



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116661505 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 29

(21) 申请号 202310637930.7

(22) 申请日 2023.05.31

(71) 申请人 深圳市普渡科技有限公司

地址 518051 广东省深圳市南山区西丽街  
道西丽社区打石一路深圳国际创新谷  
1栋A座501

(72) 发明人 吴明豪

(74) 专利代理机构 华进联合专利商标代理有限  
公司 44224

专利代理师 虞凌霄

(51) Int. Cl.

G05D 1/12 (2006.01)

G05D 1/02 (2020.01)

G01S 13/86 (2006.01)

G01C 21/20 (2006.01)

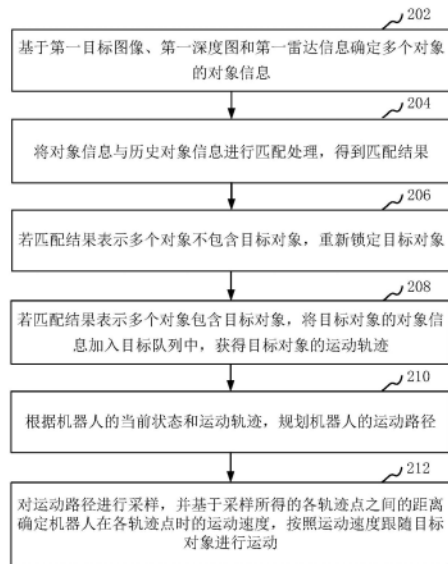
权利要求书3页 说明书14页 附图8页

(54) 发明名称

机器人、机器人跟随方法、装置和存储介质

(57) 摘要

本申请涉及一种机器人、机器人跟随方法、装置和存储介质。所述方法包括：基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息；将对象信息与历史对象信息进行匹配处理，得到匹配结果；历史对象信息为历史锁定的目标对象对应的信息；若匹配结果表示多个对象不包含目标对象，重新锁定目标对象；若匹配结果表示多个对象包含目标对象，重新锁定目标对象；若匹配结果表示多个对象包含目标对象，将目标对象的对象信息加入目标队列中，获得目标对象的运动轨迹；根据机器人的当前状态和运动轨迹，规划机器人的运动路径；对运动路径进行采样，并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定机器人在各轨迹点时的运动速度而跟随目标对象进行运动。采用本方法能够准确有效地跟随目标对象，执行跟随任务。



1. 一种机器人,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时执行以下步骤:

基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;

将所述对象信息与历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果;所述历史对象信息为历史锁定的目标对象对应的信息;

若所述匹配结果表示所述多个对象不包含所述目标对象,重新锁定所述目标对象;

若所述匹配结果表示所述多个对象包含所述目标对象,将所述目标对象的对象信息加入目标队列中,获得所述目标对象的运动轨迹;

根据机器人的当前状态和所述运动轨迹,规划所述机器人的运动路径;

对所述运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定所述机器人在各所述轨迹点时的运动速度,按照所述运动速度跟随所述目标对象进行运动。

2. 根据权利要求1所述的机器人,其特征在于,所述处理器执行所述基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息时,具体执行以下步骤:

获取在运动过程中采集的第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息;

对所述第一目标图像中的各对象进行对象检测,得到第一对象初始信息;

对所述第一深度图和所述第一雷达信息进行障碍物检测,得到所述第一深度图和所述第一雷达信息各自对应的第一障碍物坐标;所述第一障碍物坐标为所述机器人视野范围内各障碍物的坐标;

将所述第一对象初始信息和各所述第一障碍物坐标进行数据融合,得到第一融合数据;

基于所述第一融合数据确定各所述多个对象的对象信息。

3. 根据权利要求2所述的机器人,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时,还执行以下步骤:

对所述第一对象初始信息中关于各所述对象的对象坐标进行坐标转换,得到各所述对象的在机器人导航系统下的第一世界坐标;

分别对所述第一深度图和所述第一雷达信息各自对应的第一障碍物坐标进行坐标转换,得到各障碍物的在所述机器人导航系统下的第二世界坐标和第三世界坐标;

所述将所述第一对象初始信息和各所述第一障碍物坐标进行数据融合包括:

将所述第一对象初始信息中的特征值、所述第一世界坐标、所述第二世界坐标和所述第三世界坐标进行融合。

4. 根据权利要求1所述的机器人,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时,还执行以下步骤:

获取各所述对象发出语音时的声源角度,以及在运动过程中采集的第二目标图像、第二深度图和第二雷达信息;所述第二目标图像、所述第二深度图和所述第二雷达信息,分别是在所述第一目标图像、所述第一深度图和所述第一雷达信息之前采集的;

对所述第二目标图像中的各对象进行对象检测,得到第二对象初始信息;对所述第二对象初始信息中关于各所述对象的对象坐标进行坐标转换,得到各所述对象的在机器人导航系统下的第四世界坐标;

对所述第二深度图和所述第二雷达信息进行障碍物检测,得到所述第二深度图和所述

第二雷达信息各自对应的第二障碍物坐标;分别对所述第二深度图和所述第二雷达信息各自对应的第二障碍物坐标进行坐标转换,得到各所述障碍物的在所述机器人导航系统下的第五世界坐标和第六世界坐标;其中,所述第二障碍物坐标为所述机器人视野范围内各障碍物的坐标;

将所述声源角度转换为所述机器人导航系统下的声源方向向量,根据所述声源方向向量确定各所述对象在所述机器人导航系统下的第七世界坐标;

将所述第二对象初始信息中的特征值、所述第四世界坐标、所述第五世界坐标、所述第六世界坐标和所述第七世界坐标进行融合,得到第二融合数据;

基于所述第二融合数据锁定所述目标对象,得到所述目标对象的历史对象信息;所述历史对象信息包括所述目标对象的特征值和所述机器人导航系统下的世界坐标。

5. 根据权利要求1所述的机器人,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时,还执行以下步骤:

若所述匹配结果表示所述多个对象包含所述目标对象,将所述目标对象的对象信息输入目标滤波器,以使所述目标滤波器基于所述对象信息进行位置预测,得到所述目标对象在下一时刻的预测位置;

基于所述预测位置和所述目标对象的当前位置确定运动方向;所述当前位置为所述目标对象在机器人导航系统下的第一世界坐标;

根据所述运动方向、速度信息和所述当前位置确定所述机器人的当前状态。

6. 根据权利要求1所述的机器人,其特征在于,所述处理器执行根据机器人的当前状态和所述运动轨迹,规划所述机器人的运动路径时,具体执行以下步骤:

对所述运动轨迹进行采样,并将采样所得的轨迹点进行拟合,得到跟随轨迹;

根据机器人的当前状态和所述跟随轨迹,规划所述机器人的运动路径。

7. 根据权利要求6所述的机器人,其特征在于,所述处理器执行对所述运动轨迹进行采样,具体执行以下步骤:

按照第一采样频率采样所述运动轨迹,得到至少两个初始采样点;

当所述至少两个初始采样点中的相邻初始采样点之间的距离大于第一预设距离时,将所述相邻初始采样点添加至采样队列。

8. 根据权利要求7所述的机器人,其特征在于,所述处理器执行对所述运动轨迹进行采样,具体执行以下步骤:

当所述至少两个初始采样点中的相邻初始采样点之间的距离小于或等于第一预设距离时,按照第二采样频率对第一子运动轨迹进行采样,得到第一采样点;其中,所述第二采样频率大于所述第一采样频率,所述第一子运动轨迹为所述相邻初始采样点之间的运动轨迹;

当所述第一采样点与所述至少两个初始采样点之间的距离大于第二预设距离时,将所述至少两个初始采样点和所述第一采样点添加至所述采样队列;

当所述第一采样点与所述至少两个初始采样点之间的距离小于或等于第二预设距离时,将所述相邻初始采样点添加至所述采样队列,并按照第三采样频率对第二子运动轨迹进行采样,得到第二采样点;当所述第二采样点与所述第一采样点以及第一初始采样点之间的距离大于第三预设距离时,将所述第二采样点添加至所述采样队列;其中,所述第三采

样频率大于所述第二采样频率,所述第二子运动轨迹为所述第一采样点与所述相邻初始采样点中的第一初始采样点之间的运动轨迹。

9. 根据权利要求1至8任一项所述的机器人,其特征在于,所述处理器执行所述若所述匹配结果表示所述多个对象不包含所述目标对象,重新锁定所述目标对象时,具体执行以下步骤:

若所述匹配结果表示所述多个对象不包含所述目标对象,发出提示信息;所述提示信息用于提示使用对象发出跟随任务语音控制指令;

依据所述跟随任务语音控制指令,重新锁定所述目标对象。

10. 一种机器人跟随方法,其特征在于,所述方法包括:

基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;

将所述对象信息与历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果;所述历史对象信息为历史锁定的目标对象对应的信息;

若所述匹配结果表示所述多个对象不包含所述目标对象,重新锁定所述目标对象;

若所述匹配结果表示所述多个对象包含所述目标对象,将所述目标对象的对象信息加入目标队列中,获得所述目标对象的运动轨迹;

根据机器人的当前状态和所述运动轨迹,规划所述机器人的运动路径;

对所述运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定所述机器人在各所述轨迹点时的运动速度,按照所述运动速度跟随所述目标对象进行运动。

11. 一种机器人跟随装置,其特征在于,所述装置包括:

第一确定模块,用于基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;

匹配模块,用于将所述对象信息与历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果;所述历史对象信息为历史锁定的目标对象对应的信息;

锁定模块,用于若所述匹配结果表示所述多个对象不包含所述目标对象,重新锁定所述目标对象;

加入模块,用于若所述匹配结果表示所述多个对象包含所述目标对象,将所述目标对象的对象信息加入目标队列中,获得所述目标对象的运动轨迹;

规划模块,用于根据机器人的当前状态和所述运动轨迹,规划所述机器人的运动路径;

跟随模块,用于对所述运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定所述机器人在各所述轨迹点时的运动速度,按照所述运动速度跟随所述目标对象进行运动。

12. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求10所述的方法的步骤。

## 机器人、机器人跟随方法、装置和存储介质

### 技术领域

[0001] 本申请涉及机器人技术领域,特别是涉及一种机器人、机器人跟随方法、装置和存储介质。

### 背景技术

[0002] 随着机器人技术的不断发展,机器人在各种应用场景中受到了广泛使用,如外卖送餐的场景以及家庭服务的场景。在一些实际应用中,需要机器人跟随目标进行运动,现有的机器人跟随方案中,主要是基于视觉的自动跟随,如利用机器人上的相机采集目标对象的图像信息,然后对该图像信息进行分析得出该目标对象的运动轨迹,进而预测出机器人的运动路径,然后进行跟随。

[0003] 然而,现有的机器人跟随方案中,容易丢失跟随目标对象,从而无法继续执行跟随任务。

### 发明内容

[0004] 基于此,有必要针对上述技术问题,提供一种机器人、机器人跟随方法、装置和存储介质,能够准确有效地跟随目标对象,执行跟随任务。

[0005] 第一方面,本申请提供了一种机器人,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时执行以下步骤:

[0006] 基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;将所述对象信息与历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果;所述历史对象信息为历史锁定的目标对象对应的信息;若所述匹配结果表示所述多个对象不包含所述目标对象,重新锁定所述目标对象;若所述匹配结果表示所述多个对象包含所述目标对象,将所述目标对象的对象信息加入目标队列中,获得所述目标对象的运动轨迹;根据机器人的当前状态和所述运动轨迹,规划所述机器人的运动路径;对所述运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定所述机器人在各所述轨迹点时的运动速度,按照所述运动速度跟随所述目标对象进行运动。

[0007] 第二方面,本申请提供了一种机器人跟随方法,所述方法包括:

[0008] 基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;将所述对象信息与历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果;所述历史对象信息为历史锁定的目标对象对应的信息;若所述匹配结果表示所述多个对象不包含所述目标对象,重新锁定所述目标对象;若所述匹配结果表示所述多个对象包含所述目标对象,将所述目标对象的对象信息加入目标队列中,获得所述目标对象的运动轨迹;根据机器人的当前状态和所述运动轨迹,规划所述机器人的运动路径;对所述运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定所述机器人在各所述轨迹点时的运动速度,按照所述运动速度跟随所述目标对象进行运动。

[0009] 第三方面,本申请还提供了一种机器人跟随装置,所述装置包括:

[0010] 第一确定模块,用于基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;

[0011] 匹配模块,用于将所述对象信息与历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果;所述历史对象信息为历史锁定的目标对象对应的信息;

[0012] 锁定模块,用于若所述匹配结果表示所述多个对象不包含所述目标对象,重新锁定所述目标对象;

[0013] 加入模块,用于若所述匹配结果表示所述多个对象包含所述目标对象,将所述目标对象的对象信息加入目标队列中,获得所述目标对象的运动轨迹;

[0014] 规划模块,用于根据机器人的当前状态和所述运动轨迹,规划所述机器人的运动路径;

[0015] 跟随模块,用于对所述运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定所述机器人在各所述轨迹点时的运动速度,按照所述运动速度跟随所述目标对象进行运动。

[0016] 第四方面,本申请还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,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0017] 基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;将所述对象信息与历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果;所述历史对象信息为历史锁定的目标对象对应的信息;若所述匹配结果表示所述多个对象不包含所述目标对象,重新锁定所述目标对象;若所述匹配结果表示所述多个对象包含所述目标对象,将所述目标对象的对象信息加入目标队列中,获得所述目标对象的运动轨迹;根据机器人的当前状态和所述运动轨迹,规划所述机器人的运动路径;对所述运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定所述机器人在各所述轨迹点时的运动速度,按照所述运动速度跟随所述目标对象进行运动。

[0018] 第五方面,本申请还提供了一种计算机程序产品。所述计算机程序产品,包括计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0019] 基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;将所述对象信息与历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果;所述历史对象信息为历史锁定的目标对象对应的信息;若所述匹配结果表示所述多个对象不包含所述目标对象,重新锁定所述目标对象;若所述匹配结果表示所述多个对象包含所述目标对象,将所述目标对象的对象信息加入目标队列中,获得所述目标对象的运动轨迹;根据机器人的当前状态和所述运动轨迹,规划所述机器人的运动路径;对所述运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定所述机器人在各所述轨迹点时的运动速度,按照所述运动速度跟随所述目标对象进行运动。

[0020] 上述机器人、机器人跟随方法、装置、存储介质和计算机程序产品,基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;将对象信息与历史锁定的目标对象的历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果,利用多传感器进行目标跟随的方式,能够有效降低因某个方向遮挡而丢失跟随目标的概率。而且,若匹配结果表示多个对象不包含目标对象,重新锁定目标对象,从而即便在丢失跟随目标时,还能够自动恢复跟随任务,避免了因遮挡而无法继续执行跟随任务的问题。此外,若匹配结果表示多个对象包含目

标对象,将目标对象的对象信息加入目标队列中,获得目标对象的运动轨迹;根据机器人的当前状态和运动轨迹,规划机器人的运动路径;对运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定机器人在各轨迹点时的运动速度,按照运动速度跟随目标对象进行运动,从而可以准确有效地跟随目标对象,执行跟随任务。

#### 附图说明

- [0021] 图1为一个实施例中机器人跟随方法的应用环境图;
- [0022] 图2为一个实施例中机器人跟随方法的流程示意图;
- [0023] 图3为一个实施例中目标对象的运动轨迹的示意图;
- [0024] 图4为一个实施例中机器人的跟随轨迹的示意图;
- [0025] 图5为另一个实施例中机器人跟随方法的流程示意图;
- [0026] 图6为一个实施例中数据融合与目标跟随的流程示意图;
- [0027] 图7为一个实施例中机器人跟随装置的结构框图;
- [0028] 图8为另一个实施例中机器人跟随装置的结构框图;
- [0029] 图9为一个实施例中机器人的内部结构图。

#### 具体实施方式

[0030] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请进行进一步详细说明。应当理解,此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0031] 需要说明的是,在以下的描述中,所涉及的术语“第一”、“第二”和“第三”仅仅是区别类似的对象,并不代表针对对象的特定排序,可以理解为,“第一”、“第二”和“第三”在允许的情况下可以互换特定的顺序或先后次序,以使本申请的实施例能够以图示或描述以外的顺序实施。

[0032] 本申请各实施例提供的机器人跟随方法,可以应用于如图1所示的应用环境中。其中,机器人102通过网络与服务器104进行通信。数据存储系统可以存储服务器104需要处理的数据。数据存储系统可以集成在服务器104上,也可以放在云上或其他网络服务器上。该服务器104可以保持机器人102的新功能插件或程序,以及各种版本系统,当有最新版本的系统时,可以将该版本的系统下发至机器人102进行系统更新。

[0033] 其中,机器人102包括但不限于送餐机器人、迎宾机器人、清洁机器人以及其它类型的机器人等。清洁机器人可以是扫地机器人、扫拖一体的机器人或其它类型的具备清洁功能的机器人。

[0034] 服务器104可以是独立的物理服务器,也可以是区块链系统中的服务节点,该区块链系统中的各服务节点之间形成点对点(Peer To Peer,P2P)网络,P2P协议是一个运行在传输控制协议(Transmission Control Protocol,TCP)之上的应用层协议。此外,服务器104还可以是多个物理服务器构成的服务器集群,可以是提供云服务、云数据库、云计算、云函数、云存储、网络服务、云通信、中间件服务、域名服务、安全服务、内容分发网络(Content Delivery Network,CDN)、以及大数据和人工智能平台等基础云计算服务的云服务器。

[0035] 机器人102与服务器104之间可以通过蓝牙、通用串行总线(Universal Serial

Bus,USB)或者网络等通讯连接方式进行连接,本申请在此不做限制。

[0036] 在一个实施例中,如图2所示,提供了一种机器人跟随方法,以该方法应用于图1中的机器人为例进行说明,包括以下步骤:

[0037] S202,基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息。

[0038] 其中,第一目标图像可以是机器人在运动过程中由常规相机采集的图像,如红绿蓝(RGB)图像。第一深度图可以是机器人在运动过程中由深度相机采集的包含深度信息的图像,如RGB-D图像。第一雷达信息可以是机器人在运动过程中由激光雷达采集的雷达信息。

[0039] 对象表示处于机器人视野范围内的人物对象,如行人。对象信息可以是对象的属性信息,如对象的特征值以及位姿信息(即对象所处的位置和姿态)。

[0040] 在一个实施例中,机器人先通过麦克风阵列接收用户发出的语音指令,然后对该语音指令进行识别,识别成功时,完成机器人跟随任务的唤醒,麦克风阵列将返回声源角度信息,此时进入跟随任务。

[0041] 在一个实施例中,机器人还可以通过相机等图像识别传感器识别用户作出的跟随手势,然后对该手势指令进行匹配识别,识别成功时,完成机器人跟随任务的唤醒,相机将返回用户的位置信息,然后进入跟随任务。

[0042] 在一个实施例中,用户还可以通过机器人的触摸屏、物理按键、遥控器以及终端上的APP输入跟随任务控制指令,实现机器人跟随任务的唤醒。

[0043] 具体地,步骤S202包括:

[0044] 机器人获取运动过程中采集的第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息;对第一目标图像中的各对象进行对象检测,得到第一对象初始信息;

[0045] 对第一深度图和第一雷达信息进行障碍物检测,得到第一深度图和第一雷达信息各自对应的第一障碍物坐标;

[0046] 将第一对象初始信息和各第一障碍物坐标进行数据融合,得到第一融合数据,并基于第一融合数据确定各对象的对象信息。

[0047] 其中,第一障碍物坐标为机器人视野范围内各障碍物的坐标。目标对象指机器人要跟随的目标,也即对机器人发出跟随任务控制指令(语音指令、手势指令、遥控指令等)的使用者或操作者。

[0048] 在一个实施例中,在进行数据融合之前,机器人还可以先对第一对象初始信息中关于各对象的对象坐标进行坐标转换,得到各对象的在机器人导航系统下的第一世界坐标;分别对第一深度图和第一雷达信息各自对应的第一障碍物坐标进行坐标转换,得到各障碍物的在机器人导航系统下的第二世界坐标和第三世界坐标。然后,机器人将第一对象初始信息中的特征值、第一世界坐标、第二世界坐标和第三世界坐标进行融合。

[0049] 例如,机器人使用深度学习的方法,通过RGB相机采集RGB图像,然后将RGB图像中的所有行人提取出来,接着将这些行人对应的坐标转换成机器人导航系统下的世界坐标,获得机器人导航系统下的视野范围内的行人坐标与对应的特征值。使用RGB-D深度相机采集深度图,根据该深度图获得视野范围内的障碍物的坐标,然后将其转换成机器人导航系统下的世界坐标。使用单线激光雷达获得视野范围内的障碍物坐标,将其转换为机器人导航系统下的障碍物坐标。然后,视野范围内行人的世界坐标、对应的特征值、视野范围内障



碍物的各世界坐标进行数据融合,从而得到视野范围内多个行人在世界坐标系下的对象信息,此时接着执行S204,如将该对象信息与之前锁定的目标对象进行匹配,找到之前锁定的目标对象。在找到锁定的目标对象之后,再更新该目标对象的对象信息,并加入卡尔曼滤波器中。

[0050] 在目标锁定阶段,机器人获取各对象发出语音时的声源角度,以及在运动过程中采集的第二目标图像、第二深度图和第二雷达信息;对第二目标图像中的各对象进行对象检测,得到第二对象初始信息;对第二对象初始信息中关于各对象的对象坐标进行坐标转换,得到各对象的在机器人导航系统下的第四世界坐标;对第二深度图和第二雷达信息进行障碍物检测,得到第二深度图和第二雷达信息各自对应的第二障碍物坐标;分别对第二深度图和第二雷达信息各自对应的第二障碍物坐标进行坐标转换,得到各障碍物的在机器人导航系统下的第五世界坐标和第六世界坐标;将声源角度转换为机器人导航系统下的声源方向向量,根据声源方向向量确定各对象在机器人导航系统下的第七世界坐标;将第二对象初始信息中的特征值、第四世界坐标、第五世界坐标、第六世界坐标和第七世界坐标进行融合,得到第二融合数据;基于第二融合数据锁定目标对象,得到目标对象的历史对象信息;历史对象信息包括目标对象的特征值和位姿信息,该位姿信息包括在机器人导航系统下的世界坐标和姿态。

[0051] 其中,第二目标图像、第二深度图和第二雷达信息,分别是在第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息之前采集的。同样地,第二目标图像可以是机器人在运动过程中由常规相机采集的图像,如RGB图像。第二深度图可以是机器人在运动过程中由深度相机采集的具有深度信息的图像,如RGB-D图像。第二雷达信息可以是机器人在运动过程中由激光雷达采集的雷达信息。

[0052] 第二障碍物坐标为机器人视野范围内各障碍物的坐标。

[0053] 例如,机器人获取麦克风阵列返回的麦克风坐标系下的声源角度,然后将该声源角度转换成机器人导航系统下的声源的方向向量。机器人使用深度学习的方法,通过RGB相机采集RGB图像,然后将RGB图像中的所有行人提取出来,获得行人信息及其特征值,根据RGB相机的内参和外参,借助相机到地面的距离和成像极线,构建直角三角形,以此获取视野范围内的行人在RGB相机坐标下的坐标,然后将其转换成机器人导航系统下行人的世界坐标。使用RGB-D深度相机,获取视野范围内观测到的障碍物的坐标,将其转换成障碍物在机器人导航系统下的世界坐标。使用单线激光雷达,获取视野范围内观测到的障碍物的坐标,然后将该障碍物坐标转换成障碍物在机器人导航系统下的世界坐标。根据上述四个传感器获取到的各信息,对在声源方向向量、RGB相机检测到的行人信息、RGB-D相机检测到障碍物的世界坐标、单线激光雷达检测到障碍物的世界坐标进行融合,最终锁定一个需要跟随的目标对象,得到该目标对象跟随目标在世界坐标系下的坐标以及其特征值。若锁定失败,则通过机器人的语音提示重新等待用户指令,激活机器人的跟随任务。

[0054] S204,将对象信息与历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果。

[0055] 其中,历史对象信息为历史锁定的目标对象对应的信息。

[0056] 具体地,机器人计算各对象信息与历史对象信息之间的相似度,根据相似度确定各对象信息与历史对象信息之间的匹配结果。

[0057] S206,若匹配结果表示多个对象不包含目标对象,重新锁定目标对象。

[0058] 其中,匹配结果表示多个对象不包含目标对象,表示目标跟随失败。

[0059] 具体地,若匹配结果表示多个对象不包含目标对象,机器人发出提示信息;该提示信息用于提示使用对象重新发出跟随任务控制指令,机器人基于该控制指令,重新锁定目标对象。

[0060] S208,若匹配结果表示多个对象包含目标对象,将目标对象的对象信息加入目标队列中,获得目标对象的运动轨迹。

[0061] 具体地,若每次匹配结果表示多个对象包含目标对象,将每次获得的目标对象的对象信息中的世界坐标加入目标队列中,根据该目标队列中的世界坐标可以获得目标对象的运动轨迹。

[0062] S210,根据机器人的当前状态和运动轨迹,规划机器人的运动路径。

[0063] 其中,运动路径表示机器人在下一时刻运动时的指引路线。当前状态包括机器人的运动方向、当前位置、线速度、角速度、线加速度和角加速度,或者根据机器人的运动方向、当前位置、线速度、角速度、线加速度和角加速度计算出的运动状态。

[0064] 在一个实施例中,机器人可以通过以下方式确定当前状态:若匹配结果表示多个对象包含目标对象,机器人将目标对象的对象信息输入目标滤波器,以使目标滤波器基于对象信息进行位置预测,得到目标对象在下一时刻的预测位置;基于预测位置和目标对象的当前位置确定运动方向;当前位置为目标对象在机器人导航系统下的第一世界坐标;根据运动方向、速度信息和当前位置确定机器人的当前状态。其中,目标滤波器可以但不限于卡尔曼滤波器。

[0065] S212,对运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定机器人在各轨迹点时的运动速度,按照运动速度跟随目标对象进行运动。

[0066] 对于规划机器人的运动路径,具体步骤包括:机器人对运动轨迹进行采样,并将采样所得的轨迹点进行拟合,得到跟随轨迹;根据机器人的当前状态和跟随轨迹,规划机器人的运动路径。

[0067] 其中,机器人的运动路径规划分为两个部分:第一部分根据目标对象的历史运动轨迹进行采样,得到跟随轨迹;第二部分根据机器人的当前状态与跟随轨迹获得机器人的运动路径。

[0068] 对于运动轨迹的采样过程,具体步骤包括:机器人按照第一采样频率对运动轨迹采样,得到至少两个初始采样点;当至少两个初始采样点中的相邻初始采样点之间的距离大于第一预设距离时,将相邻初始采样点添加至采样队列。

[0069] 此外,当至少两个初始采样点中的相邻初始采样点之间的距离小于或等于第一预设距离时,按照第二采样频率对第一子运动轨迹进行采样,得到第一采样点;其中,第二采样频率大于第一采样频率,第一子运动轨迹为相邻初始采样点之间的运动轨迹;当第一采样点与至少两个初始采样点之间的距离大于第二预设距离时,将至少两个初始采样点和第一采样点添加至采样队列;当第一采样点与至少两个初始采样点之间的距离小于或等于第二预设距离时,将相邻初始采样点添加至采样队列,并按照第三采样频率对第二子运动轨迹进行采样,得到第二采样点;当第二采样点与第一采样点以及第一初始采样点之间的距离大于第三预设距离时,将第二采样点添加至采样队列;其中,第三采样频率大于第二采样频率,第二子运动轨迹为第一采样点与相邻初始采样点中的第一初始采样点之间的运动轨

迹,如图3所示。

[0070] 例如,设定分辨率为 $K$ 米/秒、最大采样频率为 $J$ 次/秒;在跟随目标的运动轨迹中选取每一秒内的运动轨迹,然后选取采样频率为1次/秒,则对应的采样结果为 $T_a$ 、 $T_b$ ,两个采样时间采样到的点(即采样点)为 $A$ 、 $B$ ,假设 $AB$ 两点之间的欧式距离大于 $K$ 米,则将 $T_a$ 、 $T_b$ 加入采样队列,否则采样频率增加一倍,此时采样频率为2次/秒,采样结果为 $T_a$ 、 $T_c$ 、 $T_b$ 三个时间的采样点为 $A$ 、 $C$ 、 $B$ ,分别计算 $AC$ 、 $CB$ 的欧式距离,如果欧式距离大于 $K/2$ ,则将 $A$ 、 $C$ 、 $B$ 这三个采样点加入采样队列,否则采样频率增加一倍;假设 $AC$ 的欧式距离大于 $K/2$ , $CB$ 的欧式距离小于 $K/2$ ,则 $T_a$ 、 $T_c$ 加入到采样队列,加入采样队列的 $T_a$ 、 $T_c$ 不采样;对于 $T_c$ 、 $T_b$ ,采样频率增加一倍,采样频率为4次/秒,对 $T_c$ 、 $T_b$ 进行采样,采样结果为 $T_c$ 、 $T_d$ 、 $T_b$ ,这三个时间的采样点为 $C$ 、 $D$ 、 $B$ ,分别计算 $CD$ 、 $DB$ 的欧式距离,判断与 $K/4$ 的大小,重复上述操作,直到采样频率为最大采样频率时,停止上述采样过程。

[0071] 然后,利用最小二乘法,将采样队列中的采样点拟合成直线;如果拟合出来的直线与最终方向相反,且直线长度较短,则抛弃该直线,并将点加入到下一个时间段再进行拟合,最终获得采样后生成的跟随轨迹,如图4所示,其中,线条上的黑色圆点为采样点。

[0072] 上述实施例中,基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;将对象信息与历史锁定的目标对象的历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果,利用多传感器进行目标跟随的方式,能够有效降低因某个方向遮挡而丢失跟随目标的概率。而且,若匹配结果表示多个对象不包含目标对象,重新锁定目标对象,从而即便在丢失跟随目标时,还能够自动恢复跟随任务,避免了因遮挡而无法继续执行跟随任务的问题。此外,若匹配结果表示多个对象包含目标对象,将目标对象的对象信息加入目标队列中,获得目标对象的运动轨迹;根据机器人的当前状态和运动轨迹,规划机器人的运动路径;对运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定机器人在各轨迹点时的运动速度,按照运动速度跟随目标对象进行运动,从而可以准确有效地跟随目标对象,执行跟随任务。

[0073] 为了更加清楚地说明本申请的技术方案,在一个具体的实施例中,结合图5和图6进行阐述,具体如下所述:

[0074] (1)对机器人进行语音唤醒

[0075] 根据麦克风阵列对语音指令进行识别,识别成功时,麦克风阵列将返回声源角度,此时机器人被唤醒,进入跟随任务。

[0076] (2)对视野范围内的对象进行目标锁定

[0077] 根据麦克风阵列返回的声源角度(麦克风坐标系下的坐标),转换成机器人导航系统下的世界坐标,获得世界坐标系下的声源的方向向量。

[0078] 使用深度学习的方法,利用RGB相机检测出视野范围内的对象,获得对象信息及其特征值,根据RGB相机的内参和外参,借助相机到地面的距离和成像极线,构建直角三角形,以此获取视野范围内的对象在RGB相机坐标下的坐标,然后将其转换成机器人导航系统下的世界坐标,获得世界坐标系下的视野范围内的对象坐标。

[0079] 使用RGB-D深度相机,获取视野范围内观测到的障碍物的坐标,将其转换成机器人导航系统下的世界坐标,获得世界坐标系下的视野范围内的障碍物坐标。类似的,使用单线激光雷达,获取视野范围内观测到的障碍物的坐标,将其转换成机器人导航系统下的世界

坐标,获得世界坐标系下的视野范围内的障碍物坐标。

[0080] 将上述四个处理后的信息进行融合,即对声源方向向量、RGB相机检测到的对象坐标、RGB-D相机检测到的障碍物坐标、单线激光雷达检测到的障碍物坐标进行融合得到融合数据,根据融合数据获得目标对象在世界坐标系下的坐标以及其特征值。

[0081] 如果锁定失败,则回到上述的步骤(1),通过机器人的语音提示重新等待唤醒。

[0082] (3)对目标对象进行目标跟随

[0083] 如图6所示,对目标对象进行目标跟随的具体流程如下:

[0084] 使用深度学习的方法,将RGB相机采集的RGB图像中的所有对象提取出来,并转换成机器人导航系统下的世界坐标,获得世界坐标系下的视野范围内的对象坐标与对应的特征值;

[0085] 使用RGB-D深度相机获得世界坐标系下的视野范围内的障碍物坐标;

[0086] 使用单线激光雷达获得世界坐标系下的视野范围内的障碍物坐标。

[0087] 将上述三个数据信息进行融合,此时可以得到视野范围内得多个对象在世界坐标系下的目标信息,随后再与步骤(2)中锁定的目标对象进行匹配,根据对应的特征值和位姿信息,找到锁定的目标对象,并更新跟随目标对象的信息(即目标信息),并加入卡尔曼滤波器中。

[0088] (4)为跟随的目标对象生成运动轨迹

[0089] 将步骤(3)中所有跟随所得的目标信息加入到队列中,获得目标对象的运动轨迹。

[0090] (5)对目标对象的位置和运动方向进行预测

[0091] 使用步骤(3)中的卡尔曼滤波器,获取目标对象在下时刻可能出现的位置,再通过预测位置与当前位置获得一下时间的运动方向向量。

[0092] (6)为机器人生成运动路径

[0093] 该机器人的运动路径分为两个部分:

[0094] 第一部分,根据目标对象的运动轨迹进行采样,得到跟随轨迹。即根据采样时间对目标对象的运动轨迹进行采样,其原理为该时间内移动的距离大,速度越快,采样频率越小,反之则采样频率越大;利用二分的思路,对于距离较小的区间,做进一步的采样。

[0095] 设定分辨率为K米/秒、最大采样频率为J次/秒;选取一秒内的历史信息,选取采样频率为1次/秒,则采样结果为Ta、Tb,两个采样时间的采样点A、B,假设AB欧式距离大于K米,则将Ta、Tb加入采样队列,否则采样频率增加一倍,此时采样频率为2次/秒,采样结果为Ta、Tc、Tb,三个时间的采样点A、C、B,分别计算AC、CB的欧式距离,如果欧式距离大于K/2,则加入采样队列,否则采样频率增加一倍;假设AC的欧式距离大于K/2,CB的欧式距离小于K/2,则Ta、Tc加入到采样队列,采样频率增加一倍,采样频率为4次/秒,加入采样队列的Ta、Tc不采样,对Tc、Tb进行采样,采样结果为Tc、Td、Tb,三个时间的采样点C、D、B,分别计算CD、DB的欧式距离,判断与K/4的大小,重复上述操作,直到采样频率为最大采样频率为止。

[0096] 利用最小二乘法的方法,将采样队列中的采样点拟合成直线;如果拟合出来的直线与最终方向相反,且直线长度较短,则抛弃该直线,并将采样点加入到下一个时间段再进行拟合,最终获得采样后生成的跟随轨迹。

[0097] 第二部分,根据机器人的当前状态与跟随轨迹进行获取机器人的运动路径。具体方式如下:根据机器人当前的线速度、角速度,以及线加速度、角加速度,使用采样的方式,

计算出1秒内机器人运动的所有路径,通过障碍物约束、跟随轨迹约束,计算出一条与跟随轨迹最接近的运动轨迹。

[0098] (7)对机器人进行运动控制

[0099] 将上述轨迹按照时间 $t$ 采样成 $N$ 个轨迹点,以轨迹点与轨迹点间的距离计算出线速度与角速度,作为瞬时的下发速度;并不断计算与目标对象之间的距离,若跟随的目标对象与机器人之间的距离过近,则下发零速,避免碰撞到跟随的目标对象。

[0100] (8)对目标对象进行重新锁定

[0101] 当发生目标丢失或目标切换时,机器人发出提示,使用者通过语音指令重置机器人的状态,重新进入目标锁定流程,提高容错率。

[0102] 通过本申请的技术方案,具有以下技术效果:

[0103] 1)通过语音信号唤醒作为跟随任务的触发与重置的机制,可以提高方案的实用性和容错率,在一些难以避免的场景下,如跟随的目标中间突然出现障碍物导致跟随目标丢失,可作为一种比较自然的恢复方式;

[0104] 2)相比于一般的单目标跟随的方案,采用多目标跟随的方案在发生误检导致跟随目标错误的概率较小;

[0105] 3)基于多传感器采集数据进行融合,并根据融合的结果实现机器人自动跟随控制的方案,准确度更强;

[0106] 4)通过对运动轨迹的采样处理方式的优化,能较大程度的还原跟随目标的运动轨迹。

[0107] 应该理解的是,虽然如上所述的各实施例所涉及的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示,但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明,这些步骤的执行并没有严格的顺序限制,这些步骤可以以其它的顺序执行。而且,如上所述的各实施例所涉及的流程图中的至少一部分步骤可以包括多个步骤或者多个阶段,这些步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成,而是可以在不同的时刻执行,这些步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行,而是可以与其它步骤或者其它步骤中的步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0108] 基于同样的发明构思,本申请的实施例还提供了一种用于实现上述所涉及的机器人跟随方法的机器人跟随装置。该装置所提供的解决问题的实现方案与上述方法中所记载的实现方案相似,故下面所提供的的一个或多个机器人跟随装置实施例中的具体限定可以参见上文中对于机器人跟随方法的限定,在此不再赘述。

[0109] 在一个实施例中,如图7所示,提供了一种机器人跟随装置,包括:第一确定模块702、匹配模块704、锁定模块706、加入模块708、规划模块710和跟随模块712,其中:

[0110] 第一确定模块702,用于基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;

[0111] 匹配模块704,用于将对象信息与历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果;历史对象信息为历史锁定的目标对象对应的信息;

[0112] 锁定模块706,用于若匹配结果表示多个对象不包含目标对象,重新锁定目标对象;

[0113] 加入模块708,用于若匹配结果表示多个对象包含目标对象,将目标对象的对象信

息加入目标队列中,获得目标对象的运动轨迹;

[0114] 规划模块710,用于根据机器人的当前状态和运动轨迹,规划机器人的运动路径;

[0115] 跟随模块712,用于对运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定机器人在各轨迹点时的运动速度,按照运动速度跟随目标对象进行运动。

[0116] 在其中一个实施例中,第一确定模块702,还用于获取在运动过程中采集的第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息;对第一目标图像中的各对象进行对象检测,得到第一对象初始信息;对第一深度图和第一雷达信息进行障碍物检测,得到第一深度图和第一雷达信息各自对应的第一障碍物坐标;第一障碍物坐标为机器人视野范围内各障碍物的坐标;将第一对象初始信息和各第一障碍物坐标进行数据融合,得到第一融合数据;基于第一融合数据确定各对象的对象信息。

[0117] 在其中一个实施例中,如图8所示,该装置还包括:

[0118] 第一转换模块714,用于对第一对象初始信息中关于各对象的对象坐标进行坐标转换,得到各对象的在机器人导航系统下的第一世界坐标;分别对第一深度图和第一雷达信息各自对应的第一障碍物坐标进行坐标转换,得到各障碍物的在机器人导航系统下的第二世界坐标和第三世界坐标;

[0119] 第一确定模块702,还用于将第一对象初始信息中的特征值、第一世界坐标、第二世界坐标和第三世界坐标进行融合。

[0120] 在其中一个实施例中,如图8所示,该装置还包括:

[0121] 获取模块716,用于获取各对象发出语音时的声源角度,以及在运动过程中采集的第二目标图像、第二深度图和第二雷达信息;第二目标图像、第二深度图和第二雷达信息,分别是在第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息之前采集的;

[0122] 第二转换模块718,用于将声源角度转换为机器人导航系统下的声源方向向量,根据声源方向向量确定各对象在机器人导航系统下的第七世界坐标;

[0123] 检测模块720,用于对第二目标图像中的各对象进行对象检测,得到第二对象初始信息;

[0124] 第二转换模块718,还用于对第二对象初始信息中关于各对象的对象坐标进行坐标转换,得到各对象的在机器人导航系统下的第四世界坐标;

[0125] 检测模块720,还用于对第二深度图和第二雷达信息进行障碍物检测,得到第二深度图和第二雷达信息各自对应的第二障碍物坐标;

[0126] 第二转换模块718,还用于分别对第二深度图和第二雷达信息各自对应的第二障碍物坐标进行坐标转换,得到各障碍物的在机器人导航系统下的第五世界坐标和第六世界坐标;其中,第二障碍物坐标为机器人视野范围内各障碍物的坐标;

[0127] 融合模块722,用于将第二对象初始信息中的特征值、第四世界坐标、第五世界坐标、第六世界坐标和第七世界坐标进行融合,得到第二融合数据;

[0128] 锁定模块706,还用于基于第二融合数据锁定目标对象,得到目标对象的历史对象信息;历史对象信息包括目标对象的特征值和和在机器人导航系统下的世界坐标。

[0129] 在其中一个实施例中,第一确定模块702,还用于若匹配结果表示多个对象包含目标对象,将目标对象的对象信息输入目标滤波器,以使目标滤波器基于对象信息进行位置预测,得到目标对象在下一时刻的预测位置;基于预测位置和目标对象的当前位置确定运

动方向;当前位置为目标对象在机器人导航系统下的第一世界坐标;根据运动方向、速度信息和当前位置确定机器人的当前状态。

[0130] 在其中一个实施例中,规划模块710,还用于对运动轨迹进行采样,并将采样所得的轨迹点进行拟合,得到跟随轨迹;根据机器人的当前状态和跟随轨迹,规划机器人的运动路径。

[0131] 在其中一个实施例中,跟随模块712,还用于按照第一采样频率采样运动轨迹,得到至少两个初始采样点;当至少两个初始采样点中的相邻初始采样点之间的距离大于第一预设距离时,将相邻初始采样点添加至采样队列。

[0132] 在其中一个实施例中,跟随模块712,还用于当至少两个初始采样点中的相邻初始采样点之间的距离小于或等于第一预设距离时,按照第二采样频率对第一子运动轨迹进行采样,得到第一采样点;其中,第二采样频率大于第一采样频率,第一子运动轨迹为相邻初始采样点之间的运动轨迹;当第一采样点与至少两个初始采样点之间的距离大于第二预设距离时,将至少两个初始采样点和第一采样点添加至采样队列;当第一采样点与至少两个初始采样点之间的距离小于或等于第二预设距离时,将相邻初始采样点添加至采样队列,并按照第三采样频率对第二子运动轨迹进行采样,得到第二采样点;当第二采样点与第一采样点以及第一初始采样点之间的距离大于第三预设距离时,将第二采样点添加至采样队列;其中,第三采样频率大于第二采样频率,第二子运动轨迹为第一采样点与相邻初始采样点中的第一初始采样点之间的运动轨迹。

[0133] 在其中一个实施例中,锁定模块706,还用于若匹配结果表示多个对象不包含目标对象,发出提示信息;该提示信息用于提示使用对象发出跟随任务控制指令,并依据该跟随任务控制指令,重新锁定目标对象。

[0134] 上述实施例中,基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;将对象信息与历史锁定的目标对象的历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果,利用多传感器进行目标跟随的方式,可以有效降低因某个方向遮挡而丢失跟随目标的概率。而且,若匹配结果表示多个对象不包含目标对象,重新锁定目标对象,从而即便在丢失跟随目标时,还能够自动恢复跟随任务,避免了因遮挡而无法继续执行跟随任务的问题。此外,若匹配结果表示多个对象包含目标对象,将目标对象的对象信息加入目标队列中,获得目标对象的运动轨迹;根据机器人的当前状态和运动轨迹,规划机器人的运动路径;对运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定机器人在各轨迹点时的运动速度,按照运动速度跟随目标对象进行运动,从而可以准确有效地跟随目标对象,执行跟随任务。

[0135] 上述机器人跟随装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以以硬件形式内嵌于或独立于机器人中的处理器中,也可以以软件形式存储于机器人中的存储器中,以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

[0136] 在一个实施例中,提供了一种机器人,其内部结构图如图9所示。该机器人包括处理器、存储器、输入/输出接口、通信接口、显示单元和输入装置。其中,处理器、存储器和输入/输出接口通过系统总线连接,通信接口、显示单元和输入装置通过输入/输出接口连接到系统总线。其中,该机器人的处理器用于提供计算和控制能力。该机器人的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存储

器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该机器人的输入/输出接口用于处理器与外部设备之间交换信息。该机器人的通信接口用于与外部进行有线或无线方式的通信,无线方式可通过WIFI、移动蜂窝网络、NFC或其他技术实现。该计算机程序被处理器执行时以实现一种机器人跟随方法。该机器人的显示单元用于形成视觉可见的画面,可以是显示屏、投影装置或虚拟现实成像装置,显示屏可以是液晶显示屏或电子墨水显示屏,该机器人的输入装置可以是显示屏上覆盖的触摸层,也可以是机器人外壳上设置的按键、轨迹球或触控板,还可以是外接的键盘、触控板或鼠标等。

[0137] 本领域技术人员应当理解,图9中示出的结构,仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图,并不构成对本申请方案所应用于其上的机器人的限定,具体的机器人可以包括比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0138] 在一个实施例中,提供了一种机器人,包括存储器和处理器,存储器中存储有计算机程序,该处理器执行计算机程序时实现以下步骤:基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息;将对象信息与历史对象信息进行匹配处理,得到匹配结果;历史对象信息为历史锁定的目标对象对应的信息;若匹配结果表示多个对象不包含目标对象,重新锁定目标对象;若匹配结果表示多个对象包含目标对象,将目标对象的对象信息加入目标队列中,获得目标对象的运动轨迹;根据机器人的当前状态和运动轨迹,规划机器人的运动路径;对运动路径进行采样,并基于采样所得的各轨迹点之间的距离确定机器人在各轨迹点时的运动速度,按照运动速度跟随目标对象进行运动。

[0139] 在其中的一个实施例中,处理器执行基于第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息确定多个对象的对象信息时,具体执行以下步骤:获取在运动过程中采集的第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息;对第一目标图像中的各对象进行对象检测,得到第一对象初始信息;对第一深度图和第一雷达信息进行障碍物检测,得到第一深度图和第一雷达信息各自对应的第一障碍物坐标;第一障碍物坐标为机器人视野范围内各障碍物的坐标;将第一对象初始信息和各第一障碍物坐标进行数据融合,得到第一融合数据;基于第一融合数据确定各对象的对象信息。

[0140] 在其中的一个实施例中,处理器执行计算机程序时,还执行以下步骤:对第一对象初始信息中关于各对象的对象坐标进行坐标转换,得到各对象的在机器人导航系统下的第一世界坐标;分别对第一深度图和第一雷达信息各自对应的第一障碍物坐标进行坐标转换,得到各障碍物的在机器人导航系统下的第二世界坐标和第三世界坐标;将第一对象初始信息中的特征值、第一世界坐标、第二世界坐标和第三世界坐标进行融合。

[0141] 在其中的一个实施例中,处理器执行计算机程序时,还执行以下步骤:获取各对象发出语音时的声源角度,以及在运动过程中采集的第二目标图像、第二深度图和第二雷达信息;第二目标图像、第二深度图和第二雷达信息,分别是在第一目标图像、第一深度图和第一雷达信息之前采集的;对第二目标图像中的各对象进行对象检测,得到第二对象初始信息;对第二对象初始信息中关于各对象的对象坐标进行坐标转换,得到各对象的在机器人导航系统下的第四世界坐标;对第二深度图和第二雷达信息进行障碍物检测,得到第二深度图和第二雷达信息各自对应的第二障碍物坐标;分别对第二深度图和第二雷达信息各自对应的第二障碍物坐标进行坐标转换,得到各障碍物的在机器人导航系统下的第五世界坐标和第六世界坐标;其中,第二障碍物坐标为机器人视野范围内各障碍物的坐标;将声源



角度转换为机器人导航系统下的声源方向向量,根据声源方向向量确定各对象在机器人导航系统下的第七世界坐标;将第二对象初始信息中的特征值、第四世界坐标、第五世界坐标、第六世界坐标和第七世界坐标进行融合,得到第二融合数据;基于第二融合数据锁定目标对象,得到目标对象的历史对象信息;历史对象信息包括目标对象的特征值和和机器人导航系统下的世界坐标。

[0142] 在其中的一个实施例中,处理器执行计算机程序时,还执行以下步骤:若匹配结果表示多个对象包含目标对象,将目标对象的对象信息输入目标滤波器,以使目标滤波器基于对象信息进行位置预测,得到目标对象在下一时刻的预测位置;基于预测位置和目标对象的当前位置确定运动方向;当前位置为目标对象在机器人导航系统下的第一世界坐标;根据运动方向、速度信息和当前位置确定机器人的当前状态。

[0143] 在其中的一个实施例中,处理器执行根据机器人的当前状态和运动轨迹,规划机器人的运动路径时,具体执行以下步骤:对运动轨迹进行采样,并将采样所得的轨迹点进行拟合,得到跟随轨迹;根据机器人的当前状态和跟随轨迹,规划机器人的运动路径。

[0144] 在其中的一个实施例中,处理器执行对运动轨迹进行采样,具体执行以下步骤:按照第一采样频率采样运动轨迹,得到至少两个初始采样点;当至少两个初始采样点中的相邻初始采样点之间的距离大于第一预设距离时,将相邻初始采样点添加至采样队列。

[0145] 在其中的一个实施例中,处理器执行对运动轨迹进行采样,具体执行以下步骤:当至少两个初始采样点中的相邻初始采样点之间的距离小于或等于第一预设距离时,按照第二采样频率对第一子运动轨迹进行采样,得到第一采样点;其中,第二采样频率大于第一采样频率,第一子运动轨迹为相邻初始采样点之间的运动轨迹;当第一采样点与至少两个初始采样点之间的距离大于第二预设距离时,将至少两个初始采样点和第一采样点添加至采样队列;当第一采样点与至少两个初始采样点之间的距离小于或等于第二预设距离时,将相邻初始采样点添加至采样队列,并按照第三采样频率对第二子运动轨迹进行采样,得到第二采样点;当第二采样点与第一采样点以及第一初始采样点之间的距离大于第三预设距离时,将第二采样点添加至采样队列;其中,第三采样频率大于第二采样频率,第二子运动轨迹为第一采样点与相邻初始采样点中的第一初始采样点之间的运动轨迹。

[0146] 在其中的一个实施例中,处理器执行若匹配结果表示多个对象不包含目标对象,重新锁定目标对象时,具体执行以下步骤:若匹配结果表示多个对象不包含目标对象,发出提示信息;该提示信息用于提示使用对象发出跟随任务语音控制指令;依据跟随任务语音控制指令,重新锁定目标对象。

[0147] 需要说明的是,本申请所涉及的用户信息(包括但不限于用户设备信息、用户个人信息等)和数据(包括但不限于用于分析的数据、存储的数据、展示的数据等),均为经用户授权或者经过各方充分授权的信息和数据,且相关数据的收集、使用和处理需要遵守相关国家和地区的相关法律法规和标准。

[0148] 本领域普通技术人员应当理解,实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读取存储介质中,该计算机程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、数据库或其它介质的任何引用,均可包括非易失性和易失性存储器中的至少一种。非易失性存储器可包括只读存储器(Read-Only

Memory, ROM)、磁带、软盘、闪存、光存储器、高密度嵌入式非易失性存储器、阻变存储器(ReRAM)、磁变存储器(Magnetoresistive Random Access Memory, MRAM)、铁电存储器(Ferroelectric Random Access Memory, FRAM)、相变存储器(Phase Change Memory, PCM)、石墨烯存储器等。易失性存储器可包括随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)或外部高速缓冲存储器等。作为说明而非局限, RAM可以是多种形式, 比如静态随机存取存储器(Static Random Access Memory, SRAM)或动态随机存取存储器(Dynamic Random Access Memory, DRAM)等。本申请所提供的各实施例中所涉及的数据库可包括关系型数据库和非关系型数据库中至少一种。非关系型数据库可包括基于区块链的分布式数据库等, 不限于此。本申请所提供的各实施例中所涉及的处理器可为通用处理器、中央处理器、图形处理器、数字信号处理器、可编程逻辑器、基于量子计算的数据处理逻辑器等, 不限于此。

[0149] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合, 为使描述简洁, 未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述, 然而, 只要这些技术特征的组合不存在矛盾, 都应当认为是本说明书记载的范围。

[0150] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式, 其描述较为具体和详细, 但不能因此而理解为对本申请专利范围的限制。应当指出的是, 对于本领域的普通技术人员来说, 在不脱离本申请构思的前提下, 还可以做出若干变形和改进, 这些都属于本申请的保护范围。因此, 本申请的保护范围应以所附权利要求为准。

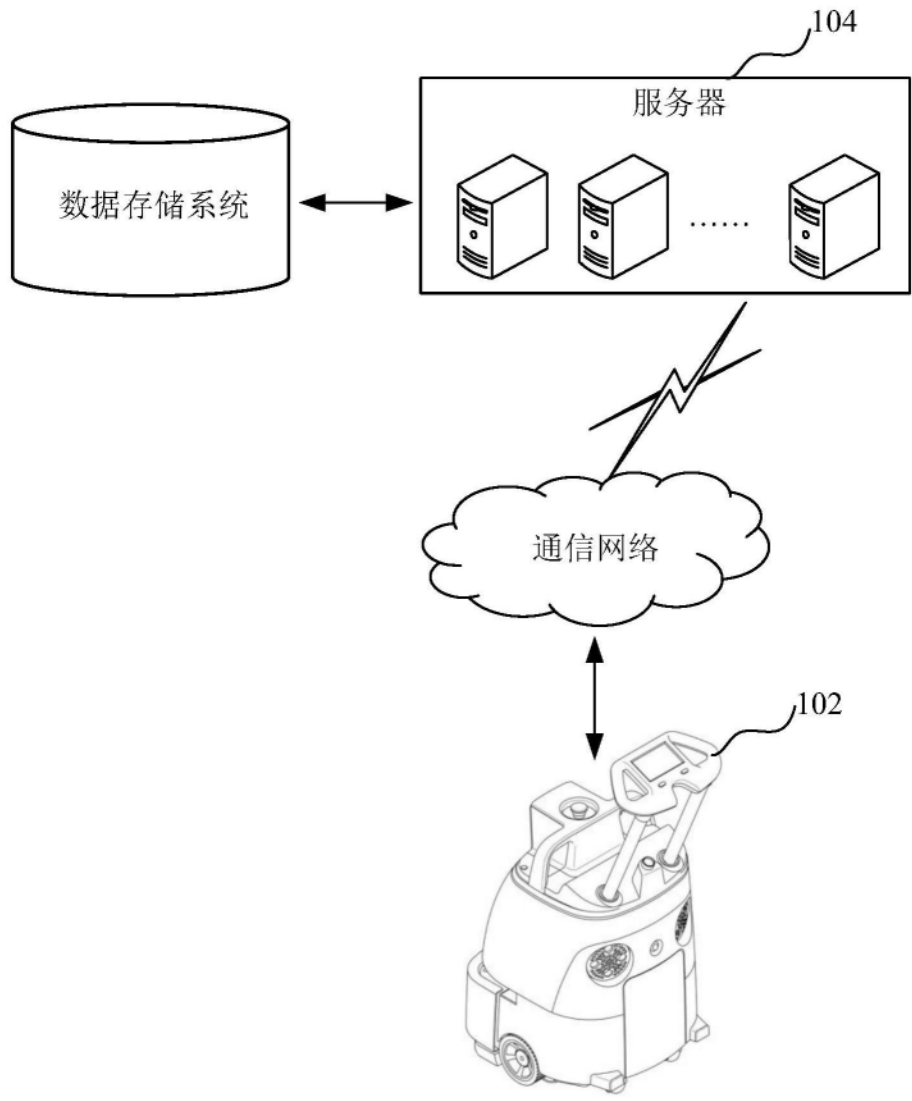


图1

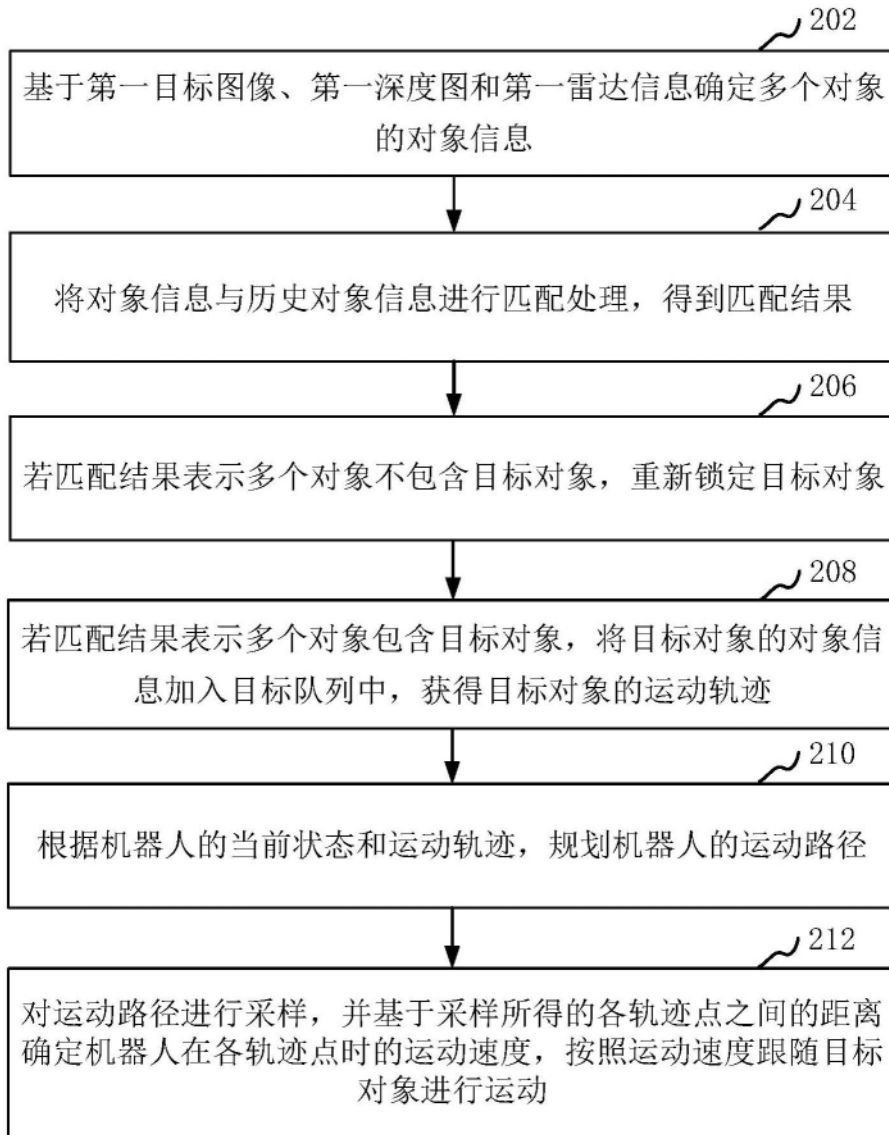


图2

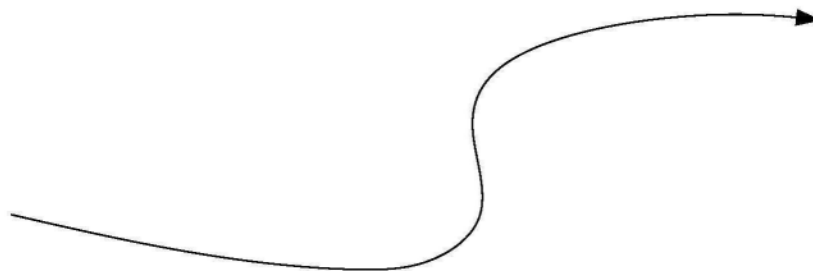


图3

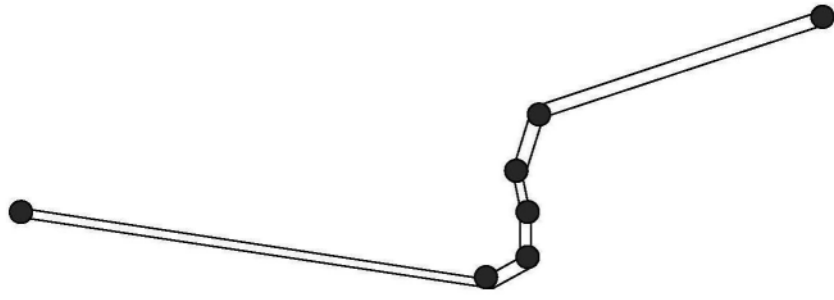


图4

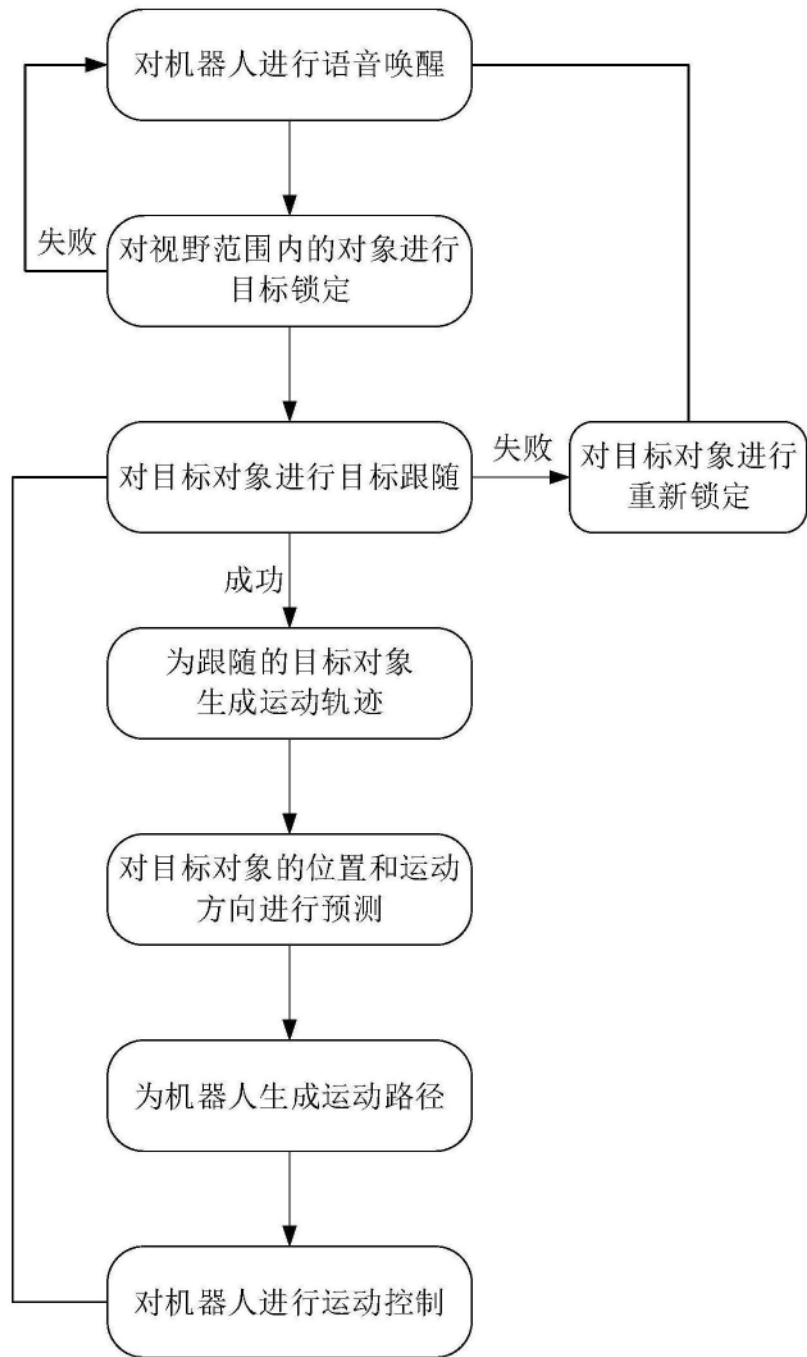


图5

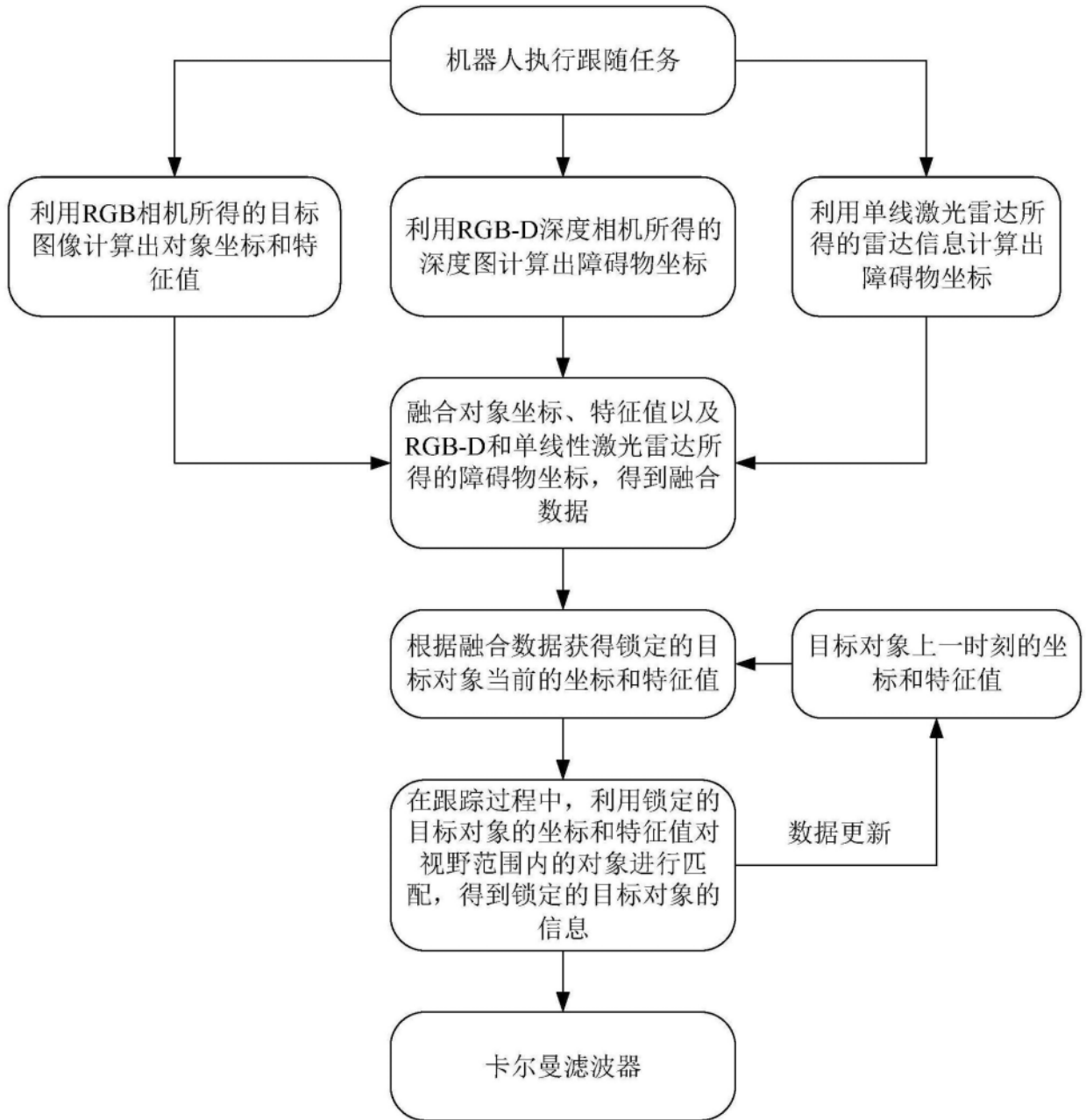


图6

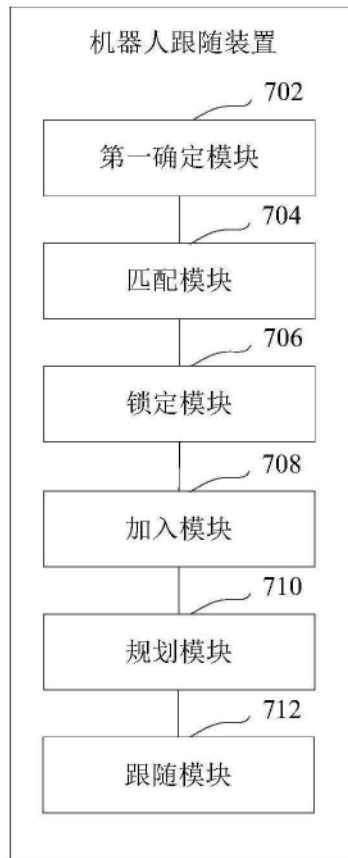


图7



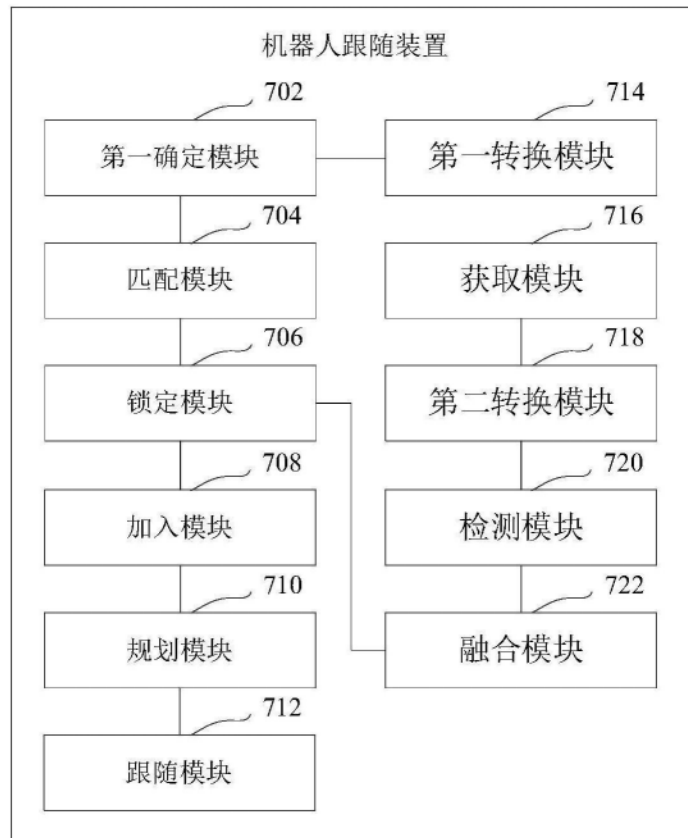


图8

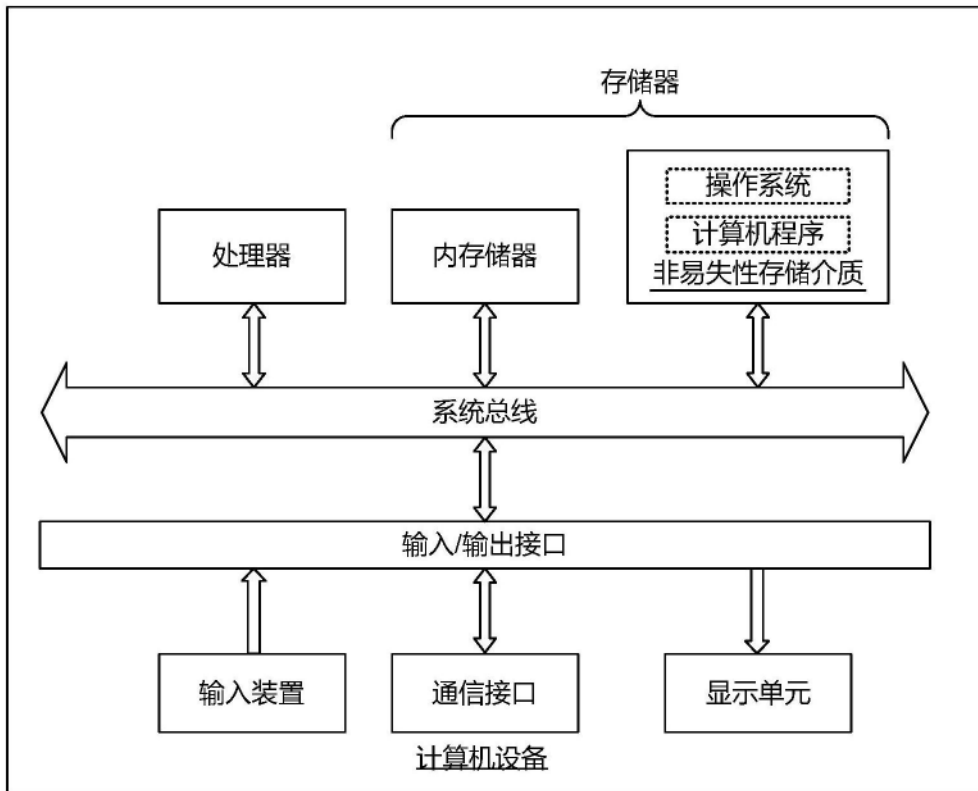


图9