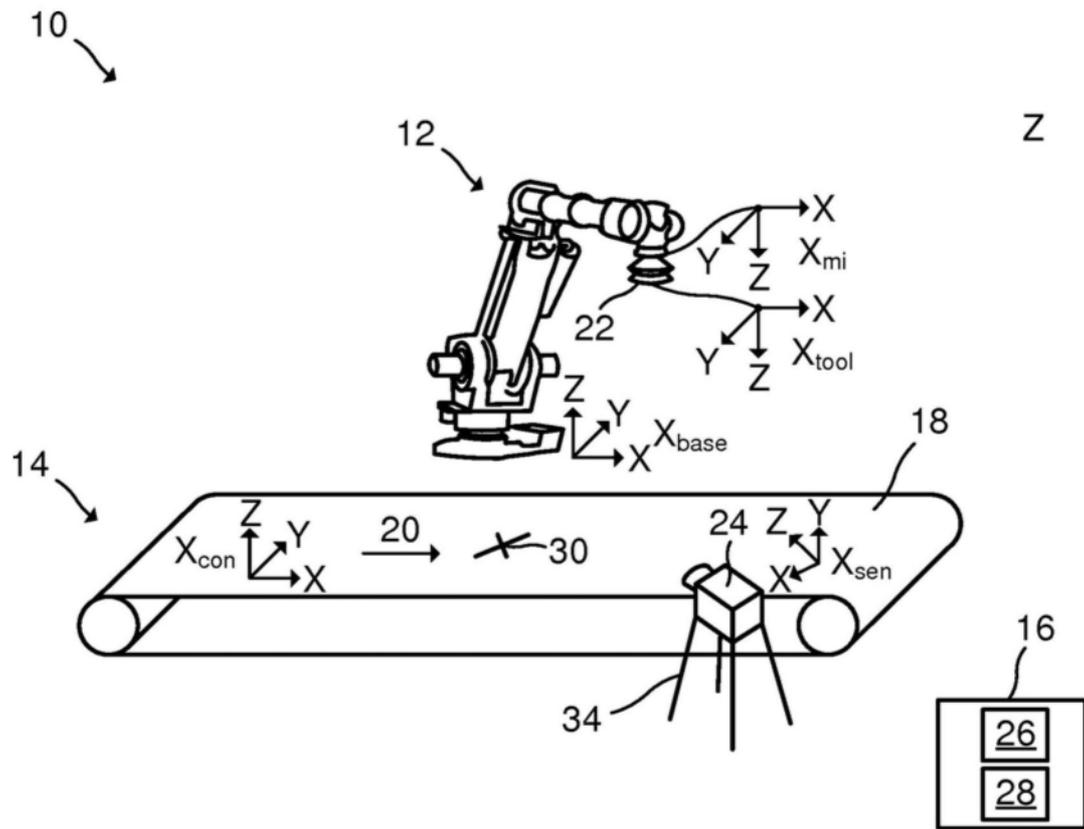


图5a

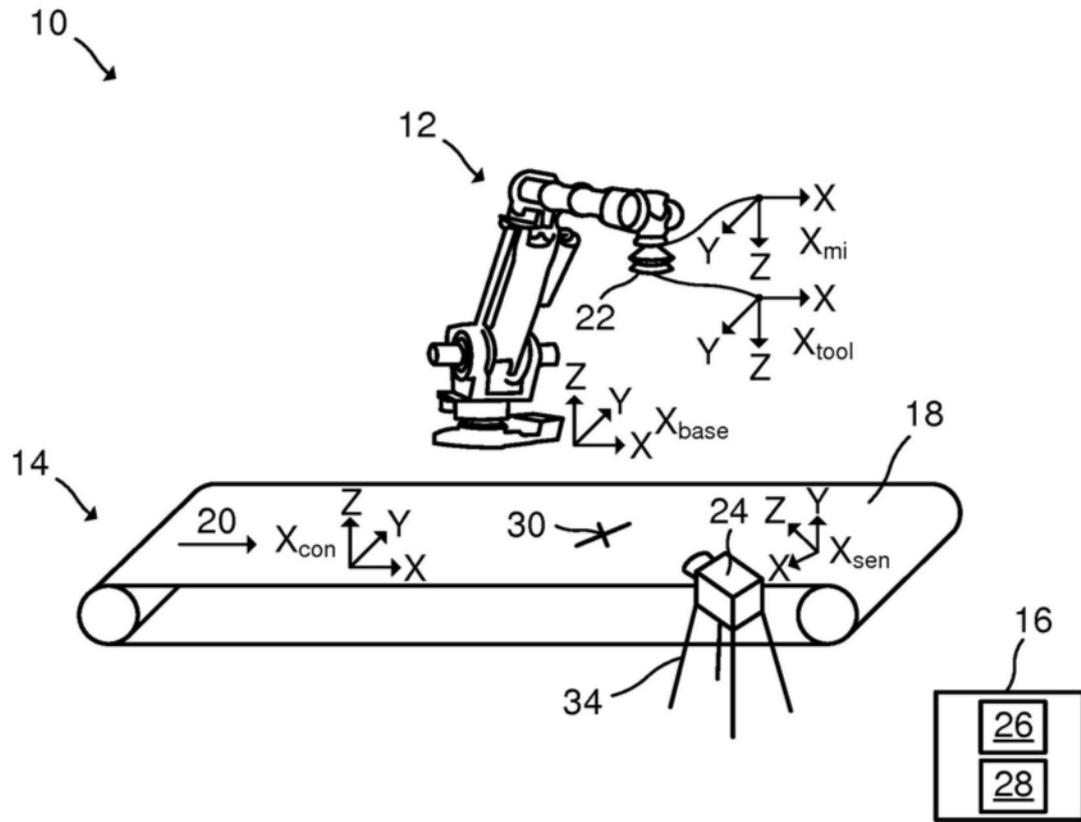


图5b