



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109975773 A

(43)申请公布日 2019.07.05

(21)申请号 201811621720.4

(22)申请日 2018.12.28

(71)申请人 文远知行有限公司

地址 美国加利福尼亚州桑尼维尔市直布罗陀道330号

(72)发明人 冯荻 雷宇苍 杜杭肯

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224

代理人 黄隶凡

(51)Int.Cl.

G01S 7/40(2006.01)

权利要求书2页 说明书15页 附图6页

(54)发明名称

毫米波雷达标定方法、装置、设备和存储介质

(57)摘要

本发明涉及一种毫米波雷达标定方法、装置、设备和存储介质,在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,并根据待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系,进而根据上述位置转换关系,确定毫米波雷达的标定结果。本申请中,终端通过标定算法自动将待标定的毫米波雷达数据及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据,以获取毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系,并根据位置转换关系,自动确定毫米波雷达的标定结果,使得毫米波雷达的标定结果是通过标定算法自动获得的,避免了手工测量获得毫米波雷达的标定结果,进而提高了标定效率。



1. 一种毫米波雷达标定方法,其特征在于,所述方法包括:

在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据;

根据所述待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取所述毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系;所述标定算法为用于将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法;

根据所述位置转换关系,确定毫米波雷达的标定结果。

2. 根据权利要求1所述方法,其特征在于,所述在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,包括:

根据数据采集规则,通过目标参照物分别获取多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据。

3. 根据权利要求2所述方法,其特征在于,所述通过目标参照物获取多帧待标定的毫米波雷达数据,包括:

通过所述毫米波雷达向所述目标参照物发送雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的反射信号;

对所述多帧内的反射信号进行时序相干累加操作,得到所述多帧待标定的毫米波雷达数据;所述时序相干累加操作包括对多个同一位置获得的反射信号进行累加平均。

4. 根据权利要求2所述方法,其特征在于,若所述其他传感器为激光雷达,通过目标参照物获取每个其他传感器的多帧传感器数据,包括:

通过所述激光雷达向目标参照物发射激光雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的点云信号;

对所述多帧内的点云信号进行点云聚类操作,获取多帧空间平均点云数据;

对所述多帧空间平均点云数据进行累加平均,获得所述多帧其他传感器数据。

5. 根据权利要求2-4任一项所述方法,其特征在于,所述根据所述待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取所述毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系,包括:

根据所述多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据列举多个相对位姿方程;其中,一帧待标定的毫米波雷达数据与同一帧内的每个其他传感器的传感器数据构成一组数据,每组数据对应一个相对位姿方程;

根据每个相对位姿方程以及所述相对位姿方程对应的一组数据,计算所述相对位姿方程中的位置转换参数,以得到多个位置转换参数;

根据多个位置转换参数以及多个相对位姿方程确定所述位置转换关系。

6. 根据权利要求5所述方法,其特征在于,所述根据多个位置转换参数以及多个相对位姿方程确定所述位置转换关系,包括:

将多个相对位姿方程采用最小二乘法进行累加,获得目标相对位姿方程;

通过枚举算法对多个位置转换参数进行归纳,获取目标位置转换参数;

将目标位置转换参数代入所述目标相对位姿方程,获得所述位置转换关系。

7. 根据权利要求1-4任一项所述方法,其特征在于,所述目标参照物为使得所述毫米波雷达和所述其他传感器发射的信号通过所述目标参照物后,反射信号强度大于预设阈值的

参照物。

8. 一种毫米波雷达标定装置,其特征在于,所述装置包括:

获取模块,在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据;

转换模块,用于根据所述待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取所述毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系;所述标定算法为用于将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法;

标定模块,用于根据所述位置转换关系,确定毫米波雷达的标定结果。

9. 一种计算机设备,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实现权利要求1-7中任一项所述方法的步骤。

10. 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1-7中任一项所述的方法的步骤。

毫米波雷达标定方法、装置、设备和存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机技术领域,特别是涉及了一种毫米波雷达标定方法、装置、设备和存储介质。

背景技术

[0002] 随着无人驾驶技术的发展,常常采用车载传感器来获取车辆周围的位置信息,进而根据传感器检测到的信息,对自动驾驶车辆进行规划、决策或者控制。

[0003] 通常,车载传感器会使用多个传感器来获取车辆周围的位置信息。但是多个传感器之间的相对位姿(包括相对位置和朝向)之间存在一定的差异,需要通过将多个传感器的相对位姿进行标定,使得多个传感器采集到的车辆周围的位置信息统一到同一个坐标系下,进而根据在同一个坐标系下位置信息,对车辆驶进行规划、决策或者控制。上述标定的过程指的是获得多个传感器之间的相对位置的过程。现有的毫米波雷达标定方法通常常用手工物理测量获得毫米波雷达与其他传感器的相对位置,根据该相对位置进行标记匹配,来实现毫米波雷达与其他传感器之间的相对位姿。

[0004] 采用上述方法,通过手工物理测量对毫米波雷达进行标定,特别是针对大批量毫米波雷达的标定,其标定效率低。

发明内容

[0005] 基于此,有必要针对标定效率低的问题,提供一种毫米波雷达标定方法、装置、设备和存储介质。

[0006] 第一方面,一种毫米波雷达标定方法,所述方法包括:

[0007] 在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据;

[0008] 根据所述待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取所述毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系;所述标定算法为用于将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法;

[0009] 根据所述位置转换关系,确定毫米波雷达的标定结果。

[0010] 在其中一个实施例中,所述在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,包括:

[0011] 根据数据采集规则,通过目标参照物分别获取多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据。

[0012] 在其中一个实施例中,所述通过目标参照物获取多帧待标定的毫米波雷达数据,包括:

[0013] 通过所述毫米波雷达向所述目标参照物发送雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的反射信号;

[0014] 对所述多帧内的反射信号进行时序相干累加操作,得到所述多帧待标定的毫米波

雷达数据;所述时序相干累加操作包括对多个同一位置获得的反射信号进行累加平均。

[0015] 在其中一个实施例中,若所述其他传感器为激光雷达,通过目标参照物获取每个其他传感器的多帧传感器数据,包括:

[0016] 通过所述激光雷达向目标参照物发射激光雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的点云信号;

[0017] 对所述多帧内的点云信号进行点云聚类操作,获取多帧空间平均点云数据;

[0018] 对所述多帧空间平均点云数据进行累加平均,获得所述多帧其他传感器数据。

[0019] 在其中一个实施例中,若所述其他传感器为毫米波雷达,通过目标参照物获取每个其他传感器的多帧传感器数据,包括:

[0020] 通过所述毫米波雷达向所述目标参照物发送雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的反射信号;

[0021] 对所述多帧内的反射信号进行时序相干累加操作,得到所述多帧其他传感器数据;所述时序相干累加操作包括对多个同一位置获得的反射信号进行累加平均。

[0022] 在其中一个实施例中,所述根据所述待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取所述毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系,包括:

[0023] 根据所述多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据列举多个相对位姿方程;其中,一帧待标定的毫米波雷达数据与同一帧内的每个其他传感器的传感器数据构成一组数据,每组数据对应一个相对位姿方程;

[0024] 根据每个相对位姿方程以及所述相对位姿方程对应的一组数据,计算所述相对位姿方程中的位置转换参数,以得到多个位置转换参数;

[0025] 根据多个位置转换参数以及多个相对位姿方程确定所述位置转换关系。

[0026] 在其中一个实施例中,所述根据多个位置转换参数以及多个相对位姿方程确定所述位置转换关系,包括:

[0027] 将多个相对位姿方程采用最小二乘法进行累加,获得目标相对位姿方程;

[0028] 通过枚举算法对多个相对位置转换参数进行归纳,获取目标位置转换参数。

[0029] 将目标位置转换参数代入所述目标相对位姿方程,获得所述位置转换关系。

[0030] 在其中一个实施例中,所述目标参照物为使得所述毫米波雷达和所述其他传感器发射的信号通过所述目标参照物后,反射信号强度大于预设阈值的参照物。

[0031] 在其中一个实施例中,所述预设的标定场景为根据所述毫米波雷达、所述其他传感器的类型和所述目标参照物的类型,确定的场景。

[0032] 第二方面,一种毫米波雷达标定装置,所述装置包括:

[0033] 获取模块,在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据;

[0034] 转换模块,用于根据所述待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取所述毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系;所述标定算法为用于将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法;

[0035] 标定模块,用于根据所述位置转换关系,确定毫米波雷达的标定结果。

[0036] 第三方面,一种计算机设备,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实现以下步骤:

[0037] 在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据;

[0038] 根据所述待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取所述毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系;所述标定算法为用于将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法;

[0039] 根据所述位置转换关系,确定毫米波雷达的标定结果。

[0040] 第四方面,一种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:

[0041] 在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据;

[0042] 根据所述待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取所述毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系;所述标定算法为用于将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法;

[0043] 根据所述位置转换关系,确定毫米波雷达的标定结果。

[0044] 上述毫米波雷达标定方法、装置、设备和存储介质,在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,并根据待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系,其中标定算法为用于将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法,进而根据上述位置转换关系,确定毫米波雷达的标定结果。本申请中,终端分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,并通过标定算法自动将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据,以获取毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系,进而根据上述位置转换关系,自动确定毫米波雷达的标定结果,避免了手工测量获得毫米波雷达的标定结果的过程,进而提高了标定效率。

附图说明

[0045] 图1为一个实施例提供的毫米波雷达标定应用环境的示意图;

[0046] 图2为一个实施例中毫米波雷达标定方法的流程示意图;

[0047] 图3为另一个实施例中毫米波雷达标定方法的流程示意图;

[0048] 图4为另一个实施例中毫米波雷达标定方法的流程示意图;

[0049] 图5为另一个实施例中毫米波雷达标定方法的流程示意图;

[0050] 图6为另一个实施例中毫米波雷达标定方法的流程示意图;

[0051] 图7为另一个实施例中毫米波雷达标定方法的流程示意图;

[0052] 图8为一个实施例提供的毫米波雷达标定装置的结构示意图;

[0053] 图9为另一个实施例提供的毫米波雷达标定装置的结构示意图;

[0054] 图10为另一个实施例提供的毫米波雷达标定装置的结构示意图;

[0055] 图11为一个实施例提供的计算设备的内部结构图。

具体实施方式

[0056] 随着无人驾驶技术的发展,常常采用车载传感器来获取车辆周围的位置信息,进

而根据传感器检测到的信息,对自动驾驶车辆进行规划、决策或者控制。通常,车载传感器会使用多个传感器来获取车辆周围的位置信息。但是多个传感器之间的相对位姿(包括相对位置和朝向)之间存在一定的差异,需要通过将多个传感器的相对位姿进行标定,使得多个传感器采集到的车辆周围的位置信息统一到同一个坐标系下,进而根据在同一个坐标系下位置信息,对自动驾驶的车辆进行规划、决策或者控制。上述标定的过程指的是获得多个传感器之间的相对位置的过程。本申请提供的毫米波雷达标定方法、装置、设备和存储介质,旨在解决标定效率低的问题。

[0057] 需要说明的是,本申请实施例提供的毫米波雷达标定的方法,不仅可以应用于无人驾驶的场景中,还可以应用于机器人导航的场景中,本申请实施例对具体的应用场景不做限制。

[0058] 本实施例提供的毫米波雷达标定方法,可以适用于如图1所示的应用环境中。如图1所示,毫米波雷达10和其他传感器20可以安装在车辆的任意位置,通过标定算法通过获取毫米波雷达10与其他传感器20之间的相对位置信息,来确定毫米波雷达的标定结果。

[0059] 需要说明的是,本申请实施例提供的毫米波雷达标定方法,其执行主体可以是毫米波雷达标定装置,该装置可以通过软件、硬件或者软硬件结合的方式实现成为毫米波雷达标定的计算机设备的部分或者全部。

[0060] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请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申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通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,都属于本申请保护的范围。

[0061] 图2为一个实施例中毫米波雷达标定方法的流程示意图。本实施例涉及的是通过标定算法自动获取毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系,进而根据该位置转换关系自动确定毫米波雷达的标定结果的具体过程。如图2所示,该方法包括以下步骤:

[0062] S101、在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据。

[0063] 具体地,目标参照物可以是对毫米波雷达反射信号有良好散射性能,且其他传感器通过目标参照物获得精度满足预设要求的装置,其可以是角散射器,也可以是棋盘格标定板-角散射器一体化标定仪器,本申请实施例对此不做限制。目标参照物可以是一个参照物,也可以是多个参照物,本申请实施例对此不做限制。毫米波雷达数据可以是目标参照物在毫米波雷达对应的坐标系中位置信息,其可以通过三维坐标和四元数来表示。其他传感器可以是另一毫米波雷达、激光雷达、摄像头或惯性导航系统等,本申请实施例对此不做限制。其他传感器数据可以是目标参照物在其他传感器对应的坐标系中位置信息,其可以通过三维坐标和四元数来表示。预设标定场景可以是包括随机散布分布的多个所述目标参照物的场景,和/或,毫米波雷达和其他传感器接收的反射信号被周围环境干扰产生的噪声,小于预设噪声门限的场景。

[0064] 在具体的在预设的标定场景中,通过目标参照物获取待标定的毫米波雷达数据的过程,可以是通过对待标定的毫米波雷达向目标参照物发送雷达信号,获得的反射信号;也可以是通过待标定的毫米波雷达向目标参照物发送雷达信号,获得的反射信号后,对该反射信号进行降噪处理,获得的数据;本申请实施例对此不做限制。具体在预设的标定场景中,

通过目标参照物获取其他传感器数据的过程, 可以通过其他传感器向目标参照物发送雷达信号, 获得的反射信号; 也可以是通过其他传感器向目标参照物发送雷达信号, 获得的反射信号后, 对该反射信号进行降噪处理, 获得的数据; 还可以是通过其他传感器通过全球定位系统 (Global Positioning System, GPS), 获取目标参照物的坐标信息; 本申请实施例对此不做限制。

[0065] S102、根据待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据, 通过标定算法获取毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系; 标定算法为用于将待标定毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法。

[0066] 具体地, 标定算法可以用于为将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法, 其可以是将待标定的毫米波雷达数据转换为其他传感器数据对应的坐标系下的数据的算法, 也可将其他传感器数据转化为待标定的毫米波雷达数据对应的坐标系下的数据的算法, 还可以是将待标定的毫米波雷达数据以其他传感器数据转换到第三方坐标系下的数据的算法, 本申请实施例对此不做限制。位置转换关系可以是待标定的毫米波雷达对应的坐标系, 与其他传感器对应的坐标系之间的转换关系。

[0067] 在上述实施例的基础上, 可以通过建立待标定的毫米波雷达数据中的目标参照物的位置信息, 和其他传感器数据中的目标参照物的位置信息之间的转换关系, 确定该位置转换关系。在具体的建立待标定的毫米波雷达数据中的目标参照物的位置信息, 和其他传感器数据中的目标参照物的位置信息之间的转换关系时, 可以是列举坐标系转换方程, 确定位置转换关系; 也可以是通过列举多个坐标转换方程, 选取目标坐标转换方程, 确定位置转换关系; 本申请实施例对此不做限制。

[0068] S103、根据位置转换关系, 确定毫米波雷达的标定结果。

[0069] 具体地, 毫米波雷达的标定结果可以是毫米波雷达与其他传感器之间相对位置。上述实施例的基础上, 在具体的根据位置转换关系, 确定毫米波雷达的标定结果的过程中, 在确定了位置转换关系后, 可以将位置转换关系确定为毫米波雷达的标定结果; 或者, 将位置转换关系进行可视化, 并将可视化后的结果确定为毫米波雷达的标定结果; 本申请实施例对此不做限制。

[0070] 上述毫米波雷达标定方法, 终端在预设标定场景内, 通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据, 并根据待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据, 通过标定算法获取毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系, 其中标定算法为用于将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法, 进而根据上述位置转换关系, 确定毫米波雷达的标定结果。本实施例中, 终端分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据, 并通过标定算法自动将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据, 以获取毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系, 进而根据上述位置转换关系, 自动确定毫米波雷达的标定结果, 使得获取毫米波雷达的标定结果是通过标定算法自动获得的, 避免了手工测量获得毫米波雷达的标定结果的过程, 进而提高了标定效率。

[0071] 可选地, 上述预设的标定场景为根据毫米波雷达、其他传感器的类型和目标参照物的类型, 确定的场景。

[0072] 具体地, 预设的标定场景可以是周围环境不对目标参照物造成显著的信号干扰的

场景。在预设的标定场景中,毫米波雷达通过目标参照物反射回的电磁波获取毫米波雷达数据;其他传感器根据其自身特性,获取其他传感器的传感器数据。例如,激光雷达通过雷达信号,获取目标参照物的点云数据为传感器数据;摄像头通过周围图像信息中的定位信息,即为传感器数据。不同的其他传感器对应不同的目标参照物类型。

[0073] 若其他传感器为激光雷达,激光雷达可以通过雷达信号获取传感器数据,由于角散射器对雷达信号具有良好的散射特性,因此激光雷达对应的目标参照物可以是角散射器。若其他传感器为摄像头,则根据摄像头通过获取周围图像信息中的定位信息为传感器信号,因此其对应的目标参照物为棋盘格标定板。

[0074] 可选地,当其他传感器为激光雷达、目标参照物为角散射器时,可以根据毫米波雷达、其他传感器的类型及目标参照物的类型,确定预设的标定场景为对毫米波雷达、其他传感器通过角散射器返回的信号不造成显著的电磁干扰,且随机、散布分布的多个角散射器的空旷平地。

[0075] 在上述实施例的基础上,上述S101“在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据”,可以通过数据采集规则来分别获取待标定激光雷达的多帧点云数据以及惯性导航系统的多帧惯性导航系统数据,上述S101“在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据”,一种可能的实现方式包括:根据数据采集规则,通过目标参照物分别获取多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据。

[0076] 具体地,数据采集规则可以是表示通过目标参照物,获取待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据的规则。具体在根据数据采集规则,通过目标参照物分别获取多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据时,可以是将毫米波雷达和其他传感器所在的载体,处于停止状态时,获得多帧待标定的毫米波雷达数据以及多帧其他传感器数据;也可以是上述载体在缓慢行驶状态时,获得多帧待标定的毫米波雷达数据以及多帧其他传感器数据;本申请实施例对此不做限制。上述载体可以是自动驾驶车辆、辅助驾驶车辆或机器人,本申请实施例对此不做限制。

[0077] 在上述实施例的基础上,下面通过图3来详细介绍终端如何通过目标参照物获取多帧待标定毫米波雷达数据的具体过程。如图3所示,上述“根据数据采集规则,通过目标参照物分别获取多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据”一种可能的实现方法包括以下步骤:

[0078] S201、通过毫米波雷达向目标参照物发送雷达信号,获取目标参照物在多帧内的反射信号。

[0079] 具体地,在上述实施例的基础上,毫米波雷达向目标参照物发送雷达信号,通过目标参照物将雷达信号反射给毫米波雷达,使得毫米波雷达获得反射信号。在具体的通过毫米波雷达向目标参照物发送雷达信号,获取目标参照物在多帧内的反射信号的过程中,其可以是将毫米波雷达停止在一个固定位置时,通过多次向目标参照物发送毫米波雷达信号,以获取多帧反射信号;也可以是先先将毫米波雷达固定在一个位置时,多次向目标参照物发送毫米波雷达信号,通过目标参照物返回第一周期的多帧反射信号,再将毫米波雷达移动到另一个位置时,再通过多次向目标参照物发送毫米波雷达信号,通过目标参照物返回第二周期的多帧反射信号,第一周期的多帧反射信号和第二周期的多帧反射信号合并起来

可以构成多帧反射信号;还可以是毫米波雷达处于缓慢运动的状态,向目标参照物发送毫米波雷达信号,已获得多帧反射信号;本申请实施例对此不做限制。

[0080] 可选地,上述目标参照物为使得毫米波雷达和其他传感器发射的信号通过目标参照物后,反射信号强度大于预设阈值的参照物。预设阈值可以是使得毫米波雷达发射的信号通过目标参照物后,反射的毫米波雷达信号的信号强度大于毫米波雷达能够识别的最小雷达信号强度;预设阈值也可以是激光雷达发射的信号通过目标参照物后,反射的激光雷达的信号强度小于激光雷达能够识别的最小雷达信号强度;预设阈值还可以是当目标参照物为多个参照物时,使得毫米波雷达和其他传感器,通过多个参照物获取的多个反射信号之间不相互干扰的多个参照物的位置设置。

[0081] S202、对多帧反射信号进行时序相干累加操作,得到多帧待标定的毫米波雷达数据;时序相干累加操作包括对多个同一位置获得的反射信号进行累加平均。

[0082] 具体地,在上述实施例的基础上,在获得多帧反射信号的基础上,可以将在同一位置获得的反射信号进行累加平均,累加平均可以是对多帧数据中,相同位置的信号强度进行累加,并根据数据的帧数对累加后得到的信号强度进行平均,获得的累加平均后的反射信号,进而可以根据累加平均后的反射信号降低反射信号中的噪声数据,得到多帧待标定的毫米波雷达数据。例如,毫米波雷达在位置1获得了多帧反射信号,分别为反射信号11、反射信号12、反射信号13、……反射信号1n;在位置2获得了多帧反射信号,分别为反射信号21、反射信号22、反射信号23、……反射信号2n;在位置3获得了多帧反射信号,分别为反射信号31、反射信号32、反射信号33、……反射信号3n;直至在位置m获得了多帧反射信号,分别为反射信号m1、反射信号m2、反射信号m3、……反射信号mn。分别对反射信号11、反射信号12、反射信号13、……反射信号1n进行累加平均,得到累加平均后的反射信号10;反射信号21、反射信号22、反射信号23、……反射信号2n进行累加平均,得到累加平均后的反射信号20;反射信号31、反射信号32、反射信号33、……反射信号3n进行累加平均,得到累加平均后的反射信号30;直至反射信号m1、反射信号m2、反射信号m3、……反射信号mn进行累加平均,得到累加平均后的反射信号m0,其中,反射信号10、反射信号20、反射信号30、……反射信号m0中的噪声信号被增强,因此可以更加准确的滤除反射信号10、反射信号20、反射信号30、……反射信号m0的噪声信号,得到信噪比高的待标定的毫米波雷达数据1、待标定的毫米波雷达数据2、待标定的毫米波雷达数据3、……待标定的毫米波雷达数据m。

[0083] 上述毫米波雷达标定方法,终端通过毫米波雷达向目标参照物发送雷达信号,获取目标参照物在多帧内的反射信号,并对多帧反射信号进行时序相干累加操作,得到多帧待标定的毫米波雷达数据。本实施例中,终端在通过毫米波雷达向目标参照物发送雷达信号,获取目标参照物在多帧内的反射信号,并对多帧反射信号进行时序相干累加操作,得到多帧待标定的毫米波雷达数据,使得多帧待标定的毫米波雷达数据是通过多帧反射信息进行时序相干累加,获得的信噪比高的待标定的毫米波雷达数据,进而使得根据该信噪比高的毫米波雷达数据,通过标定算法自动获取的毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系更加准确,进一步地提升毫米波雷达的标定结果的准确度。

[0084] 上述实施例重点描述了毫米波雷达如何通过目标参照物获取多帧待标定的毫米波雷达数据的具体过程,下面通过图4来详细描述其他传感器如何通过目标参照物获取多帧其他传感器数据的具体过程。

[0085] 图4为另一个实施例中毫米波雷达标定方法的流程示意图,本实施例涉及的是当其他传感器为激光雷达时,激光雷达通过目标参照物获取每个其他传感器的多帧传感器数据的具体过程,如图4所示,上述“根据数据采集规则,通过目标参照物分别获取多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据”一种可能的实现方法包括以下步骤:

[0086] S301、通过激光雷达向目标参照物发射激光雷达信号,获取目标参照物在多帧内的点云信号。

[0087] 具体地,点云信号可以是激光雷达信号照射到物体表面时,所反射的携带方位、距离等信息的反射信号,点云信号中包括多个点的位置信息和与其对应的反射激光雷达信号的强度信息。在上述实施例的基础上,激光雷达向目标参照物发送激光雷达信号,通过目标参照物将激光雷达信号反射给激光雷达,使得激光雷达获得点云信号。

[0088] 在具体的通过激光雷达向目标参照物发送激光雷达信号,获取目标参照物在多帧内的反射信号的过程中,其可以是将激光雷达停止在一个固定位置时,通过多次向目标参照物发送激光雷达信号,以获取多帧点云信号;也可以是先将激光雷达固定在一个位置时,多次向目标参照物发送激光雷达信号,通过目标参照物返回第一周期的多帧反射信号,再将激光雷达移动到另一个位置时,再通过多次向目标参照物发送激光激光雷达信号,通过目标参照物返回第二周期的多帧反射信号,第一周期的多帧反射信号和第二周期的多帧反射信号合并起来构成多帧点云信号;还可以是激光雷达处于缓慢运动的状态,向目标参照物发送激光雷达信号,以获得多帧点云信号;本申请实施例对此不做限制。

[0089] S302、对多帧内的点云信号进行点云聚类操作,获取多帧空间平均点云数据。

[0090] 具体地,点云聚类操作可以是先从一帧点云信号中识别出目标点的操作。例如,在上述实施例的基础上,一帧点云数据中包括多个坐标点信息及与该坐标点对应的反射信号的强度信息,通过点云聚类操作,确定多个点云聚类中心点,多个点云聚类的中心点即是识别出的目标点,也即是本申请实施例中的平均点云数据。

[0091] 在具体对多帧的点云信号进行点云聚类操作,获取多帧空间平均点云数据时,可以是对每帧点云数据进行点云聚类操作,获得每帧对应的空间平均点云数据,进而获得多个每帧空间平均点云数据,即多帧空间平均点云数据;也可以是对一组点云数据进行点云聚类操作,获得一组点云数据对应的空间平均点云数据,进而获得多组点云数据对应的多帧空间平均点云数据;本申请实施例对此不做限制。

[0092] S303、对多帧空间平均点云数据进行累加平均,获得多帧其他传感器数据。

[0093] 具体地,在上述实施例的基础上,对多帧空间平均点云数据进行累加平均,累加平均可以是对多帧空间平均点云数据中,相同位置的信号强度进行累加,并根据空间平均点云数据的帧数对累加后得到的信号强度进行平均,获得的累加平均后的空间平均点云数据,进而可以根据累加平均后的空间平均点云数据降低空间平均点云数据的噪声数据,得到信噪比高的其他传感器数据。例如,激光雷达在位置1获得了多帧空间平均点云数据,分别为空间平均点云数据11、空间平均点云数据12、空间平均点云数据13、……空间平均点云数据1n;在位置2获得了多帧空间平均点云数据,分别为空间平均点云数据21、空间平均点云数据22、空间平均点云数据23、……空间平均点云数据2n;在位置3获得了多帧空间平均点云数据,分别为空间平均点云数据31、空间平均点云数据32、空间平均点云数据33、……

空间平均点云数据 $3n$;直至在位置 m 获得了多帧空间平均点云数据,分别为空间平均点云数据 $m1$ 、空间平均点云数据 $m2$ 、空间平均点云数据 $m3$ 、……空间平均点云数据 mn 。分别对空间平均点云数据 11 、空间平均点云数据 12 、空间平均点云数据 13 、……空间平均点云数据 $1n$ 进行累加平均,得到累加平均后的空间平均点云数据 10 ;空间平均点云数据 21 、空间平均点云数据 22 、空间平均点云数据 23 、……空间平均点云数据 $2n$ 进行累加平均,得到累加平均后的空间平均点云数据 20 ;空间平均点云数据 31 、空间平均点云数据 32 、空间平均点云数据 33 、……空间平均点云数据 $3n$ 进行累加平均,得到累加平均后的空间平均点云数据 30 ;直至空间平均点云数据 $m1$ 、空间平均点云数据 $m2$ 、空间平均点云数据 $m3$ 、……空间平均点云数据 mn 进行累加平均,得到累加平均后的空间平均点云数据 $m0$,其中,空间平均点云数据 10 、空间平均点云数据 20 、空间平均点云数据 30 、……空间平均点云数据 $m0$ 中的噪声信号被增强,因此可以更加准确的滤除空间平均点云数据 10 、空间平均点云数据 20 、空间平均点云数据 30 、……空间平均点云数据 $m0$ 的噪声信号,得到信噪比高的多帧其他传感器数据 1 、其他传感器数据 2 、其他传感器数据 3 、……其他传感器数据 m 。

[0094] 上述毫米波雷达标定方法,终端通过激光雷达向目标参照物发射激光雷达信号,获取目标参照物在多帧内的点云信号,并对多帧内的点云信号进行点云聚类操作,获取多帧空间平均点云数据,进而对多帧空间平均点云数据进行累加平均,获得多帧其他传感器数据。本实施例中,当其他传感器是激光雷达时,所获得的多帧其他传感器数据是通过对多帧点云数据进行点云聚类操作获得辨识度更高的多帧空间平均点云数据,进而对多帧空间平均点云数据进行累加平均,获得信噪比高的其他传感器数据,使得根据该信噪比高的其他传感器数据,通过标定算法获取的毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系更加准确,进一步地提升毫米波雷达的标定结果的准确度

[0095] 可选地,其他传感器也可以是毫米波雷达,当其他传感器为毫米波雷达时,毫米波雷达通过目标参照物获取每个其他传感器的多帧传感器数据的具体过程,与图3所示实施例类似,此处不再赘述。

[0096] 图5为另一个实施例中毫米波雷达标定方法的流程示意图,本实施例涉及的是待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系的具体过程,如图5所示,上述S102“在根据待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系”一种可能的实现方法包括以下步骤:

[0097] S401、根据多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据列举多个相对位姿方程;其中,一帧待标定的毫米波雷达数据与同一帧内的每个其他传感器的传感器数据构成一组数据,每组数据对应一个相对位姿方程。

[0098] 具体地,相对位姿方程可以是根据一帧待标定的毫米波雷达数据与同一帧内的每个其他传感器的传感器数据获得坐标转换方程。一帧待标定的毫米波雷达数据与同一帧内的每个其他传感器的传感器数据构成一组数据,可以是在同一时刻同一位置获取的一帧待标定毫米波雷达数据和每个其他传感器的一帧传感器数据,构成同一帧内的一组数据。在具体的根据多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据列举多个相对位姿方程的过程中,每一帧待标定的毫米波雷达数据均对应一个其他传感器的传感器数据。其中毫米波雷达数据与其他传感器数据中坐标信息的表达方式不同,可以列举相

对位姿方程,将毫米波雷达数据与其他传感器数据统一为一种表达方式。

[0099] S402、根据每个相对位姿方程以及相对位姿方程对应的一组数据,计算相对位姿方程中的位置转换参数,以得到多个位置转换参数。

[0100] 具体地,每个相对位姿方程对应了一组毫米波雷达数据和其他传感器数据,将该组毫米波雷达数据和其他传感器数据代入其对应的相对位姿方程,计算得到该相对位姿方程中的位置转换参数。其中毫米波雷达数据包括多帧毫米波雷达数据,其他传感器数据包括多帧其他传感器数据,多帧毫米波雷达数据分别与其对应的多帧其他传感器数据形成多组数据,分别将多组数据代入其对应的相对位姿方程,通过计算获得多个位置转换参数。

[0101] S403、根据多个位置转换参数以及多个相对位姿方程确定位置转换关系。

[0102] 具体地,在上述实施例的基础上,获得多个位置转换参数后,可以根据多个位置参数以其对应的多个相对位姿方程确定位置转换关系,其可以是先确定一个目标相对位姿方程,再获取目标位置转换参数,进而根据目标相对位置方程和目标位置转换参数确定位置转换关系。

[0103] 可选地,上述S403“根据多个位置转换参数以及多个相对位姿方程确定位置转换关系”的一种可能实现方法,包括如图6所示实施例中的步骤:

[0104] S501、将多个相对位姿方程采用最小二乘法进行累加,获得目标相对位姿方程。

[0105] 具体地,可以采用最小二乘法的思路,将多个相对位姿方程进行累加,以获得减小相对位姿方程的误差,其可以通过最小化误差的平方和寻找数据的最佳函数匹配。本实施例中,可以将多个相对位姿方程进行累加,以获得误差最小化的最佳相对位姿方程,即为目标相对位姿方程。

[0106] S502、通过枚举算法对多个位置转换参数进行归纳,获取目标位置转换参数。

[0107] 具体地,位置转换参数可以包括多个参数,可以通过枚举算法,先确定多个参数中的部分参数,在根据部分参数,对其他参数进行归纳,获得目标位置转换参数。例如,位置转换参数可以包括a,b,c,d,e,f六个参数,首先确定a,b,c三个参数的具体数值,进而根据a,b,c三个参数值,穷举多个d,e,f的数值,选取穷举的多个d,e,f的数值满足预设要求的数值为d,e,f的参数值。进而根据a,b,c,d,e,f六个参数值,确定位置转换参数。

[0108] S503、将目标位置转换参数代入目标相对位姿方程,获得位置转换关系。

[0109] 上述毫米波雷达标定方法,终端根据多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据列举多个相对位姿方程,并根据每个相对位姿方程以及相对位姿方程对应的一组数据,计算相对位姿方程中的位置转换参数,以得到多个位置转换参数,进而根据多个位置转换参数以及多个相对位姿方程确定位置转换关系。本实施例中,终端通过获得列举多个相对位姿方程,获得多个位置转换参数,进而根据多个相对位姿方程和多个位置转换参数确定位置转换关系,使得获取毫米波雷达的标定结果是通过标定算法自动获得的,避免了手工测量获得毫米波雷达的标定结果的过程,进而提高了标定效率。

[0110] 图7为另一个实施例中毫米波雷达标定方法的流程图,如图7所示,在上述实施例的基础上,当其他传感器为激光雷达时,一种毫米波雷达标定方法包括:

[0111] S601、在预设标定场景内,根据数据采集规则,通过待标定的毫米波雷达向目标参照物发送雷达信号,获取目标参照物在多帧内的反射信号。

[0112] S602、对多帧反射信号进行时序相干累加操作,得到多帧待标定的毫米波雷达数

据。

[0113] S603、在预设标定场景内,根据数据采集规则,通过激光雷达向目标参照物发射激光雷达信号,获取目标参照物在多帧内的点云信号。

[0114] S604、对多帧内的点云信号进行点云聚类操作,获取多帧空间平均点云数据。

[0115] S605、对多帧空间平均点云数据进行累加平均,获得多帧激光雷达数据。

[0116] S606、根据多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个激光雷达的多帧激光雷达数据列举多个相对位姿方程。

[0117] S607、根据每个相对位姿方程以及相对位姿方程对应的一组数据,计算相对位姿方程中的位置转换参数,以得到多个位置转换参数。

[0118] S608、根据多个位置转换参数以及多个相对位姿方程确定位置转换关系。

[0119] 本实施例中毫米波雷达标定方法的技术效果与上述实施例所对应的实施例的技术效果相似,在此不再赘述。

[0120] 应该理解的是,虽然图2-7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,图2-7中的至少一部分步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段,这些子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,这些子步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行。

[0121] 图8为一个实施例提供的毫米波雷达标定装置的结构示意图。如图8所示,该毫米波雷达标定装置,包括:获取模块10、转换模块20和标定模块30,其中:

[0122] 获取模块10,在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据;

[0123] 转换模块20,用于根据所述待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取所述毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系;所述标定算法为用于将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法;

[0124] 标定模块30,用于根据所述位置转换关系,确定毫米波雷达的标定结果。

[0125] 在一个实施例中,获取模块10具体用于根据数据采集规则,通过目标参照物分别获取多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据。

[0126] 本申请实施例提供的毫米波雷达标定装置,可以执行上述方法实施例,其实现原理和技术效果类似,在此不再赘述。

[0127] 图9为另一个实施例提供的毫米波雷达标定装置的结构示意图。在上述图8所示实施例的基础上,获取模块10包括:第一获取单元101和第二获取单元102,其中:

[0128] 第一获取单元101,具体用于通过所述毫米波雷达向所述目标参照物发送雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的反射信号;对所述多帧内的反射信号进行时序相干累加操作,得到所述多帧待标定的毫米波雷达数据;所述时序相干累加操作包括对多个同一位置获得的反射信号进行累加平均。

[0129] 在一个实施例中,当其他传感器为激光雷达时,第二获取单元102具体用于通过所述激光雷达向目标参照物发射激光雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的点云信号;对所述多帧内的点云信号进行点云聚类操作,获取多帧空间平均点云数据;对所述多帧空

间平均点云数据进行累加平均,获得所述多帧其他传感器数据。

[0130] 在一个实施例中,当其他传感器为毫米波雷达时,第二获取单元102具体用于通过所述毫米波雷达向所述目标参照物发送雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的反射信号;对所述多帧内的反射信号进行时序相干累加操作,得到所述多帧其他传感器数据;所述时序相干累加操作包括对多个同一位置获得的反射信号进行累加平均。

[0131] 本申请实施例提供的毫米波雷达标定装置,可以执行上述方法实施例,其实现原理和技术效果类似,在此不再赘述。

[0132] 图10为另一个实施例提供的毫米波雷达标定装置的结构示意图。在上述图8或图9所示实施例的基础上,转换模块20包括:列举单元201、计算单元202和转换单元203,其中:

[0133] 列举单元201,用于根据所述多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据列举多个相对位姿方程;其中,一帧待标定的毫米波雷达数据与同一帧内的每个其他传感器的传感器数据构成一组数据,每组数据对应一个相对位姿方程;

[0134] 计算单元202,用于根据每个相对位姿方程以及所述相对位姿方程对应的一组数据,计算所述相对位姿方程中的位置转换参数,以得到多个位置转换参数;

[0135] 转换单元203,用于根据多个位置转换参数以及多个相对位姿方程确定所述位置转换关系。

[0136] 在一个实施例中,转换单元203具体用于将多个相对位姿方程采用最小二乘法进行累加,获得目标相对位姿方程;通过枚举算法对多个位置转换参数进行归纳,获取目标位置转换参数;将目标位置转换参数代入所述目标相对位姿方程,获得所述位置转换关系。

[0137] 在一个实施例中,所述目标参照物为使得所述毫米波雷达和所述其他传感器发射的信号通过所述目标参照物后,反射信号强度大于预设阈值的参照物。

[0138] 在一个实施例中,所述预设的标定场景为根据所述毫米波雷达、所述其他传感器的类型和所述目标参照物的类型确定的场景。

[0139] 本申请实施例提供的毫米波雷达标定装置,可以执行上述方法实施例,其实现原理和技术效果类似,在此不再赘述。

[0140] 关于一种毫米波雷达标定装置的具体限定可以参见上文中对于毫米波雷达标定方法的限定,在此不再赘述。上述毫米波雷达标定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。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中,也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中,以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

[0141] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,该计算机设备可以是终端,其内部结构图可以如图11所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口、显示屏和输入装置。其中,该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备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。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机设备被处理器执行时以实现一种毫米波雷达标定方法。该计算机设备的显示屏可以是液晶显示屏或者电子墨水显示屏,该计算机设备的输入装置可以是显示屏上覆盖的触摸层,也可以是计算机设备外壳上设置的按键、轨迹球或触控板,还可以是外接的键盘、触控板或鼠标等。

[0142] 本领域技术人员可以理解,图11中示出的结构,仅仅是与本公开方案相关的部分结构的框图,并不构成对本公开方案所应用于其上的计算机设备的限定,具体的计算机设备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。

[0143] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,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:

[0144] 在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据;

[0145] 根据所述待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取所述毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系;所述标定算法为用于将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法;

[0146] 根据所述位置转换关系,确定毫米波雷达的标定结果。

[0147] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:根据数据采集规则,通过目标参照物分别获取多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据。

[0148] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:通过所述毫米波雷达向所述目标参照物发送雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的反射信号;对所述多帧内的反射信号进行时序相干累加操作,得到所述多帧待标定的毫米波雷达数据;所述时序相干累加操作包括对多个同一位置获得的反射信号进行累加平均。

[0149] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:若所述其他传感器为激光雷达,则通过所述激光雷达向目标参照物发射激光雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的点云信号;对所述多帧内的点云信号进行点云聚类操作,获取多帧空间平均点云数据;对所述多帧空间平均点云数据进行累加平均,获得所述多帧其他传感器数据。

[0150] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:若所述其他传感器为毫米波雷达,则通过所述毫米波雷达向所述目标参照物发送雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的反射信号;对所述多帧内的反射信号进行时序相干累加操作,得到所述多帧其他传感器数据;所述时序相干累加操作包括对多个同一位置获得的反射信号进行累加平均。

[0151] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:根据所述多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据列举多个相对位姿方程;其中,一帧待标定的毫米波雷达数据与同一帧内的每个其他传感器的传感器数据构成一组数据,每组数据对应一个相对位姿方程;根据每个相对位姿方程以及所述相对位姿方程对应的一组数据,计算所述相对位姿方程中的位置转换参数,以得到多个位置转换参数;根据多个位置转换参数以及多个相对位姿方程确定所述位置转换关系。

[0152] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:将多个相对位姿方程采用最小二乘法进行累加,获得目标相对位姿方程;通过枚举算法对多个位置转换参数进行归纳,获取目标位置转换参数;将目标位置转换参数代入所述目标相对位姿方程,获得所述位置转换关系。

[0153] 在一个实施例中,所述目标参照物为使得所述毫米波雷达和所述其他传感器发射的信号通过所述目标参照物后,反射信号强度大于预设阈值的参照物。

[0154] 在一个实施例中,所述预设的标定场景为根据所述毫米波雷达、所述其他传感器的类型和所述目标参照物的类型确定的场景。

[0155] 本实施例提供的计算机设备,其实现原理和技术效果与上述方法实施例类似,在此不再赘述。

[0156] 在一个实施例中,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0157] 在预设标定场景内,通过目标参照物分别获取待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据;

[0158] 根据所述待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据,通过标定算法获取所述毫米波雷达与其他传感器的位置转换关系;所述标定算法为用于将待标定的毫米波雷达数据以及其他传感器数据转换为相同坐标系下的数据的算法;

[0159] 根据所述位置转换关系,确定毫米波雷达的标定结果。

[0160] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:根据数据采集规则,通过目标参照物分别获取多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据。

[0161] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:通过所述毫米波雷达向所述目标参照物发送雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的反射信号;对所述多帧内的反射信号进行时序相干累加操作,得到所述多帧待标定的毫米波雷达数据;所述时序相干累加操作包括对多个同一位置获得的反射信号进行累加平均。

[0162] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:若所述其他传感器为激光雷达,则通过所述激光雷达向目标参照物发射激光雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的点云信号;对所述多帧内的点云信号进行点云聚类操作,获取多帧空间平均点云数据;对所述多帧空间平均点云数据进行累加平均,获得所述多帧其他传感器数据。

[0163] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:若所述其他传感器为毫米波雷达,则通过所述毫米波雷达向所述目标参照物发送雷达信号,获取所述目标参照物在多帧内的反射信号;对所述多帧内的反射信号进行时序相干累加操作,得到所述多帧其他传感器数据;所述时序相干累加操作包括对多个同一位置获得的反射信号进行累加平均。

[0164] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:根据所述多帧待标定的毫米波雷达数据以及每个其他传感器的多帧传感器数据列举多个相对位姿方程;其中,一帧待标定的毫米波雷达数据与同一帧内的每个其他传感器的传感器数据构成一组数据,每组数据对应一个相对位姿方程;根据每个相对位姿方程以及所述相对位姿方程对应的一组数据,计算所述相对位姿方程中的位置转换参数,以得到多个位置转换参数;根据多个位置转换参数以及多个相对位姿方程确定所述位置转换关系。

[0165] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤将多个相对位姿方程采用最小二乘法进行累加,获得目标相对位姿方程;通过枚举算法对多个位置转换参数进行归纳,获取目标位置转换参数;将目标位置转换参数代入所述目标相对位姿方程,获得所述位置转换关系。

[0166] 在一个实施例中,所述目标参照物为使得所述毫米波雷达和所述其他传感器发射

的信号通过所述目标参照物后,反射信号强度大于预设阈值的参照物。

[0167] 在一个实施例中,所述预设的标定场景为根据所述毫米波雷达、所述其他传感器的类型和所述目标参照物的类型确定的场景。

[0168] 本领域普通技术人员可以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,本公开所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用,均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器(RAM)或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限,RAM以多种形式可得,诸如静态RAM(SRAM)、动态RAM(DRAM)、同步DRAM(SDRAM)、双数据率SDRAM(DDRSDRAM)、增强型SDRAM(ESDRAM)、同步链路(Synchlink)DRAM(SLDRAM)、存储器总线(Rambus)直接RAM(RDRAM)、直接存储器总线动态RAM(DRDRAM)、以及存储器总线动态RAM(RDRAM)等。

[0169] 以上所述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。

[0170] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

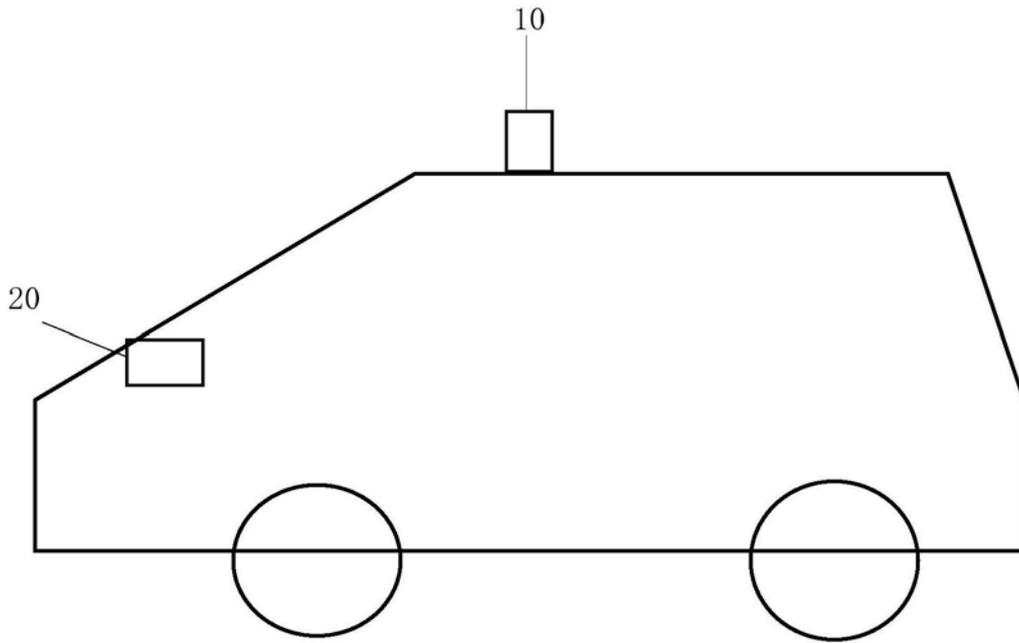


图1

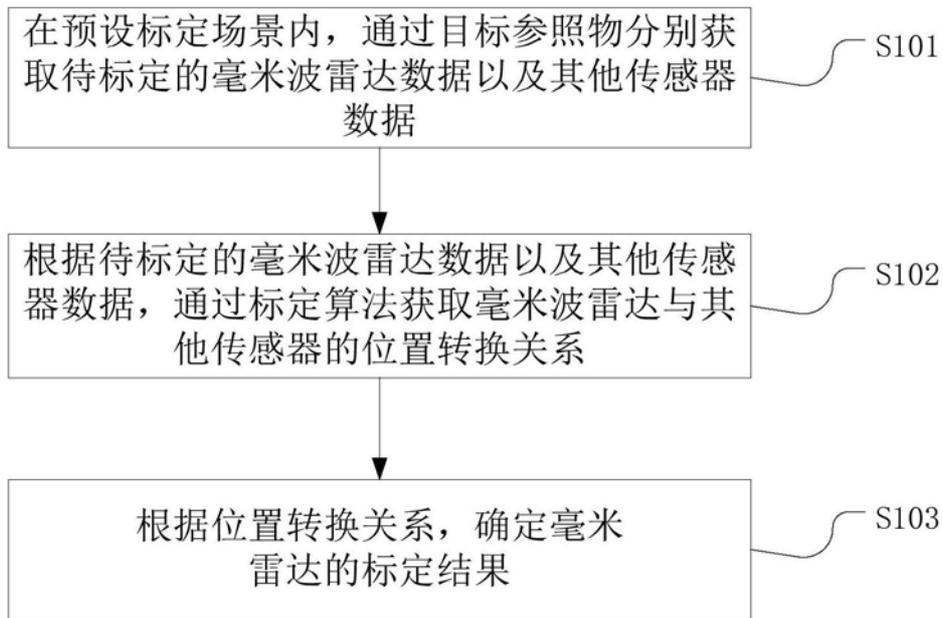


图2

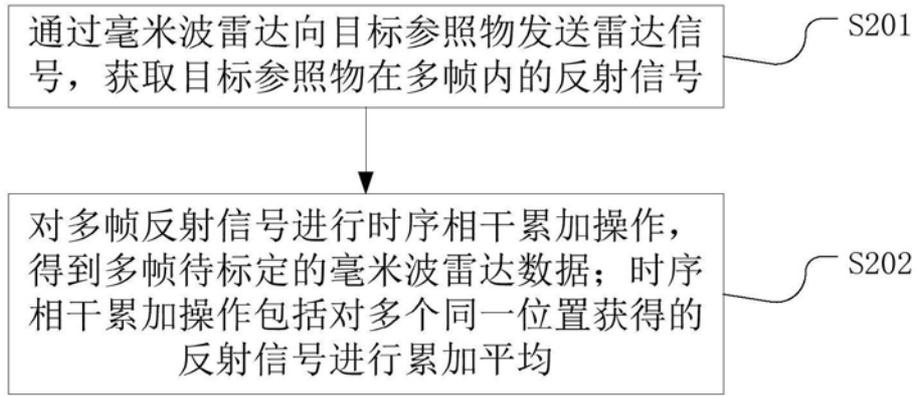


图3

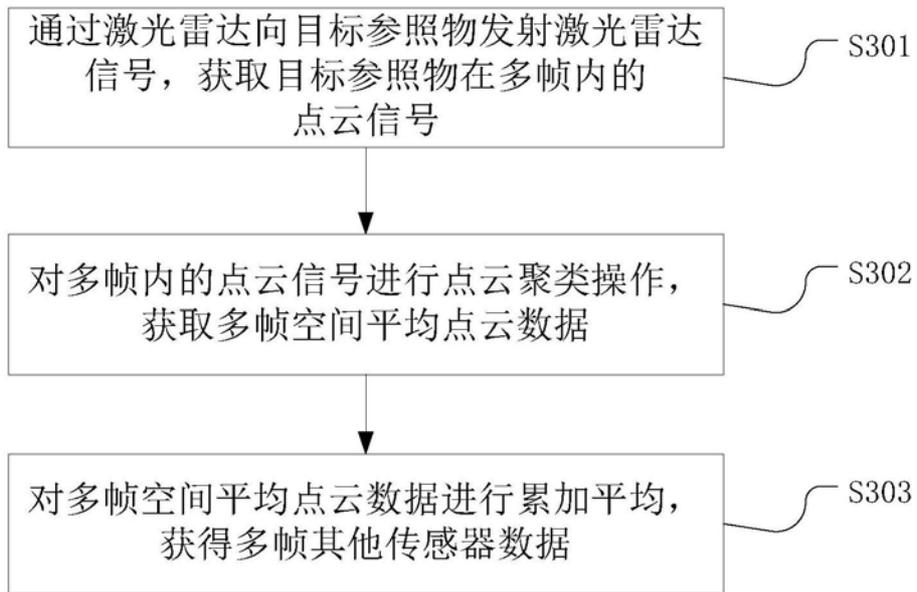


图4

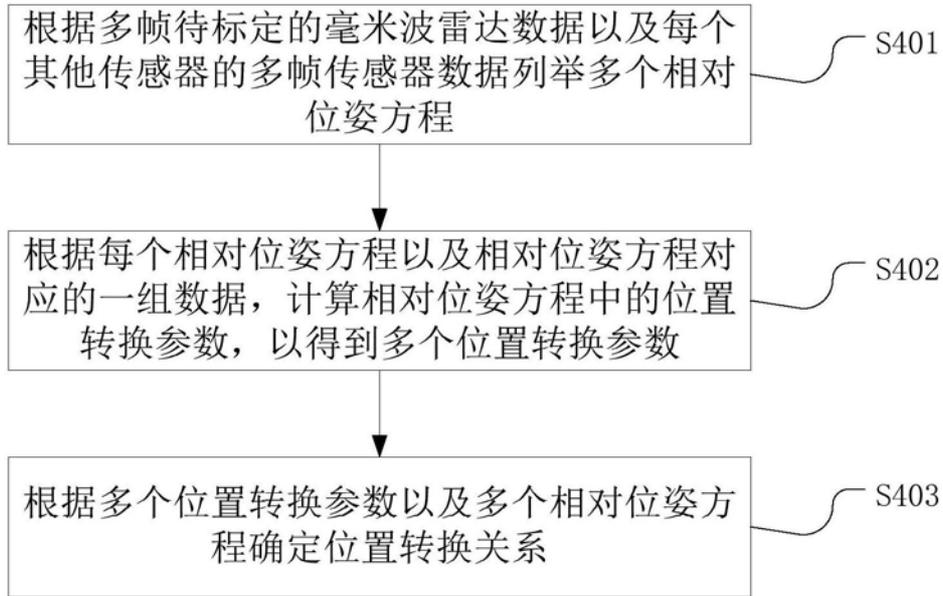


图5

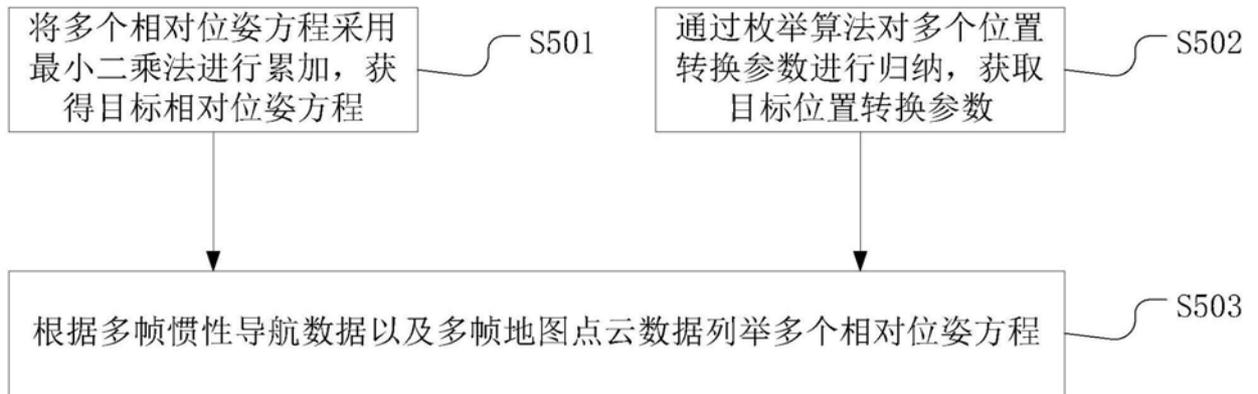


图6

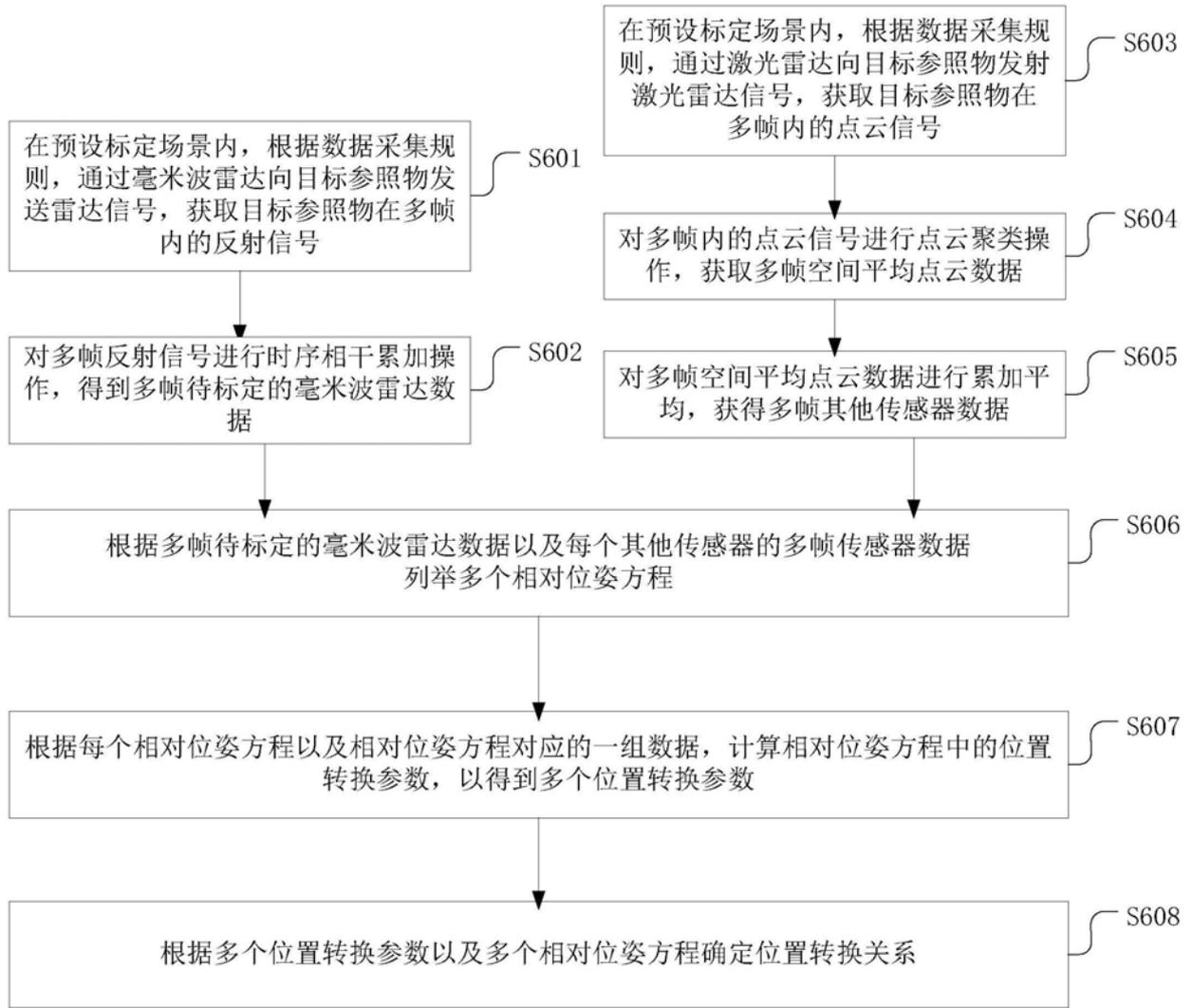


图7

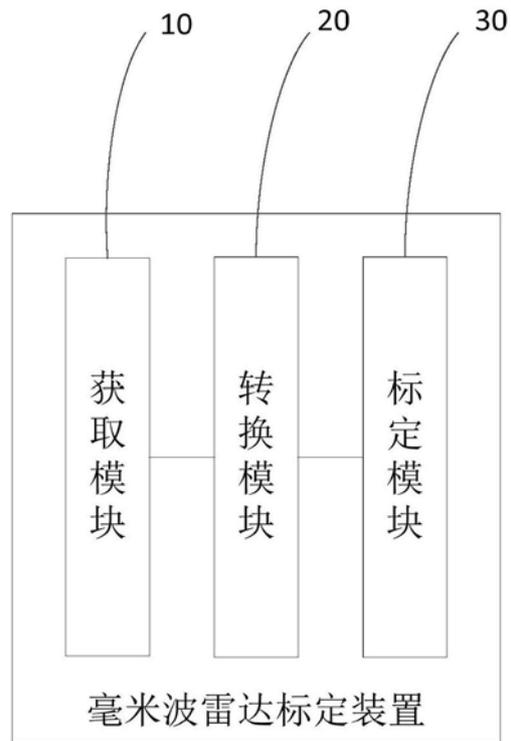


图8

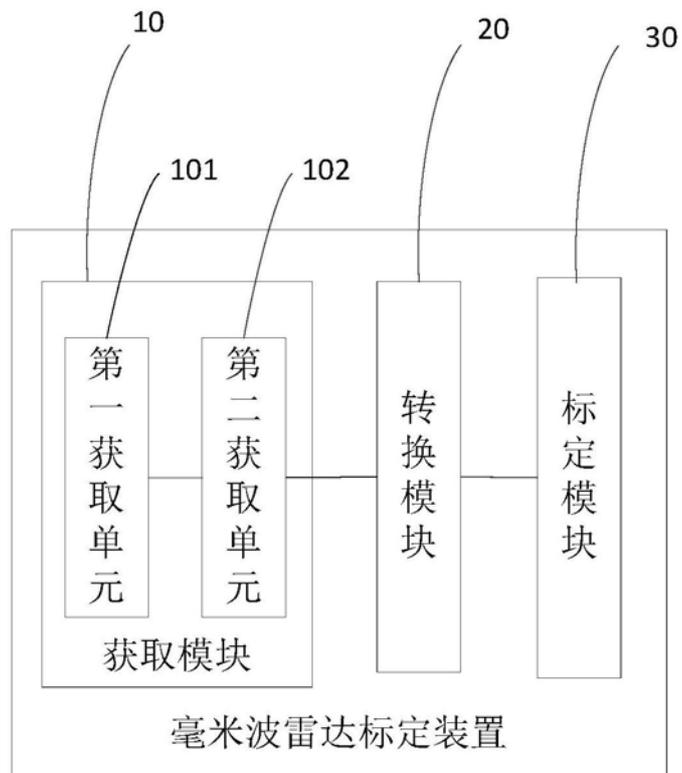


图9

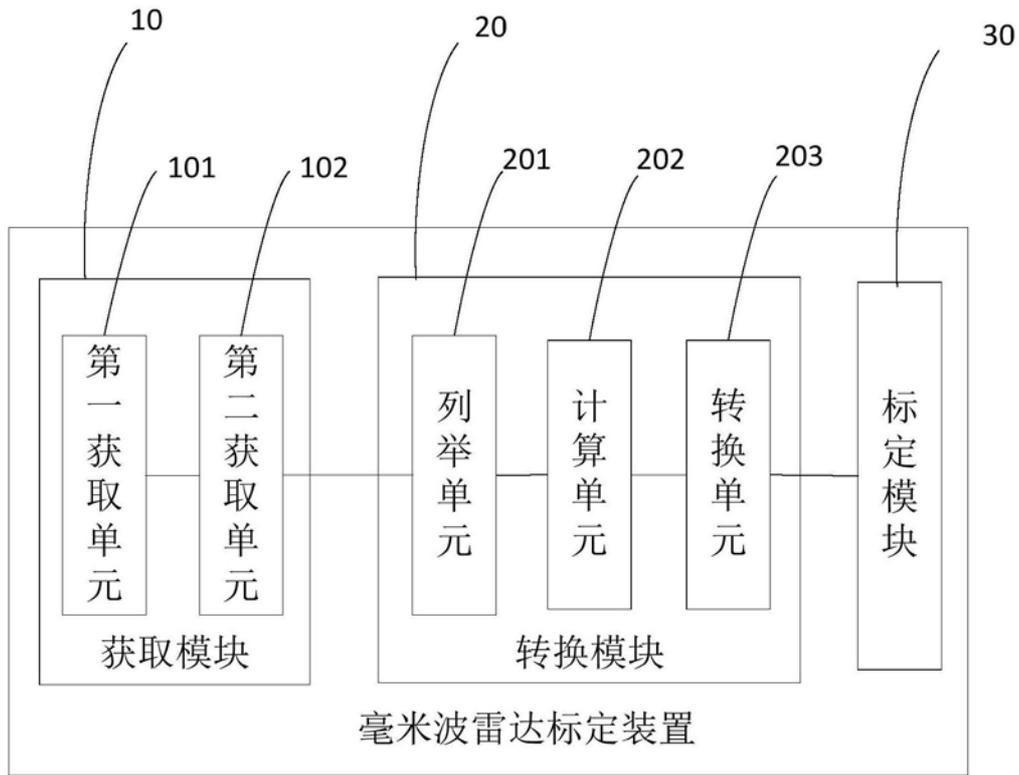


图10

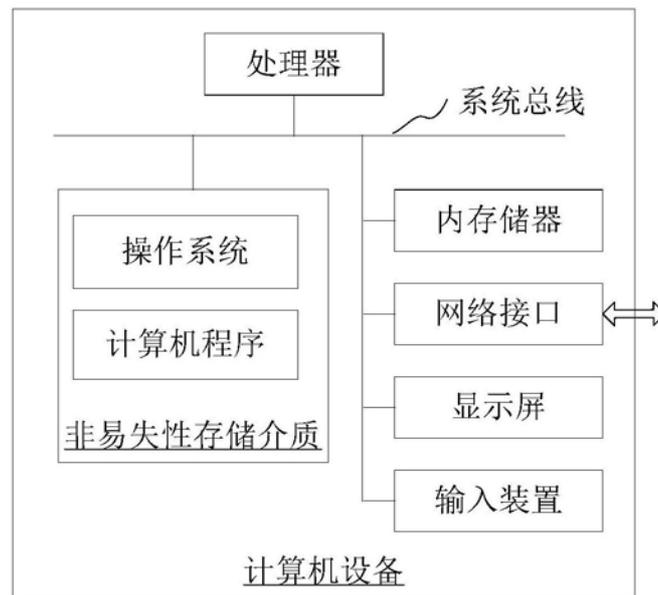


图11