



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115797332 B

(45) 授权公告日 2023.05.30

(21) 申请号 202310043565.7

G06T 7/12 (2017.01)

(22) 申请日 2023.01.29

G06T 7/13 (2017.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G06T 7/62 (2017.01)

申请公布号 CN 115797332 A

G06T 7/73 (2017.01)

G06T 7/80 (2017.01)

(43) 申请公布日 2023.03.14

G06V 10/774 (2022.01)

(73) 专利权人 高视科技(苏州)股份有限公司  
地址 215129 江苏省苏州市高新区嘉陵江路198号11幢1层101室、102室、9层901室、902室

(56) 对比文件

CN 113420746 A, 2021.09.21

CN 114140418 A, 2022.03.04

WO 2022073427 A1, 2022.04.14

(72) 发明人 请求不公布姓名

审查员 赵丽敬

(74) 专利代理机构 北京维昊知识产权代理事务所(普通合伙) 11804

专利代理师 李波

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

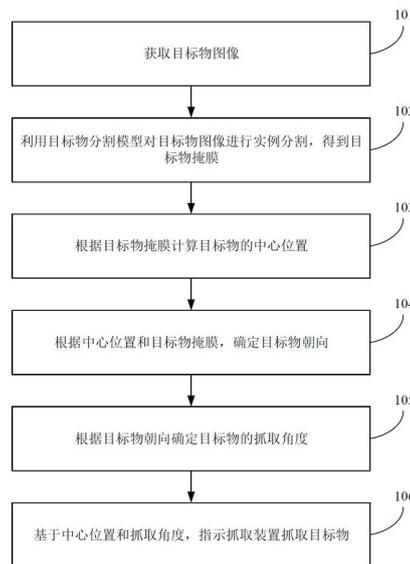
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

## (54) 发明名称

基于实例分割的目标物抓取方法和设备

## (57) 摘要

本披露公开了一种基于实例分割的目标物抓取方法和设备。该方法包括：获取目标物图像；利用目标物分割模型对目标物图像进行实例分割，得到目标物掩膜；根据目标物掩膜计算目标物的中心位置；根据中心位置和目标物掩膜，确定目标物朝向；根据目标物朝向确定目标物的抓取角度，使得抓取装置以抓取角度抓取目标物时，目标物朝向与抓取装置的主轴方向相对应；基于中心位置和抓取角度，指示抓取装置抓取目标物。通过上述方法能够在抓取目标物时就完成抓取装置姿态的调整，从而令抓取装置在目标物上的统一抓取点进行抓取并以统一姿态实现码垛，无需进行二次姿态识别，也无需调整抓手姿态，有效提高了作业效率较低并降低作业成本。



1. 一种基于实例分割的目标物抓取方法,其特征在于,包括:
  - 获取目标物图像;
  - 利用目标物分割模型对所述目标物图像进行实例分割,得到目标物掩膜;
  - 根据所述目标物掩膜计算所述目标物的中心位置;
  - 根据所述中心位置和所述目标物掩膜,确定目标物朝向;所述目标物朝向为所述中心位置指向所述目标物掩膜上目标边缘点的方向;在所述目标物掩膜的所有边缘点中,所述目标边缘点对应的曲率半径为极值;
  - 根据所述目标物朝向确定所述目标物的抓取角度,使得抓取装置以所述抓取角度抓取所述目标物时,所述目标物朝向与所述抓取装置的主轴方向相对应;
  - 基于所述中心位置和所述抓取角度,指示抓取装置抓取目标物;
  - 其中所述根据所述中心位置和所述目标物掩膜,确定目标物朝向,包括:遍历所述目标物掩膜的所有边缘点,取其中与所述中心位置距离为极值的边缘点作为目标边缘点,以所述中心位置指向所述目标边缘点的方向作为所述目标物朝向;或建立圆形窗口,令所述圆形窗口的圆心沿所述目标物掩膜的边缘移动,并计算每一边缘点对应的尖锐参数,取尖锐参数极值对应的边缘点作为目标边缘点,以所述中心位置指向所述目标边缘点的方向作为所述目标物朝向;所述尖锐参数包括:所述圆形窗口的圆心在边缘点上对应的圆心角,或所述圆形窗口与所述目标物掩膜的重合面积。
2. 根据权利要求1所述的基于实例分割的目标物抓取方法,其特征在于,所述目标物的中心位置为所述目标物的重心。
3. 根据权利要求1所述的基于实例分割的目标物抓取方法,其特征在于,所述目标物朝向与所述抓取装置的主轴方向相对应,包括:
  - 所述目标物朝向与所述抓取装置的主轴方向一致;
  - 或所述目标物朝向与所述抓取装置的主轴方向的相对关系与预设相对关系一致。
4. 根据权利要求1所述的基于实例分割的目标物抓取方法,其特征在于,所述根据所述目标物掩膜计算所述目标物的中心位置之前,还包括:
  - 对所述目标物掩膜进行腐蚀处理,以更新所述目标物掩膜。
5. 根据权利要求1所述的基于实例分割的目标物抓取方法,其特征在于,所述目标物图像包括由双目相机采集得到的左图像和右图像;
  - 所述基于所述中心位置和所述抓取角度,指示抓取装置抓取目标物,包括:
    - 根据所述中心位置计算预设抓取点在图像坐标系下的像素坐标;
    - 基于所述左图像和所述右图像进行匹配,得到所述预设抓取点的深度信息;
    - 利用所述双目相机的标定模型和所述深度信息,将所述像素坐标转换为世界坐标系下的空间坐标;
  - 指示所述抓取装置移动至所述空间坐标并以所述抓取角度抓取所述目标物。
6. 根据权利要求5所述的基于实例分割的目标物抓取方法,其特征在于,所述基于所述左图像和所述右图像进行匹配,得到所述预设抓取点的深度信息,包括:
  - 通过极线约束搜索所述左图像和所述右图像的匹配点;
  - 利用三角定位原理,根据所述匹配点计算所述预设抓取点的深度信息。
7. 根据权利要求1所述的基于实例分割的目标物抓取方法,其特征在于,

所述对所述目标物图像进行实例分割,得到目标物掩膜之前,还包括:  
采集不同环境下呈不同排列方式的目标物样本图像;  
对所述目标物样本图像进行标注,以形成训练集;  
基于所述训练集对实例分割网络进行模型训练,以得到所述目标物分割模型。

8. 一种电子设备,其特征在于,包括:

处理器;以及

存储器,其上存储有可执行代码,当所述可执行代码被所述处理器执行时,使所述处理器执行如权利要求1-7中任一项所述的方法。

## 基于实例分割的目标物抓取方法和设备

### 技术领域

[0001] 本披露一般涉及图像处理技术领域。更具体地,本披露涉及一种基于实例分割的目标物抓取方法和设备。

### 背景技术

[0002] 随着智能制造的兴起,制造业逐渐采用机器人等相关的自动化设备来代替人工作业,例如:工件搬运作业等。为了让自动化设备能够顺利抓取目标物,在一些现有技术中,需要事先对机器人进行位置点示教,让机器人记录当前固定的搬运位置,但在此方案下,机器人只能以较为固定的方式进行抓取,容易引发抓空、抓偏及抓错的情况出现。

[0003] 由此,现有技术中产生了一种通过计算机视觉处理来定位抓取目标物的方案,其通过图像处理定位出目标物的中心坐标,并基于该中心坐标指示机器人进行目标物抓取,防止机器人抓空、抓偏及抓错目标物。

[0004] 但是,由于自动化设备搬运的目标物可能呈非规整形状,虽然统一抓取目标物的中心坐标能够防止抓空、抓偏及抓错的情况出现,但在自动化设备将目标物放置到目标位置时,需要对抓取的目标物再次进行图像采集并进行二次姿态识别。另外,还需要基于识别结果进行抓手姿态调整,方可保证目标物在目标位置整齐码垛,影响作业效率且二次姿态识别产生额外成本。

[0005] 有鉴于此,亟需提供一种基于实例分割的目标物抓取方案,以便让抓取装置在放置目标物时,无需二次姿态识别和抓手姿态调整,即可以统一姿态完成目标物的码垛,提高作业效率较低并降低成本。

### 发明内容

[0006] 为了至少解决如上所提到的一个或多个技术问题,本披露在多个方面中提出了基于实例分割的目标物抓取方案。

[0007] 在第一方面中,本披露提供一种基于实例分割的目标物抓取方法,包括:获取目标物图像;利用目标物分割模型对目标物图像进行实例分割,得到目标物掩膜;根据目标物掩膜计算目标物的中心位置;根据中心位置和目标物掩膜,确定目标物朝向;根据目标物朝向确定目标物的抓取角度,使得抓取装置以抓取角度抓取目标物时,目标物朝向与抓取装置的主轴方向相对应;基于中心位置和抓取角度,指示抓取装置抓取目标物。

[0008] 在一些实施例中,目标物朝向为中心位置指向目标物掩膜上目标边缘点的方向;在目标物掩膜的所有边缘点中,目标边缘点对应的曲率半径为极值。

[0009] 在一些实施例中,目标物的中心位置为目标物的重心;根据中心位置和目标物掩膜,确定目标物朝向,包括:遍历目标物掩膜的所有边缘点,取其中与中心位置距离为极值的边缘点作为目标边缘点,以中心位置指向目标边缘点的方向作为目标物朝向。

[0010] 在一些实施例中,根据中心位置和目标物掩膜,确定目标物朝向,包括:建立圆形窗口;令圆形窗口的圆心沿目标物掩膜的边缘移动,并计算每一边缘点对应的尖锐参数;尖

锐参数包括：圆形窗口的圆心在边缘点上对应的圆心角，或圆形窗口与目标物掩膜的重合面积；取尖锐参数极值对应的边缘点作为目标边缘点，以中心位置指向目标边缘点的方向作为目标物朝向。

[0011] 在一些实施例中，目标物朝向与抓取装置的主轴方向相对应，包括：目标物朝向与抓取装置的主轴方向一致；或目标物朝向与抓取装置的主轴方向的相对关系与预设相对关系一致。

[0012] 在一些实施例中，根据目标物掩膜计算目标物的中心位置之前，还包括：对目标物掩膜进行腐蚀处理，以更新目标物掩膜。

[0013] 在一些实施例中，目标物图像包括由双目相机采集得到的左图像和右图像；基于中心位置和抓取角度，指示抓取装置抓取目标物，包括：根据中心位置计算预设抓取点在图像坐标系下的像素坐标；基于左图像和右图像进行匹配，得到预设抓取点的深度信息；利用双目相机的标定模型和深度信息，将像素坐标转换为世界坐标系下的空间坐标；指示抓取装置移动至空间坐标并以抓取角度抓取目标物。

[0014] 在一些实施例中，基于左图像和右图像进行匹配，得到预设抓取点的深度信息，包括：通过极线约束搜索左图像和右图像的匹配点；利用三角定位原理，根据匹配点计算预设抓取点的深度信息。

[0015] 在一些实施例中，对目标物图像进行实例分割，得到目标物掩膜之前，还包括：采集不同环境下呈不同排列方式的目标物样本图像；对目标物样本图像进行标注，以形成训练集；基于训练集对实例分割网络进行模型训练，以得到目标物分割模型。

[0016] 在第二方面中，本披露提供一种电子设备，包括：处理器；以及存储器，其上存储有可执行代码，当可执行代码被处理器执行时，使处理器执行如第一方面的方法。

[0017] 通过如上所提供的基于实例分割的目标物抓取方法，本披露实施例在分割得到目标物掩膜后计算出目标物的中心位置，并利用该中心位置和目标物掩膜计算出目标物朝向，从而确定目标物的抓取角度。通过该抓取角度抓取目标物时，目标物朝向与抓取装置的主轴方向相对应，因此，每一目标物被抓取时，其与抓取装置的相对姿态是统一固定的，即在基于抓取角度和中心位置抓取目标物时就完成了抓取装置姿态的调整，从而令抓取装置在统一位置抓取目标物并能够以统一姿态实现目标物的码垛，无需对抓取的目标物进行二次姿态识别，也无需调整抓手姿态。通过在目标物位置定位的同时完成抓手姿态的调整，有效提高了作业效率较低并降低作业中图像处理的成本。

## 附图说明

[0018] 通过参考附图阅读下文的详细描述，本披露示例性实施方式的上述以及其他目的、特征和优点将变得易于理解。在附图中，以示例性而非限制性的方式示出了本披露的若干实施方式，并且相同或对应的标号表示相同或对应的部分，其中：

[0019] 图1示出了本披露实施例的基于实例分割的目标物抓取方法的示例性流程图；

[0020] 图2示出了一些耐火砖的示例性图像；

[0021] 图3示出了一些耐火砖的目标物掩膜的示例性图像；

[0022] 图4示出了本披露的一些实施例的抓取装置控制方法的示例性流程图；

[0023] 图5示出了本披露一些实施例的目标物朝向的确定方法的示例性流程图；

- [0024] 图6示出了本披露另一些实施例的目标物朝向的确定方法的示例性流程图；
- [0025] 图7示出了本披露另一些实施例的目标物朝向的确定过程的示意图；
- [0026] 图8示出了本披露另一些实施例的目标物分割模型的构建方法的示例性流程图；
- [0027] 图9示出了本披露实施例的电子设备的示例性结构框图。

### 具体实施方式

[0028] 下面将结合本披露实施例中的附图,对本披露实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本披露一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本披露中的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本披露保护的范围。

[0029] 应当理解,本披露的说明书和权利要求书中使用的术语“包括”和“包含”指示所描述特征、整体、步骤、操作、元素和/或组件的存在,但并不排除一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元素、组件和/或其集合的存在或添加。

[0030] 还应当理解,在此本披露说明书中所使用的术语仅仅是出于描述特定实施例的目的,而并不意在限定本披露。如在本披露说明书和权利要求书中所使用的那样,除非上下文清楚地指明其它情况,否则单数形式的“一”、“一个”及“该”意在包括复数形式。还应当进一步理解,在本披露说明书和权利要求书中使用的术语“和/或”是指相关联列出的项中的一个或多个的任何组合以及所有可能组合,并且包括这些组合。

[0031] 如在本说明书和权利要求书中所使用的那样,术语“如果”可以依据上下文被解释为“当...时”或“一旦”或“响应于确定”或“响应于检测到”。类似地,短语“如果确定”或“如果检测到[所描述条件或事件]”可以依据上下文被解释为意指“一旦确定”或“响应于确定”或“一旦检测到[所描述条件或事件]”或“响应于检测到[所描述条件或事件]”。

[0032] 下面结合附图来详细描述本披露的具体实施方式。

#### [0033] 示例性应用场景

[0034] 传统的人工工件搬运作业需要工人将工件进行装车,随后驾车搬运至指定位置后,再人工卸下工件并码垛,效率很低且耗费大量人力资源。引入机器人等自动化设备后,通过位置点示教或是在机器人上增设计算机视觉处理装置后,能够让机器人自动定位工件并在工件的中心坐标进行抓取,从而防止抓空、抓偏及抓错的情况出现,然后通过机器人移动至指定位置后放下工件,完成码垛。

[0035] 对于原本就整齐排列和/或形状规整的工件而言,通过上述过程就可以完成搬运作业,且在指定位置上,搬运后的工件仍能够整齐码垛。

[0036] 但实际的搬运场景下,待搬运的工件往往不是整齐排列或是呈规整形状的,例如:存在一种耐火砖截面呈类水滴形的柱状结构,并且待搬运的耐火砖堆中耐火砖的排列方向各异。在此情况下,采用上述机器人抓取方案则会导致耐火砖在抓手上的姿态各异,若需要将耐火砖整齐码垛在指定位置,则需要在放置耐火砖时再进行一次图像采集和处理,从而识别出耐火砖的姿态并相应地对抓手姿态作出调整。

[0037] 这不仅影响了搬运作业的效率,还会导致额外成本。

[0038] 需要说明的是,以上描述的应用场景仅是为了便于理解本披露所提供的一种示例,本披露所提供的方案在此方面不受限制,即,本披露所提供的方案可以应用于任何适用

场景。

[0039] 示例性方案

[0040] 有鉴于此,本披露实施例提供了一种基于实例分割的目标物抓取方案,其通过分割得到的目标物的中心位置和目標物掩膜计算出目标物朝向,从而指导抓取装置的抓取角度,使得抓取装置基于该抓取角度抓取目标物时,目标物朝向与抓取装置的主轴方向相对应,保证了每一目标物被抓取时,其与抓取装置的相对姿态是统一固定的,能够在不进行二次姿态识别和不调整抓手姿态的情况下,完成目标物的整齐码垛,有效提高了作业效率较低并降低作业中图像处理的成本。

[0041] 图1示出了本披露实施例的基于实例分割的目标物抓取方法的示例性流程图。

[0042] 如图1所示,在步骤101中,获取目标物图像。

[0043] 在一些实施例中,目标物图像可以由双目相机采集得到。该目标物图像中可以包括多个目标物。

[0044] 在步骤102中,利用目标物分割模型对目标物图像进行实例分割,得到目标物掩膜。

[0045] 目标物分割模型是一种实例分割网络,其可以基于目标物图像区分出其中不同的目标物,并通过掩膜进行标记。

[0046] 通过上述目标物分割模型可以有效目标物图像中,背景特征对目标物特征造成的干扰,以及下层目标物对上层目标物造成的干扰,从而有利于后续目标物的中心位置和目標物朝向的计算,有利于提高抓取精度。

[0047] 在本披露实施例中,可以预先通过大量的目标物图像对一些实例分割网络进行训练,例如:Mask R-CNN网络等,从而形成针对目标物的目标物分割模型。

[0048] 在步骤103中,根据目标物掩膜计算目标物的中心位置。

[0049] 该中心位置可以通过求取目标物掩膜的几何中心得到。进一步地,对于密度均匀的目标物,该中心位置也可以为重心位置。

[0050] 在一些实施例中,在执行步骤103之前,还可以对分割出的目标物掩膜进行腐蚀处理,以对目标物掩膜进行更新。

[0051] 腐蚀处理是一种形态学操作,其可以消除噪点,同时消除部分边界值,使目标物掩膜的边缘向内收缩,一是可以误分割形成的噪点去除,二是可以避免两个目标物掩膜相互粘连,使得目标物掩膜的边缘更精细。

[0052] 在步骤104中,根据中心位置和目標物掩膜,确定目标物朝向。

[0053] 在本披露实施例中,可以定义中心位置指向目标边缘点的方向为目标物朝向,其中,目标边缘点为目标物掩膜的一个边缘点,在目标物掩膜的所有边缘点中,目标边缘点对应的曲率半径为极值,例如:在目标物掩膜的所有边缘点中,目标边缘点对应曲率半径最小或最大。

[0054] 为了便于理解,此处以耐火砖作为目标物进行示例性说明:

[0055] 图2示出了一些耐火砖的示例性图像,图3示出了一些耐火砖的目标物掩膜的示例性图像。如图2所示,假设耐火砖为柱状,其径向截面呈类水滴形,因此,相机从耐火砖的径向截面采集耐火砖的图像后,经实例分割得到的目标物掩膜也呈类水滴形。如图3所示,该目标物掩膜具有一个尖端和一个钝端,0点为该目标物掩膜的中心位置,A点表示该目标物

掩膜上对应曲率半径最小的边缘点,B点表示该目标物掩膜上对应曲率半径最大的边缘点,则可以取OA或OB方向作为目标物朝向。

[0056] 在步骤105中,根据目标物朝向确定目标物的抓取角度。

[0057] 计算该抓取角度的目的是为了使抓取装置以该抓取角度抓取目标物时,目标物朝向与抓取装置的主轴方向相对应。

[0058] 其中,目标物朝向与抓取装置的主轴方向相对应可以包括以下两种情况:

[0059] 其一,目标物朝向与抓取装置的主轴方向一致;

[0060] 其二,目标物朝向与抓取装置的主轴方向的相对关系与预设相对关系一致,例如:目标物朝向为抓取装置的主轴方向顺时针旋转45度后的方向。需要说明的是,以上只是对预设相对关系的一种示例性说明,实际应用中,预设相对关系包括多种,此处不作展开赘述。

[0061] 在计算抓取角度时,从以上两种对应情况中任选一种作为目标,进行抓取角度的计算。

[0062] 假设目标物朝向与抓取装置的主轴方向一致,仍以上述径向截面呈类水滴形的耐火砖为例,当抓取装置以计算好的抓取角度抓取耐火砖后,每一个被抓取的耐火砖的尖端(此处定义目标边缘点对应曲率半径最小,即图3中的OA方向为目标物朝向)均指向抓取装置的主轴方向,从而抓取装置以统一姿态放置耐火砖时,码垛在指定区域的耐火砖均是尖端统一方向排列的,例如:统一指向抓取装置的主轴方向。

[0063] 在步骤106中,基于中心位置和抓取角度,指示抓取装置抓取目标物。

[0064] 在本披露实施例中,抓取装置可以直接在中心位置以步骤105确定的抓取角度抓取目标物。在另一些实施例中,抓取位置也可以为中心位置以外的其他位置,例如,设置一个预设抓取点,根据其与目标物掩膜中心的相对位置关系,基于中心位置计算出预设抓取点的位置,以指示抓取装置在该位置以步骤105确定的抓取角度进行抓取。

[0065] 通过如上所示的目标物抓取方法,通过实例分割得到目标物掩膜,并计算出目标物的中心位置,继而利用该中心位置和目标物掩膜计算出目标物朝向,从而确定目标物的抓取角度,以令抓取装置在以该抓取角度抓取目标物时,目标物朝向与抓取装置的主轴方向相对应,即被抓取的目标物与抓取装置的相对姿态是统一固定的,从而令抓取装置能够以统一姿态实现目标物的码垛。上述目标物抓取方法在抓取目标物时就已完成了抓取装置姿态的调整,无需对抓取的目标物进行二次姿态识别,也无需调整抓手姿态,有效提高了作业效率较低并降低作业中图像处理的成本。

[0066] 另外,本披露所示的方案也适用于传送带作业场景,通过上述目标物抓取方法,能够保证目标物以相同的姿态被放置到传送带上,从而保证进入下一工序的目标物姿态的一致性,保障下一工序能够顺畅有序地对目标物进行处理,而无需在传动带与下一工序设备之间增设姿态调整的装置或人工进行姿态调整。

[0067] 由于以上中心位置是基于目标物图像计算的,其为像素坐标系下的像素坐标,用于指导抓取装置执行抓取动作时,需要将其转换为世界坐标系下的空间坐标,基于该空间坐标控制抓取装置。

[0068] 图4示出了本披露的一些实施例的抓取装置控制方法的示例性流程图。

[0069] 如图4所示,在步骤401中,根据中心位置计算预设抓取点在图像坐标系下的像素

坐标。

[0070] 在本实施例中,预设抓取点可以设置为该中心位置,也可以设置为中心位置以外的其他位置。

[0071] 像素坐标系是为了描述目标物成像后的像点在图像上的坐标而引入的坐标系,其单位为像素点;世界坐标系是三维世界的坐标系,其为了描述目标物在真实世界里的位置以及相机所在的位置而引入的。

[0072] 像素坐标系与世界坐标系的转换还涉及到相机坐标系和图像坐标系;其中,相机坐标系是在相机上建立的坐标系,为了从相机的角度描述目标物位置而定义的;图像坐标系是为了描述成像过程中目标物从相机坐标系到图像坐标系的投影透射关系而引入的。

[0073] 在步骤402中,基于左图像和右图像进行匹配,得到预设抓取点的深度信息。

[0074] 在本实施例中,目标物图像包括由双目相机采集得到的左图像和右图像,通过左图像和右图像可以确定双目相机的视差,结合视差、相机焦距以及相机基线可以实现图像立体匹配,完成像素点的深度信息的确定。

[0075] 示例性的,步骤402可以包括:

[0076] 通过极线约束搜索左图像和右图像的匹配点;

[0077] 利用三角定位原理,根据匹配点计算预设抓取点的深度信息。

[0078] 其中,相机焦距以及相机基线可以通过对相机进行标定,从而建立双目相机的标定模型得到,其中,标定模型包括双目相机中左右两个相机的内外参数和畸变参数,以及左相机相对于右相机的空间位置矩阵。

[0079] 在一些实施例中,可以采用张正友标定法完成相机标定。具体地,标定步骤包括:采集标定板图像;在标定板图像上找到多个与实际点一一对应的像素点,形成多组对应点,通过这些多组对应点,应用最小二乘法求解出单应性矩阵,以求解得到的多个单应性矩阵作为约束,求解出双目相机的内外参数,再通过最小二乘法思想对双目相机的畸变参数进行评估,得到标定模型。

[0080] 在上述标定步骤中,同样地,可以采用极线约束进行实际点与像素点的匹配。

[0081] 可以理解,以上仅是一种适用于本披露的相机标定方法进行的示例性说明,在实际应用中,其他相机标定法也适用于本披露,此处不作唯一限定。

[0082] 在步骤403中,利用双目相机的标定模型和深度信息,将像素坐标转换为世界坐标系下的空间坐标。

[0083] 以像素坐标 $(u, v)$ 为例,其与对应的世界坐标系下的空间坐标 $(U, V, W)$ 的转换关系式如下:

$$[0084] \quad Z \begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{dX} & -\frac{\cot\theta}{dX} & u_0 \\ 0 & \frac{1}{dY\sin\theta} & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U \\ V \\ W \\ 1 \end{pmatrix};$$

[0085] 其中, $Z$ 为尺度因子; $\begin{pmatrix} \frac{1}{dX} & -\frac{\cot\theta}{dX} & u_0 \\ 0 & \frac{1}{dY\sin\theta} & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ 为双目相机的内参矩阵;

$f$ 为像距； $dX$ 和 $dY$ 分别为 $X$ 方向和 $Y$ 方向上的一个像素在相机感光板上的物理长度，即每个像素的毫米数； $(u_0, v_0)$ 为相机感光板中心在像素坐标系下的坐标，即图像坐标系原点相对于像素坐标系的偏移量； $\theta$ 为感光板的横边和纵边之间的角度； $\begin{pmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ 为双目相机的外参矩阵， $R$ 为旋转矩阵， $T$ 为平移矩阵。

[0086] 在上述转换过程中，像素坐标通过仿射变换转换为图像坐标系下的图像坐标，再经过透视投影后，转换为相机坐标系下的方位坐标，经外参矩阵进行刚体变换后，转换为世界坐标系下的空间坐标。

[0087] 进一步地，在上述步骤403的坐标系转换过程中，还可以通过手眼标定求解出抓取装置的末端坐标系与相机坐标系之间的坐标变换关系，或抓取装置的基底坐标系与相机坐标系之间的坐标变换关系，从而辅助求解空间坐标。

[0088] 假设相机固定在抓取装置的末端，相机相对于抓手是固定的，相机跟随抓手移动，可以求解工业机器人的末端坐标系与相机坐标系之间的坐标转换关系，得到手眼转换矩阵。假设相机固定在抓取装置之外，相机和抓取装置的底座相对静止，抓手的运动对相机没有影响，则求解基底坐标系与相机坐标系之间的坐标变换关系，得到手眼转换矩阵。

[0089] 通过手眼转换矩阵，可以将相机视觉所对应的空间坐标转换为抓取装置的抓手所对应的空间坐标。

[0090] 在步骤404中，指示抓取装置移动至空间坐标并以抓取角度抓取目标物。

[0091] 通过如上步骤401至步骤403，可以计算出预设抓取点在世界坐标系下的空间坐标，该空间坐标用于指示抓取装置的抓手移动，同时，基于目标物朝向确定的抓取角度能够指示抓手姿态，从而控制抓取装置在目标物上的统一位置实现抓取，且被抓取后的目标物与抓取装置的相对姿态统一。

[0092] 图5示出了本披露一些实施例的目标物朝向的确定方法的示例性流程图。可以理解，目标物朝向的确定方法是前述步骤104中的一种具体实现，因此前文结合图1描述的特征可以类似地应用于此。

[0093] 如图5所示，在步骤501中，确定目标物的重心作为目标物的中心位置。

[0094] 在一些实施例中，可以假设目标物掩膜密度均匀，取目标物掩膜的重心作为目标物的重心。

[0095] 在步骤502中，遍历目标物掩膜的所有边缘点，并计算当前边缘点与中心位置的距离。

[0096] 遍历结束后，可以得到所有边缘点到中心位置的距离，即，得到一个距离集合。

[0097] 在步骤503中，确定所有边缘点中与中心位置的距离为极值的目标边缘点。

[0098] 在步骤502得到的距离集合中，查找其中的最大距离或最小距离，其对应的边缘点即为目标边缘点。

[0099] 仍以前文实施例中的耐火砖为例，最大距离所对应的目标边缘点位于耐火砖的尖端，最小距离所对应的目标边缘点位于耐火砖的钝端。

[0100] 需要说明的是，除了如上描述的在距离集合中进行查找的方式外，还可以采用同步比对的方式找到极值。假设定义与中心位置的距离最大的边缘点为目标边缘点，则在遍

历目标物掩膜的所有边缘点的过程中,可以将当前边缘点与中心位置的距离与保留的边缘点进行比较,若当前边缘点对应的距离更大,则将当前边缘点对应的距离保留,反之则舍弃当前边缘点,直至遍历结束后,唯一保留的边缘点即为目标边缘点。

[0101] 在步骤504中,以中心位置指向目标边缘点的方向作为目标物朝向。

[0102] 上述实施例提供了一种适用于本披露的目标物抓取方案的示例性的目标物朝向的确定方法,本披露还提供了另一种适用的目标物朝向的确定方法。

[0103] 图6示出了本披露另一些实施例的目标物朝向的确定方法的示例性流程图。可以理解,目标物朝向的确定方法是前述步骤104中的一种具体实现,因此前文结合图1描述的特征可以类似地应用于此。

[0104] 如图6所示,在步骤601中,建立圆形窗口。

[0105] 在一些实施例中,该圆形窗口的半径单位可以为像素点,可以依据实际情况设置该圆形窗口的半径,例如,将该圆形窗口的半径设置为1至10个像素点。

[0106] 在步骤602中,令圆形窗口的圆心沿目标物掩膜的边缘移动,并计算每一边缘点对应的尖锐参数。

[0107] 其中,尖锐参数可以包括:圆形窗口的圆心在边缘点上对应的圆心角,或圆形窗口与目标物掩膜的重合面积。

[0108] 在步骤603中,取尖锐参数极值对应的边缘点作为目标边缘点。

[0109] 为了便于理解,图7示出了本披露另一些实施例的目标物朝向的确定过程的示意图,如图7所示,圆形窗口的圆心O1沿目标物掩膜的边缘移动,图7中的阴影部分即为圆形窗口与目标物掩膜的重合部分,该重合部分的面积可以作为该边缘点对应的尖锐参数,或以图7中的圆心角 $\alpha$ 作为边缘点对应的尖锐参数。

[0110] 在圆形窗口的圆心O1沿目标物掩膜的边缘移动的过程中,记录圆形窗口的圆心O1在每一边缘点上时对应的尖锐参数,直至遍历结束后,从若干尖锐参数中取最大值或最小值对应的边缘点作为目标边缘点。

[0111] 也可以在圆形窗口的圆心O1沿目标物掩膜的边缘移动的过程中,将当前边缘点的尖锐参数与保留的边缘点进行比较,依据确定的极值方向,保留其中一个并舍弃另一个边缘点,直至遍历结束后,唯一保留的边缘点即为目标边缘点。

[0112] 在步骤604中,以中心位置指向目标边缘点的方向作为目标物朝向。

[0113] 需要说明的是,上述实施例描述了两种示例性的目标物朝向的确定方法,在实际应用中,本领域技术人员可以确定的其他用于确定目标物朝向的方法同样也适用于本方案,此处不作唯一限定。

[0114] 由于本披露的目标物抓取方案需要使用目标物分割模型对目标物图像进行实例分割,因此,在前文实施例的步骤102之前,还可以预先训练实例分割模型,以得到目标物分割模型。

[0115] 图8示出了本披露另一些实施例的目标物分割模型的构建方法的示例性流程图。

[0116] 如图8所示,在步骤801中,采集不同环境下呈不同排列方式的目标物样本图像。

[0117] 在步骤802中,对目标物样本图像进行标注,以形成训练集。

[0118] 在步骤802中,可以在目标物样本图像中标注出目标物的对应类型和像素区域,形成带有标注信息的图像数据,大量的带有标注信息的图像数据构建成训练集。

[0119] 在步骤803中,基于训练集对实例分割网络进行模型训练,以得到目标物分割模型。

[0120] 可以通过深度学习,利用上述大量的带有标注信息的图像数据,对初始实例分割网络进行训练,从而得到目标物分割模型。其中,初始实例分割网络可以采用Mask R-CNN网络。

[0121] 与前述功能性实施例相对应地,本披露实施例中还提供了一种如图9所示的电子设备。图9示出了本披露实施例的电子设备的示例性结构框图。

[0122] 图9所示的电子设备900,包括:处理器910;以及存储器920,存储器920上存储有可执行的程序指令,当所述程序指令由所述处理器910来执行时,使得所述电子设备实现如前文所述的任一项方法。

[0123] 在图9的电子设备900中,仅示出了与本实施例有关的组成元素。因此,对于本领域普通技术人员而言显而易见的是:电子设备900还可以包括与图9中所示的组成元素不同的常见组成元素。

[0124] 处理器910可以控制电子设备900的操作。例如,处理器910通过执行电子设备900上的存储器920中存储的程序,来控制电子设备900的操作。处理器910可以由电子设备900中提供的中央处理单元(CPU)、应用处理器(AP)、人工智能处理器芯片(IPU)等来实现。然而,本披露不限于此。在本实施方式中,处理器910可以按任何适当的方式实现。例如,处理器910可以采取例如微处理器或处理器以及存储可由该(微)处理器执行的计算机可读程序代码(例如软件或固件)的计算机可读介质、逻辑门、开关、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、可编程逻辑控制器和嵌入微控制器的形式等等。

[0125] 存储器920可以用于存储电子设备900中处理的各种数据、指令的硬件。例如,存储器920可以存储电子设备900中的处理过的数据和待处理的数据。存储器920可存储处理器910已处理或要处理的数据集。此外,存储器920可以存储要由电子设备900驱动的应用、驱动程序等。存储器920可以是DRAM,但是本披露不限于此。存储器920可以包括易失性存储器或非易失性存储器中的至少一种。非易失性存储器可以包括只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)、闪存、相变RAM(PRAM)、磁性RAM(MRAM)、电阻RAM(RRAM)、铁电RAM(FRAM)等。易失性存储器可以包括动态RAM(DRAM)、静态RAM(SRAM)、同步DRAM(SDRAM)、PRAM、MRAM、RRAM、铁电RAM(FerRAM)等。在实施例中,存储器920可以包括硬盘驱动器(HDD)、固态驱动器(SSD)、高密度闪存(CF)、安全数字(SD)卡、微安全数字(Micro-SD)卡、迷你安全数字(Mini-SD)卡、极限数字(xD)卡、高速缓存(caches)或记忆棒中的至少一项。

[0126] 综上,本说明书实施方式提供的电子设备900的存储器920和处理器910实现的具体功能,可以与本说明书中的前述实施方式相对照解释,并能够达到前述实施方式的技术效果,这里便不再赘述。

[0127] 或者,本披露还可以实施为一种非暂时性机器可读存储介质(或计算机可读存储介质、或机器可读存储介质),其上存储有计算机程序指令(或计算机程序、或计算机指令代码),当所述计算机程序指令(或计算机程序、或计算机指令代码)被电子设备(或电子设备、服务器等)的处理器执行时,使所述处理器执行根据本披露的上述方法的各个步骤的部分或全部。

[0128] 虽然本文已经示出和描述了本披露的多个实施例,但对于本领域技术人员显而易见的是,这样的实施例只是以示例的方式来提供。本领域技术人员可以在不偏离本披露思想和精神的情况下想到许多更改、改变和替代的方式。应当理解的是在实践本披露的过程中,可以采用对本文所描述的本披露实施例的各种替代方案。所附权利要求书旨在限定本披露的保护范围,并因此覆盖这些权利要求范围内的等同或替代方案。

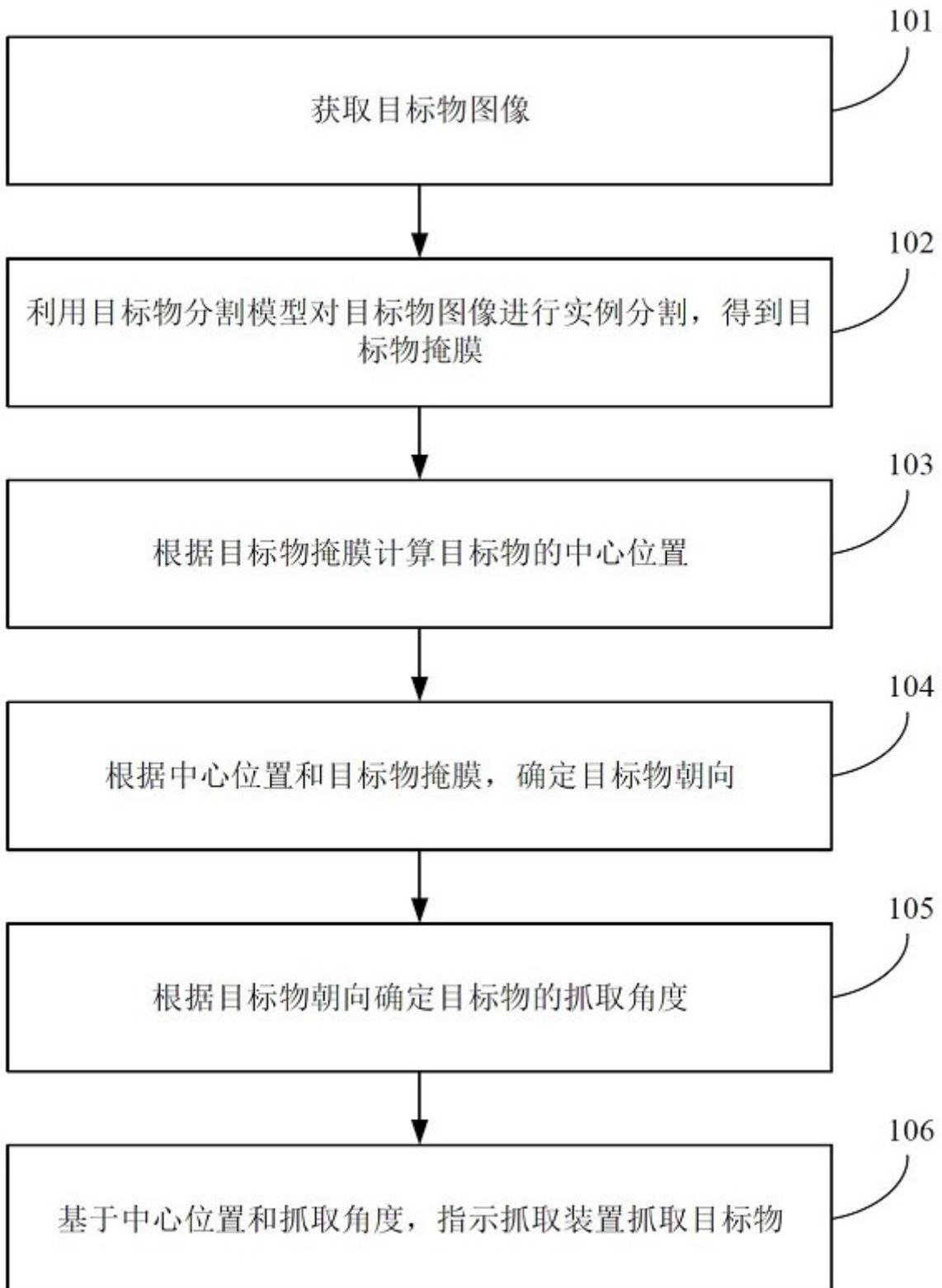


图 1

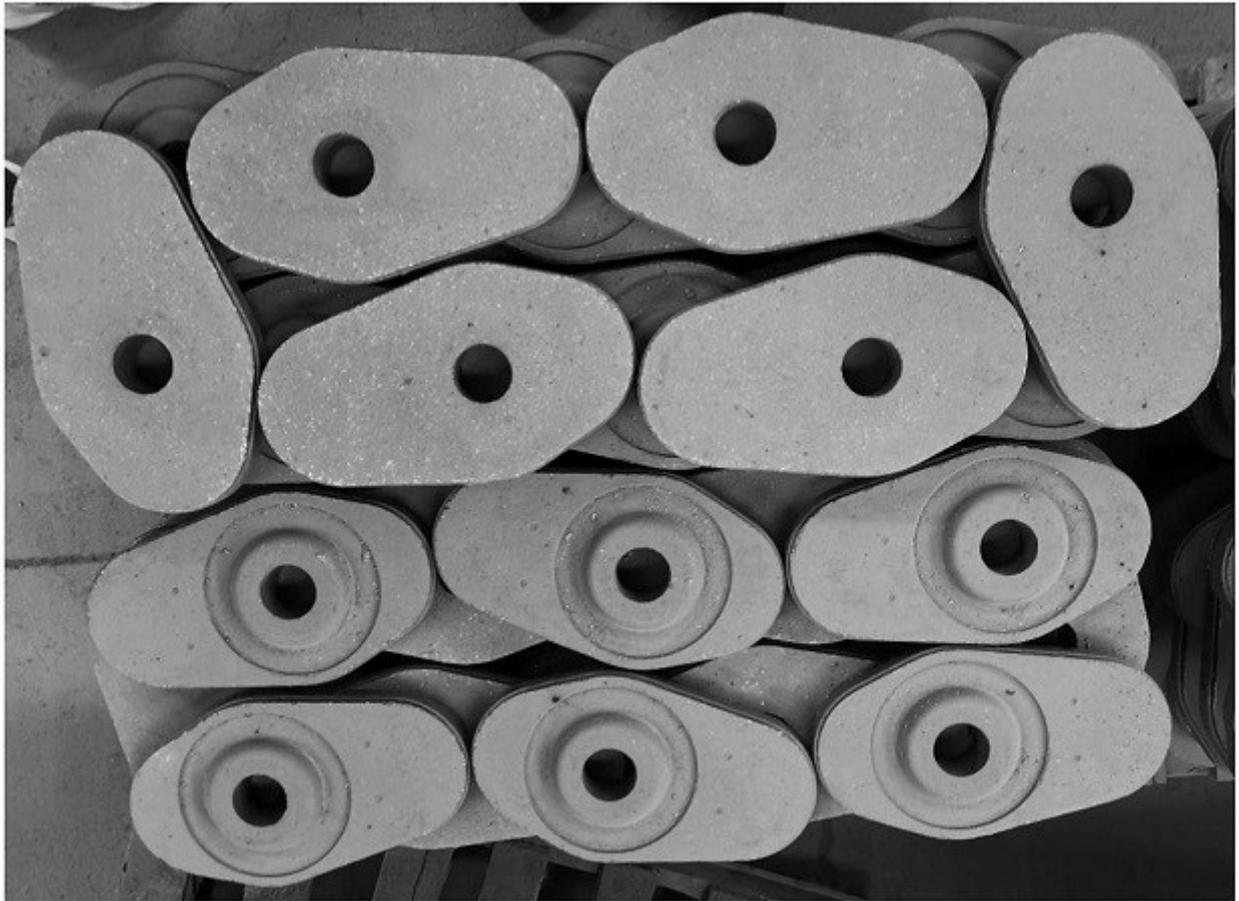


图 2

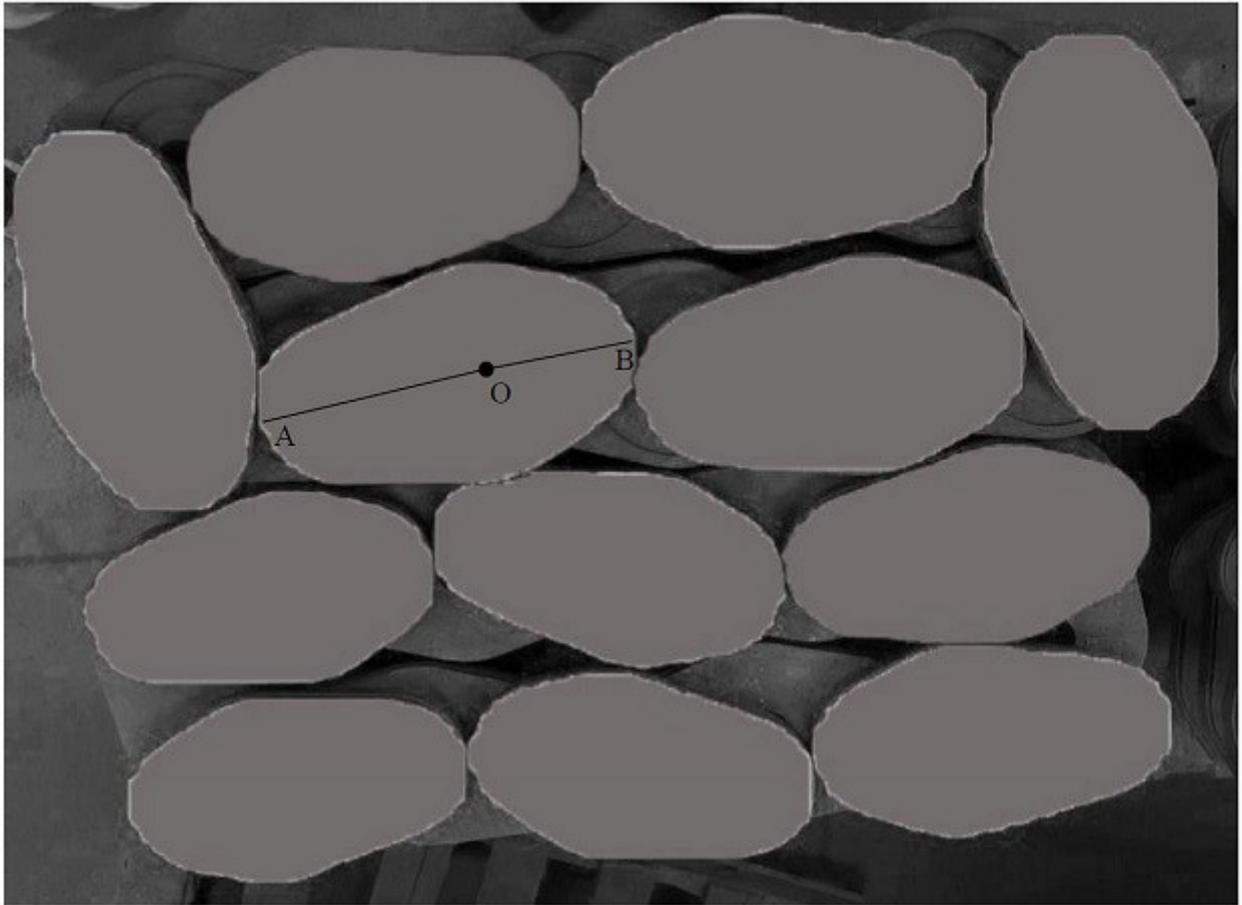


图 3

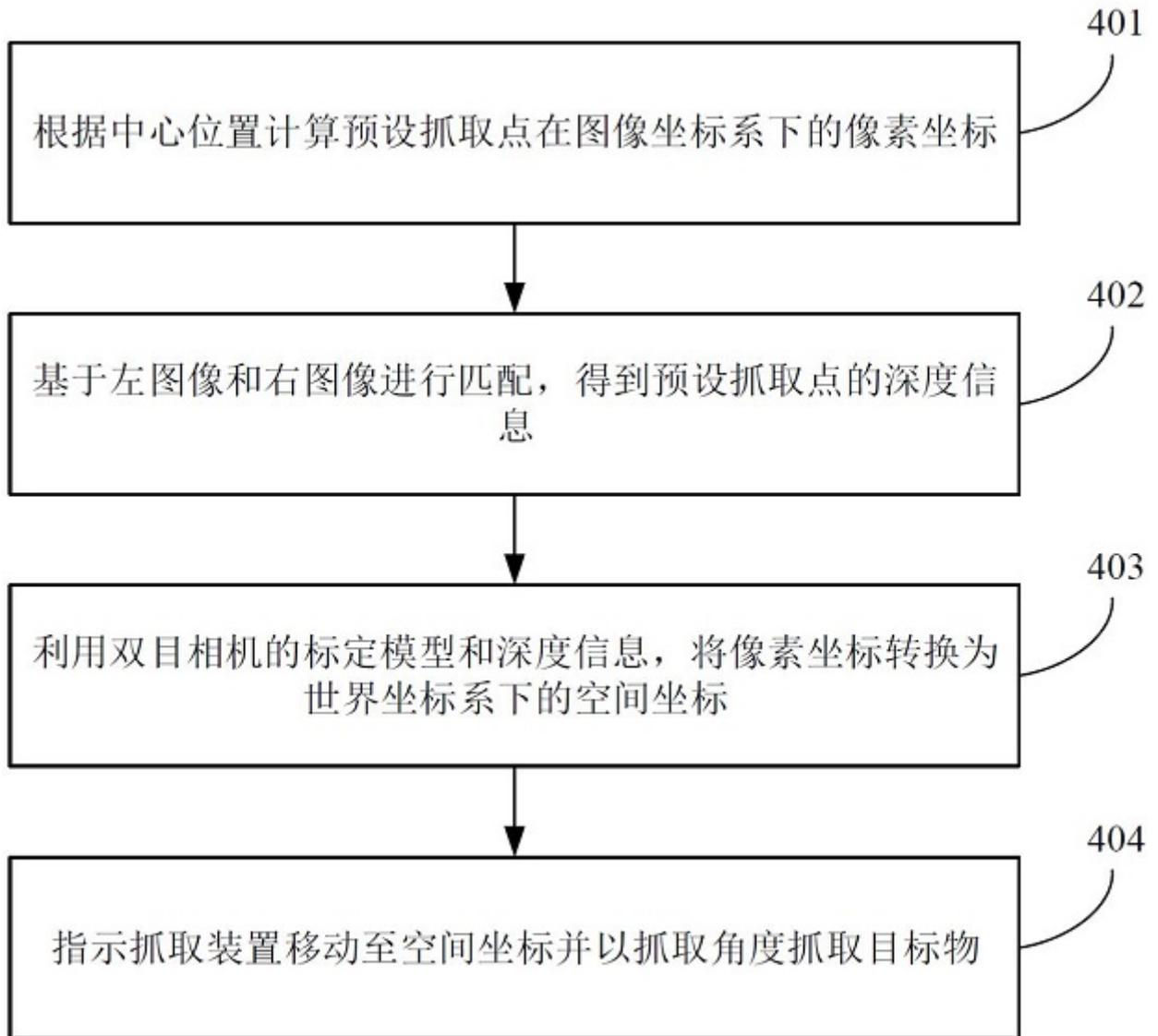


图 4

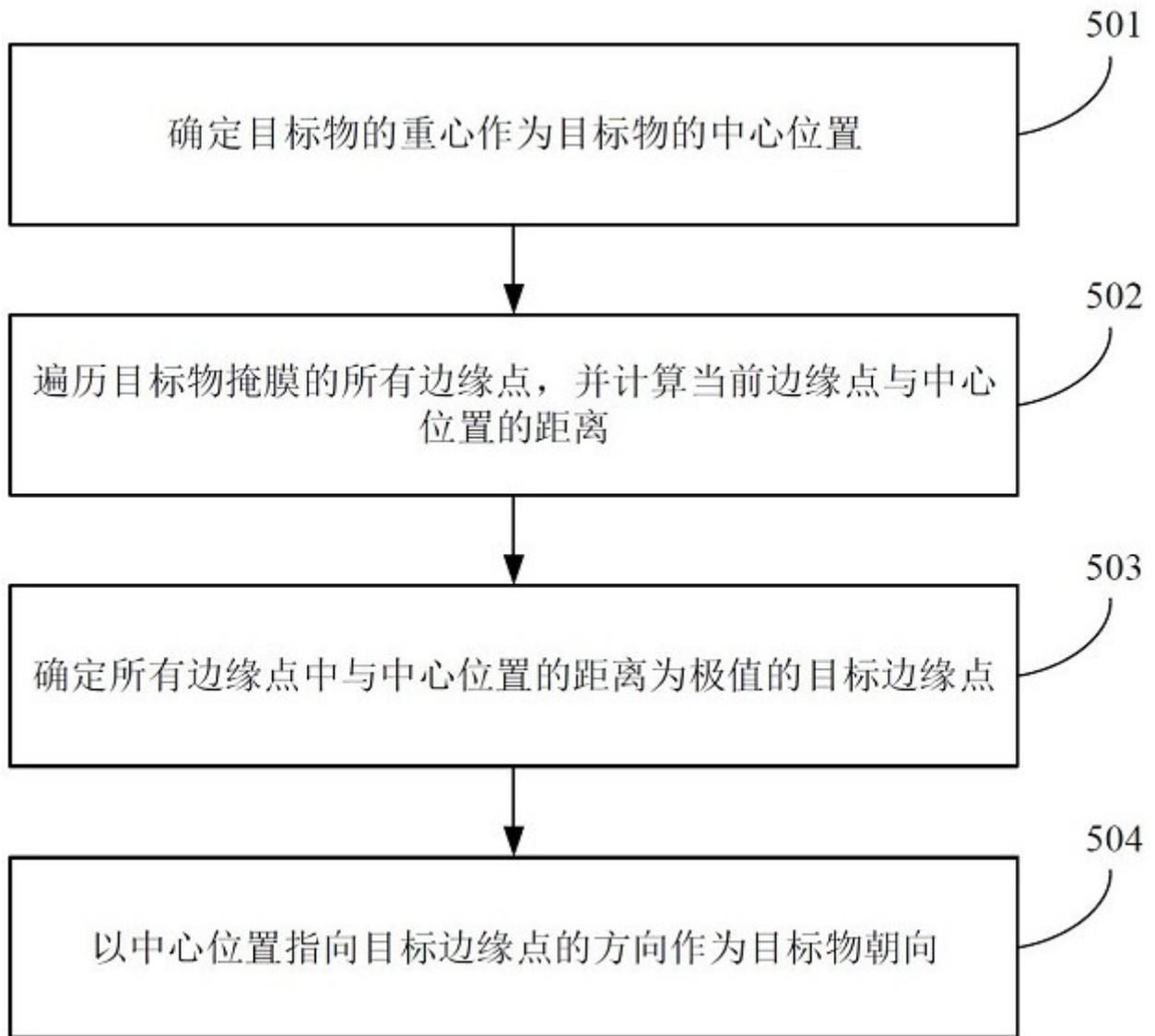


图 5

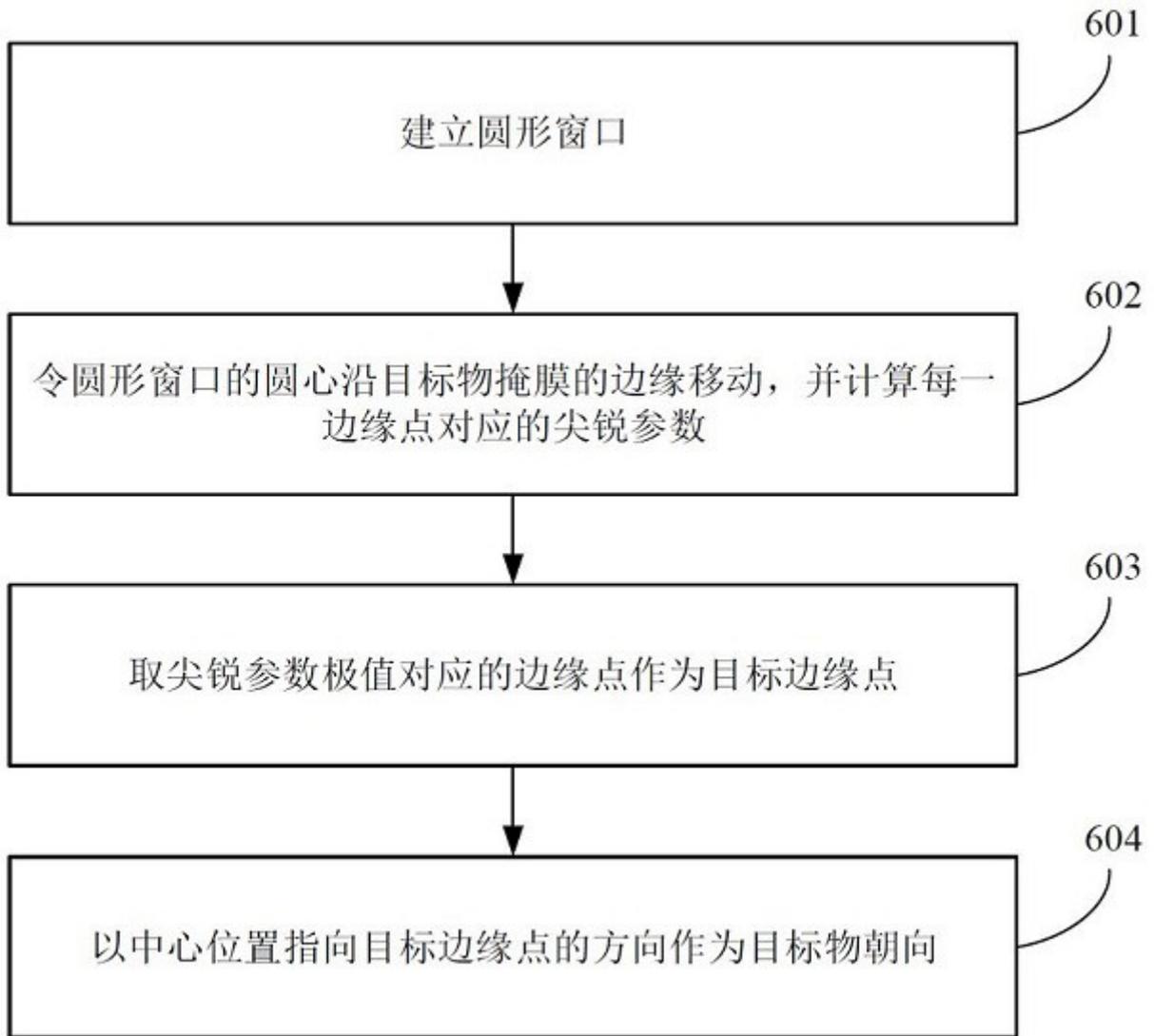


图 6

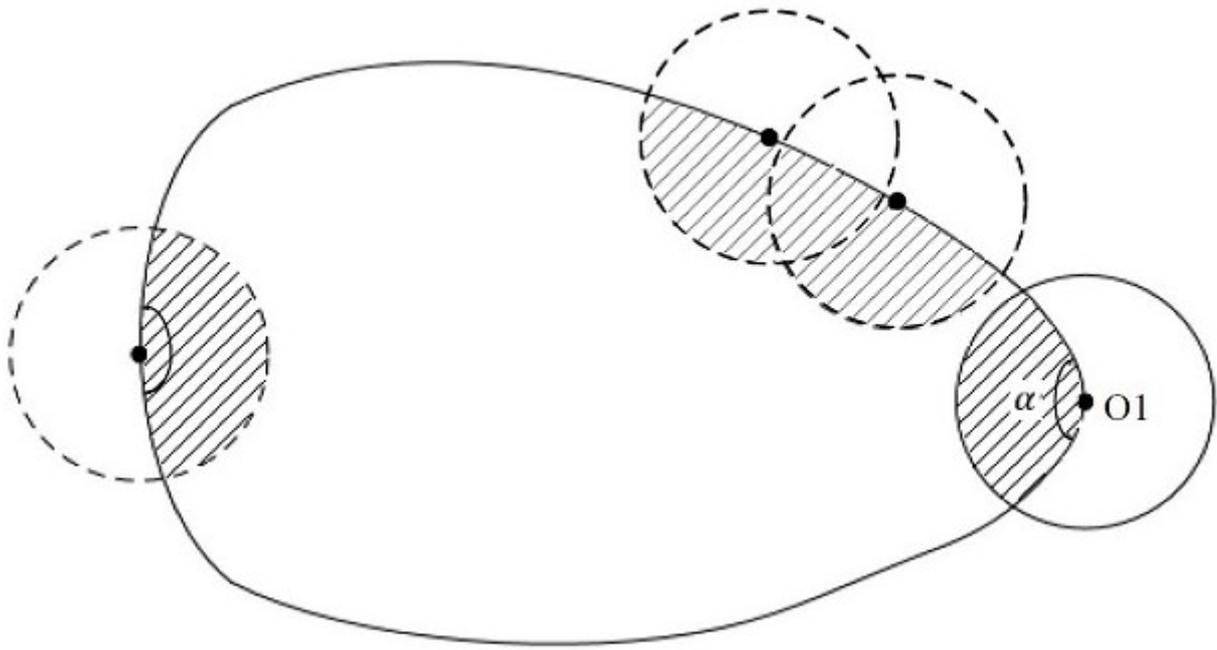


图 7

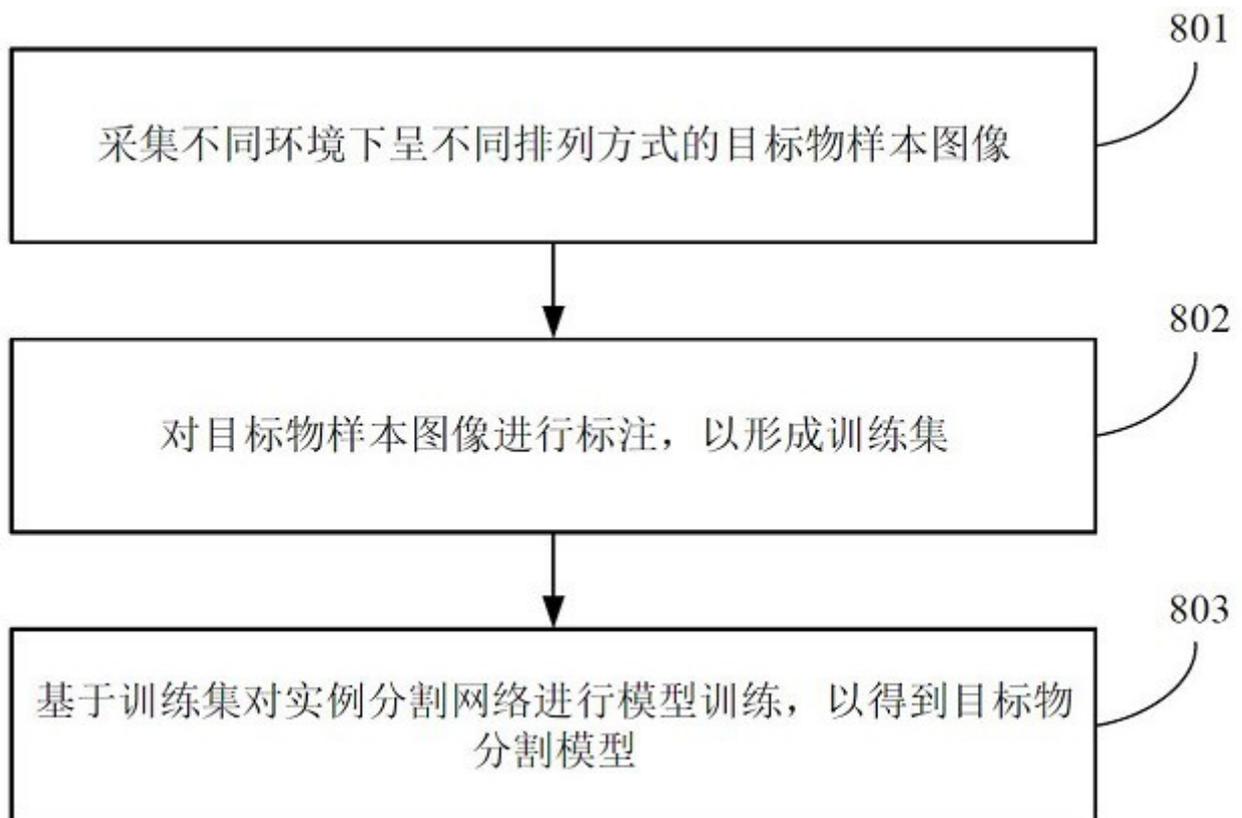


图 8

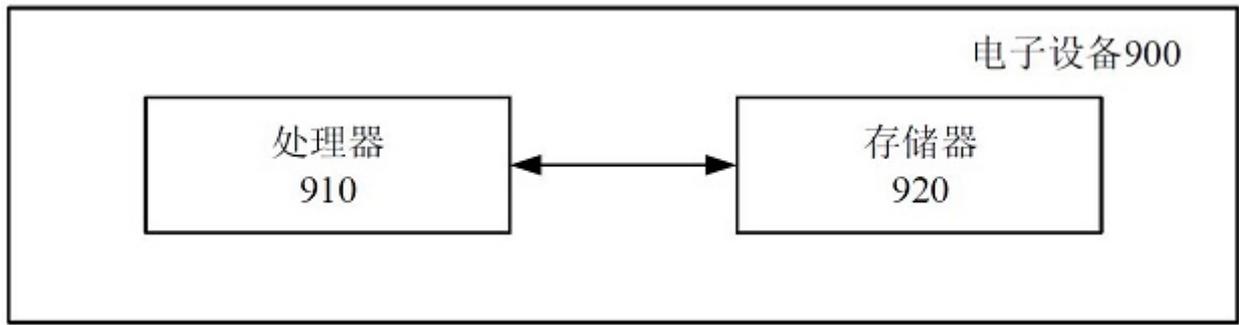


图 9