



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117740033 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 22

(21) 申请号 202311753904.7

(22) 申请日 2023.12.19

(71) 申请人 昆山星际舟智能科技有限公司

地址 215300 江苏省苏州市昆山开发区章基路135号4号楼辅楼1楼

(72) 发明人 吴晓闯 孙长亮

(74) 专利代理机构 苏州九方专利代理事务所

(特殊普通合伙) 32398

专利代理师 张文婷

(51) Int. Cl.

G01C 25/00 (2006.01)

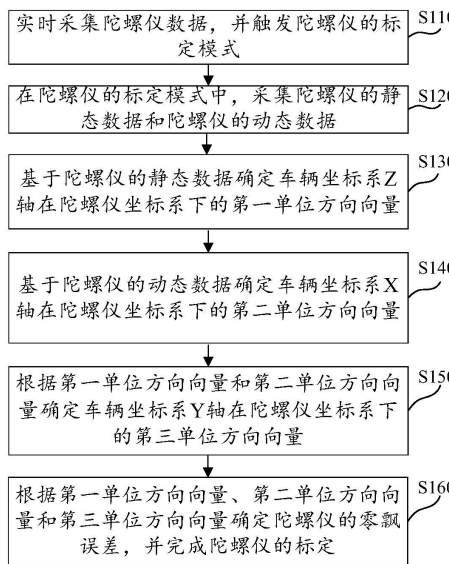
权利要求书3页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

陀螺仪的标定方法、装置及电子设备

(57) 摘要

本发明提供了一种陀螺仪的标定方法、装置及电子设备。在陀螺仪的标定模式中,采集陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据;基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量;基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量;根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量;根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零飘误差,并完成陀螺仪的标定,从而实现了陀螺仪的自主标定,进而不局限陀螺仪相对于车辆的安装位置,保证陀螺仪坐标系和车辆坐标系之间的关系。



1. 一种陀螺仪的标定方法,其特征在于,包括:
 实时采集陀螺仪数据,并触发陀螺仪的标定模式;
 在陀螺仪的标定模式中,采集陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据;
 基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量;
 基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量;
 根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量;

根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零飘误差,并完成陀螺仪的标定。

2. 根据权利要求1所述的陀螺仪的标定方法,其特征在于,所述实时采集陀螺仪数据,并触发陀螺仪的标定模式,包括;

在车辆处于静止状态,启动控制器,并实时采集陀螺仪数据;
 基于陀螺仪数据或者用户的指令触发陀螺仪的标定模式。

3. 根据权利要求1所述的陀螺仪的标定方法,其特征在于,所述基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量,包括:

采集n组 ($n \geq 200$) 陀螺仪的静态数据存入缓存,每组数据6个值;
 获取第i组静态三轴加速度向量和三轴角速度向量;
 基于三轴加速度向量和三轴角速度向量确定静态采集的加速度向量的平均值;
 基于加速度向量的平均值确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量。

4. 根据权利要求3所述的陀螺仪的标定方法,其特征在于,所述基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量,还包括:

计算静态采集的加速度向量的平均值 A_z^S ,计算公式为:

$$A_z^S = \left(\sum_i^n x_a^i, \sum_i^n y_a^i, \sum_i^n z_a^i \right)^S / n;$$

第一单位方向向量 u_z^E 的计算公式如下:

$$u_z^E = A_z^S / |A_z^S|。$$

5. 根据权利要求1所述的陀螺仪的标定方法,其特征在于,所述基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量,包括:

采集m组 ($m \geq 10$) 陀螺仪的动态数据存入缓存;
 获取第j组动态三轴加速度向量;
 基于第一单位方向向量 u_z^E ,计算动态数据加速度向量在车辆坐标系Z轴方向上的投影向量;

从动态加速度向量中分解出在车辆坐标系下X轴的投影向量;

计算所有动态加速度向量在车辆坐标系下X轴分解出的投影向量的均值,以定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量。

6. 根据权利要求5所述的陀螺仪的标定方法,其特征在于,所述基于陀螺仪的动态数据

确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量,还包括:

加速度向量的模计算公式如下:

$$|A^D| = \sqrt{x_a^2 + y_a^2 + z_a^2}$$

动态数据加速度向量 A^D 在车辆坐标系 Z_c 轴方向上的投影向量 \bar{A}_z^D ,计算公式如下:

$$\bar{A}_z^D = (A^D \cdot u_z^c) / |A^D| \cdot A^D$$

从动态加速度向量 A^D 中分解出 X_c 轴的投影 \bar{A}_x^D ,计算公式如下: $\bar{A}_x^D = A^D - \bar{A}_z^D$;

计算所有动态加速度向量 A^D 在车辆坐标系 X_c 轴分解出的投影 \bar{A}_x^D 的均值 \bar{A}_x^D ,计算公式为

$$\bar{A}_x^D = \left(\sum_j^m \bar{A}_x^D \right) / m;$$

计算第二单位向量 u_x^c : $u_x^c = \bar{A}_x^D / |\bar{A}_x^D|$ 。

7. 根据权利要求6所述的陀螺仪的标定方法,其特征在于,所述根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量,包括:

利用第一单位方向向量和第二单位方向向量以及正交关系,解算出车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量;

第三单位方向向量 u_y^c 的计算公式如下: $u_y^c = u_z^c \times u_x^c$ 。

8. 根据权利要求7所述的陀螺仪的标定方法,其特征在于,

所述根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零飘误差,并完成陀螺仪的标定,包括;

计算陀螺仪零漂误差:

由于从陀螺仪采集到的数据存在零漂误差,因此通过静态采集的数据以及三轴单位方向向量,计算陀螺仪在静态环境下加速度计零漂误差向量 e_a^c 和角速度计零漂误差向量 e_g^c :

$$e_a^c = \left(\sum_i^n (A^S \cdot u_x^c, A^S \cdot u_y^c, A^S \cdot u_z^c) \right) / n$$

$$e_g^c = \left(\sum_j^m (G^S \cdot u_x^c, G^S \cdot u_y^c, G^S \cdot u_z^c) \right) / m。$$

9. 一种陀螺仪的标定装置,其特征在于,包括:

第一采集模块,用于实时采集陀螺仪数据,并触发陀螺仪的标定模式;

第二采集模块,用于在陀螺仪的标定模式中,采集陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据;

Z轴模块,用于基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量;

X轴模块,用于基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量;

Y轴模块,用于根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量;

标定模块,用于根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零飘误差,并完成陀螺仪的标定。

10. 一种电子设备,其特征在于,包括:

一个或多个处理器；

存储装置,用于存储一个或多个程序,当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行时,使得所述一个或多个处理器实现如权利要求1至8中任一项所述的陀螺仪的标定方法。

陀螺仪的标定方法、装置及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆与陀螺仪技术领域,具体而言,涉及一种陀螺仪的标定方法、装置及电子设备。

背景技术

[0002] 在智能驾驶领域中,陀螺仪作为常用车身姿态传感器普遍应用于智能驾驶感知、决策与控制算法设计中,可以提高感知、决策控制算法的精度。常用的陀螺仪为6轴,包括加速度计XYZ轴,角速度计XYZ轴,加速度计主要用于获取三轴方向的加速度,角速度计用于获取三轴方向的角速度。在现有技术中,陀螺仪安装于车辆的不同位置,陀螺仪的坐标系和车辆坐标系之间容易不对齐,导致陀螺仪基于同一位置进行标定,并局限了陀螺仪相对于车辆的安装位置。

发明内容

[0003] 本发明的实施例提供了一种陀螺仪的标定方法、装置及电子设备,至少在一定程度上实现陀螺仪的标定。

[0004] 本发明的其他特性和优点将通过下面的详细描述变得显然,或部分地通过本发明的实践而习得。

[0005] 根据本发明实施例的一个方面,提供了一种陀螺仪的标定方法,包括:

[0006] 实时采集陀螺仪数据,并触发陀螺仪的标定模式;

[0007] 在陀螺仪的标定模式中,采集陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据;

[0008] 基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量;

[0009] 基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量;

[0010] 根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量;

[0011] 根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零飘误差,并完成陀螺仪的标定。

[0012] 可选的,所述实时采集陀螺仪数据,并触发陀螺仪的标定模式,包括;

[0013] 在车辆处于静止状态,启动控制器,并实时采集陀螺仪数据;

[0014] 基于陀螺仪数据或者用户的指令触发陀螺仪的标定模式。

[0015] 可选的,所述基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量,包括:

[0016] 采集n组($n \geq 200$)陀螺仪的静态数据存入缓存,每组数据6个值;

[0017] 获取第i组静态三轴加速度向量和三轴角速度向量;

[0018] 基于三轴加速度向量和三轴角速度向量确定静态采集的加速度向量的平均值;

[0019] 基于加速度向量的平均值确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量。

[0020] 可选的,所述基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量,还包括:

[0021] 计算静态采集的加速度向量的平均值 A_z^S ,计算公式为:

$$[0022] \quad A_z^S = \left(\sum_i^n x_a^i, \sum_i^n y_a^i, \sum_i^n z_a^i \right)^S / n;$$

[0023] 第一单位方向向量 u_z^c 的计算公式如下:

$$[0024] \quad u_z^c = A_z^S / |A_z^S|。$$

[0025] 可选的,所述基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量,包括:

[0026] 采集m组($m \geq 10$)陀螺仪的动态数据存入缓存;

[0027] 获取第j组动态三轴加速度向量;

[0028] 基于第一单位方向向量,计算动态数据加速度向量在车辆坐标系Z轴方向上的投影向量;

[0029] 从动态加速度向量中分解出在车辆坐标系下X轴的投影;

[0030] 计算所有动态加速度向量在车辆坐标系下X轴分解出的投影的均值,以确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量。

[0031] 可选的,所述基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量,还包括:

[0032] 加速度向量的模计算公式如下:

$$|A^D| = \sqrt{x_a^2 + y_a^2 + z_a^2}$$

[0033] 动态数据加速度向量 A^D 在车辆坐标系Z_c轴方向上的投影向量 \bar{A}_z^D ,计算公式如下:

$$\bar{A}_z^D = (A^D \cdot u_z^c) / |A^D| \cdot A^D$$

[0034] 从动态加速度向量 A^D 中分解出在车辆坐标系X_c轴的投影 \bar{A}_x^D ,计算公式如下:

$$\bar{A}_x^D = A^D - \bar{A}_z^D;$$

[0035] 计算所有动态加速度向量 A^D 在车辆坐标系X_c轴分解出的投影 \bar{A}_x^D 的均值 \bar{A}_x^D ,计算公式为

$$[0036] \quad \bar{A}_x^D = \left(\sum_j^m \bar{A}_x^D \right) / m;$$

[0037] 计算第二单位向量 u_x^c : $u_x^c = \bar{A}_x^D / |\bar{A}_x^D|$ 。

[0038] 可选的,所述根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量,包括:

[0039] 利用第一单位方向向量和第二单位方向向量以及正交关系,解算出车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量;

[0040] 第三单位方向向量 u_y^c 的计算公式如下:

$$u_y^c = u_z^c \times u_x^c。$$

[0041] 可选的,所述根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零飘误差,并完成陀螺仪的标定,包括;

[0042] 计算陀螺仪零漂误差:由于从陀螺仪采集到的数据存在零漂误差,因此通过静态采集的数据以及三轴单位方向向量,计算陀螺仪在静态环境下加速度计零漂误差向量 e_a^c 和角速度计零漂误差向量 e_g^c :

$$[0043] \quad e_a^c = \left(\sum_i^n (A^S \cdot u_x^c, A^S \cdot u_y^c, A^S \cdot u_z^c) \right) / n$$

$$[0044] \quad e_g^c = \left(\sum_j^m (G^S \cdot u_x^c, G^S \cdot u_y^c, G^S \cdot u_z^c) \right) / m。$$

[0045] 根据本发明实施例的一个方面,提供了一种陀螺仪的标定装置,包括:

[0046] 第一采集模块,用于实时采集陀螺仪数据,并触发陀螺仪的标定模式;

[0047] 第二采集模块,用于在陀螺仪的标定模式中,采集陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据;

[0048] Z轴模块,用于基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量;

[0049] X轴模块,用于基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量;

[0050] Y轴模块,用于根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量;

[0051] 标定模块,用于根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零飘误差,并完成陀螺仪的标定。

[0052] 根据本发明实施例的一个方面,提供了一种电子设备,包括:一个或多个处理器;存储装置,用于存储一个或多个程序,当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行时,使得所述一个或多个处理器实现上述的陀螺仪的标定方法。

[0053] 在本发明的一些实施例所提供的技术方案中,实时采集陀螺仪数据,并触发陀螺仪的标定模式;在陀螺仪的标定模式中,采集陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据;基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量;基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量;根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量;根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零飘误差,并完成陀螺仪的标定,此时,针对陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据进行处理,并根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零飘误差,以便于利用陀螺仪的零飘误差进行标定,从而实现了陀螺仪的自主标定,进而不局限陀螺仪相对于车辆的安装位置,保证陀螺仪坐标系和车辆坐标系之间的关系。

[0054] 应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的,并不能限制本发明。

附图说明

[0055] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本发明的实施例,并与说明书一起用于解释本发明的原理。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。在附图中:

- [0056] 图1示出了根据本发明的一个实施例的陀螺仪的标定方法的流程图;
- [0057] 图2示出了图1中S110的流程图;
- [0058] 图3示出了图1中S130的流程图;
- [0059] 图4示出了图1中S140的流程图;
- [0060] 图5示出了图1中S150的流程图;
- [0061] 图6示出了根据本发明的一个实施例的陀螺仪的标定方法的实际流程图;
- [0062] 图7示出了根据本发明的一个实施例的陀螺仪的标定装置的框图;
- [0063] 图8示出了适于用来实现本发明实施例的电子设备的计算机系统的结构示意图。

具体实施方式

[0064] 现在将参考附图更全面地描述示例实施方式。然而,示例实施方式能够以多种形式实施,且不应被理解为限于在此阐述的范例;相反,提供这些实施方式使得本发明将更加全面和完整,并将示例实施方式的构思全面地传达给本领域的技术人员。

[0065] 此外,所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多实施例中。在下面的描述中,提供许多具体细节从而给出对本发明的实施例的充分理解。然而,本领域技术人员将意识到,可以实践本发明的技术方案而没有特定细节中的一个或更多,或者可以采用其它的方法、组元、装置、步骤等。在其它情况下,不详细示出或描述公知方法、装置、实现或者操作以避免模糊本发明的各方面。

[0066] 附图中所示的方框图仅仅是功能实体,不一定必须与物理上独立的实体相对应。即,可以采用软件形式来实现这些功能实体,或在一个或多个硬件模块或集成电路中实现这些功能实体,或在不同网络和/或处理器装置和/或微控制器装置中实现这些功能实体。

[0067] 附图中所示的流程图仅是示例性说明,不是必须包括所有的内容和操作/步骤,也不是必须按所描述的顺序执行。例如,有的操作/步骤还可以分解,而有的操作/步骤可以合并或部分合并,因此实际执行的顺序有可能根据实际情况改变。

[0068] 图1示出了根据本发明的一个实施例的陀螺仪的标定方法的流程图,参照图1至图6所示,该陀螺仪的标定方法至少包括步骤S110至步骤S160,详细介绍如下:

- [0069] 步骤S110:实时采集陀螺仪数据,并触发陀螺仪的标定模式;
- [0070] 步骤S120:在陀螺仪的标定模式中,采集陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据;
- [0071] 步骤S130:基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量;
- [0072] 步骤S140:基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量;
- [0073] 步骤S150:根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量;

[0074] 步骤S160:根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零飘误差,并完成陀螺仪的标定。

[0075] 在本发明的一些实施例所提供的技术方案中,实时采集陀螺仪数据,并触发陀螺仪的标定模式;在陀螺仪的标定模式中,采集陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据;基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量;基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量;根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量;根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零飘误差,并完成陀螺仪的标定,此时,针对陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据进行处理,并根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零飘误差,以便于利用陀螺仪的零飘误差进行标定,从而实现了陀螺仪的自主标定,进而不局限陀螺仪相对于车辆的安装位置,保证陀螺仪坐标系和车辆坐标系之间的关系。

[0076] 在步骤S110中,实时采集陀螺仪数据,并触发陀螺仪的标定模式。

[0077] 在本实施例的一个实施方式中,包括以下步骤:

[0078] 步骤S111:在车辆处于静止状态,启动控制器,并实时采集陀螺仪数据;

[0079] 步骤S112:基于陀螺仪数据或者用户的指令触发陀螺仪的标定模式。

[0080] 在本实施例的一个实施方式中,在车辆处于静止状态,启动控制器,以便于基于控制器触发陀螺仪数据的采集,从而实时采集陀螺仪数据,以便于对陀螺仪数据进一步处理,此时,基于陀螺仪数据或者用户的指令触发陀螺仪的标定模式。

[0081] 另外,基于陀螺仪数据或者用户的指令也可以不触发标定模式,直接加载陀螺仪标定参数,利用陀螺仪标定参数计算陀螺仪输出的六轴数据分别在各单位方向向量的投影,将投影后的数据减去零漂误差,并得到陀螺仪采集到的自车坐标系下的姿态参数,并基于姿态参数输出车辆的姿态结果。

[0082] 在步骤S120中,在陀螺仪的标定模式中,采集陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据。

[0083] 在本实施例的一个实施方式中,基于陀螺仪数据或者用户的指令触发陀螺仪的标定模式,以便于进入陀螺仪的标定模式,此时,在陀螺仪的标定模式中,采集陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据,以便于管控陀螺仪的静态或者动态的数据,从而兼容陀螺仪在静态或动态的工作场景。

[0084] 在步骤S130中,基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量。

[0085] 在本实施例的一个实施方式中,包括以下步骤:

[0086] 步骤S131:采集n组($n \geq 200$)陀螺仪的静态数据存入缓存,每组数据6个值;

[0087] 步骤S132:获取第i组静态三轴加速度向量和三轴角速度向量;

[0088] 步骤S133:基于三轴加速度向量和三轴角速度向量确定静态采集的加速度向量的平均值;

[0089] 步骤S134:基于加速度向量的平均值确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量。

[0090] 在本实施例的一个实施方式中,计算静态采集的加速度向量的平均值 A_z^S ,计算公

式为: $A_z^S = \left(\sum_i^n x_a^i, \sum_i^n y_a^i, \sum_i^n z_a^i \right)^S / n$;

[0091] 第一单位方向向量 u_z^c 的计算公式如下: $u_z^c = A_z^S / |A_z^S|$ 。

[0092] 具体的,在车辆静止情况下算法自动采集n组 ($n \geq 200$) 静态陀螺仪数据存入缓存,每组数据6个值,第i组静态三轴加速度向量记为 $A^S: (x_a, y_a, z_a)_i^S$,三轴角速度向量记为 $G^S: (x_g, y_g, z_g)_i^S$ 。

[0093] 计算静态采集的加速度向量的平均值 A_z^S , 计算公式为:

$$A_z^S = \left(\sum_i^n x_a^i, \sum_i^n y_a^i, \sum_i^n z_a^i \right)^S / n$$

[0094] 计算单位方向向量 u_z^c :采集的静止数据中,三轴加速度向量的合向量方向为 Z_c 轴负方向,大小为重力加速度。单位方向向量 u_z^c 的计算公式如下:

[0095] $u_z^c = A_z^S / |A_z^S|$ 。

[0096] 在步骤S140中,基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量。

[0097] 在本实施例的一个实施方式中,包括以下步骤:

[0098] 步骤S141:采集m组 ($m \geq 10$) 陀螺仪的动态数据存入缓存;

[0099] 步骤S142:获取第j组动态三轴加速度向量;

[0100] 步骤S143:基于第一单位方向向量 u_z^c ,计算动态数据加速度向量在车辆坐标系Z轴方向上的投影向量;

[0101] 步骤S144:从动态加速度向量中分解出在车辆坐标系下X轴的投影向量;

[0102] 步骤S145:计算所有动态加速度向量在车辆坐标系下X轴分解出的投影向量的均值,以定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量。

[0103] 在本实施例的一个实施方式中,加速度向量的模计算公式如下:

$$|A^D| = \sqrt{x_a^2 + y_a^2 + z_a^2};$$

[0104] 动态数据加速度向量 A^D 在车辆坐标系 Z_c 轴方向上的投影向量 \tilde{A}_z^D , 计算公式如下:

$$\tilde{A}_z^D = (A^D \cdot u_z^c) / |A^D| \cdot A^D;$$

[0105] 从动态加速度向量 A^D 中分解出在车辆坐标系下 X_c 轴的投影 \tilde{A}_x^D , 计算公式如下:

$$\tilde{A}_x^D = A^D - \tilde{A}_z^D;$$

[0106] 计算所有动态加速度向量 A^D 在车辆坐标系下 X_c 轴分解出的投影向量 \tilde{A}_x^D 的均值 \bar{A}_x^D , 计算公式为

[0107] $\bar{A}_x^D = \left(\sum_j^m \tilde{A}_x^D \right) / m$;

[0108] 计算第二单位向量 u_x^c : $u_x^c = \bar{A}_x^D / |\bar{A}_x^D|$ 。

[0109] 具体的,将车辆以较低的速度匀加速直线行驶,速度达到10km/h后,司机用最大制动力采制动踏板,系统实时分析陀螺仪中加速度向量的模 $|A^D|$,如果 $|A^D|$ 大于 11m/s^2 ,则将该数据存入缓存,否则丢弃该数据,一共自动采集 m 组($m \geq 10$)动态加速度数据,第 j 组动态三轴加速度向量记为 $(x_a, y_a, z_a)_j^D$ 。加速度向量的模计算公式如下: $|A^D| = \sqrt{x_a^2 + y_a^2 + z_a^2}$;

[0110] 动态数据加速度向量 A^D 在车辆坐标系 Z_c 轴方向上的投影向量 \bar{A}_z^D ,计算公式如下:

$$\bar{A}_z^D = (A^D \cdot u_z^c) / |A^D| \cdot A^D;$$

[0111] 从动态加速度向量 A^D 中分解出在车辆坐标系下 X_c 轴的投影 \bar{A}_x^D ,计算公式如下:

$$\bar{A}_x^D = A^D - \bar{A}_z^D;$$

[0112] 计算所有动态加速度向量 A^D 在车辆坐标系下 X_c 轴分解出的投影向量 \bar{A}_x^D 的均值 \bar{A}_x^D ,计算公式为

$$\bar{A}_x^D = \left(\sum_j^m \bar{A}_x^D \right) / m;$$

[0114] 计算第二单位向量 u_x^c : $u_x^c = \bar{A}_x^D / |\bar{A}_x^D|$ 。

[0115] 在步骤S150中,根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量。

[0116] 在本实施例的一个实施方式中,包括以下步骤:

[0117] 步骤S151:利用第一单位方向向量和第二单位方向向量以及正交关系,解算出车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量。

[0118] 第三单位方向向量 u_y^c 的计算公式如下: $u_y^c = u_z^c \times u_x^c$ 。

[0119] 在步骤S160中,根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零漂误差,并完成陀螺仪的标定。

[0120] 在本实施例的一个实施方式中,计算陀螺仪零漂误差:

[0121] 由于从陀螺仪采集到的数据存在零漂误差,因此通过静态采集的数据以及三轴单位方向向量,计算陀螺仪在静态环境下加速度计零漂误差向量 e_a^c 和角速度计零漂误差向量 e_g^c :

$$e_a^c = \left(\sum_i^m (A^S \cdot u_x^c, A^S \cdot u_y^c, A^S \cdot u_z^c) \right) / n$$

$$e_g^c = \left(\sum_i^m (G^S \cdot u_x^c, G^S \cdot u_y^c, G^S \cdot u_z^c) \right) / m。$$

[0124] 具体的:

[0125] (1) 控制器安装:将带有6轴陀螺仪的控制器安装在车身任意位置,固定牢靠;

[0126] (2) 车辆静止,控制器上电并启动算法,实时读取陀螺仪数据,根据用户输入,确定进入标定模式还是获取车身姿态数据模式,如果是标定模式,则进入下一步,如果是获取车身姿态数据模式,则跳转到第14)步;

[0127] (3) 在车辆静止情况下算法自动采集 n 组($n \geq 200$)静态陀螺仪数据存入缓存,每组数据6个值,第 i 组静态三轴加速度向量记为 $A^S: (x_a, y_a, z_a)_i^S$,三轴角速度向量记为

$G^S: (x_g, y_g, z_g)_i^S$ 。

[0128] (4) 将车辆以较低的速度匀加速直线行驶, 速度达到10km/h后, 司机用最大制动力采制动踏板, 系统实时分析陀螺仪采集的数据中加速度向量的模 $|A^D|$, 如果 $|A^D|$ 大于 11m/s^2 , 则将该数据存入缓存, 否则丢弃该数据, 一共自动采集 m 组 ($m \geq 10$) 动态加速度数据, 第 j 组动态三轴加速度向量记为 $(x_a, y_a, z_a)_j^D$ 。加速度向量的模计算公式如下:

$$[0129] \quad |A^D| = \sqrt{x_a^2 + y_a^2 + z_a^2}$$

[0130] (5) 计算静态采集的加速度向量的平均值 A_z^S , 计算方法为对所有静态数据的各轴值累加, 除以静态数据总量 n , 计算公式为:

$$[0131] \quad A_z^S = \left(\sum_i^n x_a^i, \sum_i^n y_a^i, \sum_i^n z_a^i \right) / n$$

[0132] (6) 计算车辆坐标系 Z_c 轴在陀螺仪坐标系下的单位方向向量 u_z^c : 采集的静止数据中, 三轴加速度向量的合向量方向为 Z_c 轴负方向, 大小为重力加速度。单位方向向量 u_z^c 的计算公式如下:

$$[0133] \quad u_z^c = A_z^S / |A_z^S|$$

[0134] (7) 基于单位方向向量 u_z^c , 计算动态数据加速度向量 A^D 在车辆坐标系 Z_c 轴方向上的投影向量 \tilde{A}_z^D , 计算公式如下:

$$[0135] \quad \tilde{A}_z^D = (A^D \cdot u_z^c) / |A^D| \cdot A^D$$

[0136] (8) 从动态加速度向量 A^D 中分解出 X_c 轴的投影 \tilde{A}_x^D , 计算公式如下:

$$[0137] \quad \tilde{A}_x^D = A^D - \tilde{A}_z^D$$

[0138] (9) 计算所有动态加速度向量 A^D 在 X_c 轴分解出的投影 \tilde{A}_x^D 的均值 \bar{A}_x^D , 计算公式为

$$[0139] \quad \bar{A}_x^D = \left(\sum_j^m \tilde{A}_x^D \right) / m$$

[0140] (10) 计算获得车辆坐标系 X_c 轴在陀螺仪坐标系下的单位方向向量 u_x^c :

$$[0141] \quad u_x^c = \bar{A}_x^D / |\bar{A}_x^D|$$

[0142] (11) 利用单位方向向量 u_z^c 和 u_x^c 以及正交关系, 可以解算出车辆坐标系 Y_c 轴在陀螺仪坐标系下的单位方向向量 u_y^c , 计算公式如下:

$$[0143] \quad u_y^c = u_z^c \times u_x^c$$

[0144] (12) 计算陀螺仪零漂误差: 由于从陀螺仪采集到的数据存在零漂误差, 因此通过静态采集的数据以及三轴单位方向向量, 计算陀螺仪在静态环境下加速度计零漂误差向量 e_a^c 和角速度计零漂误差向量 e_g^c , 计算方式为对所有静态数据的值, 经过单位方向向量 u_x^c 、 u_y^c 和 u_z^c 进行坐标变换, 并对各轴进行累加后除以总数据量, 计算公式如下:

$$[0145] \quad e_a^c = \left(\sum_i^n (A^S \cdot u_x^c, A^S \cdot u_y^c, A^S \cdot u_z^c) \right) / n$$

$$[0146] \quad e_g^c = \left(\sum_i^n (G^S \cdot u_x^c, G^S \cdot u_y^c, G^S \cdot u_z^c) \right) / n$$

[0147] (13) 陀螺仪标定完成,将单位方向向量 u_x^c 、 u_y^c 、 u_z^c 和零漂误差 e_a^c 、 e_g^c 参数保存。

[0148] (14) 实时坐标转换:实时获取当前陀螺仪输出的三轴加速度 A^R 和三轴角速度 G^R ,并根据标定步骤中保存的单位方向向量 u_x^c 、 u_y^c 、 u_z^c 和零漂误差 e_a^c 、 e_g^c 参数,转换到车辆坐标系下车身姿态数据,用于智能驾驶感知和决策。转换公式如下

$$[0149] \quad A_c^R = (A^R \cdot u_x^c, A^R \cdot u_y^c, A^R \cdot u_z^c) - e_a^c$$

$$[0150] \quad G_c^R = (G^R \cdot u_x^c, G^R \cdot u_y^c, G^R \cdot u_z^c) - e_g^c$$

[0151] 其中, A_c^R 表示陀螺仪在车辆坐标系下测得的自车三轴加速度, G_c^R 表示陀螺仪在车辆坐标系下测得的自车三轴角速度。

[0152] (15) 将陀螺仪实时结果输出到感知、决策控制模块,算法完成。

[0153] 在本发明的一些实施例所提供的技术方案中,实时采集陀螺仪数据,并触发陀螺仪的标定模式;在陀螺仪的标定模式中,采集陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据;基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量;基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量;根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量;根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零漂误差,并完成陀螺仪的标定,此时,针对陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据进行处理,并根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向量确定陀螺仪的零漂误差,以便于利用陀螺仪的零漂误差进行标定,从而实现了陀螺仪的自主标定,进而不局限陀螺仪相对于车辆的安装位置,保证陀螺仪坐标系和车辆坐标系之间的关系。

[0154] 另外,将陀螺仪的标定流程自动化,在标定过程中只要按照要求采集数据,即可完成快速标定工作,且采用本算法后对陀螺仪在车上的安装位置和角度无硬性要求,只需要固定牢靠即可。

[0155] 以下介绍本发明的装置实施例,可以用于执行本发明上述实施例中的陀螺仪的标定方法。对于本发明装置实施例中未披露的细节,请参照本发明上述的陀螺仪的标定方法的实施例。

[0156] 参照图7所示,根据本发明的一个实施例的陀螺仪的标定装置200,包括:

[0157] 第一采集模块210,用于实时采集陀螺仪数据,并触发陀螺仪的标定模式;

[0158] 第二采集模块220,用于在陀螺仪的标定模式中,采集陀螺仪的静态数据和陀螺仪的动态数据;

[0159] Z轴模块230,用于基于陀螺仪的静态数据确定车辆坐标系Z轴在陀螺仪坐标系下的第一单位方向向量;

[0160] X轴模块240,用于基于陀螺仪的动态数据确定车辆坐标系X轴在陀螺仪坐标系下的第二单位方向向量;

[0161] Y轴模块250,用于根据第一单位方向向量和第二单位方向向量确定车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量;

[0162] 标定模块260,用于根据第一单位方向向量、第二单位方向向量和第三单位方向向

量确定陀螺仪的零飘误差,并完成陀螺仪的标定。

[0163] 图8示出了适于用来实现本发明实施例的电子设备的计算机系统的结构示意图。

[0164] 需要说明的是,图8示出的电子设备的计算机系统300仅是一个示例,不应对本发明实施例的功能和使用范围带来任何限制。

[0165] 如图8所示,计算机系统300包括中央处理单元(Central Processing Unit,CPU)301,其可以根据存储在只读存储器(Read-Only Memory,ROM)302中的程序或者从存储部分308加载到随机访问存储器(Random Access Memory,RAM)303中的程序而执行各种适当的动作和处理,例如执行上述实施例中所述的方法。在RAM 303中,还存储有系统操作所需的各种程序和数据。CPU 301、ROM 302以及RAM 303通过总线304彼此相连。输入/输出(Input/Output,I/O)接口305也连接至总线304。

[0166] 以下部件连接至I/O接口305:包括键盘、鼠标等的输入部分306;包括诸如阴极射线管(Cathode Ray Tube,CRT)、液晶显示器(Liquid Crystal Display,LCD)等以及扬声器等的输出部分307;包括硬盘等的存储部分308;以及包括诸如LAN(Local Area Network,局域网)卡、调制解调器等网络接口卡的通信部分309。通信部分309经由诸如因特网的网络执行通信处理。驱动器310也根据需要连接至I/O接口305。可拆卸介质311,诸如磁盘、光盘、磁光盘、半导体存储器等等,根据需要安装在驱动器310上,以便于从其上读出的计算机程序根据需要被安装入存储部分308。

[0167] 特别地,根据本发明的实施例,上文参考流程图描述的过程可以被实现为计算机软件程序。例如,本发明的实施例包括一种计算机程序产品,其包括承载在计算机可读介质上的计算机程序,该计算机程序包含用于执行流程图所示的方法的计算机程序。在这样的实施例中,该计算机程序可以通过通信部分309从网络上被下载和安装,和/或从可拆卸介质311被安装。在该计算机程序被中央处理单元(CPU)301执行时,执行本发明的系统中限定的各种功能。

[0168] 需要说明的是,本发明实施例所示的计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或者计算机可读存储介质或者是上述两者的任意组合。计算机可读存储介质例如可以是——但不限于——电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者任意以上的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子可以包括但不限于:具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机访问存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(Erasable Programmable Read Only Memory,EPROM)、闪存、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(Compact Disc Read-Only Memory,CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本发明中,计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质,该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。而在本发明中,计算机可读的信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号,其中承载了计算机可读的计算机程序。这种传播的数据信号可以采用多种形式,包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。计算机可读的信号介质还可以是计算机可读存储介质以外的任何计算机可读介质,该计算机可读介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。计算机可读介质上包含的计算机程序可以用任何适当的介质传输,包括但不限于:无线、有线等等,或者上述的任意合适的组合。

[0169] 附图中的流程图和框图,图示了按照本发明各种实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。其中,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段、或代码的一部分,上述模块、程序段、或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意,在有些作为替换的实现中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个接连地表示的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图或流程图中的每个方框、以及框图或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或操作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0170] 描述于本发明实施例中所涉及到的单元可以通过软件的方式实现,也可以通过硬件的方式来实现,所描述的单元也可以设置在处理器中。其中,这些单元的名称在某种情况下并不构成对该单元本身的限定。

[0171] 作为另一方面,本发明还提供了一种计算机可读介质,该计算机可读介质可以是上述实施例中描述的设备中所包含的;也可以是单独存在,而未装配入该设备中。上述计算机可读介质承载有一个或者多个程序,当上述一个或者多个程序被一个该电子设备执行时,使得该电子设备实现上述实施例中所述的方法。

[0172] 应当注意,尽管在上文详细描述中提及了用于动作执行的设备的若干模块或者单元,但是这种划分并非强制性的。实际上,根据本发明的实施方式,上文描述的两个或更多模块或者单元的特征和功能可以在一个模块或者单元中具体化。反之,上文描述的一个模块或者单元的特征和功能可以进一步划分为由多个模块或者单元来具体化。

[0173] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员易于理解,这里描述的示例实施方式可以通过软件实现,也可以通过软件结合必要的硬件的方式来实现。因此,根据本发明实施方式的技术方案可以以软件产品的形式体现出来,该软件产品可以存储在一个非易失性存储介质(可以是CD-ROM,U盘,移动硬盘等)中或网络上,包括若干指令以使得一台计算设备(可以是个人计算机、服务器、触控终端、或者网络设备等)执行根据本发明实施方式的方法。

[0174] 本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的实施方式后,将容易想到本发明的其它实施方案。本发明旨在涵盖本发明的任何变型、用途或者适应性变化,这些变型、用途或者适应性变化遵循本发明的一般性原理并包括本发明未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。

[0175] 应当理解的是,本发明并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构,并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本发明的范围仅由所附的权利要求来限制。

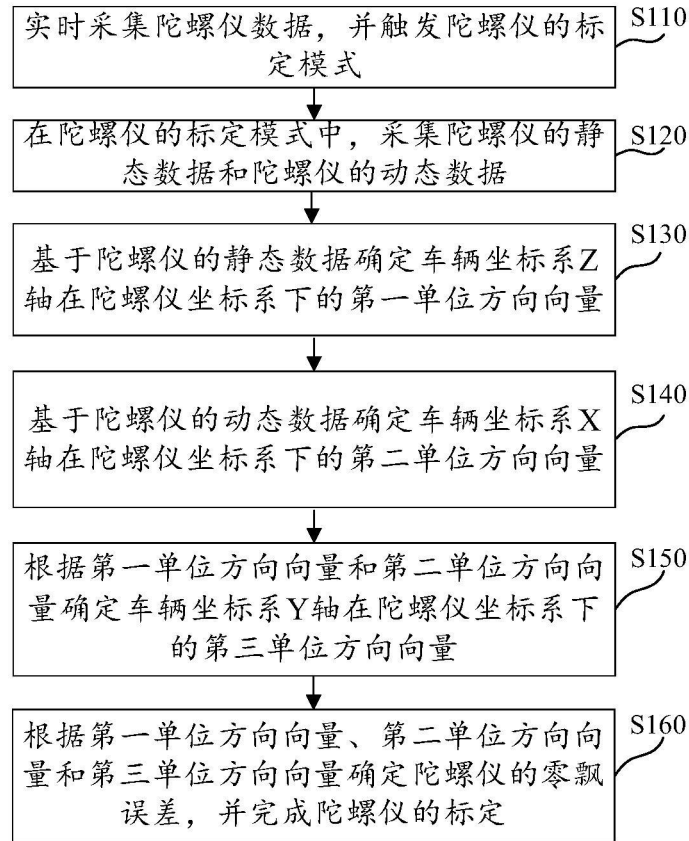


图1

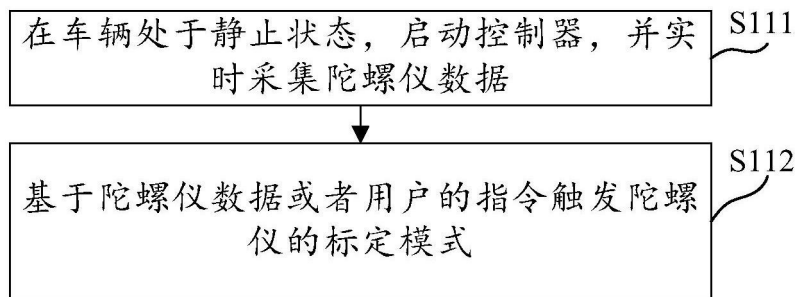


图2

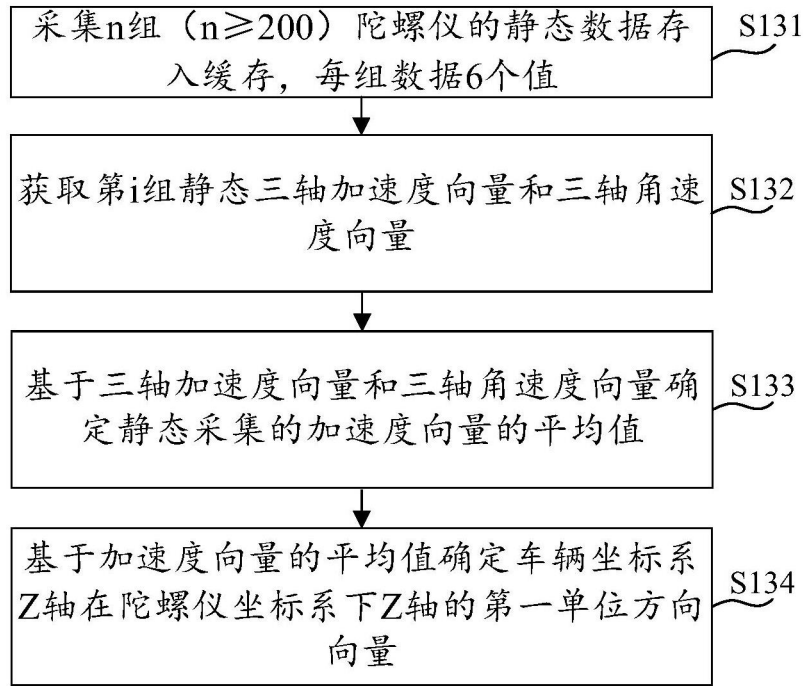


图3

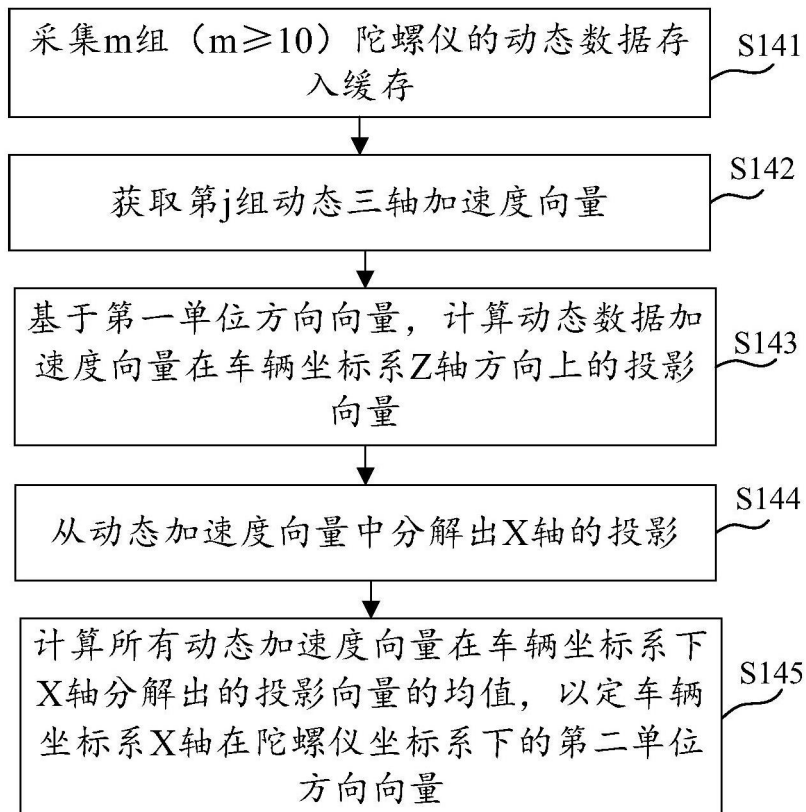


图4

利用第一单位方向向量和第二单位方向向量以及正交关系，解算出车辆坐标系Y轴在陀螺仪坐标系下的第三单位方向向量 S151

图5

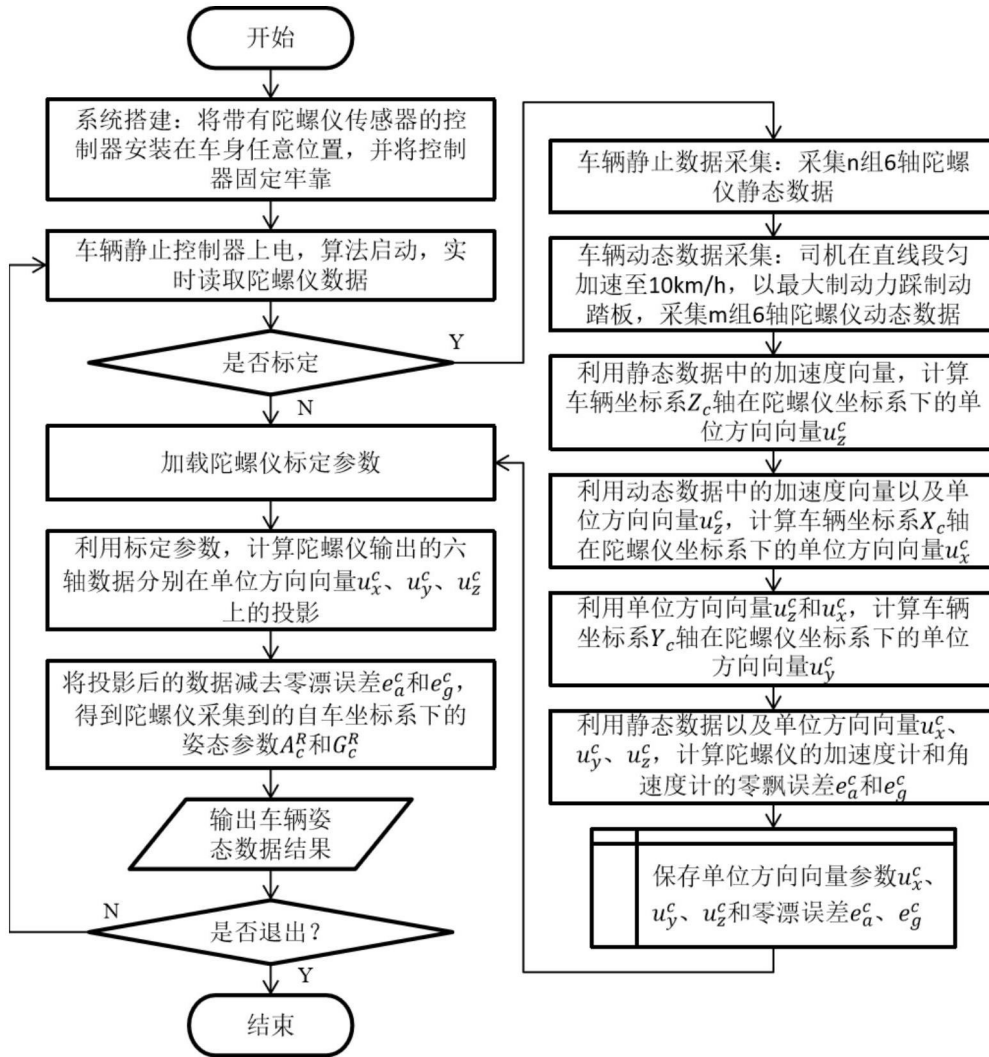


图6

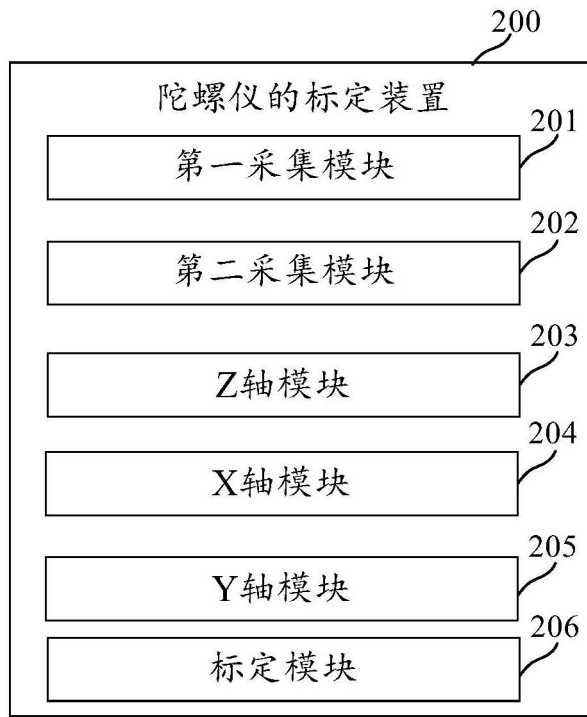


图7

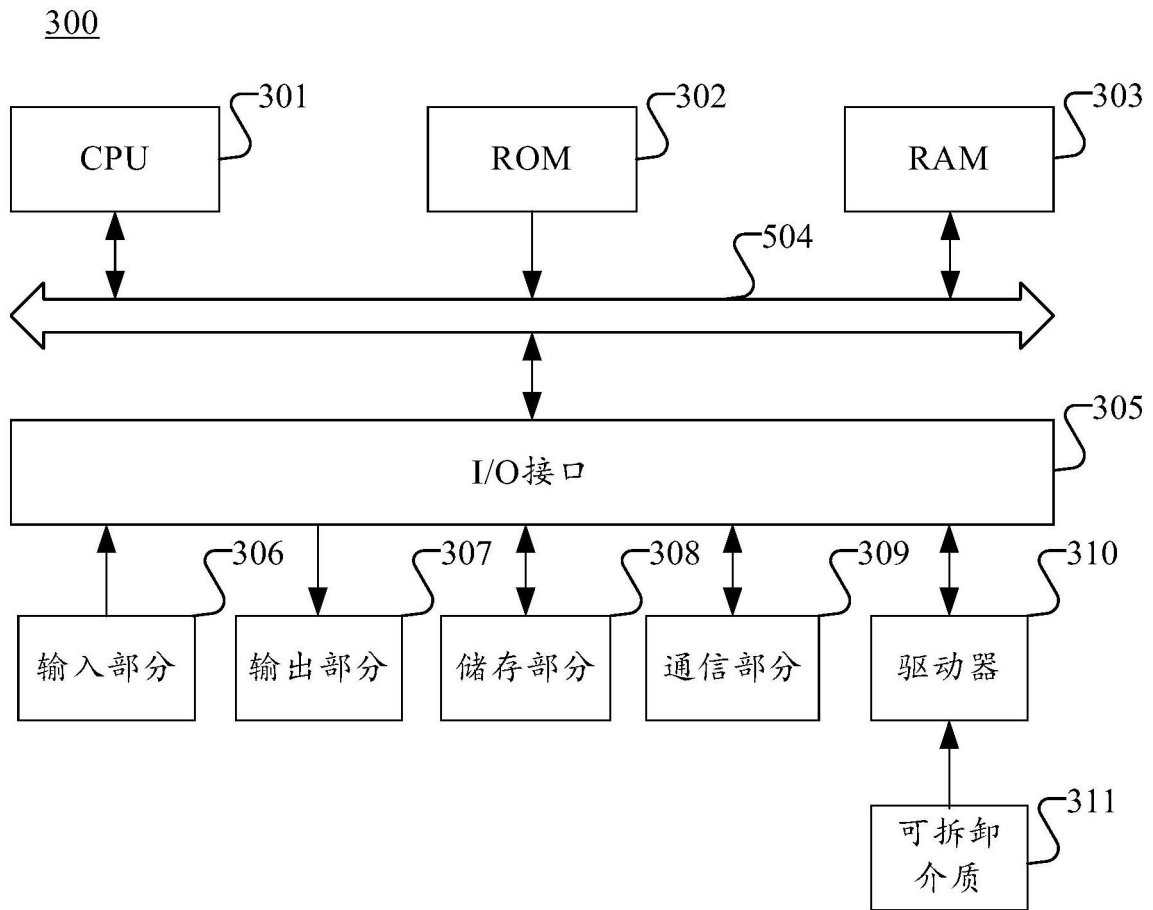


图8