



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117889851 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 16

(21) 申请号 202410086353.1

(22) 申请日 2024.01.22

(71) 申请人 上海双微导航技术有限公司

地址 201702 上海市青浦区徐泾镇高泾路
599号1幢104室

申请人 上海华测导航技术股份有限公司
武汉华测卫星技术有限公司

(72) 发明人 谢晴 殷飞 侯勇涛 薛利荣
刘守军 姚立

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

专利代理师 李礼

(51) Int. Cl.

G01C 21/16 (2006.01)

G01C 21/20 (2006.01)

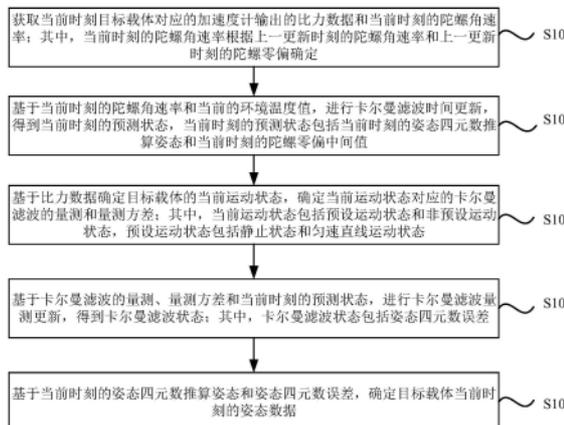
权利要求书2页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称

姿态确定方法、装置、设备及存储介质

(57) 摘要

本发明公开了姿态确定方法、装置、设备及存储介质。获取当前时刻加速度计输出的比力数据和当前时刻的陀螺角速率；其中，当前时刻的陀螺角速率根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定。基于当前时刻的陀螺角速率和当前的环境温度值，进行卡尔曼滤波时间更新，得到当前时刻的预测状态，当前时刻的预测状态包括当前时刻的姿态四元数推算姿态和当前时刻的陀螺零偏中间值。基于比力数据确定目标载体的当前运动状态，确定当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差；其中，当前运动状态包括预设运动状态和非预设运动状态，预设运动状态包括静止状态和匀速直线运动状态。基于卡尔曼滤波的量测、量测方差和当前时刻的预测状态，进行卡尔曼滤波量测更新，得到卡尔曼滤波状态；其中，卡尔曼滤波状态包括姿态四元数误差。基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差，确定目标载体当前时刻的姿态数据。实现了在多种动态条件下的姿态估计，并有效提高姿态估计精度。



1. 一种姿态确定方法,其特征在于,包括:

获取当前时刻目标载体对应的加速度计输出的比力数据和当前时刻的陀螺角速率;其中,所述当前时刻的陀螺角速率根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定;

基于所述当前时刻的陀螺角速率和当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的预测状态,所述当前时刻的预测状态包括当前时刻的姿态四元数推算姿态和当前时刻的陀螺零偏中间值;

基于所述比力数据确定所述目标载体的当前运动状态,确定所述当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差;其中,所述当前运动状态包括预设运动状态和非预设运动状态,所述预设运动状态包括静止状态和匀速直线运动状态;

基于所述卡尔曼滤波的量测、量测方差和所述当前时刻的预测状态,进行卡尔曼滤波量测更新,得到卡尔曼滤波状态;其中,所述卡尔曼滤波状态包括姿态四元数误差;

基于所述当前时刻的姿态四元数推算姿态和所述姿态四元数误差,确定所述目标载体当前时刻的姿态数据。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述确定所述当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差,包括:

若所述当前运动状态为所述预设运动状态,则根据所述比力数据,确定所述卡尔曼滤波的量测,基于加速度计的精度确定所述卡尔曼滤波的量测方差;

若所述当前运动状态为所述非预设运动状态,则根据所述比力数据和当前时刻的外部加速度,确定所述卡尔曼滤波的量测,根据所述量测、所述预测状态和所述预测状态的方差协方差,确定所述卡尔曼滤波的量测方差;其中,所述当前时刻的外部加速度由预设加速度模型确定,所述预测状态的方差协方差基于上一历元的方差协方差确定。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于所述当前时刻的陀螺角速率,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的姿态四元数推算姿态,包括:

确定第一预设系数、更新周期、所述当前时刻的陀螺角速率以及上一更新时刻的第一姿态四元数的第一乘积;

根据所述上一更新时刻的第一姿态四元数与所述第一乘积的和,确定当前时刻的姿态四元数推算姿态。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述预设加速度模型基于一阶低通白噪声过程建立;

所述当前时刻的外部加速度由预设加速度模型通过以下方式确定:

确定第二预设系数和上一历元的加速度的第二乘积,其中,所述上一历元的加速度根据所述卡尔曼滤波方式中的新息确定;

根据所述第二乘积与高斯白噪声的和,确定所述当前时刻的外部加速度。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于所述当前时刻的姿态四元数推算姿态和所述姿态四元数误差,确定所述目标载体当前时刻的姿态数据,包括:

基于所述当前时刻的姿态四元数推算姿态和所述姿态四元数误差之和,确定所述目标载体当前时刻的姿态数据。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于当前的环境温度值,进行卡尔曼

滤波时间更新,得到当前时刻的陀螺零偏中间值,包括:

基于单位列向量和预设二次多项式函数的乘积确定当前时刻的陀螺零偏中间值,其中,所述二次多项式函数中的变量的取值为所述环境温度值,所述二次多项式函数中的系数根据所述陀螺仪的特性确定。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,还包括:

判断所述卡尔曼滤波的量测方差是否满足预设条件;

若满足预设条件,则将所述当前时刻的陀螺零偏中间值和陀螺零偏修正数据之和作为下一历元的陀螺零偏;其中,所述卡尔曼滤波状态包括所述陀螺零偏修正数据;

若不满足预设条件,则将所述当前时刻的陀螺零偏作为下一历元的陀螺零偏。

8. 一种姿态确定装置,其特征在于,包括:

数据获取模块,用于获取当前时刻目标载体对应的加速度计输出的比力数据和当前时刻的陀螺角速率;其中,所述当前时刻的陀螺角速率根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定;

状态确定模块,用于基于所述当前时刻的陀螺角速率和当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的预测状态,所述当前时刻的预测状态包括当前时刻的姿态四元数推算姿态和当前时刻的陀螺零偏中间值;

第一确定模块,用于基于所述比力数据确定所述目标载体的当前运动状态,确定所述当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差;其中,所述当前运动状态包括预设运动状态和非预设运动状态,所述预设运动状态包括静止状态和匀速直线运动状态;

量测更新模块,用于基于所述卡尔曼滤波的量测、量测方差和所述当前时刻的预测状态,进行卡尔曼滤波量测更新,得到卡尔曼滤波状态;其中,所述卡尔曼滤波状态包括姿态四元数误差;

第二确定模块,用于基于所述当前时刻的姿态四元数推算姿态和所述姿态四元数误差,确定所述目标载体当前时刻的姿态数据。

9. 一种姿态确定设备,其特征在于,所述姿态确定设备包括:

至少一个处理器;以及

与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的计算机程序,所述计算机程序被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行权利要求1-7中任一项所述的姿态确定方法。

10. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有计算机指令,所述计算机指令用于使处理器执行时实现权利要求1-7中任一项所述的姿态确定方法。

姿态确定方法、装置、设备及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及MEMS惯性器件技术领域,尤其涉及姿态确定方法、装置、设备及存储介质。

背景技术

[0002] MEMS(Micro-Electro-Mechanical System,微机电系统)惯性器件作为惯性导航技术的一个重要分支,已经在无人机、无人车、无人船、机器人等领域得到了广泛的应用。MEMS惯性器件包括MEMS陀螺仪和MEMS加速度计,其中,MEMS陀螺仪用于提供姿态信息,MEMS加速度计用于测量载体的加速力。为了弥补MEMS陀螺仪的输出噪声,通常把三个MEMS陀螺仪和三个MEMS加速度计组合在一起形成六轴传感器,进而实现姿态确定。

[0003] 而现有的姿态确定方法,存在无法满足在多种动态条件下进行姿态估计的需求,且姿态估计精度低的问题。

发明内容

[0004] 本发明提供了姿态确定方法、装置、设备及存储介质,以解决现有的姿态确定方法,存在无法满足在多种动态条件下进行姿态估计的需求,且姿态估计精度低的问题。

[0005] 根据本发明的一方面,提供了一种姿态确定方法,包括:

[0006] 获取当前时刻目标载体对应的加速度计输出的比力数据和当前时刻的陀螺角速率;其中,当前时刻的陀螺角速率根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定;

[0007] 基于当前时刻的陀螺角速率和当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的预测状态,当前时刻的预测状态包括当前时刻的姿态四元数推算姿态和当前时刻的陀螺零偏中间值;

[0008] 基于比力数据确定目标载体的当前运动状态,确定当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差;其中,当前运动状态包括预设运动状态和非预设运动状态,预设运动状态包括静止状态和匀速直线运动状态;

[0009] 基于卡尔曼滤波的量测、量测方差和当前时刻的预测状态,进行卡尔曼滤波量测更新,得到卡尔曼滤波状态;其中,卡尔曼滤波状态包括姿态四元数误差;

[0010] 基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差,确定目标载体当前时刻的姿态数据。

[0011] 根据本发明的另一方面,提供了一种姿态确定装置,包括:

[0012] 数据获取模块,用于获取当前时刻目标载体对应的加速度计输出的比力数据和当前时刻的陀螺角速率;其中,当前时刻的陀螺角速率根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定;

[0013] 状态确定模块,用于基于当前时刻的陀螺角速率和当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的预测状态,当前时刻的预测状态包括当前时刻的姿态四

元数推算姿态和当前时刻的陀螺零偏中间值；

[0014] 第一确定模块,用于基于比力数据确定目标载体的当前运动状态,确定当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差;其中,当前运动状态包括预设运动状态和非预设运动状态,预设运动状态包括静止状态和匀速直线运动状态;

[0015] 量测更新模块,用于基于卡尔曼滤波的量测、量测方差和当前时刻的预测状态,进行卡尔曼滤波量测更新,得到卡尔曼滤波状态;其中,卡尔曼滤波状态包括姿态四元数误差;

[0016] 第二确定模块,用于基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差,确定目标载体当前时刻的姿态数据。

[0017] 根据本发明的另一方面,提供了一种姿态确定设备,姿态确定设备包括:

[0018] 至少一个处理器;以及

[0019] 与至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

[0020] 存储器存储有可被至少一个处理器执行的计算机程序,计算机程序被至少一个处理器执行,以使至少一个处理器能够执行本发明任一实施例的姿态确定方法。

[0021] 根据本发明的另一方面,提供了一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质存储有计算机指令,计算机指令用于使处理器执行时实现本发明任一实施例的姿态确定方法。

[0022] 本发明实施例提供的技术方案,获取当前时刻目标载体对应的加速度计输出的比力数据和当前时刻的陀螺角速率;其中,当前时刻的陀螺角速率根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定;基于当前时刻的陀螺角速率和当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的预测状态,当前时刻的预测状态包括当前时刻的姿态四元数推算姿态和当前时刻的陀螺零偏中间值;基于比力数据确定目标载体的当前运动状态,确定当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差;其中,当前运动状态包括预设运动状态和非预设运动状态,预设运动状态包括静止状态和匀速直线运动状态;基于卡尔曼滤波的量测、量测方差和当前时刻的预测状态,进行卡尔曼滤波量测更新,得到卡尔曼滤波状态;其中,卡尔曼滤波状态包括姿态四元数误差;基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差,确定目标载体当前时刻的姿态数据。通过上述技术方案,根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定当前时刻的陀螺角速率,进而依据陀螺角速率和当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,能够得到当前时刻的预测状态,当前时刻的预测状态包括当前时刻的姿态四元数推算姿态;基于获取的比力数据确定当前运动状态,当前运动状态可以是预设运动状态或非预设运动状态,进而确定当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差,再基于卡尔曼滤波的量测和量测方差,进行卡尔曼滤波量测更新,可以得到包含姿态四元数误差的卡尔曼滤波状态;基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差,就能够确定目标载体当前时刻的姿态数据。解决了现有的姿态确定方法,存在无法满足在多种动态条件下进行姿态估计的需求,且姿态估计精度低的问题,取得了能够在多种动态条件下进行姿态估计,且有效提高姿态估计精度的有益效果。

[0023] 应当理解,本部分所描述的内容并非旨在标识本发明的实施例的关键或重要特征,也不用于限制本发明的范围。本发明的其它特征将通过以下的说明书而变得容易理解。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图1是本发明实施例一提供的一种姿态确定方法的流程图;

[0026] 图2是本发明实施例二提供的一种姿态确定方法的流程图;

[0027] 图3是本发明实施例三提供的一种姿态确定装置的结构示意图;

[0028] 图4是本发明实施例四提供的一种姿态确定设备的结构示意图。

具体实施方式

[0029] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,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,都应当属于本发明保护的范畴。

[0030] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0031] 本发明实施例中所涉及的“历元”和“时刻”为同一个含义。

[0032] 实施例一

[0033] 图1是本发明实施例一提供的一种姿态确定方法的流程图,本实施例可适用于通过加速度计和陀螺角速率确定载体姿态的情况,该方法可以由姿态确定装置来执行,该姿态确定装置可以采用硬件和/或软件的形式实现,该姿态确定装置可配置于姿态确定设备中,例如姿态确定设备可以是无人车、无人机、无人船或机器人等。如图1所示,该方法包括:

[0034] S101、获取当前时刻目标载体对应的加速度计输出的比力数据和当前时刻的陀螺角速率;其中,当前时刻的陀螺角速率根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定。

[0035] 在本实施例中,目标载体可以包括无人机、无人船和机器人等设备。加速度计用于测量载体的加速度,例如MEMS加速度计。当前时刻的陀螺角速率根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定。

[0036] 具体的,在目标载体上搭载有姿态估计传感器,该姿态估计传感器为基于MEMS技术的高性能三维运动姿态测量系统,包含陀螺仪和加速度计等装置。获取当前时刻目标载体对应的姿态估计传感器中加速度计输出的比力数据,同时获取当前时刻对应的陀螺角速率,该陀螺角速率是由上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏计算得到的

当前时刻的陀螺角速率。

[0037] S102、基于当前时刻的陀螺角速率和当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的预测状态,当前时刻的预测状态包括当前时刻的姿态四元数推算姿态和当前时刻的陀螺零偏中间值。

[0038] 具体的,基于当前时刻的陀螺角速率和当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,能够确定当前时刻的姿态四元数推算姿态和当前时刻的陀螺零偏中间值,基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和当前时刻的陀螺零偏中间值可以确定当前时刻的预测状态。

[0039] 可选的,基于当前时刻的陀螺角速率,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的姿态四元数推算姿态,包括:确定第一预设系数、更新周期、当前时刻的陀螺角速率以及上一更新时刻的第一姿态四元数的第一乘积;根据上一更新时刻的第一姿态四元数与第一乘积的和,确定当前时刻的姿态四元数推算姿态。其更新方式如下:

$$[0040] \quad \bar{q}_k = q_{k-1} + 0.5\Delta t \begin{bmatrix} 0 & -\omega_x & -\omega_y & -\omega_z \\ \omega_x & 0 & \omega_z & -\omega_y \\ \omega_y & -\omega_z & 0 & \omega_x \\ \omega_z & \omega_y & -\omega_x & 0 \end{bmatrix} q_{k-1} \quad (1)$$

[0041] 其中, \bar{q}_k 为当前时刻的姿态四元数推算姿态, q_{k-1} 为上一更新时刻的姿态数据,0.5为第一预设系数, Δt 为更新周期, ω_x 、 ω_y 、 ω_z 均为当前时刻对应的陀螺角速率。

[0042] S103、基于比力数据确定目标载体的当前运动状态,确定当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差;其中,当前运动状态包括预设运动状态和非预设运动状态,预设运动状态包括静止状态和匀速直线运动状态。

[0043] 在本实施例中,目标载体的当前运动状态包括预设运动状态和非预设运动状态,其中,预设运动状态包括静止状态和匀速直线运动状态。

[0044] 具体的,考虑到目标载体不同的运动状态,对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差均不相同,为了能够在多种动态条件下进行姿态估计,提高姿态估计的精度,需要确定当前时刻目标载体的运动状态。通过时间滑动窗口对加速度计输出的比力数据进行判断,确定当前目标载体所处的运动状态。其中,时间滑动窗口的宽度可以根据需要进行设定,例如将时间滑动窗口设置为1s。本实施例中不对判断载体运动状态的方法进行限定。其中,当前运动状态可以为预设运动状态,即静止状态或匀速直线运动状态,也可以是非预设运动状态,进而针对不同的运动状态,计算其对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差。

[0045] S104、基于卡尔曼滤波的量测、量测方差和当前时刻的预测状态,进行卡尔曼滤波量测更新,得到卡尔曼滤波状态;其中,卡尔曼滤波状态包括姿态四元数误差。

[0046] 具体的,基于计算得到卡尔曼滤波的量测、量测方差和当前时刻的预测状态,进行卡尔曼滤波量测更新,其更新过程如下:

$$[0047] \quad x = \bar{x} + K(Z - H\bar{x}) \quad (2)$$

[0048] 其中, x 为卡尔曼滤波状态, $x = [\delta q, \delta b_g]^T$, vq 为姿态四元数误差, vb_g 为陀螺零偏修正数据。 \bar{x} 为预测状态, \bar{x} 中包括当前时刻的姿态四元数推算姿态 \bar{q}_k 和当前时刻的陀螺零偏中间值 \bar{b}_g , K 为增益, H 为预先设置好的矩阵, Z 为量测。

[0049] S105、基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差,确定目标载体当前时刻的姿态数据。

[0050] 在本实施例中,姿态数据包括姿态四元数,该姿态四元数用来描述目标载体的姿态。

[0051] 具体的,基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差,可以确定目标载体当前时刻的姿态数据,以描述目标载体的姿态。在本实施例中,具体确定方式不做限定。

[0052] 可选的,基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差,确定目标载体当前时刻的姿态数据,包括:基于将当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差之和,确定为目标载体当前时刻的姿态数据,其计算公式如下所示:

$$[0053] \quad q_k = \bar{q}_k + \delta q \quad (3)$$

[0054] 其中, q_k 即为目标载体当前时刻的姿态数据。

[0055] 本发明实施例一提供的技术方案,获取当前时刻目标载体对应的加速度计输出的比力数据和当前时刻的陀螺角速率;其中,当前时刻的陀螺角速率根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定;基于当前时刻的陀螺角速率和当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的预测状态,当前时刻的预测状态包括当前时刻的姿态四元数推算姿态和当前时刻的陀螺零偏中间值;基于比力数据确定目标载体的当前运动状态,确定当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差;其中,当前运动状态包括预设运动状态和非预设运动状态,预设运动状态包括静止状态和匀速直线运动状态;基于卡尔曼滤波的量测、量测方差和当前时刻的预测状态,进行卡尔曼滤波量测更新,得到卡尔曼滤波状态;其中,卡尔曼滤波状态包括姿态四元数误差;基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差,确定目标载体当前时刻的姿态数据。通过上述技术方案,根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定当前时刻的陀螺角速率,进而依据陀螺角速率,进行卡尔曼滤波时间更新,能够得到当前时刻的预测状态,当前时刻的预测状态包括当前时刻的姿态四元数推算姿态;基于获取的比力数据确定当前运动状态,当前运动状态可以是预设运动状态或非预设运动状态,进而确定当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差,再基于卡尔曼滤波的量测和量测方差,进行卡尔曼滤波量测更新,可以得到包含姿态四元数误差的卡尔曼滤波状态;基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差,就能够确定目标载体当前时刻的姿态数据。解决了现有的姿态确定方法,存在无法满足在多种动态条件下进行姿态估计的需求,且姿态估计精度低的问题,取到了能够在多种动态条件下进行姿态估计,且有效提高姿态估计精度的有益效果。

[0056] 可选的,根据加速度计的初始输出数据计算初始横滚角和初始俯仰角,根据初始横滚角和初始俯仰角,确定初始姿态四元数。其中,加速度计的初始输出数据为载体处于静止状态时加速度计的输出数据。初始横滚角和初始俯仰角的计算方式如下:

$$[0057] \quad roll = \arctan \frac{f_y}{f_z} \quad (4)$$

$$[0058] \quad pitch = \arctan \frac{f_x}{\sqrt{f_y^2 + f_z^2}} \quad (5)$$

[0059] 其中,roll表示初始横滚角,pitch表示初始俯仰角, f_x 、 f_y 、 f_z 分别为前、右、下的加速度计输出值。

[0060] 可选的,根据陀螺仪的初始输出数据确定初始陀螺仪零偏,其中,陀螺仪的初始输出数据为载体处于静止状态时陀螺仪的输出数据。

[0061] 可选的,在基于卡尔曼滤波的量测和量测方差进行卡尔曼滤波量测更新的过程中,还可以得到姿态和零偏方差协方差阵,其过程如下:

$$[0062] \quad P = (I - KH)\bar{P} \quad (6)$$

[0063] 其中,P为姿态和零偏方差协方差阵,用于下一历元的计算, \bar{P} 为预测状态的方差协方差阵,其中,预测状态包括预测的姿态和零偏,I为单位矩阵。

[0064] 实施例二

[0065] 图2是本发明实施例二提供的一种姿态确定方法的流程图,本实施例在上述实施例的基础上进行优化和扩展。本实施例详细说明了根据目标载体不同的运动状态,计算其对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差,如图2所示,该方法包括:

[0066] S201、获取当前时刻目标载体对应的加速度计输出的比力数据和当前时刻的陀螺角速率;其中,当前时刻的陀螺角速率根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定。

[0067] S202、基于当前时刻的陀螺角速率和当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的预测状态,当前时刻的预测状态包括当前时刻的姿态四元数推算姿态和当前时刻的陀螺零偏中间值。

[0068] S203、基于比力数据确定目标载体的当前运动状态;其中,当前运动状态包括预设运动状态和非预设运动状态,预设运动状态包括静止状态和匀速直线运动状态;若当前运动状态为预设运动状态,则执行S204,若当前运动状态为非预设运动状态,则执行S205。

[0069] S204、根据比力数据,确定卡尔曼滤波的量测,基于加速度计的精度确定卡尔曼滤波的量测方差。

[0070] 在本实施例中,确定目标载体的当前运动状态为预设运动状态时,即目标载体处于静止状态或匀速直线运动状态,考虑到此时目标载体搭载的加速度计由重力主导,不受其他干扰,则可以根据加速度计输出的比力数据,确定卡尔曼滤波的量测,如下式所示:

$$[0071] \quad Z=f \quad (7)$$

[0072] 其中,Z为卡尔曼滤波的量测,f为加速度计输出的比力数据。

[0073] 根据预先设定好的加速度计精度确定卡尔曼滤波的量测方差R。

[0074] S205、根据比力数据和当前时刻的外部加速度,确定卡尔曼滤波的量测,根据量测、预测状态和预测状态的方差协方差,确定卡尔曼滤波的量测方差;其中,当前时刻的外部加速度由预设加速度模型确定,预测状态的方差协方差基于上一历元的方差协方差确定。

[0075] 在本实施例中,外部加速度数据为载体在非平动运动状态下,对加速度计测量产生的干扰数据。预设加速度模型是为了计算外部加速度数据而建立的模型。量测数据包括加速度计测量的排除外部加速度数据后的数据。预测状态由卡尔曼滤波时间更新得到。预测状态的方差协方差基于上一历元的方差协方差确定。

[0076] 具体的,卡尔曼滤波的量测和卡尔曼滤波的量测方差的确定方式如下:

$$[0077] \quad Z = f - [a_k \ 0 \ 0]^T \quad (8)$$

$$[0078] \quad r = Z - H\bar{x} \quad (9)$$

$$[0079] \quad R_{k+1} = \frac{1}{k+1} \sum_0^k r_{k+1} r_{k+1}' - H\bar{P}H_{k+1}^T \quad (10)$$

[0080] 其中, a_k 为外部加速度。 r 为卡尔曼滤波的新息,其中,新息表示根据已有信息预测出来的量测的最佳预测值和测量值之间的误差。下标 k 表示第 k 个值。

[0081] S206、基于卡尔曼滤波的量测、量测方差和当前时刻的预测状态,进行卡尔曼滤波量测更新,得到卡尔曼滤波状态;其中,卡尔曼滤波状态包括姿态四元数误差。

[0082] S207、基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差,确定目标载体当前时刻的姿态数据。

[0083] 本发明实施例二提供的技术方案,实现了针对目标载体不同的运动状态进行姿态估计,且在目标载体处于非预设运动状态下,有效降低了外部加速度的干扰,提高了姿态估计的准确性,进而有效的提高该方法的适应性。

[0084] 在一些实施例中,预设加速度模型基于一阶低通白噪声过程建立;当前时刻的外部加速度由预设加速度模型通过以下方式确定:确定第二预设系数和上一历元的加速度的第二乘积,其中,上一历元的加速度根据卡尔曼滤波方式中的新息确定;根据第二乘积与高斯白噪声的和,确定当前时刻的外部加速度。通过上述技术方案,能够有效确定外部加速度,有效避免了过拟合的风险。

[0085] 具体的,当确定载体处于非预设运动状态时,将预设加速度建模为一阶低通白噪声过程,具体实现方式如下式:

$$[0086] \quad a_k = \gamma \cdot a_{k-1} + w_{a,k} \quad (11)$$

[0087] 其中, a_k 为当前时刻的外部加速度数据。 γ 为第二预设系数,该系数根据实际情况确定,一般情况下,满足条件 $0 < \gamma < 1$ 。 a_{k-1} 为上一个历元的加速度,可以由新息确定。 $w_{a,k}$ 为高斯白噪声。

[0088] 在一些实施例中,基于当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的陀螺零偏中间值,包括:基于单位列向量和预设二次多项式函数的乘积确定当前时刻的陀螺零偏中间值,其中,二次多项式函数中的变量的取值为环境温度值,二次多项式函数中的系数根据陀螺仪的特性确定。通过上述技术方案,将陀螺仪零偏建模为温度的函数,有效的降低温度的干扰,维持姿态估计精度。

[0089] 具体的,考虑到陀螺仪零偏受温度的影响,所以建模为温度相关的二次多项式,其具体的公式如下:

$$[0090] \quad \bar{b}_g = [1 \ 1 \ 1]^T * (\alpha_1 t + \alpha_2 t^2) \quad (14)$$

[0091] 其中, \bar{b}_g 为当前时刻的陀螺零偏中间值, t 为当前的环境温度值,系数 α_1 、 α_2 由陀螺仪特性决定。

[0092] 在一些实施例中,姿态确定方法,还包括:判断卡尔曼滤波的量测方差是否满足预设条件;若满足预设条件,则将当前时刻的陀螺零偏中间值和陀螺零偏修正数据之和作为下一历元的陀螺零偏;其中,卡尔曼滤波状态包括陀螺零偏修正数据;若不满足预设条件,

则将当前时刻的陀螺零偏作为下一历元的陀螺零偏。通过上述技术方案,为得到精度更高的下一历元的陀螺角速率奠定基础。

[0093] 在本实施例中,预设条件是根据实际情况进行设定的。示例性的,可以将卡尔曼滤波状态的量测方差小于 βI 作为预设条件,其中, β 可以根据实际情况进行设置,如取0.3, I 为单位阵。卡尔曼滤波状态包括姿态四元数误差和陀螺零偏修正数据。

[0094] 具体的,判断卡尔曼滤波状态的量测方差是否小于 βI ,其中, β 可以根据实际情况进行设置,如取0.3,如果满足卡尔曼滤波状态的量测方差小于 βI ,则计算下一历元的陀螺零偏,计算方式如下:

$$[0095] \quad b_g = \bar{b}_g + \delta b_g \quad (12)$$

[0096] 其中, b_g 用于补偿陀螺仪的实际输出。

[0097] 如果不满足上述条件,则将当前时刻的陀螺零偏作为下一历元的陀螺零偏。

[0098] 可选的,通过计算得到的下一历元的陀螺零偏,计算下一历元的陀螺角速率,如下:

$$[0099] \quad \omega = \tilde{\omega} - b_g \quad (13)$$

[0100] 其中, ω 为下一历元陀螺角速率, $\tilde{\omega}$ 为本次历元的陀螺角速率。

[0101] 实施例三

[0102] 图3是本发明实施例三提供的一种姿态确定装置的结构示意图。如图3所示,该装置包括数据获取模块31,状态确定模块32,第一确定模块33和量测更新模块34和第二确定模块35。

[0103] 其中,数据获取模块31,用于获取当前时刻目标载体对应的加速度计输出的比力数据和当前时刻的陀螺角速率;其中,当前时刻的陀螺角速率根据上一更新时刻的陀螺角速率和上一更新时刻的陀螺零偏确定;状态确定模块32,用于基于当前时刻的陀螺角速率和当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的预测状态,当前时刻的预测状态包括当前时刻的姿态四元数推算姿态和当前时刻的陀螺零偏中间值;第一确定模块33,用于基于比力数据确定目标载体的当前运动状态,确定当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差;其中,当前运动状态包括预设运动状态和非预设运动状态,预设运动状态包括静止状态和匀速直线运动状态;量测更新模块34,用于基于卡尔曼滤波的量测、量测方差和当前时刻的预测状态,进行卡尔曼滤波量测更新,得到卡尔曼滤波状态;其中,卡尔曼滤波状态包括姿态四元数误差;第二确定模块35,用于基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差,确定目标载体当前时刻的姿态数据。

[0104] 本发明实施例三提供的技术方案,解决了现有的姿态确定方法,存在无法满足在多种动态条件下进行姿态估计的需求,且姿态估计精度低的问题,取到了能够在多种动态条件下进行姿态估计,且有效提高姿态估计精度的有益效果。

[0105] 可选的,第一确定模块33包括状态确定单元和第一确定单元;

[0106] 其中,状态确定单元,用于基于比力数据确定目标载体的当前运动状态;第一确定单元,用于确定当前运动状态对应的卡尔曼滤波的量测和量测方差;

[0107] 可选的,第一确定单元,包括:

[0108] 第一确定子单元,用于若当前运动状态为预设运动状态,则根据比力数据,确定卡

尔曼滤波的量测,基于加速度计的精度确定卡尔曼滤波的量测方差;

[0109] 第二确定子单元,用于若当前运动状态为非预设运动状态,则根据比力数据和当前时刻的外部加速度,确定卡尔曼滤波的量测,根据量测、预测状态和预测状态的方差协方差,确定卡尔曼滤波的量测方差;其中,当前时刻的外部加速度由预设加速度模型确定,预测状态的方差协方差基于上一历元的方差协方差确定。

[0110] 可选的,状态确定模块32,包括姿态确定单元和中间值确定单元。

[0111] 其中,姿态确定单元,用于基于当前时刻的陀螺角速率,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的姿态四元数推算姿态;中间值确定单元,用于基于当前的环境温度值,进行卡尔曼滤波时间更新,得到当前时刻的陀螺零偏中间值。

[0112] 可选的,姿态确定单元包括:

[0113] 乘积确定子单元,用于确定第一预设系数、更新周期、当前时刻的陀螺角速率以及上一更新时刻的第一姿态四元数的第一乘积;

[0114] 中间值确定子单元,用于根据上一更新时刻的第一姿态四元数与第一乘积的和,确定当前时刻的姿态四元数推算姿态。

[0115] 可选的,预设加速度模型基于一阶低通白噪声过程建立;

[0116] 当前时刻的外部加速度由预设加速度模型通过以下方式确定:

[0117] 确定第二预设系数和上一历元的加速度的第二乘积,其中,上一历元的加速度根据卡尔曼滤波方式中的新息确定;

[0118] 根据第二乘积与高斯白噪声的和,确定当前时刻的外部加速度。

[0119] 可选的,第二确定模块35,具体用于基于当前时刻的姿态四元数推算姿态和姿态四元数误差之和,确定目标载体当前时刻的姿态数据。

[0120] 可选的,中间值确定单元,具体用于基于单位列向量和预设二次多项式函数的乘积确定当前时刻的陀螺零偏中间值,其中,二次多项式函数中的变量的取值为环境温度值,二次多项式函数中的系数根据陀螺仪的特性确定。

[0121] 可选的,姿态确定装置,还包括:

[0122] 条件判断模块,用于判断卡尔曼滤波的量测方差是否满足预设条件;

[0123] 第一零偏确定模块,用于若满足预设条件,则将当前时刻的陀螺零偏中间值和陀螺零偏修正数据之和作为下一历元的陀螺零偏;其中,卡尔曼滤波状态包括陀螺零偏修正数据;

[0124] 第二零偏确定模块,用于若不满足预设条件,则将当前时刻的陀螺零偏作为下一历元的陀螺零偏。

[0125] 本发明实施例所提供的姿态确定装置可执行本发明任意实施例所提供的姿态确定方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

[0126] 实施例四

[0127] 图4是本发明实施例四提供的一种姿态确定设备的结构示意图。姿态确定设备可以为电子设备,旨在表示各种形式的数字计算机,诸如,膝上型计算机、台式计算机、工作台、个人数字助理、服务器、刀片式服务器、大型计算机、和其它适合的计算机。电子设备还可以表示各种形式的移动装置,诸如,个人数字处理、蜂窝电话、智能电话、可穿戴设备(如头盔、眼镜、手表等)和其它类似的计算装置。本文所示的部件、它们的连接和关系、以及它

们的功能仅仅作作为示例,并且不意在限制本文中描述的和/或者要求的本发明的实现。

[0128] 如图4所示,电子设备10包括至少一个处理器11,以及与至少一个处理器11通信连接的存储器,如只读存储器(ROM)12、随机访问存储器(RAM)13等,其中,存储器存储有可被至少一个处理器执行的计算机程序,处理器11可以根据存储在只读存储器(ROM)12中的计算机程序或者从存储单元18加载到随机访问存储器(RAM)13中的计算机程序,来执行各种适当的动作和处理。在RAM 13中,还可存储电子设备10操作所需的各种程序和数据。处理器11、ROM 12以及RAM 13通过总线14彼此相连。输入/输出(I/O)接口15也连接至总线14。

[0129] 电子设备10中的多个部件连接至I/O接口15,包括:输入单元16,例如键盘、鼠标等;输出单元17,例如各种类型的显示器、扬声器等;存储单元18,例如磁盘、光盘等;以及通信单元19,例如网卡、调制解调器、无线通信收发机等。通信单元19允许电子设备10通过诸如因特网的计算机网络和/或各种电信网络与其他设备交换信息/数据。

[0130] 处理器11可以是各种具有处理和计算能力的通用和/或专用处理组件。处理器11的一些示例包括但不限于中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、各种专用的人工智能(AI)计算芯片、各种运行机器学习模型算法的处理器、数字信号处理器(DSP)、以及任何适当的处理器、控制器、微控制器等。处理器11执行上文所描述的各个方法和处理,例如姿态确定方法。

[0131] 在一些实施例中,姿态确定方法可被实现为计算机程序,其被有形地包含于计算机可读存储介质,例如存储单元18。在一些实施例中,计算机程序的部分或者全部可以经由ROM 12和/或通信单元19而被载入和/或安装到电子设备10上。当计算机程序加载到RAM 13并由处理器11执行时,可以执行上文描述的姿态确定方法的一个或多个步骤。备选地,在其他实施例中,处理器11可以通过其他任何适当的方式(例如,借助于固件)而被配置为执行姿态确定方法。

[0132] 本文中以上描述的系统和技术各种实施方式可以在数字电子电路系统、集成电路系统、场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)、专用标准产品(ASSP)、芯片上系统的系统(SOC)、负载可编程逻辑设备(CPLD)、计算机硬件、固件、软件、和/或它们的组合中实现。这些各种实施方式可以包括:实施在一个或者多个计算机程序中,该一个或者多个计算机程序可在包括至少一个可编程处理器的可编程系统上执行和/或解释,该可编程处理器可以是专用或者通用可编程处理器,可以从存储系统、至少一个输入装置、和至少一个输出装置接收数据和指令,并且将数据和指令传输至该存储系统、该至少一个输入装置、和该至少一个输出装置。

[0133] 用于实施本发明的方法的计算机程序可以采用一个或多个编程语言的任何组合来编写。这些计算机程序可以提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理装置的处理器,使得计算机程序当由处理器执行时使流程图和/或框图中所规定的功能/操作被实施。计算机程序可以完全在机器上执行、部分地在机器上执行,作为独立软件包部分地在机器上执行且部分地在远程机器上执行或完全在远程机器或服务器上执行。

[0134] 在本发明的上下文中,计算机可读存储介质可以是有形的介质,其可以包含或存储以供指令执行系统、装置或设备使用或与指令执行系统、装置或设备结合地使用的计算机程序。计算机可读存储介质可以包括但不限于电子的、磁性的、光学的、电磁的、红外的、或半导体系统、装置或设备,或者上述内容的任何合适组合。备选地,计算机可读存储介质

可以是机器可读信号介质。机器可读存储介质的更具体示例会包括基于一个或多个线的电气连接、便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、可擦除可编程只读存储器 (EPROM或快闪存储器)、光纤、便捷式紧凑盘只读存储器 (CD-ROM)、光学储存设备、磁储存设备、或上述内容的任何合适组合。

[0135] 为了提供与用户的交互,可以在电子设备上实施此处描述的系统和技术,该电子设备具有:用于向用户显示信息的显示装置(例如,CRT(阴极射线管)或者LCD(液晶显示器)监视器);以及键盘和指向装置(例如,鼠标或者轨迹球),用户可以通过该键盘和该指向装置来将输入提供给电子设备。其它种类的装置还可以用于提供与用户的交互;例如,提供给用户的反馈可以是任何形式的传感反馈(例如,视觉反馈、听觉反馈、或者触觉反馈);并且可以用任何形式(包括声输入、语音输入或者、触觉输入)来接收来自用户的输入。

[0136] 可以将此处描述的系统和技术实施在包括后台部件的计算系统(例如,作为数据服务器)、或者包括中间件部件的计算系统(例如,应用服务器)、或者包括前端部件的计算系统(例如,具有图形用户界面或者网络浏览器的用户计算机,用户可以通过该图形用户界面或者该网络浏览器来与此处描述的系统和技术实施方式交互)、或者包括这种后台部件、中间件部件、或者前端部件的任何组合的计算系统中。可以通过任何形式或者介质的数字数据通信(例如,通信网络)来将系统的部件相互连接。通信网络的示例包括:局域网(LAN)、广域网(WAN)、区块链网络和互联网。

[0137] 计算系统可以包括客户端和服务器。客户端和服务器一般远离彼此并且通常通过通信网络进行交互。通过在相应的计算机上运行并且彼此具有客户端-服务器关系的计算机程序来产生客户端和服务器的关系。服务器可以是云服务器,又称为云计算服务器或云主机,是云计算服务体系中的一项主机产品,以解决了传统物理主机与VPS服务中,存在的管理难度大,业务扩展性弱的缺陷。

[0138] 应该理解,可以使用上面所示的各种形式的流程,重新排序、增加或删除步骤。例如,本发明中记载的各步骤可以并行地执行也可以顺序地执行也可以不同的次序执行,只要能够实现本发明的技术方案所期望的结果,本文在此不进行限制。

[0139] 上述具体实施方式,并不构成对本发明保护范围的限制。本领域技术人员应该明白的是,根据设计要求和因素,可以进行各种修改、组合、子组合和替代。任何在本发明的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明保护范围之内。

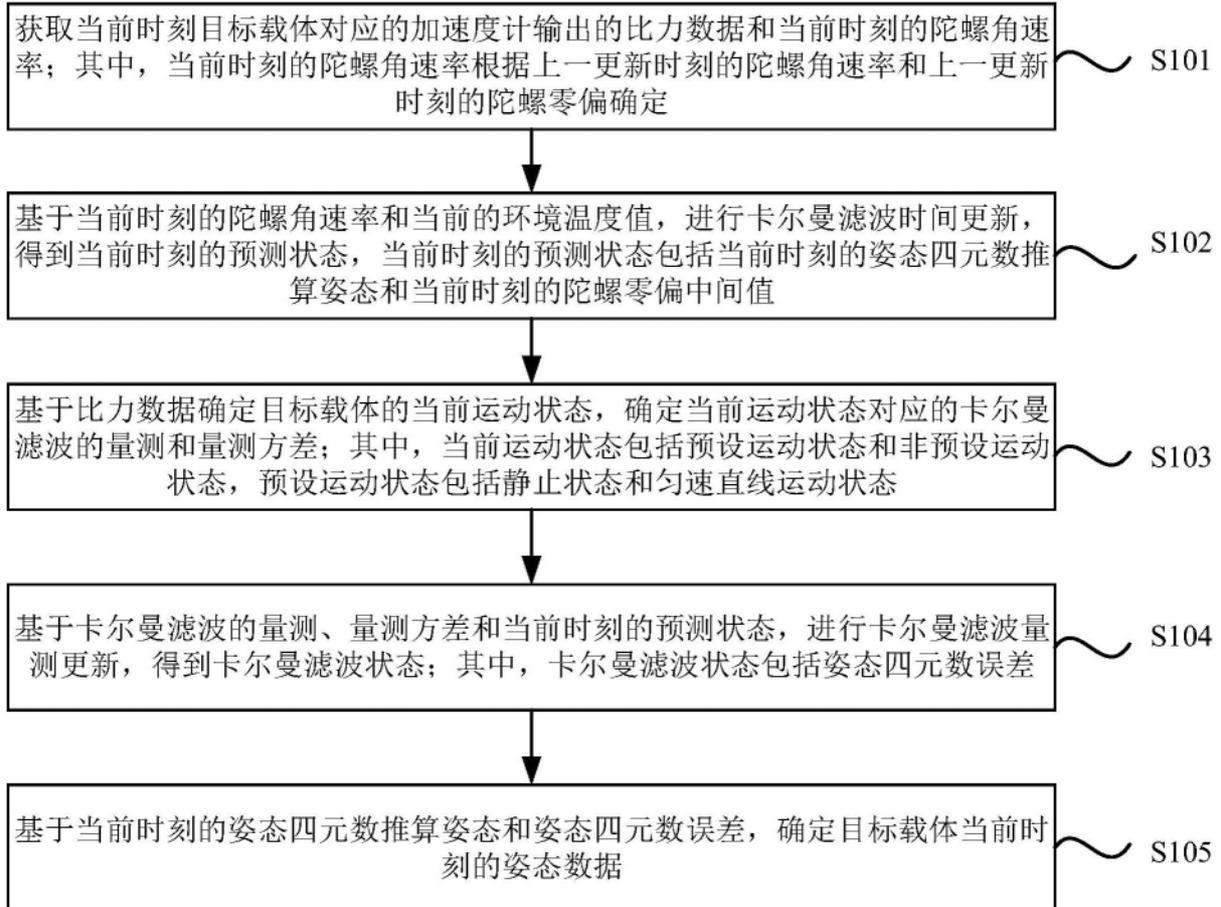


图1

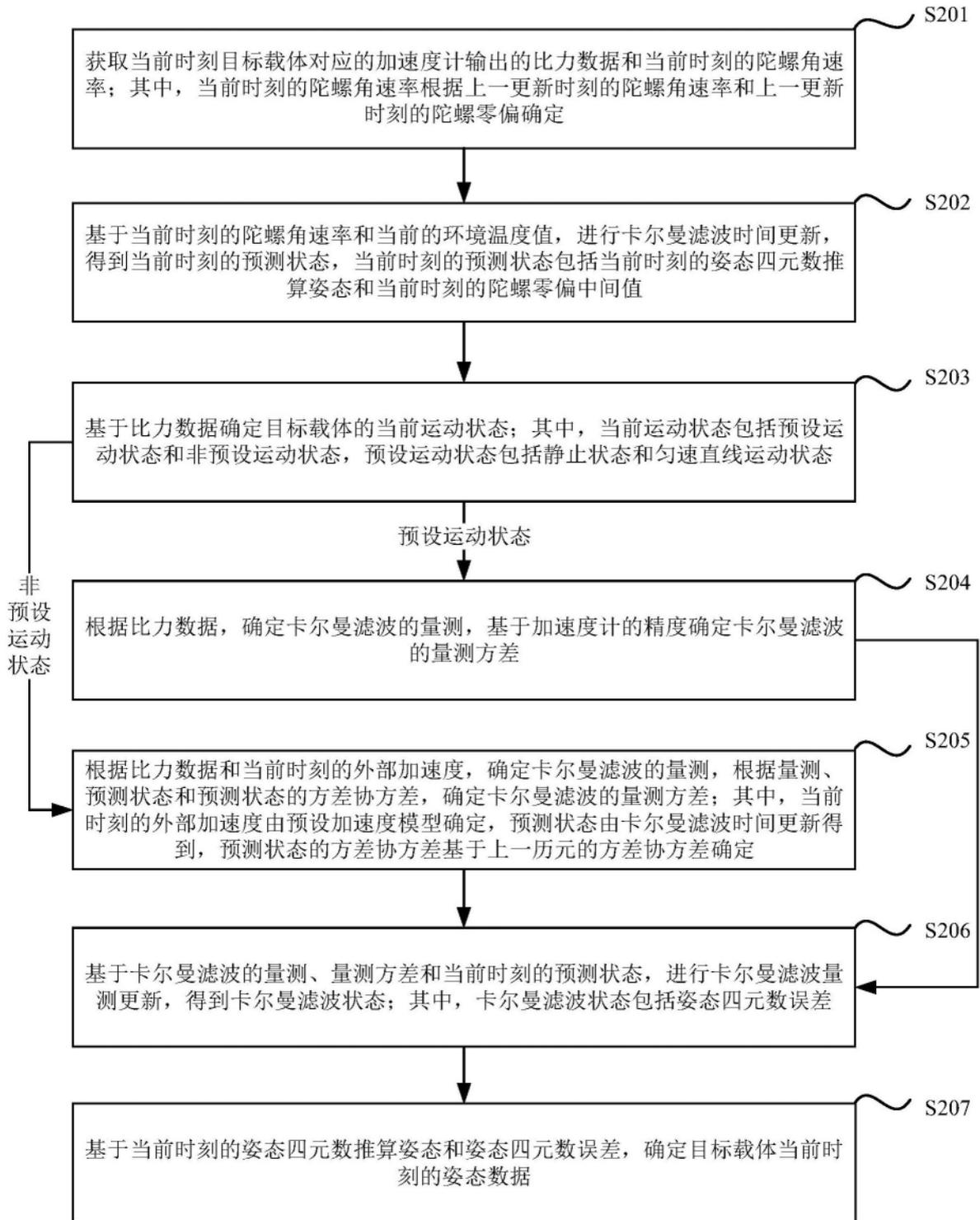


图2

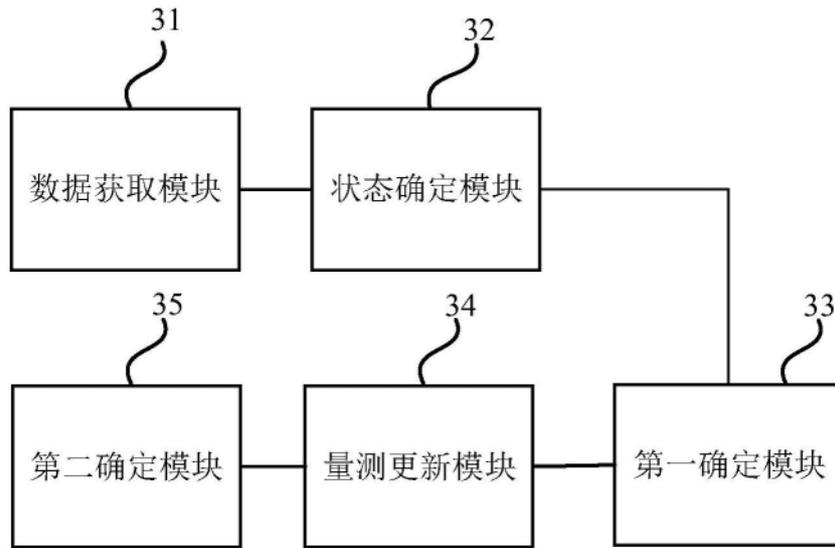


图3

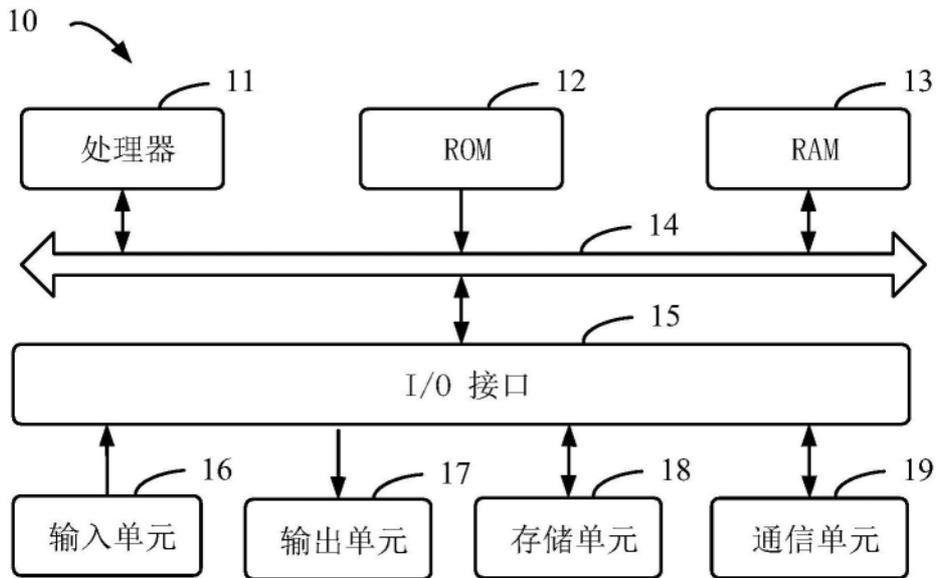


图4