



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111854733 A

(43) 申请公布日 2020. 10. 30

(21) 申请号 202010742197.1

(22) 申请日 2020.07.28

(71) 申请人 广东博智林机器人有限公司

地址 528000 广东省佛山市顺德区北滘镇  
顺江居委会北滘工业园骏业东路11号  
东面办公室二楼201-11

(72) 发明人 储志伟 陈雪峰

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务  
所(特殊普通合伙) 11463

代理人 李飞

(51) Int. Cl.

G01C 21/00 (2006.01)

G01C 21/20 (2006.01)

G01S 19/45 (2010.01)

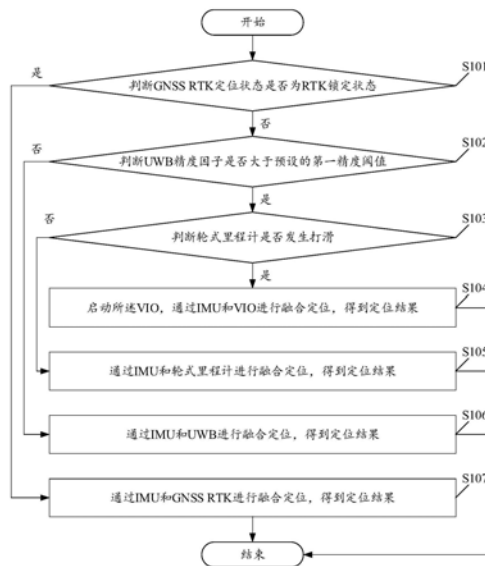
权利要求书2页 说明书13页 附图9页

(54) 发明名称

一种多源融合定位方法及系统

(57) 摘要

本申请提供了一种多源融合定位方法及系统,涉及定位技术领域,该方法用于包括IMU、GNSS RTK、UWB设备、轮式里程计以及VIO的多源融合定位系统中,该方法包括:由高到低设定GNSS RTK、UWB设备、轮式里程计以及VIO的定位优先级,并按照优先级判断GNSS RTK、UWB设备、轮式里程计以及VIO中是否存在定位设备符合相应的定位要求,如果存在,则触发相应的定位设备和IMU进行融合定位,得到定位结果。可见,实施这种实施方式,能够在指定的环境中选用最佳的定位技术,从而提高定位的准确程度。



1. 一种多源融合定位方法,用于包括IMU、GNSS RTK、UWB设备、轮式里程计以及VIO的多源融合定位系统中,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

步骤一:判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态,当所述GNSS RTK定位状态为所述RTK锁定状态时,通过所述IMU和所述GNSS RTK进行融合定位,得到定位结果;当所述GNSS RTK定位状态不为所述RTK锁定状态时,进入步骤二;

步骤二:判断UWB设备精度因子是否大于预设的第一精度阈值,当所述UWB设备精度因子不大于所述第一精度阈值时,通过所述IMU和所述UWB设备进行融合定位,得到定位结果;当所述UWB设备精度因子大于所述第一精度阈值时,进入步骤三;

步骤三:判断所述轮式里程计是否发生打滑,当所述轮式里程计未发生打滑时,通过所述IMU和所述轮式里程计进行融合定位,得到定位结果;当所述轮式里程计发生打滑时,进入步骤四;

步骤四:启动所述VIO,通过所述IMU和所述VIO进行融合定位,得到定位结果。

2. 根据权利要求1所述的多源融合定位方法,其特征在于,在所述步骤一、所述步骤二、所述步骤三或所述步骤四得到定位结果之后,触发执行所述的判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态的步骤。

3. 根据权利要求1所述的多源融合定位方法,其特征在于,在所述步骤一、所述步骤二、所述步骤三或所述步骤四得到定位结果之后,所述方法还包括:

根据定位结果对所述轮式里程计进行校正更新。

4. 根据权利要求1所述的多源融合定位方法,其特征在于,所述方法还包括:

判断当前定位模式是否为所述IMU和所述的VIO融合定位模式;

当所述当前定位模式不为所述IMU和所述的VIO融合定位模式,且所述VIO处于开启状态时,控制所述VIO进行关机处理。

5. 一种多源融合定位系统,所述多源融合定位系统包括IMU、GNSS RTK、UWB设备、轮式里程计以及VIO,其特征在于,所述多源融合定位系统包括:

第一判断单元,用于判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态;

第二判断单元,用于在所述GNSS RTK定位状态不为所述RTK锁定状态时,判断UWB设备精度因子是否大于预设的第一精度阈值;

第三判断单元,用于在所述UWB设备精度因子大于所述第一精度阈值时,判断所述轮式里程计是否发生打滑;

融合定位单元,用于在所述轮式里程计发生打滑时,启动所述VIO,通过所述IMU和所述VIO进行融合定位,得到定位结果;

所述融合定位单元,还用于在所述GNSS RTK定位状态为所述RTK锁定状态时,通过所述IMU和所述GNSS RTK进行融合定位,得到定位结果;

所述融合定位单元,还用于在所述UWB设备精度因子不大于所述第一精度阈值时,通过所述IMU和所述UWB设备进行融合定位,得到定位结果;

所述融合定位单元,还用于在所述轮式里程计未发生打滑时,通过所述IMU和所述轮式里程计进行融合定位,得到定位结果。

6. 根据权利要求5所述的多源融合定位系统,其特征在于,

所述第一判断单元,还用于在所述融合定位单元得到定位结果之后,判断GNSS RTK定

位状态是否为RTK锁定状态。

7. 根据权利要求5所述的多源融合定位系统,其特征在于,所述多源融合定位系统还包括:

校正更新单元,用于在所述融合定位单元得到定位结果之后,根据定位结果对所述轮式里程计进行校正更新。

8. 根据权利要求5所述的多源融合定位系统,其特征在于,所述多源融合定位系统还包括:

第五判断单元,用于判断当前定位模式是否为所述IMU和所述的VIO融合定位模式;

关机单元,用于当所述当前定位模式不为所述IMU和所述的VIO融合定位模式,且所述VIO处于开启状态时,控制所述VIO进行关机处理。

9. 一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括存储器以及处理器,所述存储器用于存储计算机程序,所述处理器运行所述计算机程序以使所述电子设备执行权利要求1至4中任一项所述的多源融合定位方法。

10. 一种可读存储介质,其特征在于,所述可读取存储介质中存储有计算机程序指令,所述计算机程序指令被一处理器读取并运行时,执行权利要求1至4任一项所述的多源融合定位方法。

## 一种多源融合定位方法及系统

### 技术领域

[0001] 本申请涉及定位技术领域,具体而言,涉及一种多源融合定位方法及系统。

### 背景技术

[0002] 目前,越来越多的定位技术出现在了人们的面前,并为人们提供了诸如导航、电子地图等工具,从而提高了人们工作生活的便利程度。然而,在实践中发现,目前的诸多定位技术或多或少都存在相应的局限性,从而导致了不同的定位技术在不同的环境中时,其定位结果具有一定的不确定性,进而影响定位的准确程度。

### 发明内容

[0003] 本申请实施例的目的在于提供一种多源融合定位方法及系统,能够在指定的环境中选用最佳的定位技术,从而提高定位的准确程度。

[0004] 本申请实施例第一方面提供了一种多源融合定位方法,用于包括IMU、GNSS RTK、UWB设备、轮式里程计以及VIO的多源融合定位系统中,所述方法包括以下步骤:

[0005] 步骤一:判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态,当所述GNSS RTK定位状态为所述RTK锁定状态时,通过所述IMU和所述GNSS RTK进行融合定位,得到定位结果;当所述GNSS RTK定位状态不为所述RTK锁定状态时,进入步骤二;

[0006] 步骤二:判断UWB设备精度因子是否大于预设的第一精度阈值,当所述UWB设备精度因子不大于所述第一精度阈值时,通过所述IMU和所述UWB设备进行融合定位,得到定位结果;当所述UWB设备精度因子大于所述第一精度阈值时,进入步骤三;

[0007] 步骤三:判断所述轮式里程计是否发生打滑,当所述轮式里程计未发生打滑时,通过所述IMU和所述轮式里程计进行融合定位,得到定位结果;当所述轮式里程计发生打滑时,进入步骤四;

[0008] 步骤四:启动所述VIO,通过所述IMU和所述VIO进行融合定位,得到定位结果。

[0009] 在上述实现过程中,该方法可以在每次定位循环当中都优先判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态;在GNSS RTK定位状态不为RTK锁定状态时,判断UWB精度因子是否大于预设的第一精度阈值,使得UWB定位成为第二优先级;当UWB精度因子大于第一精度阈值时,判断轮式里程计是否发生打滑,使得轮式里程计定位成为第三优先级;当轮式里程计发生打滑时,触使处于第四优先级的VIO启动,并通过IMU和VIO进行融合定位,得到定位结果。可见,实施这种实施方式,能够将GNSS RTK、UWB设备、轮式里程计以及VIO分设为四个优先级,并实时根据实际情况在多种定位设备中确定最优的定位方式,以使定位结果的准确度最高,可信度最强。

[0010] 进一步地,所述方法中,当所述GNSS RTK定位状态为所述RTK锁定状态时,通过所述IMU和所述GNSS RTK进行融合定位,得到定位结果。

[0011] 在上述实现过程中,在该第一优先级中,可以使用IMU和GNSS RTK进行融合定位,从而得到高精度的定位结果。

[0012] 进一步地,所述方法中,当所述UWB精度因子不大于所述第一精度阈值时,通过IMU和UWB进行融合定位,得到定位结果。

[0013] 在上述实现过程中,在该第二优先级中,可以使用IMU和UWB进行融合定位,从而得到相对高精度的定位结果。

[0014] 进一步地,所述方法中,当所述轮式里程计未发生打滑时,通过IMU和轮式里程计进行融合定位,得到定位结果。

[0015] 在上述实现过程中,在该第三优先级中,可以使用IMU和轮式里程计进行融合定位,从而得到相对稳定的定位结果。

[0016] 进一步地,所述方法还包括:

[0017] 判断VIO检测精度是否大于预设的第二精度阈值;

[0018] 当所述VIO检测精度大于所述第二精度阈值时,触发执行所述的判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态的步骤;

[0019] 当所述VIO检测精度不大于所述第二精度阈值时,触发执行所述的通过所述IMU和所述VIO进行融合定位,得到定位结果的步骤。

[0020] 在上述实现过程中,在VIO检测精度不足时,触发RTK锁定状态的重复判定,从而从第一优先级再次进行定位判断,进而保证定位结果能够被获取得到。

[0021] 进一步地,在所述步骤一、所述步骤二、所述步骤三或所述步骤四得到定位结果之后,触发执行所述的判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态的步骤。

[0022] 在上述实现过程中,通过在获取到定位结果之后,判断定位优先级是否可以提高,从而保证在低优先级定位过程中可以切换至更高的优先级定位,进而保证了定位精度。

[0023] 进一步地,所述方法还包括:

[0024] 判断是否接收到了开机信号;

[0025] 当接收到所述开机信号时,触发执行所述的判断UWB精度因子是否大于预设的第一精度阈值的步骤。

[0026] 在上述实现过程中,刚接收到开机信号时,优先进入第二优先级,从而避免RTK必定未进入状态的时间损耗,从而保证了整体的定位效率与效果。

[0027] 进一步地,所述步骤一、所述步骤二、所述步骤三或所述步骤四得到定位结果之后,所述方法还包括:

[0028] 根据定位结果对所述轮式里程计进行校正更新。

[0029] 在上述实现过程中,根据实际情况进行轮式里程计的校正更新,从而保证轮式里程计的定位效果精度较高。

[0030] 进一步地,在得到所述定位结果之后,所述方法还包括:

[0031] 判断当前定位模式是否为所述IMU和所述的VIO融合定位模式;

[0032] 当所述当前定位模式不为所述IMU和所述的VIO融合定位模式,且所述VIO处于开启状态时,控制所述VIO进行关机处理。

[0033] 在上述实现过程中,VIO重启机制,提高了多场景导航定位的精度,实现了室内外等复杂多场景下的连续无缝导航,并能降低一定的功耗。

[0034] 本申请实施例第二方面提供了一种多源融合定位系统,所述多源融合定位系统包括:

- [0035] 第一判断单元,用于判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态;
- [0036] 第二判断单元,用于当所述GNSS RTK定位状态不为所述RTK锁定状态时,判断UWB精度因子是否大于预设的第一精度阈值;
- [0037] 第三判断单元,用于当所述UWB精度因子大于所述第一精度阈值时,判断轮式里程计是否发生打滑;
- [0038] 第四判断单元,用于当所述轮式里程计出现打滑时,判断VIO检测精度是否大于预设的第二精度阈值;
- [0039] 定位单元,用于在所述VIO检测精度不大于所述第二精度阈值,通过IMU和VIO进行融合定位,得到定位结果。
- [0040] 在上述实现过程中,多个单元之间的融合工作可以极大地提高工作效率,并保证工作稳定性;同时,使用该种多元融合定位装置能够根据定位优先级确定最优的定位结果,从而保证定位精度最高、效果最好。
- [0041] 进一步地,所述第一判断单元,还用于在所述融合定位单元得到定位结果之后,判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态。
- [0042] 在上述实现过程中,通过在获取到定位结果之后,判断定位优先级是否可以提高,从而保证在低优先级定位过程中可以切换至更高的优先级定位,进而保证了定位精度。
- [0043] 进一步地,所述多源融合定位系统还包括:
- [0044] 校正更新单元,用于在所述融合定位单元得到定位结果之后,根据定位结果对所述轮式里程计进行校正更新。
- [0045] 在上述实现过程中,根据实际情况进行轮式里程计的校正更新,从而保证轮式里程计的定位效果精度较高。
- [0046] 进一步地,所述多源融合定位系统还包括:
- [0047] 第五判断单元,用于判断当前定位模式是否为所述IMU和所述的VIO融合定位模式;
- [0048] 关机单元,用于当所述当前定位模式不为所述IMU和所述的VIO融合定位模式,且所述VIO处于开启状态时,控制所述VIO进行关机处理。
- [0049] 在上述实现过程中,VIO重启机制,提高了多场景导航定位的精度,实现了室内外等复杂多场景下的连续无缝导航,并能降低一定的功耗。
- [0050] 本申请实施例第三方面提供了一种电子设备,包括存储器以及处理器,所述存储器用于存储计算机程序,所述处理器运行所述计算机程序以使所述电子设备执行本申请实施例第一方面中任一项所述的多源融合定位方法。
- [0051] 本申请实施例第四方面提供了一种计算机可读存储介质,其存储有计算机程序指令,所述计算机程序指令被一处理器读取并运行时,执行本申请实施例第一方面中任一项所述的多源融合定位方法。

## 附图说明

- [0052] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本申请的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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相关的附图。

- [0053] 图1为本申请实施例提供的一种多源融合定位方法的流程示意图；
- [0054] 图2为本申请实施例提供的另一种多源融合定位方法的流程示意图；
- [0055] 图3为本申请实施例提供的另一种多源融合定位方法的流程示意图；
- [0056] 图4为本申请实施例提供的另一种多源融合定位方法的流程示意图；
- [0057] 图5为本申请实施例提供的一种多源融合定位系统的结构示意图；
- [0058] 图6为本申请实施例提供的另一种多源融合定位系统的结构示意图；
- [0059] 图7为本申请实施例提供的一种多源融合定位系统的硬件组成示意图；
- [0060] 图8为本申请实施例提供的一种多源融合定位系统的观测优先级与更新重启机制的流程框架图；
- [0061] 图9为本申请实施例提供的一种标准卡尔曼滤波迭代结构图；
- [0062] 图10为本申请实施例提供的一种多源融合定位模式分类表；
- [0063] 图11为本申请实施例提供的一种室内UWB部分遮挡情况下水平运动轨迹；
- [0064] 图12为本申请实施例提供的一种室内UWB部分遮挡情况下水平运动轨迹局部放大图；
- [0065] 图13为本申请实施例提供的一种室外GNSS部分遮挡情况下水平运动轨迹。

### 具体实施方式

[0066] 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描述。

[0067] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。同时,在本申请的描述中,术语“第一”、“第二”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0068] 实施例1

[0069] 请参看图1,图1为本申请实施例提供了一种多源融合定位方法的流程示意图。其中,该多源融合定位方法包括:

[0070] S101、判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态,如果是,执行步骤S107;如果不是,执行步骤S102。

[0071] 本申请实施例中,该方法用于包括GNSS RTK、UWB设备、轮式里程计以及VIO的多源融合定位系统中。可实现在室内外等不同场景下对最优观测量的选择,提高多源融合导航的定位精度;并且将择机更新与重启的机制应用于轮式/视觉里程计,及时消除观测量的累积误差,可实现不同场景的连续导航定位,同时降低导航模块的整体功耗。

[0072] 本申请实施例中,RTK(Real-time kinematic,实时动态)载波相位差分技术,是实时处理两个测量站载波相位观测量的差分方法,将基准站采集的载波相位等信息发给用户接收机,进行求差解算坐标。RTK定位技术就是基于载波相位观测值的实时动态定位技术,它能够实时地提供测站点在指定坐标系中的三维定位结果,并达到厘米级精度。在RTK作业模式下,基准站通过数据链将其观测值和测站坐标信息一起传送给流动站。流动站不仅通过数据链接收来自基准站的数据,还要采集GNSS(Global Navigation Satellite System,全球导航卫星系统)观测数据,并在系统内组成差分观测值进行实时处理,同时给出厘米级定位结果。

[0073] 本申请实施例中,GNSS,是利用一组卫星的伪距、星历、卫星发射时间等观测量,同时还必须知道用户钟差。全球导航卫星系统是能在地球表面或近地空间的任何地点为用户提供全天候的3维坐标和速度以及时间信息的空基无线电导航定位系统。

[0074] 本申请实施例中,UWB(Ultra Wide Band,超宽带)技术是一种无线载波通信技术,它不采用正弦载波,而是利用纳秒级的非正弦波窄脉冲传输数据,因此其所占的频谱范围很宽,具有系统复杂度低,发射信号功率谱密度低,对信道衰落不敏感,截获能力低,定位精度高优点,尤其适用于室内等密集多径场所的高速无线接入。

[0075] 本申请实施例中,VI0(visual-inertial odometry,视觉惯性里程计),也称为视觉惯性系统(VINS,visual-inertial system),是融合相机和IMU数据实现SLAM(simultaneous localization and mapping,即时定位与地图构建)的算法,根据融合框架的区别又分为紧耦合和松耦合,松耦合中视觉运动估计和惯导运动估计系统是两个独立的模块,将每个模块的输出结果进行融合,而紧耦合则是使用两个传感器的原始数据共同估计一组变量,传感器噪声也是相互影响的,紧耦合算法上比较复杂,但充分利用了传感器数据,可以实现更好的效果,是目前研究的重点。

[0076] S102、判断UWB精度因子是否大于预设的第一精度阈值,如果否,执行步骤S106;如果是,执行步骤S103。

[0077] 本申请实施例中,UWB精度因子为精度因子DOP,精度因子DOP可以为位置精度因子(Position Dilution of Precision,PDOP)、钟差精度因子(time dilution of precision,TDOP)、水平分量精度因子(horizontal dilution of precision,HDOP)、垂直分量精度因子(vertical dilution of precision,VDOP)等等中的其中一种,对此本申请实施例不作限定。

[0078] S103、判断轮式里程计是否发生打滑,如果否,执行步骤S105;如果是,执行步骤S104。

[0079] 本申请实施例中,IMU(Inertial measurement unit),是测量物体三轴角速度及加速度的装置。一般IMU包括三轴陀螺仪及三轴加速度计。IMU信息为IMU装置的测量数据。

[0080] 本申请实施例中,轮式里程计是一种利用从移动传感器获得的数据来估计物体位置随时间的变化而改变的装置,具体可以为轮式里程计等,对此本申请实施例不作限定。里程计信息为轮式里程计的测量数据。

[0081] S104、启动所述VI0,通过IMU和VI0进行融合定位,得到定位结果,并结束本流程。

[0082] 本申请实施例中,当判断出VI0检测精度不大于预设的第二精度阈值时,则进入IMU/VI0融合模式,通过IMU和VI0进行融合定位,得到定位结果。

[0083] 本申请实施例中,IMU/VI0融合模式作为优先级最低的融合模式,为进一步保障复杂环境下的备用定位信息,避免定位误差过大,其第二精度阈值则直接根据最终定位信息的输出噪声、变化统计量等特性来确定。

[0084] S105、通过IMU和轮式里程计进行融合定位,得到定位结果,并结束本流程。

[0085] 本申请实施例中,当判断出轮式里程计未打滑时,则进入IMU/轮式里程计融合模式,通过IMU和轮式里程计进行融合定位,得到定位结果。

[0086] 本申请实施例中,是否切换为IMU/轮式里程计融合模式的判据主要为根据轮式里程计是否发生打滑,具体即根据IMU与轮式里程计的各自一步航位递推比较来评估,其比较



差值的临界阈值可以由测试试验来确定,以保证出现打滑等轮式里程计递推异常,能大概率及时分辨并及时启动VIO。

[0087] S106、通过IMU和UWB进行融合定位,得到定位结果,并结束本流程。

[0088] 本申请实施例中,当判断出UWB精度因子不大于预设的第一精度阈值时,则进入IMU/UWB融合模式,通过IMU和UWB进行融合定位,得到定位结果。

[0089] 本申请实施例中,是否切换为IMU/UWB融合模式的判据主要为UWB定位精度因子DOP,即判断UWB精度因子(DOP)是否预设的第一精度阈值。其中,定位精度因子DOP是UWB模块根据基站分布、测距变化等综合定义的评估数值,其代表水平定位精度好坏的第一精度阈值由试验分析来确定。

[0090] S107、通过IMU和GNSS RTK进行融合定位,得到定位结果,并结束本流程。

[0091] 本申请实施例中,当判断出GNSS RTK定位状态为RTK锁定状态时,则进入了RTK锁定状态,RTK锁定状态时精度可靠,可以根据预设的最高优先级,进入IMU/GNSS融合模式,即通过IMU和GNSS RTK进行融合定位,得到定位结果。定位结果包括世界坐标系(WGS84系)的坐标。

[0092] 本申请实施例中,是否切换为IMU/GNSS融合模式的判据主要为判断RTK状态位posType,即判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态。其中,RTK状态位posType为卫星接收机芯片自带的RTK是否为窄巷固定解(锁定)等状态的标志位。

[0093] 本申请实施例中,在IMU/GNSS融合模式下,能够保持对轮式里程计的实时状态更新;一旦进入遮挡或重新进入室内,RTK失锁或精度因子过大,则依据预设的观测优先级,选取优先级最高的有效(精度可靠)传感器的数据进行融合。

[0094] 本申请实施例中,在步骤S104之前,该方法还可以包括:

[0095] 判断VIO检测精度是否大于预设的第二精度阈值,如果否,执行步骤S104;如果是,执行步骤S101继续判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态。

[0096] 本申请实施例中,预设的第一精度阈值和预设的第二精度阈值为预先设置,具体为精度因子阈值,可以为1.5等,对此本申请实施例不作限定。

[0097] 本申请实施例中,预设的第一精度阈值和预设的第二精度阈值的取值可以通过独立测试或者实验得到。

[0098] 本申请实施例中,该方法的执行主体可以为计算机、服务器、多源融合定位系统等计算装置,对此本实施例中不作任何限定。

[0099] 在本申请实施例中,该方法的执行主体还可以为智能手机和平板等智能设备,对此本实施例中不作任何限定。

[0100] 请一并参阅图7,图7是本实施例提供的一种多源融合定位系统的硬件组成示意图。如图7所示,该多源融合定位系统的硬件组成包括传感源、VIO模块、卫星模块、IMU模块、GNSS RTK模块、数传模块、UWB模块、轮式里程计和数传天线。能够解决多源融合定位方法中状态估计在任何场景均受所有传感源信号特征的影响而导致精度无法达到最优的问题,同时还可以解决各传感源(包括VIO模块、IMU模块、GNSS RTK模块、UWB模块和轮式里程计)自始独立工作造成轮式里程计类传感器无法及时消除累积误差从而无法实现不同场景下连续无缝导航的问题。

[0101] 本实施例中,第一精度阈值、第二精度阈值两者以下的数值用于表示定位精度更

高,反之则用于表示定位精度不足。

[0102] 可见,实施图1所描述的多源融合定位方法,能够在指定的环境中选用最佳的定位技术,从而提高定位的准确程度。

[0103] 实施例2

[0104] 请参看图2,图2为本申请实施例提供的一种多源融合定位方法的流程示意图。如图2所示,其中,该多源融合定位方法包括:

[0105] S201、判断是否接收到了开机信号,如果是,执行步骤S203;如果不是,结束本流程。

[0106] S202、判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态,如果不是,执行步骤S203;如果是,执行步骤S209。

[0107] S203、判断UWB精度因子是否大于预设的第一精度阈值,如果不是,执行步骤S208;如果是,执行步骤S204。

[0108] S204、判断轮式里程计是否发生打滑,如果不是,执行步骤S207;如果是,执行步骤S205。

[0109] S205、判断VIO检测精度是否大于预设的第二精度阈值,如果不是,执行步骤S206;如果是,执行步骤S202。

[0110] S206、启动所述VIO,通过IMU和VIO进行融合定位,得到定位结果,并执行步骤S210。

[0111] S207、通过IMU和轮式里程计进行融合定位,得到定位结果,并执行步骤S210。

[0112] S208、通过IMU和UWB进行融合定位,得到定位结果,并执行步骤S210。

[0113] S209、通过IMU和GNSS RTK进行融合定位,得到定位结果,并执行步骤S210。

[0114] S210、在预设时间间隔之后,触发执行上述步骤S202。

[0115] 本实施例中,预设时间间隔可以为0秒至任意时刻,对此本实施例中不作任何限定。

[0116] 在本实施例中,该预设时间间隔为0秒时可以视为不存在该时间间隔,即不需要等待即可执行步骤S202。

[0117] 可见,实施图2所描述的多源融合定位方法,能够在指定的环境中选用最佳的定位技术,从而提高定位的准确程度。

[0118] 实施例3

[0119] 请参见图3,图3为本申请实施例提供的一种多源融合定位方法的具体实施过程,图3是根据图2进一步细化得到的,其中,作为一种可选的实施方式,该多源融合定位方法还包括:

[0120] S207、通过IMU和轮式里程计进行融合定位,得到定位结果,并执行步骤S211。

[0121] S208、通过IMU和UWB进行融合定位,得到定位结果,并执行步骤S211。

[0122] S209、通过IMU和GNSS RTK进行融合定位,得到定位结果,并执行步骤S211。

[0123] S211、判断VIO是否开启,如果是,执行步骤S212,如果不是,执行步骤S210。

[0124] S212、当所述VIO开启时,对所述VIO进行关机处理,并执行步骤S210。

[0125] 本申请实施例中,通过步骤S211~步骤212,能够实现VIO的重启机制,这一重启机制,不但能够最大限度降低多源融合定位的功耗,还能够及时消除模块独立工作产生的累积误差,也能实现多种融合状态切换时的无缝连接(继续定位),提高复杂环境下的定位精

度和稳定性。

[0126] 本申请实施例中,在IMU/VIO融合模式下,一般采用非线性优化算法的独立模块,实时对其数据进行更新重置往往会影响其收敛效果,甚至导致发散,故采用重启机制对其进行处理:此处VIO优先级设为最低,默认为关机状态;当其他传感源均无法提供较优观测值时,则给其发送启动(重启)命令,启用成功后,其输出为VIO局部坐标系下数据,再依据启动瞬间系统的定位信息即可继续进行航位推算;一旦其他传感源正常工作并能提供较优观测值,则立马进行优先级切换,并关闭VIO,以最大限度减少VIO模块的累积误差影响;同时也能降低复杂环境下VIO模块发散的概率,并节省导航融合系统的功耗。

[0127] 本申请实施例中,本方法在观测量的处理上采用基于优先级选取的机制,并结合轮式里程计的择机更新与VIO命令重启机制,提高了多场景导航定位的精度,实现了室内外等复杂多场景下的连续无缝导航,并能降低一定的功耗。

[0128] 请一并参阅图8,图8是本实施例提供的一种多源融合定位系统的观测优先级与更新重启机制的流程框架图。如图8所示,该多源融合定位系统采用级联卡尔曼滤波(航姿无迹卡尔曼滤波(UKF)、速度/位置标准卡尔曼滤波(KF))实现三维航姿、速度、位置的多场景动态感知,其中状态的观测量可由传感源提供,该传感源包括GNSS RTK装置、UWB装置、轮式里程计和VIO装置提供,其中,GNSS RTK装置可以检测室外的运动状态,包括双天线航向、速度、位置等;UWB装置可以检测室内的运动状态,包括航向、速度、位置等;轮式里程计可以检测室内外的运动状态,包括航向、速度、位置等;VIO装置可以检测室内外的运动状态,包括航向、速度、位置等。

[0129] 如图8所示,根据其在不同环境下的适应性能指定量测选取的优先级为:GNSS(RTK)>UWB>轮式里程计>VIO,对应的融合模式为IMU/GNSS融合模式>IMU/UWB融合模式>IMU/轮式里程计融合模式>IMU/VIO融合模式。只有当优先级较高的传感源“无效”(或精度因子大于预设精度阈值)时,才依据优先级排序选取下一个最高优先级的传感源作为卡尔曼滤波迭代中的观测量。其中判断传感源是否“无效”时,该预设精度阈值为包括上述第一预设精度阈值和上述第二精度阈值。

[0130] 本申请实施例中,在IMU/GNSS融合模式(室外RTK锁定状态)或IMU/UWB融合模式(UWB精度较好)下,用融合的航向和位置不断更新轮式里程计的航向和位置,保证其能实时跟踪最优导航信息,同时也在不断消除累积误差。一旦室外RTK失锁或者UWB受到干扰等情况出现,观测优先级最优观测源传递至轮式里程计时,切换为IMU/轮式里程计融合模式,依然能在切换的瞬间,保证“无缝”连接,其后继续依赖轮式里程计推算得到当前最优的定位结果。

[0131] 如图8所示,在搭建了IMU/GNSS/UWB/轮式里程计/VIO融合的多源融合定位的基础上,重点在于建立了多源观测优先级选择、VIO命令重启的融合方法改进机制。

[0132] 本申请实施例中,构建的航姿、速度、位置三级卡尔曼滤波算法数学模型分别如下:

[0133] 1、航姿估计算法模型包括状态方程和测量方程,其中,状态方程为:

$$\begin{bmatrix} \psi(k) \\ \theta(k) \\ \varphi(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \psi(k-1) \\ \theta(k-1) \\ \varphi(k-1) \end{bmatrix} + dt \begin{bmatrix} 0 & \sin[\varphi(k-1)]/\cos[\theta(k-1)] & \cos[\varphi(k-1)]/\cos[\theta(k-1)] \\ 0 & \cos[\varphi(k-1)] & -\sin[\varphi(k-1)] \\ 1 & \tan[\theta(k-1)]\sin[\varphi(k-1)] & \tan[\theta(k-1)]\cos[\varphi(k-1)] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_x(k) \\ w_y(k) \\ w_z(k) \end{bmatrix};$$

[0134] 量测方程为：

$$[0135] \begin{bmatrix} Yaw(k) \\ Pitch(k) \\ Roll(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \psi(k) \\ \theta(k) \\ \varphi(k) \end{bmatrix};$$

[0136] 其中，

[0137]  $Yaw(\psi) = \text{heading}$  (GNSS双天线/UWB/轮式里程计/VIO航向)；

$$[0138] Pitch(\theta) = \arctan\left(A_x^b / \sqrt{(A_y^b)^2 + (A_z^b)^2}\right);$$

$$[0139] Roll(\varphi) = \arctan\left(A_y^b / A_z^b\right);$$

[0140] 2、速度估计算法模型包括状态方程和量测方程，其中状态方程为：

$$[0141] \begin{bmatrix} V_x(k) \\ V_y(k) \\ V_z(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ACC_x(k) \\ ACC_y(k) \\ ACC_z(k) \end{bmatrix} dt + \begin{bmatrix} V_x(k-1) \\ V_y(k-1) \\ V_z(k-1) \end{bmatrix};$$

[0142] 量测方程为：

$$[0143] \begin{bmatrix} V_{hor}(k) \cdot \cos \psi \\ V_{hor}(k) \cdot \sin \psi \\ -V_{vert}(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_x(k) \\ V_y(k) \\ V_z(k) \end{bmatrix};$$

[0144] 3、位置估计算法模型包括状态方程和测量方程，其中状态方程为：

$$[0145] \begin{bmatrix} P_x(k) \\ P_y(k) \\ P_z(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_x(k-1) \\ P_y(k-1) \\ P_z(k-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_x(k-1)dt + 0.5ACC_x(k-1)dt \cdot dt \\ V_y(k-1)dt + 0.5ACC_y(k-1)dt \cdot dt \\ V_z(k-1)dt + 0.5ACC_z(k-1)dt \cdot dt \end{bmatrix};$$

[0146] 量测方程为：

$$[0147] \begin{pmatrix} x_e \\ y_e \\ z_e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (N+h) \cos L \cos \lambda \\ (N+h) \cos L \sin \lambda \\ (N(1-e^2)+h) \sin L \end{pmatrix};$$

$$[0148] \begin{bmatrix} x_e \\ y_e \\ z_e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin L_o \cos \lambda_o & -\sin \lambda_o & -\cos L_o \cos \lambda_o \\ -\sin L_o \sin \lambda_o & \cos \lambda_o & -\cos L_o \sin \lambda_o \\ \cos L_o & 0 & -\sin L_o \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_x(k) \\ P_y(k) \\ P_z(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_o \\ y_o \\ z_o \end{bmatrix};$$

[0149] 以上量测方程均为线性，速度和位置级状态方程也为线性，可直接应用标准的五步卡尔曼滤波迭代。请一并参阅图9，图9是本实施例提供的一种标准卡尔曼滤波迭代结构图。图9展示了标准的五步卡尔曼滤波迭代的结构图。

[0150] 其中，其中航姿状态方程为非线性，可应用EKF(扩展卡尔曼滤波)或UKF(无迹卡尔曼滤波)等。对此本申请实施例不作限定。

[0151] 可见，实施本实施例所描述的多源融合定位方法，能够实现VIO的重启机制，并在指定的环境中选用最佳的定位技术，从而提高定位的准确程度。

[0152] 实施例4

[0153] 请参见图4,图4为本申请实施例提供的一种多源融合定位方法的具体实施过程,图4是根据图2进一步细化得到的,其中,作为一种可选的实施方式,该多源融合定位方法还包括:

[0154] S206、通过IMU和VIO进行融合定位,得到定位结果,并执行步骤S213。

[0155] S208、通过IMU和UWB进行融合定位,得到定位结果,并执行步骤S213。

[0156] S209、通过IMU和GNSS RTK进行融合定位,得到定位结果,并执行步骤S213。

[0157] S213、根据定位结果对获取到里程计信息的轮式里程计进行校正更新,并执行上述步骤S210。

[0158] 本申请实施例中,在IMU/UWB融合模式下需实时将融合的航向位置用于更新轮式里程计的值,以使轮式里程计保持当前可靠的信息输出,及时消除累积误差。

[0159] 本申请实施例中,对轮式里程计类传感器采用的被动更新机制,及时消除其累积误差,保证多场景连续无缝定位,增强了在不同环境下连续不间断高精度导航的能力。

[0160] 本申请实施例中,一旦在IMU/UWB融合的模式下进入了UWB干扰或遮挡的状态下,算法可依据精度因子等判据及时切换至IMU/轮式里程计模式,而由于此前轮式里程计一直保持被动更新状态,故能连续无缝地继续进行导航定位;而若轮式里程计无效,则依然可启动(重启)VIO模块,根据叠加推算,继续进行导航定位。

[0161] 本申请实施例中,通过步骤S213能够实现轮式里程计的择机被动更新,该更新机制能及时消除模块独立工作产生的累积误差,也能实现多种融合状态切换时的无缝连接(继续定位),提高复杂环境下的定位精度和稳定性。

[0162] 本申请实施例中,利用RTK锁定或UWB可靠时轮式里程计实时更新与VIO以最低优先级重启的机制保证后续进入不同场景时依然能进行连续无缝的导航定位。

[0163] 可见,实施本实施例所描述的多源融合定位方法,能够实现轮式里程计择机更新,并在指定的环境中选用最佳的定位技术,从而提高定位的准确程度。

[0164] 实施例5

[0165] 请参看图5,图5为本申请实施例提供的一种多源融合定位系统的结构示意图。如图5所示,该多源融合定位系统包括:

[0166] 第一判断单元310,用于判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态;

[0167] 第二判断单元320,用于当GNSS RTK定位状态不为RTK锁定状态时,判断UWB精度因子是否大于预设的第一精度阈值;

[0168] 第三判断单元330,用于当UWB精度因子大于第一精度阈值时,判断轮式里程计是否发生打滑;

[0169] 融合定位单元350,用于在轮式里程计发生打滑时,启动VIO,通过IMU和VIO进行融合定位,得到定位结果;

[0170] 融合定位单元350,还用于在GNSS RTK定位状态为RTK锁定状态时,通过IMU和GNSS RTK进行融合定位,得到定位结果;

[0171] 融合定位单元350,还用于在UWB设备精度因子不大于第一精度阈值时,通过IMU和UWB设备进行融合定位,得到定位结果;

[0172] 融合定位单元350,还用于在轮式里程计未发生打滑时,通过IMU和轮式里程计进

行融合定位,得到定位结果。

[0173] 作为一种可选的实施方式,多源融合定位系统还可以包括:

[0174] 第四判断单元340,用于在轮式里程计发生打滑时启动VIO,并判断VIO检测精度是否大于预设的第二精度阈值;

[0175] 融合定位单元350,用于在所述VIO检测精度不大于所述第二精度阈值时,通过IMU和VIO进行融合定位,得到定位结果。

[0176] 本实施例中,对于多源融合定位系统的解释说明可以参照实施例1或实施例2中的描述,对此本实施例中不再多加赘述。

[0177] 可见,实施本实施例所描述的多源融合定位系统,能够在指定的环境中选用最佳的定位技术,从而提高定位的准确程度。

[0178] 实施例6

[0179] 请参看图6,图6为本申请实施例提供的一种多源融合定位系统的结构示意图。如图6所示,该定位单元350,还用于在所述GNSS RTK定位状态为所述RTK锁定状态时,通过IMU和GNSS RTK进行融合定位,得到定位结果。

[0180] 作为一种可选的实施方式,第一判断单元310,还用于在所述融合定位单元得到定位结果之后,判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态。

[0181] 作为一种可选的实施方式,该融合定位单元350,还用于当所述UWB精度因子不大于所述第一精度阈值时,通过IMU和UWB进行融合定位,得到定位结果。

[0182] 作为一种可选的实施方式,该融合定位单元350,还用于当所述轮式里程计未发生打滑时,通过IMU和轮式里程计进行融合定位,得到定位结果。

[0183] 作为一种可选的实施方式,该多源融合定位系统还包括:

[0184] 触发单元360,用于当所述VIO检测精度大于所述第二精度阈值,触发第一判断单元310判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态。

[0185] 作为一种可选的实施方式,该多源融合定位系统还包括:

[0186] 第五判断单元370,用于判断是否接收到了开机信号;

[0187] 触发单元360,还用于当接收到所述开机信号时,触发第二判断单元320判断UWB精度因子是否大于预设的第一精度阈值。

[0188] 作为一种可选的实施方式,该多源融合定位系统还包括:

[0189] 校正更新单元380,用于在所述融合定位单元350得到所述定位结果之后,根据定位结果对获取到里程计信息的轮式里程计进行校正更新。

[0190] 作为一种可选的实施方式,第五判断单元370,还用于判断当前定位模式是否为IMU和的VIO融合定位模式;

[0191] 关机单元390,用于在当前定位模式为IMU和的VIO融合定位模式,且所述VIO处于开启状态时,控制所述VIO进行关机处理。

[0192] 作为一种可选的实施方式,触发单元360,还用于在得到所述定位结果之后,在预设时间间隔之后,触发执行所述的判断GNSS RTK定位状态是否为RTK锁定状态的步骤。

[0193] 请一并参阅图10,图10是本实施例提供的一种多源融合定位模式分类表。如图10所示,其中多源融合定位模式(融合模式)包括IMU模式(纯IMU)、IMU/VIO融合模式(IMU/VIO)、IMU/轮式里程计融合模式(IMU/轮式里程计)、IMU/UWB融合模式(IMU/UWB)、IMU/GNSS

融合模式(IMU/GNSS)。具体可以参照图10中所描述的内容,此处不做赘述。

[0194] 本申请实施例中,当多源融合定位系统上电启动之后,多源融合定位系统的各硬件模块完成初始化,此时多源融合定位系统可能处于室内也可能处于室外,但即使是在室外,RTK第一次锁定仍然需要一定的时间。故卡尔曼滤波开始运行时,基于观测优先级顺序:GNSS(RTK)>UWB>轮式里程计>VIO,RTK在开始阶段还未锁定(GNSS RTK定位状态不为RTK锁定状态),若检测到UWB有效(即判断出UWB精度因子不大于预设的第一精度阈值)则进入IMU/UWB融合模式;若UWB无效即判断出UWB精度因子大于预设的第一精度阈值),而轮式里程计有效(即判断出轮式里程计未打滑),则进入IMU/轮式里程计融合模式;若UWB、轮式里程计均无效,则给VIO模块发送启动命令,进入IMU/VIO融合模式。

[0195] 本申请实施例中,若进入了IMU/UWB融合模式,该模式下需实时将融合的航向位置用于更新轮式里程计的值,以使轮式里程计保持当前可靠的信息输出,及时消除累积误差;一旦在IMU/UWB融合模式下进入了UWB干扰或遮挡的状态下,可判断轮式里程计是否发生打滑,当判断出轮式里程计未发生打滑时,及时切换至IMU/轮式里程计模式,而由于此前轮式里程计一直保持被动更新状态,故能连续无缝地继续进行导航定位;而若轮式里程计无效(当判断出轮式里程计发生打滑时),可启动(重启)VIO模块,且当VIO检测精度不大于预设的第二精度阈值时,根据叠加推算,依然能继续进行导航定位。

[0196] 本申请实施例中,若进入了RTK锁定状态且精度可靠(即GNSS RTK定位状态为RTK锁定状态),根据其最高优先级的设定,进入IMU/GNSS融合模式,此时能获取世界坐标系(WGS84系)的坐标,并且该模式下同样保持对轮式里程计的实时状态更新;一旦进入遮挡或重新进入室内,RTK失锁或精度因子过大,则依据观测优先级,选取优先级最高的有效(精度可靠)传感器进行融合;利用RTK锁定或UWB可靠时轮式里程计实时更新与VIO以最低优先级重启的机制保证后续进入不同场景时依然能进行连续无缝的导航定位。

[0197] 本申请实施例中,针对不同融合模式的切换步骤的过程均可看作是可逆的,如其他传感源均不可靠而启动了VIO模块之后,在某一场景下RTK、UWB、轮式里程计至少有一类传感器恢复了可靠的定位状态,则卡尔曼滤波器依然会依照观测优先级顺序及时切换观测量,而给VIO模块发送关机命令;任何状态下重新切换至RTK或UWB有效的状态,若轮式里程计有效,则其都将保持实时被动更新的状态。

[0198] 请一并参阅图11、图12和图13,图11是本实施例提供的一种室内UWB部分遮挡情况下水平运动轨迹,图12是本实施例提供的一种室内UWB部分遮挡情况下水平运动轨迹局部放大图,图13是本实施例提供的一种室外GNSS部分遮挡情况下水平运动轨迹。如图11、图12和图13所示,纵坐标表示被定位物体的前向位移,横坐标坐标表示被定位物体的右向位移。由图11、图12和图13可知,通过本实施例提供的多源融合定位模块,可在不同场景下选取最优的观测量,避免部分传感器不可靠情况下对融合结果的不良影响,提高了导航定位的精度与抗干扰能力。

[0199] 本实施例中,对于多源融合定位系统的解释说明可以参照实施例1或实施例2中的描述,对此本实施例中不再多加赘述。

[0200] 可见,实施本实施例所描述的多源融合定位系统,能够在指定的环境中选用最佳的定位技术,从而提高定位的准确程度。

[0201] 本申请实施例提供了一种电子设备,包括存储器以及处理器,所述存储器用于存

储计算机程序,所述处理器运行所述计算机程序以使所述电子设备执行本申请实施例1或实施例2中任一项多源融合定位方法。

[0202] 本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质,其存储有计算机程序指令,所述计算机程序指令被一处理器读取并运行时,执行本申请实施例1或实施例2中任一项多源融合定位方法。

[0203] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,也可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,附图中的流程图和框图显示了根据本申请的多个实施例的装置、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。在这点上,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,所述模块、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方式中,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,两个连续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,框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动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。

[0204] 所述功能如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0205] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

[0206] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。



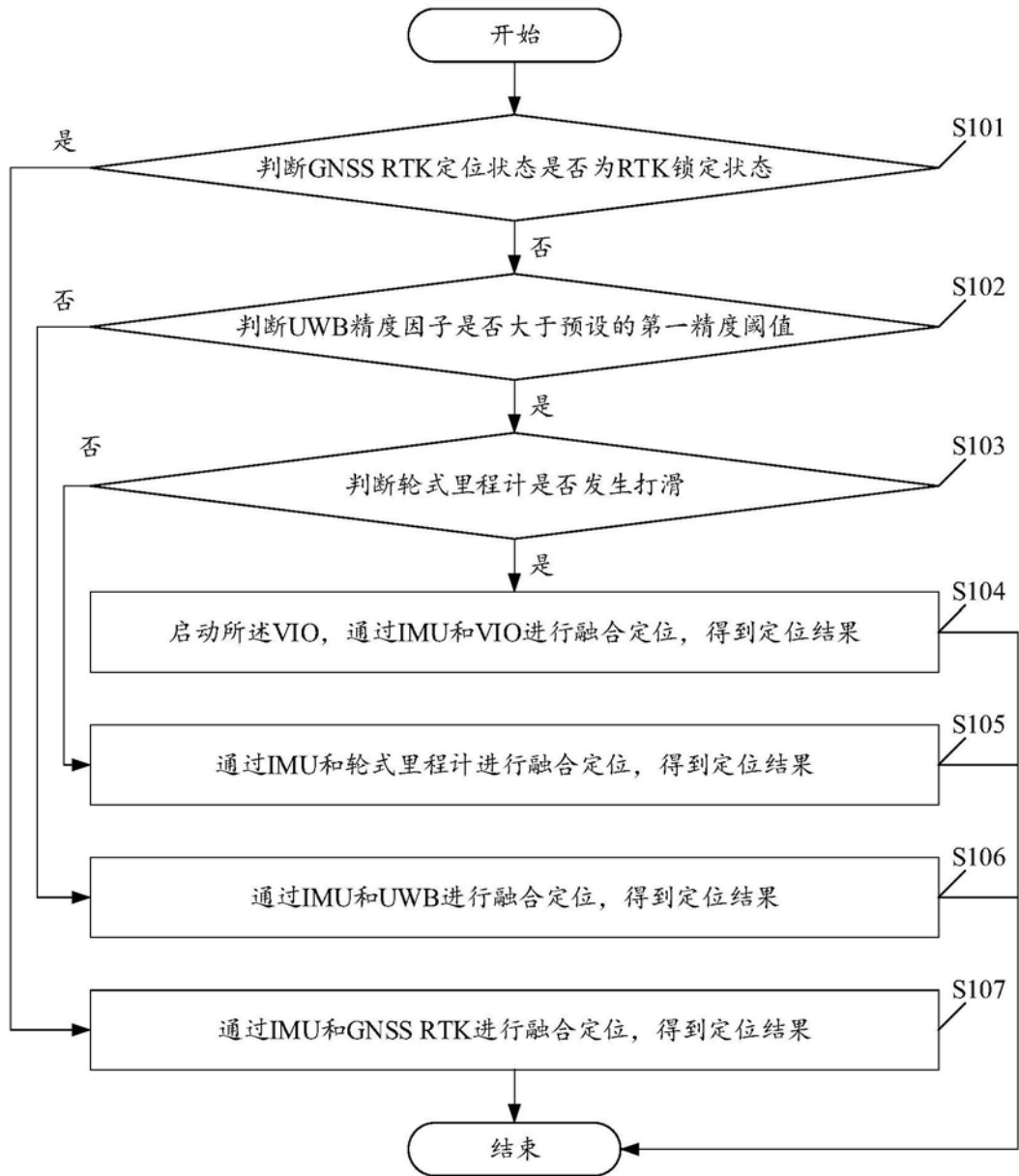


图1

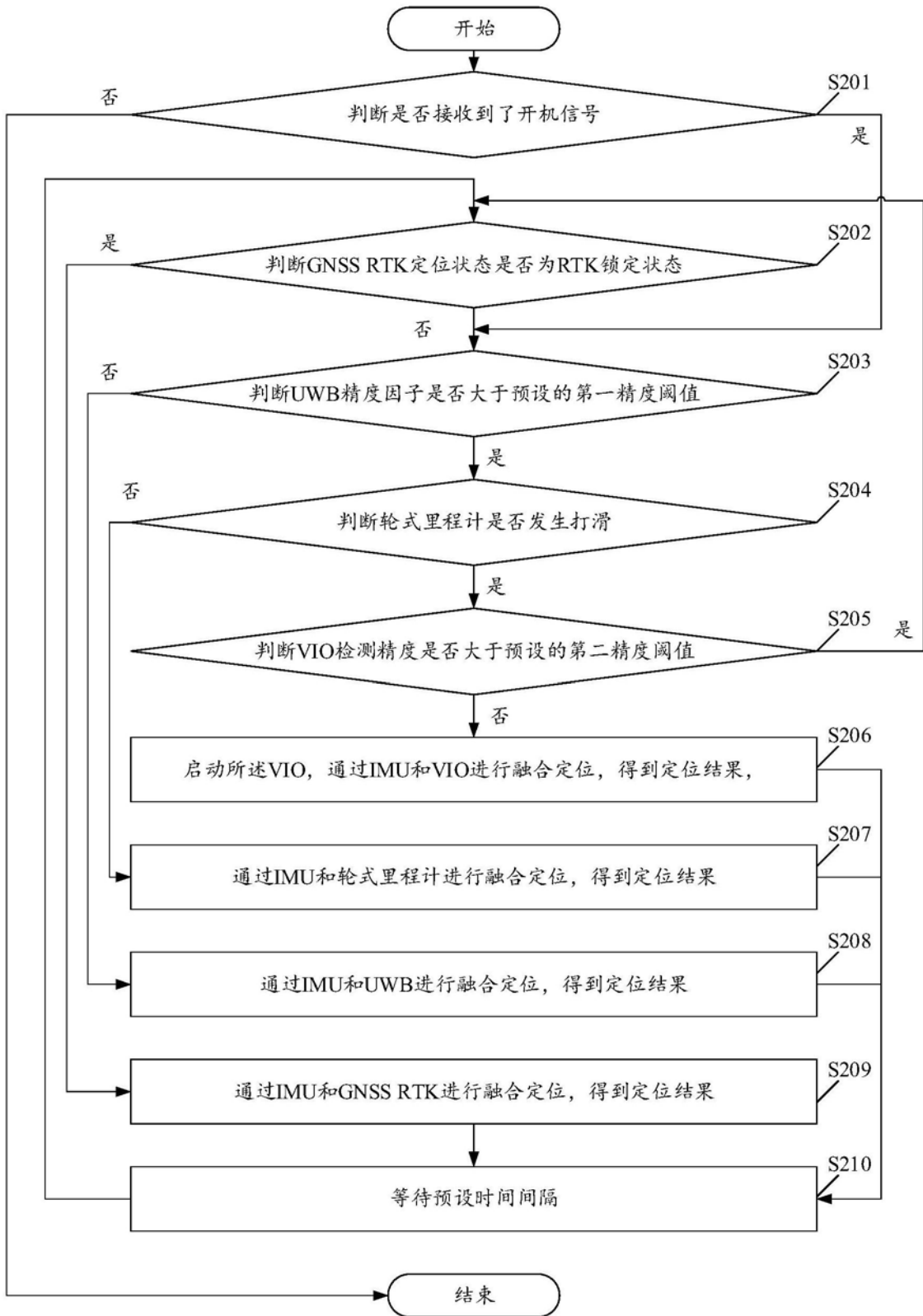


图2

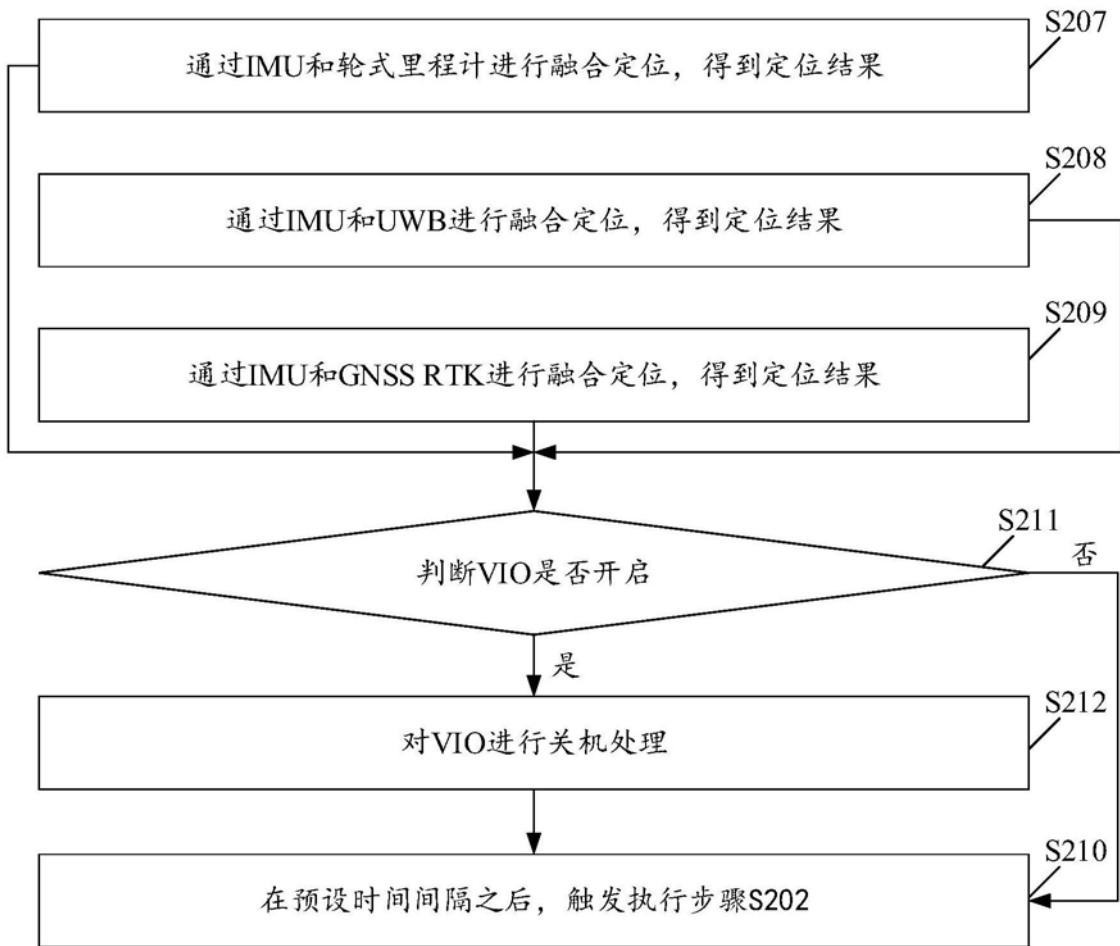


图3

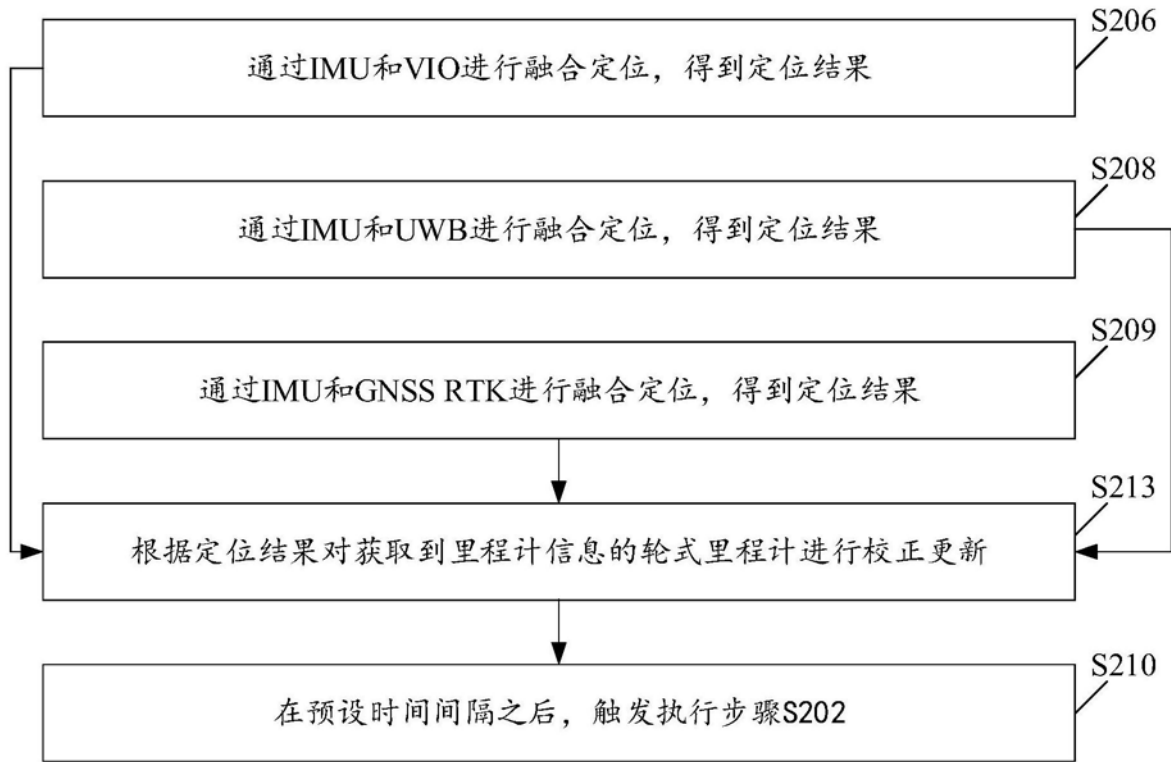


图4

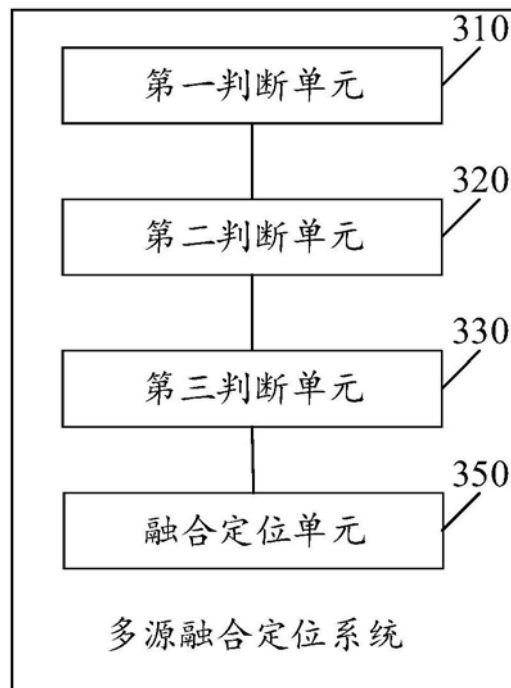


图5

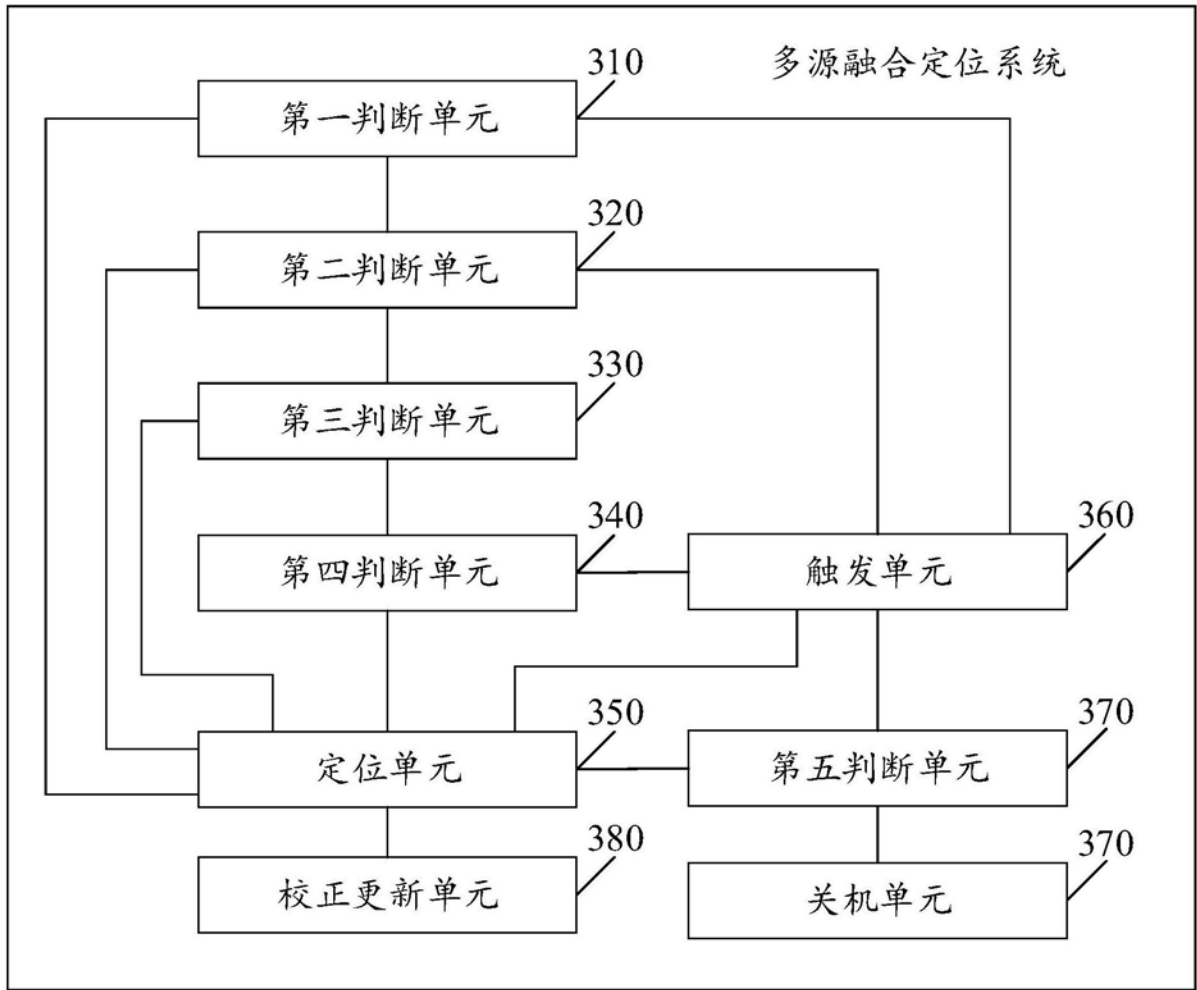


图6

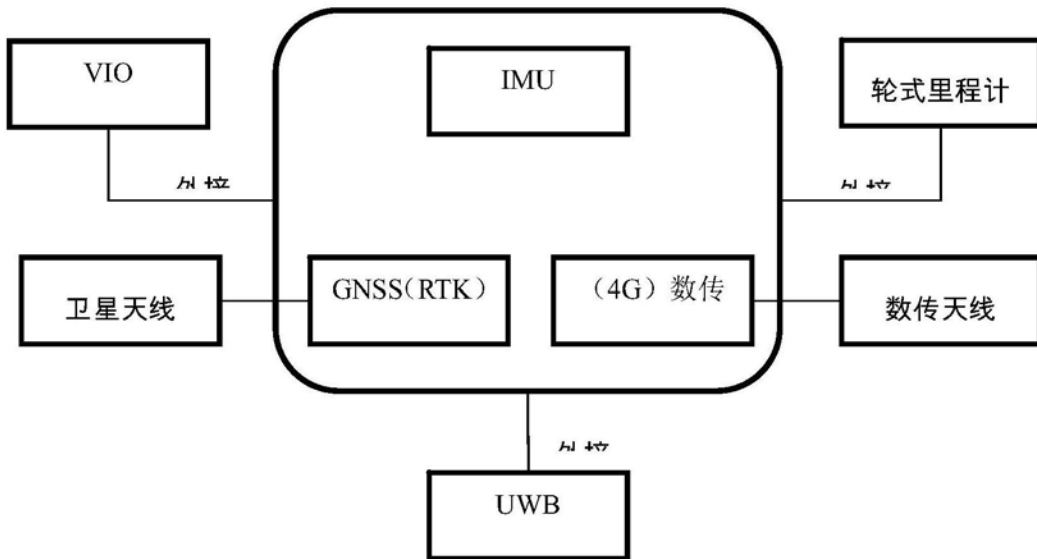


图7

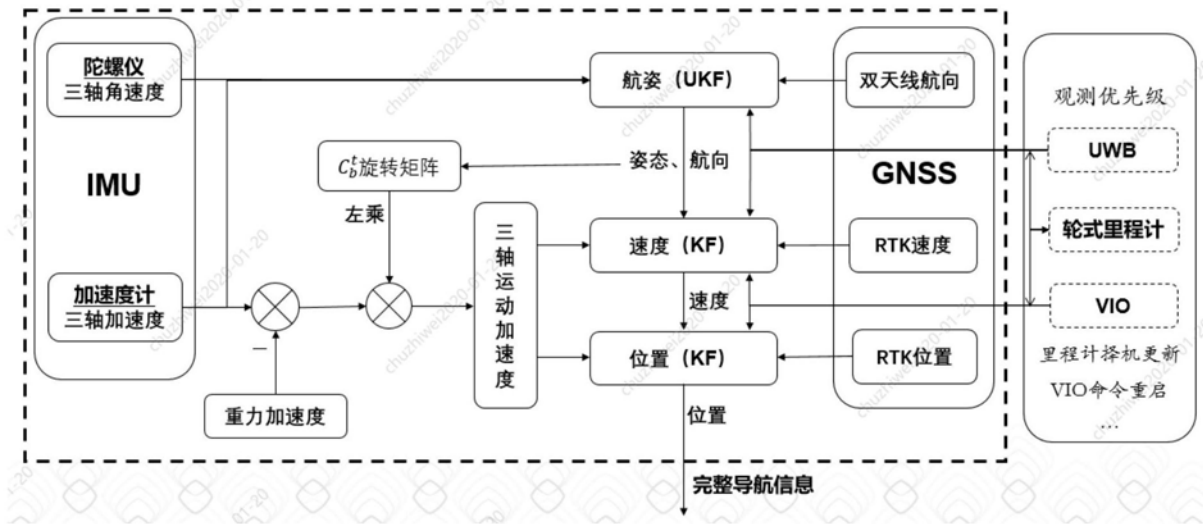


图8

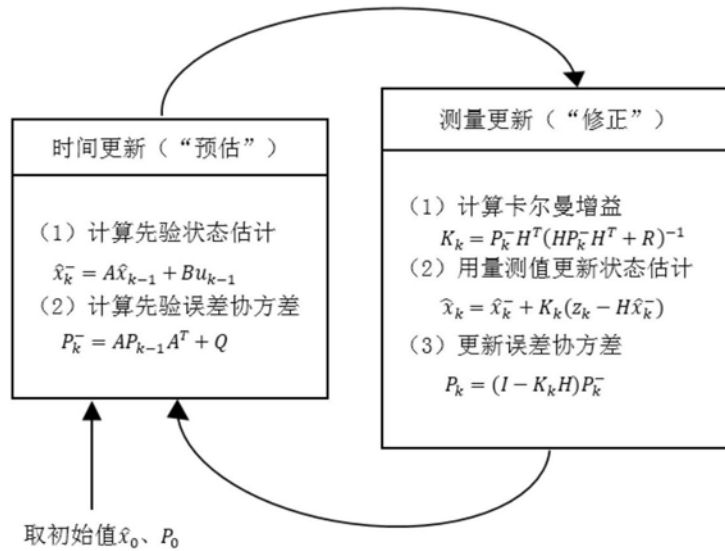


图9

|                 | fusion mode<br>融合模式 | SetNED_flag<br>(是否设置<br>NED原点:<br>RTK锁定且<br>HDOP<1.5时<br>置1) | GNSS_flag<br>(GNSS信号与差;<br>1、RTK锁定状态但<br>未更新 (20Hz);<br>2、RTK锁定且<br>HDOP<1.5) | uwb_flag<br>(UWB:<br>0、无效;<br>1、有效) | wodom_flag<br>(里程计:<br>0、无效;<br>1、有效) | VIO_flag<br>(VIO:<br>0、无效;<br>1、有效) | GNSS/里程计/VIO<br>表征状态                        | 融合结果<br>输出模式                     | Fusion mode适用场景及<br>模式综合利用<br>(默认室外用户需GNSS, 有RTK)  |
|-----------------|---------------------|--|---|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---|----------------------------------|--|
| 0<br>(纯IMU)     | 0                   | 0/1/2  | 0   | 0                                   | 0                                     | 0                                   | 无RTK, 无UWB,<br>无里程计, 无VIO                   | 仅输出姿态;<br>航向、速度、位置均为0。           | 1. 室外刚开机或室内运行;<br>2. 发送VIO启动命令;  |
| 1<br>(IMU/VIO)  | 0                   | 0/1/2  | 0   | 0                                   | 0                                     | 1                                   | 无RTK, 无UWB,<br>无里程计, 有VIO                   | 输出姿态和VIO局部坐标系的<br>航向、速度、位置。      | 1. 室外刚开机或室内运行;   |
| 2<br>(IMU/里程计)  | 0                   | 0/1/2  | 0   | 0                                   | 1                                     | 0/1                                 | 无RTK, 无UWB,<br>有里程计, VIO有/没<br>有            | 输出姿态和里程计局部坐标系的<br>航向、速度、位置。      | 1. 室外刚开机或室内运行;<br>2. 若VIO有效, 则发送关闭命令;<br>3. 若VIO有效, 则发送关闭命令;   |
| 3<br>(IMU/UWB)  | 0                   | 0/1/2  | 1   | 1                                   | 0/1                                   | 0/1                                 | 无RTK, 有UWB,<br>里程计、VIO有/没有                  | 输出姿态和UWB局部坐标系的<br>航向、速度、位置。      | 1. 室外刚开机或室内运行;<br>2. 若VIO有效, 则发送关闭命令;<br>3. 此模式下若为uwb更新时刻, 则用融合结果实时更新轮式<br>里程计 (若有) 的航向、位置;  |
| 4<br>(IMU/GNSS) | 1                   | 2  | 0/1   | 0/1                                 | 0/1                                   | 0/1                                 | RTK锁定时刻, UWB/<br>里程计/VIO可能有,<br>也可能没有       | 输出姿态、地理航向、NED速度、<br>NED/WGS84位置。 | 1. 室内/外开机后, 在室外锁定RTK;<br>2. 若有里程计, 则用融合结果实时更新其航向位置;<br>3. 若VIO有效, 则发送关闭命令;<br>4. UWB坐标转换处理! (记录原点位置和航向差值)                                  |
| 5<br>(IMU/GNSS) | 1                   | 1  | 0/1   | 0/1                                 | 0/1                                   | 0/1                                 | RTK锁定但未更新,<br>UWB/轮式里程计/VIO<br>可能有, 也可能没有   | 输出姿态、地理航向、NED速度、<br>NED/WGS84位置。 | 1. 室外RTK锁定, 20Hz, 此刻未更新;<br>2. UWB/轮式里程计/VIO可能有, 也可能没有;<br>3. 若VIO有效, 则发送关闭命令;   |
| 6<br>(纯IMU)     | 1                   | 0  | 0   | 0                                   | 0                                     | 0                                   | RTK失锁或失锁且未更<br>新状态, 无UWB/轮式<br>里程计/VIO      | 输出姿态、地理航向、NED速度、<br>NED/WGS84位置。 | 1. RTK失锁, 可能进入遮挡或进入室内;<br>2. 发送VIO启动命令, 并在启动时 (启动成功返回标志位,<br>接收成功时刻) 记录当下位置和航向;<br>3. 或考虑IMU/GNSS原/深耦合方法。                                  |
| 7<br>(IMU/VIO)  | 1                   | 0  | 0   | 0                                   | 0                                     | 1                                   | RTK失锁或失锁且未更<br>新状态, 无UWB/里程<br>计, 有VIO      | 输出姿态、地理航向、NED速度、<br>NED/WGS84位置。 | 1. RTK失锁, 可能进入遮挡或进入室内;<br>2. 利用VIO (6中记录信息) 继续输出NED/WGS84坐标。   |
| 8<br>(IMU/里程计)  | 1                   | 0  | 0   | 0                                   | 1                                     | 0/1                                 | RTK失锁或失锁且未更<br>新状态, 无UWB, 有<br>里程计, VIO有/没有 | 输出姿态、地理航向、NED速度、<br>NED/WGS84位置  | 1. RTK失锁, 可能进入遮挡或进入室内;<br>2. 利用里程计 (4或9中更新) 继续输出NED/WGS84坐标;<br>3. 若VIO有效, 则发送关闭命令;  |
| 9<br>(IMU/UWB)  | 1                   | 0  | 1   | 0/1                                 | 0/1                                   | 0/1                                 | RTK失锁或失锁且未更<br>新状态, 有UWB, 里<br>程计、VIO有/没有   | 输出姿态、地理航向、NED速度、<br>NED/WGS84位置  | 1. RTK失锁, 可能进入遮挡或进入室内;<br>2. 利用UWB (4中预处理信息) 继续输出NED/WGS84坐标;<br>3. 此模式下若为uwb更新时刻, 则用融合结果实时更新轮式<br>里程计 (若有) 的航向、位置;<br>4. 若VIO有效, 则发送关闭命令; |

图10

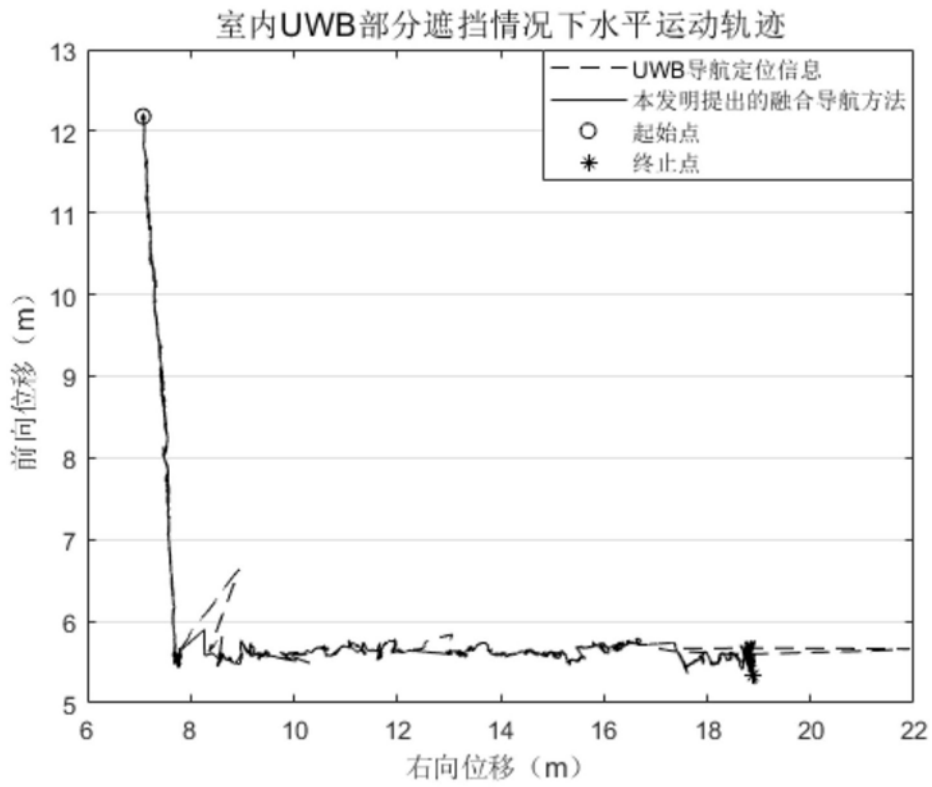


图11

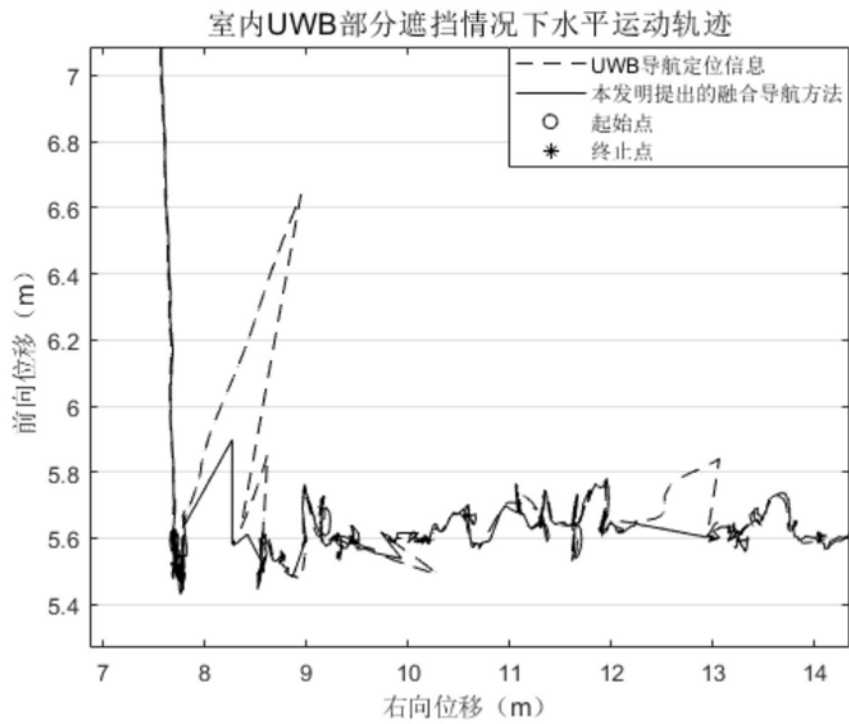


图12



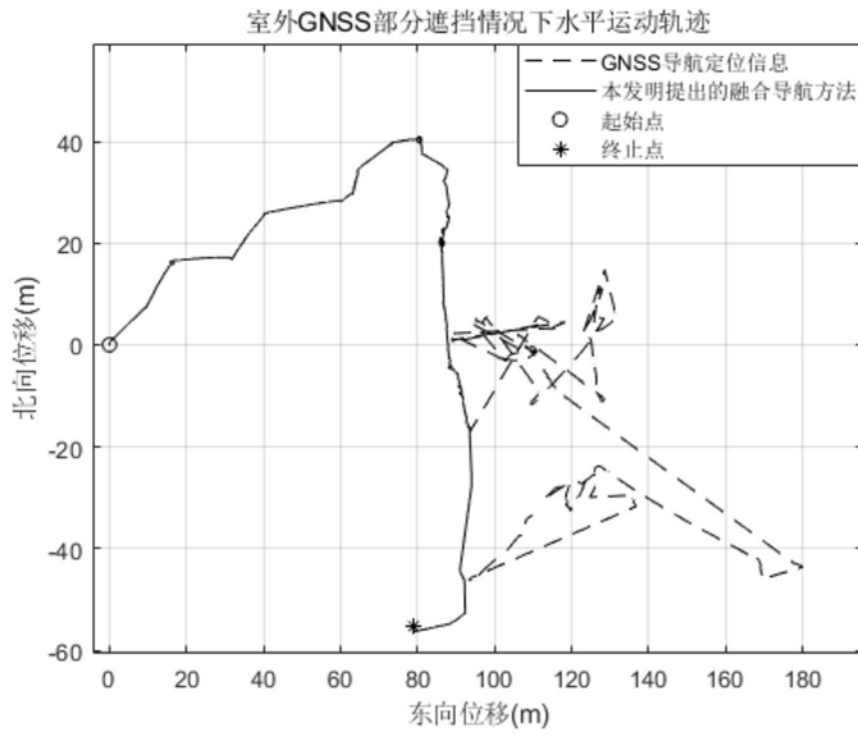


图13