

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 11 日 (11.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/114432 A1

(51) 国际专利分类号:
G01C 11/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/123071

(22) 国际申请日: 2019 年 12 月 4 日 (04.12.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811482088.X 2018 年 12 月 5 日 (05.12.2018) CN

(71) 申请人: 深圳市道通智能航空技术有限公司
(AUTEL ROBOTICS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道 1001 号智园 B1 栋 9 层, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 吕浩 (LV, Hao); 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道 1001 号智园 B1 栋 9 层, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市六加知识产权代理有限公司 (LIUJIA CHINA IP LAW OFFICE); 中国广东省深圳市南山区南海大道 4050 号上汽大厦 207 室, Guangdong 518057 (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: WATER DETECTION METHOD AND APPARATUS, AND UNMANNED AERIAL VEHICLE

(54) 发明名称: 一种水面检测方法、装置和无人机

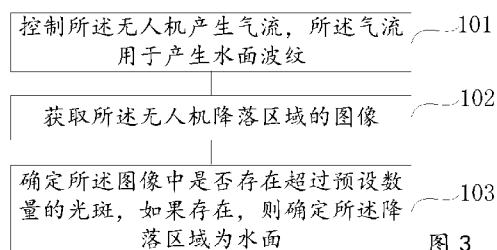


图 3

- 101 Control the unmanned aerial vehicle to generate an airflow, the airflow being used to generate water ripples
102 Acquire an image of an area onto which the unmanned aerial vehicle is to land
103 Determine whether more than a preset number of light spots exist in the image, if so, determine that said area is the surface of water

(57) Abstract: A water detection method and apparatus, and an unmanned aerial vehicle (10). The detection method comprises: controlling an unmanned aerial vehicle (10) to generate an airflow, the airflow being used to generate water ripples (101); acquiring an image of an area onto which the unmanned aerial vehicle (10) is to land (102); and determining whether more than a preset number of light spots exist in the image, if so, determining that water exists in said area (103). The light spot is an area of which the brightness is higher than the brightness of the surrounding preset area thereof. The method controls an unmanned aerial vehicle (10) to generate an airflow, so as to generate ripples on an area, containing water, onto which the unmanned aerial vehicle (10) is to land, and then determines, by determining whether more than a preset number of light spots exist in an image of said area, whether said area contains water, thereby reducing the damage caused by the unmanned aerial vehicle (10) mistakenly landing on water.,

(57) 摘要: 一种水面检测方法、装置和无人机 (10), 该检测方法包括: 控制无人机 (10) 产生气流, 气流用于产生水面波纹 (101); 获取无人机 (10) 降落区域的图像 (102); 确定图像中是否存在超过预设数量的光斑, 如果存在, 则确定降落区域存在水面 (103)。其中, 该光斑为一区域, 该区域的亮度值高于其周围预设区域的亮度值。该方法通过控制无人机 (10) 产生气流, 使得包含水面的降落区域产生波纹, 然后通过判断降落区域图像中是否存在超过预设数量的光斑来确定降落区域是否包含水面, 可以减小无人机 (10) 误降落在水面造成的损害。

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))。

一种水面检测方法、装置和无人机

技术领域

本发明实施例涉及无人机技术领域，特别涉及一种水面检测方法、装置和无人机。

背景技术

随着无人机技术的发展，无人机在军事及民用领域都得到了广泛的应用。目前，无人机已经能实现自主飞行，能独自完成侦察、航拍、测绘等任务。

实现本发明过程中，发明人发现相关技术中至少存在如下问题：在无人机自主降落时由于无法判断降落目的地是否为水面，无人机容易误降落到水面上，从而对无人机造成损害。

发明内容

本发明实施例的目的是提供一种水面检测方法、装置和无人机，可以在无人机降落前判断降落目的地是否存在水面，从而减小无人机误降落到水面上造成的损害。

第一方面，本发明实施例提供了一种水面检测方法，用于无人机，所述检测方法包括：

控制所述无人机产生气流，所述气流用于产生水面波纹；

获取所述无人机降落区域的图像；

确定所述图像中是否存在超过预设数量的光斑，其中，所述光斑为一区域，该区域的亮度值高于其周围预设区域的亮度值；

如果存在，则确定所述降落区域存在水面。

在一些实施例中，所述确定所述图像中是否存在超过预设数量的光

斑，包括：

获得所述图像中光斑的数量；

确定所述光斑的数量是否超过所述预设数量。

在一些实施例中，所述获得所述图像中光斑的数量，包括：

根据所述图像中各像素点的亮度值获取所述图像中各像素点的梯度幅值，每一个所述像素点的梯度幅值均表示该像素点在预设方向上亮度值的变化大小；

对所述各像素点的梯度幅值进行二值化处理，将梯度幅值大于或者等于第二预设梯度幅值的梯度幅值置为第一值，将梯度幅值小于所述第二预设梯度幅值的梯度幅值置为零值；

根据二值化处理后的各像素点的梯度幅值寻找所述图像中的局部峰；

统计所述局部峰的数量，并将所述局部峰的数量作为所述光斑的数量。

在一些实施例中，所述根据所述图像中各像素点的亮度值获取所述图像中各像素点的梯度幅值，包括：

获取所述图像中各像素点的第一方向梯度和第二方向梯度，所述第一方向和所述第二方向垂直；

根据各像素点的所述第一方向梯度获得各像素点的第一方向梯度幅值，根据各像素点的所述第二方向梯度获得各像素点的第二方向梯度幅值；

将各像素点的第一方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值以及第一方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第一方向梯度幅值置为零值；

将各像素点的第二方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值以及第二方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第二方向梯度幅值置为零值；

根据各像素点的所述第一方向梯度幅值和所述第二方向梯度幅值获得所述各像素点的梯度幅值。

在一些实施例中，所述根据二值化处理后的各像素点的梯度幅值寻

找所述图像中的局部峰，包括：

S1：以像素点为中心获得第一区域和第二区域，所述第二区域的面积大于所述第一区域的面积，如果所述第一区域内梯度幅值为第一值的个数与所述第二区域内梯度幅值为第一值的个数一致，则所述第一区域为一个局部峰；

S2：重复执行 S1，直至遍历所述图像中的各个像素点。

在一些实施例中，所述 S1 中，如果所述第一区域为一个局部峰，则所述 S1 还包括：

将所述第一区域内的像素点的梯度幅值置为零值。

在一些实施例中，所述第一区域为以所述像素点为中心、内接半径为第一像素半径的第一正方形区域，所述第二区域为以所述像素点为中心、内接半径为第二像素半径的第二正方形区域，所述第二像素半径大于所述第一像素半径。

在一些实施例中，所述图像为灰度图像。

在一些实施例中，所述水面检测方法还包括：

判断所述无人机的飞行高度是否小于指定高度；

若否，则控制所述无人机下降直至所述无人机的飞行高度小于所述指定高度以确保所述无人机能够产生所述水面波纹。

第二方面，本发明实施例提供了一种水面检测装置，用于无人机，所述检测装置包括：

气流产生模块，用于控制所述无人机产生气流，所述气流用于产生水面波纹；

图像获取模块，用于获取所述无人机降落区域的图像，其中，所述光斑为一区域，该区域的亮度值高于其周围预设区域的亮度值；

图像处理模块，用于确定所述图像中是否存在超过预设数量的光斑，如果所述图像处理模块确定所述图像中存在超过预设数量的光斑，则确定所述降落区域存在水面。

在一些实施例中，所述图像处理模块具体用于：

获得所述图像中光斑的数量；

确定所述光斑的数量是否超过所述预设数量。

在一些实施例中，所述图像处理模块包括：

梯度幅值获取子模块，用于根据所述图像中各像素点的亮度值获取所述图像中各像素点的梯度幅值，每一个所述像素点的梯度幅值均表示该像素点在预设方向上亮度值的变化大小；

二值化处理子模块，用于对所述各像素点的梯度幅值进行二值化处理，将梯度幅值大于或者等于第二预设梯度幅值的梯度幅值置为第一值，将梯度幅值小于所述第二预设梯度幅值的梯度幅值置为零值；

局部峰搜索子模块，用于根据二值化处理后的各像素点的梯度幅值寻找所述图像中的局部峰；

统计子模块，用于统计所述局部峰的数量，并将所述局部峰的数量作为所述光斑的数量。

在一些实施例中，所述梯度幅值获取子模块具体用于：

获取所述图像中各像素点的第一方向梯度和第二方向梯度，所述第一方向和所述第二方向垂直；

根据各像素点的所述第一方向梯度获得各像素点的第一方向梯度幅值，根据各像素点的所述第二方向梯度获得各像素点的第二方向梯度幅值；

将各像素点的第一方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值以及第一方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第一方向梯度幅值置为零值；

将各像素点的第二方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值以及第二方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第二方向梯度幅值置为零值；

根据各像素点的所述第一方向梯度幅值和所述第二方向梯度幅值获得所述各像素点的梯度幅值。

在一些实施例中，所述局部峰搜索子模块具体用于：

S1：以像素点为中心获得第一区域和第二区域，所述第二区域的面积大于所述第一区域的面积，如果所述第一区域内梯度幅值为第一值的个数与所述第二区域内梯度幅值为第一值的个数一致，则所述第一区域为一个局部峰；

S2: 重复执行 S1, 直至遍历所述图像中的各个像素点。

在一些实施例中, 所述局部峰搜索子模块还具体用于:

如果所述第一区域为一个局部峰, 将所述第一区域内的像素点的梯度幅值置为零值。

在一些实施例中, 所述第一区域为以所述像素点为中心、内接半径为第一像素半径的第一正方形区域, 所述第二区域为以所述像素点为中心、内接半径为第二像素半径的第二正方形区域, 所述第二像素半径大于所述第一像素半径。

在一些实施例中, 所述图像为灰度图像。

在一些实施例中, 所述水面检测装置还包括:

高度控制模块, 用于判断所述无人机的飞行高度是否小于指定高度;

若否, 则控制所述无人机下降直至所述无人机的飞行高度小于所述指定高度以确保所述无人机能够产生所述水面波纹。

第三方面, 本发明实施例提供了一种无人机, 所述无人机包括:

机身;

机臂, 与所述机身相连;

动力装置, 所述动力装置包括设于所述机臂的电机和与所述电机相连的螺旋桨;

图像采集装置, 设置于所述机身, 用于获取所述无人机降落区域的图像;

飞控芯片, 设于所述机身, 所述图像采集装置与所述飞控芯片电连接; 以及

视觉芯片, 设于所述机身, 所述视觉芯片与所述图像采集装置和所述飞控芯片电连接;

其中, 所述飞控芯片用于:

控制所述螺旋桨旋转以产生气流, 所述气流用于产生水面波纹;

所述视觉芯片用于:

确定所述图像中是否存在超过预设数量的光斑, 其中, 所述光斑为一区域, 该区域的亮度值高于其周围预设区域的亮度值;

如果存在，则确定所述降落区域存在水面。

在一些实施例中，所述视觉芯片具体用于：

获得所述图像中光斑的数量；

确定所述光斑的数量是否超过所述预设数量。

在一些实施例中，所述视觉芯片具体用于：

根据所述图像中各像素点的亮度值获取所述图像中各像素点的梯度幅值，每一个所述像素点的梯度幅值均表示该像素点在预设方向上亮度值的变化大小；

对所述各像素点的梯度幅值进行二值化处理，将梯度幅值大于或者等于第二预设梯度幅值的梯度幅值置为第一值，将梯度幅值小于所述第二预设梯度幅值的梯度幅值置为零值；

根据二值化处理后的各像素点的梯度幅值寻找所述图像中的局部峰；

统计所述局部峰的数量，并将所述局部峰的数量作为所述光斑的数量。

在一些实施例中，所述视觉芯片具体用于：

获取所述图像中各像素点的第一方向梯度和第二方向梯度，所述第一方向和所述第二方向垂直；

根据各像素点的所述第一方向梯度获得各像素点的第一方向梯度幅值，根据各像素点的所述第二方向梯度获得各像素点的第二方向梯度幅值；

将各像素点的第一方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值以及第一方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第一方向梯度幅值置为零值；

将各像素点的第二方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值以及第二方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第二方向梯度幅值置为零值；

根据各像素点的所述第一方向梯度幅值和所述第二方向梯度幅值获得所述各像素点的梯度幅值。

在一些实施例中，所述视觉芯片具体用于：

S1: 以像素点为中心获得第一区域和第二区域, 所述第二区域的面积大于所述第一区域的面积, 如果所述第一区域内梯度幅值为第一值的个数与所述第二区域内梯度幅值为第一值的个数一致, 则所述第一区域为一个局部峰;

S2: 重复执行 S1, 直至遍历所述图像中的各个像素点。

在一些实施例中, 所述视觉芯片具体用于:

如果所述第一区域为一个局部峰, 将所述第一区域内的像素点的梯度幅值置为零值。

在一些实施例中, 所述第一区域为以所述像素点为中心、内接半径为第一像素半径的第一正方形区域, 所述第二区域为以所述像素点为中心、内接半径为第二像素半径的第二正方形区域, 所述第二像素半径大于所述第一像素半径。

在一些实施例中, 所述图像为灰度图像。

在一些实施例中, 所述飞控芯片还用于:

判断所述无人机的飞行高度是否小于指定高度;

若否, 则控制所述无人机下降直至所述无人机的飞行高度小于所述指定高度以确保所述无人机能够产生所述水面波纹。

第四方面, 本发明实施例提供了一种非易失性计算机可读存储介质, 所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令, 当所述计算机可执行指令被无人机执行时, 使所述无人机执行如上所述的方法。

本发明实施例的水面检测方法、装置和无人机, 通过控制无人机产生气流, 使得包含水面的降落区域产生波纹, 然后通过判断降落区域图像中是否存在超过预设数量的光斑来确定降落区域是否包含水面, 可以减小无人机误降落在水面造成的损害。

附图说明

一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明, 这些示例性说明并不构成对实施例的限定, 附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件, 除非有特别申明, 附图中的图不构成比例限制。

图 1 是本发明实施例水面检测方法和装置的应用场景示意图；

图 2 是本发明无人机的一个实施例的硬件结构示意图；

图 3 是本发明水面检测方法的一个实施例的流程示意图；

图 4 是本发明水面检测方法的一个实施例中获得图像中光斑数量步骤的流程示意图；

图 5 是本发明实施例中灰度图像的 X 方向一阶梯度图和 Y 方向一阶梯度图；

图 6 是本发明实施例中灰度图像的 X 方向二阶梯度图和 Y 方向二阶梯度图；

图 7 是本发明实施例中灰度图像的 X 方向二阶梯度与 Y 方向二阶梯度相乘后的示意图以及原始灰度图像；

图 8 是本发明实施例中对 X 方向二阶梯度与 Y 方向二阶梯度的乘积进行二值化处理后的示意图以及原始灰度图像；

图 9 是本发明水面检测装置的一个实施例的结构示意图；

图 10 是本发明水面检测装置的一个实施例的结构示意图；

图 11 是本发明水面检测装置的一个实施例中图像处理模块的结构示意图；

图 12 是本发明无人机的一个实施例的硬件结构示意图；

图 13 是本发明无人机的一个实施例中飞控芯片的硬件结构示意图；

图 14 是本发明无人机的一个实施例中视觉芯片的硬件结构示意图。

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。

本发明实施例提供的水面检测方法、装置和无人机适用于如图 1 所示的应用场景，所述应用场景包括无人机 10 和降落区域 20。本发明实

施例可以应用在无人机 10 自主飞行过程中，需要自主降落的场合。降落区域 20 为无人机 10 即将降落的区域，可能为平地、山地或水面等。由于水面会造成无人机 10 损坏，无人机 10 在自主降落时，需要判断降落区域 20 是否包含水面，如果包含水面，则不能降落，否则会造成无人机损毁。

其中，无人机 10 可以是任何合适类型的高空或者低空飞行器，包括固定翼无人飞行器和旋转翼无人飞行器，例如直升机、四旋翼机和具有其它数量的旋翼和/或旋翼配置的飞行器。无人机 10 还可以是其他可移动物体，例如载人飞行器、航模、无人飞艇和无人热气球等。

其中，在一些实施例中，请参照图 2（图 2 仅部分示出了无人机 10 的构成），无人机 10 包括机身 11、与机身 11 相连的机臂、动力装置和设于机身 11 的控制系统。动力装置用于提供无人机 10 飞行的推力、升力，包括电机及由电机驱动的机翼，例如设于所述机臂的电机和与电机相连的螺旋桨。控制系统是无人机 10 的中枢神经，可以包括多个功能性单元，例如飞控系统、视觉系统以及其他具有特定功能的系统。视觉系统包括图像采集装置 12 和视觉芯片 14 等，飞控系统包括各类传感器（例如陀螺仪、加速计）和飞控芯片 15 等。

无人机 10 包括用于产生气流的气流产生装置 13，这样当降落区域 20 包含水面时，气流将在水面上产生波纹。在其中一些实施例中，气流产生装置 13 可以是无人机 10 的机翼，例如旋翼飞行器的螺旋桨，螺旋桨在旋转时可以使水面产生波纹。在另一些实施例中，气流产生装置 13 还可以是单独设置的由电机驱动的扇叶，例如在固定翼飞行器中，可以在无人机 10 的机身下方设置由电机驱动的扇叶，扇叶的转动可以使水面产生波纹。

图像采集装置 12 用于采集降落区域 20 的图像，例如高清摄像头或者运动摄像机等。图像采集装置 12 可以设置于任何利于拍摄降落区域 20 的合适位置，在一些实施例中，图像采集装置 12 设置于机身 11 的底部，以利于拍摄位于无人机 10 下方的降落区域 20 的图像。视觉芯片 14 用于对图像采集装置 12 采集的图像进行处理和识别，判断图像中是否存在水面特征，以确定降落区域 20 是否包含水面。飞控系统的各类传

感器可以获得无人机 10 的位置和飞行姿态，飞控芯片 15 用于控制无人机 10 的飞行姿态。在视觉芯片 14 识别出降落区域 20 不包括水面时，飞控芯片 15 控制无人机 10 降落，在视觉芯片 14 识别出降落区域 20 包括水面时，飞控芯片 15 控制无人机 10 停止降落或飞至其他适合降落的地方。

在高光环境下，水面的波纹在光的照射下会产生波光粼粼的效果，反映到图像中就会形成多个光斑，该光斑可以作为水面的动态特征，通过判断降落区域 20 的图像中是否包括一定数量的光斑就可以确定降落区域 20 是否包括水面。

在一些实施例中，可以先通过飞控芯片 15 控制无人机 10 的气流产生装置 13 产生气流，然后视觉芯片 14 获取图像采集装置 12 采集的降落区域 20 的图像，并对图像进行处理、判断所述图像中是否包含超过预设数量的光斑，如果包含超过预设数量的光斑，则确定降落区域 20 存在水面，否则，确定降落区域 20 不存在水面。在视觉芯片 14 确定降落区域 20 不存在水面的场合，通知飞控芯片 15 控制无人机 10 降落，在视觉芯片 14 确定降落区域 20 存在水面的场合通知飞控芯片 15 控制无人机 10 停止降落。

在上述实施例中，无人机 10 分别设置飞控芯片 15、视觉芯片 14 等分别对无人机 10 进行控制。在另一些实施例中，请参照图 12，无人机 10 除设置用于获取降落区域图像的图像采集装置 12、气流产生装置 13、各类传感器之外，可以不分别设置飞控芯片和视觉芯片，而采用统一的处理器 16 对无人机 10 进行控制。在本实施例中，由处理器 16 控制无人机 10 的气流产生装置 13 产生气流，然后获取图像采集装置 12 采集的降落区域 20 的图像，对所述图像进行处理、判断降落区域 20 是否存在水面，并根据判断结果控制无人机 10 降落或者停止降落。

需要说明的是，为使降落区域 20 的图像中产生光斑，本发明实施例需要在有光的环境下才能判断出降落区域 20 是否存在水面，因此，本发明实施例更适用于白天或灯光充足的场合。

图 3 为本发明实施例提供的水面检测方法的流程示意图，所述方法

可以由图 1 或图 2 所示的无人机 10 执行，如图 3 所示，所述方法包括：

101：控制无人机产生气流，所述气流用于产生水面波纹。

在一些实施例中，该步骤可由无人机 10 的飞控芯片执行，在其中一些实施例中，飞控芯片可以控制无人机 10 的气流产生装置（例如旋翼或单独设置的由电机驱动的扇叶）产生气流。如果无人机 10 即将下降的降落区域 20 存在水面，该气流会使水面产生水面波纹。在一些实施例中，为确保气流产生装置产生的气流能在水面上产生波纹，飞控芯片还判断无人机 10 的飞行高度是否小于一指定高度。因为如果无人机 10 距离水面较远，即使无人机 10 产生的气流很大，经过衰减到达水面的气流也可能会变得很小，不足以在水面产生水面波纹。如果无人机 10 的飞行高度高于指定高度，飞控芯片控制无人机 10 下降，直至无人机的高度达到指定高度或者小于指定高度，以确保到达水面的气流足够大。其中，指定高度的值可以根据无人机气流产生装置的动力性能进行设置，例如 0.5 至 1.5 米。

102：获取所述无人机降落区域的图像。

在一些实施例中，可以通过无人机 10 的图像采集装置采集无人机降落区域的图像，视觉芯片与图像采集装置通信连接，可以获取图像采集装置采集的图像。其中，所述图像可以为彩色图像，也可以为灰度图像，相对来说，采用灰度图像，数据量少、算法简单快捷。在所述图像为彩色图像时，各个像素点以亮度值表示亮度（即色彩的深浅程度），在所述图像为灰色图像时，灰度值即亮度值，即各个像素点以灰度值表示亮度（以下以所述图像为灰度图像为例说明）。

103：确定所述图像中是否存在超过预设数量的光斑，如果存在，则确定所述降落区域存在水面，其中，所述光斑为一区域，该区域的亮度值高于其周围预设区域的亮度值。

在一些实施例中，视觉芯片获取无人机降落区域的图像后对图像进行处理，并判断图像中是否存在超过预设数量 M 的光斑，如果所述图像中光斑的数量达到 M 个，则可以确定降落区域存在水面。在其中一些实施例中判断某一区域是否为光斑可以通过判断该区域的灰度值是否高于其周围一定区域的灰度值来判断，如果该区域的灰度值高于其周围一

定区域的灰度值，则该区域为光斑。其中，光斑区域可以设定为圆形、正方形或者其他形状，光斑区域和其周围的预设区域的大小可以根据实际应用情况进行设定。例如如果光斑区域设定为半径为 N 个像素的圆形，则所述预设区域可以为与所述光斑区域同心的环宽为 K 个像素的圆环形。如果光斑区域设定为内接半径为 N 个像素的正方形，则所述预设区域可以为与所述光斑区域同心的环宽为 K 个像素的方环形。其中， N 和 K 可以根据具体应用情况取值，例如 N 为 5、 K 为 3。预设数量 M 可以根据实际应用时拍摄的图像大小进行设定，例如 10、11 或稍小或更大的值。

具体的，请参照图 4，在一些实施例中，获得所述图像中光斑的数量，包括以下步骤：

1031: 根据所述图像中各像素点的亮度值获取所述图像中各像素点的梯度幅值，所述像素点的梯度幅值表示该像素点在预设方向上亮度值的变化大小。

为了提取图像中光斑的特征，可以获得图像中各像素点的梯度幅值。在一些实施例中，各像素点的梯度幅值可以根据各像素点在互相垂直的第一方向（例如水平方向，以 X 表示）和第二方向上（例如垂直方向，以 Y 表示）的梯度获得。在另一些实施例中，各像素点的梯度幅值也可以根据水平方向、垂直方向以及对角线方向的梯度获得。

以下举例说明根据像素点在 X 方向和 Y 方向上的梯度获取像素点梯度幅值的过程，包括以下步骤：

1031a: 获取所述图像中各像素点在 X 方向和 Y 方向的梯度，根据各像素点的 X 方向梯度获得 X 方向梯度幅值，根据各像素点的 Y 方向梯度获得 Y 方向梯度幅值。

其中，所述梯度可以是一阶梯度，也可以是二阶梯度，相对来说，二阶梯度抗图像噪声效果更好。如图 5 所示，图 5 左侧示出了 X 方向的一阶梯度图，右侧示出了 Y 方向的一阶梯度图。图 6 左侧示出了 X 方向的二阶梯度图，右侧示出了 Y 方向的二阶梯度图。从图 6 可以看出，光斑区域的二阶梯度明显大于其他区域的二阶梯度，本实施例以二阶梯度为例说明。灰度图像中像素点的梯度可以采用例如 Sobel 算子、Roberts

算子、Prewitt 算子、Laplacian 算子等计算。X 方向梯度幅值和 Y 方向梯度幅值可以取 X 方向二阶梯度和 Y 方向二阶梯度的绝对值。

1031b: 将各像素点的 X 方向梯度幅值中、亮度值小于预设亮度阈值以及 X 方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的 X 方向梯度幅值置为零值；将各像素点的 Y 方向梯度幅值中、亮度值小于预设亮度阈值以及 Y 方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的 Y 方向梯度幅值置为零值。

即将 X 方向梯度图中 X 方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值 T_0 的 X 方向梯度幅值置为零值（零值即相对小值，例如 0，以下以零值为 0 为例说明），同时将虽然 X 方向梯度幅值大于 T_0 但灰度值小于预设亮度阈值 G_0 的像素点的 X 方向梯度幅值置为 0。这样可以忽略像素点灰度值变化小以及亮度低的像素点，减少后续计算的计算量。

同样的，将 Y 方向梯度图中 Y 方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值 T_0 的 Y 方向梯度幅值置为 0，同时将灰度值小于预设亮度阈值 G_0 的像素点的 Y 方向梯度幅值置为 0。其中， T_0 和 G_0 可以根据实际情况取值，例如 T_0 、 G_0 均为 150。

1031c: 根据各像素点的 X 方向梯度幅值和 Y 方向梯度幅值获得各像素点的梯度幅值。

可以根据阈值处理后的 X 方向梯度幅值和 Y 方向梯度幅值计算像素点的梯度幅值。在其中一些实施例中，像素点的梯度幅值可以是 X 方向梯度幅值和 Y 方向梯度幅值的乘积。图 7 右侧示出了将像素点的 X 方向二阶梯度幅值和 Y 方向二阶梯度幅值相乘后获得的梯度图，其中，图 7 左侧为原始灰度图。图 7 右侧的图中，仅保留了 X 方向和 Y 方向梯度都大的像素点，其他像素点的梯度幅值为 0。这样可以去除图像中由于缝隙和直线型灰度突变等因素造成的大梯度。

1032: 对所述各像素点的梯度幅值进行二值化处理，将梯度幅值大于或者等于第二预设梯度幅值的梯度幅值置为第一值，将梯度幅值小于所述第二预设梯度幅值的梯度幅值置为零值。

即将各像素点的梯度幅值中，梯度幅值小于第二预设梯度幅值 T_1 的梯度幅值置为 0，将梯度幅值大于或者等于 T_1 的梯度幅值置为第一值

(即相对大值,例如 1,以下以第一值为 1 为例说明)。图 8 右侧示出了对各像素点的梯度幅值进行二值化处理后获得的图像,图 8 左侧为原始灰度图。其中,T1 可以根据实际情况取值,例如 2000000。

1033: 根据二值化处理后的各像素点的梯度幅值寻找所述图像中的局部峰。

在其中一些实施例中,寻找图像中的局部峰,可以遍历二值化处理后的每个像素点,确定该像素点附近是否为局部峰。针对每个像素点,以该像素点为中心获得第一区域和与第一区域同心且比第一区域面积大的第二区域,如果所述第一区域内梯度幅值为 1 的个数与所述第二区域内梯度幅值为 1 的个数一致,则说明灰度值高的像素点主要集中在第一区域内,则第一区域为一个局部峰。依次类推,顺序遍历图像中的所有像素点,找出图像中的各个局部峰。在其中一些实施例中,如果确定第一区域为局部峰,为减小后续计算的计算量,可以将该第一区域内的像素点的梯度幅值置为 0。

其中,第一区域和第二区域可以为圆形、正方形或其他形状,以正方形为例,第一区域可以是以该像素点为中心、内接半径为 N 个像素的正方形,第二区域可以是以该像素点为中心、内接半径为 N+K 个像素的正方形。其中,N 和 K 可以根据具体应用情况取值,例如 N 为 5、K 为 3。

1034: 统计所述局部峰的数量。

局部峰所在的区域代表一个光斑,统计出图像中局部峰的个数,即为光斑的个数。

本发明实施例通过控制无人机产生气流,使得包含水面的降落区域产生波纹,然后通过判断降落区域图像中是否存在超过预设数量的光斑来确定降落区域是否包含水面,可以减小无人机误降落在水面造成的损害。

相应的,如图 9 所示,本发明实施例还提供了一种水面检测装置,可以用于图 1 或图 2 所示的无人机 10,水面检测装置 900 包括:

气流产生模块 901,用于控制所述无人机产生气流,所述气流用于产生水面波纹;

图像获取模块 902, 用于获取所述无人机降落区域的图像;

图像处理模块 903, 用于确定所述图像中是否存在超过预设数量的光斑, 其中, 所述光斑为一区域, 该区域的亮度值高于其周围预设区域的亮度值;

如果图像处理模块 903 确定所述图像中存在超过预设数量的光斑, 则确定所述降落区域存在水面。

本发明实施例通过控制无人机产生气流, 使得包含水面的降落区域产生波纹, 然后通过判断降落区域图像中是否存在超过预设数量的光斑来确定降落区域是否包含水面, 可以减小无人机误降落在水面造成的损害。

在其中一些实施例中, 图像处理模块 903 具体用于:

获得所述图像中光斑的数量;

确定所述光斑的数量是否超过所述预设数量。

在其中一些实施例中, 如图 11 所示, 图像处理模块 903 包括:

梯度幅值获取子模块 9031, 用于根据所述图像中各像素点的亮度值获取所述图像中各像素点的梯度幅值;

二值化处理子模块 9032, 用于对所述各像素点的梯度幅值进行二值化处理, 将梯度幅值大于或者等于第二预设梯度幅值的梯度幅值置为第一值, 将梯度幅值小于所述第二预设梯度幅值的梯度幅值置为零值;

局部峰值搜索子模块 9033, 用于根据二值化处理后的各像素点的梯度幅值寻找所述图像中的局部峰;

统计子模块 9034, 用于统计所述局部峰的数量, 并将所述局部峰的数量作为所述光斑的数量。

在其中一些实施例中, 梯度幅值获取子模块 9031 具体用于:

获取所述图像中各像素点的第一方向梯度和第二方向梯度, 所述第一方向和所述第二方向垂直;

根据各像素点的所述第一方向梯度获得各像素点的第一方向梯度幅值, 根据各像素点的所述第二方向梯度获得各像素点的第二方向梯度幅值;

将各像素点的第一方向梯度幅值中, 亮度值小于预设亮度阈值或第

一方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第一方向梯度幅值置为零值；

将各像素点的第二方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值或第二方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第二方向梯度幅值置为零值；

根据各像素点的所述第一方向梯度幅值和所述第二方向梯度幅值获得各像素点的梯度幅值。

在其中一些实施例中，局部峰值搜索子模块 9033 具体用于：

S1：以像素点为中心获得第一区域和第二区域，所述第二区域的面积大于所述第一区域的面积，如果所述第一区域内梯度幅值为第一值的个数与所述第二区域内梯度幅值为第一值的个数一致，则所述第一区域为一个局部峰；

S2：重复执行 S1，直至遍历所述图像中的各个像素点。

在其中一些实施例中，局部峰值搜索子模块 9033 还具体用于：

如果所述第一区域为一个局部峰，将所述第一区域内的像素点的梯度幅值置为零值。

在其中一些实施例中，所述第一区域为以所述像素点为中心、内接半径为第一像素半径的第一正方形区域，所述第二区域为以所述像素点为中心、内接半径为第二像素半径的第二正方形区域，所述第二像素半径大于所述第一像素半径。

在其中一些实施例中，所述图像为灰度图像。

在其中一些实施例中，如图 10 所示，水面检测装置 900 还包括：

高度控制模块 904，用于判断所述无人机的飞行高度是否小于指定高度；

若否，则控制所述无人机下降直至所述无人机的飞行高度小于所述指定高度以确保所述无人机能够产生所述水面波纹。

需要说明的是，上述装置可执行本申请实施例所提供的方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在装置实施例中详尽描述的技术细节，可参见本申请实施例所提供的方法。

图 12 为无人机 10 的一个实施例的硬件结构示意图,在该实施例中,无人机 10 采用处理器 16 对无人机 10 进行控制,如图 12 所示,无人机 10 除包括机身 11、设置于机身 11 上的图像采集装置 12 和气流产生装置 13 之外,还包括:

一个或多个处理器 16 以及存储器 17,图 12 中以一个处理器 16 为例。

处理器 16 和存储器 17 可以通过总线或者其他方式连接,图 12 中可以通过总线连接为例。

存储器 17 作为一种非易失性计算机可读存储介质,可用于存储非易失性软件程序、非易失性计算机可执行程序以及模块,如本申请实施例中的水面检测方法对应的程序指令/模块(例如,附图 9 所示的气流产生模块 901、图像获取模块 902、图像处理模块 903)。处理器 16 通过运行存储在存储器 17 中的非易失性软件程序、指令以及模块,从而执行无人机的各种功能应用以及数据处理,即实现上述方法实施例的水面检测方法。

存储器 17 可以包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序;存储数据区可存储根据水面检测装置的使用所创建的数据等。此外,存储器 17 可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实施例中,存储器 17 可选包括相对于处理器 16 远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至无人机。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

所述一个或者多个模块存储在所述存储器 17 中,当被所述一个或者多个处理器 16 执行时,执行上述任意方法实施例中的水面检测方法,例如,执行以上描述的图 3 中的方法步骤 101 至步骤 103、图 4 中的方法步骤 1031 至步骤 1034;实现图 9 中的模块 901-903、图 10 中模块 901-904、图 11 中模块 9031-9034 的功能。

上述产品可执行本申请实施例所提供的方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在本实施例中详尽描述的技术细节,可参见本

申请实施例所提供的方法。

本申请实施例提供了一种非易失性计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，该计算机可执行指令被一个或多个处理器执行，例如图 12 中的一个处理器 16，可使得上述一个或多个处理器可执行上述任意方法实施例中的水面检测方法，例如，执行以上描述的图 3 中的方法步骤 101 至步骤 103、图 4 中的方法步骤 1031 至步骤 1034；实现图 9 中的模块 901-903、图 10 中模块 901-904、图 11 中模块 9031-9034 的功能。

在图 2 所示的实施例中，无人机 10 利用视觉芯片 14 和飞控芯片 15 对无人机 10 进行控制。其中，飞控芯片 15 可以采用图 13 所示的硬件结构，视觉芯片 14 可以采用图 14 所示的硬件结构。

如图 13 所示，飞控芯片 15 包括：

一个或多个第一处理器 151 以及第一存储器 152，图 13 中以一个第一处理器 151 为例。

第一处理器 151 和第一存储器 152 可以通过总线或者其他方式连接，图 13 中以通过总线连接为例。

第一存储器 152 作为一种非易失性计算机可读存储介质，可用于存储非易失性软件程序、非易失性计算机可执行程序以及模块，如本申请实施例中的水面检测方法对应的程序指令/模块（例如，附图 9 所示的气流产生模块 901）。第一处理器 151 通过运行存储在所述第一存储器 152 中的非易失性软件程序、指令以及模块，从而执行无人机飞控芯片的各种功能应用以及数据处理。

第一存储器 152 可以包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序；存储数据区可存储根据水面检测装置的使用所创建的数据等。此外，第一存储器 152 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实施例中，第一存储器 152 可选包括相对于第一处理器 151 远程设置的

存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至无人机。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

所述一个或者多个模块存储在所述第一存储器 152 中，当被所述一个或者多个第一处理器 151 执行时，执行上述任意方法实施例中由飞控芯片执行的步骤，例如，执行以上描述的图 3 中的方法步骤 101；实现图 9 中的模块 901、图 10 中模块 901 的功能。

如图 14 所示，视觉芯片 14 包括：

一个或多个第二处理器 141 以及第二存储器 142，图 14 中以一个第二处理器 141 为例。

第二处理器 141 和第二存储器 142 可以通过总线或者其他方式连接，图 14 中以通过总线连接为例。

第二存储器 142 作为一种非易失性计算机可读存储介质，可用于存储非易失性软件程序、非易失性计算机可执行程序以及模块，如本申请实施例中的水面检测方法对应的程序指令/模块（例如，附图 9 所示的图像获取模块 902、图像处理模块 903）。第二处理器 141 通过运行存储在第二存储器 142 中的非易失性软件程序、指令以及模块，从而执行无人机视觉芯片的各种功能应用以及数据处理。

第二存储器 142 可以包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序；存储数据区可存储根据水面检测装置的使用所创建的数据等。此外，第二存储器 142 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实施例中，第二存储器 142 可选包括相对于第二处理器 141 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至无人机。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

所述一个或者多个模块存储在所述第二存储器 142 中，当被所述一个或者多个第二处理器 141 执行时，执行上述任意方法实施例中由视觉芯片执行的步骤，例如，执行以上描述的图 3 中的方法步骤 102-103、图 4 中的方法步骤 1031 至步骤 1034；实现图 9 中的模块 902-903、图

10 中模块 902-904、图 11 中的模块 9031-9034 的功能。

以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

通过以上的实施例的描述，本领域普通技术人员可以清楚地了解到各实施例可借助软件加通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件。本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体 (Read-Only Memory, ROM) 或随机存储记忆体 (Random Access Memory, RAM) 等。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；在本发明的思路下，以上实施例或者不同实施例中的技术特征之间也可以进行组合，步骤可以以任意顺序实现，并存在如上所述的本发明的不同方面的许多其它变化，为了简明，它们没有在细节中提供；尽管参照前述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、一种水面检测方法，用于无人机，其特征在于，所述检测方法包括：

控制所述无人机产生气流，所述气流用于产生水面波纹；

获取所述无人机降落区域的图像；

确定所述图像中是否存在超过预设数量的光斑，其中，所述光斑为一区域，该区域的亮度值高于其周围预设区域的亮度值；

如果存在，则确定所述降落区域存在水面。

2、根据权利要求 1 所述的水面检测方法，其特征在于，所述确定所述图像中是否存在超过预设数量的光斑，包括：

获得所述图像中光斑的数量；

确定所述光斑的数量是否超过所述预设数量。

3、根据权利要求 2 所述的水面检测方法，其特征在于，所述获得所述图像中光斑的数量，包括：

根据所述图像中各像素点的亮度值获取所述图像中各像素点的梯度幅值，每一个所述像素点的梯度幅值均表示该像素点在预设方向上亮度值的变化大小；

对所述各像素点的梯度幅值进行二值化处理，将梯度幅值大于或者等于第二预设梯度幅值的梯度幅值置为第一值，将梯度幅值小于所述第二预设梯度幅值的梯度幅值置为零值；

根据二值化处理后的各像素点的梯度幅值寻找所述图像中的局部峰；

统计所述局部峰的数量，并将所述局部峰的数量作为所述光斑的数量。

4、根据权利要求 3 所述的水面检测方法，其特征在于，所述根据所述图像中各像素点的亮度值获取所述图像中各像素点的梯度幅值，包括：

获取所述图像中各像素点的第一方向梯度和第二方向梯度，所述第

一方向和所述第二方向垂直；

根据各像素点的所述第一方向梯度获得各像素点的第一方向梯度幅值，根据各像素点的所述第二方向梯度获得各像素点的第二方向梯度幅值；

将各像素点的第一方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值以及第一方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第一方向梯度幅值置为零值；

将各像素点的第二方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值以及第二方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第二方向梯度幅值置为零值；

根据各像素点的所述第一方向梯度幅值和所述第二方向梯度幅值获得所述各像素点的梯度幅值。

5、根据权利要求3或4所述的水面检测方法，其特征在于，所述根据二值化处理后的各像素点的梯度幅值寻找所述图像中的局部峰，包括：

S1：以像素点为中心获得第一区域和第二区域，所述第二区域的面积大于所述第一区域的面积，如果所述第一区域内梯度幅值为第一值的个数与所述第二区域内梯度幅值为第一值的个数一致，则所述第一区域为一个局部峰；

S2：重复执行S1，直至遍历所述图像中的各个像素点。

6、根据权利要求5所述的水面检测方法，其特征在于，所述S1中，如果所述第一区域为一个局部峰，则所述S1还包括：

将所述第一区域内的像素点的梯度幅值置为零值。

7、根据权利要求5或6所述的水面检测方法，其特征在于，所述第一区域为以所述像素点为中心、内接半径为第一像素半径的第一正方形区域，所述第二区域为以所述像素点为中心、内接半径为第二像素半径的第二正方形区域，所述第二像素半径大于所述第一像素半径。

8、根据权利要求1-7任意一项所述的水面检测方法，其特征在于，所述图像为灰度图像。

9、根据权利要求1-8任意一项所述的水面检测方法，其特征在于，

所述水面检测方法还包括：

判断所述无人机的飞行高度是否小于指定高度；

若否，则控制所述无人机下降直至所述无人机的飞行高度小于所述指定高度以确保所述无人机能够产生所述水面波纹。

10、一种水面检测装置，用于无人机，其特征在于，所述检测装置包括：

气流产生模块，用于控制所述无人机产生气流，所述气流用于产生水面波纹；

图像获取模块，用于获取所述无人机降落区域的图像；

图像处理模块，用于确定所述图像中是否存在超过预设数量的光斑，其中，所述光斑为一区域，该区域的亮度值高于其周围预设区域的亮度值；

如果所述图像处理模块确定所述图像中存在超过预设数量的光斑，则确定所述降落区域存在水面。

11、根据权利要求 10 所述的水面检测装置，其特征在于，所述图像处理模块具体用于：

获得所述图像中光斑的数量；

确定所述光斑的数量是否超过所述预设数量。

12、根据权利要求 11 所述的水面检测装置，其特征在于，所述图像处理模块包括：

梯度幅值获取子模块，用于根据所述图像中各像素点的亮度值获取所述图像中各像素点的梯度幅值，每一个所述像素点的梯度幅值均表示该像素点在预设方向上亮度值的变化大小；

二值化处理子模块，用于对所述各像素点的梯度幅值进行二值化处理，将梯度幅值大于或者等于第二预设梯度幅值的梯度幅值置为第一值，将梯度幅值小于所述第二预设梯度幅值的梯度幅值置为零值；

局部峰搜索子模块，用于根据二值化处理后的各像素点的梯度幅值寻找所述图像中的局部峰；

统计子模块，用于统计所述局部峰的数量，并将所述局部峰的数量

作为所述光斑的数量。

13、根据权利要求 12 所述的水面检测装置，其特征在于，所述梯度幅值获取子模块具体用于：

获取所述图像中各像素点的第一方向梯度和第二方向梯度，所述第一方向和所述第二方向垂直；

根据各像素点的所述第一方向梯度获得各像素点的第一方向梯度幅值，根据各像素点的所述第二方向梯度获得各像素点的第二方向梯度幅值；

将各像素点的第一方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值以及第一方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第一方向梯度幅值置为零值；

将各像素点的第二方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值以及第二方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第二方向梯度幅值置为零值；

根据各像素点的所述第一方向梯度幅值和所述第二方向梯度幅值获得所述各像素点的梯度幅值。

14、根据权利要求 12 或 13 所述的水面检测装置，其特征在于，所述局部峰搜索子模块具体用于：

S1：以像素点为中心获得第一区域和第二区域，所述第二区域的面积大于所述第一区域的面积，如果所述第一区域内梯度幅值为第一值的个数与所述第二区域内梯度幅值为第一值的个数一致，则所述第一区域为一个局部峰；

S2：重复执行 S1，直至遍历所述图像中的各个像素点。

15、根据权利要求 14 所述的水面检测装置，其特征在于，所述局部峰搜索子模块还具体用于：

如果所述第一区域为一个局部峰，将所述第一区域内的像素点的梯度幅值置为零值。

16、根据权利要求 14 或 15 所述的水面检测装置，其特征在于，所述第一区域为以所述像素点为中心、内接半径为第一像素半径的第一正方形区域，所述第二区域为以所述像素点为中心、内接半径为第二像素

半径的第二正方形区域，所述第二像素半径大于所述第一像素半径。

17、根据权利要求 10-16 任意一项所述的水面检测装置，其特征在于，所述图像为灰度图像。

18、根据权利要求 10-17 任意一项所述的水面检测装置，其特征在于，所述水面检测装置还包括：

高度控制模块，用于判断所述无人机的飞行高度是否小于指定高度；

若否，则控制所述无人机下降直至所述无人机的飞行高度小于所述指定高度以确保所述无人机能够产生所述水面波纹。

19、一种无人机，其特征在于，所述无人机包括：

机身；

机臂，与所述机身相连；

动力装置，所述动力装置包括设于所述机臂的电机和与所述电机相连的螺旋桨；

图像采集装置，设置于所述机身，用于获取所述无人机降落区域的图像；

飞控芯片，设于所述机身，所述图像采集装置与所述飞控芯片电连接；以及

视觉芯片，设于所述机身，所述视觉芯片与所述图像采集装置和所述飞控芯片电连接；

其中，所述飞控芯片用于：

控制所述螺旋桨旋转以产生气流，所述气流用于产生水面波纹；

所述视觉芯片用于：

确定所述图像中是否存在超过预设数量的光斑，其中，所述光斑为一区域，该区域的亮度值高于其周围预设区域的亮度值；

如果存在，则确定所述降落区域存在水面。

20、根据权利要求 19 所述的无人机，其特征在于，所述视觉芯片具体用于：

获得所述图像中光斑的数量；

确定所述光斑的数量是否超过所述预设数量。

21、根据权利要求 20 所述的无人机，其特征在于，所述视觉芯片具体用于：

根据所述图像中各像素点的亮度值获取所述图像中各像素点的梯度幅值，每一个所述像素点的梯度幅值均表示该像素点在预设方向上亮度值的变化大小；

对所述各像素点的梯度幅值进行二值化处理，将梯度幅值大于或者等于第二预设梯度幅值的梯度幅值置为第一值，将梯度幅值小于所述第二预设梯度幅值的梯度幅值置为零值；

根据二值化处理后的各像素点的梯度幅值寻找所述图像中的局部峰；

统计所述局部峰的数量，并将所述局部峰的数量作为所述光斑的数量。

22、根据权利要求 21 所述的无人机，其特征在于，所述视觉芯片具体用于：

获取所述图像中各像素点的第一方向梯度和第二方向梯度，所述第一方向和所述第二方向垂直；

根据各像素点的所述第一方向梯度获得各像素点的第一方向梯度幅值，根据各像素点的所述第二方向梯度获得各像素点的第二方向梯度幅值；

将各像素点的第一方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值以及第一方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第一方向梯度幅值置为零值；

将各像素点的第二方向梯度幅值中，亮度值小于预设亮度阈值以及第二方向梯度幅值小于第一预设梯度幅值的像素点的第二方向梯度幅值置为零值；

根据各像素点的所述第一方向梯度幅值和所述第二方向梯度幅值获得所述各像素点的梯度幅值。

23、根据权利要求 21 或 22 所述的无人机，其特征在于，所述视觉芯片具体用于：

S1：以像素点为中心获得第一区域和第二区域，所述第二区域的面积大于所述第一区域的面积，如果所述第一区域内梯度幅值为第一值的个数与所述第二区域内梯度幅值为第一值的个数一致，则所述第一区域为一个局部峰；

S2：重复执行 S1，直至遍历所述图像中的各个像素点。

24、根据权利要求 23 所述的无人机，其特征在于，所述视觉芯片具体用于：

如果所述第一区域为一个局部峰，将所述第一区域内的像素点的梯度幅值置为零值。

25、根据权利要求 23 或 24 所述的无人机，其特征在于，所述第一区域为以所述像素点为中心、内接半径为第一像素半径的第一正方形区域，所述第二区域为以所述像素点为中心、内接半径为第二像素半径的第二正方形区域，所述第二像素半径大于所述第一像素半径。

26、根据权利要求 19-25 任意一项所述的无人机，其特征在于，所述图像为灰度图像。

27、根据权利要求 19-26 任意一项所述的无人机，其特征在于，所述飞控芯片还用于：

判断所述无人机的飞行高度是否小于指定高度；

若否，则控制所述无人机下降直至所述无人机的飞行高度小于所述指定高度以确保所述无人机能够产生所述水面波纹。

28、一种非易失性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存储有计算机可执行指令，当所述计算机可执行指令被无人机执行时，使所述无人机执行如权利要求 1-9 任一项所述的方法。

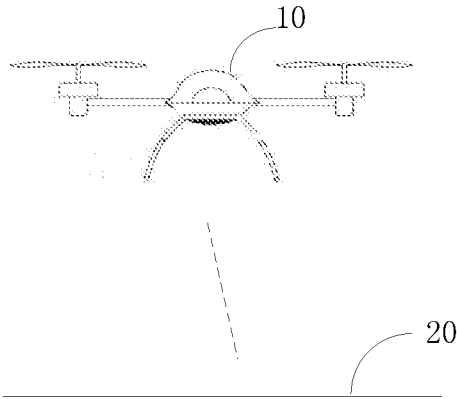


图 1

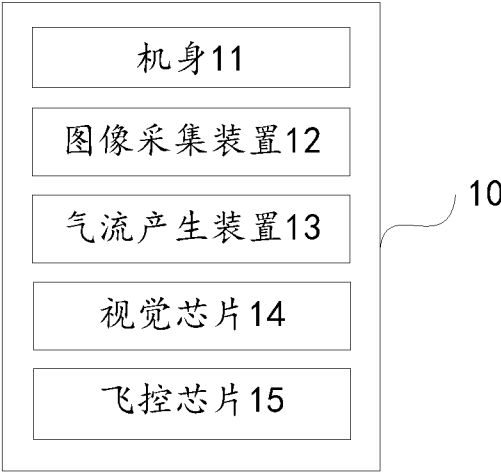


图 2

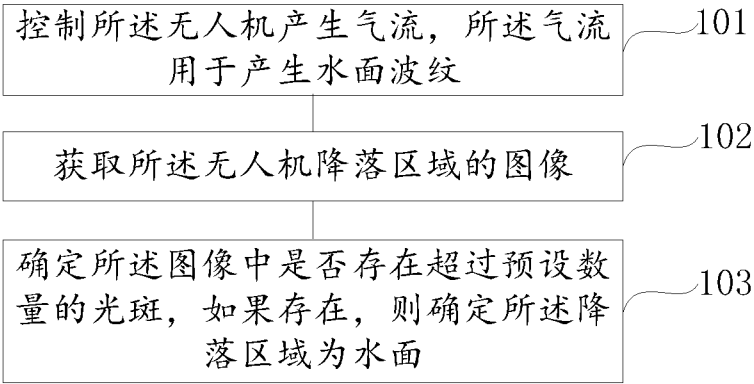


图 3

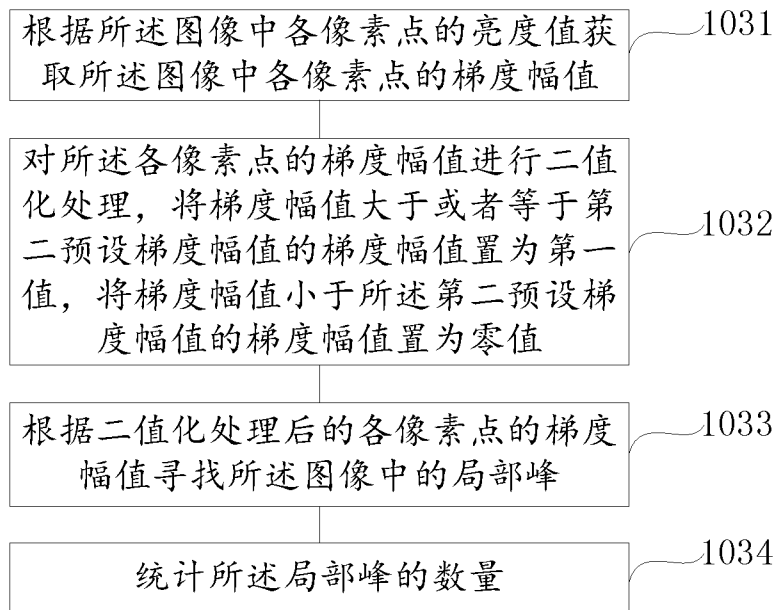


图 4

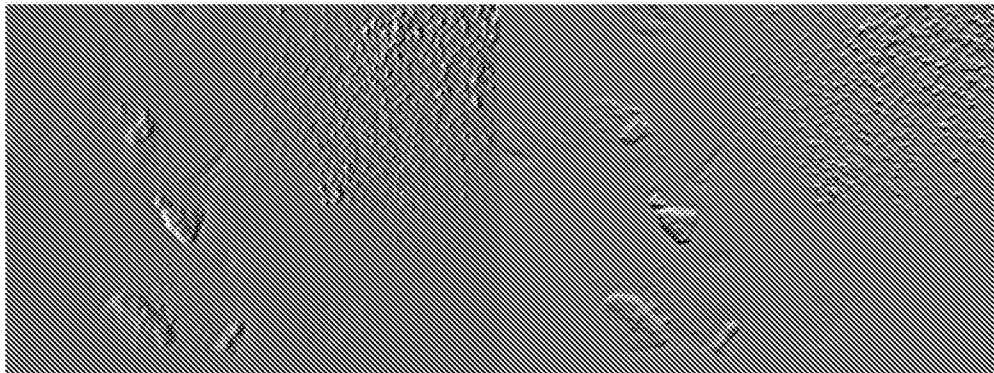


图 5

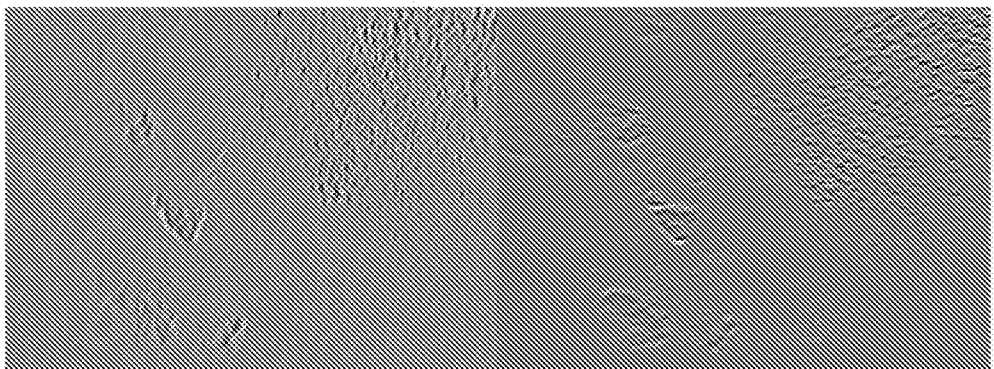


图 6

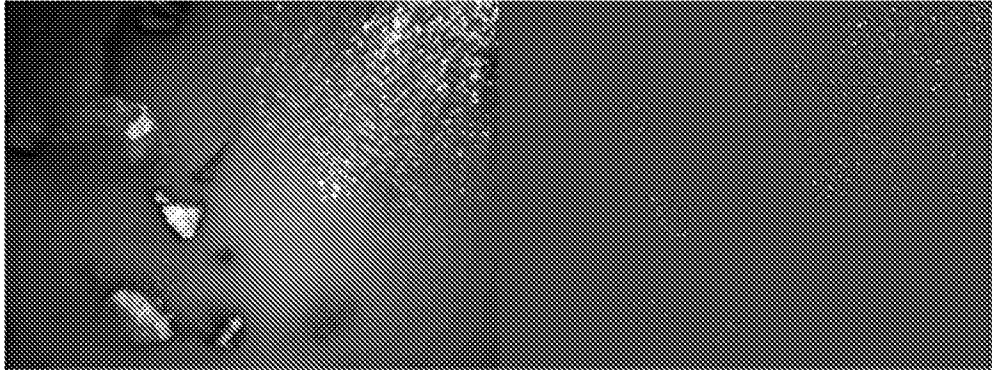


图 7

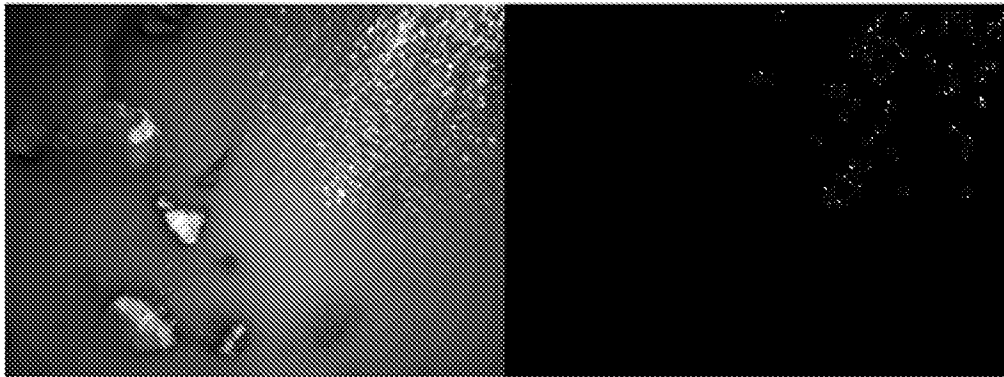


图 8



图 9



图 10



图 11

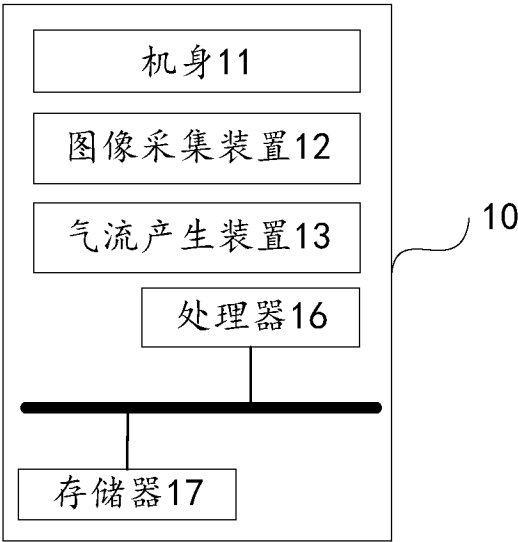


图 12

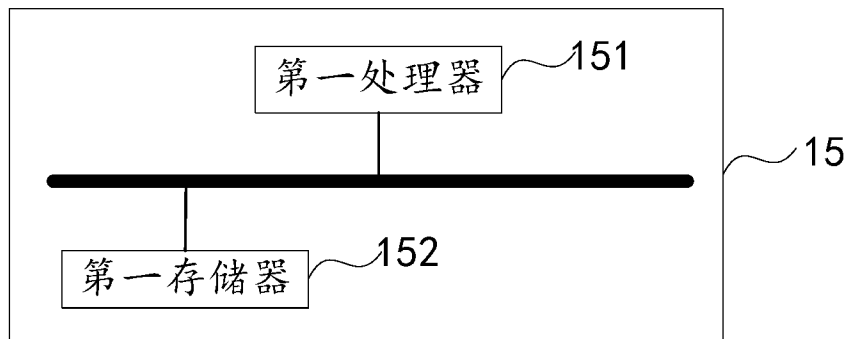


图 13

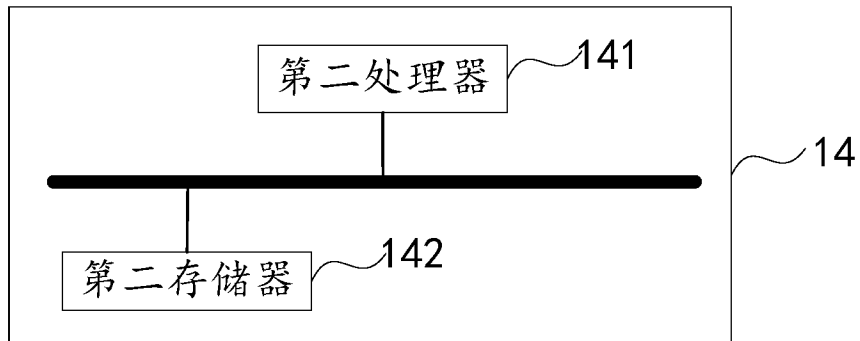


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/123071

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C 11/00(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)

G01C,B64C

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

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

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 深圳市道通智能航空技术有限公司, 无人机, 飞行器, 直升机, 飞机, 降落, 水面, 湖面, 河面, 海面, 检测, 判断, 判定, 识别, 判别, 图像, 图片, 摄像, 相机, 气流, 波纹, 水波, 光斑, 光亮, 亮斑, 亮点, AUTEL, UAV, aircraft, airplane, helicopter, land+, water, liquid, river, sea, lake, surface, measur+, test+, detect+, imag+, wave

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109520478 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 26 March 2019 (2019-03-26) claims 1-28	1-28
PX	US 2019193852 A1 (AUTEL ROBOTICS CO., LTD.) 27 June 2019 (2019-06-27) description, paragraphs [0072]-[0180], figures 1-12	1-28
A	CN 106103274 A (SHENZHEN DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) 09 November 2016 (2016-11-09) description, paragraphs [0264]-[0303], and figures 1-4	1-28
A	CN 103389075 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 13 November 2013 (2013-11-13) entire document	1-28
A	CN 103744429 A (SHANDONG INTELLIGENT OPTICAL COMMUNICATION DEVELOPMENT CO., LTD.) 23 April 2014 (2014-04-23) entire document	1-28



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

25 February 2020

Date of mailing of the international search report

09 March 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
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/CN2019/123071**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104765042 A (JIANGSU PROVINCIAL COMM PLANNING & DESIGN INST CO., LTD.) 08 July 2015 (2015-07-08) entire document	1-28
A	CN 104828244 A (SUOKAS AVIONICS OY) 12 August 2015 (2015-08-12) entire document	1-28
A	US 2011264314 A1 (HONEYWELL INT. INC.) 27 October 2011 (2011-10-27) entire document	1-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/123071

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109520478	A	26 March 2019	None			
US	2019193852	A1	27 June 2019	WO	2019119780	A1	27 June 2019
CN	106103274	A	09 November 2016	CN	106103274	B	14 November 2017
				US	2018208309	A1	26 July 2018
				CN	107554763	A	09 January 2018
				EP	3318487	A1	09 May 2018
				JP	2017530043	A	12 October 2017
				CN	107600398	B	19 November 2019
				WO	2017000304	A1	05 January 2017
				CN	107697286	A	16 February 2018
				CN	107600398	A	19 January 2018
				JP	6234610	B2	22 November 2017
				JP	2018024431	A	15 February 2018
CN	103389075	A	13 November 2013	CN	103389075	B	22 July 2015
CN	103744429	A	23 April 2014	CN	103744429	B	25 May 2016
CN	104765042	A	08 July 2015	CN	104765042	B	15 September 2017
CN	104828244	A	12 August 2015	CN	104828244	B	15 March 2017
				US	9586694	B2	07 March 2017
				FI	124723	B	31 December 2014
				US	2016244183	A1	25 August 2016
US	2011264314	A1	27 October 2011	EP	2386925	A1	16 November 2011
				US	8135503	B2	13 March 2012
				JP	2011230756	A	17 November 2011
				EP	2386925	B1	30 January 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/123071

A. 主题的分类 G01C 11/00 (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) G01C, B64C 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI: 深圳市道通智能航空技术有限公司, 无人机, 飞行器, 直升机, 飞机, 降落, 水面, 湖面, 河面, 海面, 检测, 判断, 判定, 识别, 判别, 图像, 图片, 摄像, 相机, 气流, 波纹, 水波, 光斑, 光亮, 亮斑, 亮点, AUTEL, UAV, aircraft, airplane, helicopter, land+, water, liquid, river, sea, lake, surface, measur+, test+, detect+, imag+, wave		
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
PX	CN 109520478 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2019年 3月 26日 (2019 - 03 - 26) 权利要求1-28	1-28
PX	US 2019193852 A1 (AUTEL ROBOTICS CO., LTD.) 2019年 6月 27日 (2019 - 06 - 27) 说明书第[0072]-[0180]段, 附图1-12	1-28
A	CN 106103274 A (深圳市大疆创新科技有限公司) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 说明书第[0264]-[0303]段, 图1-4	1-28
A	CN 103389075 A (北京理工大学) 2013年 11月 13日 (2013 - 11 - 13) 全文	1-28
A	CN 103744429 A (山东英特力光通信开发有限公司) 2014年 4月 23日 (2014 - 04 - 23) 全文	1-28
A	CN 104765042 A (江苏省交通规划设计院股份有限公司) 2015年 7月 8日 (2015 - 07 - 08) 全文	1-28
☒ 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 2020年 2月 25日		国际检索报告邮寄日期 2020年 3月 9日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 陈优 电话号码 86-(10)-53962457

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 104828244 A (苏卡斯航空电子设备有限公司) 2015年 8月 12日 (2015 - 08 - 12) 全文	1-28
A	US 2011264314 A1 (HONEYWELL INT. INC.) 2011年 10月 27日 (2011 - 10 - 27) 全文	1-28

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/123071

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	109520478	A	2019年 3月 26日	无			
US	2019193852	A1	2019年 6月 27日	WO	2019119780	A1	2019年 6月 27日
CN	106103274	A	2016年 11月 9日	CN	106103274	B	2017年 11月 14日
				US	2018208309	A1	2018年 7月 26日
				CN	107554763	A	2018年 1月 9日
				EP	3318487	A1	2018年 5月 9日
				JP	2017530043	A	2017年 10月 12日
				CN	107600398	B	2019年 11月 19日
				WO	2017000304	A1	2017年 1月 5日
				CN	107697286	A	2018年 2月 16日
				CN	107600398	A	2018年 1月 19日
				JP	6234610	B2	2017年 11月 22日
				JP	2018024431	A	2018年 2月 15日
CN	103389075	A	2013年 11月 13日	CN	103389075	B	2015年 7月 22日
CN	103744429	A	2014年 4月 23日	CN	103744429	B	2016年 5月 25日
CN	104765042	A	2015年 7月 8日	CN	104765042	B	2017年 9月 15日
CN	104828244	A	2015年 8月 12日	CN	104828244	B	2017年 3月 15日
				US	9586694	B2	2017年 3月 7日
				FI	124723	B	2014年 12月 31日
				US	2016244183	A1	2016年 8月 25日
US	2011264314	A1	2011年 10月 27日	EP	2386925	A1	2011年 11月 16日
				US	8135503	B2	2012年 3月 13日
				JP	2011230756	A	2011年 11月 17日
				EP	2386925	B1	2013年 1月 30日