

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 3 月 26 日 (26.03.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/056586 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04W 4/02 (2018.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/106191
- (22) 国际申请日: 2018 年 9 月 18 日 (18.09.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 高迪 (GAO, Di); 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
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

研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 祝煌剑 (ZHU, Huangjian); 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: 北京博思佳知识产权代理有限公司 (BEIJING BESTIPR INTELLECTUAL PROPERTY LAW CORPORATION); 中国北京市海淀区上地三街9号嘉华大厦B座409室, 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, 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,

(54) **Title:** HEIGHT DETERMINATION METHOD AND APPARATUS, ELECTRONIC DEVICE AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 高度确定方法、装置、电子设备和计算机可读存储介质

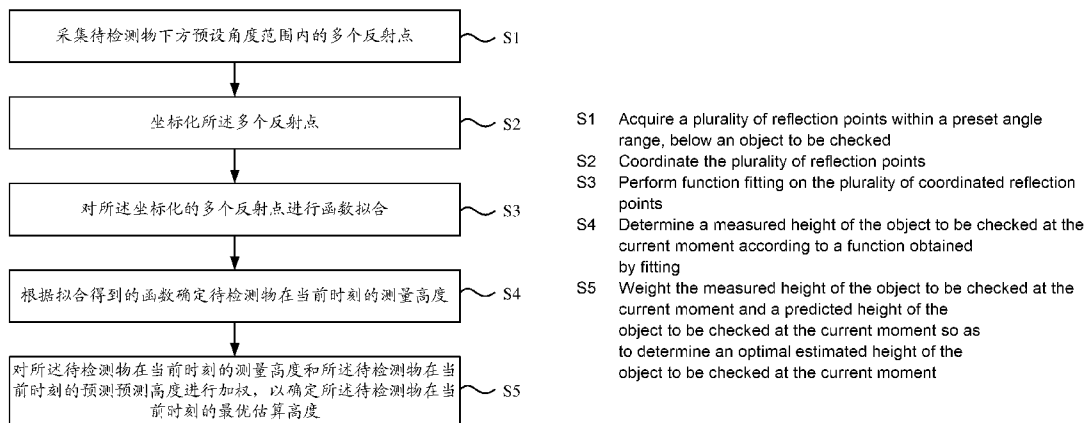


图 1

(57) **Abstract:** Disclosed is a height determination method, comprising: acquiring a plurality of reflection points within a preset angle range, below an object to be checked (S1); coordinating the plurality of reflection points (S2); performing function fitting on the plurality of coordinated reflection points (S3); determining a measured height of the object to be checked at the current moment according to a function obtained by fitting (S4); and weighting the measured height of the object to be checked at the current moment and a predicted height of the object to be checked at the current moment so as to determine an optimal estimated height of the object to be checked at the current moment (S5). By means of the method, weighted summation is performed on the predicted height at the current moment and the measured height at the current moment so as to obtain the optimal estimated height of the object to be checked at the current moment, thereby ensuring the accuracy of the optimal estimated height finally obtained.

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))。

(57) 摘要: 一种高度确定方法, 包括: 采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点 (S1); 坐标化所述多个反射点 (S2); 对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合 (S3); 根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度 (S4); 对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测高度进行加权, 以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度 (S5)。该方法可以对当前时刻的预测高度和所述当前时刻的测量高度加权求和得到待检测物在当前时刻的最优估算高度, 从而保证最终得到的最优估算高度的准确性。

高度确定方法、装置、电子设备和计算机可读存储介质

技术领域

本发明涉及雷达测量领域，尤其涉及高度确定方法、距离确定方法、高度确定装置、距离确定装置、电子设备和计算机可读存储介质。

背景技术

目前测量飞行器的高度，主要是通过传感器感测信号进行测量，例如可以感测超声波信号、感测光信号、感测气压信号。

然而通过传感器测量高度容易受到环境中噪声的影响，例如感测超声波容易受到气流、震动的影响；感测光信号（例如飞行时差测距，TOF），容易受到环境光的影响；感测气压容易受到气流影响。

上述原因的存在，导致通过传感器测量飞行器的高度精度较低。

发明内容

有鉴于此，本发明提供了高度确定方法、距离确定方法、高度确定装置、距离确定装置、电子设备和计算机可读存储介质。

根据本公开实施例的第一方面，提出一种高度确定方法，包括：

采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

坐标化所述多个反射点；

对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度；

对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

根据本公开实施例的第二方面，提出一种距离确定方法，包括：

采集待测距方向上预设角度范围内的多个反射点；

坐标化所述多个反射点；

对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

5 根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量距离；

对所述待检测物在当前时刻的测量距离和所述待检测物在当前时刻的预测预测距离进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

根据本公开实施例的第三方面，提出一种距离确定系统，包括雷达和处理器，所述处理器用于，

10 控制雷达采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

坐标化所述多个反射点；

对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度；

15 对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

根据本公开实施例的第四方面，提出一种距离确定系统，包括雷达和处理器，所述处理器用于，

采集待测距方向上预设角度范围内的多个反射点；

坐标化所述多个反射点；

20 对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量距离；

对所述待检测物在当前时刻的测量距离和所述待检测物在当前时刻的预测预测距离进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

根据本公开实施例的第五方面，提出一种无人飞行器，包括上述任一项权利要求所述的高度确定系统和/或距离确定系统。

根据本公开实施例的第六方面，提出一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有若干计算机指令，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

- 5 采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；
- 坐标化所述多个反射点；
- 对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；
- 根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度；
- 10 对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

根据本公开实施例的第七方面，提出一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有若干计算机指令，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

- 15 采集待测距方向上预设角度范围内的多个反射点；
- 坐标化所述多个反射点；
- 对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；
- 根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量距离；
- 对所述待检测物在当前时刻的测量距离和所述待检测物在当前时刻的预测预测距离进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。
- 20

根据本公开实施例的第八方面，提出一种高度确定装置，包括：

- 反射点采集模块，用于采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；
- 反射点坐标化模块，用于坐标化所述多个反射点；
- 函数拟合模块，用于对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；
- 25 测量高度确定模块，用于根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前

时刻的测量高度;

估算高度确定模块, 用于对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测预测高度进行加权, 以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

5 根据本公开实施例的第九方面, 提出一种距离确定装置, 包括:

反射点采集模块, 用于采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点;

反射点坐标化模块, 用于坐标化所述多个反射点;

函数拟合模块, 用于对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合;

10 测量距离确定模块, 用于根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量距离;

估算距离确定模块, 用于对所述待检测物在当前时刻的测量距离和所述待检测物在当前时刻的预测预测距离进行加权, 以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

15 由以上本发明实施例提供的技术方案可见, 通过采集多个反射点并确定对应坐标, 进而通过函数拟合, 可以求得与地面形状相近的函数, 并且能够保证实际地面对应的函数与拟合得到的函数之间误差较小, 例如通过最小二乘法拟合, 那么可以保证实际地面对应的函数与拟合得到的函数之间误差的平方和最小, 从而保证地面的对应函数的准确性, 进而保证确定的测量高度的准确性。

20 进一步地, 通过综合考虑当前时刻的预测高度和所述当前时刻的测量高度, 可以对当前时刻的预测高度和所述当前时刻的测量高度加权求和得到待检测物在当前时刻的最优估算高度, 其中, 可以根据预测高度的预测偏确定为预测高度加权的第二权值, 以及根据测量高度的测量噪声确定为测量高度加权的第二权值, 从而准确地确定出加权求和所用到的权值, 进而准确地计
25 算得到当前时刻的最优估算高度。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅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性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是根据本公开的实施例示出的一种高度确定方法的示意图。

图 2 是根据本公开的实施例示出的一种通过雷达采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点的示意图。

图 3 是根据本公开的实施例示出的另一种通过雷达采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点的示意图。

图 4 是根据本公开的实施例示出的一种坐标化所述多个反射点的示意图。

图 5 是根据本公开的实施例示出的另一种高度确定方法的示意图。

图 6 是根据本公开的实施例示出的一种从所述反射点中删除聚类密度低于预设密度的野值点的示意图。

图 7 是根据本公开的实施例示出的一种在以所述反射点的坐标为元素的二维空矩阵中构建滑动聚类窗口的示意图。

图 8 是根据本公开的实施例示出的一种对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合的示意图。

图 9 是根据本公开的实施例示出的又一种高度确定方法的示意图。

图 10 是根据本公开的实施例示出的又一种述基于最优估值法对所述测量高度和所述预测高度进行计算的示意图。

图 11 是根据本公开的实施例示出的一种距离确定方法的示意图。

图 12 是根据本公开的实施例示出的一种以滑窗遍历所述二维矩阵的示意图。

图 13 是根据本公开的实施例示出的另一种从所述反射点中删除聚类密度低于预设密度的野值点的示意流程图。

5 图 14 是根据本公开的实施例示出的一种对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合的示意流程图。

图 15 是根据本公开的实施例示出的根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度的示意流程图。

10 图 16 是根据本公开的实施例示出的一种对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度的示意流程图。

15 图 17 是根据本公开的实施例示出的一种根据所述待检测物在当前时刻的预测高度对应的预测偏差，和所述当前时刻的测量高度的测量噪声，确定所述当前时刻的预测高度的第一权值，以及所述当前时刻的测量高度的第二权值的示意流程图。

图 18 是根据本公开的实施例示出的一种距离确定方法的示意流程图。

具体实施方式

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，都属于本发明保护的范围。

20 另外，在不冲突的情况下，下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

图 1 是根据本公开的实施例示出的一种高度确定方法的示意流程图。本实施例所示的方法可以适用于飞行器等交通工具，其中，所述飞行器可以是

无人驾驶飞行器，也可以是有人驾驶飞行器。

如图 1 所示，所述高度确定方法可以包括以下步骤：

步骤 S1，采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

5 在一个实施例中，待检测物可以是所述飞行器，也可以是与飞行器位于相同高度的其他物体，以下主要在待检测物为飞行器的情况下对本公开的实施例进行示例性说明。

其中，在飞行器上可以安装有雷达，所述雷达可以通过旋转来采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点，所述预设角度范围可以根据需要进行设置，例如以竖直正下方为 0° ，那么预设角度范围可以是 -60° 到 $+60^\circ$ ，
10 也即共 120° 的范围。

在一个实施例中，雷达可以每转过预设角度采集一次反射点，所述反射点可以是位于地面的物体的反射点，那么本实施例可以确定待检测物相对地面的预测高度；所述反射点也可以是在地面以下或者地面以上的物体，那么本实施例可以确定待检测物相对该物体的预测高度（在这种情况下，高度可
15 以理解为是距离）。以下主要在反射点是位于地面的物体的反射点的情况下，对本公开的实施例进行示例性说明。

雷达在接收到回波信号后，可以对回波信号进行信号处理、恒虚警检测融合等处理后，从杂波、噪声，以及各种有源、无源干扰背景中提取出反射点的目标信号，然后将目标信号传输到数据录取器录取反射点相对于雷达的
20 距离 L 。

步骤 S2，坐标化所述多个反射点；

在一个实施例中，可以构建坐标系，例如二维或三维坐标系，以二维坐标系为例，通过光栅盘标定雷达的旋转角度。可以以雷达旋转中心为圆心，以待检测物的正下方方向为 y 轴，以水平面内的某个方向（例如飞行器前行
25 的方向）为 x 轴。

基于光栅盘可以计算雷达转过的角度，在光栅盘上设置有刻度，相邻两

个刻度之间为一个光栅格，每个光栅格对应的角度 Z 是相同的，例如光栅盘在待检测物下方的刻度为 G_0 ，当雷达采集到某个反射点时，在光栅盘上对应的第一刻度为 G_1 ，那么雷达转过的角度为 $\theta = (G_1 - G_0) \times Z$ 。

进而基于雷达转过的角度，可以确定采集的反射点 i 在坐标系中的坐标，

5 其中， x 轴的坐标 $X_i = L \times \sin \theta$ ， y 轴的坐标 $Y_i = L \times \cos \theta$ 。

步骤 S3，对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

步骤 S4，根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度；

10 在一个实施例中，针对采集到的多个反射点的坐标，可以进行函数拟合，其中，可以根据需要确定需要拟合成的函数，例如可以为一次函数。拟合得到函数后，由于所有反射点都位于该函数上，而反射点对应位于地面的物体，那么该拟合后的函数就相当于地面，以一次函数为例，那么地面可以近似为平面，进而计算坐标系的原点到该一次函数的距离，就是待检测物在当前时刻 t 的测量高度 $Z(t)$ 。

15 步骤 S5，对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

在一个实施例中，确定上述加权过程的权值，可以基于以下方式确定：

20 根据所述待检测物在当前时刻的预测高度对应的预测偏差，和所述当前时刻的测量高度的测量噪声，确定所述当前时刻的预测高度的第一权值，以及所述当前时刻的测量高度的第二权值，其中，所述第一权值与所述预测偏差负相关，所述第二权值与所述测量噪声负相关；

进而可以根据所述当前时刻的预测高度和第一权值，以及所述当前时刻的测量高度和第二权值进行加权求和，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

25 在一个实施例中，对于待检测物在当前时刻的高度，可以通过测量得到，也即所述当前时刻 t 的测量高度 $Z(t)$ ，另外，还可以根据待检测物在前一时刻的高度进行预测得到，也即所述当前时刻 t 的预测高度 $H(t|t-\Delta t)$ ， $t-\Delta t$ 为当

前时刻 t 的前一时刻。

然而，对于测量高度 $Z(t)$ 而言，其存在测量噪声 R ，例如理想情况下所采集的反射点都是地面对应的点，然而实际情况下，采集的反射点中可能不存在不位于地面的点，例如地面上凸起物对应的点，那么这些点就属于测量噪声。

5 相应地，对于预测高度 $H(t|t-\Delta t)$ 而言，其存在预测偏差 $P(t|t-\Delta t)$ ，该测量偏差可以根据待检测物在前一时刻 $t-\Delta t$ 的最优化估算高度 $H(t-\Delta t|t-\Delta t)$ 对应的估算偏差 $P(t-\Delta t|t-\Delta t)$ 与过程噪声 Q 得到：

$$P(t|t-\Delta t) = P(t-\Delta t|t-\Delta t) + Q;$$

10 上述测量噪声 R 、预测偏差 $P(t|t-\Delta t)$ 、估算偏差 $P(t-\Delta t|t-\Delta t)$ 和过程噪声 Q ，可以通过协方差的形式表示。

由于测量高度和预测高度都存在一定程度的不准确性，但是两者各自都存在一定的可信度，为了根据两者计算待检测物在当前时刻的最优化估算高度 $H(t|t)$ ，可以对两者进行加权求和，其中，预测高度通过第一权值 $1-G(t)$ 加权，测量高度通过第二权值 $G(t)$ 加权， $G(t)$ 为增益系数。

15
$$H(t|t) = H(t|t-\Delta t)(1-G(t)) + G(t)Z(t) = H(t|t-\Delta t) + G(t)(Z(t) - H(t|t-\Delta t));$$

第一权值反应了预测高度的可信度，第二权值反映了测量高度的可信度，两者哪个可信度越高，最优化估算高度 $H(t|t)$ 就越偏向哪一者，也即相应的权值越高。

20 其中，预测偏差可以反映预测高度的可信度，预测偏差越小，预测高度越可信，也即第一权值越大，因此，所述第一权值与所述预测偏差负相关；相应的，所述第二权值与所述测量噪声负相关；相应的，测量噪声可以反映测量高度的可信度，测量噪声越小，测量高度越可信，也即第二权值越大，因此，所述第二权值与所述测量噪声负相关。

25 根据本公开的实施例，通过采集多个反射点并确定对应坐标，进而通过函数拟合，可以求得与地面形状相近的函数，并且能够保证实际地面对应的函数与拟合得到的函数之间误差较小，例如通过最小二乘法拟合，那么可以

保证实际地面对应的函数与拟合得到的函数之间误差的平方和最小，从而保证地面的对应函数的准确性，进而保证确定的测量高度的准确性。

进一步地，通过综合考虑当前时刻的预测高度和所述当前时刻的测量高度，可以对当前时刻的预测高度和所述当前时刻的测量高度加权求和得到待
5 检测物在当前时刻的最优估算高度，其中，可以根据预测高度的预测偏确定为预测高度加权的第二权值，以及根据测量高度的测量噪声确定为测量高度加权的第二权值，从而准确地确定出加权求和所用到的权值，进而准确地计算得到当前时刻的最优估算高度。

例如针对待检测物，可以每隔一段时间 Δt 执行一次上述步骤 S5 和 S6，
10 例如在当前时刻 t 的前一时刻 $t - \Delta t$ ，根据上述步骤确定的在 $t - \Delta t$ 时刻最优化估算高度为 $H(t - \Delta t | t - \Delta t)$ ，那么以待检测物的运动模型为 CV（匀速）模型为例，待检测物在竖直方向上的速度为 v_i ，据此可以计算出待检测物在当前时刻的预测高度：

$$H(t | t - \Delta t) = H(t - \Delta t | t - \Delta t) + v_i \Delta t;$$

15 而该预测高度是存在误差的，称之为预测误差：

$$P(t | t - \Delta t) = P(t - \Delta t | t - \Delta t) + Q;$$

预测误差 $P(t | t - \Delta t)$ 是对于当前时刻的预测高度 $H(t | t - \Delta t)$ 误差的预测，可以通过协方差计算，估算误差 $P(t - \Delta t | t - \Delta t)$ 是对 $H(t - \Delta t | t - \Delta t)$ 误差的估算，可以通过协方差计算， Q 为所采用的预测模型的过程噪声，具体预测模型也可
20 以根据需要选择。

进而可以通过最优估值法对 $Z(t)$ 和 $H(t | t - \Delta t)$ 进行计算，确定出待检测物在当前时刻的最优化估算高度：

$$H(t | t) = H(t | t - \Delta t) + G(t)(Z(t) - H(t | t - \Delta t));$$

其中，第一权值为 $1 - G(t)$ ，第二权值为 $G(t)$ ，可以根据预测误差 $P(t | t - \Delta t)$
25 和测量噪声 R 计算 $G(t)$ ：

$$G(t) = P(t | t - \Delta t) / (P(t | t - \Delta t) + R)。$$

据此，得到了对于当前时刻 t 的最优化估算高度 $H(t|t)$ 。

为了使得上述步骤可以持续进行，直至待检测物落地，还可以对 $H(t|t)$ 的估算偏差 $P(t|t)$ 进行更新：

$$P(t|t) = (1 - G(t)) * P(t|t - \Delta t);$$

5 在一个实施例中，由于飞行器在悬停时的抖动是厘米级的，因此可以将过程噪声 Q 设置为 0.01 米，初始时刻的估算偏差 $P(0|0)$ 设置为 0。

需要说明的是，步骤 S5 和 S6 的执行频率和步骤 S1 至步骤 S4 的执行频率可以不同，例如步骤 S5 和 S6 的执行频率相同，为 100Hz，步骤 S1 至步骤 S4 的执行频率相同，为 15Hz，也即确定测量高度的频率小于确定最优化估算高度的频率，那么在得到新的测量高度之前，可以仅计算 $H(t|t - \Delta t)$ ，而当确定新的测量高度时，才计算 $H(t|t)$ 。

10

图 2 是根据本公开的实施例示出的一种通过雷达采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点的示意图。如图 2 所示，所述采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点包括：

15 步骤 S11，采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

步骤 S12，确定在所述反射点中处于所述探测盲区或探测范围之外的无效点；

步骤 S13，从所述反射点中删除所述无效点。

在一个实施例中，通过雷达在采集反射点时，可能因环境干扰而采集到一些无效点，这类无效点可能位于雷达的探测盲区，或者位于雷达的探测范围之外，对于这类无效点，可以将其从反射点中删除，以保证后续根据测量点的坐标确定测量高度具有较高的准确性。

20

图 3 是根据本公开的实施例示出的另一种通过雷达采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点的示意图。如图 3 所示，确定在所述反射点中处于探测盲区或探测范围之外的无效点之后还包括：

25

步骤 S14，确定所述无效点在所述反射点中的比例；

步骤 S15, 若所述比例小于预设比例, 从所述反射点中删除所述无效点;

步骤 S16, 若所述比例大于或等于预设比例, 重新采集多个反射点。

5 在一个实施例中, 若在采集到的反射点中无效点过多, 例如无效点在反射点中的比例大于或等于预设比例, 那么说明本次测量过程中雷达受到的干扰较大, 反射点中除了无效点以外的反射点也很大可能并不准确, 因此可以重新采集多个反射点, 以便保证后续根据测量点的坐标确定测量高度具有较高的准确性。

图 4 是根据本公开的实施例示出的一种坐标化所述多个反射点的示意流程图。如图 4 所示, 坐标化所述多个反射点包括:

10 步骤 S21, 构建直角坐标系;

步骤 S22, 获得所述多个反射点的探测距离和探测角度;

步骤 S23, 根据所述探测距离和探测角度计算反射点在所述坐标系中的坐标。

15 在一个实施例中, 采集反射点的雷达可以为旋转雷达, 所述雷达每旋转过预设角度采集一次所述反射点, 例如以雷达所在位置为原点构建直角坐标系, 采集反射点 i 时的探测角度为 θ , 那么反射点 i 在坐标系中沿 x 轴的坐标 $X_i = L \times \sin \theta$, 沿 y 轴的坐标 $Y_i = L \times \cos \theta$ 。

20 例如雷达在光栅盘内旋转, 根据采集的反射点的距离, 采集该反射点时在所述光栅盘上对应的第一刻度, 所述光栅盘在所述待检测物下方的第二刻度以及所述光栅盘的光栅格对应的角度, 确定所述反射点在所述直角坐标系中的坐标。

在一个实施例中, 可以以雷达旋转点为圆心, 以待检测物的正下方方向为 y 轴, 以水平面内的某个方向 (例如飞行器前行的方向) 为 x 轴。

25 基于光栅盘可以标定雷达转过的角度, 在光栅盘上设置有刻度, 相邻两个刻度之间为一个光栅格, 每个光栅格对应的角度 Z 是相同的, 例如光栅盘在待检测物下方的刻度为 G_0 , 当雷达采集到某个反射点时, 在光栅盘上对应的第一刻度为 G_1 , 那么雷达转过的探测角度为 $\theta = (G_1 - G_0) \times Z$ 。

图 5 是根据本公开的实施例示出的另一种高度确定方法的示意图。

如图 5 所示，所述方法还包括：

步骤 S7，对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合之前，对所述反射点进行聚类处理。

5 在一个实施例中，由于环境因素影响，或者地面上存在杂物等原因，可能导致测量点虽然位于雷达探测范围之内，未位于雷达盲区，但是并不属于地面对应的点，例如地面一般情况下是连续的，因此地面对应的多个反射点也应该是连续的，而当地面上插着旗杆等凸出地面的物体时，会导致采集到远离地面的反射点，这些点即野值点，野值点会影响函数拟合的准确性。

10 而实际环境中凸出地面，或者陷入地面的物体并不多，因此这类野值点相对于地面对应的点，密度往往是较低的，从而可以对反射点进行聚类处理，以从所述反射点中删除聚类密度低于预设密度的野值点，以便保证后续根据测量点的坐标拟合得到的函数具有较高的准确性。

图 6 是根据本公开的实施例示出的一种从所述反射点中删除聚类密度低
15 于预设密度的野值点的示意图。如图 6 所示，所述对所述反射点进行聚类处理包括：

步骤 S71，将所述多个反射点映射为二维矩阵中非零元素；

步骤 S72，删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素。

20 在一个实施例中，可以通过构建二维矩阵对反射点进行距离，首先可以将反射点映射到二维矩阵中，例如将反射点的坐标映射到二维空矩阵中，其中被映射了反射点的元素成为非零元素，进而基于密度可以确定二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素，也即反射点中聚类密度较低的反射点，从而仅保留聚类密度较高的非零元素，也即聚类密度较高的反射点，实现对野值点的删除。

25 图 7 是根据本公开的实施例示出的一种将所述多个反射点映射为二维矩阵中非零元素的示意图。如图 7 所示，将所述多个反射点映射为二维矩阵中非零元素包括：

步骤 S711, 建立二维矩阵;

步骤 S712, 初始化所述二维矩阵为空矩阵;

步骤 S713, 建立所述二维矩阵的元素与坐标化的所述多个反射点之间的映射关系;

5 步骤 S714, 将与所述多个反射点存在映射关系的二维矩阵的元素置为非零值。

在一个实施例中, 可以根据所述雷达的最大探测距离 (其中, 沿 x 轴方向最大探测距离为 L_h , 沿 y 轴方向最大探测距离为 L_v) 和采集所述反射点时的分辨率 r 建立二维矩阵, 进一步可以初始化所述二维矩阵为空矩阵。

10 图 8 是根据本公开的实施例示出的一种二维矩阵的示意图。

如图 8 所示, 其中的坐标系为反射点所在的坐标系, 雷达沿 x 轴的探测范围为 $-L_h$ 到 $+L_h$, 沿 y 轴的探测范围为 $-L_v$ 到 $+L_v$, 那么二维空矩阵在行方向上可以对应 x 轴范围从 $-L_h$ 到 $+L_h$ 的坐标, 在列方向上对应 y 轴范围从 $-L_v$ 到 $+L_v$ 的坐标, 其中, 相邻元素之前的距离为分辨率 r 。

15 那么可以得到 $\frac{2L_h}{r} \times \frac{2L_v}{r}$ 的二维空矩阵, 据此可以保证所有可能采集到的反射点对应的坐标, 都能够映射到该二维空矩阵中。例如将反射点 i 对应的坐标 (x_i, y_i) 映射到上述二维空矩阵中, 作为二维空矩阵中的矩阵元素 (I_i, J_i) , 其中, $I_i = \frac{x_i + L_h}{r}$, $J_i = \frac{y_i + L_v}{r}$ 。例如地面在坐标系中的形状如图 8 所示, 由于反射点应该是地面上的点, 那么映射到二维空矩阵中的反射点在矩阵中对应的非零元素, 与地面在二维矩阵中经过的元素是相对应的。

20

图 9 是根据本公开的实施例示出的另一种二维矩阵的示意图。

如图 9 所示, 例如将与所述多个反射点存在映射关系的二维矩阵的元素置为非零值, 其中非零值为 1, 那么在二维矩阵中值为 1 的元素如图 9 所示, 这些非零元素近似为地面的形状在二维矩阵中经过的元素。

25 图 10 是根据本公开的实施例示出的一种删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素的示意流程图。如图 10 所示, 删除所述二维矩阵中聚

类密度低于预设密度的非零元素包括:

步骤 S721, 以滑窗遍历所述二维矩阵;

步骤 S722, 当所述滑窗内的非零元素数量大于或者等于预设阈值时, 保持所述滑窗内的元素不变;

5 步骤 S723, 当所述滑窗内的非零元素数量小于预设阈值时, 将所述滑窗的锚点元素的置为零。

在一个实施例中, 在将反射点映射到二维空矩阵之后, 反射点所映射到元素是非零值, 而反射点未映射到的元素对应值为 0, 也即非零值的元素与反射点是一一对应关系, 因此非零值的元素的密度, 可以体现反射点的密度。

10 为了确定非零值的元素的密度, 可以通过构建滑窗, 并在矩阵中滑动滑窗来遍历二维矩阵。

滑窗的大小和形状可以根据需要进行设置, 例如可以设置为矩形, 也可以设置为圆形, 还可以设置为三角形, 以矩形为例, 滑窗的大小可以为 3×3 , 4×4 , 3×4 等。预设阈值可以基于滑窗所能包含元素的数量 n 进行设置, 例如 n 为奇数, 预设阈值可以为 $(n+1)/2$, 例如 n 为偶数, 预设阈值可以为 $n/2$ 。

基于滑窗内的非零元素数量和预设阈值的关系, 可以确定非零元素的密度是否较低, 例如滑窗内的非零元素数量小于预设阈值, 可以确定非零元素的密度较低, 也即非零元素对应的反射点的密度较低, 从而可以将滑窗内的锚点元素置零, 从而仅保留聚类密度较高的非零元素, 也即聚类密度较高的反射点, 实现对野值点的删除。

图 11 是根据本公开的实施例示出的一种以滑窗遍历所述二维矩阵的示意流程图。如图 11 所示, 以滑窗遍历所述二维矩阵包括:

步骤 S7211, 在所述非零元素中确定遍历起点和/或遍历终点;

步骤 S7212, 以所述遍历起点为起点锚点, 以所述遍历终点为终止锚点, 以单个元素为遍历步距, 以行遍历或者列遍历的方式移动所述滑窗。

由于在二维矩阵中, 仅反射点所映射到的元素为非零元素, 反射点未映射到的元素为零元素, 而这些为零元素并不对应反射点, 所以对这些零元素

进行遍历，可能出现滑窗内都是零元素的问题，这种情况滑窗中不包含任何反射点，所以也不涉及对反射点的密度进行判断，因此浪费了滑动操作。

在一个实施例中，可以在非零元素中确定遍历起点和/或遍历终点，其中，可以仅确定遍历起点，也可以仅确定遍历终点，还可以既确定遍历起点又确定遍历终点。

图 12 是根据本公开的实施例示出的一种以滑窗遍历所述二维矩阵的示意图。

如图 12 所示，可以在非零元素中确定遍历起点和遍历终点，那么滑窗将在以遍历起点和遍历终点为对角点的矩形区域（如图 12 中所示虚线区域）内滑动，从而使得只有该矩形区域内和矩形区域边上的点能够被滑窗遍历到，而由于非零元素对应的反射点大多为地面对应的点，而地面是连续的，也即反射点是连续，那么非零元素也是连续的，因此两个非零元素之间的点大多也为非零元素。

从而，据此设置滑窗的起点锚点和终点锚点，可以使得滑窗在具有较多非零元素的区域内滑动，进而减少滑窗内都是零元素的情况，使得滑动滑窗的操作能够有效地确定反射点的聚类密度，减少滑动操作浪费的资源。

例如针对非零元素在二维矩阵对应的矩阵索引号，确定其中最小索引号 $(I_{\min}, J_{\min})$ 和最大索引号 $(I_{\max}, J_{\max})$ ，然后以该最小索引号为起始锚点，以最大索引号为终止锚点滑动滑窗。

可选地，在所述非零元素中确定遍历起点和/或遍历终点包括，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍历起点；

或者，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍历终点。

可选地，在所述非零元素中确定遍历起点和/或遍历终点包括，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历起点；

或者，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历终点。

在一个实施例中，在所述非零元素中确定遍历起点和遍历终点的方式可以根据需要进行选择。例如可以选择非零元素行列数之和最小的元素作为遍历起点，或者将非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍历终点。也可以将非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历起点，或者将非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历终点。

图 13 是根据本公开的实施例示出的另一种从所述反射点中删除聚类密度低于预设密度的野值点的示意流程图。如图 13 所示，删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素之后还包括：

步骤 S73，根据二维矩阵的元素与坐标化的所述多个反射点之间的映射关系，将所述二维矩阵中的非零元素映射为反射点坐标。

在一个实施例中，在删除二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素之后，由于剩余的反射点仍以矩阵中元素的形式表现，不便于后续进行函数拟合，因此可以将二维矩阵中剩余的非零元素映射为反射点坐标，从而使得剩余的反射点能够以坐标的形式表现，以便于后续进行函数拟合。

图 14 是根据本公开的实施例示出的一种对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合的示意流程图。如图 14 所示，所述对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合包括：

步骤 S31，构造一次曲线作为目标函数；

步骤 S32，基于所述多个反射点，确定所述目标函数的斜率和截距；

步骤 S33，根据所述斜率和所述截距确定所述目标函数。

在一个实施例中，可以构造一次曲线 $y=kx+b$ 作为目标函数，基于多个（例如 n 个， $n \geq 1$ ）反射点 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ ，可以确定上述目标函数的斜率 k 和截距 b ，例如可以基于克莱姆法则确定：

$$k = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2};$$

$$b = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2};$$

据此，可以确定出拟合后的函数。

图 15 是根据本公开的实施例示出的根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度的示意图。如图 15 所示，所述根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度包括：

- 5 步骤 S41，根据所述目标函数所在坐标系中原点到所述目标函数的距离确定所述待检测物的高度。

在一个实施例中，由于拟合得到的目标函数是地面上反射点所在的函数，因此该函数在坐标系中对应的线可以理解为地面，从而通过计算坐标系原点到该函数的距离，即可确定出待检测物到地面的高度。

- 10 图 16 是根据本公开的实施例示出的一种对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度的示意图。如图 16 所示，所述对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度包括：

- 15 步骤 S51，根据所述待检测物在当前时刻的预测高度对应的预测偏差，和所述当前时刻的测量高度的测量噪声，确定所述当前时刻的预测高度的第一权值，以及所述当前时刻的测量高度的第二权值，其中，所述第一权值与所述预测偏差负相关，所述第二权值与所述测量噪声负相关；

- 20 步骤 S52，根据所述当前时刻的预测高度和第一权值，以及所述当前时刻的测量高度和第二权值进行加权求和，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

- 图 17 是根据本公开的实施例示出的一种根据所述待检测物在当前时刻的预测高度对应的预测偏差，和所述当前时刻的测量高度的测量噪声，确定所述当前时刻的预测高度的第一权值，以及所述当前时刻的测量高度的第二权值的示意图。如图 17 所示，所述根据所述待检测物在当前时刻的预测高度对应的预测偏差，和所述当前时刻的测量高度的测量噪声，确定所述当前时刻的预测高度的第一权值，以及所述当前时刻的测量高度的第二权值包括：
- 25

步骤 S511, 根据所述待检测物在竖直方向上的速度和所述待检测物在前一时刻的最优化估算高度确定所述待检测物在当前时刻的预测高度;

步骤 S512, 根据前一时刻的最优化估算高度对应的估算偏差和过程噪声, 确定所述当前时刻的预测高度对应的预测偏差;

5 步骤 S513, 根据所述当前时刻的预测高度对应的预测偏差和所述测量噪声, 确定所述第一权值和所述第二权值。

在一个实施例中, 以待检测物的运动模型为 CV (匀速) 模型为例, 设待检测物在 t 时刻的高度为 H_t , 速度为 v_t , 那么待检测物在 $t+1$ 时刻的高度 H_{t+1} 和速度 v_{t+1} 分别为:

$$10 \quad H_{t+1} = H_t + v_t \Delta t + \mu \Delta t^2 / 2; \quad v_{t+1} = v_t + \mu \Delta t;$$

其中, Δt 可以 0.01 秒。

由于测量高度在测量过程中存在测量噪声 R , R 可以是均值为 0, 方差为 δ^2 的高斯白噪声, 那么可以确定在当前时刻 t 的测量高度:

$$Z(t) = H_t + R = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_t \\ v_t \end{bmatrix} + R;$$

15 进而基于 CV 模型可以预测下一个时刻待检测物的高度, 例如针对待检测物, 可以每隔一段时间 Δt 执行一次上述步骤, 例如在当前时刻 t 的前一时刻 $t - \Delta t$, 根据上述步骤确定的最优化估算高度为 $H(t - \Delta t | t - \Delta t)$, 那么以待检测物的运动模型为 CV (匀速) 模型为例, 待检测物在竖直方向上的速度为 v_t , 据此可以计算出待检测物在当前时刻的预测高度:

$$20 \quad H(t | t - \Delta t) = H(t - \Delta t | t - \Delta t) + v_t \Delta t;$$

而该预测高度是存在误差的, 称之为预测误差:

$$P(t | t - \Delta t) = P(t - \Delta t | t - \Delta t) + Q;$$

预测误差 $P(t | t - \Delta t)$ 是对于当前时刻的预测高度 $H(t | t - \Delta t)$ 误差的预测, 可以通过协方差计算, 估算误差 $P(t - \Delta t | t - \Delta t)$ 是对 $H(t - \Delta t | t - \Delta t)$ 误差的估算, 也

25 可以通过协方差计算, Q 为所采用的预测模型的过程噪声, 具体预测模型也

可以根据需要选择。

进而可以通过最优估值法对 $Z(t)$ 和 $H(t|t-\Delta t)$ 进行计算, 来消除测量过程中由于各种因素影响造成的测量误差, 从而确定出待检测物在当前时刻的最优化估算高度:

$$5 \quad H(t|t) = H(t|t-\Delta t)(1-G(t)) + G(t)Z(t) = H(t|t-\Delta t) + G(t)(Z(t) - H(t|t-\Delta t));$$

其中, 第一权值为 $1-G(t)$, 第二权值为 $G(t)$, 可以根据预测误差 $P(t|t-\Delta t)$ 和测量噪声 R 计算 $G(t)$:

$$G(t) = P(t|t-\Delta t) / (P(t|t-\Delta t) + R)。$$

据此, 得到了对于当前时刻 t 的最优化估算高度 $H(t|t)$ 。

10 为了使得上述步骤可以持续进行, 直至待检测物落地, 还可以对 $H(t|t)$ 的估算偏差 $P(t|t)$ 进行更新:

$$P(t|t) = (1-G(t)) * P(t|t-\Delta t)。$$

需要说明的是, 上述过程可以理解为递归滤波 (自动回归滤波), 具体算法并不限于上述实施例所示出的内容, 可以根据需要和实际情况进行调整。

15 图 18 是根据本公开的实施例示出的一种距离确定方法的示意图。如图 18 所示, 所述距离确定方法包括:

步骤 S1', 采集待测距方向上预设角度范围内的多个反射点;

步骤 S2', 坐标化所述多个反射点;

步骤 S3', 对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合;

20 步骤 S4', 根据拟合得到的函数确定所述待检测物的测量距离;

步骤 S5', 对所述待检测物在当前时刻的测量距离和所述待检测物在当前时刻的预测距离进行加权, 以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

与图 1 所示实施例不同地, 本实施例采集的反射点可以位于待测距方向上的预设角度范围内, 也即可以位于待检测物前方, 也可以位于待检测物后方, 还可以位于待检测物上方。

后续计算最优化估算距离的过程，与图 1 所示实施例计算最优化估算高度的过程类似，但是指示在确定预测距离时，需要根据在测距方向上的投影速度来确定。

例如测距方向为前方，那么拟合得到的一次曲线对应墙面，从而计算的
5 测量距离就是待检测物与墙面的距离，最终得到的最优化估算距离也就是待检测物与墙面的距离。

与上述高度确定方法和距离确定方法的实施例相对应地，本公开还提出了相对应的系统、计算机刻度存储介质、装置和无人飞行器的实施例。

本公开的实施例还提出一种高度确定系统，包括雷达和处理器，所述处
10 理器用于，

采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

坐标化所述多个反射点；

对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度；

15 对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

可选地，所述处理器用于，

采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

确定在所述反射点中处于探测盲区或探测范围之外的无效点；

20 从所述反射点中删除所述无效点。

可选地，所述处理器用于，

确定所述无效点在所述反射点中的比例；

若所述比例小于预设比例，从所述反射点中删除所述无效点；

若所述比例大于或等于预设比例，重新采集多个反射点。

25 可选地，所述处理器用于，

构建直角坐标系；

获得所述多个反射点的探测距离和探测角度，其中，根据所述雷达采集所述反射点时的旋转角度确定所述探测角度；

根据所述探测距离和探测角度计算反射点在所述坐标系中的坐标。

可选地，所述处理器还用于，

- 5 对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合之前，对所述反射点进行聚类处理。

可选地，所述处理器用于，

将所述多个反射点映射为二维矩阵中非零元素；

删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素。

- 10 可选地，所述处理器用于，

建立二维矩阵；

初始化所述二维矩阵为空矩阵；

建立所述二维矩阵的元素与坐标化的所述多个反射点之间的映射关系；

将与所述多个反射点存在映射关系的二维矩阵的元素置为非零值。

- 15 可选地，所述处理器用于，

以滑窗遍历所述二维矩阵；

当所述滑窗内的非零元素数量大于或者等于预设阈值时，保持所述滑窗内的元素不变；

- 20 当所述滑窗内的非零元素数量小于预设阈值时，将所述滑窗的锚点元素的置为零。

可选地，所述处理器用于，

在所述非零元素中确定遍历起点和/或遍历终点；

以所述遍历起点为起点锚点，以所述遍历终点为终止锚点，以单个元素为遍历步距，以行遍历或者列遍历的方式移动所述滑窗。

- 25 可选地，所述处理器用于，

将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍历起点；

或者，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍历终点。

可选地，所述处理器用于，

将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历起

5 点；

或者，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历终点。

可选地，所述处理器用于，在删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素之后，

10 根据二维矩阵的元素与坐标化的所述多个反射点之间的映射关系，将所述二维矩阵中的非零元素映射为反射点坐标。

可选地，所述处理器用于，

构造一次曲线作为目标函数；

基于所述多个反射点，确定所述目标函数的斜率和截距；

15 根据所述斜率和所述截距确定所述目标函数。

可选地，所述处理器用于，

根据所述目标函数所在坐标系中原点到所述目标函数的距离确定所述待检测物的高度。

可选地，所述处理器用于，

20 根据所述待检测物在当前时刻的预测距离对应的预测偏差，和所述当前时刻的测量距离的测量噪声，确定所述当前时刻的预测距离的第一权值，以及所述当前时刻的测量距离的第二权值，其中，所述第一权值与所述预测偏差负相关，所述第二权值与所述测量噪声负相关；

根据所述当前时刻的预测距离和第一权值，以及所述当前时刻的测量距离和第二权值进行加权求和，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

可选地，所述处理器用于，

根据所述待检测物在竖直方向上的速度和所述待检测物在前一时刻的最优化估算高度确定所述待检测物在当前时刻的预测高度；

根据前一时刻的最优化估算高度对应的估算偏差和过程噪声，确定所述当前时刻的预测高度对应的预测偏差；

- 5 根据所述当前时刻的预测高度对应的预测偏差和所述测量噪声，确定所述第一权值和所述第二权值。

本公开的实施例还提出一种距离确定系统，包括雷达和处理器，所述处理器用于，

采集待测距方向上预设角度范围内的多个反射点；

- 10 坐标化所述多个反射点；

对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量距离；

对所述待检测物在当前时刻的测量距离和所述待检测物在当前时刻的预测预测距离进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

- 15 本公开的实施例还提出一种无人飞行器，包括上述任一实施例所述的高度确定系统和/或距离确定系统。

本公开的实施例还提出一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有若干计算机指令，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

- 20 坐标化所述多个反射点；

对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度；

对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

- 25 可选地，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

确定在所述反射点中处于探测盲区或探测范围之外的无效点；

从所述反射点中删除所述无效点。

可选地, 所述计算机指令被执行时进行如下处理:

确定所述无效点在所述反射点中的比例;

若所述比例小于预设比例, 从所述反射点中删除所述无效点;

5 若所述比例大于或等于预设比例, 重新采集多个反射点。

可选地, 所述计算机指令被执行时进行如下处理:

构建直角坐标系;

获得所述多个反射点的探测距离和探测角度;

根据所述探测距离和探测角度计算反射点在所述坐标系中的坐标。

10 可选地, 所述计算机指令被执行时还进行如下处理:

对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合之前, 对所述反射点进行聚类处理。

可选地, 所述计算机指令被执行时进行如下处理:

将所述多个反射点映射为二维矩阵中非零元素;

15 删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素。

可选地, 所述计算机指令被执行时进行如下处理:

建立二维矩阵;

初始化所述二维矩阵为空矩阵;

建立所述二维矩阵的元素与坐标化的所述多个反射点之间的映射关系;

20 将与所述多个反射点存在映射关系的二维矩阵的元素置为非零值。

可选地, 所述计算机指令被执行时进行如下处理:

以滑窗遍历所述二维矩阵;

当所述滑窗内的非零元素数量大于或者等于预设阈值时, 保持所述滑窗内的元素不变;

25 当所述滑窗内的非零元素数量小于预设阈值时, 将所述滑窗的锚点元素的置为零。

可选地, 所述计算机指令被执行时进行如下处理:

在所述非零元素中确定遍历起点和/或遍历终点；

以所述遍历起点为起点锚点，以所述遍历终点为终止锚点，以单个元素为遍历步距，以行遍历或者列遍历的方式移动所述滑窗。

可选地，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

- 5 将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍历起点；

或者，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍历终点。

可选地，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

- 10 将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历起点；

或者，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历终点。

可选地，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

- 15 在删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素之后，根据二维矩阵的元素与坐标化的所述多个反射点之间的映射关系，将所述二维矩阵中的非零元素映射为反射点坐标。

可选地，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

构造一次曲线作为目标函数；

- 20 基于所述多个反射点，确定所述目标函数的斜率和截距；
根据所述斜率和所述截距确定所述目标函数。

可选地，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

根据所述目标函数所在坐标系中原点到所述目标函数的距离确定所述待检测物的高度。

- 25 可选地，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

根据所述待检测物在当前时刻的预测高度对应的预测偏差，和所述当前时刻的测量高度的测量噪声，确定所述当前时刻的预测高度的第一权值，以

及所述当前时刻的测量高度的第二权值，其中，所述第一权值与所述预测偏差负相关，所述第二权值与所述测量噪声负相关；

根据所述当前时刻的预测高度和第一权值，以及所述当前时刻的测量高度和第二权值进行加权求和，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

可选地，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

根据所述待检测物在竖直方向上的速度和所述待检测物在前一时刻的最优化估算高度确定所述待检测物在当前时刻的预测高度；

根据前一时刻的最优化估算高度对应的估算偏差和过程噪声，确定所述当前时刻的预测高度对应的预测偏差；

根据所述当前时刻的预测高度对应的预测偏差和所述测量噪声，确定所述第一权值和所述第二权值。

本公开的实施例还提出一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有若干计算机指令，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

采集待测距方向上预设角度范围内的多个反射点；

坐标化所述多个反射点；

对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量距离；

对所述待检测物在当前时刻的测量距离和所述待检测物在当前时刻的预测距离进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

本公开的实施例还提出一种高度确定装置，包括：

反射点采集模块，用于采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

反射点坐标化模块，用于坐标化所述多个反射点；

函数拟合模块，用于对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

测量高度确定模块，用于根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度；

估算高度确定模块，用于对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述

待检测物在当前时刻的预测预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

本公开的实施例还提出一种距离确定装置，包括：

反射点采集模块，用于采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

5 反射点坐标化模块，用于坐标化所述多个反射点；

函数拟合模块，用于对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

测量距离确定模块，用于根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量距离；

估算距离确定模块，用于对所述待检测物在当前时刻的测量距离和所述
10 待检测物在当前时刻的预测预测距离进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

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。

上述实施例阐明的系统、装置、模块或单元，具体可以由计算机芯片或
15 实体实现，或者由具有某种功能的产品来实现。为了描述的方便，描述以上装置时以功能分为各种单元分别描述。当然，在实施本申请时可以把各单元的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。本领域内的技术人员应明白，本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的
20 形式。而且，本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同
25 之处。尤其，对于系统实施例而言，由于其基本相似于方法实施例，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

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

以上所述仅为本申请的实施例而已，并不用于限制本申请。对于本领域技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的权利要求范围之内。

权利要求书

1. 一种高度确定方法，其特征在于，包括：

采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

坐标化所述多个反射点；

5 对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度；

对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述采集待检测物下方预

10 设角度范围内的多个反射点包括：

采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

确定在所述反射点中处于探测盲区或探测范围之外的无效点；

从所述反射点中删除所述无效点。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，确定在所述反射点中处于

15 探测盲区或探测范围之外的无效点之后还包括：

确定所述无效点在所述反射点中的比例；

若所述比例小于预设比例，从所述反射点中删除所述无效点；

若所述比例大于或等于预设比例，重新采集多个反射点。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，坐标化所述多个反射点包

20 括：

构建直角坐标系；

获得所述多个反射点的探测距离和探测角度；

根据所述探测距离和探测角度计算反射点在所述坐标系中的坐标。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，还包括：

25 对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合之前，对所述反射点进行聚类处理。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，对所述反射点进行聚类处

理包括:

将所述多个反射点映射为二维矩阵中非零元素;

删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 将所述多个反射点映射为

5 二维矩阵中非零元素包括:

建立二维矩阵;

初始化所述二维矩阵为空矩阵;

建立所述二维矩阵的元素与坐标化的所述多个反射点之间的映射关系;

将与所述多个反射点存在映射关系的二维矩阵的元素置为非零值。

10 8. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素包括:

以滑窗遍历所述二维矩阵;

当所述滑窗内的非零元素数量大于或者等于预设阈值时, 保持所述滑窗内的元素不变;

15 当所述滑窗内的非零元素数量小于预设阈值时, 将所述滑窗的锚点元素的置为零。

9. 根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 以滑窗遍历所述二维矩阵包括:

在所述非零元素中确定遍历起点和/或遍历终点;

20 以所述遍历起点为起点锚点, 以所述遍历终点为终止锚点, 以单个元素为遍历步距, 以行遍历或者列遍历的方式移动所述滑窗。

10. 根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 在所述非零元素中确定遍历起点和/或遍历终点包括, 将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍历起点;

25 或者, 将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍历终点。

11. 根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 在所述非零元素中确定遍

历起点和/或遍历终点包括，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历起点；

或者，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历终点。

- 5 12. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，在删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素之后还包括：

根据二维矩阵的元素与坐标化的所述多个反射点之间的映射关系，将所述二维矩阵中的非零元素映射为反射点坐标。

- 10 13. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法，其特征在于，所述对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合包括：

构造一次曲线作为目标函数；

基于所述多个反射点，确定所述目标函数的斜率和截距；

根据所述斜率和所述截距确定所述目标函数。

- 15 14. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度包括：

根据所述目标函数所在坐标系中原点到所述目标函数的距离确定所述待检测物的高度。

- 20 15. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法，其特征在于，所述对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度包括：

根据所述待检测物在当前时刻的预测高度对应的预测偏差，和所述当前时刻的测量高度的测量噪声，确定所述当前时刻的预测高度的第一权值，以及所述当前时刻的测量高度的第二权值，其中，所述第一权值与所述预测偏差负相关，所述第二权值与所述测量噪声负相关；

- 25 根据所述当前时刻的预测高度和第一权值，以及所述当前时刻的测量高度和第二权值进行加权求和，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

16. 根据权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 所述根据所述待检测物在当前时刻的预测高度对应的预测偏差, 和所述当前时刻的测量高度的测量噪声, 确定所述当前时刻的预测高度的第一权值, 以及所述当前时刻的测量高度的第二权值包括:

5 根据所述待检测物在竖直方向上的速度和所述待检测物在前一时刻的最优化估算高度确定所述待检测物在当前时刻的预测高度;

根据前一时刻的最优化估算高度对应的估算偏差和过程噪声, 确定所述当前时刻的预测高度对应的预测偏差;

10 根据所述当前时刻的预测高度对应的预测偏差和所述测量噪声, 确定所述第一权值和所述第二权值。

17. 一种距离确定方法, 其特征在于, 包括:

采集待测距方向上预设角度范围内的多个反射点;

坐标化所述多个反射点;

对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合;

15 根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量距离;

对所述待检测物在当前时刻的测量距离和所述待检测物在当前时刻的预测预测距离进行加权, 以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

18. 一种高度确定系统, 其特征在于, 包括雷达和处理器, 所述处理器用于,

20 采集预设角度范围内的多个反射点;

坐标化所述多个反射点;

对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合;

根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度;

25 对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测预测高度进行加权, 以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

19. 根据权利要求 18 所述的系统, 其特征在于, 所述处理器用于,

采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点;

确定在所述反射点中处于探测盲区或探测范围之外的无效点；

从所述反射点中删除所述无效点。

20. 根据权利要求 19 所述的系统，其特征在于，所述处理器用于，
确定所述无效点在所述反射点中的比例；

5 若所述比例小于预设比例，从所述反射点中删除所述无效点；

若所述比例大于或等于预设比例，重新采集多个反射点。

21. 根据权利要求 18 所述的系统，其特征在于，所述处理器用于，
构建直角坐标系；

10 获得所述多个反射点的探测距离和探测角度，其中，根据所述雷达采集
所述反射点时的旋转角度确定所述探测角度；

根据所述探测距离和探测角度计算反射点在所述坐标系中的坐标。

22. 根据权利要求 21 所述的系统，其特征在于，所述处理器还用于，
对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合之前，对所述反射点进行聚类
处理。

15 23. 根据权利要求 22 所述的系统，其特征在于，所述处理器用于，
将所述多个反射点映射为二维矩阵中非零元素；

删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素。

24. 根据权利要求 23 所述的系统，其特征在于，所述处理器用于，
建立二维矩阵；

20 初始化所述二维矩阵为空矩阵；

建立所述二维矩阵的元素与坐标化的所述多个反射点之间的映射关系；
将与所述多个反射点存在映射关系的二维矩阵的元素置为非零值。

25. 根据权利要求 24 所述的系统，其特征在于，所述处理器用于，
以滑窗遍历所述二维矩阵；

25 当所述滑窗内的非零元素数量大于或者等于预设阈值时，保持所述滑窗
内的元素不变；

当所述滑窗内的非零元素数量小于预设阈值时，将所述滑窗的锚点元素

的置为零。

26. 根据权利要求 24 所述的系统，其特征在于，所述处理器用于，
在所述非零元素中确定遍历起点和/或遍历终点；

5 以所述遍历起点为起点锚点，以所述遍历终点为终止锚点，以单个元素
为遍历步距，以行遍历或者列遍历的方式移动所述滑窗。

27. 根据权利要求 24 所述的系统，其特征在于，所述处理器用于，
将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍历起
点；

10 或者，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍
历终点。

28. 根据权利要求 24 所述的系统，其特征在于，所述处理器用于，
将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历起
点；

15 或者，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍
历终点。

29. 根据权利要求 23 所述的系统，其特征在于，所述处理器用于，在删
除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素之后，

根据二维矩阵的元素与坐标化的所述多个反射点之间的映射关系，将所
述二维矩阵中的非零元素映射为反射点坐标。

20 30. 根据权利要求 18 至 29 中任一项所述的系统，其特征在于，所述处理
器用于，

构造一次曲线作为目标函数；

基于所述多个反射点，确定所述目标函数的斜率和截距；

根据所述斜率和所述截距确定所述目标函数。

25 31. 根据权利要求 30 所述的系统，其特征在于，所述处理器用于，

根据所述目标函数所在坐标系中原点到所述目标函数的距离确定所述待
检测物的高度。

32. 根据权利要求 18 至 29 中任一项所述的系统，其特征在于，所述处理器用于，

根据所述待检测物在当前时刻的预测距离对应的预测偏差，和所述当前时刻的测量距离的测量噪声，确定所述当前时刻的预测距离的第一权值，以及所述当前时刻的测量距离的第二权值，其中，所述第一权值与所述预测偏差负相关，所述第二权值与所述测量噪声负相关；

根据所述当前时刻的预测距离和第一权值，以及所述当前时刻的测量距离和第二权值进行加权求和，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

10 33. 根据权利要求 32 所述的系统，其特征在于，所述处理器用于，

根据所述待检测物在竖直方向上的速度和所述待检测物在前一时刻的最优化估算高度确定所述待检测物在当前时刻的预测高度；

根据前一时刻的最优化估算高度对应的估算偏差和过程噪声，确定所述当前时刻的预测高度对应的预测偏差；

15 根据所述当前时刻的预测高度对应的预测偏差和所述测量噪声，确定所述第一权值和所述第二权值。

34. 一种距离确定系统，其特征在于，包括雷达和处理器，所述处理器用于，

采集待测距方向上预设角度范围内的多个反射点；

20 坐标化所述多个反射点；

对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量距离；

对所述待检测物在当前时刻的测量距离和所述待检测物在当前时刻的预测距离进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

25 35 一种无人飞行器，其特征在于，包括上述任一项权利要求所述的高度确定系统和/或距离确定系统。

36. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质上

存储有若干计算机指令，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

坐标化所述多个反射点；

对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

5 根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度；

对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

37. 根据权利要求 36 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

10 采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

确定在所述反射点中处于探测盲区或探测范围之外的无效点；

从所述反射点中删除所述无效点。

38. 根据权利要求 37 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

15 确定所述无效点在所述反射点中的比例；

若所述比例小于预设比例，从所述反射点中删除所述无效点；

若所述比例大于或等于预设比例，重新采集多个反射点。

39. 根据权利要求 36 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

20 构建直角坐标系；

获得所述多个反射点的探测距离和探测角度；

根据所述探测距离和探测角度计算反射点在所述坐标系中的坐标。

40. 根据权利要求 39 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机指令被执行时还进行如下处理：

25 对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合之前，对所述反射点进行聚类处理。

41. 根据权利要求 40 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计

计算机指令被执行时进行如下处理:

将所述多个反射点映射为二维矩阵中非零元素;

删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素。

42. 根据权利要求 41 所述的计算机可读存储介质, 其特征在于, 所述计

5 计算机指令被执行时进行如下处理:

建立二维矩阵;

初始化所述二维矩阵为空矩阵;

建立所述二维矩阵的元素与坐标化的所述多个反射点之间的映射关系;

将与所述多个反射点存在映射关系的二维矩阵的元素置为非零值。

10 43. 根据权利要求 41 所述的计算机可读存储介质, 其特征在于, 所述计算机指令被执行时进行如下处理:

以滑窗遍历所述二维矩阵;

当所述滑窗内的非零元素数量大于或者等于预设阈值时, 保持所述滑窗内的元素不变;

15 当所述滑窗内的非零元素数量小于预设阈值时, 将所述滑窗的锚点元素的置为零。

44. 根据权利要求 43 所述的计算机可读存储介质, 其特征在于, 所述计算机指令被执行时进行如下处理:

在所述非零元素中确定遍历起点和/或遍历终点;

20 以所述遍历起点为起点锚点, 以所述遍历终点为终止锚点, 以单个元素为遍历步距, 以行遍历或者列遍历的方式移动所述滑窗。

45. 根据权利要求 43 所述的计算机可读存储介质, 其特征在于, 所述计算机指令被执行时进行如下处理:

25 将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍历起点;

或者, 将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最小的元素确定为所述遍历终点。

46. 根据权利要求 43 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历起点；

5 或者，将所述二维矩阵中非零元素行列数之和最大的元素确定为所述遍历终点。

47. 根据权利要求 42 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

10 在删除所述二维矩阵中聚类密度低于预设密度的非零元素之后，根据二维矩阵的元素与坐标化的所述多个反射点之间的映射关系，将所述二维矩阵中的非零元素映射为反射点坐标。

48. 根据权利要求 36 至 47 中任一项所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

构造一次曲线作为目标函数；

15 基于所述多个反射点，确定所述目标函数的斜率和截距；

根据所述斜率和所述截距确定所述目标函数。

49. 根据权利要求 48 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

20 根据所述目标函数所在坐标系中原点到所述目标函数的距离确定所述待检测物的高度。

50. 根据权利要求 36 至 47 中任一项所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

25 根据所述待检测物在当前时刻的预测高度对应的预测偏差，和所述当前时刻的测量高度的测量噪声，确定所述当前时刻的预测高度的第一权值，以及所述当前时刻的测量高度的第二权值，其中，所述第一权值与所述预测偏差负相关，所述第二权值与所述测量噪声负相关；

根据所述当前时刻的预测高度和第一权值，以及所述当前时刻的测量高

度和第二权值进行加权求和，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

51. 根据权利要求 50 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

5 根据所述待检测物在竖直方向上的速度和所述待检测物在前一时刻的最优化估算高度确定所述待检测物在当前时刻的预测高度；

根据前一时刻的最优化估算高度对应的估算偏差和过程噪声，确定所述当前时刻的预测高度对应的预测偏差；

10 根据所述当前时刻的预测高度对应的预测偏差和所述测量噪声，确定所述第一权值和所述第二权值。

52. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质上存储有若干计算机指令，所述计算机指令被执行时进行如下处理：

采集待测距方向上预设角度范围内的多个反射点；

坐标化所述多个反射点；

15 对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量距离；

对所述待检测物在当前时刻的测量距离和所述待检测物在当前时刻的预测预测距离进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

53. 一种高度确定装置，其特征在于，包括：

20 反射点采集模块，用于采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

反射点坐标化模块，用于坐标化所述多个反射点；

函数拟合模块，用于对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

测量高度确定模块，用于根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量高度；

25 估算高度确定模块，用于对所述待检测物在当前时刻的测量高度和所述待检测物在当前时刻的预测预测高度进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算高度。

54. 一种距离确定装置，其特征在于，包括：

反射点采集模块，用于采集待检测物下方预设角度范围内的多个反射点；

反射点坐标化模块，用于坐标化所述多个反射点；

函数拟合模块，用于对所述坐标化的多个反射点进行函数拟合；

5 测量距离确定模块，用于根据拟合得到的函数确定所述待检测物在当前时刻的测量距离；

估算距离确定模块，用于对所述待检测物在当前时刻的测量距离和所述待检测物在当前时刻的预测预测距离进行加权，以确定所述待检测物在当前时刻的最优估算距离。

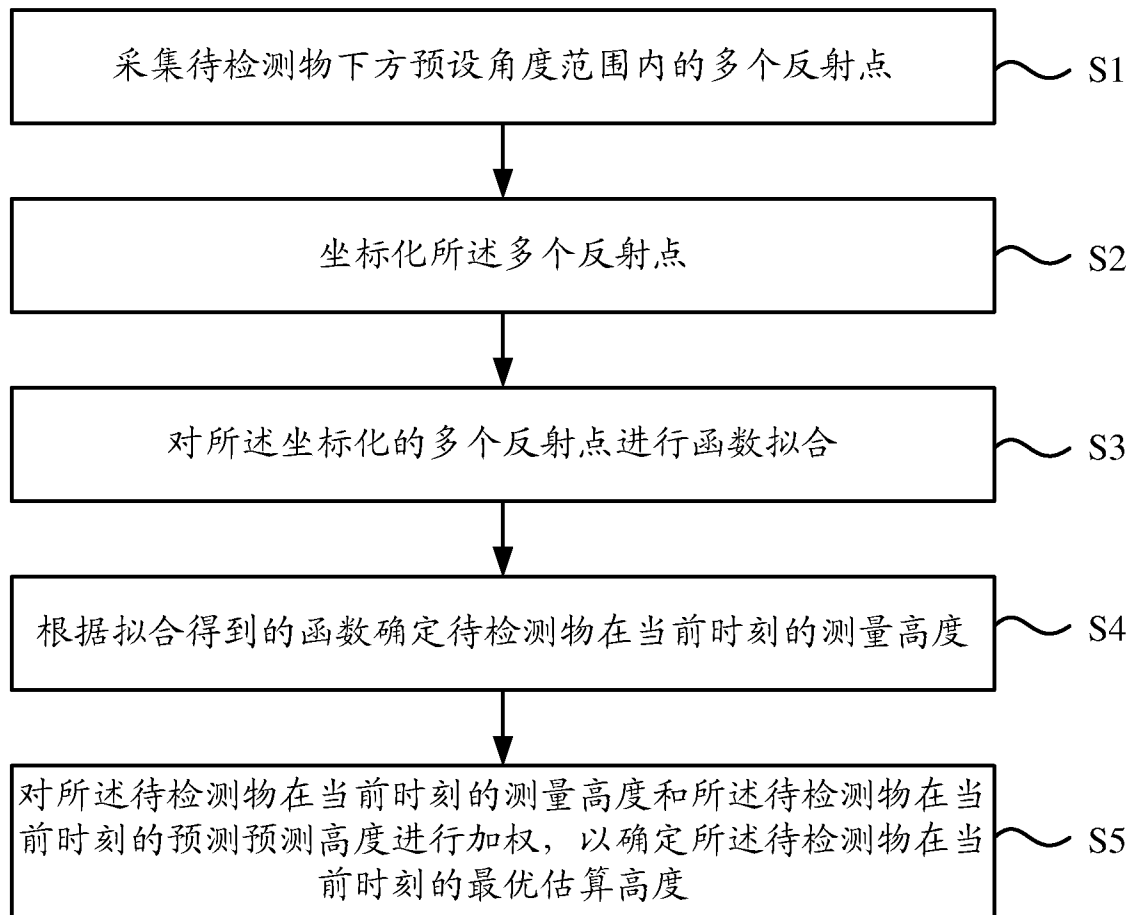


图 1

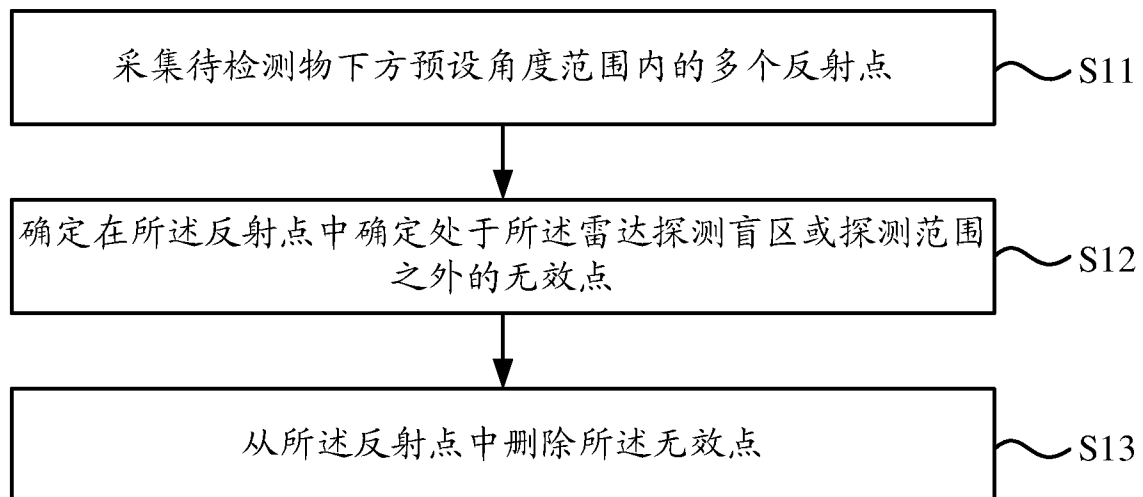


图 2

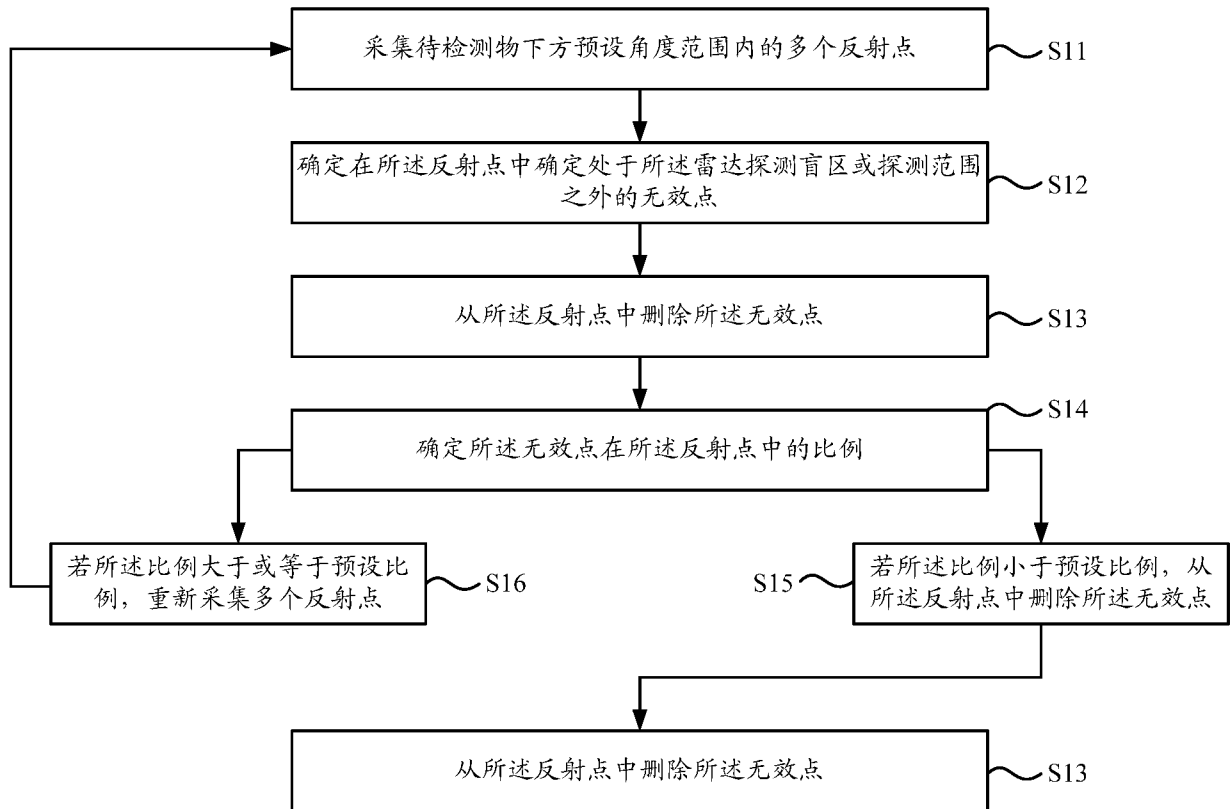


图 3

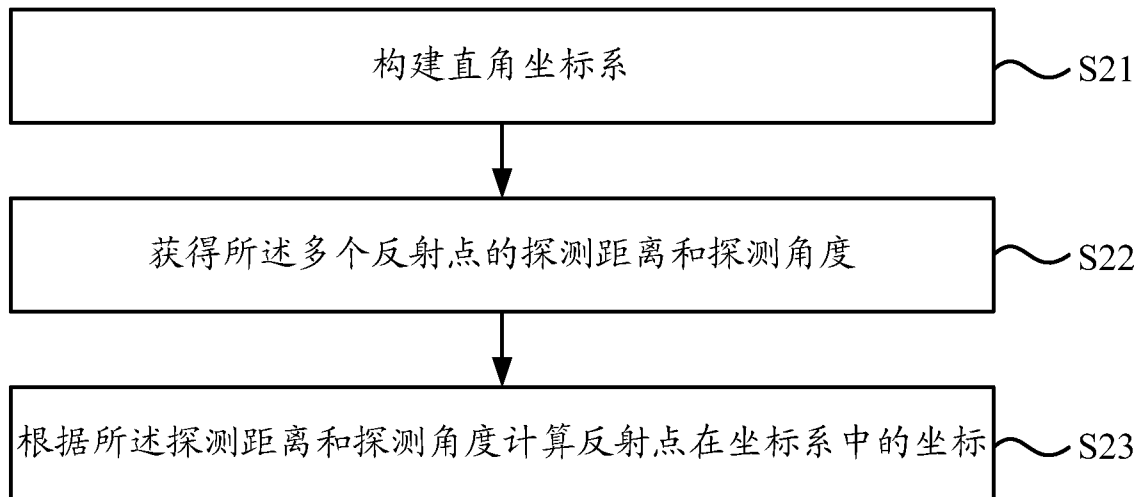


图 4

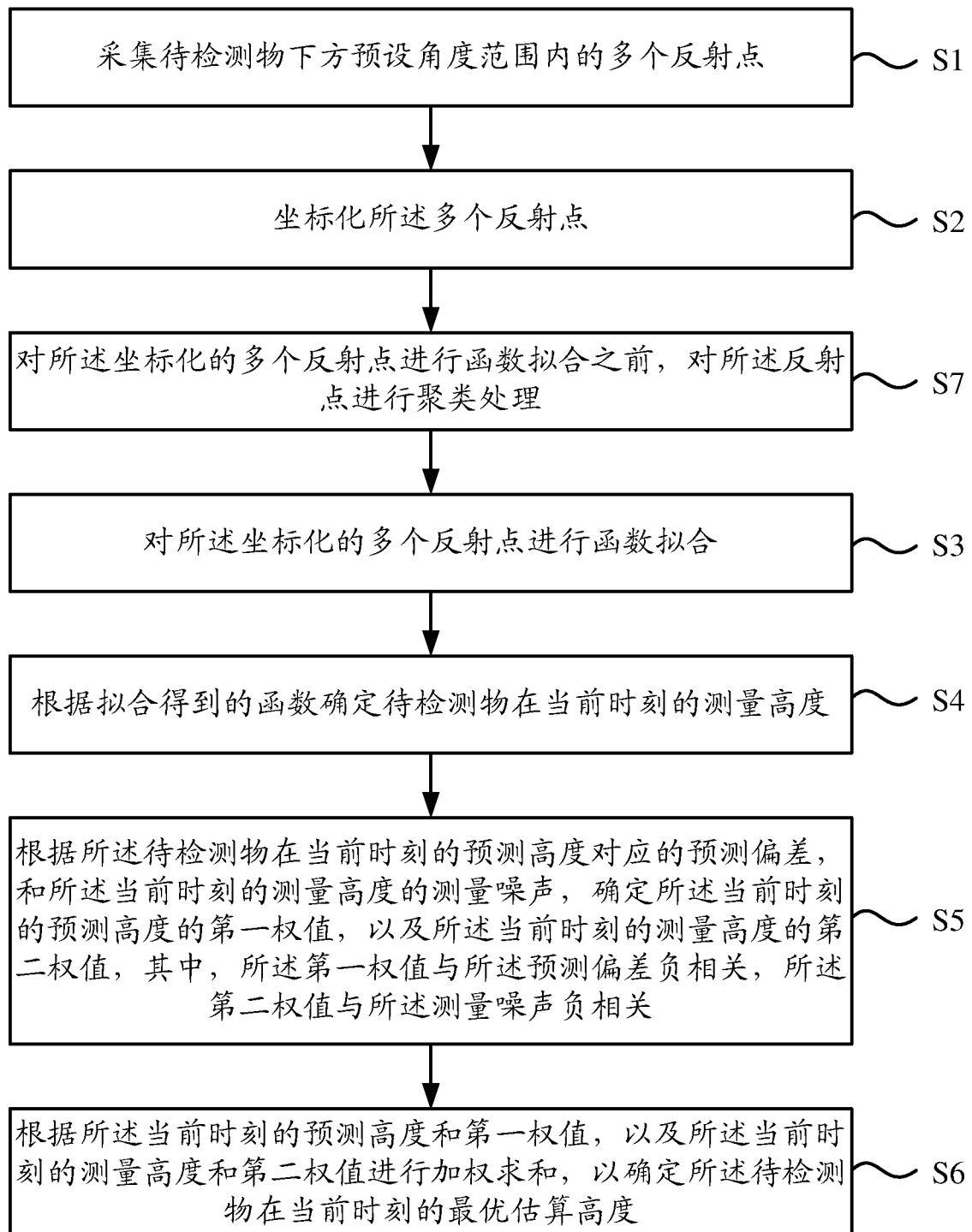


图 5

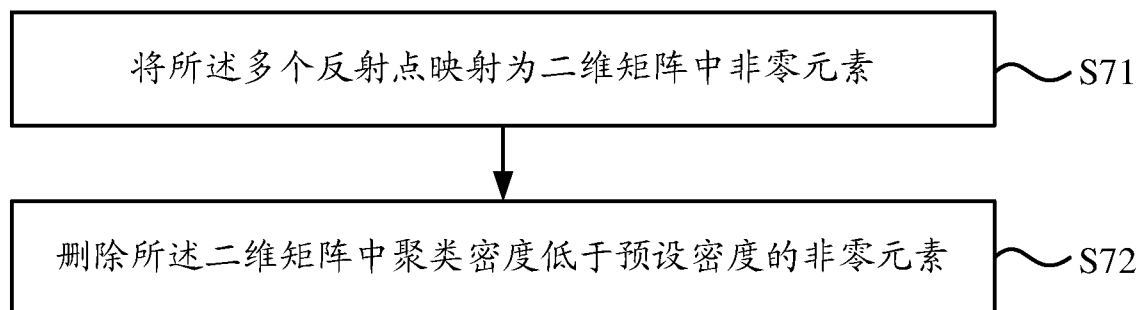


图 6

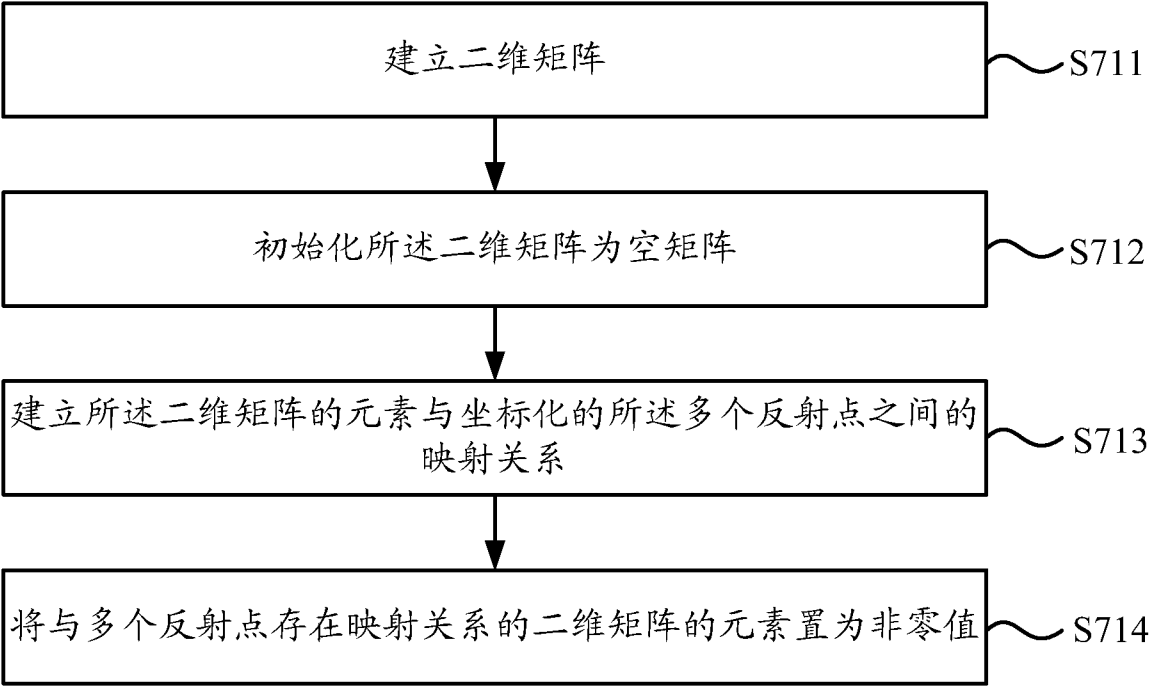


图 7

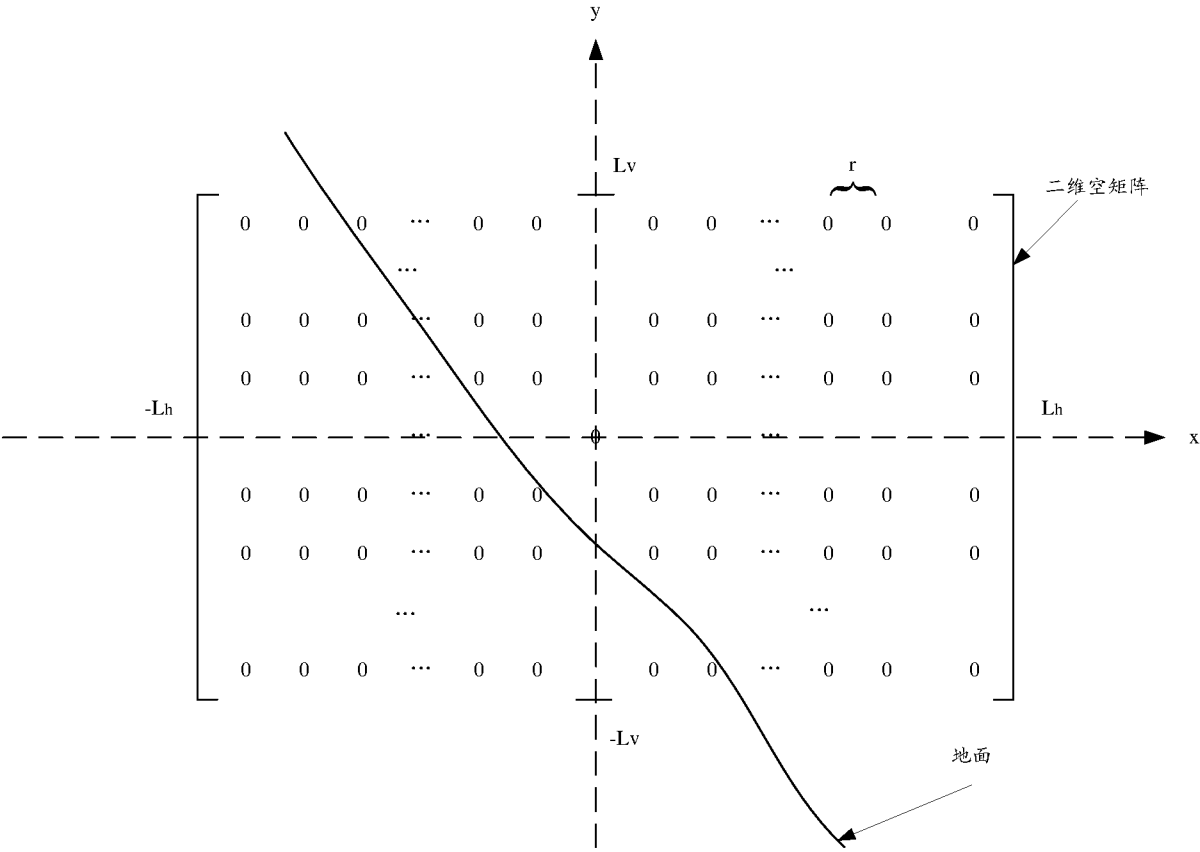


图 8

0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
			...										...			
0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
0	0	0	...	1	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
0	0	0	...	1	1	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
0	0	0	...	1	1	1	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
0	0	0	...	0	1	1	1	0	0	0	0	0	...	0	0	0
0	0	0	...	0	0	1	1	1	0	0	0	0	...	0	0	0
0	0	0	...	0	0	0	1	1	1	0	0	0	...	0	0	0
0	0	0	...	0	0	0	0	1	1	1	0	0	...	0	0	0
0	0	0	...	0	0	0	0	0	1	1	1	0	...	0	0	0
0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	1	1	1	...	0	0	0
0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	1	1	...	0	0	0
0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	1	...	0	0	0
			...										...			
0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

图 9

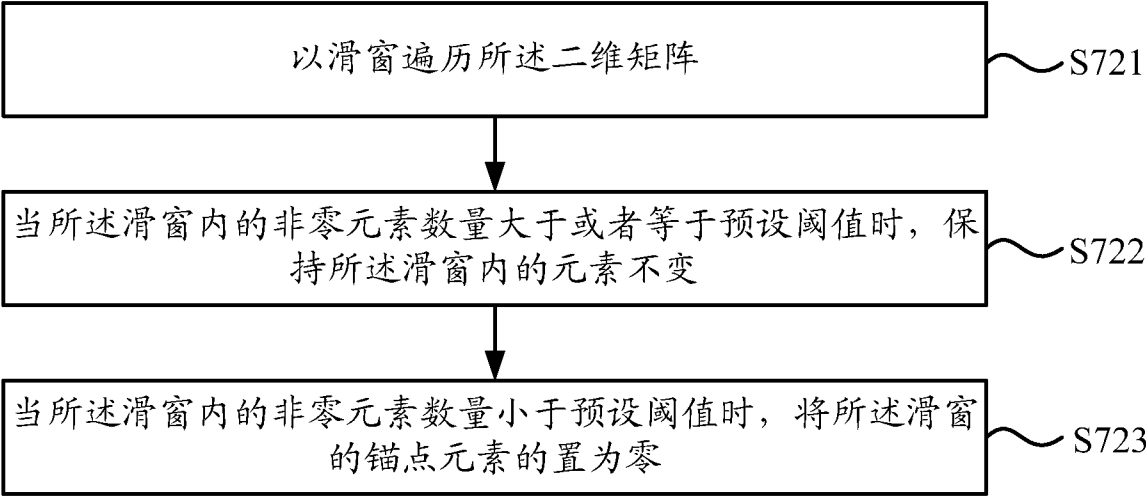


图 10

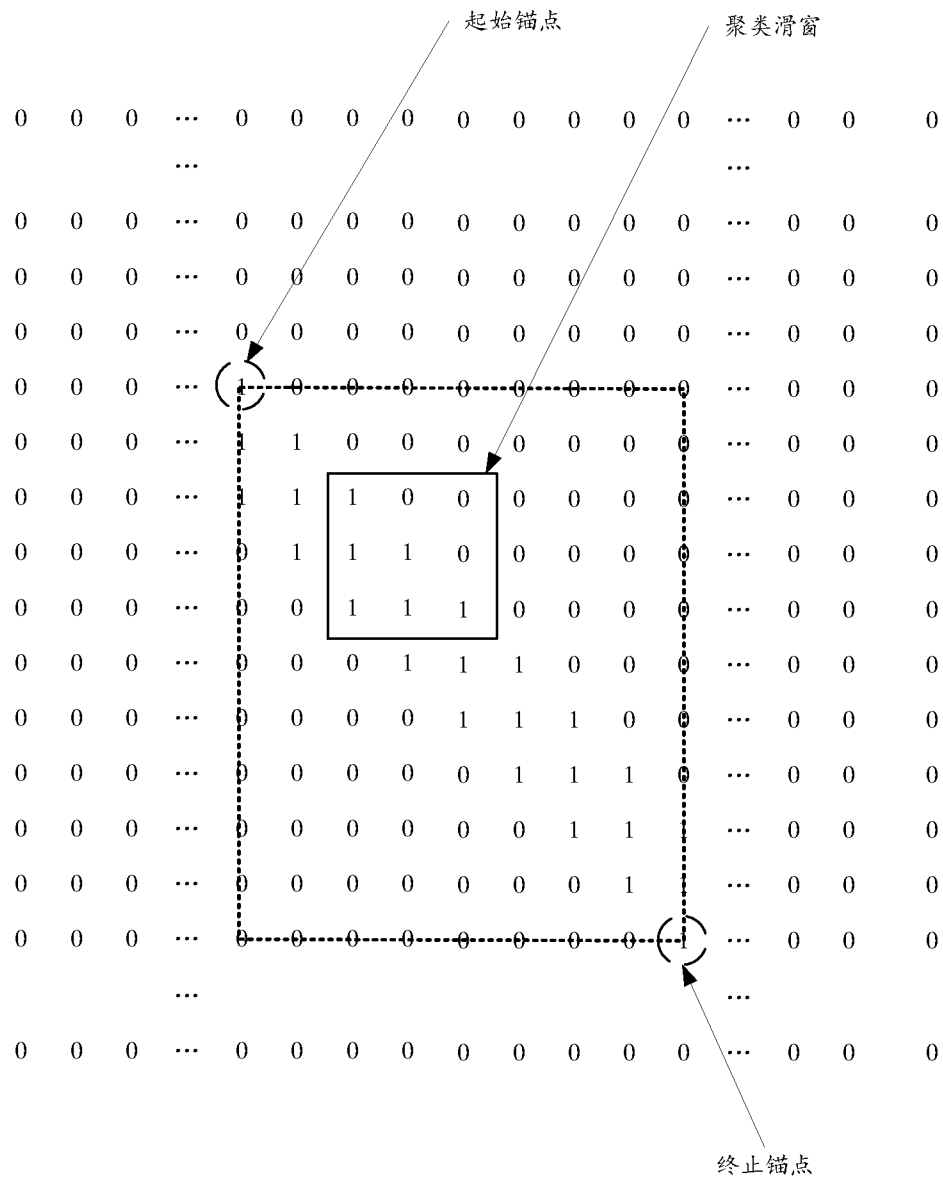
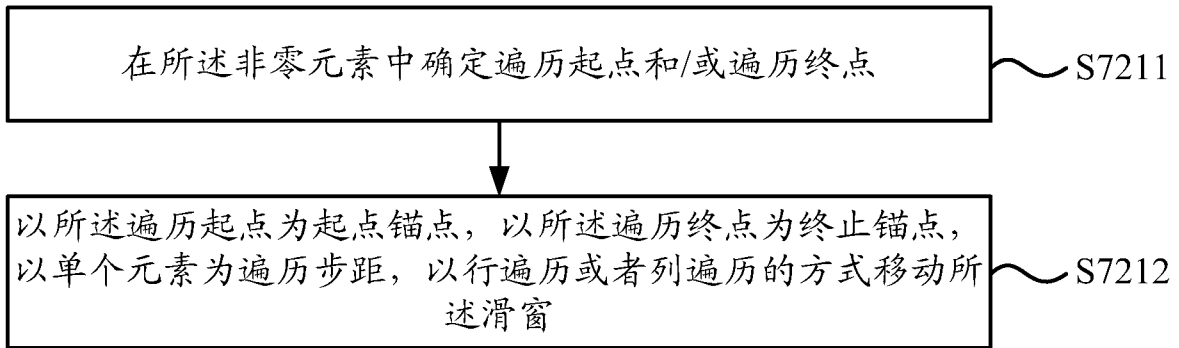


图 12

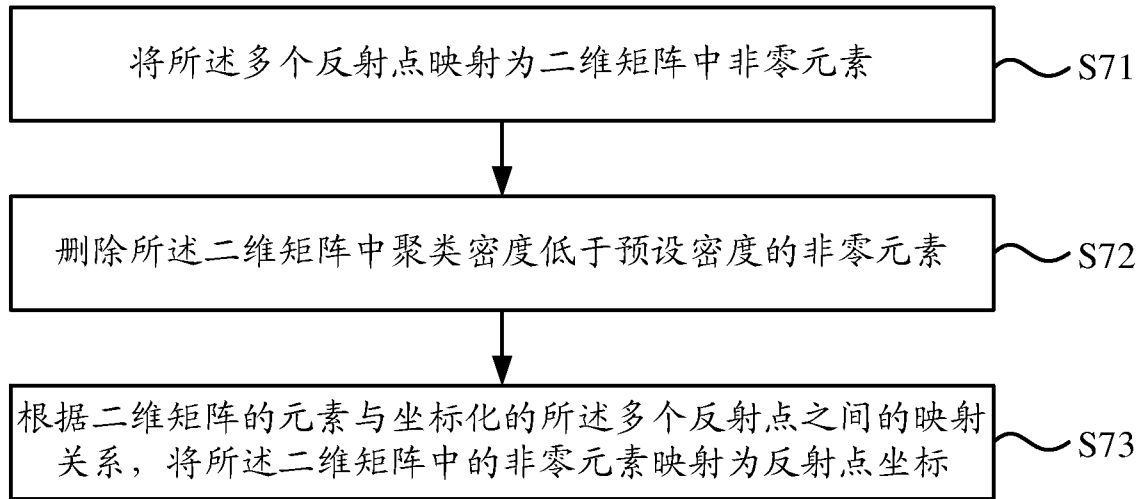


图 13

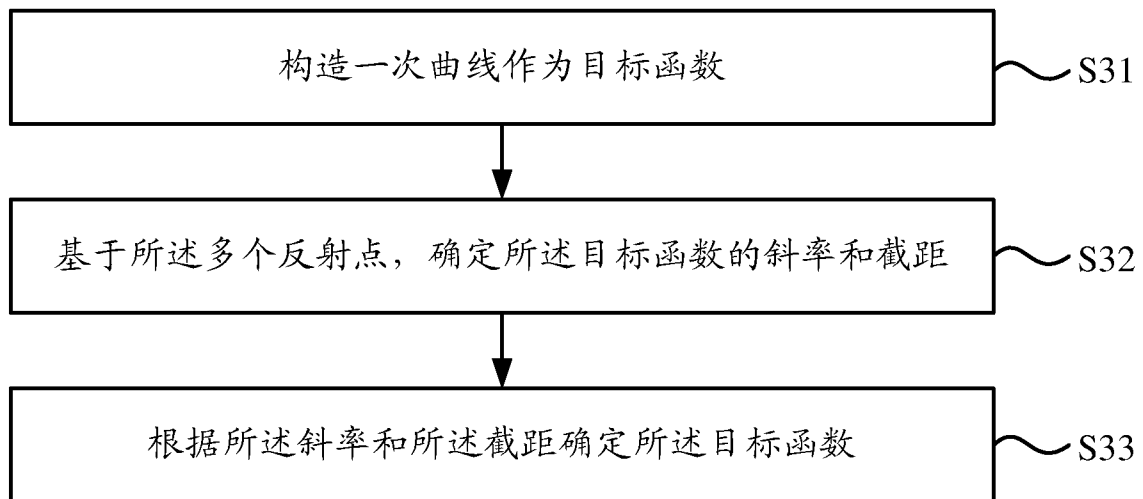


图 14

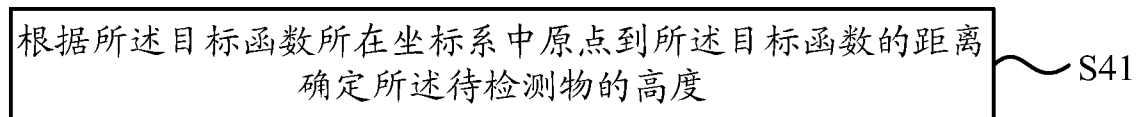


图 15

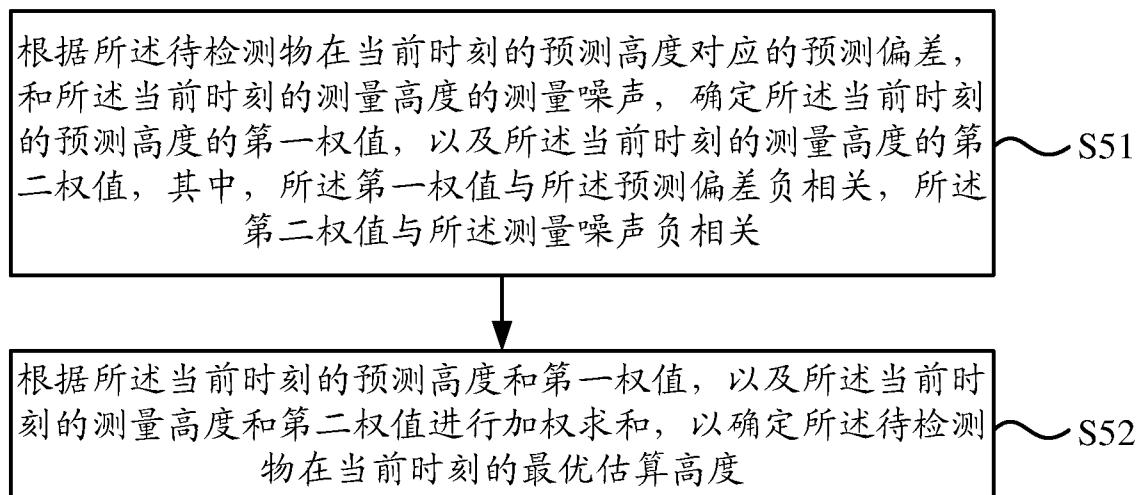


图 16

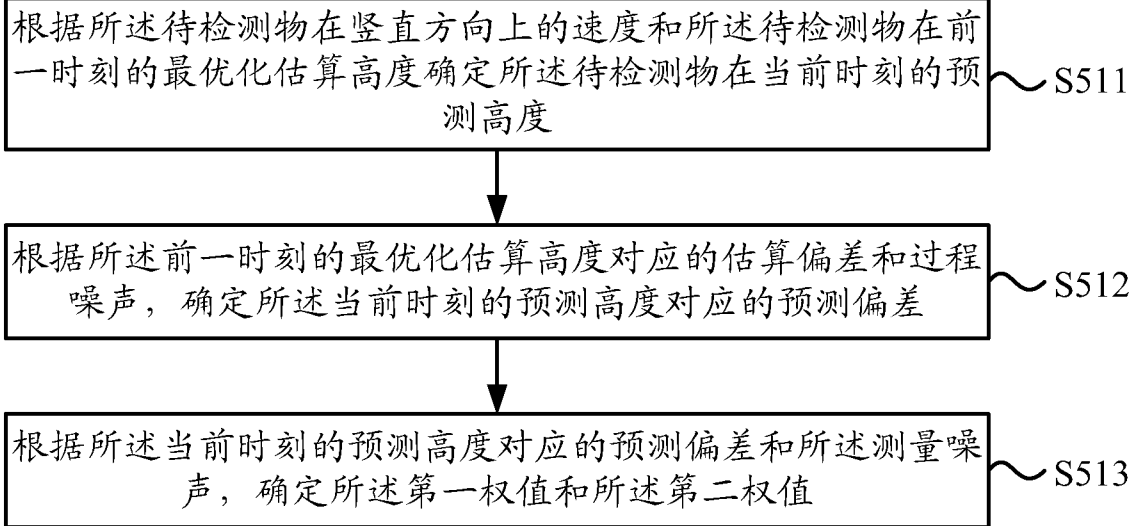


图 17

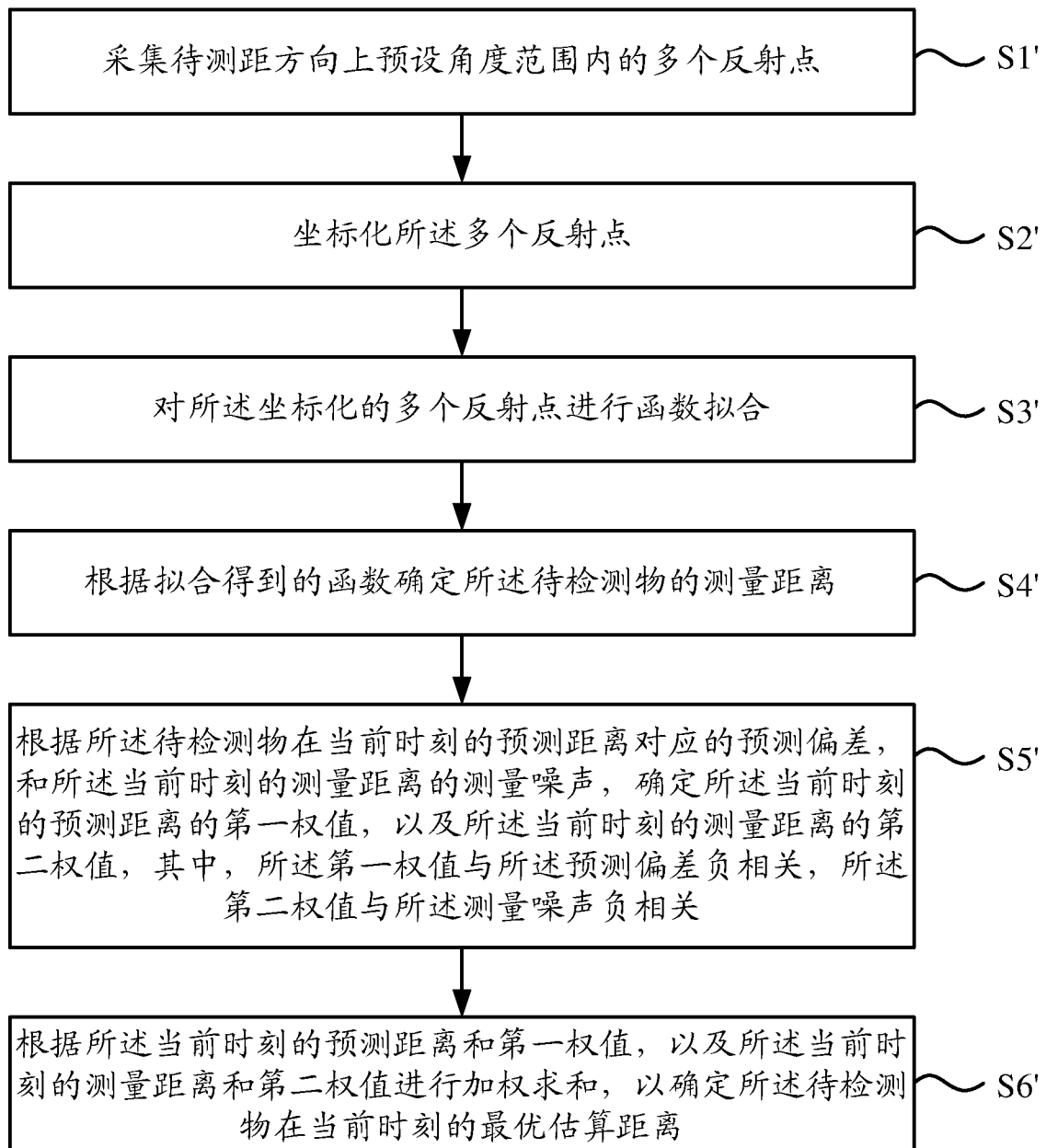


图 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/106191

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 4/02(2018.01)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)

H04W

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)

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI, IEEE, GOOGLE: 高度, 距离, 反射, 函数拟合, 预测, 测量, 加权, 无人机, 飞行器, height, distance, reflect, function fitting, prediction, measuring, weight, drone, aircraft

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 107148000 A (WUHAN XINGXUN INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 September 2017 (2017-09-08) description, paragraphs [0023]-[0024], [0038]-[0039] and [0043]-[0044], and figures 1-3	1-54
A	CN 107490375 A (CHONGQING LUBAN ROBOT TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 19 December 2017 (2017-12-19) entire document	1-54
A	CN 103064085 A (SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 April 2013 (2013-04-24) entire document	1-54
A	CN 105353367 A (UNIT 63921 OF PLA) 24 February 2016 (2016-02-24) entire document	1-54
A	CN 104297724 A (SHENZHEN COSON ELECTRONIC CO., LTD.) 21 January 2015 (2015-01-21) entire document	1-54

☐ 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

24 May 2019

Date of mailing of the international search report

18 June 2019

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

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/106191

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107148000	A	08 September 2017	None			
CN	107490375	A	19 December 2017	None			
CN	103064085	A	24 April 2013	WO	2014094327	A1	26 June 2014
				US	2014176038	A1	26 June 2014
CN	105353367	A	24 February 2016	None			
CN	104297724	A	21 January 2015	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/106191

A. 主题的分类

H04W 4/02 (2018.01) 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)

H04W

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))

EPDOC, WPI, CNPAT, CNKI, IEEE, GOOGLE: 高度, 距离, 反射, 函数拟合, 预测, 测量, 加权, 无人机, 飞行器, height, distance, reflect, function fitting, prediction, measuring, weight, drone, aircraft

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 107148000 A (武汉星巡智能科技有限公司) 2017年 9月 8日 (2017 - 09 - 08) 说明书第[0023]-[0024], [0038]-[0039], [0043]-[0044]段、附图1-3	1-54
A	CN 107490375 A (重庆鲁班机器人技术研究院有限公司) 2017年 12月 19日 (2017 - 12 - 19) 全文	1-54
A	CN 103064085 A (深圳市华星光电技术有限公司) 2013年 4月 24日 (2013 - 04 - 24) 全文	1-54
A	CN 105353367 A (中国人民解放军63921部队) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 全文	1-54
A	CN 104297724 A (深圳市科松电子有限公司) 2015年 1月 21日 (2015 - 01 - 21) 全文	1-54

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 5月 24日

国际检索报告邮寄日期

2019年 6月 18日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

吴卿

传真号 (86-10) 62019451

电话号码 86-(10)-53961436

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/106191

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	107148000	A	2017年 9月 8日	无			
CN	107490375	A	2017年 12月 19日	无			
CN	103064085	A	2013年 4月 24日	WO	2014094327	A1	2014年 6月 26日
				US	2014176038	A1	2014年 6月 26日
CN	105353367	A	2016年 2月 24日	无			
CN	104297724	A	2015年 1月 21日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)