

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 4 日 (04.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/107473 A1

(51) 国际专利分类号:
G05D 1/02 (2006.01)

越秀区先烈中路 80 号汇华商贸大厦 1508 室, Guangdong 510070 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/118768

(22) 国际申请日: 2018 年 11 月 30 日 (30.11.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道 9 号香港科大深圳产学研大楼 6 楼, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 叶长春 (YE, Changchun); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道 9 号香港科大深圳产学研大楼 6 楼, Guangdong 518057 (CN)。周游 (ZHOU, You); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道 9 号香港科大深圳产学研大楼 6 楼, Guangdong 518057 (CN)。苏坤岳 (SU, Kunyue); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道 9 号香港科大深圳产学研大楼 6 楼, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 广州三环专利商标代理有限公司 (SCIHEAD IP LAW FIRM); 中国广东省广州市

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

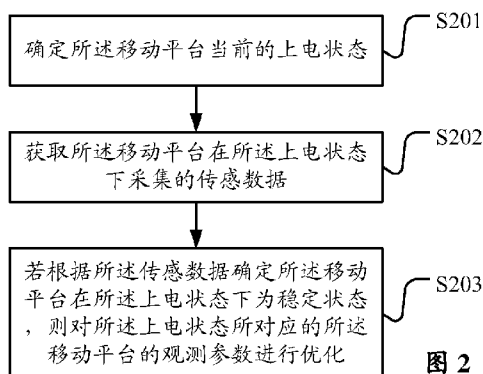
(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第 21 条 (3))。

(54) Title: PARAMETER OPTIMIZATION METHOD AND APPARATUS FOR MOBILE PLATFORM, AND CONTROL DEVICE AND AERIAL VEHICLE

(54) 发明名称: 对移动平台的参数优化方法、装置及控制设备、飞行器



S201 Determine the current power-on state of a mobile platform
S202 Acquire sensed data collected by the mobile platform in the power-on state
S203 If it is determined, according to the sensed data, that the mobile platform is in a stable state when same is in the power-on state, optimize observation parameters of the mobile platform corresponding to the power-on state

图 2

(57) Abstract: Provided are a parameter optimization method and apparatus for a mobile platform, and a control device and an aerial vehicle. The method comprises: determining the current power-on state of a mobile platform (S201); acquiring sensed data collected by the mobile platform in the power-on state (S202); and if it is determined, according to the sensed data, that the mobile platform is in a stable state when same is in the power-on state, optimizing observation parameters of the mobile platform corresponding to the power-on state to correct the observation parameters (S203), wherein the observation parameters are obtained through calculation according to sensed data of an attitude sensor and/or a vision sensor, and the mobile platform comprises multiple power-on states, and in different power-on states, there are different observation parameters corresponding to same. By using the embodiments of the present invention, the accuracy and timeliness of observation parameter optimization can be better ensured, thus facilitating subsequent more secure control over a mobile platform.

(57) 摘要：本发明实施例提供一种对移动平台的参数优化方法、装置及控制设备、飞行器，其中的方法包括：确定移动平台当前的上电状态（S201）；获取移动平台在上电状态下采集的传感数据（S202）；若根据传感数据确定移动平台在上电状态下为稳定状态，则对上电状态所对应的移动平台的观测参数进行优化，以修正观测参数（S203）；其中，观测参数是根据姿态传感器和/或视觉传感器的感测数据计算得到的，移动平台包括多个上电状态，在不同的上电状态下对应有不同的观测参数。采用本发明实施例，可以较好地保证观测参数优化的准确性和及时性，方便后续更加安全地对移动平台进行控制。

对移动平台的参数优化方法、装置及控制设备、飞行器

技术领域

5 本发明实施例涉及电子技术领域，尤其涉及一种对移动平台的参数优化方法、装置及飞行器。

背景技术

10 随着电子技术、自动化技术的不断发展和完善，各类能够自动感知周围环境而进行智能运动控制的移动平台层出不穷，这些移动平台例如为飞行器、智能机器人、自动驾驶汽车等等。

为了实现智能运动控制，在这些移动平台上会设置一些传感器，经由这些传感器来感测移动平台周围的环境以及移动平台自身的数据，以这些数据为依据来完成移动平台的运动控制。例如会设置基于摄像头等装置的视觉传感器、包括加速度计、陀螺仪的 IMU (Inertial measurement unit, 惯性测量单元)、GPS
15 (Global Positioning System, 全球定位系统) 模块等能够进行定位的位置传感器，基于这些传感器感测到的环境图像、移动平台的姿态，速度等参数、移动平台的位置等来实现对移动平台的控制。

目前，无人机、自动驾驶汽车等移动平台主要依赖于 GPS 的定位方式，来对移动平台进行定位，在准确定位的基础上，实现安全控制。为了进一步保证
20 安全性，在实现是还可以引入了依靠计算机视觉算法的视觉感知系统，视觉感知系统可以提供速度、位置等信息的观测，从而实现稳定悬停以及运动规划等控制处理。而如何处理基于视觉感知系统而计算得到的相关参数，以便于更好地对各类移动平台进行自动化、智能化控制成为研究的热点问题。

发明内容

25 本发明实施例提供了一种对移动平台的参数优化方法、装置及飞行器，可有针对性地对不同的观测参数进行优化。

一方面，本发明实施例提供了一种对移动平台的参数优化方法，所述移动平台上设置有视觉感知系统，所述视觉感知系统包括姿态传感器和视觉传感器，
30 所述方法包括：确定所述移动平台当前的上电状态；获取所述移动平台在所述上电状态下采集的传感数据；

若根据所述传感数据确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，则对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化，以修正所述观测参数；

其中，所述观测参数是根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算得到的，所述移动平台包括多个上电状态，在不同的上电状态下对应有不同的观测参数。

另一方面，本发明实施例提供了一种对移动平台的参数优化装置，所述移动平台上设置有视觉感知系统，所述视觉感知系统包括姿态传感器和视觉传感器，所述装置包括：确定模块，用于确定所述移动平台当前的上电状态；获取模块，用于获取所述移动平台在所述上电状态下采集的传感数据；优化模块，用于若根据所述传感数据确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，则对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化，以修正所述观测参数；其中，所述观测参数是根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算得到的，所述移动平台包括多个上电状态，在不同的上电状态下对应有不同的观测参数。

另一方面，本发明实施例提供了一种控制设备，所述控制设备用于对移动平台进行参数优化，所述控制设备与移动平台的视觉感知系统相连，所述视觉感知系统包括姿态传感器和视觉传感器，所述控制设备包括：通信接口和处理器；所述通信接口，用于与视觉感知系统相连；所述处理器，用于获取所述移动平台在所述上电状态下采集的传感数据；若根据所述传感数据确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，则对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化，以修正所述观测参数；其中，所述观测参数是根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算得到的，所述移动平台包括多个上电状态，在不同的上电状态下对应有不同的观测参数。

另一方面，本发明实施例提供了一种飞行器，所述飞行器包括：视觉感知系统、控制器、动力组件，其中，所述视觉感知系统包括姿态传感器和视觉传感器；

所述控制器，用于根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算得到观测参数，并且用于确定所述移动平台当前的上电状态；获取所述移动平台在所述上电状态下采集的传感数据；若根据所述传感数据确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，则对所述上电状态所对应的所述移动平台的

观测参数进行优化，以修正所述观测参数；其中，所述观测参数是根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算得到的，所述移动平台包括多个上电状态，在不同的上电状态下对应有不同的观测参数，并用于基于修正后的观测参数对所述动力组件进行控制，以控制所述飞行器运动。

- 5 本发明实施例能够对移动平台定义不同的上电状态，并在不同的上电状态下有针对性地对不同的基于视觉感知系统的感测数据得到的观测数据进行优化，可以较好地保证观测参数优化的准确性和及时性，方便后续更加安全地对移动平台进行控制。

10 附图说明

- 图 1 是本发明实施例的一种飞行器的结构示意图；
图 2 是本发明实施例的一种对移动平台的参数优化方法的流程示意图；
图 3a 是本发明实施例的基于视觉定位算法计算相关感测数据的示意图；
图 3b 是本发明实施例的基于视觉定位算法计算相关感测数据的示意图；
15 图 4 是本发明实施例的一种对移动平台的参数优化装置的结构示意图；
图 5 是本发明实施例的一种控制设备的结构示意图。

具体实施方式

- 在本发明实施例中，移动平台的运动主要是结合位置传感器的定位数据和
20 视觉感知系统的观测数据，来对移动平台进行自动化控制。位置传感器例如可以是常见的 GPS 定位传感器，也可以为能够定位经纬度坐标的其他传感器，例如北斗定位传感器、伽利略定位传感器等等。而本发明实施例的视觉感知系统则主要包括姿态传感器和视觉传感器，所述姿态传感器包括加速度计和陀螺仪，例如可以为一个 IMU 模块，所述视觉传感器则主要基于双目摄像头构建得到。

- 25 图 1 是以飞行器为例示意了本发明实施例的移动平台的结构示意图，其中包括 IMU101 和双目视觉传感器 102，IMU101 和双目视觉传感器 102 的感测数据可以发送给飞行器的飞行控制器 103，由飞行控制器 103 进行计算以得到能够用来控制飞行器飞行的数据，例如基于视觉定位算法对 IMU101 和双目视觉传感器 102 的感测数据进行计算得到观测参数，如用于定位的数据。在其他实施
30 例中，可以根据用户的需求以及所处环境的不同，可以在飞行器、智能机器人、自动驾驶汽车等移动平台构建不同结构以及安装方式，以达到对移动平台更为

稳定、安全的控制目的。

在本发明实施例中，请参见图 2，是本发明实施例的一种对移动平台的参数优化方法的流程示意图，该优化方法可以由一个单独的控制设备来实现，该控制设备一方面能够与视觉感知系统相连，以便于对视觉感知系统的相关数据进行计算优化，另一方面能够将最终优化得到的数据输出，以便于更好地对移动平台进行安全控制。当然，所述优化方法也可以由移动平台中的某个功能模块来实现，通过该功能模块来获取视觉感知系统的相关数据，然后直接对移动平台进行安全控制，例如，对于飞行器而言，可以是该飞行器的飞行控制器来执行，对于自动驾驶汽车而言，可以由该自动驾驶汽车的中央控制器来执行。

可以根据移动平台的感测数据和/或移动平台上的部分或者全部的功能部件的传感数据来在 S201 中确定移动平台当前的上电状态，当然，移动平台的上电状态还可以通过其他方式来确定。在一个实施例中，还可以根据设置的对移动平台的控制模式来确定移动平台的上电状态，例如飞行器可以被用户通过遥控器设置的方式设置为按照预设航线自动飞行的飞行模式、停止飞行的悬停模式、降落后的待机模式等等，这些模式在一个实施例中可以基于用户在遥控器上的一次或多次用户操作来实现。在本发明实施例中，可以为移动平台至少定义两个上电状态，从而可以基于不同的上电状态下的安全控制需求，有针对性地对视觉感知系统对应的观测参数进行优化。在本发明实施例中，上电状态可以包括但不限于：运动状态、悬停状态、静置状态。其中，当移动平台为飞行器时，运动状态可以为飞行状态，且悬停状态可以是飞行器悬停于空中的特有状态；静置状态可以被描述为移动平台已经上电后但并未启动电机，而移动平台被放置在水平地面等场地上时的状态，例如，飞行器被上电后，放在地面上随时可以接收飞行指令时的状态。

可以在确定移动平台当前的上电状态的同时或者之后，在 S202 中获取移动平台在上电状态下采集的传感数据。传感数据主要是指在移动平台上的传感器输出的数据来确定的，移动平台的传感器例如可以包括位置传感器、上述的姿态传感器如 IMU，视觉传感器等等。在不同的上电状态下，所需的传感数据不相同。在一个实施例中，在上电状态为运动状态下，所需的传感数据包括：位置传感器的状态参数，状态参数具体可以是速度状态参数、高度状态参数、信号强度参数、速度精度估计指标中的任意一个或者多个。在上电状态为悬停状态下，传感数据包括：基于姿态传感器采集的感测数据计算得到的数据，姿态

传感器包括加速度计和陀螺仪，具体的，传感数据可以包括：基于加速度计的感测数据计算的加速度、基于陀螺仪的感测数据计算的角度、基于加速度计的感测数据计算得到的速度中的任意一个或者多个数据。在上电状态包括静置状态时，传感数据包括：姿态传感器中的陀螺仪的测量值，具体的，传感器数据可以包括：陀螺仪的零轴偏差。

在获取到上电状态下的传感数据后，在 S203 中若根据传感数据确定移动平台在上电状态下为稳定状态，则对上电状态所对应的移动平台的观测参数进行优化，以修正观测参数。

由于移动平台已经处于相应的上电状态了，因此，此时需要优化的观测参数为移动平台在当前上电状态下的观测参数，观测参数是根据姿态传感器和/或视觉传感器的感测数据计算得到。在一个实施例中，视觉感知系统对应的观测参数可以是基于视觉定位算法对姿态传感器（如惯性测量单元）和/或视觉传感器的感测数据进行计算得到。视觉定位算法例如可以是 VO（Visual Odometry，视觉里程计）算法或 VIO（Visual-Inertial Odometry，视觉惯导里程计）算法。

基于视觉与惯导相结合的视觉感知系统最少只需要一个相机（如摄像头）和一个 IMU 就可以完成移动平台的定位功能，这样可以使移动平台在室内等无 GPS 或 GPS 较弱的情况下感知自己相对于环境的位置，进而完成导航等上层应用，扩展了移动平台的使用范围。可以按照是否把视觉传感器感测的图像的图像特征加入到状态向量，将视觉定位算法分为松耦合（loosely-coupled）和紧耦合（tightly-coupled）。

其中，松耦合未把图像特征加入到状态向量中，而是把图像作为一个黑盒子，基于图像独立计算出相机（如视觉传感器）的位姿（位置与姿态），然后才和 IMU 信息进行融合，具体如图 3a 所示。所述的松耦合算法可理解为 VO 算法。

紧耦合是把图像特征加入到状态向量中，并使用两个传感器的原始数据共同估计一组向量，具体如图 3b 所示，其充分使用了姿态传感器（如惯性测量单元）和视觉传感器的感测数据，能达到比较高的定位精度。所述的紧耦合算法可理解为 VIO 算法。

可以理解，在松耦合或紧耦合算法中，也可以融入其它传感器的数据，如 GPS 等位置传感器，具体可以根据需要进行设定。

在本发明实施例，可以选择使用 IMU+视觉传感器，使用 6-DoF（Degrees of freedom，六自由度）的 VIO 算法来计算得到移动平台的观测参数。其中，所述

的六自由度是指 x 轴、y 轴、z 轴的旋转以及 x 轴、y 轴、z 轴方向上的平移。而计算得到的观测参数则可以包括：视觉速度数据、第一角度参数和第二角度参数、姿态传感器中的陀螺仪参数。其中，第一角度参数包括：视觉感知系统预估的北向与真实北向之间的第一夹角，第一夹角是对位置传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的；第二角度参数包括：视觉感知系统预估的水平面与真实水平面之间的第二夹角，第二夹角是对姿态传感器采集的感测数据进行计算得到的。陀螺仪参数包括：姿态传感器中陀螺仪的零轴偏差。

在得到了上述的观测参数后，且根据传感数据确定移动平台在上电状态下为稳定状态，即可在所述 S203 中对观测参数进行优化，以控制移动平台。可以基于对观测参数优化后得到的相关参数，对移动平台当前的位置、姿态等进行修正，以便于得到更为准确的相关视觉定位参数，最终依据这些更为准确的视觉定位参数对移动平台进行安全控制。例如，可以控制如图 1 所述的无人机能够更稳定地飞行、更稳定地悬停。在一个实施例中，对观测参数的优化可以基于卡尔曼滤波器对移动平台的观测参数进行优化。

另外，在优化过程中，针对一些上电状态，例如后续提到的运动状态，可以利用一些参考参数来对观测参数进行优化。具体的，本发明实施例的所述方法包括：获取移动平台在上电状态下的观测参数对应的参考参数；对观测参数进行优化，包括：对参考参数和观测参数之间的差异数据进行优化，得到观测参数的观测补偿数据。所述的参考参数例如可以是基于 GPS 等位置传感器感测到的相对准确的参数，基于这些相对准确的数据来对基于 VIO 等算法计算得到的观测参数进行优化。具体的优化方式可参考下述实施例中，对视觉速度数据和第一角度参数数据等观测参数的优化。

在本发明实施例中，可以在对观测参数进行优化之前，先根据传感数据确定移动平台在上电状态下是否为稳定状态。由此，可以定义一些条件，在传感数据满足条件时，才认为移动平台在当前的上电状态下为稳定状态，且可以开始对观测参数进行优化。基于定义的这些条件来触发优化可以在一定程度上保证不会将本来较优的观测参数进行了错误的优化，或保证不会对观测参数进行不必要的优化。在一个实施例中，在执行 S203 之前，所述方法可以包括：检测所述传感数据是否满足预设优化条件；若传感数据满足预设优化条件，则确定移动平台在上电状态下为稳定状态，以便于执行所述 S203 中对观测参数进行优化的步骤，以控制移动平台的步骤。

下面基于移动平台的不同上电状态，且以移动平台为飞行器为例，对移动平台的相应上电状态下的相应观测参数的优化进行详细说明：

经研究发现，对于单目的 VIO 系统，比如一些飞行器是在飞行器的左右侧面仅设置了单目视觉传感器，或是在高空中双目视觉传感器的图像之间基本没有差别，也退化为单目视觉传感器的情况下，基于 VIO 算法计算得到的观测参数的准确性无法保证。并且，在飞行器匀速运动的时候，姿态传感器 IMU 中的加速度计基本没有观测（因为加速度计测量的是加速度），整个算法退化为 SfM（Structure from motion，运动推断结构算法），基于 VIO 算法计算得到的观测参数的准确性也是无法保证的。例如，经过测试发现，在飞行器以真实速度为 10m/s 匀速运动时，基于 VIO 算法计算得到的观测参数（即观测得到的速度）可能只有真实速度的 0.92 倍，即 9.2m/s。也就是说，基于上述情况，可以选择在运动状态下对观测参数进行优化，以尽量得到更优的观测参数。

在一个实施例中，定义了运动状态作为移动平台上电状态之一，移动平台上还设置了上述提及的 GPS、北斗、伽利略等位置传感器。处于运动状态下，可以选择采用基于位置传感器的观测值来修正视觉感知系统的观测参数，即所采用的观测值可以对应于上述提及的参考参数，基于位置传感器对应的参考参数与观测参数之间的差异数据进行优化，从而得到观测参数的观测补偿数据。基于此，需要保证位置传感器的观测值为相对较为准确的值，在此情况下需要对位置传感器的数据进行相应的评估，判定其是否满足预设优化条件。因此，传感数据包括获取的位置传感器的状态参数，也即通过位置传感器的状态参数来判断位置传感器的感测信号（如定位信号）是否较优，并在感测信号较优的情况下确定传感数据满足预设优化条件。具体的，在运动状态下，位置传感器的状态参数包括：姿态参数、信号强度参数和速度精度估计指标中的一种或多种，对应的，传感数据满足预设优化条件包括：姿态参数满足预设姿态条件、信号强度参数所指示的信号强度大于预设的强度阈值、速度精度估计指标小于预设的指标阈值中的任意一种或多种。只要在运动状态下选择的这些传感数据满足预设优化条件，则可以认为移动平台在运动状态下为稳定状态。

在一个实施例中，姿态参数包括：速度状态参数和/或高度状态参数；对应的，姿态参数满足姿态条件包括：速度状态参数所指示的速度大于预设的速度阈值，和/或高度状态参数所指示的高度大于预设的高度阈值。在一个实施例中，具体可以判断基于位置传感器的感测数据计算得到的水平速度的模长是否大于

3m/s (或者其他速度阈值), 以及高度是否大于 12 米 (或者其他高度阈值, 该高度阈值是根据视觉传感器中的双摄像头的参数确定的, 具体可以基于双摄像头的分辨率、焦距以及双目间距) 来确定是否满足预设优化条件。其中, 速度越大 GPS 等位置传感器的观测质量越高, 可信度也越高, 而同时高空高速运行也是 VIO 算法容易出问题的时段, 因此在速度大于 3m/s、高度大于 12 米时, 可以认为位置传感器的动态性能较好, 基于位置传感器确定的参考参数, 能够最终对 VIO 算法计算得到的观测参数进行优化。同时, 基于 GPS 等位置传感器的姿态参数, 也可以确定飞行器等移动平台处于运动状态。

在一个实施例中, 还可以参考 GPS 等位置传感器的信号强度, 如果信号强度大于预设的信号强度阈值例如 3, 则也可以认为基于 GPS 等位置传感器得到的观测值较为准确, 可以用来对 VIO 算法计算得到的观测参数进行优化。另外, 在参考位置传感器的信号强度时, 还可以进一步参考 GPS 的 DOP (Dilution of precision, 精度因子) 指标, 以此来综合评估位置传感器的观测值是否较优。

在一个实施例中, 还可以参考 GPS 等位置传感器的速度精度估计指标, 如果该速度精度估计指标小于预设的指标阈值例如 20, 则可以认为基于 GPS 等位置传感器得到的观测值较为准确, 可以用来对 VIO 算法计算得到的观测参数进行优化。

在一个实施例中, 在运动状态下对观测参数进行优化可以是对观测参数包括的视觉速度数据进行优化。也就是说, 在运动状态下, 对观测参数进行优化, 包括: 对运动状态下对应的移动平台的视觉速度数据进行优化; 其中, 视觉速度数据是对姿态传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的。基于 VIO 算法计算得到的视觉速度数据 V_{vio} 的具体计算方式可参考现有的方式。

在本发明实施例中, 对视觉速度数据的优化可以是调用预置的卡尔曼滤波器进行的, 主要思路是优化需要修正的速度的尺度残差, 并利用修正后的速度的尺度残差对观测参数 (即视觉速度数据 V_{vio}) 进行补偿。在此思路中所使用的残差公式如下:

$$r = \|V_{GPS}\|_2 - \|V_{vio}\|_2 = \sqrt{v_{GPS,x}^2 + v_{GPS,y}^2} - \sqrt{v_{vio,x}^2 + v_{vio,y}^2} = \begin{bmatrix} J_x & J_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta s_x \\ \delta s_y \end{bmatrix} \quad \text{公式 1;}$$

其中, 两个雅克比矩阵利用如下公式表示:

$$J_x = -\frac{v_{vio,x}}{\sqrt{v_{vio,x}^2 + v_{vio,y}^2}}, \quad J_y = -\frac{v_{vio,y}}{\sqrt{v_{vio,x}^2 + v_{vio,y}^2}} \quad \text{公式 2;}$$

上述公式 1 和公式 2 中, V_{GPS} 表示基于 GPS 的感测数据计算得到的速度, 可以称之为定位速度参数, $V_{GPS, x}$ 和 $V_{GPS, y}$ 分别表示 V_{GPS} 在 GPS 传感器所在的坐标系下的 x 轴和 y 轴上分解的速度, 也可以理解为一种定位速度参数, 该定位速度参数可以认为是上述提及的位置传感器的参考参数, 利用该参考参数(定位速度参数)来对观测参数(视觉速度数据)进行优化。同理, $V_{vio, x}$ 和 $V_{vio, y}$ 分别表示 V_{vio} 在视觉传感器所对应的坐标系(VIO 坐标系)下的 x 轴和 y 轴上分解的速度, δs_x 和 δs_y 是需要卡尔曼滤波器优化得到的数据, δs_x 和 δs_y 分别可以表示为对 V_{vio} 在视觉传感器所对应的坐标系下的 x 轴和 y 轴上的速度进行补偿的速度补偿量。得到速度的尺度残差 r 和两个雅克比矩阵的表达式后, 基于卡尔曼滤波器来优化得到速度补偿量, 以基于该速度补偿量对 $V_{vio, x}$ 和 $V_{vio, y}$ 分别进行补偿优化, 最终完成对 V_{vio} 的优化。

在一个实施例中, 可以采用非线性的误差状态的扩展卡尔曼滤波器(No-linear error state EKF (Extended Kalman Filter, 扩展卡尔曼滤波器))优化得到速度补偿量。具体的, 对于上述提及的公式 1, 具体是将 J_x 和 J_y 、以及 $\sqrt{v_{GPS, x}^2 + v_{GPS, y}^2} - \sqrt{v_{vio, x}^2 + v_{vio, y}^2}$ 作为 No-linear error state EKF 的输入数据, 优化得到的输出数据即为 δs_x 和 δs_y , 在得到速度补偿量 δs_x 和 δs_y 后, 在基于 VIO 算法已经得到的 $V_{vio, x}$ 和 $V_{vio, y}$ 基础上, 加上相应的速度补偿量, 即完成了对视觉速度数据的优化。

在一个实施例中, 在运动状态下对观测参数进行优化主要还可以是对观测参数包括的第一角度参数进行优化, 也就是说, 在运动状态下, 对观测参数进行优化, 包括: 对运动状态下对应的移动平台的第一角度参数进行优化; 其中, 第一角度参数包括: 视觉感知系统预估的北向与真实北向之间的第一夹角, 第一夹角是对位置传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的。例如, 第一角度参数具体可以包括: 基于位置传感器和视觉传感器采集的感测数据计算得到视觉感知系统预估的北向与真实北向(如根据 GPS 的感测数据确定的北向)之间的偏差(如偏航 yaw 角偏差)。基于位置传感器和视觉传感器采集的感测数据计算得到第一角度参数可以采用现有的计算方式计算得到。

在本发明实施例中, 对第一角度参数的优化也可以是调用预置的卡尔曼滤波器进行的, 在优化过程中采用的思路可以包括: 修正视觉感知系统预估的北向与真实北向之间的偏差, 然后将 GPS 等位置传感器所在的坐标系下的速度观测转到 VIO 坐标系下求残差修正速度, 完成修正。其中, 由于 IMU 所在的坐标

系会与 GPS 所在的坐标系对齐, 则间接修正了 VIO 坐标系与 IMU 所在的坐标系之间的偏差。在此思路下的残差公式如下:

$$r = \begin{bmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix} V_{GPS} - V_{VIO} = J_v \delta V - J_\varphi \delta \varphi \quad \text{公式 3;}$$

其中, 两个雅克比矩阵利用如下公式表示:

$$J_v = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad J_\varphi = \begin{bmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -v_y \\ v_x \end{bmatrix} \quad \text{公式 4;}$$

其中, φ 可以定义为: 二维 GPS 坐标系按顺时针转动到 VIO 坐标系的角度。 $\delta\varphi$ 为卡尔曼滤波器需要优化输出的值, 表示第一角度参数的角度补偿量。同样, 在得到残差 r 和雅克比矩阵的表达式后, 即可具体调用预设的卡尔曼滤波器来优化得到相应的角度补偿量, 以对基于视觉感知系统所对应的第一角度参数例如 yaw 角进行补偿优化。在公式 3 中的 δV 是指基于 VIO 计算得到的在 VIO 坐标系下的速度的速度补偿量, 在公式 4 中的 v_x 和 v_y 则表示为基于 VIO 计算得到的速度在 VIO 坐标系的 x 轴和 y 轴上的分解速度。

在一个实施例中, 可以采用非线性的误差状态的扩展卡尔曼滤波器 (No-linear error state EKF) 优化得到第一角度参数的角度补偿量。具体的, 对于上述提及的公式 3, 具体是将 J_v 和 J_φ 、以及

$$\begin{bmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix} V_{GPS} - V_{VIO}$$

作为 No-linear error state EKF 的输入数据, 优化得到的输出数据包括 $\delta\varphi$ 。在得到第一角度参数的角度补偿量 $\delta\varphi$ 后, 在基于 VIO 算法已经得到的 φ 基础上, 加上该第一角度参数的角度补偿量, 即完成了对第一角度参数的优化。

在一个实施例中, 姿态传感器包括陀螺仪, 在对第一角度参数进行优化之前, 还可以进一步检测陀螺仪的当前读数 ω 与陀螺仪当前的零轴偏差之间的差异是否满足预设条件, 例如, 可以检测陀螺仪的当前读数 ω 与陀螺仪当前的零轴偏差之间的模长是否小于预设阈值, 若该模长小于预设阈值, 则说明移动平台当前的姿态较为平稳, 且可以认为其未绕偏航轴发生转动, 那么此时可以对第一角度参数例如 yaw 角进行补偿优化。

通过上述的实施例可以看出, 一方面, 确定出了观测参数中视觉速度参数和第一角度参数容易出现误差的运动状态, 并在运动状态下对基于 VIO 算法计算得到观测参数中的视觉速度数据、第一角度参数进行优化, 使得观测参数的

优化更具针对性；另一方面也对在观测参数优化所需的参考参数进行了筛选，只有在满足条件时位置传感器的感测数据才会被利用来确定参考参数，这样也较好地保证了对观测参数进行优化的准确性。

另外，在一个实施例中，是对 V_{vio} 进行优化还是对第一角度参数进行优化
5 可以根据需要进行选择。可以判断定位速度参数与视觉速度数据之间的差异是否满足预设的差异条件；若是，则触发执行对运动状态下对应的移动平台的视觉速度数据进行优化，在优化时将所述定位速度参数进一步作为参考参数参与对视觉速度数据的优化。如果此时在对第一角度参数进行优化，则可以取消对第一角度参数的优化转而进行对视觉速度数据的优化。也就是说，对视觉速度
10 数据进行优化的优先级高，但是并不是一直修正，当检测到尺度差异大于某一阈值 V_H ，如：定位速度参数的模长与视觉速度数据的模长之间的差值大于预设的阈值 $\|V_{GPS}\| - \|V_{vio}\| > V_H$ ，则可以打断对第一角度参数的优化而对视觉速度数据进行 V_{vio} 优化。

另外，在一个实施例中，为了保证在计算时使用了准确的 V_{GPS} ，避免由于
15 GPS 等位置传感器和姿态传感器 IMU 安装位置不同而带来的杆臂误差，可将计算得到的 GPS 等位置传感器的速度转到 IMU 端上，将转换后的速度作为位置传感器的观测值即 V_{GPS} 。也就是说，传感数据中包括的定位速度参数是根据初始定位速度参数计算得到的，初始定位速度参数是根据位置传感器感测到的定位数据计算得到。其中，根据初始定位速度参数计算得到定位速度参数，包括：
20 根据映射参数对初始定位速度参数进行映射计算，得到位置传感器在姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数；将映射速度参数作为定位速度参数。在一个实施例中，根据映射参数对初始定位速度参数进行映射计算，得到位置传感器在姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数，包括：获取姿态传感器感测得到的角速度参数，并获取姿态传感器与位置传感器之间的坐标系旋转变换矩阵；
25 根据角速度参数、坐标系旋转变换矩阵、以及初始定位速度参数，计算得到位置传感器在姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数。在一个实施例中，具体的转化公式如下：

$$V^{IMU} = V^{GPS} - R_{wi} \left[m_{gyro} \right]_{\times} T_{IG} \quad \text{公式 5;}$$

其中， V^{IMU} 表示转化到 IMU 端的速度，对应于上述的 V_{GPS} ， V^{GPS} 是原始的
30 GPS 端的速度即初始定位速度参数， R_{wi} 是 IMU 所在的坐标系到世界坐标系的旋转变换矩阵， m_{gyro} 为陀螺测量的角速度， $[\]_{\times}$ 是叉乘的矩阵表达， T_{IG} 是指在 IMU

坐标系下，GPS 指向 IMU 的平移向量。

进一步地，在本发明实施例中还可以对 GPS 等位置传感器和 IMU 因为时间不同步带来的误差进行处理。具体可以通过时间戳来同步，初始定位速度参数是在获取到姿态传感器采集的感测数据的预设时长阈值后、对位置传感器感测到的定位数据进行计算得到的。例如，GPS 的观测一般是 500ms，所以 IMU 的值出来后，需要大概 500ms（预设时长阈值）再与 GPS 速度比较。

在一个实施例中，在 VIO 计算过程中，可能会引入一些观测较差或是匹配错误的特征点，但这些特征点并不能完全筛除，且会使 VIO 计算得到的姿态逐渐错误，引起 VIO 坐标系与 IMU 的基准坐标系发生了偏移，由此计算出来的相应观测参数例如上述提及的视觉速度数据作为反馈是不准确的。为了保证 VIO 姿态的稳定性，减少采用错误的特征点或质量较差的特征点用于计算而造成的姿态偏差，可以在 VIO 中加入重力更新，即重力优化，在稳定悬停状态下，可以修正在 VIO 坐标系下预估的水平面与在世界坐标系下的真实水平面之间的水平夹角偏差。

因此，本发明实施例还定义了悬停状态作为移动平台的上电状态之一，悬停状态主要是针对如图 1 所示的无人机之类的移动平台进行定义的，悬停状态是指无人机等移动平台在空中的某个位置停止不动。在悬停状态下，所使用的参考参数主要包括重力加速度即 9.8m/s^2 。通过重力加速度来对在 VIO 坐标系下预估的水平面与在世界坐标系下的真实水平面之间的水平夹角偏差进行优化。

在悬停状态下，传感数据包括：姿态传感器采集的感测数据。姿态传感器例如可以是上述的 IMU，包括加速度计和陀螺仪，而传感数据满足预设优化条件后即可认为移动平台目前处于悬停状态且悬停较为稳定。

重力修正即对观测参数包括的第二角度参数的优化是在稳定悬停的时候进行的，此时的加速度基本为 0，只能测量到朝向地心的重力加速度，所以用重力来修正准确的。获取无人机飞行器是否处于稳定的悬停状态，可以是利用现有的状态量，从飞控获取到相应的悬停状态信号，甚至由用户观测判断飞行器悬停稳定后通过遥控信号发起移动平台处于悬停状态的通知。也可以在判定加速度模长、陀螺仪的模长、以及速度的模长都足够小时，即可说明飞行器稳定悬停了。在一个实施例中，传感数据满足预设优化条件可以包括如下情况中的任意一种或多种：

基于加速度计的感测数据计算的加速度模长小于预设的加速度模长阈值，

具体的表达式可以表示为: $\|m_a - b_a\|_2 < a_{th}$, 其中, m_a 是指根据加速度计的感测数据计算得到的加速度, b_a 是指加速度计的零轴偏差, a_{th} 为加速度模长阈值;

基于陀螺仪的感测数据计算的角度模长小于预设的角度模长阈值, 具体的表达式可以表示为: $\|m_\omega - b_\omega\|_2 < \omega_{th}$, 其中, m_ω 是指根据陀螺仪的感测数据计算得到的角度, b_ω 是指陀螺仪的零轴偏差, ω_{th} 是指角度模长阈值;

基于加速度计的感测数据计算得到的速度模长小于预设的速度模长阈值, 具体的表达式可以表示为: $\|V\|_2 < V_{th}$, 其中, V 是指基于加速度计的感测数据计算得到的速度, V_{th} 是指速度模长阈值。

即只要悬停状态下的这些传感数据满足预设优化条件, 则可以认为移动平台在悬停状态下为稳定状态, 即稳定悬停。

进一步需要说明的是, IMU 数据的更新频率比较高, 例如可以达到 200Hz, 而 VIO 算法的更新速度比较低, 例如仅为 20Hz, 为了保证数据的准确性, 可以调用预置的低通滤波器对姿态传感器采集的感测数据进行滤波; 对滤波后得到的数据进行处理, 得到移动平台在上电状态下的传感数据。即将 IMU 数据做一个低通滤波, 比如二阶巴特沃斯滤波, 截止频率设为 20Hz, 可以滤除高频噪声, 使得传感数据即姿态传感器采集的感测数据更准确。

在悬停状态下进行的重力修正即是对观测参数中包括的第二角度参数的优化, 对观测参数进行优化, 包括: 对悬停状态下对应的移动平台的第二角度参数进行优化; 其中, 第二角度参数包括: 视觉感知系统预估的水平面与由世界坐标系下的真实水平面之间的第二夹角, 第二夹角是对姿态传感器采集的感测数据进行计算得到的。

对第二夹角参数进行优化时所使用的残差公式如下:

$$r = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -g \end{bmatrix} - R_{wi}(m_a - b_a) = J_\theta \delta\theta + J_{b_a} \delta b_a \quad \text{公式 6;}$$

其中, 雅克比矩阵的表达式如下:

$$J_\theta = -R_{wi} [m_a - b_a]_\times, \quad J_{b_a} = -R_{wi} \quad \text{公式 7;}$$

其中, θ 即为: 二维 GPS 位置传感器 (世界坐标系下) 确定的水平面与在 VIO 坐标系下预估的水平面之间的水平面夹角, m_a 为加速度计的测量值, b_a 是加速度计的零轴偏差。 g 是重力加速度, 一般是 9.8m/s^2 。 $\delta\theta$ 为第二角度参数的补偿量, 是需要卡尔曼滤波器进行优化得到。在得到残差 r 以及雅克比矩阵后,

可以调用预设的卡尔曼滤波器得到第二角度参数补偿量，在基于视觉感知系统及 VIO 算法计算得到的第二角度参数的基础上加上该第二角度参数补偿量即完成对观测参数的优化。公式 6 中的 R_{wi} 是 IMU 所在的坐标系到世界坐标系的旋转变换矩阵，而公式 7 中的 $[\]_x$ 是叉乘的矩阵表达。

- 5 在一个实施例中，可以采用非线性的误差状态的扩展卡尔曼滤波器（No-linear error state EKF）优化得到第二角度参数补偿量。具体的，对于上述提及的公式 6，具体是将 J_θ 和 J_{b_a} 、以及

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -g \end{bmatrix} - R_{wi}(m_a - b_a)$$

- 10 作为 No-linear error state EKF 的输入数据，优化得到的输出数据包括 $\delta\theta$ ，在得到第二角度参数的补偿量 $\delta\theta$ 后，基于在基于 VIO 算法已经得到的 θ 基础上，加上第二角度参数的补偿量，即完成了对第二角度参数的优化。

- 15 基于上述实施例的描述，一方面，针对观测参数中第二角度参数容易被估计错误的情况，确定了在悬停状态下基于加速度计的测量值、加速度计的零轴偏差以及重力加速度等参考参数对第二角度参数进行优化，使得所说的第二角度参数能够更加准确地被优化，另一方面，还定义了用来确定处于稳定的悬停状态的确定条件，以便于能够获取准确的相关参考参数而不会被其他数据干扰，也较好地保证了对第二角度参数进行优化的准确性。

- 20 进一步的，经研究发现，移动平台的用户在移动平台上电后，并不是马上控制移动平台运动，例如对于飞行器而言，用户可能会倒提着飞行器到处走动以寻找起飞点，而此过程产生了较大的晃动，且飞行器处于倒立状态，若用户在找到合适起飞点后又立刻控制飞行器起飞，则此时飞行器的姿态估计并未收敛或收敛较慢，基于 VIO 算法就会计算出错误的姿态，造成起飞后悬停不稳定。

- 25 因此，在一个实施例中，定义了静置状态为移动平台的上电状态之一，在静置状态下，对陀螺仪的零轴偏差进行优化的参考参数可以为陀螺仪的当前读数，而由于移动平台静置，则陀螺仪的当前读数理论上为 0。在静置状态下的传感数据包括：姿态传感器中的陀螺仪的测量值，为了加快计算收敛速度，可以对姿态传感器中的陀螺仪的测量值进行优化，具体可以是对姿态传感器中的陀螺仪参数即上述的陀螺仪的零轴偏差 bias 进行优化。陀螺仪的零轴偏差 bias 的修正需要在移动平台静置的时候（具体可以认为是落地且未启动电机），和上述

提及的稳定悬停一样，可以利用现有的状态观测量从飞控获取，或者由用户观测确定处于静置状态后通过遥控器等设备进行通知。

在本发明实例中，也可以做一个判定处理，即判断传感数据满足预设优化条件包括：陀螺仪的零轴偏差的均值的模长小于预设的第一模长阈值，和/或，
5 陀螺仪的零轴偏差的方差的模长小于预设的第二模长阈值。具体的，首先取最近 N 秒（例如 1 秒）内的陀螺仪的观测值即计算得到的陀螺仪的 bias，求取均值 μ 和标准差 σ ，需要满足条件 $\|\mu\|_2 < \mu_T$ ， $\|\sigma\|_2 < \sigma_T$ ， μ_T 为均值阈值可以取 0.05（或其他值）， σ_T 为标准差阈值可以取 0.005（或其他值）来判定，符合条件就
10 认为移动平台处于静置状态，且可认为移动平台在静置状态下为稳定状态，即稳定静置，可以用来更新优化陀螺仪的 bias，否则不优化。

在一个实施例中，对静置状态下对应的移动平台中姿态传感器的陀螺仪参数进行优化的过程中，残差的计算表达式如下：

$$r = m_{\omega} - b_{\omega} = J_{b_{\omega}} \delta b_{\omega} \quad \text{公式 8;}$$

其中，雅克比矩阵的表达式为：

$$J_{b_{\omega}} = I \quad \text{公式 9;}$$

其中， m_{ω} 是指基于陀螺仪的感测数据确定的角度， b_{ω} 是指当前陀螺仪的零轴偏差， I 是指 Identity matrix 单位矩阵。 δb_{ω} 是需要基于卡尔曼滤波器优化得到的值，表示为陀螺仪的零轴偏差的补偿量，将当前计算得到的陀螺仪的 bias 加上该 δb_{ω} 即可完成对姿态传感器中的陀螺仪参数的优化。

20 在一个实施例中，可以采用非线性的误差状态的扩展卡尔曼滤波器（No-linear error state EKF）优化得到陀螺仪的零轴偏差的补偿量。具体的，对于上述提及的公式 8，具体是将 $J_{b_{\omega}}$ 、以及 $m_{\omega} - b_{\omega}$ 作为 No-linear error state EKF 的输入数据，优化得到的输出数据即为 δb_{ω} ，在得到陀螺仪的零轴偏差的补偿量 δb_{ω} 后，在基于 VIO 算法已经得到的 b_{ω} 基础上，加上 δb_{ω} ，即完成了对陀螺仪的零轴
25 偏差的优化。

基于上述实施例的描述，一方面确定了观测参数中陀螺仪的零轴偏差容易出现错误的场景，并且确定了一个静置状态，以便在该静置状态下快速地完成陀螺仪的零轴偏差的优化，另一方面定义了确定移动平台是否为静置状态的条件，能够准确地确定移动平台是否处于静置状态，也进一步较好地保证了对陀
30 螺仪的零轴偏差进行优化的准确性。

本发明实施例能够对移动平台定义不同的上电状态，并在不同的上电状态下有针对性地对不同的基于视觉感知系统的感测数据得到的观测数据进行优化，可以较好地保证观测参数优化的准确性和及时性，方便后续更加安全地对移动平台进行控制。并且从更好地对 VIO 计算的观测数据进行优化的角度出发，

5 选择了在不同的判断条件下的上电状态来对观测参数进行优化，可以保证相应观测参数优化的准确性，使得移动平台能够得到更准确的控制。

再请参见图 4，是本发明实施例的一种对移动平台的参数优化装置的结构示意图；所述装置可以设置在一个单独的控制设备中，也可以设置在移动平台的相应控制模块中，例如对于飞行器而言，可以设置在飞行器的飞行控制器中。

10 在本发明实施例中，所述移动平台上设置有视觉感知系统，所述视觉感知系统包括姿态传感器和视觉传感器，所述装置包括如下模块。

确定模块 401，用于确定所述移动平台当前的上电状态；获取模块 402，用于获取所述移动平台在所述上电状态下采集的传感数据；优化模块 403，用于若根据所述传感数据确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，则对所述

15 上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化，以修正所述观测参数；其中，所述观测参数是根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算得到的，所述移动平台包括多个上电状态，在不同的上电状态下对应有不同的观测参数。

在一个实施例中，在所述获取所述移动平台在所述上电状态下的观测参数

20 之前，所述获取模块 402，还用于检测所述传感数据是否满足预设优化条件；若所述传感数据满足所述预设优化条件，则确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，可以触发所述优化模块 403 对现有的观测参数进行优化。

在一个实施例中，所述上电状态包括运动状态，所述移动平台还包括位置传感器，所述传感数据包括：获取的所述位置传感器的状态参数。

25 在一个实施例中，所述状态参数包括姿态参数、信号强度参数和速度精度估计指标；所述传感数据满足所述预设优化条件包括：所述姿态参数满足预设姿态条件、所述信号强度参数所指示的信号强度大于预设的强度阈值、所述速度精度估计指标小于预设的指标阈值中的任意一种或多种。

在一个实施例中，所述姿态参数包括：速度状态参数和高度状态参数；所述

30 姿态参数满足姿态条件包括：所述速度状态参数所指示的速度大于预设的速度阈值，和/或所述高度状态参数所指示的高度大于预设的高度阈值。

在一个实施例中，所述观测参数包括：视觉速度数据；所述优化模块 403 在用于所述对所述观测参数进行优化时，用于对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化；其中，所述视觉速度数据是对所述姿态传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的。

5 在一个实施例中，所述观测参数包括：第一角度参数；所述优化模块 403 在用于对所述观测参数进行优化时，用于对所述运动状态下对应的所述移动平台的第一角度参数进行优化；其中，所述第一角度参数包括：所述视觉感知系统预估的北向与真实北向之间的第一夹角，所述第一夹角是对所述位置传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的。

10 在一个实施例中，所述传感数据包括：所述移动平台的定位速度参数，所述装置还包括判断模块 404，所述判断模块 404，用于所述对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化之前，判断所述定位速度参数与所述视觉速度数据之间的差异是否满足预设的差异条件；若是，则触发所述优化模块 403 对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化。

15 在一个实施例中，所述定位速度参数与所述视觉速度数据之间的差异满足所述预设的差异条件包括：所述定位速度参数的模长与所述视觉速度数据的模长之间的差值大于预设的阈值。

 在一个实施例中，所述传感数据中包括的定位速度参数是根据初始定位速度参数计算得到的，所述初始定位速度参数是根据所述位置传感器感测到的定位数据计算得到；所述装置还包括计算模块 405，所述计算模块 405，用于根据
20 初始定位速度参数计算得到定位速度参数。在一个实施例中，所述计算模块 405，具体是根据映射参数对所述初始定位速度参数进行映射计算，得到所述位置传感器在所述姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数；将映射速度参数作为定位速度参数。

25 在一个实施例中，所述计算模块 405，在用于根据映射参数对所述初始定位速度参数进行映射计算，得到所述位置传感器在所述姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数时，用于获取所述姿态传感器感测得到的角速度参数，并获取所述姿态传感器与位置传感器之间的坐标系旋转变换矩阵；根据所述角速度参数、坐标系旋转变换矩阵、以及所述初始定位速度参数，计算得到所述位置传
30 感器在所述姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数。

 在一个实施例中，所述初始定位速度参数是在获取到所述姿态传感器采集

的感测数据的预设时长阈值后、对所述位置传感器感测到的定位数据进行计算得到的。

在一个实施例中，所述上电状态包括悬停状态，所述传感数据包括：所述姿态传感器采集的感测数据。

5 在一个实施例中，所述姿态传感器包括加速度计和陀螺仪；所述传感数据满足所述预设优化条件包括：基于所述加速度计的感测数据计算的加速度模长小于预设的加速度模长阈值、基于所述陀螺仪的感测数据计算的角度模长小于预设的角度模长阈值、基于所述加速度计的感测数据计算得到的速度模长小于预设的速度模长阈值中的任意一种或者多种。

10 在一个实施例中，所述获取模块 402，在用于获取所述移动平台在所述上电状态下的传感数据时，用于调用预置的低通滤波器对所述姿态传感器采集的感测数据进行滤波；对滤波后得到的数据进行处理，得到所述移动平台在所述上电状态下的传感数据。

15 在一个实施例中，所述观测参数包括：第二角度参数；所述优化模块 403，在用于对所述观测参数进行优化时，用于对所述悬停状态下对应的所述移动平台的第二角度参数进行优化；其中，所述第二角度参数包括：所述视觉感知系统预估的水平面与真实水平面之间的第二夹角，所述第二夹角是对所述姿态传感器采集的感测数据进行计算得到的。

20 在一个实施例中，所述上电状态包括静置状态，所述传感数据包括：所述姿态传感器中的陀螺仪的测量值。

在一个实施例中，所述传感数据满足所述预设优化条件包括：所述陀螺仪的零轴偏差的均值的模长小于预设的第一模长阈值，和/或，所述陀螺仪的零轴偏差的方差的模长小于预设的第二模长阈值。

25 在一个实施例中，所述观测参数包括：姿态传感器中的陀螺仪参数；所述优化模块 403，在用于对所述观测参数进行优化时，用于对所述静置状态下对应的所述移动平台中姿态传感器的陀螺仪参数进行优化；其中，所述陀螺仪参数包括：所述姿态传感器中陀螺仪的零轴偏差。

30 在一个实施例中，所述获取模块 402 还用于获取所述移动平台在所述上电状态下的所述观测参数对应的参考参数；所述优化模块 403，在用于对所述观测参数进行优化时，用于对所述参考参数和所述观测参数之间的差异数据进行优化，得到所述观测参数的观测补偿数据。

本发明实施例中，所述装置的各个模块的具体实现可参考前述各个实施例中相关内容的描述，在此不赘述。

本发明实施例能够对移动平台定义不同的上电状态，并在不同的上电状态下有针对性地对不同的基于视觉感知系统的感测数据得到的观测数据进行优化，可以较好地保证观测参数优化的准确性和及时性，方便后续更加安全地对移动平台进行控制。并且从更好地对 VIO 计算的观测数据进行优化的角度出发，选择了在不同的判断条件下的上电状态来对观测参数进行优化，可以保证相应观测参数优化的准确性，使得移动平台能够得到更准确的控制。

再请参见图 5，是本发明实施例的一种控制设备的结构示意图，本发明实施例的所述控制设备可以根据需要设置在移动平台中，用于对移动平台的数据进行优化。所述控制设备也可以作为一个外部设备与所述移动平台相连，用于接收所述移动平台的相关数据并对移动平台的数据进行优化。而所述移动平台可以为诸如飞行器、自动驾驶汽车等，所述控制设备与移动平台的视觉感知系统相连，所述视觉感知系统包括姿态传感器和视觉传感器。在本发明实施例中，所述控制设备包括通信接口 501 和处理器 502，并且，所述控制设备还可以包括电源模块、用于与用户实现人机交互的用户接口等功能部件。

所述处理器 502 可以是中央处理器（central processing unit, CPU）。所述处理器 502 还可以进一步包括硬件芯片。上述硬件芯片可以是专用集成电路（application-specific integrated circuit, ASIC），可编程逻辑器件（programmable logic device, PLD）等。上述 PLD 可以是现场可编程逻辑门阵列（field-programmable gate array, FPGA），通用阵列逻辑（generic array logic, GAL）等。

在一个实施例中，所述控制设备还可以设置存储装置 503 与所述处理器 502 配合，所述存储装置 503 可以包括易失性存储器（volatile memory），例如随机存取存储器（random-access memory, RAM）；存储装置 503 也可以包括非易失性存储器（non-volatile memory），例如快闪存储器（flash memory），固态硬盘（solid-state drive, SSD）等；存储装置 503 还可以包括上述种类的存储器的组合。所述处理器 502 可以调用所述存储装置 503 中存储的程序指令，用于实现前述实施例中的对移动平台的参数优化方法的各相关内容。

在一个实施例中，所述通信接口 501，用于与视觉感知系统相连，通信接口 501 可以通过有线或者无线的方式与移动平台相连；所述处理器 502，用于确定

所述移动平台当前的上电状态；获取所述移动平台在所述上电状态下采集的传感数据；若根据所述传感数据确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，则对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化，以修正所述观测参数；其中，所述观测参数是根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算得到的，所述移动平台包括多个上电状态，在不同的上电状态下对应有不同的观测参数。

在一个实施例中，所述处理器 502，还用于检测所述传感数据是否满足预设优化条件；若所述传感数据满足所述预设优化条件，则确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，可以对观测参数进行优化。

在一个实施例中，所述上电状态包括运动状态，所述移动平台还包括位置传感器，所述传感数据包括：获取的所述位置传感器的状态参数。

在一个实施例中，所述状态参数包括姿态参数、信号强度参数和速度精度估计指标中的一种或多种；所述传感数据满足所述预设优化条件包括：所述姿态参数满足预设姿态条件、所述信号强度参数所指示的信号强度大于预设的强度阈值、所述速度精度估计指标小于预设的指标阈值中的任意一种或多种。

在一个实施例中，所述姿态参数包括：速度状态参数和/或高度状态参数；所述姿态参数满足姿态条件包括：所述速度状态参数所指示的速度大于预设的速度阈值，和/或所述高度状态参数所指示的高度大于预设的高度阈值。

在一个实施例中，所述观测参数包括：视觉速度数据；所述处理器 502，用于对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化；其中，所述视觉速度数据是对所述姿态传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的。

在一个实施例中，所述观测参数包括：第一角度参数；所述处理器 502，用于对所述运动状态下对应的所述移动平台的第一角度参数进行优化；其中，所述第一角度参数包括：所述视觉感知系统预估的北向与真实北向之间的第一夹角，所述第一夹角是对所述位置传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的。

在一个实施例中，所述传感数据包括：所述移动平台的定位速度参数，所述处理器 502，还用于判断所述定位速度参数与所述视觉速度数据之间的差异是否满足预设的差异条件；并在满足预设的差异条件时对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化。

在一个实施例中，所述定位速度参数与所述视觉速度数据之间的差异满足所述预设的差异条件包括：所述定位速度参数的模长与所述视觉速度数据的模长之间的差值大于预设的阈值。

5 在一个实施例中，所述传感数据中包括的定位速度参数是根据初始定位速度参数计算得到的，所述初始定位速度参数是根据所述位置传感器感测到的定位数据计算得到；所述处理器 502，用于根据映射参数对所述初始定位速度参数进行映射计算，得到所述位置传感器在所述姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数；将映射速度参数作为定位速度参数。

10 在一个实施例中，所述处理器 502，用于获取所述姿态传感器感测得到的角速度参数，并获取所述姿态传感器与位置传感器之间的坐标系旋转变换矩阵；根据所述角速度参数、坐标系旋转变换矩阵、以及所述初始定位速度参数，计算得到所述位置传感器在所述姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数。

15 在一个实施例中，所述初始定位速度参数是在获取到所述姿态传感器采集的感测数据的预设时长阈值后、对所述位置传感器感测到的定位数据进行计算得到的。

在一个实施例中，所述上电状态包括悬停状态，所述传感数据包括：所述姿态传感器采集的感测数据。

20 在一个实施例中，所述姿态传感器包括加速度计和陀螺仪；所述传感数据满足所述预设优化条件包括：基于所述加速度计的感测数据计算的加速度模长小于预设的加速度模长阈值、基于所述陀螺仪的感测数据计算的角度模长小于预设的角度模长阈值、基于所述加速度计的感测数据计算得到的速度模长小于预设的速度模长阈值中的任意一种或者多种。

25 在一个实施例中，所述处理器 502，用于调用预置的低通滤波器对所述姿态传感器采集的感测数据进行滤波；对滤波后得到的数据进行处理，得到所述移动平台在所述上电状态下的传感数据。

在一个实施例中，所述观测参数包括：第二角度参数；所述处理器 502，用于对所述悬停状态下对应的所述移动平台的第二角度参数进行优化；其中，所述第二角度参数包括：所述视觉感知系统预估的水平面与真实水平面之间的第二夹角，所述第二夹角是对所述姿态传感器采集的感测数据进行计算得到的。

30 在一个实施例中，所述上电状态包括静置状态，所述传感数据包括：所述姿态传感器中的陀螺仪的测量值。

在一个实施例中，所述传感数据满足所述预设优化条件包括：所述陀螺仪的零轴偏差的均值的模长小于预设的第一模长阈值，和/或，所述陀螺仪的零轴偏差的方差的模长小于预设的第二模长阈值。

5 在一个实施例中，所述观测参数包括：姿态传感器中的陀螺仪参数；所述观测参数进行优化，包括：对所述静置状态下对应的所述移动平台中姿态传感器的陀螺仪参数进行优化；其中，所述陀螺仪参数包括：所述姿态传感器中陀螺仪的零轴偏差。

10 在一个实施例中，所述处理器 502，还用于获取所述移动平台在所述上电状态下的所述观测参数对应的参考参数；并且，所述处理器 502 对所述观测参数进行优化是指：对所述参考参数和所述观测参数之间的差异数据进行优化，得到所述观测参数的观测补偿数据。

本发明实施例中，所述控制设备的处理器的具体实现可参考前述各个实施例中相关内容的描述，在此不赘述。

15 本发明实施例能够对移动平台定义不同的上电状态，并在不同的上电状态下有针对性地对不同的基于视觉感知系统的感测数据得到的观测数据进行优化，可以较好地保证观测参数优化的准确性和及时性，方便后续更加安全地对移动平台进行控制。并且从更好地对 VIO 计算的观测数据进行优化的角度出发，选择了在不同的判断条件下的上电状态来对观测参数进行优化，可以保证相应观测参数优化的准确性，使得移动平台能够得到更准确的控制。

20 另外，本发明实施例还提供了一种飞行器，该飞行器的一种组成部分可参考图 1 所示。图 1 示出的是一种多旋翼飞行器，该飞行器具体可以是四旋翼飞行器、六旋翼飞行器、八旋翼飞行器等能够通过旋翼带动飞行的飞行器。在其他实施例中，该飞行器也可以为固定翼飞行器等。所述飞行器包括：视觉感知系统 100、控制器 103、动力组件 104，其中，所述视觉感知系统 100 包括姿态传感器 101 和视觉传感器 102。另外，在具体实现时，所述飞行器还包括供电模块，并可以根据需要包括诸如指南针、超声波等传感器，变形机构等结构。

25 所述控制器 103 可以是 CPU。所述控制器 103 还可以进一步包括硬件芯片。上述硬件芯片可以是 ASIC，PLD 等。上述 PLD 可以是 FPGA，GAL 等。在一个实施例中，所述飞行器还可以包括存储装置与所述控制器 103 配合，所述存储装置可以包括易失性存储器（volatile memory），例如 RAM；存储装置也可以包括非易失性存储器（non-volatile memory），例如快闪存储器（flash memory），

SSD 等；存储装置还可以包括上述种类的存储器的组合。所述控制器 103 可以调用所述存储装置中存储的程序指令，用于实现前述实施例中的对移动平台的参数优化方法的各相关内容。

5 在一个实施例中，所述控制器 103，用于根据所述姿态传感器 101 和/或所述视觉传感器 102 的感测数据计算得到观测参数，并且用于确定所述移动平台当前的上电状态；获取所述移动平台在所述上电状态下采集的传感数据；若根据所述传感数据确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，则对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化，以修正所述观测参数；其中，所述观测参数是根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算
10 得到的，所述移动平台包括多个上电状态，在不同的上电状态下对应有不同的观测参数，并用于基于修正后的观测参数对所述动力组件 104 进行控制，以控制所述飞行器运动。

在一个实施例中，所述控制器 103，还用于检测所述传感数据是否满足预设优化条件；若所述传感数据满足所述预设优化条件，则确定所述移动平台在所述
15 上电状态下为稳定状态。

在一个实施例中，所述上电状态包括运动状态，所述移动平台还包括位置传感器，所述传感数据包括：获取的所述位置传感器的状态参数。

在一个实施例中，所述状态参数包括姿态参数、信号强度参数和速度精度估计指标中的一种或多种；所述传感数据满足所述预设优化条件包括：所述姿态参数满足预设姿态条件、所述信号强度参数所指示的信号强度大于预设的强度
20 阈值、所述速度精度估计指标小于预设的指标阈值中的任意一种或多种。

在一个实施例中，所述姿态参数包括：速度状态参数和/或高度状态参数；所述姿态参数满足姿态条件包括：所述速度状态参数所指示的速度大于预设的速度阈值，和/或所述高度状态参数所指示的高度大于预设的高度阈值。

25 在一个实施例中，所述观测参数包括：视觉速度数据；所述控制器 103，用于对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化；其中，所述视觉速度数据是对所述位置传感器和视觉传感器 102 采集的感测数据进行计算得到的。

在一个实施例中，所述观测参数包括：第一角度参数；所述控制器 103，用于对所述运动状态下对应的所述移动平台的第一角度参数进行优化；其中，所述
30 所述第一角度参数包括：所述视觉感知系统 100 预估的北向与真实北向之间的第

一夹角，所述第一夹角是对所述位置传感器和视觉传感器 102 采集的感测数据进行计算得到的。

5 在一个实施例中，所述传感数据包括：所述移动平台的定位速度参数，所述控制器 103，还用于判断所述定位速度参数与所述视觉速度数据之间的差异是否满足预设的差异条件；并在满足预设的差异条件时对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化。

在一个实施例中，所述定位速度参数与所述视觉速度数据之间的差异满足所述预设的差异条件包括：所述定位速度参数的模长与所述视觉速度数据的模长之间的差值大于预设的阈值。

10 在一个实施例中，所述传感数据中包括的定位速度参数是根据初始定位速度参数计算得到的，所述初始定位速度参数是根据所述位置传感器感测到的定位数据计算得到；所述控制器 103，用于根据映射参数对所述初始定位速度参数进行映射计算，得到所述位置传感器在所述姿态传感器 101 所在坐标系下的映射速度参数；将映射速度参数作为定位速度参数。

15 在一个实施例中，所述控制器 103，用于获取所述姿态传感器 101 感测得到的角速度参数，并获取所述姿态传感器 101 与位置传感器之间的坐标系旋转变换矩阵；根据所述角速度参数、坐标系旋转变换矩阵、以及所述初始定位速度参数，计算得到所述位置传感器在所述姿态传感器 101 所在坐标系下的映射速度参数。

20 在一个实施例中，所述初始定位速度参数是在获取到所述姿态传感器 101 采集的感测数据的预设时长阈值后、对所述位置传感器感测到的定位数据进行计算得到的。

在一个实施例中，所述上电状态包括悬停状态，所述传感数据包括：所述姿态传感器 101 采集的感测数据。

25 在一个实施例中，所述姿态传感器 101 包括加速度计和陀螺仪；所述传感数据满足所述预设优化条件包括：基于所述加速度计的感测数据计算的加速度模长小于预设的加速度模长阈值、基于所述陀螺仪的感测数据计算的角度模长小于预设的角度模长阈值、基于所述加速度计的感测数据计算得到的速度模长小于预设的速度模长阈值中的任意一种或者多种。

30 在一个实施例中，所述控制器 103，用于调用预置的低通滤波器对所述姿态传感器 101 采集的感测数据进行滤波；对滤波后得到的数据进行处理，得到所

述移动平台在所述上电状态下的传感数据。

在一个实施例中，所述观测参数包括：第二角度参数；所述控制器 103，用于对所述悬停状态下对应的所述移动平台的第二角度参数进行优化；其中，所述第二角度参数包括：所述视觉感知系统 100 预估的水平面与真实水平面之间的第二夹角，所述第二夹角是对所述姿态传感器 101 采集的感测数据进行计算得到的。

在一个实施例中，所述上电状态包括静置状态，所述传感数据包括：所述姿态传感器 101 中的陀螺仪的测量值。

在一个实施例中，所述传感数据满足所述预设优化条件包括：所述陀螺仪的零轴偏差的均值的模长小于预设的第一模长阈值，和/或，所述陀螺仪的零轴偏差的方差的模长小于预设的第二模长阈值。

在一个实施例中，所述观测参数包括：姿态传感器 101 中的陀螺仪参数；所述对所述观测参数进行优化，包括：对所述静置状态下对应的所述移动平台中姿态传感器 101 的陀螺仪参数进行优化；其中，所述陀螺仪参数包括：所述姿态传感器 101 中陀螺仪的零轴偏差。

在一个实施例中，所述控制器 103，还用于获取所述移动平台在所述上电状态下的所述观测参数对应的参考参数；并且，所述控制器 103 对所述观测参数进行优化是指：对所述参考参数和所述观测参数之间的差异数据进行优化，得到所述观测参数的观测补偿数据。

本发明实施例中，所述飞行器中控制器的具体实现可参考前述各个实施例中相关内容的描述，在此不赘述。

本发明实施例能够对移动平台定义不同的上电状态，并在不同的上电状态下有针对性地对不同的基于视觉感知系统的感测数据得到的观测数据进行优化，可以较好地保证观测参数优化的准确性和及时性，方便后续更加安全地对移动平台进行控制。并且从更好地对 VIO 计算的观测数据进行优化的角度出发，选择了在不同的判断条件下的上电状态来对观测参数进行优化，可以保证相应观测参数优化的准确性，使得移动平台能够得到更准确的控制。

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，所述的程序可存储于一计算机可读存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体（Read-Only Memory，

ROM)或随机存储记忆体(Random Access Memory, RAM)等。

以上所揭露的仅为本发明部分实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

权利要求

1、一种对移动平台的参数优化方法，其特征在于，所述移动平台上设置有视觉感知系统，所述视觉感知系统包括姿态传感器和视觉传感器，所述方法包括：

确定所述移动平台当前的上电状态；

获取所述移动平台在所述上电状态下采集的传感数据；

若根据所述传感数据确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，则对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化，以修正所述观测参数；

其中，所述观测参数是根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算得到的，所述移动平台包括多个上电状态，在不同的上电状态下对应有不同的观测参数。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

检测所述传感数据是否满足预设优化条件；

若所述传感数据满足所述预设优化条件，则确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态。

3、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述上电状态包括运动状态，所述移动平台还包括位置传感器，所述传感数据包括：获取的所述位置传感器的状态参数。

4、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述状态参数包括姿态参数、信号强度参数和速度精度估计指标中的一种或多种；

所述传感数据满足所述预设优化条件包括：所述姿态参数满足预设姿态条件、所述信号强度参数所指示的信号强度大于预设的强度阈值、所述速度精度估计指标小于预设的指标阈值中的任意一种或多种。

5、如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述姿态参数包括：速度状态参数和/或高度状态参数；

所述姿态参数满足姿态条件包括：所述速度状态参数所指示的速度大于预设的速度阈值，和/或所述高度状态参数所指示的高度大于预设的高度阈值。

5 6、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述观测参数包括：视觉速度数据；

所述对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化，包括：对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化；

其中，所述视觉速度数据是对所述姿态传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的。

10

7、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述观测参数包括：第一角度参数；

所述对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化，包括：对所述运动状态下对应的所述移动平台的第一角度参数进行优化；

15

其中，所述第一角度参数包括：所述视觉感知系统预估的北向与真实北向之间的第一夹角，所述第一夹角是对所述位置传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的。

20 8、如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述传感数据包括：所述移动平台的定位速度参数，所述对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化之前，还包括：

判断所述定位速度参数与所述视觉速度数据之间的差异是否满足预设的差异条件；

25 若是，则触发执行所述对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化。

9、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述定位速度参数与所述视觉速度数据之间的差异满足所述预设的差异条件包括：所述定位速度参数的模长与所述视觉速度数据的模长之间的差值大于预设的阈值。

30

10、如权利要求 2-9 任一项所述的方法，其特征在于，所述传感数据中包括

的定位速度参数是根据初始定位速度参数计算得到的，所述初始定位速度参数是根据所述位置传感器感测到的定位数据计算得到；

其中，根据初始定位速度参数计算得到定位速度参数，包括：

- 5 根据映射参数对所述初始定位速度参数进行映射计算，得到所述位置传感器在所述姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数；
将映射速度参数作为定位速度参数。

- 11、如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述根据映射参数对所述初始定位速度参数进行映射计算，得到所述位置传感器在所述姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数，包括：

获取所述姿态传感器感测得到的角速度参数，并获取所述姿态传感器与位置传感器之间的坐标系旋转变换矩阵；

根据所述角速度参数、坐标系旋转变换矩阵、以及所述初始定位速度参数，计算得到所述位置传感器在所述姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数。

- 12、如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述初始定位速度参数是在获取到所述姿态传感器采集的感测数据的预设时长阈值后、对所述位置传感器感测到的定位数据进行计算得到的。

- 13、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述上电状态包括悬停状态，所述传感数据包括：基于所述姿态传感器采集的感测数据计算得到的数据。

14、如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述姿态传感器包括加速度计和陀螺仪；

- 25 所述传感数据满足所述预设优化条件包括：基于所述加速度计的感测数据计算的加速度模长小于预设的加速度模长阈值、基于所述陀螺仪的感测数据计算的角速度模长小于预设的角速度模长阈值、基于所述加速度计的感测数据计算得到的速度模长小于预设的速度模长阈值中的任意一种或者多种。

- 30 15、如权利要求 13 或 14 所述的方法，其特征在于，所述获取所述移动平台在所述上电状态下的传感数据，包括：

调用预置的低通滤波器对所述姿态传感器采集的感测数据进行滤波;

对滤波后得到的数据进行处理,得到所述移动平台在所述上电状态下的传感数据。

5 16、如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述观测参数包括:第二角度参数;

所述对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化,包括:
对所述悬停状态下对应的所述移动平台的第二角度参数进行优化;

10 其中,所述第二角度参数包括:所述视觉感知系统预估的水平面与真实水平面之间的第二夹角,所述第二夹角是对所述姿态传感器采集的感测数据进行计算得到的。

17、如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述上电状态包括静置状态,所述传感数据包括:所述姿态传感器中的陀螺仪的测量值。

15 18、如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,所述传感数据满足所述预设优化条件包括:所述陀螺仪的零轴偏差的均值的模长小于预设的第一模长阈值,和/或,所述陀螺仪的零轴偏差的方差的模长小于预设的第二模长阈值。

20 19、如权利要求 17 或 18 所述的方法,其特征在于,所述观测参数包括:姿态传感器中的陀螺仪参数;

所述对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化,包括:
对所述静置状态下对应的所述移动平台中姿态传感器的陀螺仪参数进行优化;

其中,所述陀螺仪参数包括:所述姿态传感器中陀螺仪的零轴偏差。

25 20、根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
获取所述移动平台在所述上电状态下的所述观测参数对应的参考参数;
所述对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化,包括:
对所述参考参数和所述观测参数之间的差异数据进行优化,得到所述观测
30 参数的观测补偿数据。

21、一种对移动平台的参数优化装置，其特征在于，所述移动平台上设置有视觉感知系统，所述视觉感知系统包括姿态传感器和视觉传感器，所述装置包括：

确定模块，用于确定所述移动平台当前的上电状态；

5 获取模块，用于获取所述移动平台在所述上电状态下采集的传感数据；

优化模块，用于若根据所述传感数据确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，则对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化，以修正所述观测参数；

10 其中，所述观测参数是根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算得到的，所述移动平台包括多个上电状态，在不同的上电状态下对应有不同的观测参数。

22、一种控制设备，其特征在于，所述控制设备用于对移动平台进行参数优化，所述控制设备与移动平台的视觉感知系统相连，所述视觉感知系统包括
15 姿态传感器和视觉传感器，所述控制设备包括：通信接口和处理器；

所述通信接口，用于与视觉感知系统相连；

所述处理器，用于确定所述移动平台当前的上电状态；获取所述移动平台在所述上电状态下采集的传感数据；若根据所述传感数据确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，则对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测
20 参数进行优化，以修正所述观测参数；其中，所述观测参数是根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算得到的，所述移动平台包括多个上电状态，在不同的上电状态下对应有不同的观测参数。

23、根据权利要求 22 所述的控制设备，其特征在于，

25 所述处理器，还用于检测所述传感数据是否满足预设优化条件；若所述传感数据满足所述预设优化条件，则确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态。

24、如权利要求 23 所述的控制设备，其特征在于，所述上电状态包括运动
30 状态，所述移动平台还包括位置传感器，所述传感数据包括：获取的所述位置传感器的状态参数。

25、如权利要求 24 所述的控制设备，其特征在于，所述状态参数包括姿态参数、信号强度参数和速度精度估计指标中的一种或多种；

5 所述传感数据满足所述预设优化条件包括：所述姿态参数满足预设姿态条件、所述信号强度参数所指示的信号强度大于预设的强度阈值、所述速度精度估计指标小于预设的指标阈值中的任意一种或多种。

26、如权利要求 25 所述的控制设备，其特征在于，所述姿态参数包括：速度状态参数和/或高度状态参数；

10 所述姿态参数满足姿态条件包括：所述速度状态参数所指示的速度大于预设的速度阈值，和/或所述高度状态参数所指示的高度大于预设的高度阈值。

27、如权利要求 24 所述的控制设备，其特征在于，所述观测参数包括：视觉速度数据；

15 所述处理器，用于对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化；

其中，所述视觉速度数据是对所述姿态传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的。

20 28、如权利要求 24 所述的控制设备，其特征在于，所述观测参数包括：第一角度参数；

所述处理器，用于对所述运动状态下对应的所述移动平台的第一角度参数进行优化；

25 其中，所述第一角度参数包括：所述视觉感知系统预估的北向与真实北向之间的第一夹角，所述第一夹角是对所述位置传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的。

29、如权利要求 28 所述的控制设备，其特征在于，所述传感数据包括：所述移动平台的定位速度参数，所述处理器，还用于判断所述定位速度参数与所述视觉速度数据之间的差异是否满足预设的差异条件；并在满足预设的差异条件时对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化。

30、如权利要求 29 所述的控制设备，其特征在于，所述定位速度参数与所述视觉速度数据之间的差异满足所述预设的差异条件包括：所述定位速度参数的模长与所述视觉速度数据的模长之间的差值大于预设的阈值。

5

31、如权利要求 23-30 任一项所述的控制设备，其特征在于，所述传感数据中包括的定位速度参数是根据初始定位速度参数计算得到的，所述初始定位速度参数是根据所述位置传感器感测到的定位数据计算得到；

所述处理器，用于根据映射参数对所述初始定位速度参数进行映射计算，
10 得到所述位置传感器在所述姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数；将映射速度参数作为定位速度参数。

32、如权利要求 31 所述的控制设备，其特征在于，所述处理器，用于获取所述姿态传感器感测得到的角速度参数，并获取所述姿态传感器与位置传感器
15 之间的坐标系旋转变换矩阵；根据所述角速度参数、坐标系旋转变换矩阵、以及所述初始定位速度参数，计算得到所述位置传感器在所述姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数。

33、如权利要求 31 所述的控制设备，其特征在于，所述初始定位速度参数
20 是在获取到所述姿态传感器采集的感测数据的预设时长阈值后、对所述位置传感器感测到的定位数据进行计算得到的。

34、如权利要求 23 所述的控制设备，其特征在于，所述上电状态包括悬停状态，所述传感数据包括：所述姿态传感器采集的感测数据。

25

35、如权利要求 34 所述的控制设备，其特征在于，所述姿态传感器包括加速度计和陀螺仪；

所述传感数据满足所述预设优化条件包括：基于所述加速度计的感测数据计算的加速度模长小于预设的加速度模长阈值、基于所述陀螺仪的感测数据计
30 算的角度模长小于预设的角度模长阈值、基于所述加速度计的感测数据计算得到的速度模长小于预设的速度模长阈值中的任意一种或者多种。

36、如权利要求 34 或 35 所述的控制设备，其特征在于，所述处理器，用于调用预置的低通滤波器对所述姿态传感器采集的感测数据进行滤波；对滤波后得到的数据进行处理，得到所述移动平台在所述上电状态下的传感数据。

5

37、如权利要求 34 所述的控制设备，其特征在于，所述观测参数包括：第二角度参数；

所述处理器，用于对所述悬停状态下对应的所述移动平台的第二角度参数进行优化；

10 其中，所述第二角度参数包括：所述视觉感知系统预估的水平面与真实水平面之间的第二夹角，所述第二夹角是对所述姿态传感器采集的感测数据进行计算得到的。

15 38、如权利要求 22 所述的控制设备，其特征在于，所述上电状态包括静置状态，所述传感数据包括：所述姿态传感器中的陀螺仪的测量值。

39、如权利要求 38 所述的控制设备，其特征在于，所述传感数据满足所述预设优化条件包括：所述陀螺仪的零轴偏差的均值的模长小于预设的第一模长阈值，和/或，所述陀螺仪的零轴偏差的方差的模长小于预设的第二模长阈值。

20

40、如权利要求 38 或 39 所述的控制设备，其特征在于，所述观测参数包括：姿态传感器中的陀螺仪参数；

所述对所述观测参数进行优化，包括：对所述静置状态下对应的所述移动平台中姿态传感器的陀螺仪参数进行优化；

25 其中，所述陀螺仪参数包括：所述姿态传感器中陀螺仪的零轴偏差。

41、根据权利要求 22 所述的控制设备，其特征在于，所述处理器，还用于获取所述移动平台在所述上电状态下的所述观测参数对应的参考参数；并且，所述处理器对所述观测参数进行优化是指：对所述参考参数和所述观测参数之间的差异数据进行优化，得到所述观测参数的观测补偿数据。

30

42、一种飞行器，其特征在于，所述飞行器包括：视觉感知系统、控制器、动力组件，其中，所述视觉感知系统包括姿态传感器和视觉传感器；

所述控制器，用于根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算得到观测参数，并且用于确定所述移动平台当前的上电状态；获取所述移动平台在所述上电状态下采集的传感数据；若根据所述传感数据确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态，则对所述上电状态所对应的所述移动平台的观测参数进行优化，以修正所述观测参数；其中，所述观测参数是根据所述姿态传感器和/或所述视觉传感器的感测数据计算得到的，所述移动平台包括多个上电状态，在不同的上电状态下对应有不同的观测参数，并用于基于修正后的观测参数对所述动力组件进行控制，以控制所述飞行器运动。

43、根据权利要求 42 所述的飞行器，其特征在于，

所述控制器，还用于检测所述传感数据是否满足预设优化条件；若所述传感数据满足所述预设优化条件，则确定所述移动平台在所述上电状态下为稳定状态。

44、如权利要求 43 所述的飞行器，其特征在于，所述上电状态包括运动状态，所述移动平台还包括位置传感器，所述传感数据包括：获取的所述位置传感器的状态参数。

45、如权利要求 44 所述的飞行器，其特征在于，所述状态参数包括姿态参数、信号强度参数和速度精度估计指标中的一种或多种；

所述传感数据满足所述预设优化条件包括：所述姿态参数满足预设姿态条件、所述信号强度参数所指示的信号强度大于预设的强度阈值、所述速度精度估计指标小于预设的指标阈值中的任意一种或多种。

46、如权利要求 45 所述的飞行器，其特征在于，所述姿态参数包括：速度状态参数和/或高度状态参数；

所述姿态参数满足姿态条件包括：所述速度状态参数所指示的速度大于预设的速度阈值，和/或所述高度状态参数所指示的高度大于预设的高度阈值。

47、如权利要求 44 所述的飞行器，其特征在于，所述观测参数包括：视觉速度数据；

所述控制器，用于对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化；

5 其中，所述视觉速度数据是对所述姿态传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的。

48、如权利要求 44 所述的飞行器，其特征在于，所述观测参数包括：第一角度参数；

10 所述控制器，用于对所述运动状态下对应的所述移动平台的第一角度参数进行优化；

其中，所述第一角度参数包括：所述视觉感知系统预估的北向与真实北向之间的第一夹角，所述第一夹角是对所述位置传感器和视觉传感器采集的感测数据进行计算得到的。

15 49、如权利要求 48 所述的飞行器，其特征在于，所述传感数据包括：所述移动平台的定位速度参数，所述控制器，还用于判断所述定位速度参数与所述视觉速度数据之间的差异是否满足预设的差异条件；并在满足预设的差异条件时对所述运动状态下对应的所述移动平台的视觉速度数据进行优化。

20 50、如权利要求 49 所述的飞行器，其特征在于，所述定位速度参数与所述视觉速度数据之间的差异满足所述预设的差异条件包括：所述定位速度参数的模长与所述视觉速度数据的模长之间的差值大于预设的阈值。

25 51、如权利要求 43-50 任一项所述的飞行器，其特征在于，所述传感数据中包括的定位速度参数是根据初始定位速度参数计算得到的，所述初始定位速度参数是根据所述位置传感器感测到的定位数据计算得到；

所述控制器，用于根据映射参数对所述初始定位速度参数进行映射计算，得到所述位置传感器在所述姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数；将映射
30 速度参数作为定位速度参数。

52、如权利要求 51 所述的飞行器，其特征在于，所述控制器，用于获取所述姿态传感器感测得到的角速度参数，并获取所述姿态传感器与位置传感器之间的坐标系旋转变换矩阵；根据所述角速度参数、坐标系旋转变换矩阵、以及所述初始定位速度参数，计算得到所述位置传感器在所述姿态传感器所在坐标系下的映射速度参数。

53、如权利要求 51 所述的飞行器，其特征在于，所述初始定位速度参数是在获取到所述姿态传感器采集的感测数据的预设时长阈值后、对所述位置传感器感测到的定位数据进行计算得到的。

54、如权利要求 53 所述的飞行器，其特征在于，所述上电状态包括悬停状态，所述传感数据包括：所述姿态传感器采集的感测数据。

55、如权利要求 54 所述的飞行器，其特征在于，所述姿态传感器包括加速度计和陀螺仪；

所述传感数据满足所述预设优化条件包括：基于所述加速度计的感测数据计算的加速度模长小于预设的加速度模长阈值、基于所述陀螺仪的感测数据计算的角度模长小于预设的角度模长阈值、基于所述加速度计的感测数据计算得到的速度模长小于预设的速度模长阈值中的任意一种或者多种。

56、如权利要求 54 或 55 所述的飞行器，其特征在于，所述控制器，用于调用预置的低通滤波器对所述姿态传感器采集的感测数据进行滤波；对滤波后得到的数据进行处理，得到所述移动平台在所述上电状态下的传感数据。

57、如权利要求 54 所述的飞行器，其特征在于，所述观测参数包括：第二角度参数；

所述控制器，用于对所述悬停状态下对应的所述移动平台的第二角度参数进行优化；

其中，所述第二角度参数包括：所述视觉感知系统预估的水平面与真实水平面之间的第二夹角，所述第二夹角是对所述姿态传感器采集的感测数据进行计算得到的。

58、如权利要求 42 所述的飞行器，其特征在于，所述上电状态包括静置状态，所述传感数据包括：所述姿态传感器中的陀螺仪的测量值。

5 59、如权利要求 58 所述的飞行器，其特征在于，所述传感数据满足所述预设优化条件包括：所述陀螺仪的零轴偏差的均值的模长小于预设的第一模长阈值，和/或，所述陀螺仪的零轴偏差的方差的模长小于预设的第二模长阈值。

60、如权利要求 58 或 59 所述的飞行器，其特征在于，所述观测参数包括：
10 姿态传感器中的陀螺仪参数；

所述对所述观测参数进行优化，包括：对所述静置状态下对应的所述移动平台中姿态传感器的陀螺仪参数进行优化；

其中，所述陀螺仪参数包括：所述姿态传感器中陀螺仪的零轴偏差。

15 61、根据权利要求 42 所述的飞行器，其特征在于，所述控制器，还用于获取所述移动平台在所述上电状态下的所述观测参数对应的参考参数；并且，所述控制器对所述观测参数进行优化是指：对所述参考参数和所述观测参数之间的差异数据进行优化，得到所述观测参数的观测补偿数据。

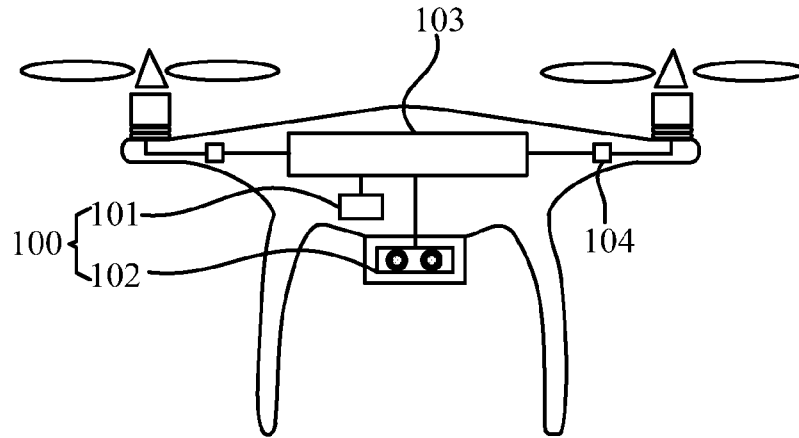


图 1

5

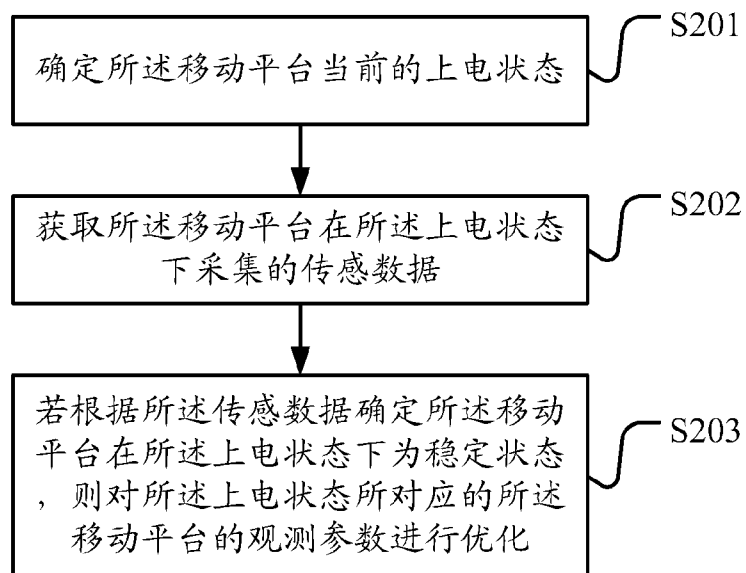


图 2

— 2/3 —

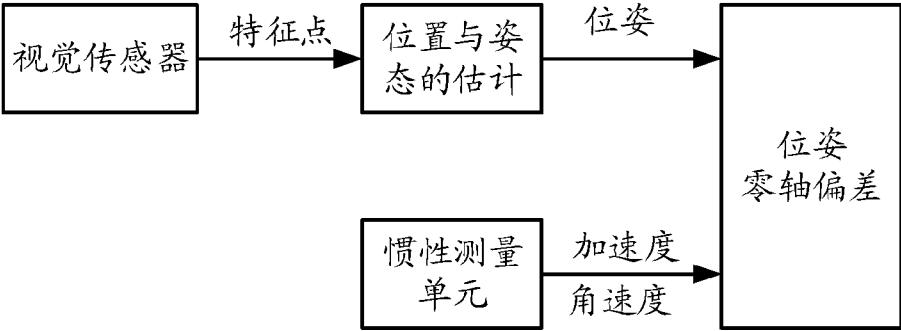


图 3a

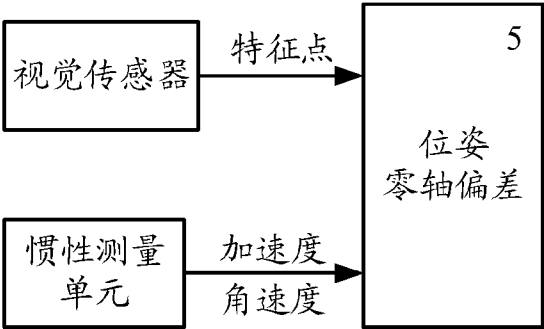


图 3b

10

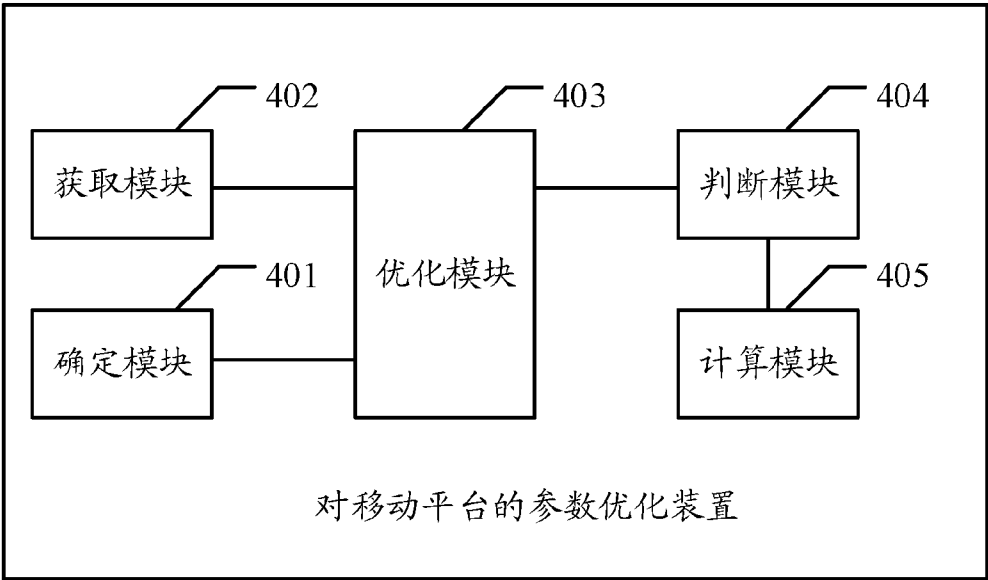
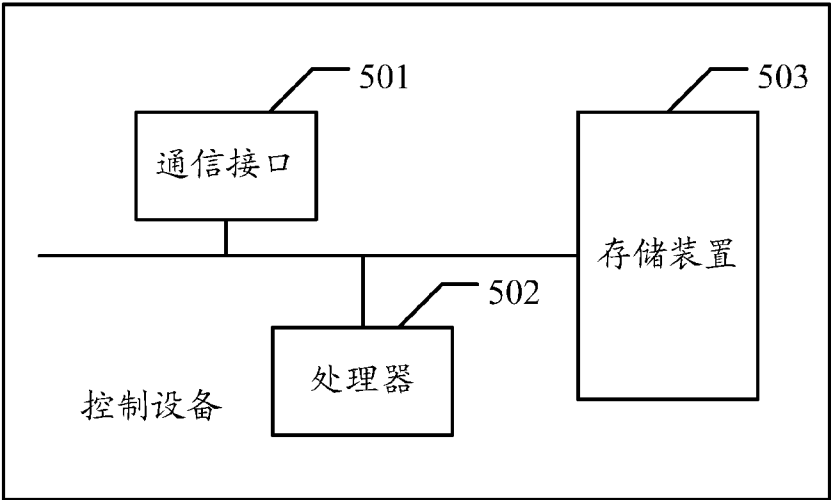


图 4



5

图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/118768

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05D; G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 移动平台, 参数, 优化, 视觉, 传感器, 姿态, 上电, 稳定, 观测, 阈值, drone, parameter, optimization, vision, sensor, posture, stable, observation, threshold, power

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 207908981 U (DONGHAN SOLAR DRONE TECH CO., LTD.) 25 September 2018 (2018-09-25) description, paragraphs [0016]-[0038]	1-61
A	CN 108873928 A (AVIC XIAN FLIGHT AUTOMATIC CONTROL RES INSTITUTE) 23 November 2018 (2018-11-23) entire document	1-61
A	CN 108663067 A (HANGZHOU WEISHENG INTELLIGENT TECH CO., LTD.) 16 October 2018 (2018-10-16) entire document	1-61
A	CN 105425791 A (WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 23 March 2016 (2016-03-23) entire document	1-61



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 April 2019

Date of mailing of the international search report

01 July 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

National Intellectual Property Administration, PRC (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/118768

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	207908981	U	25 September 2018	None	
CN	108873928	A	23 November 2018	None	
CN	108663067	A	16 October 2018	None	
CN	105425791	A	23 March 2016	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/118768

A. 主题的分类 G05D 1/02 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G05D; G06T 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI: 移动平台, 参数, 优化, 视觉, 传感器, 姿态, 上电, 稳定, 观测, 阈值, drone, parameter, optimization, vision, sensor, posture, stable, observation, threshold, power		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 207908981 U (东汉太阳能无人机技术有限公司) 2018年 9月 25日 (2018 - 09 - 25) 说明书第[0016]-[0038]段	1-61
A	CN 108873928 A (中国航空工业集团公司西安飞行自动控制研究所) 2018年 11月 23日 (2018 - 11 - 23) 全文	1-61
A	CN 108663067 A (杭州维圣智能科技有限公司) 2018年 10月 16日 (2018 - 10 - 16) 全文	1-61
A	CN 105425791 A (武汉理工大学) 2016年 3月 23日 (2016 - 03 - 23) 全文	1-61
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2019年 4月 29日		国际检索报告邮寄日期 2019年 7月 1日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 杨盈霄 电话号码 86-(10)-53961572

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/118768

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	207908981	U	2018年 9月 25日	无	
CN	108873928	A	2018年 11月 23日	无	
CN	108663067	A	2018年 10月 16日	无	
CN	105425791	A	2016年 3月 23日	无	