



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116133801 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 16

(21) 申请号 202180059579.7

(22) 申请日 2021.02.16

(30) 优先权数据

2020-089195 2020.05.21 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.01.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/005620 2021.02.16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/235030 JA 2021.11.25

(71) 申请人 株式会社有志

地址 日本山口县

(72) 发明人 平泉一城 目直子 原田宽

(74) 专利代理机构 北京天达共和知识产权代理

事务所(特殊普通合伙)

11586

专利代理师 张嵩 薛仑

(51) Int.Cl.

B25J 9/22 (2006.01)

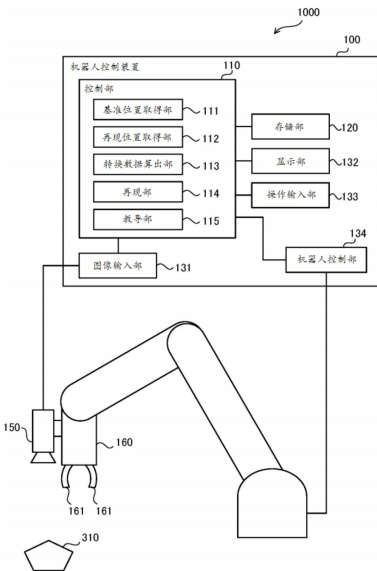
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

机器人控制系统、机器人控制装置、机器人控制方法及程序

(57) 摘要

机器人控制系统(1000)包括三维计测照相机(150)、机器人臂(160)、以及机器人控制装置(100)。三维计测照相机(150)被安装于机器人臂(160),并计测对象物体的三维位置。机器人控制装置(100)包括:基准位置取得部(111),其取得基准位置,该基准位置为教导时的对象物体的三维位置;再现位置取得部(112),其取得再现位置,该再现位置为再现时的对象物体的三维位置;转换数据算出部(113),其算出转换数据,该转换数据将基准位置取得部(111)所取得的基准位置转换为再现位置取得部(112)所取得的再现位置;以及再现部(114),其在用转换数据算出部(113)所算出的转换数据,对教导数据进行转换后,使其再现,由此来使机器人臂(160)移动。



1. 一种机器人控制系统,其包括三维计测照相机、机器人臂、以及机器人控制装置;
该机器人控制系统中,
所述三维计测照相机被安装于所述机器人臂,并计测对象物体的三维位置;
所述机器人控制装置是通过再现被预先教导的教导数据来使所述机器人臂移动的机器人控制装置,包括:

基准位置取得部,其从所述三维计测照相机取得基准位置,该基准位置为教导时的所述对象物体的三维位置,

再现位置取得部,其从所述三维计测照相机取得再现位置,该再现位置为再现时的所述对象物体的三维位置,

转换数据算出部,其算出转换数据,该转换数据用于将所述基准位置取得部所取得的基准位置转换为所述再现位置取得部所取得的再现位置,以及

再现部,其在用所述转换数据算出部所算出的转换数据对所述教导数据进行转换后,使其再现,由此来使所述机器人臂移动。

2. 如权利要求1所述的机器人控制系统,其中,

所述机器人控制装置还包括教导部,该教导部在再现到所述教导数据中的、需要从最初的教导数据进行修正的教导数据即需修正教导数据后,再次接受教导,对所述需修正教导数据进行修正。

3. 一种机器人控制装置,其通过再现被预先教导的教导数据,从而使安装有计测对象物体的三维位置的三维计测照相机的机器人臂移动;

该机器人控制装置包括:

基准位置取得部,其从所述三维计测照相机取得基准位置,该基准位置为教导时的所述对象物体的三维位置,

再现位置取得部,其从所述三维计测照相机取得再现位置,该再现位置为再现时的所述对象物体的三维位置,

转换数据算出部,其算出转换数据,该转换数据用于将所述基准位置取得部所取得的基准位置转换为所述再现位置取得部所取得的再现位置,以及

再现部,其在用所述转换数据算出部所算出的转换数据对所述教导数据进行转换后,使其再现,由此来使所述机器人臂移动。

4. 如权利要求3所述的机器人控制装置,其中,

还包括教导部,该教导部在再现到所述教导数据中的、需要从最初的教导数据进行修正的教导数据即需修正教导数据后,再次接受教导,对所述需修正教导数据进行修正。

5. 如权利要求3或4所述的机器人控制装置,其中,

还包括点群数据编辑部,该点群数据编辑部对表示所述基准位置的点群数据进行编辑;

所述基准位置取得部取得基准位置,该基准位置由所述点群数据编辑部所编辑的点群数据来表示。

6. 一种机器人控制方法,其通过再现被预先教导的教导数据,从而使安装有计测对象物体的三维位置的三维计测照相机的机器人臂移动;

该机器人控制方法包括:

基准位置取得步骤,其从所述三维计测照相机取得基准位置,该基准位置为教导时的所述对象物体的三维位置,

再现位置取得步骤,其从所述三维计测照相机取得再现位置,该再现位置为再现时的所述对象物体的三维位置,

转换数据算出步骤,其算出转换数据,该转换数据用于将在所述基准位置取得步骤中取得的基准位置转换为在所述再现位置取得步骤中取得的再现位置,以及

再现步骤,其在用所述转换数据算出步骤中算出的转换数据对所述教导数据进行转换后,使其再现,由此来使所述机器人臂移动。

7.如权利要求6所述的机器人控制方法,其中,

还包括再教导步骤,该再教导步骤在再现到所述教导数据中的、需要从最初的教导数据进行修正的教导数据即需修正教导数据后,再次接受教导,对所述需修正教导数据进行修正。

8.一种程序,其使机器人控制装置的计算机执行以下步骤,该机器人控制装置通过再现被预先教导的教导数据,从而使安装有计测对象物体的三维位置的三维计测照相机的机器人臂移动:

基准位置取得步骤,其从所述三维计测照相机取得基准位置,该基准位置为教导时的所述对象物体的三维位置,

再现位置取得步骤,其从所述三维计测照相机取得再现位置,该再现位置为再现时的所述对象物体的三维位置,

转换数据算出步骤,其算出转换数据,该转换数据用于将在所述基准位置取得步骤中取得的基准位置转换为在所述再现位置取得步骤中取得的再现位置,以及

再现步骤,其在用所述转换数据算出步骤中算出的转换数据对所述教导数据进行转换后,使其再现,由此来使所述机器人臂移动。

9.如权利要求8所述的程序,其用于使所述计算机进一步执行再教导步骤,该再教导步骤在再现到所述教导数据中的、需要从最初的教导数据进行修正的教导数据即需修正教导数据后,再次接受教导,对所述需修正教导数据进行修正。

机器人控制系统、机器人控制装置、机器人控制方法及程序

技术领域

[0001] 本发明涉及一种机器人控制系统、机器人控制装置、机器人控制方法及程序。

背景技术

[0002] 在产品的自动组装工序等中,已知一种自动地拾取部件的拾取装置。例如,在专利文献1中,公开了一种预先教导部件的位置,基于被教导的位置来拾取部件的拾取机器人。

[0003] [现有技术文献]

[0004] [专利文献]

[0005] 专利文献1:日本特开2007-319997号公报

发明内容

[0006] [发明要解决的课题]

[0007] 在专利文献1所公开的拾取机器人中,使得能够通过使多个工件(拾取对象物体)的夹持位置共通化,从而减少向拾取机器人的教导工时。但是,在该拾取机器人中,以如下情况为前提:在教导时的工件位置与基于通过该教导处理制作的教导数据进行拾取处理时(再现时)的工件位置之间,没有偏离。因此,在教导时与再现时,若工件位置发生了偏离,则无法进行适当的拾取处理。

[0008] 本发明鉴于上述实际情况而完成,其目的在于提供一种即使在教导时与再现时,对象物体的位置偏离了,也能够除去该偏离的影响的机器人控制系统、机器人控制装置、机器人控制方法及程序。

[0009] [用于解决技术课题的技术方案]

[0010] 为了达成上述目的,本发明的第1观点的机器人控制系统为一种包括三维计测照相机、机器人臂、以及机器人控制装置的机器人控制系统;

[0011] 所述三维计测照相机被安装于所述机器人臂,对对象物体的三维位置进行计测;

[0012] 所述机器人控制装置为一种通过再现预先被教导的教导数据来使所述机器人臂移动的机器人控制装置,包括:

[0013] 基准位置取得部,其从所述三维计测照相机取得基准位置,该基准位置为教导时的所述对象物体的三维位置,

[0014] 再现位置取得部,其从所述三维计测照相机取得再现位置,该再现位置为再现时的所述对象物体的三维位置,

[0015] 转换数据算出部,其算出转换数据,该转换数据用于将所述基准位置取得部所取得的基准位置转换为所述再现位置取得部所取得的再现位置,以及

[0016] 再现部,其在用所述转换数据算出部所算出的转换数据对所述教导数据进行转换后,使其再现,由此来使所述机器人臂移动。

[0017] 也可以是,使得所述机器人控制装置还包括教导部,该教导部在再现到所述教导数据中的、需要从最初的教导数据进行修正的教导数据即需修正教导数据后,再次接受教

导,对所述需修正教导数据进行修正。

[0018] 此外,本发明的第2观点的机器人控制装置为一种通过再现预先被教导的教导数据,从而使安装有计测对象物体的三维位置的三维计测照相机的机器人臂移动的机器人控制装置,包括:

[0019] 基准位置取得部,其从所述三维计测照相机取得基准位置,该基准位置为教导时的所述对象物体的三维位置,

[0020] 再现位置取得部,其从所述三维计测照相机取得再现位置,该再现位置为再现时的所述对象物体的三维位置,

[0021] 转换数据算出部,其算出转换数据,该转换数据用于将所述基准位置取得部所取得的基准位置转换为所述再现位置取得部所取得的再现位置,以及

[0022] 再现部,其在用所述转换数据算出部所算出的转换数据对所述教导数据进行转换后,使其再现,由此来使所述机器人臂移动。

[0023] 也可以是,使得还包括教导部,该教导部在再现到所述教导数据中的、需要从最初的教导数据进行修正的教导数据即需修正教导数据后,再次接受教导,对所述需修正教导数据进行修正。

[0024] 也可以是,使得还包括点群数据编辑部,该点群数据编辑部对表示所述基准位置的点群数据进行编辑;

[0025] 所述基准位置取得部取得基准位置,该基准位置由所述点群数据编辑部所编辑的点群数据来表示。

[0026] 此外,本发明的第3观点的机器人控制方法为一种通过再现预先被教导的教导数据,从而使安装有计测对象物体的三维位置的三维计测照相机的机器人臂移动的机器人控制方法,包括:

[0027] 基准位置取得步骤,其从所述三维计测照相机取得基准位置,该基准位置为教导时的所述对象物体的三维位置,

[0028] 再现位置取得步骤,其从所述三维计测照相机取得再现位置,该再现位置为再现时的所述对象物体的三维位置,

[0029] 转换数据算出步骤,其算出转换数据,该转换数据用于将在所述基准位置取得步骤中取得的基准位置转换为在所述再现位置取得步骤中取得的再现位置,以及

[0030] 再现步骤,其在用所述转换数据算出步骤中算出的转换数据对所述教导数据进行转换后,使其再现,由此来使所述机器人臂移动。

[0031] 也可以是,使得还包括再教导步骤,该再教导步骤在再现到所述教导数据中的、需要从最初的教导数据进行修正的教导数据即需修正教导数据后,再次接受教导,对所述需修正教导数据进行修正。

[0032] 此外,本发明的第4观点的程序使机器人控制装置的计算机执行以下步骤,该机器人控制装置通过再现预先被教导的教导数据,从而使安装有计测对象物体的三维位置的三维计测照相机的机器人臂移动:

[0033] 基准位置取得步骤,其从所述三维计测照相机取得基准位置,该基准位置为教导时的所述对象物体的三维位置,

[0034] 再现位置取得步骤,其从所述三维计测照相机取得再现位置,该再现位置为再现

时的所述对象物体的三维位置，

[0035] 转换数据算出步骤，其算出转换数据，该转换数据用于将在所述基准位置取得步骤中取得的基准位置转换为在所述再现位置取得步骤中取得的再现位置，以及

[0036] 再现步骤，其在用所述转换数据算出步骤中算出的转换数据对所述教导数据进行转换后，使其再现，由此来使所述机器人臂移动。

[0037] 也可以是，使得使所述计算机进一步执行再教导步骤，该再教导部步骤在再现到所述教导数据中的、需要从最初的教导数据进行修正的教导数据即需修正教导数据后，再次接受教导，对所述需修正教导数据进行修正。

[0038] 发明效果

[0039] 根据本发明，即使在教导时与再现时，对象物体的位置偏离了，也能够除去该偏离的影响。

附图说明

[0040] 图1是表示实施方式的机器人控制系统的功能构成的一例的框图。

[0041] 图2是实施方式的教导处理的流程图。

[0042] 图3是表示以实施方式的三维计测照相机拍摄的对象物体的一例的图。

[0043] 图4是对机器人臂的教导时的动作的一例进行说明的图。

[0044] 图5是实施方式的再现处理的流程图。

[0045] 图6是对机器人臂的再现时的动作的一例进行说明的图。

[0046] 图7是对实施方式的机器人臂的可动区域中的误差被修正的情况进行说明的图。

[0047] 图8是实施方式的再教导处理的流程图。

[0048] 图9是对机器人臂的再教导时的动作的一例进行说明的图。

[0049] 图10是表示包括机器人控制装置和图像处理装置的机器人控制系统的功能构成的一例的框图。

具体实施方式

[0050] 以下，针对本发明的实施方式，参照附图进行说明。另外，针对图中相同或相应部分，标注相同的附图标记。

[0051] (实施方式)

[0052] 实施方式的机器人控制系统1000如图1所示，包括三维计测照相机150、机器人臂160、以及机器人控制装置100。机器人控制系统1000为一种如下的系统：预先，关于机器人臂160的动作，从用户（操作者）接受教导，并对被教导的内容（教导数据）进行再现，由此来使机器人臂160移动。

[0053] 三维计测照相机150为可对到拍摄到的物体的距离进行计测的照相机，也被称为三维传感器、深度传感器、测距传感器等。作为这种照相机的装置构成，存在由2个照相机构成的、由1个照相机和1个投影仪构成的、以及由2个照相机和1个投影仪构成的等，三维计测照相机150的装置构成可以为任一构成。三维计测照相机150如图1所示，被安装于机器人臂160，对存在于机器人臂160之前的对象物体310进行拍摄。机器人控制装置100能够通过从三维计测照相机150所拍摄的对象物体310的图像数据中，取得后述的点群的数据，从而取

得对象物体310的三维位置。

[0054] 机器人臂160在前端具备机器人手161。通过机器人控制装置100再现教导数据,机器人臂160例如能够进行以机器人手161抓住并提起对象物体310等动作。

[0055] 机器人控制装置100如图1所示,包括控制部110、存储部120、图像输入部131、显示部132、操作输入部133、以及机器人控制部134。

[0056] 控制部110由CPU(Central Processing Unit:中央处理器)、FPGA(Field Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)等构成,对机器人控制装置100各部分进行控制。

[0057] 存储部120由RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)、ROM(Read Only Memory:只读存储器)等构成。在存储部120中,预先存储有用于以控制部110进行各种处理的程序等。此外,存储部120对三维计测照相机150所拍摄的图像数据、以及控制部110用于演算处理等的的数据等进行存储。

[0058] 图像输入部131为控制部110与三维计测照相机150之间的接口。三维计测照相机150所拍摄的图像数据介由图像输入部131而被输入到控制部110。此外,向三维计测照相机150的拍摄命令介由图像输入部131,被从控制部110发送到三维计测照相机150。

[0059] 显示部132为用于显示三维计测照相机150所拍摄的图像数据、以及机器人臂160的操作UI(UserInterface:用户界面)画面等的设备。例如,显示部132包括液晶显示器及有机EL(Electro-Luminescence)显示器。但是,机器人控制装置100既可以包括这些显示器作为显示部132,也可以包括作为用于连接外部的显示器的接口的显示部132。机器人控制装置100在包括作为接口的显示部132的情况下,将图像数据等显示于介由显示部132连接的外部的显示器。

[0060] 操作输入部133为接收用户针对机器人控制装置100的操作输入的设备,例如为键盘、鼠标、触摸面板等。机器人控制装置100介由操作输入部133来接收来自用户的指示等。

[0061] 机器人控制部134为控制部110与机器人臂160之间的接口。使机器人臂160移动的命令介由机器人控制部134而从控制部110向机器人臂160发送。此外,控制部110能够介由机器人控制部134取得机器人臂160当前的三维位置。

[0062] 控制部110通过执行被存储于存储部120的程序,从而作为基准位置取得部111、再现位置取得部112、转换数据算出部113、再现部114、教导部115来发挥功能。

[0063] 基准位置取得部111从三维计测照相机150所拍摄的图像中取得基准位置,该基准位置为教导时的拍摄对象物体的三维位置。

[0064] 再现位置取得部112从三维计测照相机150所拍摄的图像中取得再现位置,该再现位置为再现时的拍摄对象物体的三维位置。

[0065] 转换数据算出部113算出转换数据,该转换数据将基准位置取得部111所取得的基准位置转换为再现位置取得部112所取得的再现位置。

[0066] 再现部114用转换数据算出部113所算出的转换数据对教导数据进行转换,并基于转换后的教导数据,将针对机器人臂160的动作命令从机器人控制部134发送到机器人臂160,由此来使机器人臂移动。另外,将以下情况称为“再现教导数据”:基于教导数据,将针对机器人臂160的动作命令从机器人控制部134发送到机器人臂160。

[0067] 教导部115介由操作输入部133,从用户接受与机器人臂160的动作有关的教导,取

得教导数据,并将取得的教导数据存储于存储部120。在教导数据中,包含机器人臂160的移动目的地(教导点)的坐标的信息、以及该移动目的地处的机器人手161的动作种类(抓、放等)的信息。以上,针对机器人控制系统1000的构成进行了说明。

[0068] (教导处理)

[0069] 接着,针对机器人控制系统1000的教导处理,参照图2进行说明。当用户介由操作输入部133,针对机器人控制装置100,指示教导处理的开始时,该教导处理被开始。

[0070] 首先,用户介由操作输入部133来操作机器人臂160,使机器人臂160向拍摄位置移动(步骤S101)。在步骤S101中,控制部110将在操作输入部133中接收到的用户的操作指示输出到机器人控制部134,由此,机器人臂160会移动到拍摄位置。另外,如图3所示,当使机器人臂160移动到拍摄位置170时,在三维计测照相机150的拍摄方向,预先设置机器人臂160所处理的对象物体310(用户在将对象物体310设置于拍摄位置处的三维计测照相机150的前方后,针对机器人控制装置100,指示教导处理的开始)。该拍摄位置也可以与后述的教导点不同。此外,在此,如图3所示,对象物体310被设置在底座320上。

[0071] 接着,控制部110向三维计测照相机150发出拍摄命令,从图像输入部131取得三维计测照相机所拍摄的对象物体310的图像数据,并且介由机器人控制部134,取得当前的机器人臂160的三维位置(步骤S102)。在此取得的机器人臂160的三维位置由以机器人臂160的控制机构为基准的坐标系(机器人坐标系)中的坐标(机器人坐标)来表示,但例如也可以用地球为基准的世界坐标系中的坐标来表示。

[0072] 接着,基准位置取得部111取得对象物体310的点群的三维位置的数据(点群数据)(步骤S103)。步骤S103也称为基准位置取得步骤。在此取得的点群的三维位置用从三维计测照相机150观察到的坐标系(照相机坐标系)中的坐标(照相机坐标)来表示,但也可以与机器人臂160的三维位置同样,例如用以地球为基准的世界坐标系中的坐标来表示。此外,所谓点群,是指将三维物体以点单位(例如0.1mm单位)离散化得到的三维坐标(XYZ坐标)数据的集合。

[0073] 在本实施方式中,根据到以三维计测照相机150拍摄的图像数据得到的各特征点的距离、以及拍摄时的三维计测照相机150的三维位置(因为三维计测照相机150被安装于机器人臂160,所以能够根据机器人臂160的三维位置来算出),求出该各特征点的三维坐标,并将该各特征点的三维坐标数据的集合作为点群数据。所谓特征点,是指表示图像数据所包含的特征性部分(边缘部分、颜色的边界部分等)的点。在此取得的点群数据为表示基准位置的数据,该基准位置为教导时的对象物体310的三维位置。另外,也可以是,作为点群,不限于特征点地,使用将图像数据所包含的物体的整个表面离散化得到的三维坐标数据的集合。在本实施方式中,即使限定于特征点,也没有特别的问题,此外,因为能够削减计算量,所以将特征点的三维坐标数据的集合作为点群来处理。

[0074] 在图3的例子中,表示对象物体310的边缘部分、底座320的边缘部分等的特征点的集合会作为点群数据被取得。即,在此处取得的点群数据中,不仅包含对象物体310,也包含以背景(底座320等)为代表的不要的部分的点群。另外,作为上述点单位,设为“例如0.1mm单位”的仅为一例。作为点单位,可以基于机器人臂160的移动精度、对象物体310的大小等,设定适当的值,例如也可以设为0.5mm单位、1mm单位等。

[0075] 接着,基准位置取得部111对步骤S103中取得的点群数据进行编辑(步骤S104)。步

骤S104也被称为编辑步骤。此外,在步骤S104中,基准位置取得部111作为点群数据编辑部来发挥功能。在步骤S103中取得的点群数据中,包含背景等,对象物体310以外的点,因此在步骤S104中,会进行不需要的点的删除。此外,也会在步骤S104中进行根据需要来调整分辨率的处理,使得在后述的转换数据算出步骤中,与主数据的匹配处理被适当地进行。

[0076] 关于步骤S104中的编辑,具体而言,例如通过以下方式进行:在显示部132显示点群(也可以是,根据需要,也将设为点群前的图像重合显示),并介由操作输入部133,使用户进行被显示的点群所包含的背景等不需要的点的删除。此时,也可以是,使用户输入在Z方向(铅垂方向)上成为边界的高度,针对Z坐标不满足该被输入的高度的点群,进行视为背景而消去的处理。

[0077] 接着,基准位置取得部111将在步骤S104中编辑后的点群数据作为主数据,存储于存储部120(步骤S105)。点群数据的坐标如上所述,以从三维计测照相机150观察到的坐标系(照相机坐标系)中的坐标(照相机坐标)来表示,但在作为主数据来存储时,使得可转换为机器人坐标系中的坐标(机器人坐标)地进行存储。例如,将照相机坐标处的点群数据与在步骤S102中取得的机器人臂160的三维位置(机器人坐标)作为一套,存储于存储部120。或者,也可以是,在存储于存储部120前,基于步骤S102中取得的机器人臂160的三维位置(机器人坐标),在将照相机坐标处的点群数据转换为机器人坐标后,存储于存储部120。

[0078] 另外,若机器人臂160的坐标与点群数据的坐标都以相同的坐标系(例如世界坐标系)中的坐标来表示,则可以将点群数据的坐标(无需转换成机器人坐标系中的坐标)直接作为主数据存储于存储部120。

[0079] 接着,教导部115针对机器人臂160的动作从用户接受教导,并将由此得到的教导数据存储于存储部120(步骤S106)。在步骤S106中,用户将欲使机器人臂160进行的动作介由操作输入部133依次输入,实际上一边使机器人臂160移动,一边进行教导。例如,如图4所示,用户教导如下这样的动作:首先使机器人臂160移动到教导点301,接着,使其移动到教导点302,并以机器人手161抓住物体300,接着,使机器人臂160移动到教导点303。教导部115将由用户教导的全部教导点的坐标、以及机器人手161的动作(抓住、放开等)作为教导数据存储于存储部120。

[0080] 在步骤S106中存储教导数据后,教导部115结束教导处理。以上,针对教导处理进行了说明。

[0081] (再现处理)

[0082] 接着,针对再现处理,参照图5进行说明,该再现处理中,机器人控制系统1000对由教导处理得到的教导数据进行再现。在用户介由操作输入部133,针对机器人控制装置100,指示再现处理的开始时,该再现处理被开始。另外,与教导处理相同,用户在指示再现处理的开始前,在拍摄位置处的三维计测照相机150的拍摄方向,设置对象物体310。

[0083] 首先,用户介由操作输入部133来操作机器人臂160,使机器人臂160向拍摄位置移动(步骤S201)。步骤S201为与教导处理(图2)的步骤S101相同的处理。

[0084] 接着,控制部110向三维计测照相机150发出拍摄命令,从图像输入部131取得三维计测照相机150所拍摄的对象物体310的图像数据,并且介由机器人控制部134来取得当前的机器人臂160的三维位置(步骤S202)。步骤S202为与教导处理的步骤S102相同的处理。

[0085] 接着,再现位置取得部112取得对象物体310的点群数据(步骤S203)。步骤S203为

与教导处理的步骤S103相同的处理,但在步骤S203中取得的点群数据为表示再现时的对象物体310的三维位置即再现位置的数据。步骤S203也被称为再现位置取得步骤。与教导处理的步骤S103相同,在此处取得的点群数据中,不仅包含对象物体310,也包含以背景(底座320等)为代表的的不需要的部分的点群。

[0086] 然后,转换数据算出部113使在步骤S203中取得的点群数据与在教导处理的步骤S105中存储于存储部120的主数据匹配,算出将教导时的坐标(基准位置)转换为再现时的坐标(再现位置)的转换数据(步骤S204)。步骤S204也被称为转换数据算出步骤。例如,转换数据算出部113将在步骤S203中取得的点群数据(再现时的坐标)与主数据(教导时的坐标)分别转换为相同的坐标系(例如机器人坐标系)中的坐标,并在此基础上,用ICP(Iterative Closest Point:迭代最近点)算法等使其匹配,算出将教导时的坐标转换为再现时的坐标的坐标变换矩阵A。

[0087] 另外,在步骤S203中,也可能会存在对象物体310在底座320上存在多个等,在三维计测照相机150所拍摄的图像数据中,存在多个对象物体310的情况。在该情况下,在步骤S204中,转换数据算出部113从多个对象物体310中,选择1个认为最适当的对象物体310,并使选择的1个对象物体310的点群数据与主数据匹配。在此,作为选择1个认为最适当的对象物体310的方法,例如可举出对各对象物体310的点群的匹配度进行评价,从而选择与主数据的匹配度最高的对象物体310的方法。以下,对该方法进行说明。

[0088] 将步骤S202中取得的图像数据中存在的多个对象物体310的数量以 n 来表示。此外,将主数据所包含的点的数量以 N 来表示。然后,将主数据所包含的点中的、与第 i 个(i 为1以上 n 以下的整数)对象物体310的点群所包含的点(与该主数据所包含的点的对应点)的距离为预定的阈值以内的点的数量以 M_i 来表示。此时,将第 i 个对象物体310的匹配度以 M_i/N 来表示。转换数据算出部113选择匹配度(M_i/N)最大的对象物体310。例如通过这种方法,转换数据算出部113能够从多个对象物体310中,选择出1个认为最适当的对象物体310。

[0089] 接着,再现部114将被存储于存储部120的教导数据所包含的教导点的坐标用步骤S204中算出的转换数据(坐标变换矩阵A)转换为再现时的坐标(步骤S205)。通过步骤S205的处理,例如,如图6所示,主数据的坐标(教导时的坐标系C中的坐标)被转换为再现时的坐标(将教导时的坐标系C中的坐标投影到坐标系C'得到的坐标)。步骤S205也被称为转换步骤。

[0090] 另外,根据机器人,有时会具有以下功能:对指定机器人臂160的位置时使用的坐标系C'进行定义,并将教导时的坐标系C切换为其定义的坐标系C'。该功能为一种如下的功能:能够向机器人发出指示,以将作为基准的坐标系从(作为教导时的坐标系的)坐标系C切换到(作为成为当前的再现位置的基准的坐标系的)坐标系C',由此将指定机器人臂160的位置或接受教导时的坐标设为坐标系C'中的坐标。在使用该功能的情况下,也可以不如上所述地对坐标进行转换,而是对坐标系C'进行定义,并进行坐标系的切换。

[0091] 即,也可以是,在步骤S204及步骤S205中,使得代替如上所述地进行坐标的转换地,再现部114能够对再现时的坐标系C'进行定义,并向机器人发出指示,以将主数据的坐标系(教导时的坐标系C)切换到再现时的坐标系C',由此将图4所示的教导时的(坐标系C中的)坐标如图6所示地直接用作再现时的坐标(投影到坐标系C'得到的坐标)。如此,通过对机器人所处理的坐标系进行切换,坐标的值自身不会改变地,将教导时的坐标转换为再现

时的坐标,结果也将在机器人侧教导时的坐标(例如,用坐标变换矩阵A)转换为了再现时的坐标,因此被包含在教导数据的转换中。

[0092] 然后,再现部114对步骤S205中转换的教导数据进行再现,对机器人臂160进行控制(步骤S206),结束再现处理。在步骤S206中,例如,如图6所示,再现部114首先使机器人臂160移动到教导点301',接着使其移动到教导点302',并以机器人手161抓住物体300,接着,使机器人臂160移动到教导点303'。步骤S206也被称为再现步骤。

[0093] 在进行上述教导处理后,进行上述再现处理,由此,即使在教导时与再现时,物体300的位置或倾斜度偏离(进一步来说,即使具备机器人臂160的机器人的位置或倾斜度偏离),机器人臂160也能够将在教导时关于物体300被教导的内容在再现时适当地再现。即,即使在教导时与再现时对象物体的位置偏离,也能够除去该偏离的影响。

[0094] 此外,无论教导时与再现时的对象物体的位置有无偏离,在教导时与再现时,都会存在产生三维计测照相机150的物体定位误差的情况,该物体定位误差从三维计测照相机150来观测,与对象物体的位置偏离是相同的。因此,该物体定位误差的影响也能够通过上述的处理来除去。

[0095] 进而,无论教导时与再现时的对象物体有无位置偏离或有无物体定位误差,有时在机器人臂160的可动区域中,教导时的坐标(指示坐标)与再现时的坐标(实际坐标)会存在误差。但是,因为三维计测照相机150被安装于机器人臂160,所以该误差的影响也能够通过上述的处理来除去。对此,参照图7进行说明。

[0096] 在此,考虑物体从教导时的位置(坐标P)移动了已知的移动量T时。为了追随物体的动作,在向机器人臂160指示了移动量T时,若机器人臂160的移动量的误差为0,则在教导时的照相机视图与再现时的照相机视图中,照相机视图内的物体的位置应该没有变化,在该情况下没有问题。但是,例如假设机器人臂160的移动量存在 ΔT 的误差。

[0097] 于是,由于该误差,再现时的照相机视图内的物体会被识别为移动了 $-\Delta T$ 。因此,在基于再现时的三维计测照相机150的计测中,物体的移动量会被计测为 $T-\Delta T$ 。

[0098] 结果,在根据上述再现处理中的转换数据,教导时的教导点(坐标P)移动了移动量T的情况下,再现部114在再现时,作为向坐标 $Q=P+(T-\Delta T)$ 的移动,对机器人臂160进行指示。

[0099] 于是,机器人臂160相对于被指示的坐标Q,具有 ΔT 的误差,因此机器人臂160的实际的移动目的地会成为 $Q+\Delta T$ 。在此,因为 $Q=P+(T-\Delta T)$,所以 $Q+\Delta T=P+T$,机器人臂160的实际的移动目的地($Q+\Delta T$)与物体的实际的移动目的地($P+T$)一致。

[0100] 如此,在本实施方式中,因为三维计测照相机150被安装于机器人臂160,所以机器人臂160的移动误差也会由三维计测照相机150来计测,也能够对机器人臂160的可动区域中的、指示坐标与实际坐标之间的误差进行修正。

[0101] (再教导处理)

[0102] 有时,会发生仅想要对教导数据的一部分进行修正的情况。此时,即使仅想要对欲修正的教导点进行修正,在上述教导处理中,当不在与制作主数据时完全相同的位置设置对象物体310时,也会因与其他教导点的关系而在坐标产生偏离。但是,在完全相同的位置设置对象物体310是困难的。因此,在使用上述教导处理的情况下,即使使得欲修正的教导数据仅为教导数据的一部分,也需要对全部教导点进行重新教导。

[0103] 作为用于解决该问题的处理,针对再教导处理,参照图8进行说明,该再教导处理能够在再现了不需要修正的教导点后,仅对需要修正的教导点进行再教导。另外,所谓再教导,是指针对已经教导完毕的教导点,再次进行教导,对教导点的坐标或该教导点处的动作等进行修正。当用户介由操作输入部133,针对机器人控制装置100,指示再教导处理的开始时,该再教导处理被开始。此外,与教导处理及再现处理相同地,用户在指示再教导处理的开始前,在拍摄位置处的三维计测照相机150的拍摄方向,设置对象物体310。此外,此处使用的机器人具有如下功能:对指定机器人臂160的位置时使用的坐标系进行切换。

[0104] 步骤S301~步骤S304与再现处理(图5)的步骤S201到步骤S204的处理相同,因此省略说明。

[0105] 在步骤S304之后,教导部115基于步骤S304中算出的转换数据,对坐标系C'进行定义(步骤S305)。在此,所谓“对坐标系C'进行定义”,意味着向机器人发出指示,以将作为基准的坐标系从(作为教导时的坐标系的)坐标系C切换到(作为成为当前的再现位置的基准的坐标系的)坐标系C',由此将指定机器人臂160的位置或接受教导时的坐标设为坐标系C'中的坐标。由此,被指定的位置(教导时的坐标系C中的坐标=再现时的坐标系C'中的坐标。这两个坐标仅坐标系不同,坐标的值自身是相等的)被以如下方式处理:在机器人侧,用转换数据(例如坐标变换矩阵A)转换为再现时的实际空间中的坐标。此外,被教导的位置(实际空间中的坐标)被以如下方式进行处理:在机器人侧,用转换数据(例如坐标变换矩阵A的逆矩阵)转换为坐标系C'中的坐标(=坐标系C中的坐标)。

[0106] 然后,在步骤S305之后,教导部115针对机器人臂160的动作,在坐标系C'中从用户接受再教导,将由此得到的教导数据存储于存储部120(步骤S306),并结束再教导处理。步骤S306也被称为再教导步骤。另外,所谓“在坐标系C'中接受再教导”,意味着将受到教导的实际空间中的坐标,基于步骤S304中算出的转换数据,在机器人侧转换为坐标系C'中的坐标(=原教导时的坐标系C中的坐标),并取得该坐标系C中的坐标。

[0107] 此外,也可以是,(例如在使用的机器人不具有对指定机器人臂160的位置时使用的坐标系进行切换的功能的情况下等)在步骤S305及步骤S306中,取代如上所述地对坐标系C'进行定义,并在坐标系C'中接受再教导地,教导部115将受到再教导的实际空间中的坐标,基于步骤S304中算出的转换数据(例如,上述的坐标变换矩阵的逆矩阵),转换为(作为原教导时的坐标系的)坐标系C中的坐标,并将通过该转换得到的数据作为坐标系C中的教导数据(通过再教导得到的教导数据)存储于存储部120。

[0108] 由教导处理(图2)存储于存储部120的教导数据由坐标系C中的坐标来表示,因此由再教导得到的教导数据也需要以坐标系C中的坐标来表示。通过进行如上所述的再教导处理,机器人在具有对指定机器人臂160的位置时使用的坐标系进行切换的功能的情况下与不具有的情况下,都能够将在再教导中得到的教导数据作为以教导时的坐标系即坐标系C中的坐标表示的教导数据来存储于存储部120。

[0109] 在步骤S306中,通过从教导数据中的、最初的教导数据,到需要修正的教导数据(用户认为想要修正的教导数据(需修正教导数据))进行再现,教导部115使机器人臂160从最初的位置依次移动下去。然后,若教导数据的再现前进到需修正教导数据,则使用户指定新的(欲再教导的)坐标及动作,由此再次接受教导,对该教导数据进行修正。

[0110] 例如,在教导处理中,如图4所示,使其教导如下这样的教导数据:使机器人臂160

移动到教导点301,并使其移动到教导点302,以机器人手161抓住物体300,接着,使其移动到教导点303。并且,考虑如下情况:用户欲将这些教导点中的、第2个教导点302从物体300的重心附近修正为物体300的上端附近。

[0111] 在该情况下,在再教导处理中,如图9所示,首先,机器人臂160移动到教导点301',接着,移动到教导点302'。因为教导点302'为用户欲修正的教导数据(需修正教导数据),所以此时,用户向机器人控制装置100指示再教导,该再教导使机器人臂160从教导点302'移动到教导点302"。结果,教导部115使教导数据存储于存储部120,该教导数据将教导点302'修正为教导点302"。

[0112] 然后,若还剩余用户欲修正的教导数据(需修正教导数据),则教导部115对教导数据进行再现,直到下个欲修正的教导数据(例如教导点303')为止,进行再教导。然后,若针对用户欲修正的教导数据(需修正教导数据)全部进行了再教导,则结束再教导处理。

[0113] 另外,上述步骤S306中的处理仅为一例,教导部115也可以不进行使教导数据从最初依次再现那样的动作。例如,也可以是,使得教导部115从用户接受欲修正的教导数据(需修正教导数据)的指示,使机器人臂160直接地移动到以该需修正教导数据表示的教导点,并从用户接受再教导。

[0114] 通过以上说明的再教导处理,机器人控制装置100能够有效地对教导数据的一部分进行修正。

[0115] (变形例)

[0116] 另外,在上述的实施方式中,在步骤S101、步骤S201及步骤S301中,用户使机器人臂160移动到拍摄位置,但也可以不需要用户所进行的操作。例如,也可以是,通过预先确定拍摄位置,从而在步骤S101、步骤S201及步骤S301中,没有用户所进行的操作地,使得控制部110使机器人臂160移动到该拍摄位置。

[0117] 此外,在上述的实施方式中,使得在步骤S104中对点群数据进行编辑,但该点群数据的编辑并非必需。步骤S104中的点群数据的编辑为了在再现处理的步骤S204(及再教导处理的步骤S304)中,使教导时的点群数据(主数据)与再现时的点群数据易于匹配而进行。根据从对象物体310得到的点群数据及背景等的点群数据的内容,有时即使不对点群数据进行编辑,也能够没有问题地进行匹配。在这样的情况下,无需步骤S104的处理。

[0118] 与此相反,也可以是,在再现处理的步骤S203与步骤S204之间,与教导处理的步骤S104同样地,进行对点群数据进行编辑的处理。根据从对象物体310得到的点群数据及背景等的点群数据的内容,有时优选在再现处理中,也对点群数据进行编辑,从而使步骤S204中的与主数据的匹配易于进行。在这样的情况下,也可以进行如下处理:在再现处理的步骤S203与步骤S204之间,对点群数据进行编辑。关于再教导处理的步骤S303~步骤S304也是同样。

[0119] 此外,在上述的实施方式中,使得在教导处理的步骤S106中,实际上使机器人臂160移动来进行教导。其原因在于,认为以下情况较多:实际上使机器人臂160移动来进行教导对用户来说比较易懂,且能够进行准确的教导。但是,这仅为教导的一例。例如,也可以是,以显示部132来确认机器人臂160的动作,从而进行教导等,实际上不使机器人臂160移动地进行教导。

[0120] 此外,在上述的实施方式中,使得将机器人臂160的三维位置以机器人坐标系中的

坐标来表示,将点群数据的坐标以照相机坐标系中的坐标来表示,但这些坐标系的选择是任意的。例如,也可以是,使得均用以地球为基准的世界坐标系中的坐标来表示。

[0121] 此外,在上述的实施方式中,机器人控制装置100对三维计测照相机150与机器人臂160这两者进行了控制,但机器人控制装置100并不是必须控制这两者。例如,也可以是,如图10所示,在机器人控制装置101之外,机器人控制系统1001还具备图像处理装置200,这2个装置被构成为能够相互介由通信部140及通信部240来通信。在该情况下,机器人控制装置101对机器人臂160进行控制,图像处理装置200对三维计测照相机150进行控制。

[0122] 此外,在该情况下,图10所示的控制部210、存储部220、图像输入部231、显示部232、操作输入部233分别具备与上述的机器人控制装置100(图1)的控制部110、存储部120、图像输入部131、显示部132、操作输入部133同样的功能、构成。并且,通信部140及通信部240分别具备可相互通信的设备。该通信既可以为无线,也可以为有线。例如,通信部140及通信部240分别具备无线LAN(Local Area Network:局域网)的设备,能够相互进行数据通信。

[0123] 然后,在教导处理的步骤S102及再现处理的步骤S202中,控制部110介由通信部140,向控制部210发送三维计测照相机150中的拍摄命令、以及当前的机器人臂160的三维位置。接收到它们的控制部210会从图像输入部231取得三维计测照相机150所拍摄的对象物体310的图像数据,并且介由通信部240取得机器人臂160的三维位置。

[0124] 然后,在再现处理的步骤S205中,再现部114介由通信部140取得图像处理装置200的转换数据算出部113所算出的转换数据,并用该转换数据将被存储于存储部120的教导数据所包含的教导点的坐标转换为再现时的坐标系中的坐标。

[0125] 也可以是,如上地,使得以机器人控制装置101与图像处理装置200分担进行机器人臂160的控制、以及三维计测照相机150的控制及图像处理。另外,上述构成及图10的构成仅为机器人控制系统的功能分担的一例,也可以用与图10不同的分担来构成机器人控制系统的各功能。

[0126] 此外,机器人控制装置100、101的控制部110及图像处理装置200的控制部210的各功能也能够通过通常的PC(Personal Computer:个人计算机)等计算机来实施。具体而言,在上述实施方式中,对以下情况进行了说明:机器人控制装置100、101的控制部110所进行的处理的程序被预先存储于存储部120的ROM,此外,图像处理装置200的控制部210所进行的处理的程序被预先存储于存储部220的ROM。但是,也可以是,将程序存储并分配到软盘、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory:光盘只读存储器)、DVD(Digital Versatile Disc:数字多功能光盘)、MO(Magneto—Optical Disc:磁光盘)、存储卡、USB(Universal Serial Bus:通用串行总线)存储器等计算机可读的存储介质中,并将该程序读入并安装到计算机中,由此来构成可实现上述功能的计算机。

[0127] 以上,针对本发明的优选的实施方式进行了说明,但本发明能够不脱离本发明的广义的精神和范围地进行各种实施方式及变形。此外,上述实施方式仅用于对本发明进行说明,并不会限定本发明的范围。即,本发明的范围不是通过实施方式,而是通过权利要求书来表示的。并且,在权利要求书的范围内、以及与其等同的发明的意义的范围内实施的各种变形被视为本发明的范围之内。

[0128] 本申请基于2020年5月21日申请的日本国专利申请特愿2020-89195号,并将日本

国专利申请特愿2020-89195号的全部说明书、权利要求书及附图作为参照援引于本说明书中。

[0129] [工业可利用性]

[0130] 本发明能够适用于即使在教导时与再现时对象物体的位置偏离了,也能够除去该偏离的影响的机器人控制系统、机器人控制装置、机器人控制方法及程序。

[0131] [附图标记说明]

[0132] 100、101…机器人控制装置

[0133] 110、210…控制部

[0134] 111…基准位置取得部

[0135] 112…再现位置取得部

[0136] 113…转换数据算出部

[0137] 114…再现部

[0138] 115…教导部

[0139] 120、220…存储部

[0140] 131、231…图像输入部

[0141] 132、232…显示部

[0142] 133、233…操作输入部

[0143] 134…机器人控制部

[0144] 140、240…通信部

[0145] 150…三维计测照相机

[0146] 160…机器人臂

[0147] 161…机器人手

[0148] 170…拍摄位置

[0149] 200…图像处理装置

[0150] 300…物体

[0151] 301、301'、302、302'、302''、303、303'…教导点

[0152] 310…对象物体

[0153] 320…底座

[0154] 1000、1001…机器人控制系统

[0155] C、C'…坐标系

[0156] P、Q…坐标

[0157] T…移动量

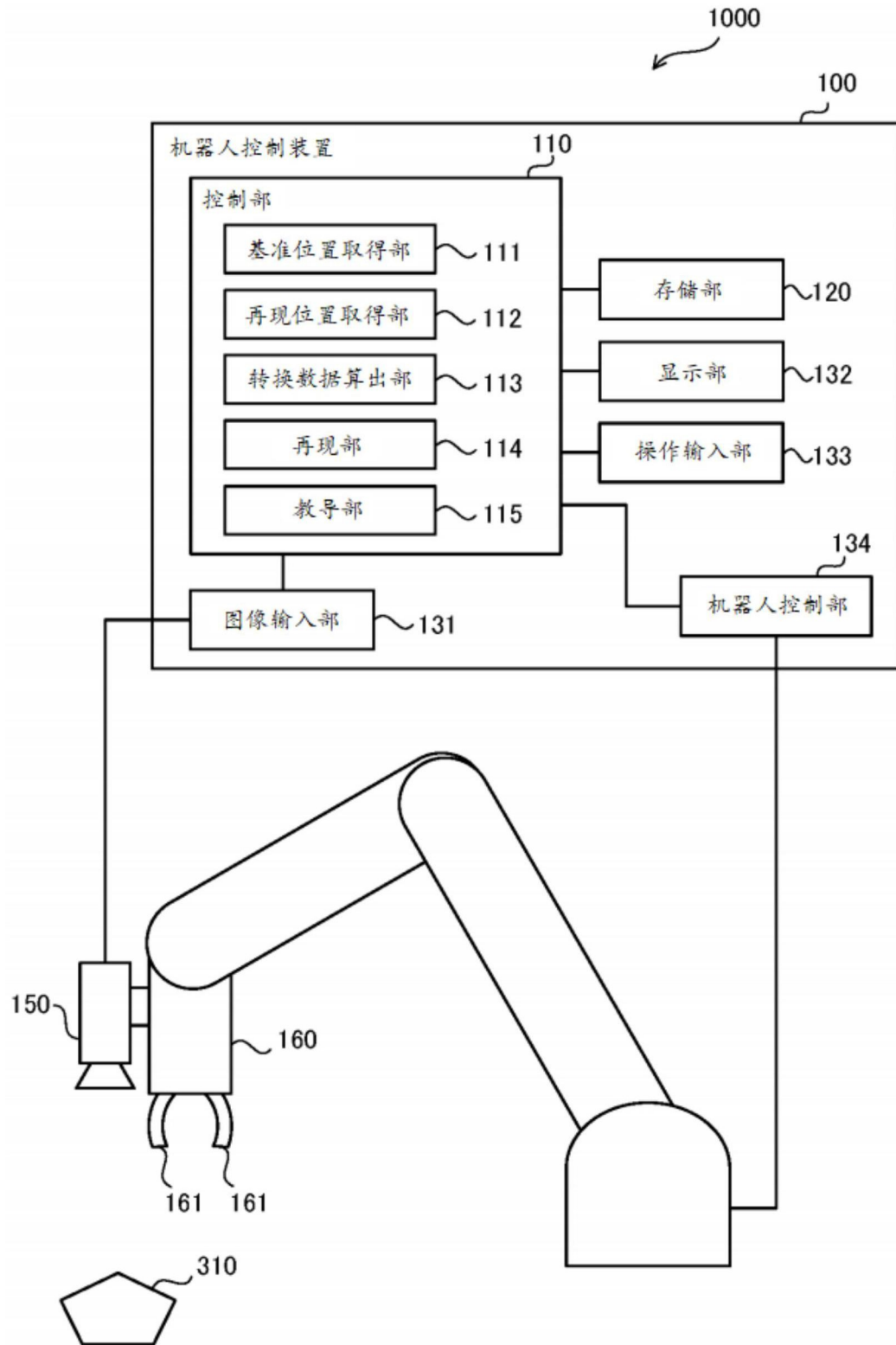


图1

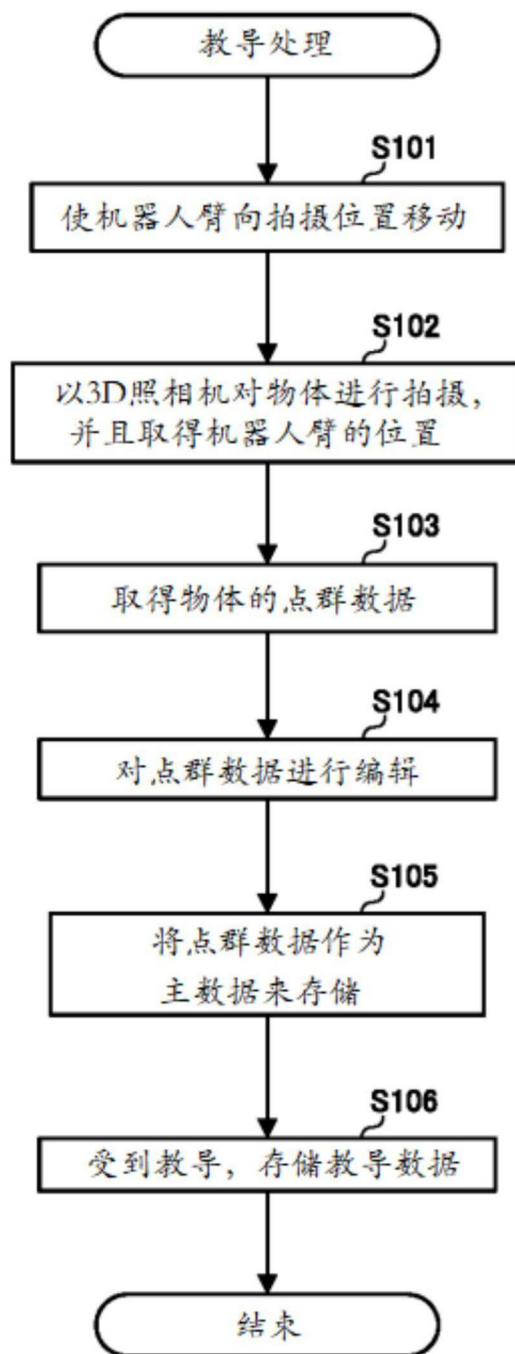


图2

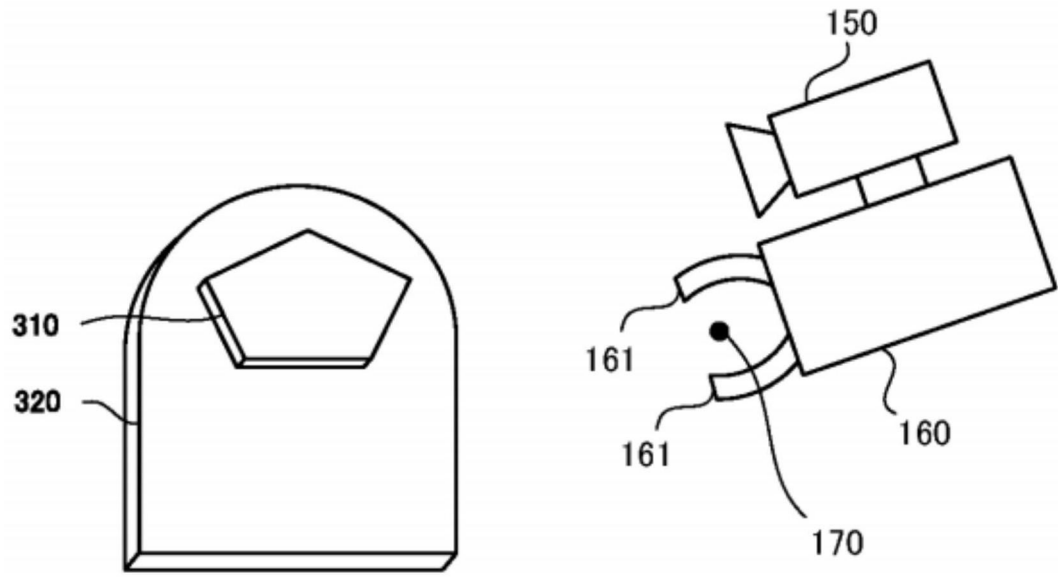


图3

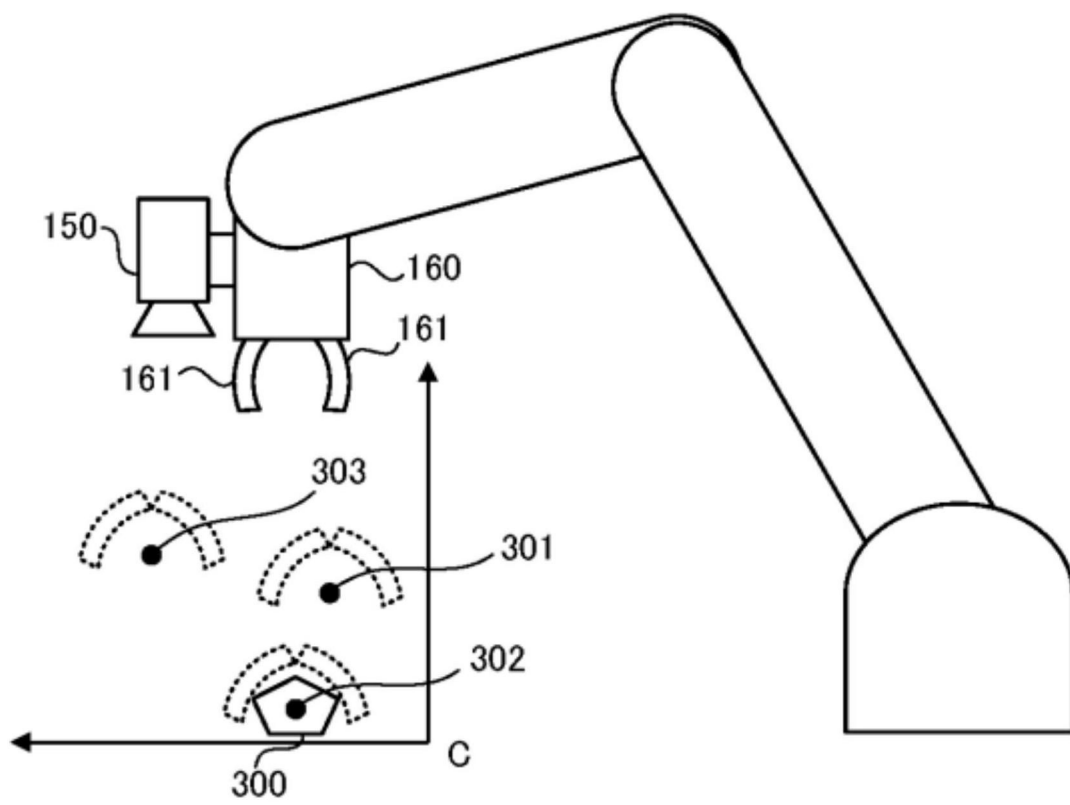


图4

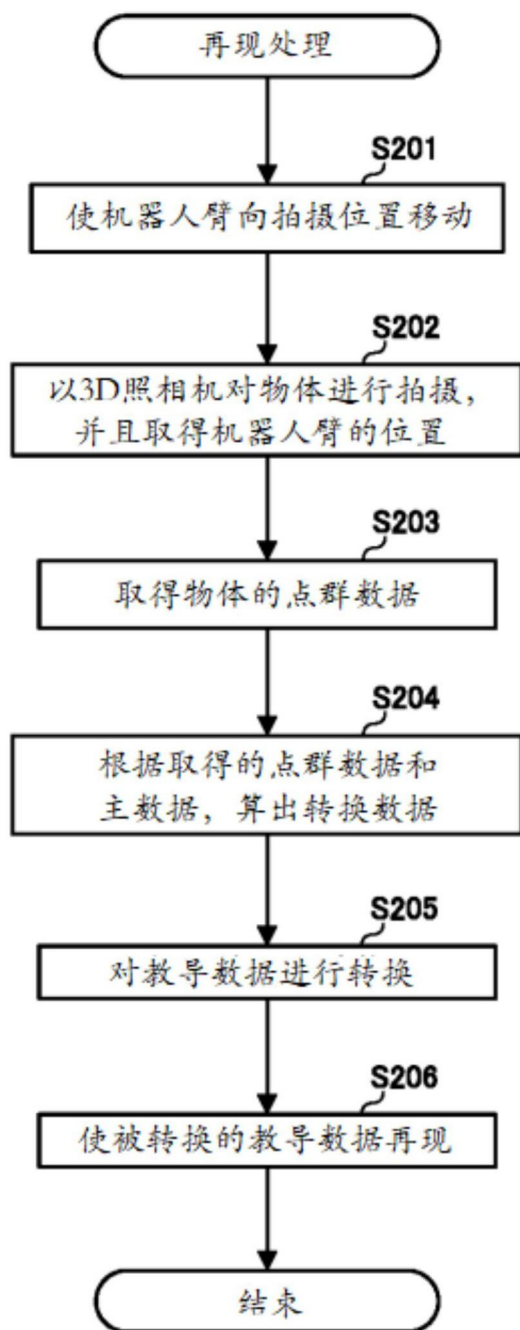


图5

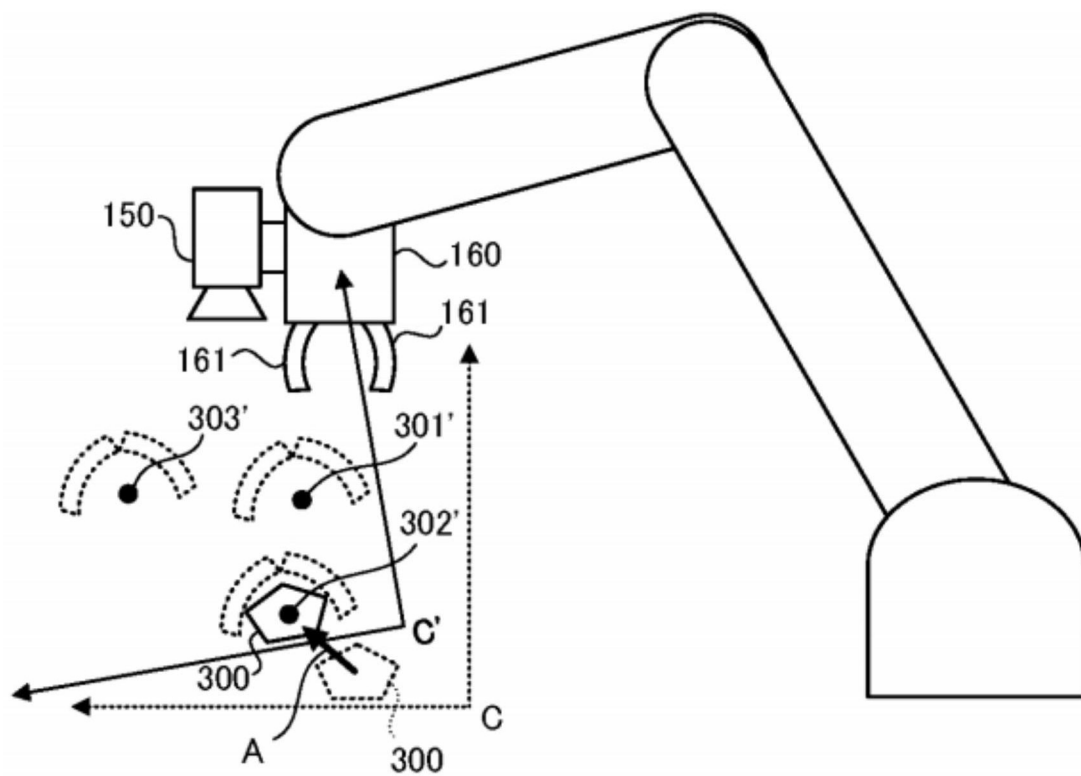


图6

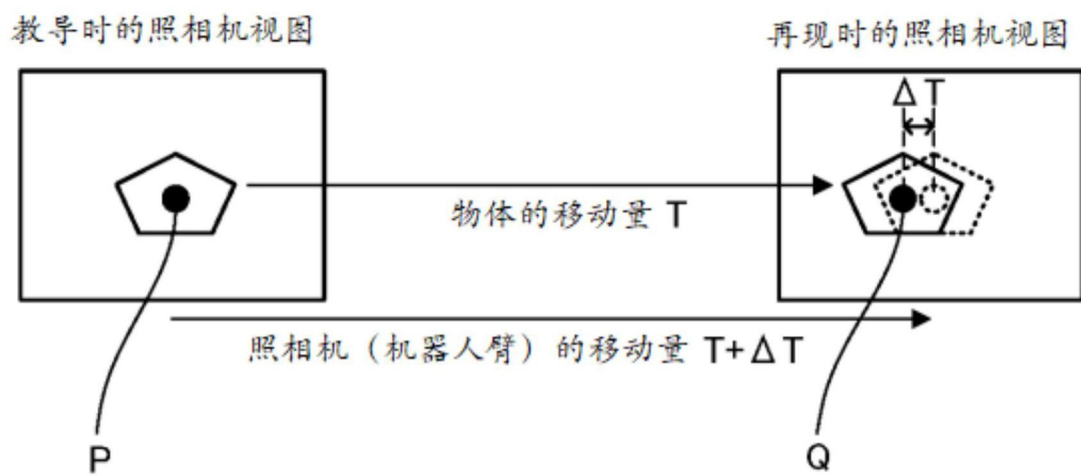


图7

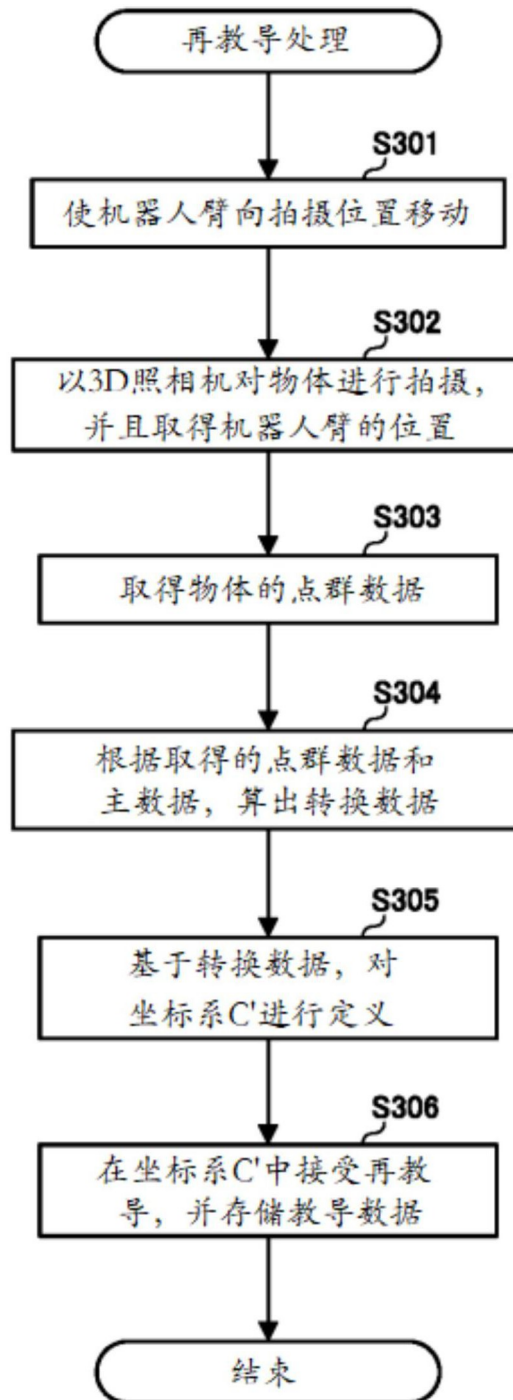


图8

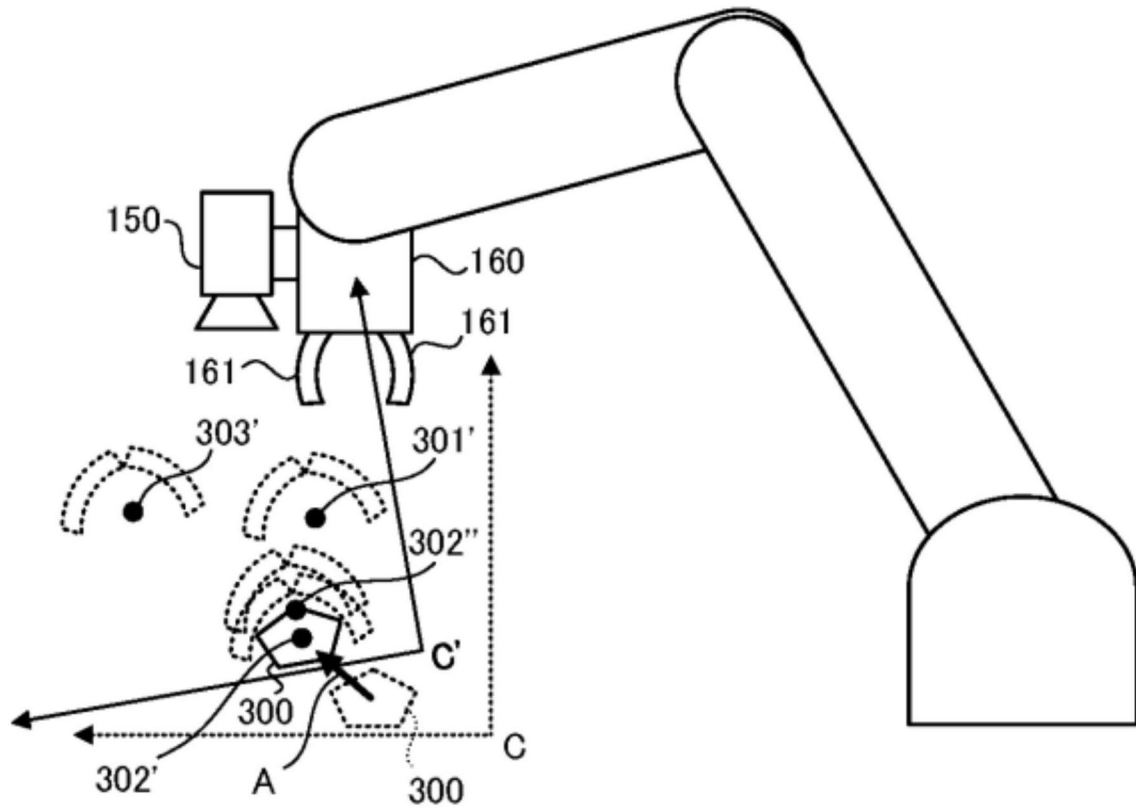


图9

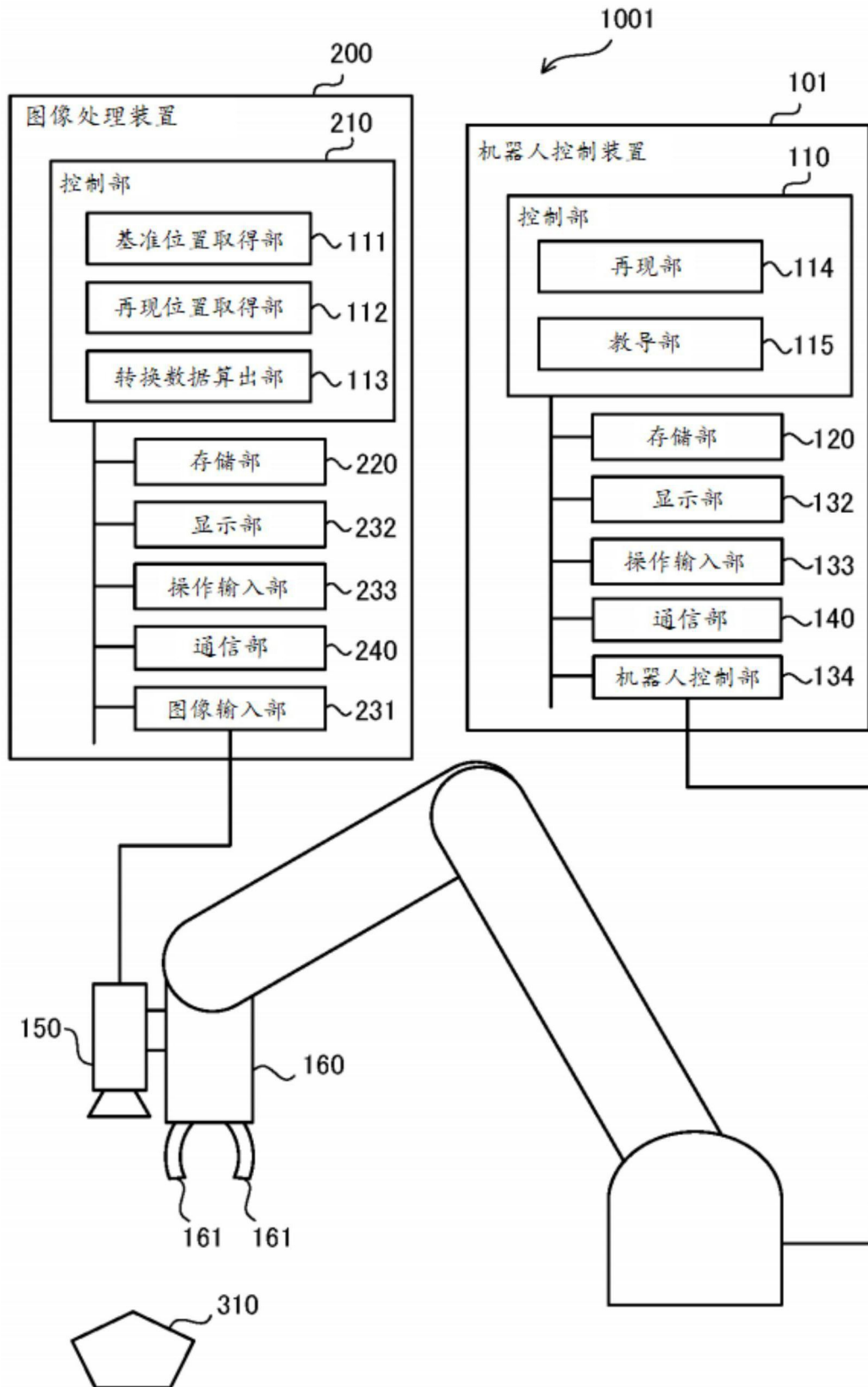


图10