

(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
2019 年 6 月 27 日 (27.06.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/119243 A1

(51) 国际专利分类号:
G05D 1/10 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/117043

(22) 国际申请日: 2017 年 12 月 18 日 (18.12.2017)

(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: 王俊喜 (WANG, Junxi); 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)。王春明 (WANG, Chunming); 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)。吴旭民 (WU, Xumin); 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)。石仁利 (SHI, Renli); 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: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街32号枫蓝国际A座8F-6, Beijing 100082 (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, 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: OBSTACLE AVOIDANCE METHOD FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE AND UNMANNED AERIAL VEHICLE

(54) 发明名称: 无人机避障方法及无人机

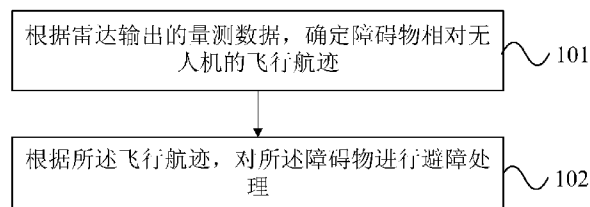


图 1

(57) Abstract: An obstacle avoidance method for an unmanned aerial vehicle and an unmanned aerial vehicle. The method comprises: determining a flight path of an obstacle relative to an unmanned aerial vehicle according to measurement data outputted by a radar; and carrying out obstacle avoidance processing on the obstacle according to the flight path. The present invention solves the problem of the miscalculation of obstacles.

(57) 摘要: 一种无人机避障方法及无人机。该方法包括: 根据雷达输出的量测数据, 确定障碍物相对无人机的飞行航迹; 根据所述飞行航迹, 对所述障碍物进行避障处理。本发明解决了障碍物误判的问题。



WO 2019/119243 A1

无人机避障方法及无人机

技术领域

5 本发明涉及飞行技术领域，尤其涉及一种无人机避障方法及无人机。

背景技术

通常，无人机在作业的过程中，飞行走廊上的山丘、树木等自然物体及电力线、电线杆、建筑物等都会对无人机的安全飞行带来极大隐患。

10 现有技术中，主要采用超声波、双目视觉、激光等光学镜头对外部环境进行感知，来实现无人机的避障。但是，光学镜头对光照、气候条件等外部条件比较敏感，而雷达具有对外部条件不太明感，即使在雨、雾、尘等恶劣气候下雷达仍然有效以及全天候性等特点，因此也可以使用雷达进行障碍物感知，根据雷达感知到的障碍物，实现无人机的避障。

15 但是，现有技术中，在使用雷达进行障碍物感知的无人机作业的过程中，存在障碍物误判的问题。

发明内容

20 本发明提供一种无人机避障方法及无人机，用于解决现有技术中在使用雷达进行障碍物感知的无人机作业的过程中，存在的障碍物误判的问题。

第一方面，本发明提供一种无人机避障方法，包括：

根据雷达输出的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹；

根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理。

25 第二方面，本发明提供一种无人机，其包括机架，设置于所述机架的控制器，所述农业无人机还包括：安装于所述机架上或所述机架的负载上的雷达；

所述雷达，用于获取量测数据；

30 所述控制器，与所述雷达通信连接，用于根据所述雷达输出的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹，并根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理。

本发明提供的无人机避障方法及无人机，通过根据雷达输出的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹，根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理，使得即使雷达基于杂波输出了量测数据，但是由于杂波并不存在对应的障碍物，因此根据雷达基于杂波输出的量测数据，并不能确定出障碍物相对无人机的飞行航迹，从而在根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理时，避免了根据雷达基于杂波输出了量测数据进行障碍物避障，解决了障碍物误判的问题。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本发明无人机避障方法实施例一的流程图

图 2 为本发明雷达的结构示意图；

图 3 为本发明无人机避障方法实施例二的流程图；

图 4 为本发明回波与第一关联波门的关系示意图；

图 5 为本发明雷达、障碍物以及笛卡尔坐标系的关系示意图；

图 6 为本发明无人机避障方法实施例三的流程图；

图 7 为本发明生成候选航迹的示意图；

图 8 为本发明无人机避障方法实施例四的流程图；

图 9 为本发明确定满足预设条件的量测数据的示意图；

图 10 为本发明无人机的结构示意图；

图 11 为本发明无人机的实体结构图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，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，所描述的实施例是本发明一部分实施例，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作出创造性劳动前提下所获

得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

本发明应用于无人机，所述无人机上安装有雷达，所述雷达可以对障碍物进行探测，输出基于对障碍物的探测所获得的量测数据。其中，所述量测数据可能是雷达在探测到障碍物后输出的量测数据，或者，也可能雷达检测到杂波，例如地杂波等，而并非探测到障碍物所输出的量测数据。本发明，用于解决现有技术中，在使用雷达进行障碍物感知的无人机作业的过程中，存在障碍物误判的问题。

图 1 为本发明无人机避障方法实施例一的流程图，本实施例的执行主体可以为所述无人机的控制器。如图 1 所示，本实施例的方法可以包括：

步骤 101、根据雷达输出的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹。

本步骤中，所述量测数据具体可以包括障碍物的速度、距离、方位角中的一个或多个。可选的，根据雷达的天线进行划分，所述雷达具体可以指其天线为定向天线的雷达，或者也可以是指其天线为旋转天线的雷达。若所述雷达具体指其天线为定向天线的雷达，则所述雷达的个数可以为多个，该多个雷达分别用于探测所述无人机不同方位的障碍物。例如 6 个雷达，分别朝向所述无人机的正前方、前下方、正下方、正后方、后下方、正上方发射雷达波。若所述雷达具体指其天线为旋转天线的雷达，则所述雷达可以连续转动，本实施例的方法还可以包括：控制所述雷达连续转动，获取所述雷达在连续转动时的量测数据。可选的，在所述雷达连续转动时，所述雷达至少朝向所述无人机的正前方、前下方、正下方、正后方、后下方、正上方发射雷达波。进一步可选的，所述雷达的转轴方向可以平行于所述无人机的俯仰轴。

需要说明的是，对于所述雷达在所述无人机上安装的位置，可以根据需求灵活设计，本发明对此并不作限定。所述雷达波的发射方向，可以根据需求灵活设计，本发明对此并不作限定。

可选的，按照所述雷达的探测原理进行划分，所述雷达可以为连续波雷达或者脉冲雷达。如图 2 所示，以所述雷达为调频连续波（FMCW，Frequency Modulated Continuous Wave）雷达为例，其主要包括信号处理模块和射频前端。其中，信号处理模块包括控制器（例如，数字信号处理（DSP，Digital Signal Process）芯片等），信号处理模块主要用于产生调制信号，并根据 A/D 采集

的差频信号确定距离。信号处理模块还可以包括例如闪存（FLASH）、随机存取存储器（RAM, Random-Access Memory）、只读存储器（ROM, read-only memory）等用于存储数据的存储器。射频前端采用一发双收，即包括一个发射通路和两个接收通路。对于发射通路，通过压控振荡器（VCO, Voltage Controlled Oscillator）对信号处理模块产生的调制波形进行调压以产生线性调频信号（线性调频信号的发射频率可以在 24GHz），并在对线性调频信号通过功率放大器（PA, Power Amplifier）进行放大后，通过发射天线 TX 发出（这里，发射天线 TX 发出的即为雷达波）。发射天线发出的雷达波经目标反射后的回波被接收通路通过接收天线 RX1 和 RX2 接收，对接收到的信号通过低噪声放大器（LNA, Low Noise Amplifier）进行低噪声放大，并对进行低噪声放大后的信号进行混频（其中，混频具体是将雷达波对应的信号与回波对应的信号进行混频）来得到差频信号。进一步的，该差频信号经过 A/D 采集进入信号处理模块后，由信号处理模块根据该差频信号确定上述量测数据。其中，上述接收通路和发射通路还分别可以包括功率分配器（简称功分）。上述接收天线和发射天线具体可以采用微带天线。

需要说明是，对于运动状态为运动的障碍物或者运动状态为静止的障碍物，以飞行的无人机为参考，相对于无人机均存在飞行航迹。因此，即使雷达基于杂波输出了量测数据，但是由于杂波并不存在对应的障碍物，因此根据雷达基于地杂波输出的量测数据，并不能确定出障碍物相对无人机的飞行航迹。

需要说明的是，对于确定障碍物相对无人机的飞行航迹的具体实现方式，本发明并不作限定。例如，当雷达两次探测输出的两个测量数据之间的关系满足预设关系时，可以这两个测量数据分别作为航点，并将这两个航点组成的航线，确定为障碍物相对于无人机的飞行航线。其中，所述飞行航迹可以包括至少两个航点，每个航点的信息可以包括：位置、速度、角度等中的一个或多个。

步骤 102、根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理。

本步骤中，具体可以根据所述障碍物相对无人机的飞行航迹，调整所述无人机的飞行航线或者飞行高度，以对所述障碍物进行避障处理。可选的，可以根据所述障碍物相对于无人机的飞行航迹，控制所述无人机的飞行姿态，

以对所述障碍物进行避障处理。所述飞行姿态可以包括俯冲、爬升、加速、减速、横滚等。需要说明的是，对于根据所述飞行航迹对所述障碍物进行避障处理的具体实现方式，本发明并不作限定，本领域技术人员可以根据实际需要设计相应的避障策略进行避障。

- 5 本实施例中，通过根据雷达输出的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹，根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理，使得即使雷达基于杂波输出了量测数据，但是由于杂波并不存在对应的障碍物，因此根据雷达基于杂波输出的量测数据，并不能确定出障碍物相对无人机的飞行航迹，从而在根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理时，避免了根据雷达
- 10 基于杂波输出的量测数据进行障碍物避障，解决了障碍物误判的问题。

图3为本发明无人机避障方法实施例二的流程图。本实施例在图1所示实施例的基础上主要描述了根据雷达输出的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹一种具体的实现方式。如图3所示，本实施例的方法可以包括：

- 15 步骤301、根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，确定所述障碍物当前时刻的第一预测航点。

- 本步骤中，所述障碍物当前时刻的预测航点，即第一预测航点，是基于之前时刻所述障碍物相对于无人机的飞行航迹确定的。由于之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，可以体现出所述障碍物相对于所述无人机的飞行规律，因此基于之前时刻所述障碍物相对于无人机的飞行航迹可以确定出所述第一预测航点。需要说明的是，对于根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，确定所述障碍物当前时刻的第一预测航点的具体实现方式，本发明并不作限定。例如，可以根据之前时刻所述障碍物相对于无人机的飞行航迹，确定所述障碍物的运动规律（例如，匀速直线运动规律，匀加速直线运动规律等），并根据所述障碍物的运动规律确定所述第一
- 20 预测航点。
- 25

- 可选的，步骤301具体可以包括：根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，确定所述障碍物的运动模型；根据所述运动模型，确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点。其中，所述运动模型可以将当前时刻
- 30 所述障碍物的第一预测航点表示为之前时刻（例如，前一时刻）航点的函数。

在选择运动模型时，可以根据所述障碍物的运动状态以及所述雷达的实时性来综合考虑。例如，当所述障碍物的运动状态为静止时，运动模型具体可以为常速模型，该常速模型可以实时获取无人机的飞行速度信息。具体的，可以将之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹中航点的位置、速度、角度等中的一个或多个作为状态变量，确定所述障碍物的运动模型。在航点的位置、速度、角度等中选择状态变量时，可以依据维数最少且能全面反映动态特性的一组变量的原则，防止计算量随状态变量数目的增加而增加。可选的，所述状态变量可以包括速度。

可选的，所述根据所述运动模型，确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点，具体可以包括：根据所述运动模型确定当前时刻所述障碍物的估计航点；根据前一时刻的航点以及所述估计航点，基于卡尔曼算法，确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点。具体的，可以将所述前一时刻的航点作为卡尔曼滤波算法中的测量值，将所述估计航点作为卡尔曼滤波算法中的预测值，采用卡尔曼滤波算法计算出来的估计值即为所述第一预测航点。

需要说明的是，对于根据所述运动模型，确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点的具体实现方式，本发明并不作限定。例如，可以将根据所述运动模型确定的当前时刻所述障碍物的所述估计航点作为所述第一预测航点，或者，可以通过对所述第一估计航点和所述飞行航迹前一时刻的航点进行加权，确定所述第一预测航点。

步骤 302、根据所述第一预测航点，确定第一关联波门。

本步骤中，所述第一关联波门可以是指以所述第一预测航点为中心的一个空间区域，所述第一关联波门具体可以为矩形波门、环形波门、圆形波门、球形波门或扇形波门等。在确定所述第一关联波门的形状和尺寸时，可以基于如下两方面进行考虑：一方面，要使落入第一关联波门内的有关回波有很高的概率；另一方面，不允许第一关联波门内有过多无关回波。这里，有关回波可以理解为对应的量测数据与上述飞行航迹有关的量测数据，无关回波可以理解为对应的量测数据与上述飞行航迹无关的量测数据。

步骤 303、若当前时刻所述雷达的回波落入所述第一关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据确定所述飞行航迹的当前航点。

本步骤中，以第一关联波门为球形波门，坐标系为笛卡尔坐标系为例，

第一关联波门的范围可以为如下公式（1）。

$$\sqrt{(x_k - x_0)^2 + (y_k - y_0)^2} < K \quad \text{公式（1）}$$

其中， (x_0, y_0) 可以表示笛卡尔坐标系下第一预测航点对应的坐标， (x_k, y_k) 可以表示笛卡尔坐标系下回波对应的量测数据的坐标， K 可以表示球形波门的半径。

例如，图 4 中 (x_i, y_i) 对应的回波落入第一关联波门内， (x_n, y_n) 对应的回波未落入第一关联波门内，即落入第一关联波门之外。

需要说明的是，通常雷达输出的量测数据为极坐标系下的数据，而控制器处理的是笛卡尔坐标系下的数据，因此对于雷达输出的极坐标系下的量测数据可以进行坐标系转换，转换为笛卡尔坐标系下的量测数据。例如，假设雷达、障碍物以及笛卡尔坐标系之间的关系如图 5 所示，则障碍物的距离 R 、方位角 φ 与笛卡尔坐标系下的坐标 x 之间的关系可以如公式（2）所示， R 、 φ 与笛卡尔坐标系下的坐标 y 之间的关系可以如公式（3）所示。

$$x = R * \cos(\varphi) \quad \text{公式（2）}$$

$$y = R * \sin(\varphi) \quad \text{公式（3）}$$

需要说明的是，图 5 中 X 和 Y 为笛卡尔坐标系的两条坐标轴。

可选的，当落入所述第一关联波门内的回波的个数为一个时，所述根据所述回波对应的量测数据确定所述障碍物的当前航点，包括：将所述回波对应的量测数据作为所述飞行航迹的当前航点。

可选的，当落入所述关联波门内的回波的个数为多个时，所述根据所述回波对应的量测数据确定所述障碍物的当前航点，包括：

在多个回波中选择一个回波，并将所选择的回波对应的量测数据作为所述飞行航迹的当前航点。可选的，所述在多个回波中选择一个回波，包括：基于最近邻法，在多个回波中选择一个回波。

具体的，首先可以根据第 $k+1$ 时刻的第 i 个回波 $z_i(k+1)$ ，采用如下公式（4）确定第 $k+1$ 时刻的第 i 个回波的更新向量 $v_i(k+1)$ 。

$$v_i(k+1) = z_i(k+1) - z_i(k) \quad \text{公式（4）}$$

其中， $z_i(k)$ 表示第 k 时刻的回波对应的量测数据。

其次，根据 $v_i(k+1)$ ，采用如下公式（5）确定距离 $g_i(k+1)$ 。

$$g_i(k+1) = v_i^T(k+1) S^{-1}(k+1) v_i(k+1) \quad \text{公式（5）}$$

其中, $v_i^T(k+1)$ 表示 $v_i(k+1)$ 的转置, $S^1(k+1)$ 表示新息协方差矩阵。

最后, 选择多个回波中使得 $g_i(k+1)$ 最小的回波。

需要说明的是, 对于基于最近邻法, 在多个回波中选择一个回波的具体实现方式, 本发明并不作限定, 例如, 也可以选择多个回波中与第一预测航点
5 点对应的回波距离最近的回波。

可选的, 在无人机飞行的过程中, 障碍物并不是固定不变的, 因此除了确定上述飞行航迹之外, 还可以确定区别于上述飞行航迹的新的飞行航迹。因此, 当当前时刻所述雷达的回波未落入所述第一关联波门内时, 进一步的, 可以根据量测数据确定新的飞行航迹。这里, 关于根据量测数据确定新的飞行航迹的处理方式与图 6 所示实施例中生成候选航迹的处理方式可以类似,
10 在此不再赘述。

本实施例中, 通过根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹, 确定所述障碍物当前时刻的第一预测航点, 根据所述第一预测航点, 确定第一关联波门, 若当前时刻所述雷达的回波落入所述第一关联波门内, 则
15 根据所述回波对应的量测数据确定所述飞行航迹的当前航点, 实现了根据雷达输出的量测数据, 确定障碍物相对无人机的飞行航迹。

图 6 为本发明无人机避障方法实施例三流程图。本实施例在图 3 所示实施例的基础上主要描述了若当前时刻所述雷达的回波未落入所述第一关联波门内时的一种可选的实现方式。如图 6 所示, 本实施例的方法可以包括:
20

步骤 601、若当前时刻所述雷达的回波未落入所述第一关联波门内, 则判断所述回波是否落入第二关联波门内; 所述第二关联波门为根据第二预测航点确定的关联波门, 所述第二预测航点为根据候选航迹确定的预测航点。

本步骤中, 在无人机飞行的过程中, 障碍物并不是固定不变的。为了提高障碍物的飞行航迹的准确率, 除了上述飞行航迹之外, 还可以确定出一些可能成为障碍物的飞行航迹的候选航迹, 当当前时刻所述雷达的回波未落入
25 所述第一关联波门内时, 可以进一步的判断是否落入基于候选航迹确定的第二关联波门内。其中, 所述候选航迹的个数可以为一个或多个, 本发明对此并不作限定。

30 需要说明的是, 关于所述第二关联波门的相关内容, 与上述第一相关波

门类似，在此不再赘述。

步骤 602、若所述回波落入所述第二关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据确定所述候选航迹的当前航点。

需要说明的是，步骤 602 与步骤 303 类似，在此不再赘述。

5 步骤 603、若所述回波未落入所述第二关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据生成候选航迹。

本步骤中，在无人机飞行的过程中，障碍物并不是固定不变的，因此除了上述飞行航迹和候选航迹之外，还可以确定区别于上述飞行航迹和候选航迹的新的候选航迹。可选的，在尽快针对障碍物建立航迹以及尽量避免虚假
10 航迹两方面的基础上，生成航迹时需要基于这两方面进行考虑。

可选的，可以采用如下方式生成候选航迹。

当雷达连续 M 个时刻分别输出的各第一量测数据中，第二量测数据的个数大于或等于 K 个时，确定生成所述候选航迹。

其中，所述第二量测数据包括第一量测数据与所述第一量测数据前一时
15 刻的量测数据之间的差异程度小于或等于预设差异程度的第一量测数据，所述候选航迹包括根据各第一量测数据确定的航点信息， M 为大于或等于 2 的正整数， K 为小于或等于 M 的正整数。

具体的，假设当第 i 个时刻的第一量测数据与其前一时刻的量测数据之间的差异程度小于或等于预设差异程度时， $Z_i=1$ ，当第 i 个时刻的第一量测数
20 据与其前一时刻的量测数据之间的差异程度大于预设差异程度时 $Z_i=0$ ，则如图 7 所示，可以先判断 Z_0 至 Z_{M-1} 连续的 M 个 Z_i 之和 K 是否大于或等于 M ，此时 Z_0 至 Z_{M-1} 可以认为是位于滑动窗口内，当 K 大于或等于 M 时，生成候选航迹，当 K 小于 M 时，进一步判断 Z_1 至 Z_M 连续的 M 个 Z_i 之和 K 是否大于或等于 M ，即将滑动窗口向右移一次，当 K 大于或等于 M 时，生成候选
25 航迹，当 K 小于 M 时，进一步判断 Z_2 至 Z_{M+1} 连续的 M 个 Z_i 之和 K 是否大于或等于 M ，……。需要说明的是， Z_0 可以默认等于 1 或者 0。

需要说明的是，在无人机飞行的过程中，障碍物并不是固定不变的，为了能够确定航迹（例如，飞行航迹以及候选航迹）的准确性，进一步的，可以对航迹的质量进行管理，航迹的质量越高可以表示航迹的准确性越高，航
30 迹的质量越低可以表示航迹的准确性越低。

可选的，可以采用如下方式对航迹的质量进行管理：

根据所述当前航点与所述第一预测航点之间的差异程度，对所述飞行航迹的航迹质量进行更新；根据所述当前航点与所述第二预测航点之间的差异程度，对所述候选航迹的航迹质量进行更新；其中，差异程度越小，航迹质量越好；差异程度越大，航迹质量越差。需要说明的是，所述当前航点可以为上述候选航迹或上述飞行航迹的当前航点。

需要说明的是，在无人机飞行的过程中，上述候选航迹可能能够成为障碍物的飞行航迹，也可能不能成为障碍物的飞行轨迹，所述飞行航迹在一段时间之后也可能成为候选航迹。因此，可选的，在对航迹的质量进行管理的基础上，进一步的，还可以根据航迹的质量对航迹进行管理。具体的，根据所述航迹质量对候选航迹和飞行航迹进行管理。

可选的，所述根据所述航迹质量对候选航迹和飞行航迹进行管理，包括：当所述飞行航迹的航迹质量小于或等于第一预设航迹质量时，将所述飞行航迹作为候选航迹；当所述候选航迹的航迹质量大于或等于第二预设航迹质量时，将所述候选航迹作为飞行航迹。

需要说明的是，所述第一预设航迹质量以及所述第二预设航迹质量，可以根据需求灵活设计，本发明对此并不作限定。

可选的，为了减小所维护的航迹的数目，还可以对航迹进行删除，这里“删除”可以理解为与上述“生成”相反的操作。具体的，所述根据所述航迹质量对候选航迹和飞行航迹进行管理，还可以包括：当所述候选航迹的航迹质量小于或等于第三预设航迹质量时，将所述候选航迹删除，所述第三预设航迹质量小于所述第一预设航迹质量。

本实施例中，通过若当前时刻所述雷达的回波未落入所述第一关联波门内，则判断所述回波是否落入第二关联波门内，若所述回波落入所述第二关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据确定所述候选航迹的当前航点，若所述回波未落入所述第二关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据生成候选航迹，在障碍物的飞行航迹的基础上，实现了候选航迹生成以及更新，提高了障碍物的飞行航迹的准确率。

图 8 为本发明无人机避障方法实施例四的流程图。本实施例在上述实施

例的基础上主要描述了在使用雷达输出的量测数据之间的一种可选的实现方式。如图 8 所示，本实施例的方法可以包括：

步骤 801、确定所述雷达输出的量测数据中满足预设条件的量测数据。

本步骤中，雷达通常具有较大的探测范围，而无人机需要考虑的障碍物的范围可以仅为探测范围的部分，因此可以根据预设条件从雷达输出的量测数据中确定出与避障相关的量测数据。这里，雷达输出的量测数据中满足预设条件的量测数据可以认为是能够使用的可靠数据，雷达输出的量测数据中不满足预设条件的量测数据可以认为是不能使用的无用数据。可选的，所述预设条件包括：距离门限条件和/或角度门限条件。其中，所述距离门限条件可以由一个或者多个预设距离限定，例如，当由一个预设距离限时，所述距离门限条件可以为大于或等于该预设距离，或者小于或等于该预设距离；当由两个预设距离，预设距离 1 和预设距离 2 限时，所述距离门限条件可以为大于或等于预设距离 1 且小于或等于预设距离 2。其中，所述角度门限条件可以由一个或多个预设角度限定，例如，当由一个预设角度限时，所述角度门限条件可以为大于或等于该预设角度，或者小于或等于该预设角度；当由两个预设角度，预设角度 1 和预设角度 2 限时，所述角度门限条件可以为大于或等于预设角度 1 且小于或等于预设角度 2。

当所述预设条件包括距离门限条件和角度门限条件，步骤 801 具体的，可以例如图 9 所示。

步骤 802、根据所述雷达输出的满足所述预设条件的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹。

需要说明的是，关于根据量测数据确定障碍物相对于无人机的飞行航迹的具体方式可以参见上述实施例，在此不再赘述。

步骤 803、根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理。

需要说明的是，步骤 803 与步骤 102 类似，在此不再赘述。

本实施例中，确定所述雷达输出的量测数据中满足预设条件的量测数据，根据所述雷达输出的满足所述预设条件的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹，可以减小数据的计算量，从而减轻控制器的负担，提高了处理的速度，同时，也可以降低虚假航迹形成的可能性。

图 10 为本发明无人机的结构示意图，图 11 为本发明无人机的实体结构图。如图 9 和图 10 所示，本实施例的无人机 1000 可以包括机架 1001，设置于机架 1001 的控制器 1002，安装于机架 1001 上或机架 1001 的负载 1003 上的雷达 1004。其中，雷达 1004，用于获取量测数据；控制器 1002，与所述
5 雷达 1004 通信连接，用于根据雷达输出的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹，并根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理。

可选的，控制器 1002 根据雷达输出的量测数据，确定障碍物相对于无人机的飞行航迹，具体包括：

根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，确定所述障碍物当前时刻的第一预测航点；
10

根据所述第一预测航点，确定第一关联波门；

若当前时刻所述雷达的回波落入所述第一关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据确定所述飞行航迹的当前航点。

可选的，当落入所述第一关联波门内的回波的个数为一个时，控制器 1002 根据所述回波对应的量测数据确定所述障碍物的当前航点，具体包括：
15

将所述回波对应的量测数据作为所述飞行航迹的当前航点。

可选的，当落入所述关联波门内的回波的个数为多个时，控制器 1002 根据所述回波对应的量测数据确定所述障碍物的当前航点，具体包括：

在多个回波中选择一个回波，并将所选择的回波对应的量测数据作为所述飞行航迹的当前航点。
20

可选的，控制器 1002 在多个回波中选择一个回波，具体包括：

基于最近邻法，在多个回波中选择一个回波。

可选的，控制器 1002 还用于：

若当前时刻所述雷达的回波未落入所述第一关联波门内，则判断所述回波是否落入第二关联波门内；所述第二关联波门为根据第二预测航点确定的关联波门，所述第二预测航点为根据候选航迹确定的预测航点；
25

若所述回波落入所述第二关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据确定所述候选航迹的当前航点；

若所述回波未落入所述第二关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据生成候选航迹。
30

可选的，控制器 1002 根据所述回波对应的量测数据生成候选航迹，具体包括：

当雷达连续 M 个时刻分别输出的各第一量测数据中，第二量测数据的个数大于或等于 K 个时，确定生成所述候选航迹；所述第二量测数据包括第一量测数据与

5 所述第一量测数据前一时刻的量测数据之间的差异程度小于或等于预设差异程度的第一量测数据，所述候选航迹包括根据各第一量测数据确定的航点信息， M 为大于或等于 2 的正整数， K 为小于或等于 M 的正整数。

可选的，控制器 1002，还用于：

根据所述当前航点与所述第一预测航点之间的差异程度，对所述飞行航迹的航迹质量进行更新；

10

根据所述当前航点与所述第二预测航点之间的差异程度，对所述候选航迹的航迹质量进行更新；

其中，差异程度越小，航迹质量越好；差异程度越大，航迹质量越差。

可选的，控制器 1002，还用于根据所述航迹质量对候选航迹和飞行航迹进行管理。

15

可选的，控制器 1002 根据所述航迹质量对候选航迹和飞行航迹进行管理，具体包括：

当所述飞行航迹的航迹质量小于或等于第一预设航迹质量时，将所述飞行航迹作为候选航迹；

20 当所述候选航迹的航迹质量大于或等于第二预设航迹质量时，将所述候选航迹作为飞行航迹。

可选的，控制器 1002 根据所述航迹质量对候选航迹和飞行航迹进行管理，还包括：

25 当所述候选航迹的航迹质量小于或等于第三预设航迹质量时，将所述候选航迹删除，所述第三预设航迹质量小于所述第一预设航迹质量。

可选的，控制器 1002 根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，确定所述障碍物当前时刻的第一预测航点，具体包括：

根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，确定所述障碍物的运动模型；

30 根据所述运动模型，确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点。

可选的，控制器 1002 根据所述运动模型，确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点，具体包括：

根据所述运动模型确定当前时刻所述障碍物的估计航点；

5 根据前一时刻的航点以及所述估计航点，基于卡尔曼算法，确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点。

可选的，控制器 1002，还用于在使用雷达输出的量测数据之前，确定所述雷达输出的量测数据中满足预设条件的量测数据；

控制器 1002 根据所述雷达输出的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹，具体包括：根据所述雷达输出的满足所述预设条件的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹。

可选的，所述预设条件包括：距离门限条件，和/或角度门限条件。

可选的，控制器 1002 根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理，具体包括：

15 根据所述飞行航迹，控制所述无人机的飞行姿态，以对所述障碍物进行避障处理。

可选的，控制器 1002 还用于：

控制所述雷达连续转动；

获取所述雷达在连续转动时的量测数据。

20 可选的，在所述雷达连续转动时，所述雷达至少朝向所述无人机的正前方、前下方、正下方、正后方、后下方、正上方发射雷达波。

可选的，所述雷达的转轴方向平行于所述无人机的俯仰轴。

可选的，本发明中上述无人机具体可以为多旋翼无人机，例如四旋翼无人机。

25 需要说明的是，图 11 中以雷达 1004 为其天线为旋转天线的雷达为例，且雷达 1004 在无人机 1000 上的安装位置仅为举例。图 11 只是以示例的形式示意出一种无人机的实体结构图，并不是对无人机结构的限定，本发明对无人机的结构不作具体限定。

本实施例的无人机中的控制器，可以用于执行图 1、图 3、图 6 或图 8 所示方法实施例的技术方案，其实现原理和技术效果类似，此处不再赘述。

30 本领域普通技术人员可以理解：实现上述各方法实施例的全部或部分步

骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时，执行包括上述各方法实施例的步骤；而前述的存储介质包括：ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

- 5 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1、一种无人机避障方法，其特征在于，包括：

根据雷达输出的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹；

根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理。

- 5 2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据雷达输出的量测数据，确定障碍物相对于无人机的飞行航迹，包括：

根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，确定所述障碍物当前时刻的第一预测航点；

根据所述第一预测航点，确定第一关联波门；

- 10 若当前时刻所述雷达的回波落入所述第一关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据确定所述飞行航迹的当前航点。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，当落入所述第一关联波门内的回波的个数为一个时，所述根据所述回波对应的量测数据确定所述障碍物的当前航点，包括：

- 15 将所述回波对应的量测数据作为所述飞行航迹的当前航点。

4、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，当落入所述关联波门内的回波的个数为多个时，所述根据所述回波对应的量测数据确定所述障碍物的当前航点，包括：

- 20 在多个回波中选择一个回波，并将所选择的回波对应的量测数据作为所述飞行航迹的当前航点。

5、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述在多个回波中选择一个回波，包括：

基于最近邻法，在多个回波中选择一个回波。

6、根据权利要求 2-5 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

- 25 若当前时刻所述雷达的回波未落入所述第一关联波门内，则判断所述回波是否落入第二关联波门内；所述第二关联波门为根据第二预测航点确定的关联波门，所述第二预测航点为根据候选航迹确定的预测航点；

若所述回波落入所述第二关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据确定所述候选航迹的当前航点；

- 30 若所述回波未落入所述第二关联波门内，则根据所述回波对应的量测数

据生成候选航迹。

7、根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述根据所述回波对应的量测数据生成候选航迹，包括：

5 当雷达连续 M 个时刻分别输出的各第一量测数据中，第二量测数据的个数大于或等于 K 个时，确定生成所述候选航迹；所述第二量测数据包括第一量测数据与所述第一量测数据前一时刻的量测数据之间的差异程度小于或等于预设差异程度的第一量测数据，所述候选航迹包括根据各第一量测数据确定的航点信息， M 为大于或等于 2 的正整数， K 为小于或等于 M 的正整数。

8、根据权利要求 6 或 7 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

10 根据所述当前航点与所述第一预测航点之间的差异程度，对所述飞行航迹的航迹质量进行更新；

根据所述当前航点与所述第二预测航点之间的差异程度，对所述候选航迹的航迹质量进行更新；

其中，差异程度越小，航迹质量越好；差异程度越大，航迹质量越差。

15 9、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：根据所述航迹质量对候选航迹和飞行航迹进行管理。

10、根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述根据所述航迹质量对候选航迹和飞行航迹进行管理，包括：

20 当所述飞行航迹的航迹质量小于或等于第一预设航迹质量时，将所述飞行航机作为候选航迹；

当所述候选航迹的航迹质量大于或等于第二预设航迹质量时，将所述候选航迹作为飞行航迹。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述根据所述航迹质量对候选航迹和飞行航迹进行管理，还包括：

25 当所述候选航迹的航迹质量小于或等于第三预设航迹质量时，将所述候选航迹删除，所述第三预设航迹质量小于所述第一预设航迹质量。

12、根据权利要求 2-11 任一项所述的方法，其特征在于，所述根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，确定所述障碍物当前时刻的第一预测航点，包括：

30 根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，确定所述障碍

物的运动模型;

根据所述运动模型, 确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点。

13、根据权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 所述根据所述运动模型, 确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点, 包括:

5 根据所述运动模型确定当前时刻所述障碍物的估计航点;

根据前一时刻的航点以及所述估计航点, 基于卡尔曼算法, 确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点。

14、根据权利要求 1-13 任一项所述的方法, 其特征在于, 在使用雷达输出的量测数据之前, 还包括:

10 确定所述雷达输出的量测数据中满足预设条件的量测数据;

所述根据所述雷达输出的量测数据, 确定障碍物相对无人机的飞行航迹, 包括: 根据所述雷达输出的满足所述预设条件的量测数据, 确定障碍物相对无人机的飞行航迹。

15 15、根据权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 所述预设条件包括: 距离门限条件, 和/或角度门限条件。

16、根据权利要求 1-15 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述根据所述飞行航迹, 对所述障碍物进行避障处理, 包括:

根据所述飞行航迹, 控制所述无人机的飞行姿态, 以对所述障碍物进行避障处理。

20 17、根据权利要求 1-16 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

控制所述雷达连续转动;

获取所述雷达在连续转动时的量测数据。

25 18、根据权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 在所述雷达连续转动时, 所述雷达至少朝向所述无人机的正前方、前下方、正下方、正后方、后下方、正上方发射雷达波。

19、根据权利要求 1-18 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述雷达的转轴方向平行于所述无人机的俯仰轴。

30 20、一种无人机, 其包括机架, 设置于所述机架的控制器, 其特征在于, 所述农业无人机还包括: 安装于所述机架上或所述机架的负载上的雷达;

所述雷达，用于获取量测数据；

所述控制器，与所述雷达通信连接，用于根据所述雷达输出的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹，并根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理。

- 5 21、根据权利要求 20 所述的无人机，其特征在于，所述控制器根据雷达输出的量测数据，确定障碍物相对于无人机的飞行航迹，具体包括：

根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，确定所述障碍物当前时刻的第一预测航点；

根据所述第一预测航点，确定第一关联波门；

- 10 若当前时刻所述雷达的回波落入所述第一关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据确定所述飞行航迹的当前航点。

22、根据权利要求 21 所述的无人机，其特征在于，当落入所述第一关联波门内的回波的个数为一个时，所述控制器根据所述回波对应的量测数据确定所述障碍物的当前航点，具体包括：

- 15 将所述回波对应的量测数据作为所述飞行航迹的当前航点。

23、根据权利要求 21 所述的无人机，其特征在于，当落入所述关联波门内的回波的个数为多个时，所述控制器根据所述回波对应的量测数据确定所述障碍物的当前航点，具体包括：

- 20 在多个回波中选择一个回波，并将所选择的回波对应的量测数据作为所述飞行航迹的当前航点。

24、根据权利要求 23 所述的无人机，其特征在于，所述控制器在多个回波中选择一个回波，具体包括：

基于最近邻法，在多个回波中选择一个回波。

- 25 25、根据权利要求 21-24 任一项所述的无人机，其特征在于，所述控制器还用于：

若当前时刻所述雷达的回波未落入所述第一关联波门内，则判断所述回波是否落入第二关联波门内；所述第二关联波门为根据第二预测航点确定的关联波门，所述第二预测航点为根据候选航迹确定的预测航点；

- 30 若所述回波落入所述第二关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据确定所述候选航迹的当前航点；

若所述回波未落入所述第二关联波门内，则根据所述回波对应的量测数据生成候选航迹。

26、根据权利要求 25 所述的无人机，其特征在于，所述控制器根据所述回波对应的量测数据生成候选航迹，具体包括：

5 当雷达连续 M 个时刻分别输出的各第一量测数据中，第二量测数据的个数大于或等于 K 个时，确定生成所述候选航迹；所述第二量测数据包括第一量测数据与所述第一量测数据前一时刻的量测数据之间的差异程度小于或等于预设差异程度的第一量测数据，所述候选航迹包括根据各第一量测数据确定的航点信息， M 为大于或等于 2 的正整数， K 为小于或等于 M 的正整数。

10 27、根据权利要求 25 或 26 所述的无人机，其特征在于，所述控制器，还用于：

根据所述当前航点与所述第一预测航点之间的差异程度，对所述飞行航迹的航迹质量进行更新；

15 根据所述当前航点与所述第二预测航点之间的差异程度，对所述候选航迹的航迹质量进行更新；

其中，差异程度越小，航迹质量越好；差异程度越大，航迹质量越差。

28、根据权利要求 27 所述的无人机，其特征在于，所述控制器，还用于根据所述航迹质量对候选航迹和飞行航迹进行管理。

20 29、根据权利要求 28 所述的无人机，其特征在于，所述控制器根据所述航迹质量对候选航迹和飞行航迹进行管理，具体包括：

当所述飞行航迹的航迹质量小于或等于第一预设航迹质量时，将所述飞行航迹作为候选航迹；

当所述候选航迹的航迹质量大于或等于第二预设航迹质量时，将所述候选航迹作为飞行航迹。

25 30、根据权利要求 29 所述的无人机，其特征在于，所述控制器根据所述航迹质量对候选航迹和飞行航迹进行管理，还包括：

当所述候选航迹的航迹质量小于或等于第三预设航迹质量时，将所述候选航迹删除，所述第三预设航迹质量小于所述第一预设航迹质量。

30 31、根据权利要求 21-30 任一项所述的无人机，其特征在于，所述控制器根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，确定所述障碍物

当前时刻的第一预测航点，具体包括：

根据之前时刻所述障碍物相对于所述无人机的飞行航迹，确定所述障碍物的运动模型；

根据所述运动模型，确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点。

- 5 32、根据权利要求 31 所述的无人机，其特征在于，所述控制器根据所述运动模型，确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点，具体包括：

根据所述运动模型确定当前时刻所述障碍物的估计航点；

根据前一时刻的航点以及所述估计航点，基于卡尔曼算法，确定当前时刻所述障碍物的第一预测航点。

- 10 33、根据权利要求 30-32 任一项所述的无人机，其特征在于，所述控制器，还用于在使用雷达输出的量测数据之前，确定所述雷达输出的量测数据中满足预设条件的量测数据；

所述控制器根据所述雷达输出的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹，具体包括：根据所述雷达输出的满足所述预设条件的量测数据，确定障碍物相对无人机的飞行航迹。

- 15 34、根据权利要求 33 所述的无人机，其特征在于，所述预设条件包括：距离门限条件，和/或角度门限条件。

35、根据权利要求 30-34 任一项所述的无人机，其特征在于，所述控制器根据所述飞行航迹，对所述障碍物进行避障处理，具体包括：

- 20 根据所述飞行航迹，控制所述无人机的飞行姿态，以对所述障碍物进行避障处理。

36、根据权利要求 20-35 任一项所述的无人机，其特征在于，所述控制器还用于：

控制所述雷达连续转动；

- 25 获取所述雷达在连续转动时的量测数据。

37、根据权利要求 36 所述的无人机，其特征在于，在所述雷达连续转动时，所述雷达至少朝向所述无人机的正前方、前下方、正下方、正后方、后下方、正上方发射雷达波。

- 30 38、根据权利要求 20-37 任一项所述的无人机，其特征在于，所述雷达的转轴方向平行于所述无人机的俯仰轴。

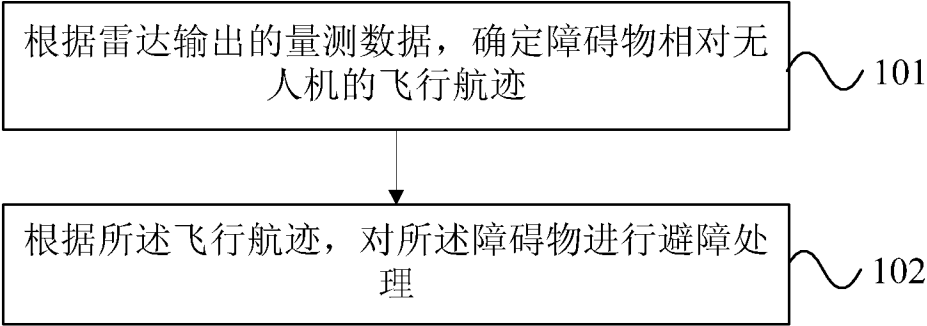


图 1

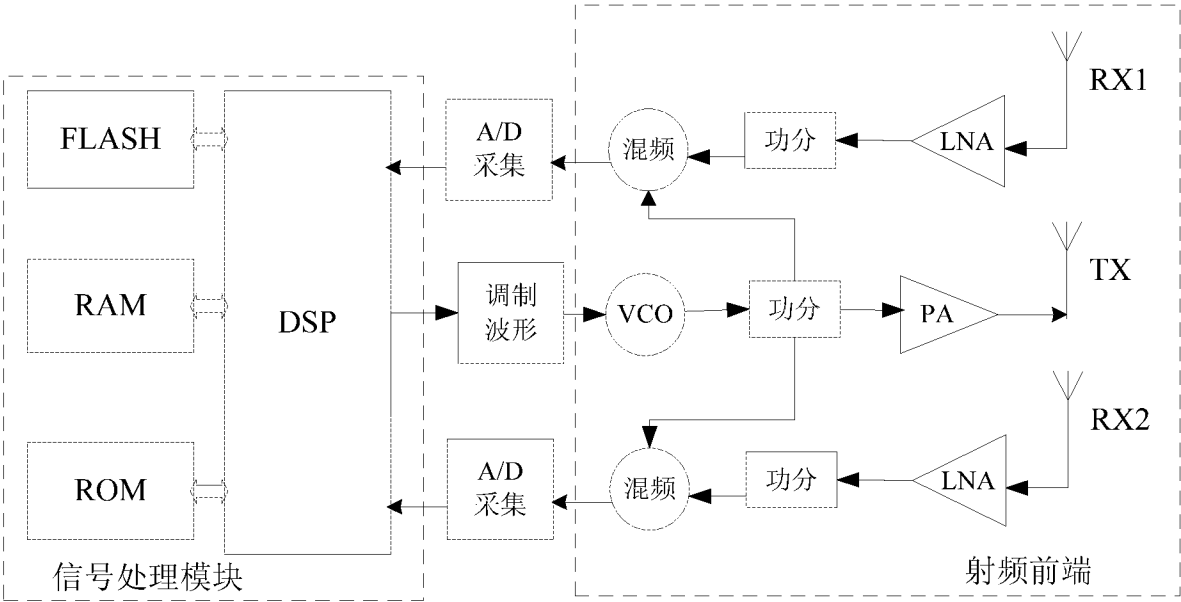


图 2

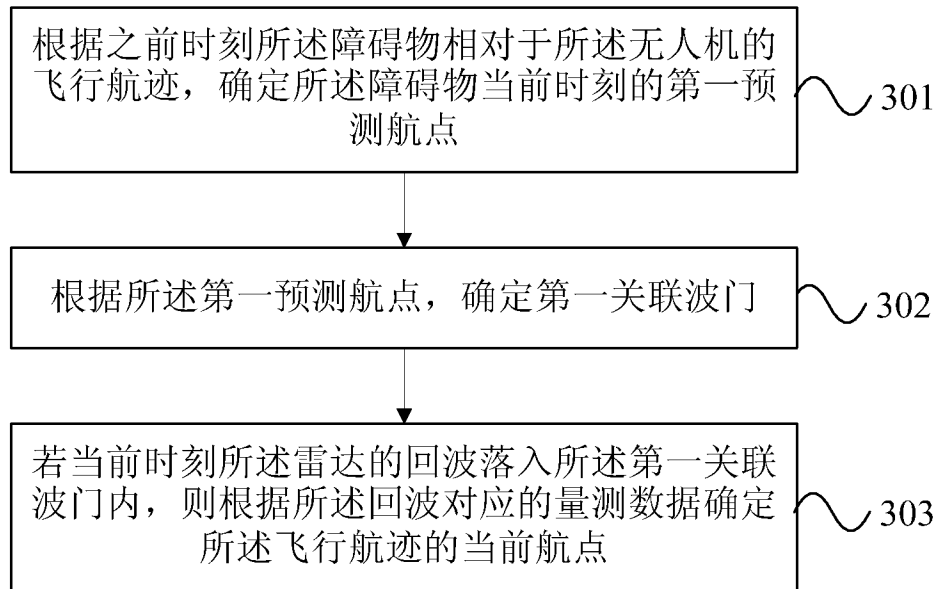


图 3

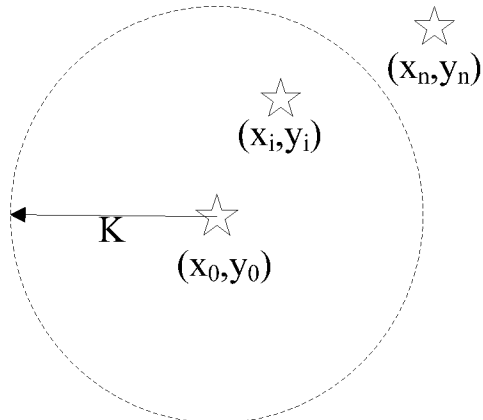


图 4

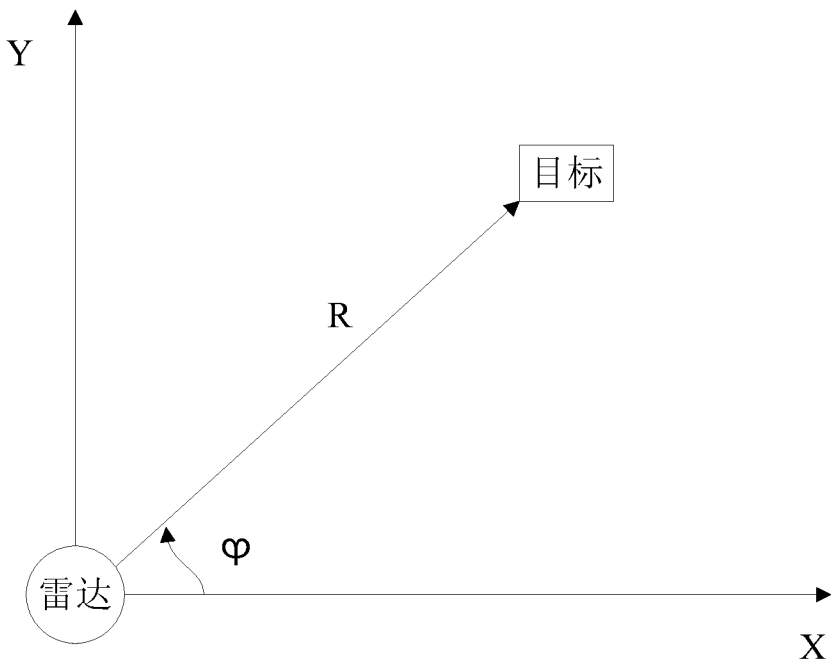


图 5

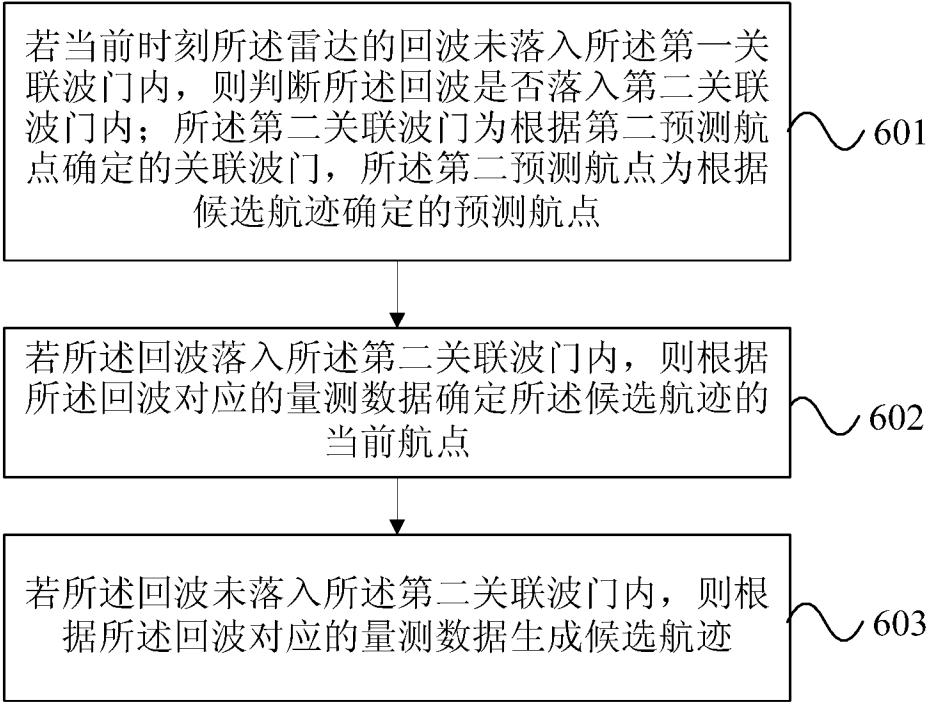


图 6

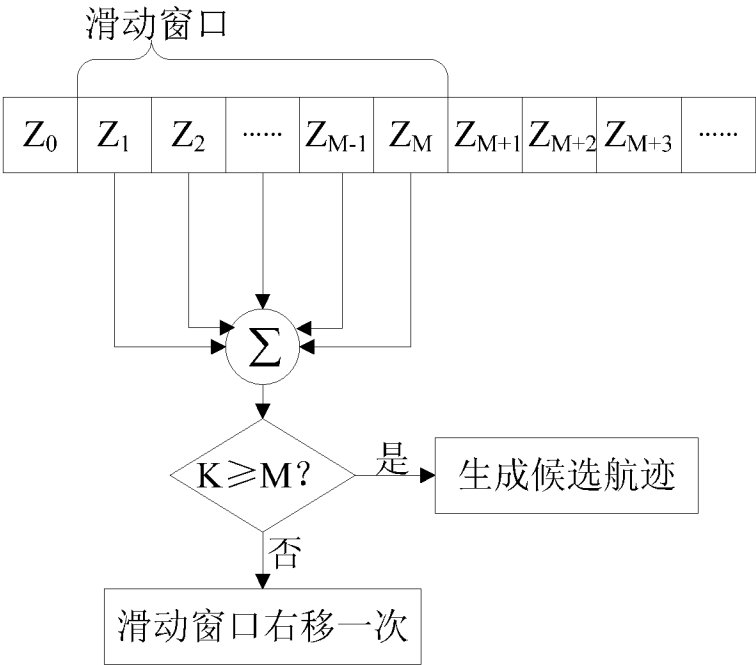


图 7

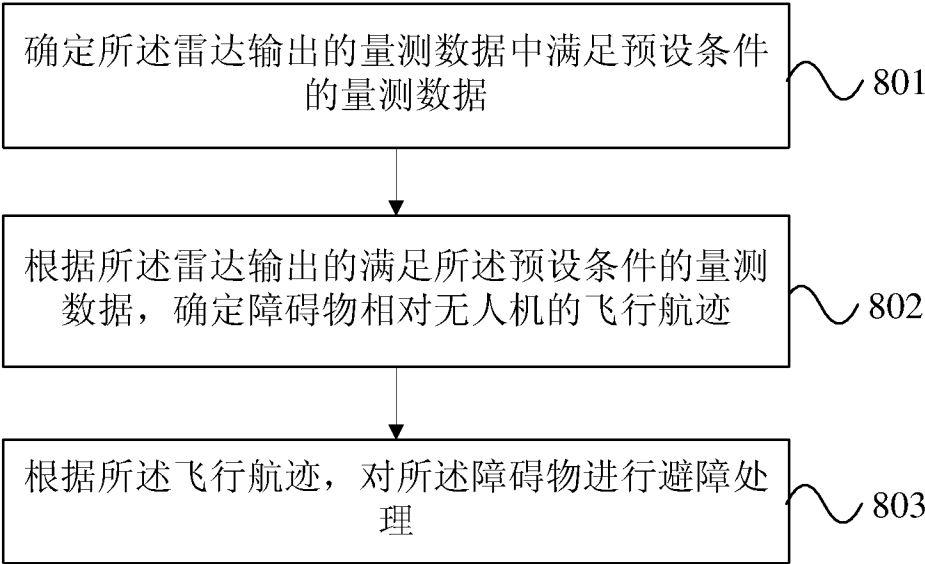


图 8

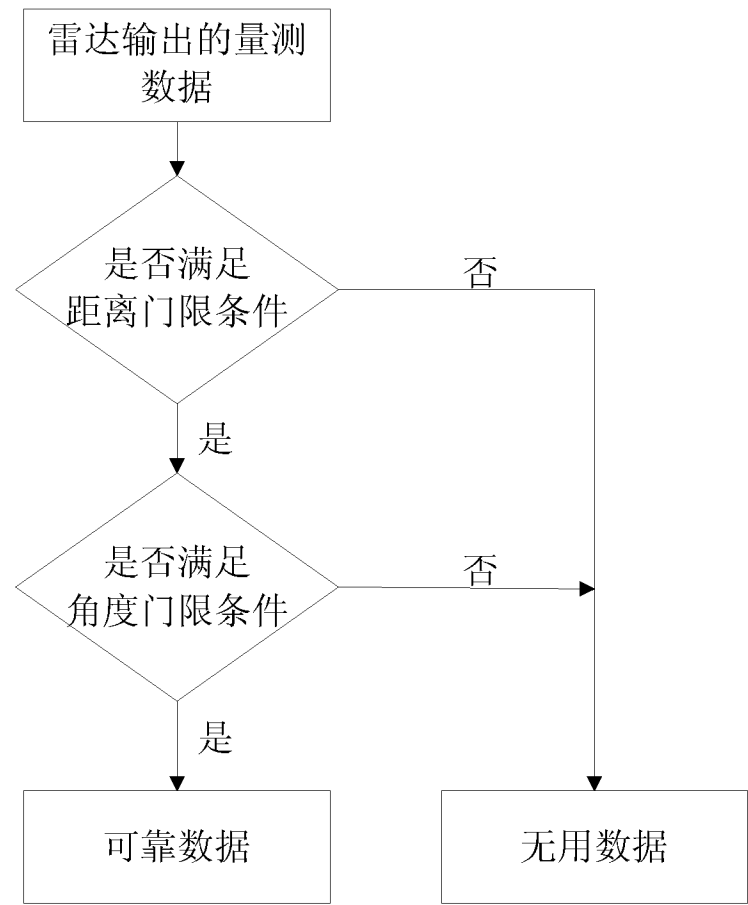


图 9

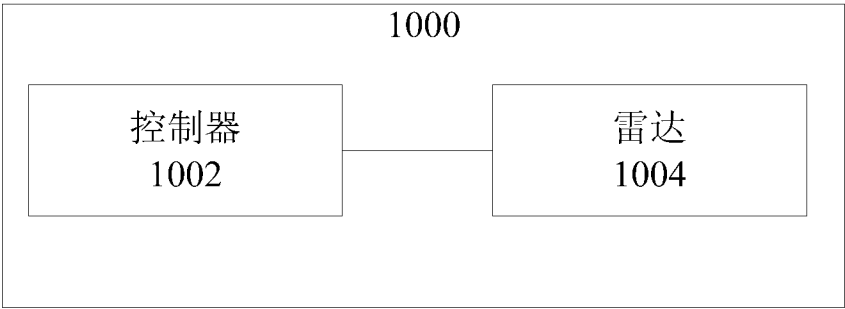


图 10

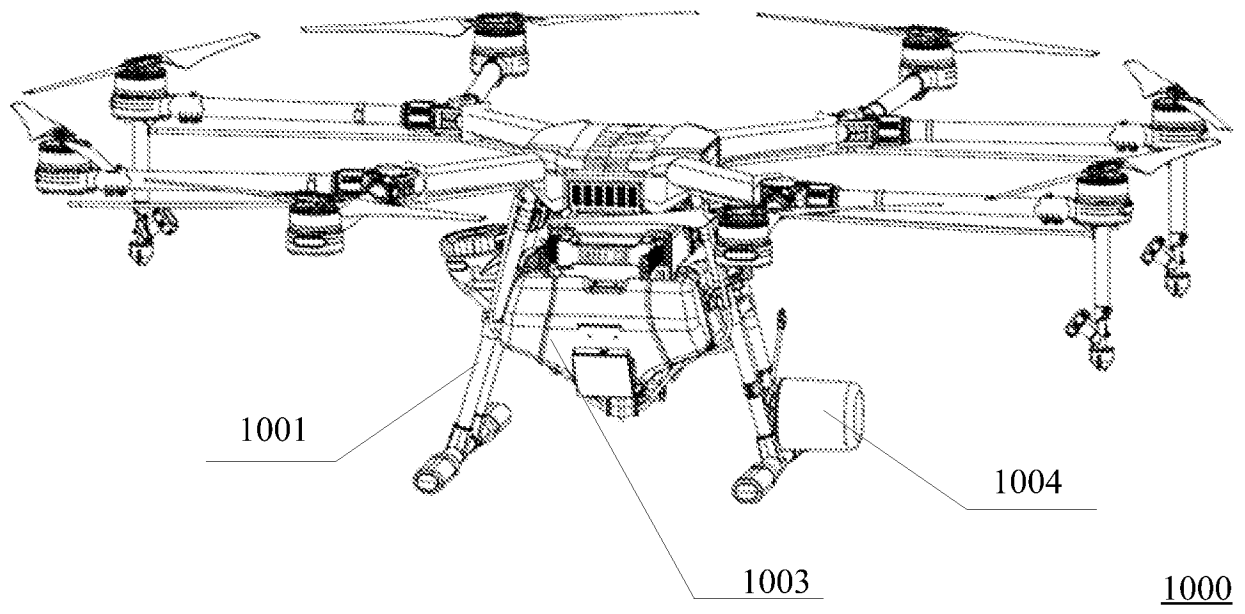


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/117043

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/10(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

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, CNKI, WPI, EPODOC: 无人机, 避障, 雷达, 输出, 测, 数据, 飞行, 航迹, 障碍, 路线, 轨迹, 路径, 航线, unmanned, fly+, machine, visual, positioning, barrier, avoiding, laser, radar, UAV, flight, route, path

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106774392 A (CHINA SOUTHERN POWER GRID CO., LTD., EHV POWER TRANSMISSION COMPANY, MAINTENANCE AND TEST CENTRE ET AL.) 31 May 2017 (2017-05-31) claims 1-6, description, paragraphs [0032]-[0072], and figures 1-2	1-38
X	CN 106527468 A (DEYANG KEYI TECHNOLOGY CO., LTD.) 22 March 2017 (2017-03-22) claims 1-9, description, paragraphs [0034]-[0060], and figures 1-3	1-38
X	CN 106950978 A (XIDIAN UNIVERSITY) 14 July 2017 (2017-07-14) claims 1-10, description, paragraphs [0047]-[0140], and figures 1-10	1-38
X	CN 106197426 A (GUILIN UNIVERSITY OF ELECTRONIC TECHNOLOGY) 07 December 2016 (2016-12-07) claims 1-10, description, paragraphs [0065]-[0120], and figures 1-2	1-38
X	CN 106647800 A (GUANGDONG RONGQE INTELLIGENCE TECHNOLOGY CO., LTD.) 10 May 2017 (2017-05-10) claims 1-4, description, paragraphs [0004]-[0014], and figure 1	1-38



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

18 May 2018

Date of mailing of the international search report

30 May 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/117043**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 105955303 A (BEIJING QIHOO TECHNOLOGY CO., LTD. ET AL.) 21 September 2016 (2016-09-21) claims 1-10, description, paragraphs [0096]-[0146], and figures 1-12	1-38
X	WO 2017177533 A1 (SHENZHEN LONGING INNOVATIVE AVIATION TECH. CO., LTD.) 19 October 2017 (2017-10-19) claims 1-10, description, page 7, paragraph 6 to page 12, paragraph 2, and figures 1-5	1-38
A	CN 102707724 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 03 October 2012 (2012-10-03) entire document	1-38

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2017/117043

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106774392	A	31 May 2017	None			
CN	106527468	A	22 March 2017	None			
CN	106950978	A	14 July 2017	None			
CN	106197426	A	07 December 2016	None			
CN	106647800	A	10 May 2017	WO	2018072509	A1	26 April 2018
CN	105955303	A	21 September 2016	None			
WO	2017177533	A1	19 October 2017	CN	105759829	A	13 July 2016
CN	102707724	A	03 October 2012	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/117043

A. 主题的分类

G05D 1/10(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

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, CNKI, WPI, EPODOC: 无人机, 避障, 雷达, 输出, 测, 数据, 飞行, 航迹, 障碍, 路线, 轨迹, 路径, 航线, unmanned, fly+, machine, visual, positioning, barrier, avoiding, laser, radar, UAV, flight, route, path

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 106774392 A (中国南方电网有限责任公司超高压输电公司检修试验中心 等) 2017 年 5 月 31 日 (2017 - 05 - 31) 权利要求第1-6项, 说明书第[0032]-[0072]段, 图1-2	1-38
X	CN 106527468 A (德阳科蚁科技有限责任公司) 2017年 3 月 22 日 (2017 - 03 - 22) 权利要求第1-9项, 说明书第[0034]-[0060]段, 图1-3	1-38
X	CN 106950978 A (西安电子科技大学) 2017年 7 月 14 日 (2017 - 07 - 14) 权利要求第1-10项, 说明书第[0047]-[0140]段, 图1-10	1-38
X	CN 106197426 A (桂林电子科技大学) 2016年 12 月 7 日 (2016 - 12 - 07) 权利要求第1-10项, 说明书第[0065]-[0120]段, 图1-2	1-38
X	CN 106647800 A (广东容祺智能科技有限公司) 2017年 5 月 10 日 (2017 - 05 - 10) 权利要求第1-4项, 说明书第[0004]-[0014]段, 图1	1-38
X	CN 105955303 A (北京奇虎科技有限公司 等) 2016年 9 月 21 日 (2016 - 09 - 21) 权利要求第1-10项, 说明书第[0096]-[0146]段, 图1-12	1-38
X	WO 2017177533 A1 (SHENZHEN LONGING INNOVATIVE AVIATION TECH. CO., LTD.) 2017年 10 月 19 日 (2017 - 10 - 19) 权利要求第1-10项, 说明书第7页第6段-第12页第2段, 图1-5	1-38

☒ 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

2018年 5 月 18日

国际检索报告邮寄日期

2018年 5 月 30日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

传真号 (86-10)62019451

受权官员

王成苗

电话号码 (86-10)53961686

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
A	CN 102707724 A (清华大学) 2012年 10月 3日 (2012 - 10 - 03) 全文	1-38

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/117043

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	106774392	A	2017年 5月 31日	无			
CN	106527468	A	2017年 3月 22日	无			
CN	106950978	A	2017年 7月 14日	无			
CN	106197426	A	2016年 12月 7日	无			
CN	106647800	A	2017年 5月 10日	WO	2018072509	A1	2018年 4月 26日
CN	105955303	A	2016年 9月 21日	无			
WO	2017177533	A1	2017年 10月 19日	CN	105759829	A	2016年 7月 13日
CN	102707724	A	2012年 10月 3日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)