

(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
2024 年 8 月 15 日 (15.08.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/164693 A1

(51) 国际专利分类号:
G05D 1/00 (2024.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/138188

(22) 国际申请日: 2023 年 12 月 12 日 (12.12.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310141493.X 2023年2月7日 (07.02.2023) CN

(71) 申请人: 北京三快在线科技有限公司 (BEIJING SANKUAI ONLINE TECHNOLOGY CO., LTD) [CN/CN]; 中国北京市海淀区北四环西路 9 号 2106-030, Beijing 100080 (CN)。

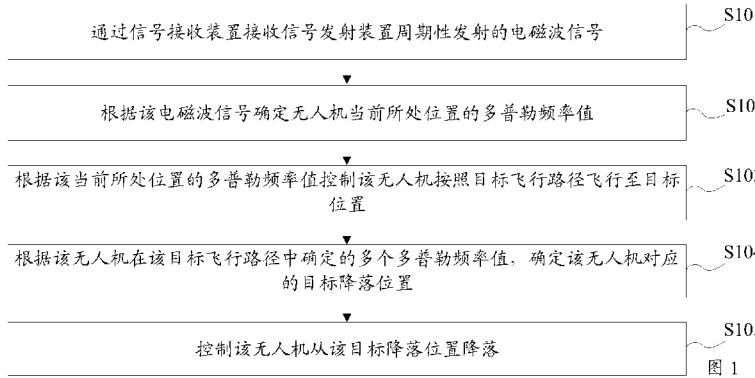
(72) 发明人: 王晶阳 (WANG, Jingyang); 中国北京市海淀区北四环西路 9 号 2106-030, Beijing 100080 (CN)。王培 (WANG, Pei); 中国北京市海淀区北四环西路 9 号 2106-030, Beijing 100080 (CN)。李根 (LI, Gen); 中国北京市海淀区北四环西路 9 号 2106-030, Beijing 100080 (CN)。张一鸣 (ZHANG, Yiming); 中国北京市海淀区北四环西路 9 号 2106-030, Beijing 100080 (CN)。

(74) 代理人: 北京三高永信知识产权代理有限公司 (BEIJING SAN GAO YONG XIN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市海淀区上地信息产业基地三街 1 号楼四层 C 段 457, Beijing 100085 (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,

(54) Title: UNMANNED AERIAL VEHICLE CONTROL

(54) 发明名称: 无人机控制



- S101 A signal receiving apparatus receives electromagnetic wave signals periodically transmitted by a signal transmitting apparatus
- S102 According to the electromagnetic wave signals, determine a Doppler frequency value at the current position where an unmanned aerial vehicle is located
- S103 According to the Doppler frequency value at the current position, control the unmanned aerial vehicle to fly to a target position according to a target flight path
- S104 According to a plurality of Doppler frequency values of the unmanned aerial vehicle determined in the target flight path, determine a target landing position corresponding to the unmanned aerial vehicle
- S105 Control the unmanned aerial vehicle to land from the target landing position

(57) Abstract: An unmanned aerial vehicle control process comprises: a signal receiving apparatus receiving electromagnetic wave signals periodically transmitted by a signal transmitting apparatus (S101); according to the electromagnetic wave signals, determining a Doppler frequency value at the current position where an unmanned aerial vehicle is located (S102); according to the Doppler frequency value at the current position, controlling the unmanned aerial vehicle to fly to a target position according to a target flight path (S103), the target flight path comprising flight paths respectively corresponding to the current flight direction and the target flight direction of

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

the unmanned aerial vehicle, and the target flight direction and the current flight direction having an orthogonal relationship; according to a plurality of Doppler frequency values of the unmanned aerial vehicle determined in the target flight path, determining a target landing position corresponding to the unmanned aerial vehicle (S104), the position below the target landing position being the position where the signal transmitting apparatus or the signal receiving apparatus is located; and controlling the unmanned aerial vehicle to land from the target landing position (S105).

(57) 摘要: 在无人机控制的过程中, 通过信号接收装置接收信号发射装置周期性发射的电磁波信号 (S101); 根据电磁波信号确定无人机当前所处位置的多普勒频率值 (S102); 根据当前所处位置的多普勒频率值, 控制无人机按照目标飞行路径飞行至目标位置 (S103), 目标飞行路径包括无人机的当前飞行方向和目标飞行方向各自对应的飞行路径, 目标飞行方向与当前飞行方向构成正交关系; 根据无人机在目标飞行路径中确定的多个多普勒频率值, 确定无人机对应的目标降落位置 (S104), 目标降落位置的下方为信号发射装置或者信号接收装置所处的位置; 控制无人机从目标降落位置降落 (S105)。

无人机控制

本申请要求于 2023 年 02 月 07 日提交的申请号为 202310141493.X、申请名称为“无人机控制方法、装置、存储介质及电子设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本公开涉及无人机技术领域，具体地，涉及一种无人机控制。

背景技术

随着无人机的广泛应用，无人机的应用场景也越来越广泛。在无人机配送场景中，无人机需要精准降落至指定地点。目前，无人机依靠 GNSS（Global Navigation Satellite System，全球导航卫星系统）定位辅助降落，以降落至指定地点。

发明内容

本公开提供一种无人机控制，无人机控制的过程包括但不限于如下的几个方面。

第一方面，本公开提供一种无人机控制方法，包括：通过信号接收装置接收信号发射装置周期性发射的电磁波信号；根据所述电磁波信号确定无人机当前所处位置的多普勒频率值；根据所述当前所处位置的多普勒频率值，控制所述无人机按照目标飞行路径飞行至目标位置，所述目标飞行路径包括所述无人机的当前飞行方向和目标飞行方向各自对应的飞行路径，所述目标飞行方向与所述当前飞行方向构成正交关系；根据所述无人机在所述目标飞行路径中确定的多个多普勒频率值，确定所述无人机对应的目标降落位置，所述目标降落位置的下方为所述信号发射装置或者所述信号接收装置所处的位置；控制所述无人机从所述目标降落位置降落。

可选地，所述根据所述当前所处位置的多普勒频率值控制所述无人机按照目标飞行路径飞行至目标位置，包括：根据所述当前所处位置的多普勒频率值确定第一位置和第二位置；控制所述无人机按照所述当前飞行方向，从所述第一位置飞行至所述第二位置；根据所述当前飞行方向确定所述目标飞行方向；控制所述无人机按照所述目标飞行方向，从所述第二位置飞行至所述目标位置。

可选地，所述根据所述当前所处位置的多普勒频率值确定第一位置和第二位置，包括：确定所述第一位置，在所述当前所处位置为所述第一位置时，所述当前所处位置的多普勒频率值与频率阈值的差值小于或等于差值阈值；根据所述第一位置、所述当前飞行方向以及第一飞行距离，确定所述第二位置。

可选地，所述根据所述当前飞行方向确定所述目标飞行方向，包括：根据所述当前飞行方向，确定第一飞行方向，所述第一飞行方向为与所述当前飞行方向构成正交关系的任一方向；控制所述无人机按照所述第一飞行方向，从所述第二位置飞行参考时长；根据多个第一多普勒频率值和所述第一飞行方向，确定所述目标飞行方向，其中，所述多个第一多普勒频

率值在所述参考时长的飞行过程中确定。

可选地，所述根据多个第一多普勒频率值和所述第一飞行方向，确定所述目标飞行方向，包括：在确定所述多个第一多普勒频率值均大于或等于所述频率阈值的情况下，将所述第一飞行方向作为所述目标飞行方向；或者，在确定所述多个第一多普勒频率值均小于所述频率阈值的情况下，将第二飞行方向作为所述目标飞行方向，所述第二飞行方向与所述第一飞行方向相反。

可选地，所述控制所述无人机按照所述目标飞行方向，从所述第二位置飞行至所述目标位置，包括：在所述目标飞行方向上确定第三位置，所述第三位置的多普勒频率值与频率阈值的差值小于或等于差值阈值；根据所述第三位置和所述目标飞行方向，确定所述目标位置；控制所述无人机按照所述目标飞行方向，从所述第三位置飞行至所述目标位置。

可选地，在所述通过信号接收装置接收信号发射装置周期性发射的电磁波信号之前，还包括：确定所述无人机通过定高模式匀速飞行至降落区域，所述降落区域包括所述目标飞行路径。

可选地，所述信号接收装置位于所述无人机，所述接收信号发射装置位于所述目标降落位置的下方位置；或者，所述信号发射装置位于所述无人机，所述接收信号接收装置位于所述目标降落位置的下方位置。

可选地，所述根据所述无人机在所述目标飞行路径中确定的多个多普勒频率值，确定所述无人机对应的目标降落位置，包括：基于所述多个多普勒频率值和所述多个多普勒频率值对应的位置，通过二维曲线拟合，确定所述目标降落位置。

第二方面，本公开提供一种无人机控制装置，包括：

接收模块，用于通过信号接收装置接收信号发射装置周期性发射的电磁波信号；

第一确定模块，用于根据所述电磁波信号确定无人机当前所处位置的多普勒频率值；

第一控制模块，用于根据所述当前所处位置的多普勒频率值，控制所述无人机按照目标飞行路径飞行至目标位置，所述目标飞行路径包括所述无人机的当前飞行方向和目标飞行方向各自对应的飞行路径，所述目标飞行方向与所述当前飞行方向构成正交关系；

第二确定模块，用于根据所述无人机在所述目标飞行路径中确定的多个多普勒频率值，确定所述无人机对应的目标降落位置，所述目标降落位置的下方为所述信号发射装置或者所述信号接收装置所处的位置；

第二控制模块，用于控制所述无人机从所述目标降落位置降落。

可选地，所述第一控制模块，用于：根据所述当前所处位置的多普勒频率值确定第一位置和第二位置；控制所述无人机按照所述当前飞行方向，从所述第一位置飞行至所述第二位置；根据所述当前飞行方向确定所述目标飞行方向；控制所述无人机按照所述目标飞行方向，从所述第二位置飞行至所述目标位置。

可选地，所述第一控制模块，用于：确定所述第一位置，在所述当前所处位置为所述第一位置时，所述当前所处位置的多普勒频率值与频率阈值的差值小于或等于差值阈值；根据所述第一位置、所述当前飞行方向以及第一飞行距离，确定所述第二位置。

可选地，所述第一控制模块，用于：根据所述当前飞行方向，确定第一飞行方向，所述第一飞行方向为与所述当前飞行方向构成正交关系的任一方向；控制所述无人机按照所述第一飞行方向，从所述第二位置飞行参考时长；根据多个第一多普勒频率值和所述第一飞行方

向，确定所述目标飞行方向，其中，所述多个第一多普勒频率值在所述参考时长的飞行过程中确定。

可选地，所述第一控制模块，用于：在确定所述多个第一多普勒频率值均大于或等于所述频率阈值的情况下，将所述第一飞行方向作为所述目标飞行方向；或者，在确定所述多个第一多普勒频率值均小于所述频率阈值的情况下，将第二飞行方向作为所述目标飞行方向，所述第二飞行方向与所述第一飞行方向相反。

可选地，所述第一控制模块，用于：在所述目标飞行方向上确定第三位置，所述第三位置的多普勒频率值与所述频率阈值的差值小于或等于差值阈值；根据所述第三位置和所述目标飞行方向，确定所述目标位置；控制所述无人机按照所述目标飞行方向，从所述第三位置飞行至所述目标位置。

可选地，所述装置还包括：第三确定模块，用于确定所述无人机通过定高模式匀速飞行至降落区域，所述降落区域包括所述目标飞行路径。

可选地，所述信号接收装置位于所述无人机，所述接收信号发射装置位于所述目标降落位置的下方位置；或者，所述信号发射装置位于所述无人机，所述接收信号接收装置位于所述目标降落位置的下方位置。

可选地，所述第二确定模块，用于：基于所述多个多普勒频率值和所述多个多普勒频率值对应的位置，通过二维曲线拟合，确定所述目标降落位置。

第三方面，本公开提供一种非临时性计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现本公开第一方面或第一方面的任一种可选实施例所述方法的步骤。

第四方面，本公开提供一种电子设备，包括：存储器，其上存储有计算机程序；处理器，用于执行所述存储器中的所述计算机程序，以实现本公开第一方面或第一方面的任一种可选实施例所述方法的步骤。

第五方面，本公开提供一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括计算机程序，所述计算机程序能够由可编程的装置执行，当所述计算机程序由所述可编程的装置执行时，执行第一方面或第一方面的任一种可选实施例所述方法的步骤。

通过上述技术方案，通过信号接收装置接收信号发射装置周期性发射的电磁波信号；根据电磁波信号确定无人机当前所处位置的多普勒频率值；根据当前所处位置的多普勒频率值控制无人机按照目标飞行路径飞行至目标位置，目标飞行路径包括无人机的当前飞行方向对应的飞行路径和与当前飞行方向构成正交关系的目标飞行方向对应的飞行路径；根据无人机在目标飞行路径中确定的多个多普勒频率值，确定无人机对应的目标降落位置，目标降落位置的下方为信号发射装置或者信号接收装置所处的位置；控制无人机从目标降落位置降落。也就是说，本公开可以根据无人机与降落点之间传输的电磁波信号，确定无人机飞行过程中多个位置的多普勒频率值，根据多个多普勒频率值确定目标降落位置，并控制无人机从该目标降落位置降落，实现了无人机的精准降落。

本公开的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

图1是根据本公开一示例性实施例示出的一种无人机控制方法的流程图；

图 2 是根据本公开一示例性实施例示出的一种无人机降落系统示意图；
图 3 是根据本公开一示例性实施例示出的一种斜距热力图；
图 4 是根据本公开一示例性实施例示出的一种多普勒相位热力图；
图 5 是根据本公开一示例性实施例示出的另一种无人机控制方法的流程图；
图 6 是根据本公开一示例性实施例示出的另一种无人机控制方法的流程图；
图 7 是根据本公开一示例性实施例示出的另一种无人机控制方法的流程图；
图 8 是根据本公开一示例性实施例示出的一种无人机降落引导过程示意图；
图 9 是根据本公开一示例性实施例示出的一种无人机控制装置的框图；
图 10 是根据本公开一示例性实施例示出的另一种无人机控制装置的框图；
图 11 是根据本公开一示例性实施例示出的一种电子设备的框图；
图 12 是根据本公开一示例性实施例示出的另一种电子设备的框图。

具体实施方式

以下结合附图对本公开的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本公开，并不用于限制本公开。

需要说明的是，本公开中所有获取信号、信息或数据的动作都是在遵照所在地国家相应的数据保护法规政策的前提下，并获得由相应装置所有者给予授权的情况下进行的。

在下文中的描述中，“第一”、“第二”等词汇，仅用于区分描述的目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性，也不能理解为指示或暗示顺序。

首先，对本公开的应用场景进行说明。目前，无人机在降落过程中可以依靠 GNSS 或者视觉系统进行定位，GNSS 的定位精度比较低，而视觉定位虽然定位精度比较高，但是容易受到不良天气的影响。相关技术中，通过传感器辅助无人机进行精准定位，例如，基于三坐标雷达的引导定位系统能够准确测量无人机的三维位置，但是，三维雷达的价格比较高，导致无人机的整体成本比较高，不适用于配送等场景。并且，三维雷达在使用一段时间后需要进行复杂的误差校准和位姿估计，影响无人机的运行效率。

本公开提供一种无人机控制方法、装置、存储介质及电子设备，用于解决相关技术中存在的问题。根据无人机与降落点之间传输的电磁波信号，确定无人机飞行过程中多个位置的多普勒频率值，根据多个多普勒频率值确定目标降落位置，并控制无人机从该目标降落位置降落，实现了无人机的精准降落。

下面结合具体实施例对本公开进行说明。

图 1 是根据本公开一示例性实施例示出的一种无人机控制方法的流程图，如图 1 所示，该方法可以包括：

S101、通过信号接收装置接收信号发射装置周期性发射的电磁波信号。

其中，该电磁波信号可以是单频正弦波，也可以是步进频连续波，还可以是调频连续波，本公开对该电磁波信号的具体类型不作限定。该信号接收装置可以位于无人机，对应的，该接收信号发射装置位于目标降落位置的下方位置。目标降落位置可以是指空中的任意位置，无人机能够飞行至该目标降落位置。示例地，该信号发射装置可以放置在地面端停机坪的中心，用于向空中辐射该电磁波信号，该信号接收装置可以位于该无人机的中心。或者，该信号发射装置和该信号接收装置也可以互换位置，即该信号发射装置可以位于该无人机，对应

的,该接收信号接收装置位于该目标降落位置的下方位置。示例地,该信号发射装置位于该无人机的中心,该信号接收装置放置在地面端停机坪的中心。

若该信号接收装置位于无人机的中心,则在该信号接收装置确定相关的控制信息(比如根据接收的电磁波信号确定)后,直接按照控制信息对无人机进行控制即可。示例地,该控制信息用于控制无人机从目标降落位置降落。或者,若该信号接收装置放置在地面停机坪的中心,则在该信号接收装置确定相关的控制信息后,需要将该控制信息再发送至该无人机,对该无人机进行控制。本公开以该信号发射装置放置在地面端停机坪的中心,该信号接收装置位于该无人机的中心为例进行说明。

需要说明的是,该信号发射装置可以是单辐射源或者信号转发器,在该信号发射装置为单辐射源的情况下,该信号接收装置可以是射频接收机,该单辐射源可以发射电磁波信号,该射频接收机可以接收单辐射源发射的电磁波信号。或者,在该信号发射装置为信号转发器的情况下,该信号接收装置可以是雷达模块,由于雷达模块利用的是回波,因而该雷达模块可以发射电磁波信号,该信号转发器接收到该电磁波信号后,可以转发该电磁波信号,该雷达模块可以接收该信号转发器转发的电磁波信号。

在本步骤中,该信号发射装置可以持续发射该电磁波信号,该无人机在确定需要降落时,可以以接近地面的定高模式匀速向接近该信号发射装置的方向直线飞行,并通过该信号接收装置接收该信号发射装置发射的电磁波信号。此处的定高模式、匀速和直线飞行仅为举例,根据实际需求的不同,无人机也可以采用其他飞行模式、变速或者非直线飞行的方式。

S102、根据该电磁波信号确定无人机当前所处位置的多普勒频率值。

需要说明的是,该当前所处位置为该无人机接收到电磁波信号时的位置,在该无人机飞行过程中,该当前所处位置也一直在变化。示例地,若该无人机飞行至位置X时接收到该电磁波信号,则位置X为该当前所处位置;若该无人机从位置X飞行至位置Y时,又接收到该电磁波信号,则位置Y为该当前所处位置。

在本步骤中,在该无人机的信号接收装置每次接收到该电磁波信号后,可以对该电磁波信号进行调制解调处理,得到该无人机当前所处位置的多普勒相位值,再根据该多普勒相位值,通过短时傅里叶变换确定该无人机当前所处位置的多普勒频率值。

S103、根据该当前所处位置的多普勒频率值,控制该无人机按照目标飞行路径飞行至目标位置。

其中,该目标飞行路径包括该无人机的当前飞行方向对应的飞行路径和与该当前飞行方向构成正交关系的目标飞行方向对应的飞行路径。也就是说,该目标飞行路径包括无人机的当前飞行方向和目标飞行方向各自对应的飞行路径,目标飞行方向与当前飞行方向构成正交关系。

在本步骤中,可以按照该无人机的当前飞行方向匀速直线飞行,在确定该多普勒频率值与预设频率阈值的差值小于或等于预设差值阈值的情况下,控制该无人机再继续飞行第一预设飞行距离。其中,无人机继续飞行第一预设飞行距离所形成的路径,即为上述无人机的当前飞行方向对应的飞行路径。根据该当前飞行方向确定该目标飞行方向,并按照该目标飞行方向继续飞行,在确定该多普勒频率值与预设频率阈值的差值小于或等于预设差值阈值的情况下,再继续飞行第二预设飞行距离,到达该目标位置。无人机继续飞行第二预设飞行距离所形成的路径,即为上述无人机的目标飞行方向对应的飞行路径。

其中,该预设频率阈值可以是0,也可以是接近0的值,该预设差值阈值可以是0,该第一预设飞行距离和该第二预设飞行距离可以根据该无人机的飞行高度预先设置,该第一预设飞行距离与该第二预设飞行距离可以相同,也可以不同,本公开对此不作限定。另外,预设仅为频率阈值的一种示例的获得方式,频率阈值也可以通过其他的获得方式获得,因而预设频率阈值也可以称为频率阈值。相应地,预设差值阈值也可以称为差值阈值,第一预设飞行距离也可以称为第一飞行距离,第二预设飞行距离也可以称为第二飞行距离。

S104、根据该无人机在该目标飞行路径中确定的多个多普勒频率值,确定该无人机对应的目标降落位置。

其中,该目标降落位置的下方为该信号发射装置或者该信号接收装置所处的位置。

在一种可能的实现方式中,在该无人机到达该目标位置后,可以获取该无人机存储的每个多普勒频率值,基于多个多普勒频率值和多个多普勒频率值对应的位置,通过二维曲线拟合,确定该目标降落位置。示例地,可以通过二维曲线拟合方法,对多个多普勒频率值进行拟合。示例地,确定多普勒频率值为0的目标降落位置,或者,多普勒频率值小于参考阈值的目标降落位置,本公开不对该参考阈值进行限定。

并且,通过二维曲线拟合还可以确定该无人机当前所处的目标位置与该目标降落位置的相对位置关系,以及该无人机距离该信号发射装置的目标高度。

示例地,图2是根据本公开一示例性实施例示出的一种无人机降落系统示意图,如图2所示,该无人机降落系统包括信号发射装置和无人机,x轴正方向水平向东,y轴正方向水平向北,z轴正方向垂直向上,在无人机按照高度H(即上述的目标高度)飞行时,无人机与信号发射装置(在图2中示为地面转发器)之间的斜距为R。无人机与信号发射装置的相对位置可以通过以下的公式(1)计算得到:

$$R(t) = \sqrt{H^2 + x_U^2(t) + y_U^2(t)} = \sqrt{H^2 + \rho_U^2(t)} \quad (1)$$

其中, $R(t)$ 表示t时刻无人机与信号发射装置的相对位置, $(x_U(t), y_U(t), H)$ 为无人机在t时刻的位置, $\rho_U(t) = \sqrt{x_U^2(t) + y_U^2(t)}$ 表示t时刻无人机在 $z = H$ 等高平面上的极轴长度(可以体现上述说明的目标位置与目标降落位置的相对位置关系)。若信号发射装置发射单频正弦电磁波,信号频率为 f_c ,光速为c,则电磁波的波长 $\lambda_c = c/f_c$,根据雷达探测原理,可以得到无人机在不同时刻观测到的多普勒相位值为以下的公式(2):

$$\phi_{dopp}(t) = -\frac{4\pi R(t)}{\lambda_c} = -\frac{4\pi}{\lambda_c} \sqrt{H^2 + \rho_U^2(t)} \quad (2)$$

其中, $\phi_{dopp}(t)$ 为无人机在t时刻的多普勒相位值。

多普勒频率值可以由多普勒相位值求导得到,从公式(2)可以看出,当无人机接近(0, 0, H)时,多普勒频率值为正,当无人机远离(0, 0, H)时,多普勒频率值为负,当无人机位于信号发射装置的正上方(0, 0, H)时,无人机向任何方向飞行时多普勒频率值均为0。

基于上述说明,以该高度H为120米为例,图3是根据本公开一示例性实施例示出的一种斜距热力图,图4是根据本公开一示例性实施例示出的一种多普勒相位热力图,如图3和图4所示,信号发射装置正上方所在的位置(0, 0, H)的多普勒频率值为0。

根据公式(1)和公式(2)可以看出,多普勒相位值 $\phi_{dopp}(t)$ 与斜距R为成正比关系,该成正比关系可以通过双曲线表示,本公开可以基于多个多普勒频率值,对该双曲线模型进行拟合处理,确定该目标降落位置和该目标高度。

S105、控制该无人机从该目标降落位置降落。

在本步骤中，在确定该目标降落位置后，可以根据该无人机当前所处的目标位置与该目标降落位置的相对位置关系，控制该无人机从该目标位置飞行至该目标降落位置，并根据该目标高度控制该无人机从该目标降落位置降落。

在一种可能的实现方式中，在确定该无人机通过定高模式匀速飞行至预设降落区域后，通过该信号接收装置接收该信号发射装置周期性发射的电磁波信号，其中，该预设降落区域包括目标飞行路径。示例地，该预设降落区域可以是以该地面停机坪为中心的预设区域，该预设区域可以是矩形，也可以是圆形，本公开对此不作限定。当然，预设仅为降落区域的一种示例的获得方式，降落区域也可以通过其他的获得方式获得，因而预设降落区域也可以称为降落区域。

采用上述方法，根据无人机与降落点之间传输的电磁波信号，确定无人机飞行过程中多个位置的多普勒频率值，根据多个多普勒频率值确定目标降落位置，并控制无人机从该目标降落位置降落，实现了无人机的精准降落。并且，该无人机在整个降落过程中无需通信链路的参与，节约了无人机的成本。进一步地，在该信号发射装置为信号转发器的情况下，该信号转发器在转发电磁波信号时能够对电磁波信号进行放大，增加了无人机的控制范围。

图 5 是根据本公开一示例性实施例示出的另一种无人机控制方法的流程图，如图 5 所示，步骤 S103 的实现方式可以包括：

S1031、根据该当前所处位置的多普勒频率值确定第一位置和第二位置。

S1032、控制该无人机按照该当前飞行方向，从该第一位置飞行至该第二位置。

S1033、根据该当前飞行方向确定该目标飞行方向。

S1034、控制该无人机按照该目标飞行方向，从该第二位置飞行至该目标位置。

示例地，在该无人机飞行过程中，该信号接收装置每次根据该电磁波信号确定该当前所处位置的多普勒频率值后，可以将该当前所处位置的多普勒频率值与该预设频率阈值进行对比，若该当前所处位置的多普勒频率值与该预设频率阈值的差值小于或等于预设差值阈值的位置，则将该当前所处位置作为该第一位置。或者说，本申请实施例中可以确定第一位置，在当前所处位置为第一位置时，当前所处位置的多普勒频率值与频率阈值的差值小于或等于差值阈值。在确定第一位置之后，根据该第一位置、该当前飞行方向以及第一预设飞行距离，确定该第二位置。

例如，若该当前所处位置的多普勒频率值为 0，则将该当前所处位置作为该第一位置。该第一预设飞行距离可以根据该无人机当前飞行的高度，通过预先设置的距离关联关系确定，该距离关联关系可以包括不同的高度与飞行距离之间的对应关系。

在确定该第一位置后，可以控制该无人机继续按照该当前飞行方向飞行该第一预设飞行距离，到达该第二位置。之后，可以根据该当前飞行方向，确定第一飞行方向，该第一飞行方向为与该当前飞行方向构成正交关系的任一方向；控制该无人机按照该第一飞行方向，从该第二位置飞行预设时长；根据多个第一多普勒频率值和该第一飞行方向，确定该目标飞行方向，其中，多个第一多普勒频率值在预设时长的飞行过程中确定。

其中，本申请实施例也可以控制该无人机按照该第一飞行方向，从该第二位置飞行参考时长。通过预设得到的参考时长即为上述的预设时长，该参考时长也可以通过预设之外的其他方式得到。相应地，多个第一多普勒频率值在参考时长的飞行过程中确定。

示例地，在该无人机在该预设时长内飞行过程中，可以存储每次确定的多普勒频率值，

在飞行该预设时长后，可以获取存储的该无人机在该预设时长内飞行时的多个第一多普勒频率值，并据多个第一多普勒频率值和该第一飞行方向，确定该目标飞行方向。该预设时长可以根据经验预先设置，示例地，该预设时长可以是 100ms。

需要说明的是，该预设时长也可以是预设距离，例如，控制该无人机按照该第一飞行方向，从该第二位置飞行预设距离，本公开对此不作限定。

在一种可能的实现方式中，在确定该多个第一多普勒频率值均大于或等于该预设频率阈值的情况下，将该第一飞行方向作为该目标飞行方向；或者，在确定该多个第一多普勒频率值均小于该预设频率阈值的情况下，将第二飞行方向作为该目标飞行方向，该第二飞行方向与该第一飞行方向相反。

示例地，在该无人机到达该第二位置后，可以根据该无人机的当前飞行方向，从与该当前飞行方向构成正交关系的两个方向中，任选一个方向作为该第一飞行方向。获取该预设时长，并控制该无人机按照该第一飞行方向飞行该预设时长。在该无人机按照该第一飞行方向飞行过程中，该无人机的信号接收装置根据接收到的电磁波信号确定该多普勒频率值，在该无人机完成该预设时长的飞行后，可以获取该预设时长内飞行时的多个第一多普勒频率值。以该预设频率阈值为 0 为例，若该多个第一多普勒频率值均大于或等于 0，则表示该第一飞行方向指向该信号发射装置，可以将该第一飞行方向作为该目标飞行方向，并控制该无人机继续按照该目标飞行方向飞行，直至该无人机到达该目标位置。若确定多个第一多普勒频率值均小于 0，则表示该无人机向远离该信号发射装置的方向飞行，在这种情况下，可以根据该第一飞行方向确定该第二飞行方向，将该第二飞行方向作为该目标飞行方向，并控制该无人机按照该目标飞行方向，从该当前位置开始飞行，直至飞行至该目标位置。

在一种可能的实现方式中，在该无人机进入该预设降落区域后，可以先获取存储的多个多普勒频率值，在确定每个该多普勒频率值均大于或等于该预设频率阈值的情况下，根据该多普勒频率值确定该第一位置 and 该第二位置。示例地，在确定获取的多个多普勒频率值均大于 0 的情况下，表示该无人机向接近该信号发射装置的方向飞行，在这种情况下，可以控制该无人机继续按照当前飞行方向飞行。在确定获取的多个多普勒频率值均小于 0 的情况下，表示该无人机向远离该信号发射装置的方向飞行，在这种情况下，可以控制该无人机按照当前飞行方向的反方向飞行。在确定该无人机向接近该信号发射装置的方向飞行的情况下，根据该多普勒频率值确定该第一位置 and 该第二位置。

图 6 是根据本公开一示例性实施例示出的另一种无人机控制方法的流程图，如图 6 所示，步骤 S103 的实现方式还可以包括：

S1035、在该目标飞行方向上确定第三位置。

其中，该第三位置的多普勒频率值与该预设频率阈值的差值小于或等于该预设差值阈值。

示例地，在该无人机在该目标飞行方向上飞行过程中，每次确定该当前所处位置的多普勒频率值后，可以将该当前所处位置的多普勒频率值与该预设频率阈值进行对比，若该当前所处位置的多普勒频率值与该预设频率阈值的差值小于或等于该预设差值阈值，则将该当前所处位置作为该第三位置。

S1036、根据该第三位置和该目标飞行方向，确定该目标位置。

S1037、控制该无人机按照该目标飞行方向，从该第三位置飞行至该目标位置。

示例地，在该无人机按照该目标飞行方向飞行过程中，该无人机的信号接收装置根据接

收到的电磁波信号确定该多普勒频率值，以该预设频率阈值和该预设差值阈值均为 0 为例，若确定该多普勒频率值为 0，则可以将该多普勒频率值为 0 的位置所为该第三位置。在确定该第三位置后，可以获取第二预设距离（也称为第二预设飞行距离，或者第二飞行距离），并控制该无人机按照该目标飞行方向，从该第三位置继续飞行该第二预设距离，到达该目标位置。其中，该第二预设距离的确定方式可以参考该第一预设距离（也称为第一预设飞行距离，或者第一飞行距离）的确定方式，此处不再赘述，该第二预设距离可以与该第一预设距离相同，也可以与该第一预设距离不同，本公开对此不作限定。

图 7 是根据本公开一示例性实施例示出的另一种无人机控制方法的流程图，如图 7 所示，该方法以该信号发射装置为放置在地面停机坪的信号转发器、该预设频率阈值为 0 为例，该方法应用于无人机，可以包括：

S701、通过信号接收装置接收该地面转发器转发的电磁波信号。

S702、根据该电磁波信号确定该无人机当前所处位置的多普勒频率值。

S703、根据该当前所处位置的多普勒频率确定该无人机的当前飞行方向是否正确，若该当前飞行方向正确，则执行步骤 S704，若该当前飞行方向不正确，则执行步骤 S705。

S704、在确定该当前所处位置的多普勒频率值为 0 的情况下，继续按照该当前飞行方向飞行第一预设距离。

S705、按照该当前飞行方向的反方向飞行，执行步骤 S704。

S706、根据该当前飞行方向确定第一飞行方向，并按照该第一飞行方向，从该第一目标位置开始飞行预设时长。

S707、确定该预设时长内的多普勒频率值是否恒为负，若多普勒频率值恒为负，则执行步骤 S708，若多普勒频率值恒为正，则执行步骤 S709。

S708、根据该第一飞行方向确定第二飞行方向（第一飞行方向的相反方向），并从当前位置开始按照该第二飞行方向飞行。

S709、按照该第一飞行方向继续飞行，在确定多普勒频率值为 0 的情况下，继续飞行第二预设距离。

S710、获取无人机在该预设降落区域内确定的每个多普勒频率值，并根据多个多普勒频率值确定目标降落位置和无人机距离该信号转发器的目标高度。

S711、控制该无人机根据该目标高度从该目标降落位置降落。

示例地，图 8 是根据本公开一示例性实施例示出的一种无人机降落引导过程示意图，如图 8 所示，矩形框表示该预设降落区域，O 为地面停机坪的中心（信号发射装置所在位置），不同的圆周表示不同的斜距 R，无人机以定高模式匀速从 A 点驶入该预设降落区域后，继续以当前高度和速度匀速飞行，并在飞行过程中通过信号接收模块接收地面停机坪中心的信号发射装置发射的电磁波信号，根据该电磁波信号确定该无人机当前所处位置的多普勒频率值，并存储该多普勒频率值。在确定的多个多普勒频率值均大于或等于 0 的情况下，可以控制该无人机继续按照当前飞行方向飞行，在确定的多个多普勒频率值均小于 0 的情况下，可以控制该无人机按照该当前飞行方向的反方向飞行。图 8 中该无人机从 A 点进入该预设降落区域后，由于当前飞行方向是接近该信号发射装置，因此，该无人机飞行过程中的多普勒频率值也为正。

在该无人机飞行到 B 点后，确定该多普勒频率值为 0，控制该无人机继续按照当前飞行

方向飞行第一预设距离, 到达 C 点。根据该无人机的当前飞行方向确定第一飞行方向, 图 8 中该第一飞行方向可以是指向 D 点的方向, 控制该无人机按照该第一飞行方向, 从 B 点开始飞行预设时长 (包括上文中飞行第一预设距离所花费的时长), 获取该预设时长内确定的多个第一多普勒频率值, 在确定该多个第一多普勒频率值均小于 0 的情况下, 表示该无人机向远离该信号发射装置的方向飞行, 在这种情况下, 可以确定该第二飞行方向 (该第一飞行方向的反方向), 如图 8 中指向 E 的方向, 控制该无人机按照该第二飞行方向, 从当前位置 (比如确定该第二飞行方向时无人机所处的位置) 开始飞行, 在确定多普勒频率值为 0 的情况下, 可以确定该无人机到达 E 点。

控制该无人机从 E 点开始继续飞行第二预设距离, 到达 F 点。获取该无人机存储的从 A 点到 F 点的多个多普勒频率值, 根据多个多普勒频率值, 通过二维曲线拟合方法, 得到多普勒频率值为 0 的位置 O、该无人机当前所处的 F 点与 O 点的相对位置关系 ($R_{FO'}$, $\theta_{FO'}$) 以及该无人机距离该信号发射装置的目标高度。其中, 如图 8 所示, $R_{FO'}$ 为 F 点与 O 点之间的距离, $\theta_{FO'}$ 为 DF 与 OF 之间的角度。根据该相对位置关系, 控制该无人机从 F 点飞行至 O 点, 并根据该目标高度控制该无人机从 O 点降落。

通过上述方法, 无人机仅通过信号发射装置和信号接收装置即可实现自主降落, 该信号发射装置和该信号接收装置的成本比较低, 降低了该无人机的运营成本, 并且, 在该无人机端放置信号接收装置, 地面端放置该信号发射装置的情况下, 该无人机端只接收信号, 不发射信号, 避免多架无人机之间的串扰, 基于此, 能够实现多架无人机同时降落, 而地面端由于只发射信号, 不接收信号, 不会存在杂波、虚警以及多径等影响, 并且, 无人机可以根据接收到的电磁波信号实现自主降落, 无需增加通信链路。同时, 由于信号发射装置的发射功率只有单程衰减, 最大作用距离更远, 从而能够更好地引导无人机降落。进一步地, 由于信号发射装置正上方区域的斜距变化比较小, 导致多普勒频率值的变化幅度也比较小, 本公开的无人机按照正交飞行方向飞行过程中可以获取多个多普勒频率值, 通过二维拟合的方式确定的目标降落位置更加准确, 从而提高了无人机降落的准确率。

图 9 是根据本公开一示例性实施例示出的一种无人机控制装置的框图, 如图 9 所示, 该装置可以包括:

接收模块 901, 用于通过信号接收装置接收信号发射装置周期性发射的电磁波信号;

第一确定模块 902, 用于根据该电磁波信号确定无人机当前所处位置的多普勒频率值;

第一控制模块 903, 用于根据该当前所处位置的多普勒频率值控制该无人机按照目标飞行路径飞行至目标位置, 该目标飞行路径包括该无人机的当前飞行方向对应的飞行路径和与该当前飞行方向构成正交关系的目标飞行方向对应的飞行路径, 或者说, 所述目标飞行路径包括所述无人机的当前飞行方向和目标飞行方向各自对应的飞行路径, 所述目标飞行方向与所述当前飞行方向构成正交关系;

第二确定模块 904, 用于根据该无人机在该目标飞行路径中确定的多个多普勒频率值, 确定该无人机对应的目标降落位置, 该目标降落位置的下方为该信号发射装置或者该信号接收装置所处的位置;

第二控制模块 905, 用于控制该无人机从该目标降落位置降落。

可选地, 该第一控制模块 903, 用于: 根据该当前所处位置的多普勒频率值确定第一位置和第二位置; 控制该无人机按照该当前飞行方向, 从该第一位置飞行至该第二位置; 根据该

当前飞行方向确定该目标飞行方向；控制该无人机按照该目标飞行方向，从该第二位置飞行至该目标位置。

可选地，该第一控制模块 903，用于：将该当前所处位置的多普勒频率值与预设频率阈值（也称为频率阈值）的差值小于或等于预设差值阈值（也称为差值阈值）的位置，作为该第一位置，也就是说，确定所述第一位置，在所述当前所处位置为所述第一位置时，所述当前所处位置的多普勒频率值与频率阈值的差值小于或等于差值阈值；根据该第一位置、该当前飞行方向以及第一预设飞行距离（也称为第一飞行距离），确定该第二位置。

可选地，该第一控制模块 903，用于：根据该当前飞行方向，确定第一飞行方向，该第一飞行方向为与该当前飞行方向构成正交关系的任一方向；控制该无人机按照该第一飞行方向，从该第二位置飞行预设时长（也称为参考时长）；根据多个第一多普勒频率值和该第一飞行方向，确定该目标飞行方向，其中，该多个第一多普勒频率值在该预设时长的飞行过程中确定。

可选地，该第一控制模块 903，用于：在确定该多个第一多普勒频率值均大于或等于该预设频率阈值的情况下，将该第一飞行方向作为该目标飞行方向；或者，在确定该多个第一多普勒频率值均小于该预设频率阈值的情况下，将第二飞行方向作为该目标飞行方向，该第二飞行方向与该第一飞行方向相反。

可选地，该第一控制模块 903，用于：在所述目标飞行方向上确定第三位置，所述第三位置的多普勒频率值与该预设频率阈值的差值小于或等于预设差值阈值；根据该第三位置和该目标飞行方向，确定该目标位置；控制该无人机按照该目标飞行方向，从该第三位置飞行至该目标位置。

可选地，图 10 是根据本公开一示例性实施例示出的另一种无人机控制装置的框图，如图 10 所示，该装置还包括：第三确定模块 906，用于确定所述无人机通过定高模式匀速飞行至预设降落区域（也称为降落区域），所述预设降落区域包括所述目标飞行路径。

可选地，该信号接收装置位于该无人机，该接收信号发射装置位于该目标降落位置的下方位置；或者，该信号发射装置位于该无人机，该接收信号接收装置位于该目标降落位置的下方位置。

可选地，该第二确定模块 904，用于：基于该多个多普勒频率值和该多个多普勒频率值对应的位置，通过二维曲线拟合，确定该目标降落位置。

通过上述装置，根据无人机与降落点之间传输的电磁波信号，确定无人机飞行过程中多个位置的多普勒频率值，根据多个多普勒频率值确定目标降落位置，并控制无人机从该目标降落位置降落，实现了无人机的精准降落。并且，该无人机在整个降落过程中无需通信链路的参与，节约了无人机的成本。进一步地，在该信号发射装置为信号转发器的情况下，该信号转发器在转发电磁波信号时能够对电磁波信号进行放大，增加了无人机的控制范围。

关于上述实施例中的装置，其中各个模块执行操作的具体方式已经在有关该方法的实施例中进行了详细描述，此处将不做详细阐述说明。

图 11 是根据本公开一示例性实施例示出的一种电子设备 700 的框图。如图 11 所示，该电子设备 700 可以包括：处理器 701，存储器 702。该电子设备 700 还可以包括多媒体组件 703，输入/输出接口 704，以及通信组件 705 中的一者或多者。

其中，处理器 701 用于控制该电子设备 700 的整体操作，以完成上述的无人机控制方法中的全部或部分步骤。存储器 702 用于存储各种类型的数据以支持在该电子设备 700 的操作，

这些数据例如可以包括用于在该电子设备 700 上操作的任何应用程序或方法的指令，以及应用程序相关的数据，例如联系人数据、收发的消息、图片、音频、视频等等。该存储器 702 可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现，例如静态随机存取存储器（Static Random Access Memory，简称 SRAM），电可擦除可编程只读存储器（Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory，简称 EEPROM），可擦除可编程只读存储器（Erasable Programmable Read-Only Memory，简称 EPROM），可编程只读存储器（Programmable Read-Only Memory，简称 PROM），只读存储器（Read-Only Memory，简称 ROM），磁存储器，快闪存储器，磁盘或光盘。多媒体组件 703 可以包括屏幕和音频组件。其中屏幕例如可以是触摸屏，音频组件用于输出和/或输入音频信号。例如，音频组件可以包括一个麦克风，麦克风用于接收外部音频信号。所接收的音频信号可以被进一步存储在存储器 702 或通过通信组件 705 发送。音频组件还包括至少一个扬声器，用于输出音频信号。输入/输出接口 704 为处理器 701 和其他接口模块之间提供接口，上述其他接口模块可以是键盘，鼠标，按钮等。这些按钮可以是虚拟按钮或者实体按钮。通信组件 705 用于该电子设备 700 与其他设备之间进行有线或无线通信。无线通信，例如 Wi-Fi，蓝牙，近场通信（Near Field Communication，简称 NFC），2G、3G、4G、NB-IOT、eMTC、或其他 5G 等等，或它们中的一种或几种的组合，在此不做限定。因此相应的该通信组件 705 可以包括：Wi-Fi 模块，蓝牙模块，NFC 模块等等。

在一示例性实施例中，电子设备 700 可以被一个或多个应用专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit，简称 ASIC）、数字信号处理器（Digital Signal Processor，简称 DSP）、数字信号处理设备（Digital Signal Processing Device，简称 DSPD）、可编程逻辑器件（Programmable Logic Device，简称 PLD）、现场可编程门阵列（Field Programmable Gate Array，简称 FPGA）、控制器、微控制器、微处理器或其他电子元件实现，用于执行上述的无人机控制方法。

在另一示例性实施例中，还提供了一种包括程序指令的非临时性计算机可读存储介质，该程序指令被处理器执行时实现上述的无人机控制方法的步骤。例如，该非临时性计算机可读存储介质可以为上述包括程序指令的存储器 702，上述程序指令可由电子设备 700 的处理器 701 执行以完成上述的无人机控制方法。

图 12 是根据本公开一示例性实施例示出的另一种电子设备 1900 的框图。例如，电子设备 1900 可以被提供为一服务器。参照图 12，电子设备 1900 包括处理器 1922，其数量可以为一个或多个，以及存储器 1932，用于存储可由处理器 1922 执行的计算机程序。存储器 1932 中存储的计算机程序可以包括一个或一个以上的每一个对应于一组指令的模块。此外，处理器 1922 可以被配置为执行该计算机程序，以执行上述的无人机控制方法。

另外，电子设备 1900 还可以包括电源组件 1926 和通信组件 1950，该电源组件 1926 可以被配置为执行电子设备 1900 的电源管理，该通信组件 1950 可以被配置为实现电子设备 1900 的通信，例如，有线或无线通信。此外，该电子设备 1900 还可以包括输入/输出（I/O）接口 1958。电子设备 1900 可以操作基于存储在存储器 1932 的操作系统。

在另一示例性实施例中，还提供了一种包括程序指令的非临时性计算机可读存储介质，该程序指令被处理器执行时实现上述的无人机控制方法的步骤。例如，该非临时性计算机可读存储介质可以为上述包括程序指令的存储器 1932，上述程序指令可由电子设备 1900 的处

理器 1922 执行以完成上述的无人机控制方法。

在另一示例性实施例中，还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包含能够由可编程的装置执行的计算机程序，该计算机程序具有当由该可编程的装置执行时用于执行上述的无人机控制方法的代码部分。

以上结合附图详细描述了本公开的优选实施方式，但是，本公开并不限于上述实施方式中的具体细节，在本公开的技术构思范围内，可以对本公开的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型均属于本公开的保护范围。另外需要说明的是，在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征，在不矛盾的情况下，可以通过任何合适的方式进行组合，为了避免不必要的重复，本公开对各种可能的组合方式不再另行说明。

此外，本公开的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合，只要其不违背本公开的思想，其同样应当视为本公开所公开的内容。

权 利 要 求 书

1.一种无人机控制方法，其中，包括：

通过信号接收装置接收信号发射装置周期性发射的电磁波信号；

根据所述电磁波信号确定无人机当前所处位置的多普勒频率值；

根据所述当前所处位置的多普勒频率值，控制所述无人机按照目标飞行路径飞行至目标位置，所述目标飞行路径包括所述无人机的当前飞行方向和目标飞行方向各自对应的飞行路径，所述目标飞行方向与所述当前飞行方向构成正交关系；

根据所述无人机在所述目标飞行路径中确定的多个多普勒频率值，确定所述无人机对应的目标降落位置，所述目标降落位置的下方为所述信号发射装置或者所述信号接收装置所处的位置；

控制所述无人机从所述目标降落位置降落。

2.根据权利要求1所述的方法，其中，所述根据所述当前所处位置的多普勒频率值，控制所述无人机按照目标飞行路径飞行至目标位置，包括：

根据所述当前所处位置的多普勒频率值确定第一位置和第二位置；

控制所述无人机按照所述当前飞行方向，从所述第一位置飞行至所述第二位置；

根据所述当前飞行方向确定所述目标飞行方向；

控制所述无人机按照所述目标飞行方向，从所述第二位置飞行至所述目标位置。

3.根据权利要求2所述的方法，其中，所述根据所述当前所处位置的多普勒频率值确定第一位置和第二位置，包括：

确定所述第一位置，在所述当前所处位置为所述第一位置时，所述当前所处位置的多普勒频率值与频率阈值的差值小于或等于差值阈值；

根据所述第一位置、所述当前飞行方向以及第一飞行距离，确定所述第二位置。

4.根据权利要求2所述的方法，其中，所述根据所述当前飞行方向确定所述目标飞行方向，包括：

根据所述当前飞行方向，确定第一飞行方向，所述第一飞行方向为与所述当前飞行方向构成正交关系的任一方向；

控制所述无人机按照所述第一飞行方向，从所述第二位置飞行参考时长；

根据多个第一多普勒频率值和所述第一飞行方向，确定所述目标飞行方向，其中，所述多个第一多普勒频率值在所述参考时长的飞行过程中确定。

5.根据权利要求4所述的方法，其中，所述根据多个第一多普勒频率值和所述第一飞行方向，确定所述目标飞行方向，包括：

在确定所述多个第一多普勒频率值均大于或等于频率阈值的情况下，将所述第一飞行方向作为所述目标飞行方向；或者，

在确定所述多个第一多普勒频率值均小于所述频率阈值的情况下，将第二飞行方向作为

所述目标飞行方向，所述第二飞行方向与所述第一飞行方向相反。

6.根据权利要求2所述的方法，其中，所述控制所述无人机按照所述目标飞行方向，从所述第二位置飞行至所述目标位置，包括：

在所述目标飞行方向上确定第三位置，所述第三位置的多普勒频率值与频率阈值的差值小于或等于差值阈值；

根据所述第三位置和所述目标飞行方向，确定所述目标位置；

控制所述无人机按照所述目标飞行方向，从所述第三位置飞行至所述目标位置。

7.根据权利要求1所述的方法，其中，所述通过信号接收装置接收信号发射装置周期性发射的电磁波信号之前，还包括：

确定所述无人机通过定高模式匀速飞行至降落区域，所述降落区域包括所述目标飞行路径。

8.根据权利要求1所述的方法，其中，所述信号接收装置位于所述无人机，所述接收信号发射装置位于所述目标降落位置的下方位置；或者，所述信号发射装置位于所述无人机，所述接收信号接收装置位于所述目标降落位置的下方位置。

9.根据权利要求1-8任一项所述的方法，其中，所述根据所述无人机在所述目标飞行路径中确定的多个多普勒频率值，确定所述无人机对应的目标降落位置，包括：

基于所述多个多普勒频率值和所述多个多普勒频率值对应的位置，通过二维曲线拟合，确定所述目标降落位置。

10.一种无人机控制装置，其中，包括：

接收模块，用于通过信号接收装置接收信号发射装置周期性发射的电磁波信号；

第一确定模块，用于根据所述电磁波信号确定无人机当前所处位置的多普勒频率值；

第一控制模块，用于根据所述当前所处位置的多普勒频率值，控制所述无人机按照目标飞行路径飞行至目标位置，所述目标飞行路径包括所述无人机的当前飞行方向和目标飞行方向各自对应的飞行路径，所述目标飞行方向与所述当前飞行方向构成正交关系；

第二确定模块，用于根据所述无人机在所述目标飞行路径中确定的多个多普勒频率值，确定所述无人机对应的目标降落位置，所述目标降落位置的下方为所述信号发射装置或者所述信号接收装置所处的位置；

第二控制模块，用于控制所述无人机从所述目标降落位置降落。

11.一种非临时性计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其中，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1-9中任一项所述方法的步骤。

12.一种电子设备，其中，包括：

存储器，其上存储有计算机程序；

处理器，用于执行所述存储器中的所述计算机程序，以实现权利要求 1-9 中任一项所述方法的步骤。

13.一种计算机程序产品，其中，所述计算机程序产品包括计算机程序，所述计算机程序能够由可编程的装置执行，当所述计算机程序由所述可编程的装置执行时，所述计算机程序用于执行权利要求 1-9 中任一项所述方法的步骤。

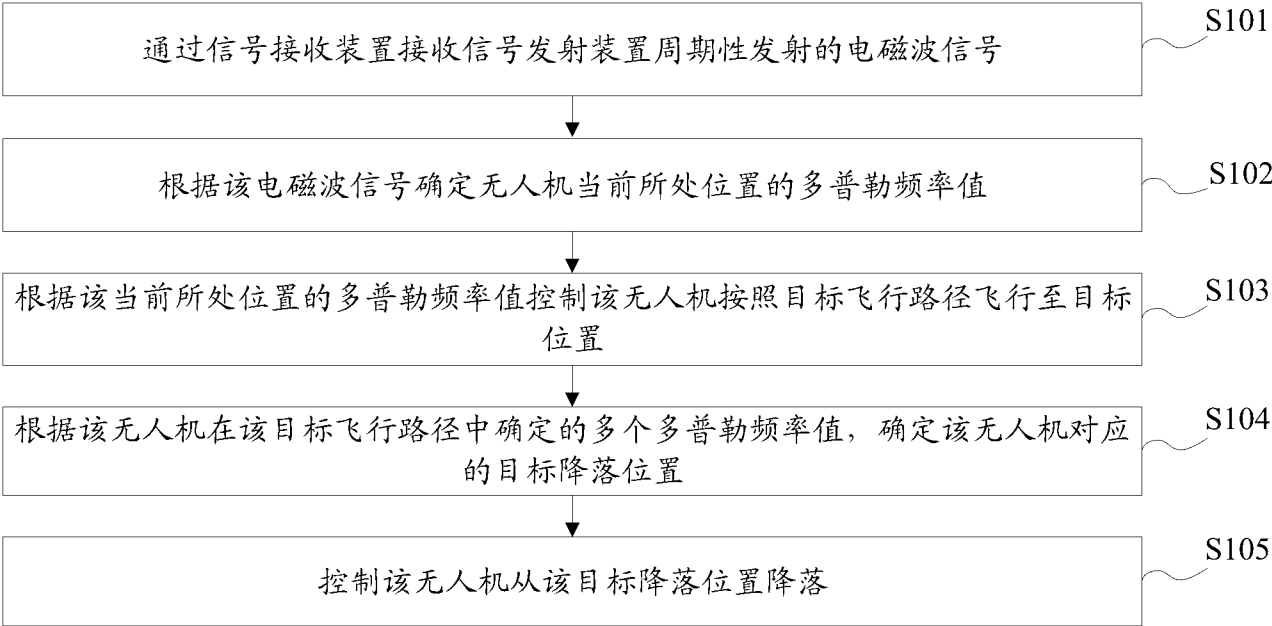


图 1

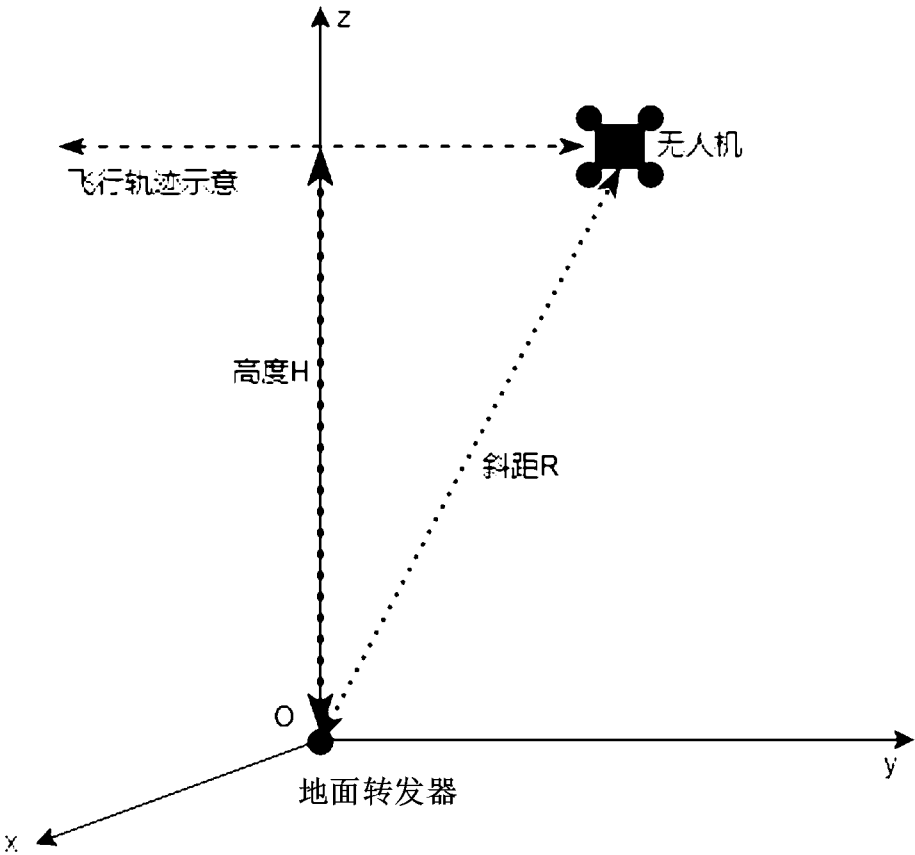


图 2

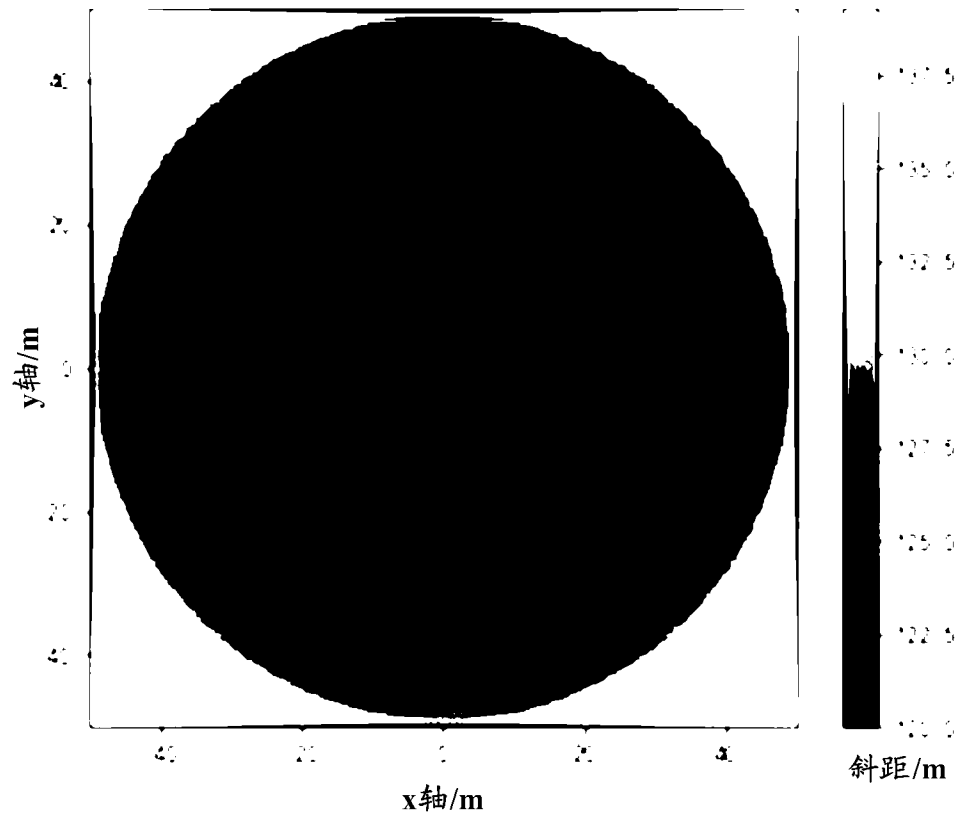


图 3

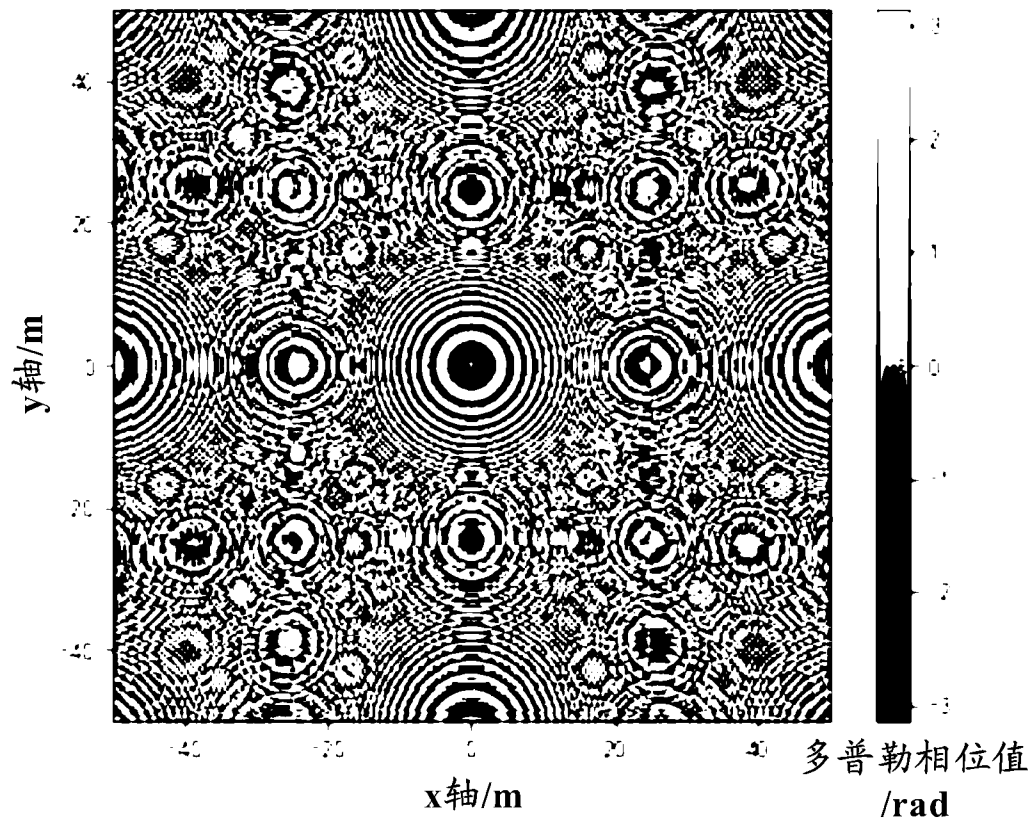


图 4

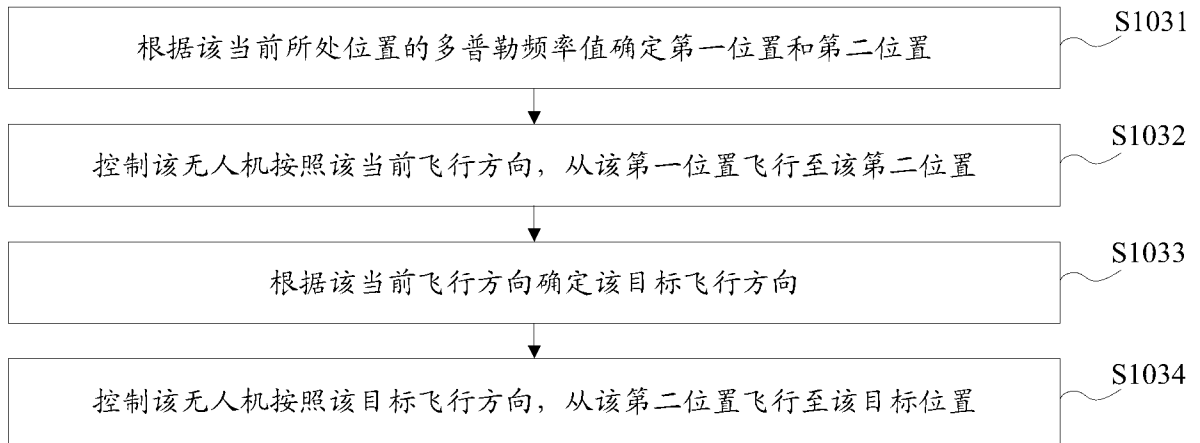


图 5

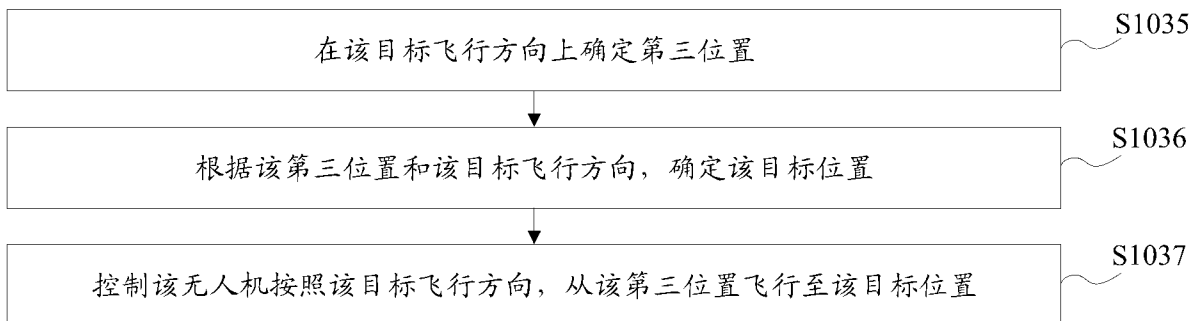


图 6

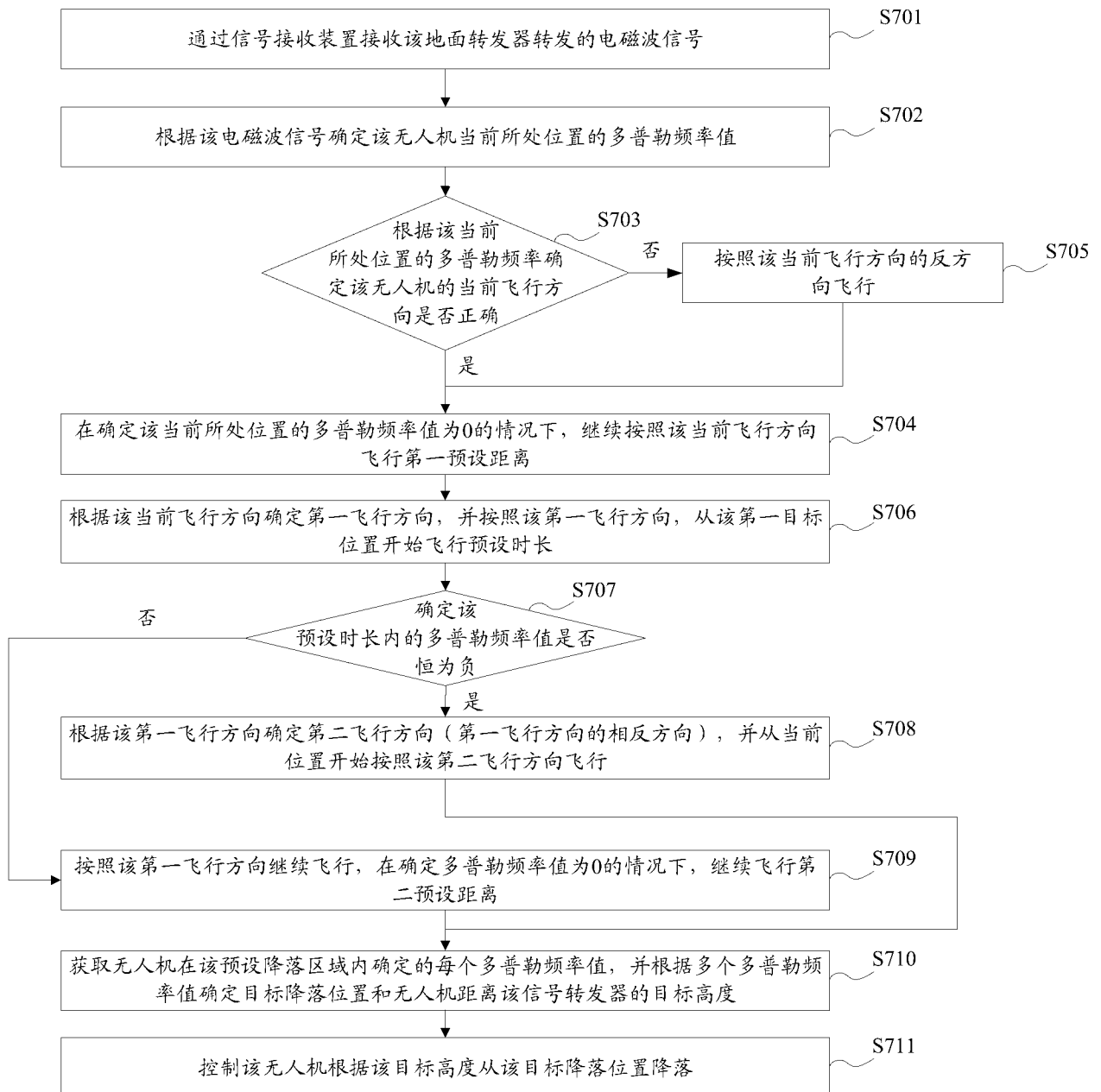


图 7

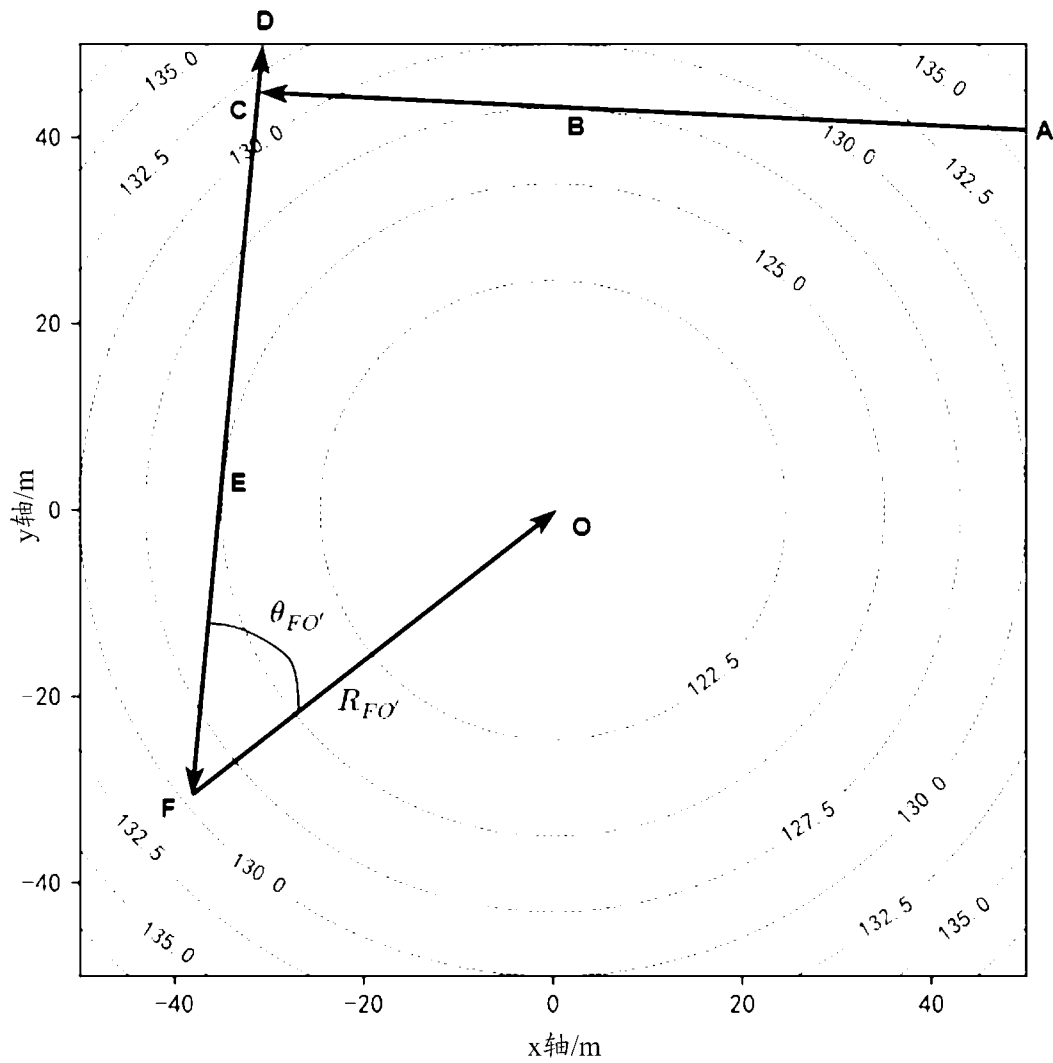


图 8

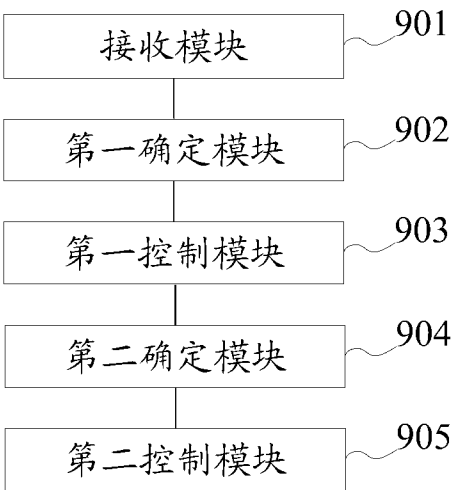


图 9

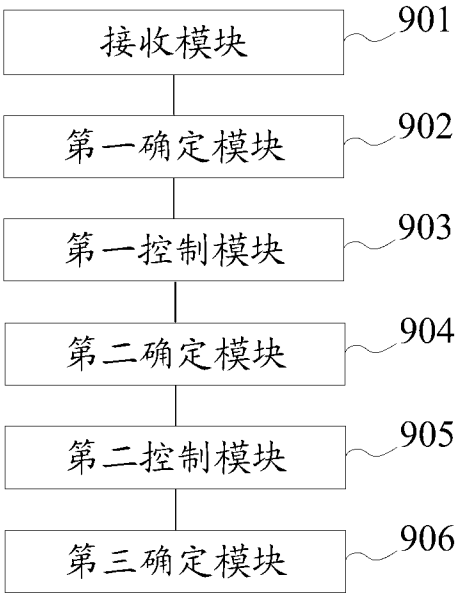


图 10

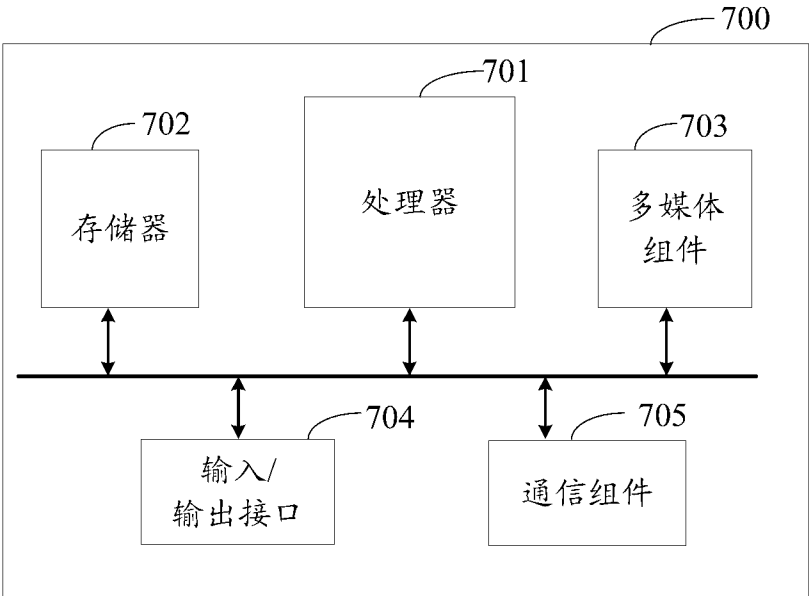


图 11

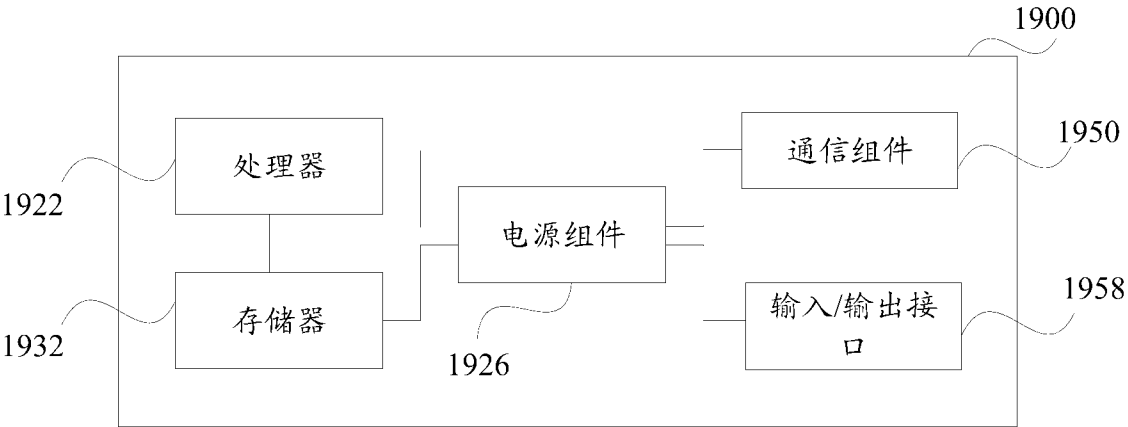


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/138188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/00(2024.01)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)

IPC:G05D 1/-

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)

CNTXT, CNKI, WPABS, ENTXTC: 无人机, 路径, 阈值, 矫正, 修正, 校正, 正交, 方向, 多普勒, 频率, 目标, 位置, UAV, drone, path, threshold, correction, orthogonal, direction, Doppler, frequency, target, location

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 112511976 A (SHANGHAI TERJIN INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 16 March 2021 (2021-03-16) description, paragraphs 5-87, and figures 1-9	1-13
A	CN 107271997 A (NORTHWESTERN POLYTECHNIC UNIVERSITY) 20 October 2017 (2017-10-20) entire document	1-13
A	CN 108337034 A (ZHENGZHOU UNIVERSITY OF AERONAUTICS) 27 July 2018 (2018-07-27) entire document	1-13
A	CN 113342009 A (SHANGLIANG ZHONGYI (SHENYANG) HIGH-NEW TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 September 2021 (2021-09-03) entire document	1-13
A	CN 114200955 A (SUZHOU VIVEST MEDICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 March 2022 (2022-03-18) entire document	1-13



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

12 March 2024

Date of mailing of the international search report

19 March 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/138188

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 101912120 B1 (HANWHA SYSTEMS CO., LTD.) 26 October 2018 (2018-10-26) entire document	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/138188

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	112511976	A	16 March 2021	None	
CN	107271997	A	20 October 2017	None	
CN	108337034	A	27 July 2018	None	
CN	113342009	A	03 September 2021	None	
CN	114200955	A	18 March 2022	None	
KR	101912120	B1	26 October 2018	None	

A. 主题的分类

G05D 1/00(2024.01)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)

IPC:G05D 1/-

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))

CNTEXT, CNKI, WPABS, ENTXTC: 无人机, 路径, 阈值, 矫正, 修正, 校正, 正交, 方向, 多普勒, 频率, 目标, 位置, UAV, drone, path, threshold, correction, orthogonal, direction, Doppler, frequency, target, location

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 112511976 A (上海特金信息科技有限公司) 2021年3月16日 (2021 - 03 - 16) 说明书第5-87段, 附图1-9	1-13
A	CN 107271997 A (西北工业大学) 2017年10月20日 (2017 - 10 - 20) 全文	1-13
A	CN 108337034 A (郑州航空工业管理学院) 2018年7月27日 (2018 - 07 - 27) 全文	1-13
A	CN 113342009 A (尚良仲毅 (沈阳) 高新科技有限公司) 2021年9月3日 (2021 - 09 - 03) 全文	1-13
A	CN 114200955 A (苏州维伟思医疗科技有限公司) 2022年3月18日 (2022 - 03 - 18) 全文	1-13
A	KR 101912120 B1 (HANWHA SYSTEMS CO., LTD.) 2018年10月26日 (2018 - 10 - 26) 全文	1-13

☐ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2024年3月12日

国际检索报告邮寄日期

2024年3月19日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

赵云峰

电话号码 (+86) 010-53962539

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/138188

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	112511976	A	2021年3月16日	无	
CN	107271997	A	2017年10月20日	无	
CN	108337034	A	2018年7月27日	无	
CN	113342009	A	2021年9月3日	无	
CN	114200955	A	2022年3月18日	无	
KR	101912120	B1	2018年10月26日	无	