(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
2018 年 11 月 29 日 (29.11.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/214166 A1

(51) 国际专利分类号:
G05D 1/08 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/086196

(22) 国际申请日: 2017 年 5 月 26 日 (26.05.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 广州极飞科技有限公司 (GUANGZHOU XAIRCRAFT TECHNOLOGY CO., LTD) [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区高唐软件园思成路1号3A01号, Guangdong 510000 (CN)。

(72) 发明人: 陈有生 (CHEN, Yousheng); 中国广东省广州市天河区高唐软件园思成路1号3A01号, Guangdong 510000 (CN)。

(74) 代理人: 北京康信知识产权代理有限责任公司 (KANGXIN PARTNERS, P. C.); 中国北京市海淀区知春路甲48号盈都大厦A座16层, Beijing 100098 (CN)。

(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, 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)。

(54) **Title:** METHOD FOR DETERMINING HEADING OF UNMANNED AERIAL VEHICLE AND UNMANNED AERIAL VEHICLE

(54) **发明名称**: 无人机航向确定方法和无人机

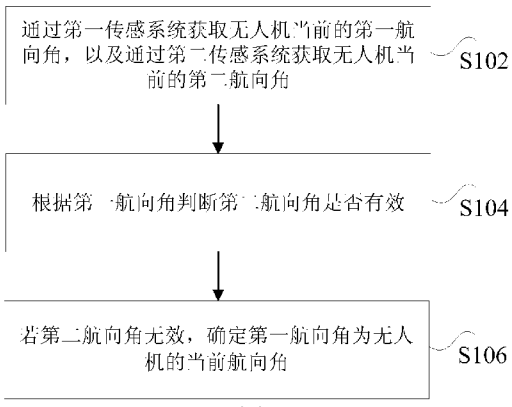


图 1

S102 Acquire a current first heading angle of an unmanned aerial vehicle by means of a first sensing system, and acquire a current second heading angle of the unmanned aerial vehicle by means of a second sensing system

S104 Determine whether the second heading angle is valid according to the first heading angle

S106 If the second heading angle is invalid, determine the first heading angle as the current heading angle of the unmanned aerial vehicle

(57) **Abstract:** A method for determining the heading of an unmanned aerial vehicle and an unmanned aerial vehicle. The method comprises: acquiring a current first heading angle of an unmanned aerial vehicle by means of a first sensing system, and acquiring a current second heading angle of the unmanned aerial vehicle by means of a second sensing system (S102); determining whether the second heading angle is valid according to the first heading angle (S104); and if the second heading angle is invalid, determining the first heading angle as the current heading angle of the unmanned aerial vehicle (S106). The method for determining the heading of an unmanned aerial vehicle and the unmanned aerial vehicle resolve the technical problem in the prior art of, when the heading angle is measured by using an electronic compass or a real-time kinematic method, wrong measured heading of the unmanned aerial vehicle caused by the influence of interference and other factors.

(57) **摘要**: 一种无人机航向确定方法和无人机。其中方法包括：通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角(S102)；根据第一航向角判断第二航向角是否有效(S104)；若第二航向角无效，确定第一航向角为无人机的当前航向角(S106)。无人机航向确定方法和无人机解决了现有技术中由于受到干扰等因素的影响，使得电子罗盘或者实时动态差分法等测量航向角时，导致测得的无人机航向错误的技术问题。

WO 2018/214166 A1

[见续页]

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

无人机航向确定方法和无人机

技术领域

本发明涉及无人机领域，具体而言，涉及一种无人机航向确定方法和无人机。

背景技术

无人机要实现自主导航，必须要能够获得无人机的位置和航向，无人机的位置一般由GPS（全球定位系统，Global Positioning System的缩写）获得，无人机的航向一般由电子罗盘与IMU（Inertial measurement unit，惯性测量单元）融合得到，或者基于双天线RTK（实时动态差分法，Real-time kinematic的缩写）系统测得航向数据。

电子罗盘本身容易受到干扰而造成航向错误，其中，电子罗盘干扰分为两种：一种为无人机突然进入一个强磁场，例如突然靠近一块强磁铁，此时测量得到航向会突然有大的跳变，此种情况容易检测到错误的航向；另外一种情况为缓变错误，例如无人机慢慢接近一座火山或者矿场(火山或矿场周围都带有磁性，存在磁场，越靠近火山口，所带磁性越强)，此情况下基于惯导本身的数据以及电子罗盘的数据很难判断出；在使用双天线RTK测量航向时，在卫星数较少的情况下，测量精度较差，噪声较大，并且当定位数据无法传输至RTK系统时会导致无法测得航向的情况发生。

针对上述现有技术中，由于受到干扰等因素的影响，使得电子罗盘或者实时动态差分法等测量航向角时，导致测得的无人机航向错误的问题，目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

本发明实施例提供了一种无人机航向确定方法和无人机，以至少解决现有技术中，由于受到干扰等因素的影响，使得电子罗盘或者实时动态差分法等测量航向角时，导致测得的无人机航向错误的技术问题。

根据本发明实施例的一个方面，提供了一种无人机航向确定方法，包括：通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角；根据第一航向角判断第二航向角是否有效；若第二航向角无效，确定第

一航向角为无人机的当前航向角。根据本发明实施例的另一方面，还提供了一种存储介质，其特征在于，存储介质包括存储的程序，其中，在程序运行时控制存储介质所在设备执行上述无人机航向确定方法。

根据本发明实施例的另一方面，还提供了一种处理器，处理器用于运行程序，其中，程序运行时执行上述无人机航向确定方法。

根据本发明实施例的另一方面，还提供了一种无人机，包括飞行控制中心，飞行控制中心包括飞行控制器、第一传感系统、第二传感系统和通讯系统；第一传感系统用于获取无人机当前的第一航向角，并将第一航向角信息传输至飞行控制器；第二传感系统用于获取无人机当前的第二航向角，并将第二航向角信息传输至飞行控制器；飞行控制器，包括存储介质，该存储介质用于存储程序，其中程序运行时用于通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角，根据第一航向角判断第二航向角是否有效，并在第二航向角无效时确定第一航向角为无人机的当前航向角；通讯系统用于飞行控制器、第一传感系统、第二传感系统之间的通讯。

在本发明实施例中，通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角；根据第一航向角判断第二航向角是否有效；若第二航向角无效，确定第一航向角为无人机的当前航向角，达到了检测第二传感系统获取得到的第二航向角是否有效以及在第二航向角无效时，使用第一传感系统获取得到的第一航向角替代第二航向角的目的，从而实现了保障无人机航向的准确性，提高无人机的安全性和可靠性，避免无人机发生危险，使无人机能够安全稳定飞行的技术效果，进而解决了现有技术中，由于受到干扰等因素的影响，使得电子罗盘或者实时动态差分法等测量航向角时，导致测得的无人机航向错误的技术问题。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

图 1 是根据本发明实施例的一种无人机航向确定方法的示意图；

图 2 是根据本发明实施例的一种坐标系的示意图；

图 3 是根据本发明实施例的一种可选的无人机航向确定方法的示意图；

图 4 是根据本发明实施例的一种可选的无人机航向确定方法的示意图；

图 5 是根据本发明实施例的一种无人机航向确定装置的示意图；以及

图 6 是根据本发明实施例的一种无人机的示意图。

具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护的范围。

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

实施例 1

根据本发明实施例，提供了一种无人机航向确定方法的方法实施例，需要说明的是，在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行，并且，虽然在流程图中示出了逻辑顺序，但是在某些情况下，可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

图 1 是根据本发明实施例的一种无人机航向确定方法，如图 1 所示，该方法包括如下步骤：

步骤 S102，通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角；

步骤 S104，根据第一航向角判断第二航向角是否有效；

步骤 S106，若第二航向角无效，确定第一航向角为无人机的当前航向角。

在本发明实施例中，通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角；根据第一航向角判断第二航向角是否有效；若第二航向角无效，确定第一航向角为无人机的当前航向角，达到了检测第二传

感系统获取得到的第二航向角是否有效以及在第二航向角无效时，使用第一传感系统获取得到的第一航向角替代第二航向角的目的，从而实现了保障无人机航向的准确性，提高无人机的安全性和可靠性，避免无人机发生危险，使无人机能够安全稳定飞行的技术效果，进而解决了现有技术中，由于受到干扰等因素的影响，使得电子罗盘或者实时动态差分法等测量航向角时，导致测得的无人机航向错误的技术问题。

在一种可选的实施例中，第一传感系统包括视觉定位装置和卫星定位装置；第二传感系统包括实时动态差分装置和/或惯性测量装置。

具体的，卫星定位装置可以是 GPS，实时动态差分装置可以是 RTK 系统，该 RTK 系统可以是双天线 RTK 系统，惯性测量装置可以是电子罗盘、IMU（Inertial measurement unit，惯性测量单元）或电子罗盘与 IMU 的结合。

此处需要说明的是，第一传感系统主要用于获取无人机当前的第一航向角，在第一传感系统包括视觉定位装置和卫星定位装置的情况下，也就是通过视觉定位装置和卫星定位装置来获取无人机当前的第一航向角，但是本发明并不限定使用视觉定位装置和卫星定位装置为唯一获取无人机当前的第一航向角的方式，还可以通过其他装置来获取无人机当前的第一航向角，同理，除了实时动态差分装置和/或惯性测量装置，还可以通过其他装置来获取无人机当前的第二航向角。

在一种可选的实施例中，第一传感系统包括第一航向测量装置和第二航向测量装置，步骤 S102 中通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角的步骤包括：

步骤 S202，通过第一航向测量装置获取无人机在世界坐标系下的速度；以及通过第二航向测量装置获取无人机在机体坐标系下的速度；

步骤 S204，根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第一航向角。

具体的，第一航向测量装置可以对应于上一个实施例中的卫星定位装置，即通过卫星定位的方法获取无人机在世界坐标系下的速度，第二航向测量装置可以对应于上一个实施例中的视觉定位装置，即通过视觉的方法获取无人机在机体坐标系下的速度。

具体的，通过第一航向测量装置获取无人机在世界坐标系下的速度可以包括无人机在世界坐标系中的北向速度和东向速度，通过第二航向测量装置获取无人机在机体坐标系下的速度可以包括无人机在机体坐标系中的 x 轴方向的速度和 y 轴方向的速度。

在一种可选的实施例中，步骤 S204 中根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第一航向角的步骤包括：

步骤 S302，根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第一三角函数值；

步骤 S304，根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第二三角函数值；

步骤 S306，根据第一三角函数值和第二三角函数值确定第一航向角。

具体的，如果第一三角函数值为正弦值，第二三角函数值为余弦值，且无人机在世界坐标系下的速度可以包括无人机在世界坐标系中的北向速度和东向速度，无人机在机体坐标系下的速度可以包括无人机在机体坐标系中的 x 轴方向的速度和 y 轴方向的速度，无人机在世界坐标系下的速度、无人机在机体坐标系下的速度以及第一航向角之间是存在一定关系的，该关系可以表示为如下公式（1）：

$$\begin{cases} V_y = V_n * \cos\theta + V_e * \sin\theta \\ V_x = -V_n * \sin\theta + V_e * \cos\theta \end{cases};$$

结合图 2，W_{NOE}，表示世界坐标系，V_n表示无人机在世界坐标系中的北向速度，V_e表示无人机在世界坐标系中的东向速度，V_x表示无人机在机体坐标系中的 x 轴方向的速度，V_y表示无人机在机体坐标系中的 y 轴方向的速度，θ表示第一航向角，即无人机机体方向与北向之间的夹角，其中，V_n、V_e、V_x、V_y均为已知项，θ为未知项，将上述公式（1）转换后可以得到如下所示的公式（2）：

$$\begin{cases} \cos\theta = \dfrac{V_n * V_y + V_e * V_x}{V_n^2 + V_e^2} \\ \sin\theta = \dfrac{V_e * V_y - V_n * V_x}{V_n^2 + V_e^2} \end{cases}。$$

在一种可选的实施例中，步骤 S306 中根据第一三角函数值和第二三角函数值确定第一航向角的步骤包括：

步骤 S402，判断第一三角函数值和第二三角函数值是否有效；

步骤 S404，若第一三角函数值和第二三角函数值有效，根据第一三角函数值计算获得第一角度，根据第二三角函数值计算获得第二角度；

步骤 S406，根据第一角度和第二角度的预设权值计算第一角度和第二角度的加权平均值，并确定加权平均值为第一航向角。

具体的，在第一三角函数值和第二三角函数值有效时，理想状况下根据第一三角函数值计算获得的第一角度与根据第二三角函数值计算获得的第二角度应该是相等的，均可以作为第一航向角，但是由于实际测量中无人机在世界坐标系下的速度、无人机

在机体坐标系下的速度都存在噪声，因此根据第一三角函数值计算获得的第一角度与根据第二三角函数值计算获得的第二角度并不相等，在求取第一航向角时，为了使第一航向角的计算结果更加准确，本实施例中预设了第一角度和第二角度对应的权值，将第一角度和第二角度的加权平均值作为第一航向角。此处需要说明的是，第一角度和第二角度各自对应的预设权值可以根据实际情况自定义设置。

可选的，如果第一三角函数值为正弦值，第二三角函数值为余弦值，且无人机在世界坐标系下的速度可以包括无人机在世界坐标系中的北向速度和东向速度，无人机在机体坐标系下的速度可以包括无人机在机体坐标系中的 x 轴方向的速度和 y 轴方向的速度，可以将上述公式（2）进一步转换为如下公式（3）：

$$\begin{cases} \cos\theta' = \dfrac{V_n * V_y + V_e * V_x}{V_n^2 + V_e^2} \\ \sin\theta'' = \dfrac{V_e * V_y - V_n * V_x}{V_n^2 + V_e^2} \end{cases};$$

上述公式（3）中，θ'表示第二角度，θ''表示第一角度，通过求取反正弦、反余弦即可求得对应的θ'和θ''，当第一角度和第二角度的预设权值均为 50%时，即将第一角度和第二角度的均值确定为第一航向角，则求取第一航向角θ的公式如下：

$$\theta = (\arccos\theta' + \arcsin\theta'')/2$$。

在一种可选的实施例中，步骤 S402 中判断第一三角函数值和第二三角函数值是否有效的步骤包括：

步骤 S502，获取第一三角函数值的第一反三角函数值，以及获取第二三角函数值的第二反三角函数值；

步骤 S504，计算第一反三角函数值与第二反三角函数值的差值；

步骤 S506，判断差值的绝对值是否小于预设角度；

步骤 S508，若绝对值小于预设角度，确定第一三角函数值和第二三角函数值有效。

此处需要说明的是，预设角度可以根据实际情况自定义设置。

在一种可选的实施例中，第一三角函数值为正弦值，第二三角函数值为余弦值。

在一种可选的实施例中，步骤 S402 中判断第一三角函数值和第二三角函数值是否有效的步骤包括：

步骤 S602，判断第一三角函数值与第二三角函数值的平方和是否在预设范围；

步骤 S604，若平方和在预设范围，确定第一三角函数值和第二三角函数值有效。

具体的，如果第一三角函数值和第二三角函数值有效，由第一三角函数值和第二三角函数值得出的第一航向角才能够保证有效，在第二航向角无效的情况下替代第二航向角，保证无人机能够稳定飞行。

具体的，如果第一三角函数值为正弦值，第二三角函数值为余弦值，且无人机在世界坐标系下的速度可以包括无人机在世界坐标系中的北向速度和东向速度，无人机在机体坐标系下的速度可以包括无人机在机体坐标系中的 x 轴方向的速度和 y 轴方向的速度，根据上述公式（3），可以预设一个性能函数公式，通过该性能函数公式来判断第一三角函数值和第二三角函数值是否有效，可选的，性能函数公式可以为正弦值和余弦值的平方和，即可以为如下公式：

$$f = \sin^2\theta'' + \cos^2\theta' ;$$

其中，f 表示性能函数值，具体的，可以通过 f 的大小来判定第一航向角的准确性，f 越接近于 1 则说明第一三角函数值和第二三角函数值有效，第一航向角越准确，由于存在速度噪声，可选的，可以将预设范围设置在 0.9-1.1 之间，第一三角函数值与第二三角函数值的平方和处于该范围内时，都可以认为由第一三角函数值和第二三角函数值确定的第一航向角是准确的。此处需要说明的是，该预设范围可以根据实际情况自定义设置。

在一种可选的实施例中，确定方法还包括如下后续步骤：步骤 S108，若第二航向角有效，根据第一航向角和第二航向角的预设权值计算第一航向角和第二航向角的加权平均值，并确定该加权平均值为无人机的当前航向角。

具体的，在第二航向角有效时，可以使用第一航向角作为无人机的当前航向角，也可以使用第二航向角作为无人机的当前航向角，但是为了提高无人机的当前航向角的准确度，可以预先设置第一航向角和第二航向角的权值，将第一航向角和第二航向角的加权平均值作为无人机的当前航向角。此处需要说明的是，第一航向角和第二航向角各自对应的预设权值可以根据实际情况自定义设置。

在一种可选的实施例中，步骤 S104 中根据第一航向角判断第二航向角是否有效的步骤包括：

步骤 S702，根据第一航向角和第二航向角的夹角确定第二航向角是否发生错误；

步骤 S704，若第二航向角发生错误，则确定第二航向角无效。

在一种可选的实施例中，步骤 S702 中根据第一航向角和第二航向角的夹角确定第二航向角是否发生错误的步骤包括：

步骤 S802，判断第一航向角和第二航向角的夹角是否大于预设阈值；

步骤 S804，若第一航向角和第二航向角的夹角大于预设阈值，确定第二航向角发生错误。

此处需要说明的是，预设阈值可以根据实际情况自定义设置，例如，预设阈值可以设置为 5 度、10 度等，如果第一航向角和第二航向角的夹角大于预设阈值，则说明第二航向角发生错误，无人机当前航向异常，如果第一航向角和第二航向角的夹角小于或等于预设阈值，则说明第二航向角无误，无人机当前航向正常。

在一种可选的实施例中，步骤 S702 中根据第一航向角和第二航向角的夹角确定第二航向角是否发生错误的步骤包括：

步骤 S902，在预设时间段内，判断第一航向角和第二航向角的夹角是否持续大于预设阈值；

步骤 S904，若第一航向角和第二航向角的夹角持续大于预设阈值，确定第二航向角发生错误。

具体的，在预设时间段内，如果第一航向角和第二航向角的夹角持续大于预设阈值，则说明第二航向角发生错误，无人机当前航向异常，如果第一航向角和第二航向角的夹角持续小于或等于预设阈值，则说明第二航向角无误，无人机当前航向正常。此处需要说明的是，预设时间段可以根据实际情况自定义设置，例如，可以设置为 2 秒。

在一种可选的实施例中，步骤 S102 中获取无人机当前的第一航向角的步骤包括：步骤 S1002，以预设频率获取无人机当前的第一航向角。

此处需要说明的是，预设频率可以根据实际情况自定义设置。

在一种具体的实施例中，如图 3 所示，可以通过第一航向测量装置获取无人机在世界坐标系下的速度，具体可以包括无人机在世界坐标系下无人机的北向和东向速度，然后通过第二航向测量装置获取无人机在机体坐标系下的速度，具体可以为无人机在机体坐标系 x 轴和 y 轴方向的速度，然后根据无人机在世界坐标系下的速度、在机体坐标系下的速度与第一航向角之间的关系，根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下

的速度确定第一航向角，并根据性能函数公式来判断第一航向角的准确度，如果根据性能函数公式得到的值在预设时间都处于 0.9-1.1 之间，则说明计算得到的第一航向角是准确无误的，之后如图 4 所示，根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第一航向角后，可以计算第一航向角与通过包括实时动态差分装置和/或惯性测量装置的第二传感系统获取得到的第二航向角的夹角，并判断夹角是否大于某个阈值 V1，如 5 度，如果是，则说明第一航向角错误，此时使用第一航向角代替第二航向角，如果否，则说明当前检测到的第一航向角无误，可以返回根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第一航向角的步骤，继续进行两种方式计算出来的航向角夹角的计算和判断步骤。

实施例 2

根据本发明实施例，提供了一种无人机航向确定装置的产品实施例，图 5 是根据本发明实施例的无人机航向确定装置，如图 5 所示，该装置包括第一获取模块、第一判断模块和第一确定模块，其中，第一获取模块，用于通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角；第一判断模块，用于根据第一航向角判断第二航向角是否有效；第一确定模块，用于在第二航向角无效时，确定第一航向角为无人机的当前航向角。

在本发明实施例中，第一获取模块通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角；第一判断模块根据第一航向角判断第二航向角是否有效；若第二航向角无效，第一确定模块确定第一航向角为无人机的当前航向角，达到了检测第二传感系统获取得到的第二航向角是否有效以及在第二航向角无效时，使用第一传感系统获取得到的第一航向角替代第二航向角的目的，从而实现了保障无人机航向的准确性，提高无人机的安全性和可靠性，避免无人机发生危险，使无人机能够安全稳定飞行的技术效果，进而解决了现有技术中，由于受到干扰等因素的影响，使得电子罗盘或者实时动态差分法等测量航向角时，导致测得的无人机航向错误的技术问题。

此处需要说明的是，上述第一获取模块、第一判断模块和第一确定模块可以作为装置的一部分运行在计算机终端中，可以通过计算机终端中的处理器来执行上述模块实现的功能，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（MobileInternetDevices，MID）、PAD 等终端设备。

在一种可选的实施例中，第一传感系统包括视觉定位装置和卫星定位装置；第二传感系统包括实时动态差分装置和/或惯性测量装置。

在一种可选的实施例中，第一传感系统包括第一航向测量装置和第二航向测量装置，第一获取模块包括：第二获取模块，用于通过第一航向测量装置获取无人机在世界坐标系下的速度；以及通过第二航向测量装置获取无人机在机体坐标系下的速度；第二确定模块，用于根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第一航向角。

此处需要说明的是，上述第二获取模块和第二确定模块可以作为装置的一部分运行在计算机终端中，可以通过计算机终端中的处理器来执行上述模块实现的功能，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（MobileInternetDevices，MID）、PAD 等终端设备。

在一种可选的实施例中，第二确定模块包括：第三确定模块，用于根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第一三角函数值；第四确定模块，用于根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第二三角函数值；第五确定模块，用于根据第一三角函数值和第二三角函数值确定第一航向角。

此处需要说明的是，上述第三确定模块、第四确定模块和第五确定模块可以作为装置的一部分运行在计算机终端中，可以通过计算机终端中的处理器来执行上述模块实现的功能，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（MobileInternetDevices，MID）、PAD 等终端设备。

在一种可选的实施例中，第五确定模块包括：第二判断模块，用于判断第一三角函数值和第二三角函数值是否有效；第一计算模块，用于在第一三角函数值和第二三角函数值有效时，根据第一三角函数值计算获得第一角度，根据第二三角函数值计算获得第二角度；第六确定模块，用于根据第一角度和第二角度的预设权值计算第一角度和第二角度的加权平均值，并确定加权平均值为第一航向角。

此处需要说明的是，上述第二判断模块、第一计算模块和第六确定模块可以作为装置的一部分运行在计算机终端中，可以通过计算机终端中的处理器来执行上述模块实现的功能，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（MobileInternetDevices，MID）、PAD 等终端设备。

在一种可选的实施例中，第二判断模块包括：第三获取模块，用于获取第一三角函数值的第一反三角函数值，以及获取第二三角函数值的第二反三角函数值；第二计算模块，用于计算第一反三角函数值与第二反三角函数值的差值；第三判断模块，用于判断差值的绝对值是否小于预设角度；第七确定模块，用于在绝对值小于预设角度时，确定第一三角函数值和第二三角函数值有效。

此处需要说明的是，上述第三获取模块、第二计算模块、第三判断模块和第七确

定模块可以作为装置的一部分运行在计算机终端中，可以通过计算机终端中的处理器来执行上述模块实现的功能，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（MobileInternetDevices，MID）、PAD 等终端设备。

在一种可选的实施例中，第一三角函数值为正弦值，第二三角函数值为余弦值。

在一种可选的实施例中，第二判断模块包括：第四判断模块，用于判断第一三角函数值与第二三角函数值的平方和是否在预设范围；第八确定模块，用于在平方和在预设范围时，确定第一三角函数值和第二三角函数值有效。

此处需要说明的是，上述第四判断模块和第八确定模块可以作为装置的一部分运行在计算机终端中，可以通过计算机终端中的处理器来执行上述模块实现的功能，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（MobileInternetDevices，MID）、PAD 等终端设备。

在一种可选的实施例中，预设范围为 0.9-1.1。

在一种可选的实施例中，确定装置还包括第九确定模块，用于在第二航向角有效时，根据第一航向角和第二航向角的预设权值计算第一航向角和第二航向角的加权平均值，并确定该加权平均值为无人机的当前航向角。

此处需要说明的是，上述第九确定模块可以作为装置的一部分运行在计算机终端中，可以通过计算机终端中的处理器来执行上述模块实现的功能，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（MobileInternetDevices，MID）、PAD 等终端设备。

在一种可选的实施例中，第一判断模块包括：第十确定模块，用于根据第一航向角和第二航向角的夹角确定第二航向角是否发生错误；第十一确定模块，用于若第二航向角发生错误，则确定第二航向角无效。

此处需要说明的是，上述第十确定模块和第十一确定模块可以作为装置的一部分运行在计算机终端中，可以通过计算机终端中的处理器来执行上述模块实现的功能，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（MobileInternetDevices，MID）、PAD 等终端设备。

在一种可选的实施例中，第十一确定模块包括：第五判断模块，用于判断第一航向角和第二航向角的夹角是否大于预设阈值；第十二确定模块，用于在第一航向角和第二航向角的夹角大于预设阈值时，确定第二航向角发生错误。

此处需要说明的是，上述第五判断模块和第十二确定模块可以作为装置的一部分运行在计算机终端中，可以通过计算机终端中的处理器来执行上述模块实现的功能，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（MobileInternetDevices，MID）、PAD 等终端设备。

在一种可选的实施例中，第十一确定模块包括：第六判断模块，用于在预设时间段内，判断第一航向角和第二航向角的夹角是否持续大于预设阈值；第十三确定模块，用于若第一航向角和第二航向角的夹角持续大于预设阈值，确定第二航向角发生错误。

此处需要说明的是，上述第六判断模块和第十三确定模块可以作为装置的一部分运行在计算机终端中，可以通过计算机终端中的处理器来执行上述模块实现的功能，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（MobileInternetDevices，MID）、PAD 等终端设备。

在一种可选的实施例中，第一获取模块包括：第四获取模块，用于以预设频率获取无人机当前的第一航向角。

此处需要说明的是，上述第四获取模块可以作为装置的一部分运行在计算机终端中，可以通过计算机终端中的处理器来执行上述模块实现的功能，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（MobileInternetDevices，MID）、PAD 等终端设备。

实施例 3

根据本发明实施例，提供了一种存储介质的产品实施例，该存储介质包括存储的程序，其中，在程序运行时控制存储介质所在设备执行上述无人机航向确定方法。

实施例 4

根据本发明实施例，提供了一种处理器的产品实施例，该处理器用于运行程序，其中，程序运行时执行上述无人机航向确定方法。

实施例 5

根据本发明实施例，提供了一种终端的产品实施例，该终端包括第一获取模块、第一判断模块、第一确定模块和处理器，其中，第一获取模块，用于通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角；第一判断模块，用于根据第一航向角判断第二航向角是否有效；第一确定模块，用于若第二航向角无效，确定第一航向角为无人机的当前航向角；处理器，处理器运行程序，其中，程序运行时对于从第一获取模块、第一判断模块和第一确定模块输出

的数据执行上述无人机航向确定方法。

实施例 6

根据本发明实施例，提供了一种终端的产品实施例，该终端包括第一获取模块、第一判断模块、第一确定模块和存储介质，其中，第一获取模块，用于通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角；第一判断模块，用于根据第一航向角判断第二航向角是否有效；第一确定模块，用于若第二航向角无效，确定第一航向角为无人机的当前航向角；存储介质，用于存储程序，其中，程序在运行时对于从第一获取模块、第一判断模块和第一确定模块输出的数据执行上述无人机航向确定方法。

实施例 7

根据本发明实施例，提供了一种无人机的产品实施例，图 6 是根据本发明实施例的无人机，如图 6 所示，该无人机包括飞行控制中心，飞行控制中心包括飞行控制器、第一传感系统、第二传感系统和通讯系统；第一传感系统用于获取无人机当前的第一航向角，并将第一航向角信息传输至飞行控制器；第二传感系统用于获取无人机当前的第二航向角，并将第二航向角信息传输至飞行控制器；飞行控制器，包括存储介质，该存储介质用于存储程序，其中程序运行时用于通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角，根据第一航向角判断第二航向角是否有效，并在第二航向角无效时确定第一航向角为无人机的当前航向角；通讯系统用于飞行控制器、第一传感系统、第二传感系统之间的通讯。

在一种可选的实施例中，第一传感系统包括视觉定位装置和卫星定位装置；第二传感系统包括实时动态差分装置和/或惯性测量装置。

在一种可选的实施例中，第一传感系统包括第一航向测量装置和第二航向测量装置；第一航向测量装置用于获取无人机在世界坐标系下的速度；第二航向测量装置用于获取无人机在机体坐标系下的速度；飞行控制器在通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角时，用于通过第一航向测量装置获取无人机在世界坐标系下的速度，以及通过第二航向测量装置获取无人机在机体坐标系下的速度，根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第一航向角。

在一种可选的实施例中，飞行控制器在根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第一航向角时用于根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第一三角函数值；根据世界坐标系下的速度、机体坐标系下的速度确定第二三角函数值；根据第一三角函数值和第二三角函数值确定第一航向角。

在一种可选的实施例中，飞行控制器在根据第一三角函数值和第二三角函数值确定第一航向角时用于判断第一三角函数值和第二三角函数值是否有效；若第一三角函数值和第二三角函数值有效，根据第一三角函数值计算获得第一角度，根据第二三角函数值计算获得第二角度；根据第一角度和第二角度的预设权值计算第一角度和第二角度的加权平均值，并确定加权平均值为第一航向角。

在一种可选的实施例中，飞行控制器在判断第一三角函数值和第二三角函数值是否有效时用于获取第一三角函数值的第一反三角函数值，以及获取第二三角函数值的第二反三角函数值；计算第一反三角函数值与第二反三角函数值的差值；判断差值的绝对值是否小于预设角度；若绝对值小于预设角度，确定第一三角函数值和第二三角函数值有效。

在一种可选的实施例中，第一三角函数值为正弦值，第二三角函数值为余弦值。

在一种可选的实施例中，飞行控制器在判断第一三角函数值和第二三角函数值是否有效时用于判断第一三角函数值与第二三角函数值的平方和是否在预设范围；若平方和在预设范围，确定第一三角函数值和第二三角函数值有效。

在一种可选的实施例中，预设范围为 0.9-1.1。

在一种可选的实施例中，飞行控制器还用于在第二航向角有效时，根据第一航向角和第二航向角的预设权值计算第一航向角和第二航向角的加权平均值，并确定该加权平均值为无人机的当前航向角。

在一种可选的实施例中，飞行控制器在根据第一航向角判断第二航向角是否有效时用于根据第一航向角和第二航向角的夹角确定第二航向角是否发生错误；若第二航向角发生错误，则确定第二航向角无效。

在一种可选的实施例中，飞行控制器在根据第一航向角和第二航向角的夹角确定第二航向角是否发生错误时用于判断第一航向角和第二航向角的夹角是否大于预设阈值；若第一航向角和第二航向角的夹角大于预设阈值，确定第二航向角发生错误。

在一种可选的实施例中，飞行控制器在根据第一航向角和第二航向角的夹角确定第二航向角是否发生错误时用于在预设时间段内，判断第一航向角和第二航向角的夹角是否持续大于预设阈值；若第一航向角和第二航向角的夹角持续大于预设阈值，确定第二航向角发生错误。

在一种可选的实施例中，第一传感系统在获取无人机当前的第一航向角时用于以预设频率获取无人机当前的第一航向角。

本申请实施例所提供的各个功能单元可以在移动终端、计算机终端或者类似的运算装置中运行，也可以作为存储介质的一部分进行存储。

由此，本发明的实施例可以提供一种计算机终端，该计算机终端可以是计算机终端群中的任意一个计算机终端设备。可选地，在本实施例中，上述计算机终端也可以替换为移动终端等终端设备。

可选地，在本实施例中，上述计算机终端可以位于计算机网络的多个网络设备中的至少一个网络设备。

在本实施例中，上述计算机终端可以执行无人机航向确定方法中以下步骤的程序代码：通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角；根据第一航向角判断第二航向角是否有效；若第二航向角无效，确定第一航向角为无人机的当前航向角。

可选地，该计算机终端可以包括：一个或多个处理器、存储器、以及传输装置。

其中，存储器可用于存储软件程序以及模块，如本发明实施例中的无人机航向确定方法及装置对应的程序指令/模块，处理器通过运行存储在存储器内的软件程序以及模块，从而执行各种功能应用以及数据处理，即实现上述的无人机航向确定方法。存储器可包括高速随机存储器，还可以包括非易失性存储器，如一个或者多个磁性存储装置、闪存、或者其他非易失性固态存储器。在一些实例中，存储器可进一步包括相对于处理器远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至终端。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

上述的传输装置用于经由一个网络接收或者发送数据。上述的网络具体实例可包括有线网络及无线网络。在一个实例中，传输装置包括一个网络适配器（Network Interface Controller，NIC），其可通过网线与其他网络设备与路由器相连从而可与互联网或局域网进行通讯。在一个实例中，传输装置为射频（Radio Frequency，RF）模块，其用于通过无线方式与互联网进行通讯。

其中，具体地，存储器用于存储预设动作条件和预设权限用户的信息、以及应用程序。

处理器可以通过传输装置调用存储器存储的信息及应用程序，以执行上述方法实施例中的各个可选或优选实施例的方法步骤的程序代码。

本领域普通技术人员可以理解，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（MobileInternetDevices，

MID)、PAD 等终端设备。

本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通过程序来指令终端设备相关的硬件来完成，该程序可以存储于一计算机可读存储介质中，存储介质可以包括：闪存盘、只读存储器（Read-Only Memory，ROM)、随机存取器（Random Access Memory，RAM)、磁盘或光盘等。

本发明的实施例还提供了一种存储介质。可选地，在本实施例中，上述存储介质可以用于保存上述方法实施例和装置实施例所提供的无人机航向确定方法所执行的程序代码。

可选地，在本实施例中，上述存储介质可以位于计算机网络中计算机终端群中的任意一个计算机终端中，或者位于移动终端群中的任意一个移动终端中。

可选地，在本实施例中，存储介质被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码：通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角；根据第一航向角判断第二航向角是否有效；若第二航向角无效，确定第一航向角为无人机的当前航向角。

可选地，在本实施例中，存储介质还可以被设置为存储无人机航向确定方法提供的各种优选地或可选的方法步骤的程序代码。

如上参照附图以示例的方式描述了根据本发明的无人机航向确定方法及装置。但是，本领域技术人员应当理解，对于上述本发明所提出的无人机航向确定方法及装置，还可以在不脱离本发明内容的基础上做出各种改进。因此，本发明的保护范围应当由所附的权利要求书的内容确定。

无人机航向确定装置包括处理器和存储器，上述第一获取模块、第一判断确定模块和第一确定模块等均作为程序单元存储在存储器中，由处理器执行存储在存储器中的上述程序单元。

处理器中包含内核，由内核去存储器中调取相应的程序单元。内核可以设置一个或以上，通过调整内核参数达到了能够对任意长度的访问路径进行聚合。

存储器可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器，随机存取存储器(RAM)和/或非易失性内存等形式，如只读存储器(ROM)或闪存(flash RAM)，存储器包括至少一个存储芯片。

本申请还提供了一种计算机程序产品的实施例，当在数据处理设备上执行时，适于执行初始化有如下方法步骤的程序代码：通过第一传感系统获取无人机当前的第一

航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角；根据第一航向角判断第二航向角是否有效；若第二航向角无效，确定第一航向角为无人机的当前航向角。

上述本发明实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。

在本发明的上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中没有详述的部分，可以参见其他实施例的相关描述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的技术内容，可通过其它的方式实现。其中，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如所述单元的划分，可以为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，单元或模块的间接耦合或通信连接，可以是电性或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明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全部或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（可为个人计算机、服务器或者网络设备等）执行本发明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、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种无人机航向确定方法，其特征在于，包括如下步骤：

通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取所述无人机当前的第二航向角；

根据所述第一航向角判断所述第二航向角是否有效；

若所述第二航向角无效，确定所述第一航向角为所述无人机的当前航向角。

2. 根据权利要求 1 所述的确定方法，其特征在于：

所述第一传感系统包括视觉定位装置和卫星定位装置；

所述第二传感系统包括实时动态差分装置和/或惯性测量装置。

3. 根据权利要求 1 所述的确定方法，其特征在于，所述第一传感系统包括第一航向测量装置和第二航向测量装置，所述通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角的步骤包括：

通过所述第一航向测量装置获取所述无人机在世界坐标系下的速度；以及通过所述第二航向测量装置获取所述无人机在机体坐标系下的速度；

根据所述世界坐标系下的速度、所述机体坐标系下的速度确定所述第一航向角。

4. 根据权利要求 3 所述的确定方法，其特征在于，所述根据所述世界坐标系下的速度、所述机体坐标系下的速度确定所述第一航向角的步骤包括：

根据所述世界坐标系下的速度、所述机体坐标系下的速度确定第一三角函数值；

根据所述世界坐标系下的速度、所述机体坐标系下的速度确定第二三角函数值；

根据所述第一三角函数值和所述第二三角函数值确定所述第一航向角。

5. 根据权利要求 4 所述的确定方法，其特征在于，所述根据所述第一三角函数值和所述第二三角函数值确定所述第一航向角的步骤包括：

判断所述第一三角函数值和所述第二三角函数值是否有效；

若所述第一三角函数值和所述第二三角函数值有效，根据所述第一三角函数值计算获得第一角度，根据所述第二三角函数值计算获得第二角度；

根据所述第一角度和所述第二角度的预设权值计算所述第一角度和所述第二角度的加权平均值，并确定该加权平均值为所述第一航向角。

6. 根据权利要求 5 所述的确定方法，其特征在于，所述判断所述第一三角函数值和所述第二三角函数值是否有效的步骤包括：

获取所述第一三角函数值的第一反三角函数值，以及获取所述第二三角函数值的第二反三角函数值；

计算所述第一反三角函数值与所述第二反三角函数值的差值；

判断所述差值的绝对值是否小于预设角度；

若所述绝对值小于所述预设角度，确定所述第一三角函数值和所述第二三角函数值有效。

7. 根据权利要求 4-6 中任意一项所述的确定方法，其特征在于，所述第一三角函数值为正弦值，所述第二三角函数值为余弦值。

8. 根据权利要求 5 或 6 所述的确定方法，其特征在于，所述判断所述第一三角函数值和所述第二三角函数值是否有效的步骤包括：

判断所述第一三角函数值与所述第二三角函数值的平方和是否在预设范围；

若所述平方和在预设范围，确定所述第一三角函数值和所述第二三角函数值有效。

9. 根据权利要求 8 所述的确定方法，其特征在于：

所述预设范围为 0.9-1.1。

10. 根据权利要求 1 所述的确定方法，其特征在于，还包括如下后续步骤：

若所述第二航向角有效，根据所述第一航向角和所述第二航向角的预设权值计算所述第一航向角和所述第二航向角的加权平均值，并确定该加权平均值为所述无人机的当前航向角。

11. 根据权利要求 1 所述的确定方法，其特征在于，所述根据所述第一航向角判断所述第二航向角是否有效的步骤包括：

根据所述第一航向角和所述第二航向角的夹角确定所述第二航向角是否发生

错误；

若所述第二航向角发生错误，则确定所述第二航向角无效。

12. 根据权利要求 11 所述的确定方法，其特征在于，所述根据所述第一航向角和所述第二航向角的夹角确定所述第二航向角是否发生错误的步骤包括：

判断所述第一航向角和所述第二航向角的夹角是否大于预设阈值；

若所述第一航向角和所述第二航向角的夹角大于所述预设阈值，确定所述第二航向角发生错误。

13. 根据权利要求 12 所述的确定方法，其特征在于，所述根据所述第一航向角和所述第二航向角的夹角确定所述第二航向角是否发生错误的步骤包括：

在预设时间段内，判断所述第一航向角和所述第二航向角的夹角是否持续大于所述预设阈值；

若所述第一航向角和所述第二航向角的夹角持续大于所述预设阈值，确定所述第二航向角发生错误。

14. 根据权利要求 1 所述的确定方法，其特征在于，所述获取无人机当前的第一航向角的步骤包括：

以预设频率获取所述无人机当前的第一航向角。

15. 一种存储介质，其特征在于，所述存储介质包括存储的程序，其中，在所述程序运行时控制所述存储介质所在设备执行权利要求 1 至 14 中任意一项所述的无人机航向确定方法。

16. 一种处理器，其特征在于，所述处理器用于运行程序，其中，所述程序运行时执行权利要求 1 至 14 中任意一项所述的无人机航向确定方法。

17. 一种无人机，其特征在于，所述无人机包括飞行控制中心，所述飞行控制中心包括飞行控制器、第一传感系统、第二传感系统和通讯系统；

所述第一传感系统用于获取所述无人机当前的第一航向角，并将所述第一航向角信息传输至所述飞行控制器；

所述第二传感系统用于获取所述无人机当前的第二航向角，并将所述第二航向角信息传输至所述飞行控制器；

所述飞行控制器，包括存储介质，该存储介质用于存储程序，其中所述程序

运行时用于通过所述第一传感系统获取所述无人机当前的第一航向角，以及通过所述第二传感系统获取所述无人机当前的第二航向角，根据所述第一航向角判断所述第二航向角是否有效，并在所述第二航向角无效时确定所述第一航向角为所述无人机的当前航向角；

所述通讯系统用于所述飞行控制器、所述第一传感系统、所述第二传感系统之间的通讯。

18. 根据权利要求 17 所述的无人机，其特征在于：

所述第一传感系统包括视觉定位装置和卫星定位装置；

所述第二传感系统包括实时动态差分装置和/或惯性测量装置。

19. 根据权利要求 17 所述的无人机，其特征在于，所述第一传感系统包括第一航向测量装置和第二航向测量装置；

所述第一航向测量装置用于获取所述无人机在世界坐标系下的速度；

所述第二航向测量装置用于获取所述无人机在机体坐标系下的速度；

所述飞行控制器在通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角时，用于通过所述第一航向测量装置获取所述无人机在世界坐标系下的速度，以及通过所述第二航向测量装置获取所述无人机在机体坐标系下的速度，根据所述世界坐标系下的速度、所述机体坐标系下的速度确定所述第一航向角。

20. 根据权利要求 19 所述的无人机，其特征在于，所述飞行控制器在根据所述世界坐标系下的速度、所述机体坐标系下的速度确定所述第一航向角时用于根据所述世界坐标系下的速度、所述机体坐标系下的速度确定第一三角函数值；根据所述世界坐标系下的速度、所述机体坐标系下的速度确定第二三角函数值；根据所述第一三角函数值和所述第二三角函数值确定所述第一航向角。

21. 根据权利要求 20 所述的无人机，其特征在于，所述飞行控制器在根据所述第一三角函数值和所述第二三角函数值确定所述第一航向角时用于判断所述第一三角函数值和所述第二三角函数值是否有效；若所述第一三角函数值和所述第二三角函数值有效，根据所述第一三角函数值计算获得第一角度，根据所述第二三角函数值计算获得第二角度；根据所述第一角度和所述第二角度的预设权值计算所述第一角度和所述第二角度的加权平均值，并确定所述加权平均值为所述第一航向角。

22. 根据权利要求 21 所述的无人机，其特征在于，所述飞行控制器在判断所述第一三

角函数值和所述第二三角函数值是否有效时用于获取所述第一三角函数值的第一反三角函数值，以及获取所述第二三角函数值的第二反三角函数值；计算所述第一反三角函数值与所述第二反三角函数值的差值；判断所述差值的绝对值是否小于预设角度；若所述绝对值小于所述预设角度，确定所述第一三角函数值和所述第二三角函数值有效。

23. 根据权利要求 20-22 中任意一项所述的无人机，其特征在于，所述第一三角函数值为正弦值，所述第二三角函数值为余弦值。

24. 根据权利要求 21 或 22 所述的无人机，其特征在于，所述飞行控制器在判断所述第一三角函数值和所述第二三角函数值是否有效时用于判断所述第一三角函数值与所述第二三角函数值的平方和是否在预设范围；若所述平方和在预设范围，确定所述第一三角函数值和所述第二三角函数值有效。

25. 根据权利要求 24 所述的无人机，其特征在于：

所述预设范围为 0.9-1.1。

26. 根据权利要求 17 所述的无人机，其特征在于，所述飞行控制器还用于在所述第二航向角有效时，根据所述第一航向角和所述第二航向角的预设权值计算所述第一航向角和所述第二航向角的加权平均值，并确定该加权平均值为所述无人机的当前航向角。

27. 根据权利要求 17 所述的无人机，其特征在于，所述飞行控制器在根据所述第一航向角判断所述第二航向角是否有效时用于根据所述第一航向角和所述第二航向角的夹角确定所述第二航向角是否发生错误；若所述第二航向角发生错误，则确定所述第二航向角无效。

28. 根据权利要求 27 所述的无人机，其特征在于，所述飞行控制器在根据所述第一航向角和所述第二航向角的夹角确定所述第二航向角是否发生错误时用于判断所述第一航向角和所述第二航向角的夹角是否大于预设阈值；若所述第一航向角和所述第二航向角的夹角大于所述预设阈值，确定所述第二航向角发生错误。

29. 根据权利要求 28 所述的无人机，其特征在于，所述飞行控制器在根据所述第一航向角和所述第二航向角的夹角确定所述第二航向角是否发生错误时用于在预设时间段内，判断所述第一航向角和所述第二航向角的夹角是否持续大于所述预设阈值；若所述第一航向角和所述第二航向角的夹角持续大于所述预设阈值，确定所述第二航向角发生错误。

30. 根据权利要求 17 所述的无人机，其特征在于，所述第一传感系统在获取无人机当前的第一航向角时用于以预设频率获取所述无人机当前的第一航向角。

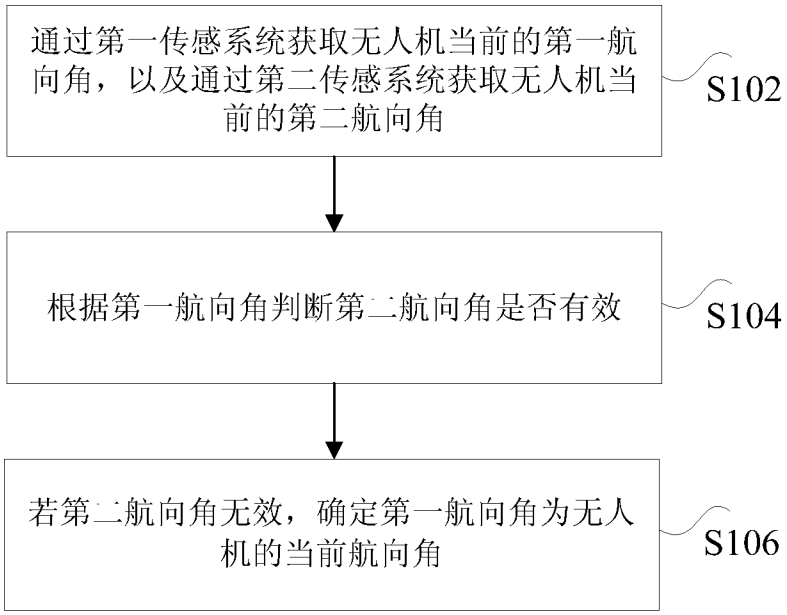

通过第一传感系统获取无人机当前的第一航向角，以及通过第二传感系统获取无人机当前的第二航向角
S102
根据第一航向角判断第二航向角是否有效
S104
若第二航向角无效，确定第一航向角为无人机的当前航向角
S106

图 1

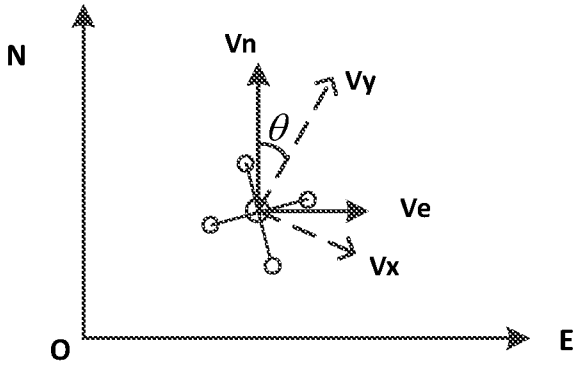

N
Vn
Vy
θ
Ve
Vx
O
E

图 2

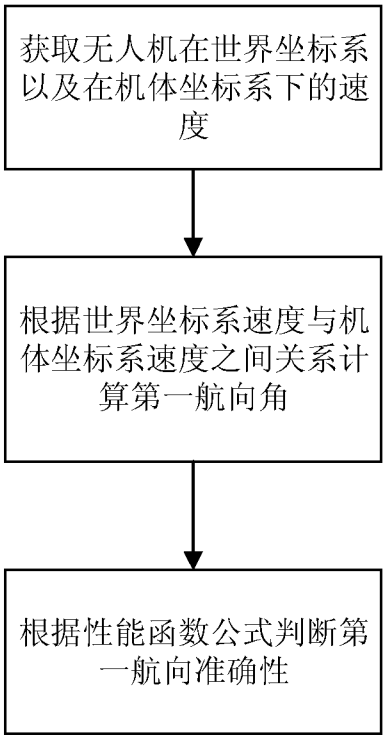

获取无人机在世界坐标系以及在机体坐标系下的速度
根据世界坐标系速度与机体坐标系速度之间关系计算第一航向角
根据性能函数公式判断第一航向准确性

图 3

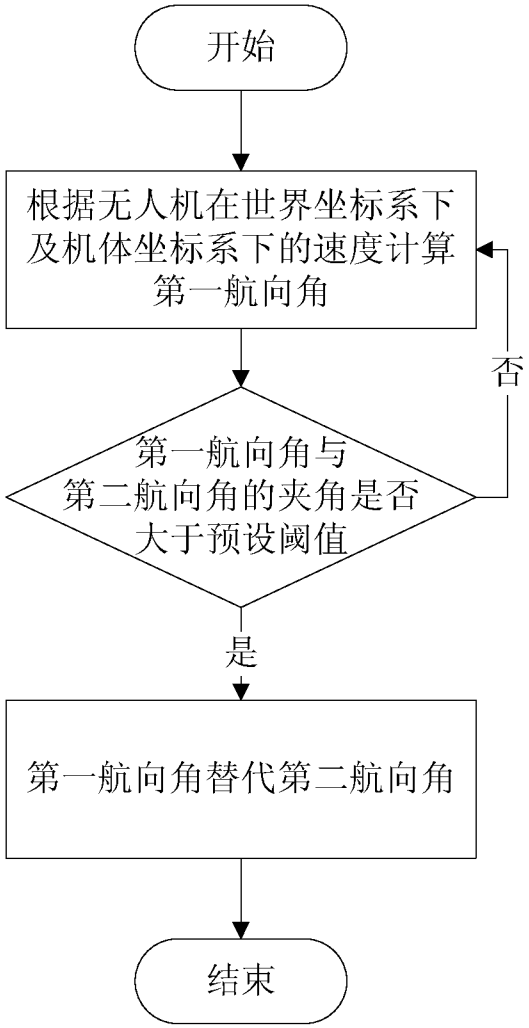

开始
根据无人机在世界坐标系下及机体坐标系下的速度计算第一航向角
第一航向角与第二航向角的夹角是否大于预设阈值
否
是
第一航向角替代第二航向角
结束

图 4

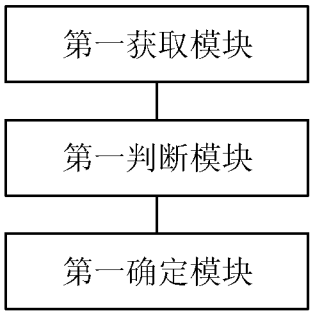

第一获取模块
第一判断模块
第一确定模块

图 5

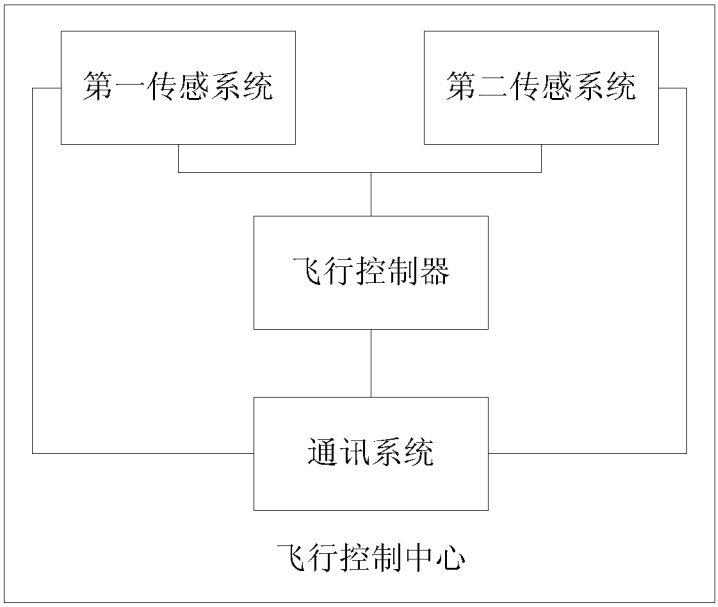


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/086196

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/08 (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; G01C

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: 无人机, 航向, 传感, 第二, 有效, 惯性, unmanned, flight, plane, course, sensor, second, valid, IMU

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 105511484 A (SHENZHEN AEE AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.), 20 April 2016 (20.04.2016), description, paragraphs 0054-0134	1-30
A	CN 104503466 A (BEIJING JIANDE QIANKUN NAVIGATION SYSTEM TECHNOLOGY CO., LTD.), 08 April 2015 (08.04.2015), entire document	1-30
A	CN 105466423 A (AHEADX TECH (BEIJING) CO., LTD.), 06 April 2016 (06.04.2016), entire document	1-30
A	CN 104535065 A (GUANGZHOU KUAIFEI COMPUTER TECHNOLOGY CO., LTD.), 22 April 2015 (22.04.2015), entire document	1-30
A	US 7295943 B2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.), 13 November 2007 (13.11.2007), entire document	1-30

☐ 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	Date of mailing of the international search report
01 February 2018	24 February 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LU, Hao Telephone No. (86-10) 53962546

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/086196

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105511484 A	20 April 2016	None	
CN 104503466 A	08 April 2015	CN 104503466 B	12 September 2017
CN 105466423 A	06 April 2016	None	
CN 104535065 A	22 April 2015	CN 104535065 B	01 September 2017
US 7295943 B2	13 November 2007	EP 1553384 B1	10 September 2014
		KR 100565794 B1	29 March 2006
		KR 20050070323 A	07 July 2005
		US 2007239401 A1	11 October 2007
		JP 2007248477 A	27 September 2007
		EP 1553384 A2	13 July 2005
		JP 3996163 B2	24 October 2007
		JP 2005195593 A	21 July 2005

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/086196

A. 主题的分类

G05D 1/08(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; G01C

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,EPODOC,CNKI:无人机，航向，传感，第二，有效，惯性，unmanned，flight，plane，course，sensor，second，valid，IMU

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 105511484 A (深圳一电航空技术有限公司) 2016年 4月 20日 (2016-04-20) 说明书第0054-0134段	1-30
A	CN 104503466 A (北京健德乾坤导航系统科技有限责任公司) 2015年 4月 8日 (2015-04-08) 全文	1-30
A	CN 105466423 A (致导科技北京有限公司) 2016年 4月 6日 (2016-04-06) 全文	1-30
A	CN 104535065 A (广州快飞计算机科技有限公司) 2015年 4月 22日 (2015-04-22) 全文	1-30
A	US 7295943 B2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2007年 11月 13日 (2007-11-13) 全文	1-30

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2018年 2月 1日	2018年 2月 24日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	卢浩
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)53962546

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/086196

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	105511484	A	2016年 4月 20日	无			
CN	104503466	A	2015年 4月 8日	CN	104503466	B	2017年 9月 12日
CN	105466423	A	2016年 4月 6日	无			
CN	104535065	A	2015年 4月 22日	CN	104535065	B	2017年 9月 1日
US	7295943	B2	2007年 11月 13日	EP	1553384	B1	2014年 9月 10日
				KR	100565794	B1	2006年 3月 29日
				KR	20050070323	A	2005年 7月 7日
				US	2007239401	A1	2007年 10月 11日
				JP	2007248477	A	2007年 9月 27日
				EP	1553384	A2	2005年 7月 13日
				JP	3996163	B2	2007年 10月 24日
				JP	2005195593	A	2005年 7月 21日