

(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



(10) 国际公布号

WO 2020/239092 A1

(43) 国际公布日

2020 年 12 月 3 日 (03.12.2020)

(51) 国际专利分类号:

G05D 1/10 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2020/093431

(22) 国际申请日:

2020 年 5 月 29 日 (29.05.2020)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

201910462598.9 2019年5月30日 (30.05.2019) 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)。

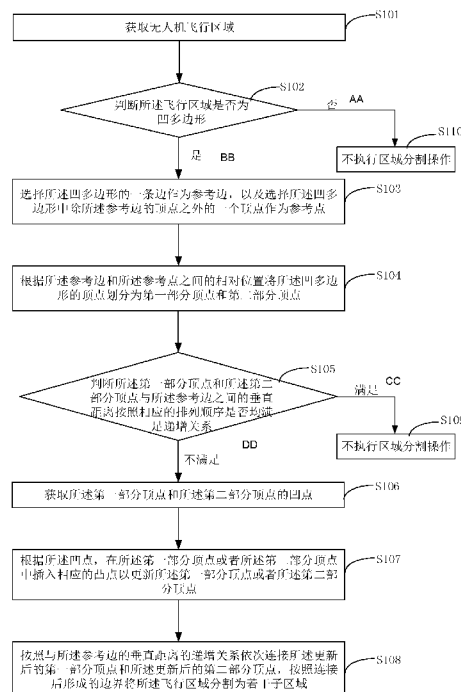
(72) 发明人: 王保印(WANG, Baoyin); 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道1001号智园B1栋9层, Guangdong 518055 (CN)。

(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: UNMANNED AERIAL VEHICLE AND FLIGHT AREA PLANNING METHOD AND DEVICE THEREFOR AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种无人机及其飞行区域的规划方法、装置、存储介质



S101 Obtain a flight area of an unmanned aerial vehicle
S102 Determine whether the flight area is a concave polygon
S103 Select one of the edges of the concave polygon as a reference edge and select one of the vertices, in the concave polygon, other than the vertices of the reference edge as a reference point
S104 Divide the vertices of the concave polygon into a first part of vertices and a second part of vertices according to the relative position of the reference edge and the reference point
S105 Determine whether the vertical distances from the first part of vertices and the second part of vertices to the reference edge meet an ascending relationship according to a corresponding arrangement order
S106 Obtain concave points of the first part of vertices and the second part of vertices
S107 Insert corresponding convex points in the first part of vertices or the second part of vertices to update the first part of vertices or the second part of vertices
S108 Connect the updated first part of vertices and the updated second part of vertices in sequence according to the ascending relationship of the vertical distances to the reference edge, and divide the flight area into several sub-areas according to a boundary formed after the connection
S109 Not perform the area division operation
S110 Not perform the area division operation
AA No
BB Yes
CC Yes
DD No

图 3

(57) Abstract: A flight area planning method and device for an unmanned aerial vehicle, and a storage medium, the method comprising: determining that a flight area is a concave polygon; selecting a reference edge and a reference point; dividing the vertices of the concave polygon into a first part of vertices and a second part of vertices; obtaining concave points of the first part of vertices and the second part of vertices; inserting corresponding convex points in the first part of vertices or the second part of vertices corresponding to the concave points to update the first part of vertices or the second part of vertices, so that the vertical distances from the updated first part

[见续页]

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, 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))。

of vertices or the second part of vertices to the reference edge meet an ascending relationship according to a corresponding arrangement order, and dividing the flight area into several sub-areas according to the updated first part of vertices and second part of vertices. The present method can reduce the number of convexification divisions, omit the area merging process, and reduce the calculation amount in the area dividing process.

(57) 摘要: 一种无人机飞行区域的规划方法、规划装置、无人机及存储介质, 包括: 确定飞行区域为凹多边形, 选择参考边和参考点, 将凹多边形的顶点划分为第一部分顶点和第二部分顶点, 获取第一部分顶点和第二部分顶点的凹点, 在凹点所对应的第一部分顶点或者第二部分顶点中插入相应的凸点以更新第一部分顶点或者第二部分顶点, 使得更新后的第一部分顶点或者第二部分顶点与参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系, 按照更新后的第一部分顶点和第二部分顶点将飞行区域分割为若干子区域。可以减少凸化分割次数, 省略区域合并过程, 减少区域切割过程的计算量。

一种无人机及其飞行区域的规划方法、装置、存储介质

本申请要求于 2019 年 5 月 30 日提交中国专利局、申请号为 201910462598.9、申请名称为“一种无人机及其飞行区域的规划方法、装置、存储介质”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

本申请涉及无人机飞行控制领域，尤其涉及一种无人机及其飞行区域的规划方法、装置、存储介质。

背景技术

在无人机应用领域，为了获取在用户指定的区域内全面有用的测绘信息或者搜索目标时，需要规划覆盖该区域的路径，使无人机在区域内沿路径遍历飞行，完成诸如安全监控、战场侦察、目标搜索、地形测绘、矿藏勘测等预定任务。

实际应用中，受到地形、障碍物等影响，测绘区域可能是复杂的不规则凹多边形。目前在凹多边形的区域覆盖路径规划过程中，一般采用凹区域递归分割方法，将凹多边形凸化分割为多个小区域，为保证区域的整体性，避免区域过度分割，需要再对邻近子区域进行合并。其分割、合并的循环迭代过程，往往随凹顶点个数使计算量快速增加，难以满足路径规划的实时性要求，降低用户体验。

发明内容

为了克服现有技术中无人机进行区域规划时计算量大的不足，本发明的目的在于提供一种无人机及其飞行区域的规划方法、装置、存储介质。

为了实现上述目的，本发明提供一种无人机飞行区域的规划方法，包括：
确定所述飞行区域为凹多边形；

选择所述凹多边形的一条边作为参考边，以及选择所述凹多边形中除所述参考边的顶点之外的一个顶点作为参考点，其中，所述顶点是所述凹多边形相邻两条边的交汇点；

根据所述参考边和所述参考点之间的相对位置将所述凹多边形的顶点划分为第一部分顶点和第二部分顶点，其中，所述第一部分顶点为所述凹多边形中以所述参考边的一个顶点作为第一起点依次排列至所述参考点的顶点，所述第二部分顶点为所述凹多边形中以所述参考边的另一个顶点作为第二起点依次排列至所述参考点的顶点；

获取所述第一部分顶点和所述第二部分顶点的凹点，其中，所述凹点为所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点中与所述参考边之间的垂直距离按照

相应的排列顺序不满足递增关系的顶点；

根据所述凹点，在所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点中插入相应的凸点以更新所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点，使得更新后的第一部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系，或者更新后的第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系；

按照与所述参考边的垂直距离的递增关系依次连接所述更新后的第一部分顶点和所述更新后的第二部分顶点，按照连接后形成的边界将所述飞行区域分割为若干子区域。

优选的，所述选择所述凹多边形的一条边作为参考边，以及选择所述凹多边形中除所述参考边的顶点之外的一个顶点作为参考点，具体包括：

依次选定所述凹多边形的每条边作为候选参考边，将所述凹多边形中与所述候选参考边的垂直距离最大的顶点作为与所述候选参考边对应的候选参考点；

将所述候选参考边和对应的所述候选参考点中，所述候选参考边和所述候选参考点之间垂直距离最小的一组作为所述参考边和所述参考点。

优选的，所述参考边为所述凹多边形中与用户设定的航向最接近平行的一条边。

优选的，所述选择所述凹多边形中除所述参考边的顶点之外的一个顶点作为参考点，具体包括：

将所述凹多边形中与所述参考边的垂直距离最大的顶点作为参考点。

优选的，所述凸点位于所述凹多边形的边上。

优选的，在所述按照连接后形成的边界将所述飞行区域分割为若干子区域之后，所述方法还包括：

判断各所述子区域是否为凹多边形；

若所述子区域为凹多边形，则重新选定所述子区域的参考边和参考点对所述子区域进行分割。

优选的，所述方法还包括：

判断所述第一部分顶点和所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序是否均满足递增关系；

若所述第一部分顶点或所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序不满足递增关系，获取所述第一部分顶点和所述第二部分顶点的凹点；

若所述第一部分顶点和所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系，不执行区域分割操作。

本发明还提供一种无人机飞行区域的规划装置，包括：

确定模块，用于确定所述飞行区域为凹多边形；

选择模块，用于选择所述凹多边形的一条边作为参考边，以及选择所述凹

多边形中除所述参考边的顶点之外的顶点作为参考点；

划分模块，用于根据所述参考边和所述参考点之间的相对位置将所述凹多边形的顶点划分为第一部分顶点和第二部分顶点，其中，所述第一部分顶点为所述凹多边形中以所述参考边的一个顶点作为第一起点依次排列至所述参考点的顶点，所述第二部分顶点为所述凹多边形中以所述参考边的另一个顶点作为第二起点依次排列至所述参考点的顶点；

获取模块，用于获取所述第一部分顶点和所述第二部分顶点的凹点，其中，所述凹点为所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点中与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序不满足递增关系的顶点；

插入模块，用于在所述凹点所对应的第一部分顶点或者所述第二部分顶点中插入相应的凸点以更新所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点，使得更新后的第一部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系，或者更新后的第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系；

分割模块，用于按照所述递增关系依次连接所述更新后的第一部分顶点和所述更新后的第二部分顶点，按照连接后形成的边界将所述飞行区域分割为若干子区域。

优选的，所述选择模块还用于：

依次选定所述凹多边形的每条边作为候选参考边，将所述凹多边形中与所述候选参考边的垂直距离最大的顶点作为与所述候选参考边对应的候选参考点；

将所述候选参考边和对应的所述候选参考点中，所述候选参考边和所述候选参考点之间垂直距离最小的一组作为所述参考边和所述参考点。

优选的，所述参考边为所述凹多边形中与用户设定的航向最接近平行的一条边。

优选的，所述选择模块还用于：

将所述凹多边形中与所述参考边的垂直距离最大的顶点作为参考点。

优选的，所述凸点位于所述凹多边形的边上。

优选的，所述分割模块还用于：

判断各所述子区域是否为凹多边形；

若所述子区域为凹多边形，则重新选定所述子区域的参考边和参考点对所述子区域进行分割。

优选的，所述划分模块还用于：

判断所述第一部分顶点和所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序是否均满足递增关系；

若所述第一部分顶点或所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序不满足递增关系，获取所述第一部分顶点和所述第二部分顶点的凹点；

若所述第一部分顶点和所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系，不执行区域分割操作。

本发明还提供一种无人机，包括：

机身；

机臂，与所述机身相连；

动力装置，设于所述机臂，用于为所述无人机提供飞行的动力；以及

处理器和存储器，所述存储器中存储有计算机可读程序，所述计算机可读程序被配置成由所述处理器执行，所述计算机可读程序被所述处理器执行时实现上述的方法。

本发明还涉及一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机可读程序，所述计算机可读程序被处理器执行时实现上述的方法。

相比现有技术，本发明的有益效果在于：确定无人机的飞行区域为凹多边形，选定凹多边形的参考边和参考点，将凹多边形的顶点划分为第一部分顶点和第二部分顶点，获取第一部分顶点和第二部分顶点的凹点，在凹点所对应的第一部分顶点或第二部分顶点中插入相应的凸点以更新第一部分顶点和第二部分顶点，使得更新后的第一部分顶点和第二部分顶点与参考边的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系，连接更新后的第一部分顶点和更新后的第二部分顶点以分割无人机的飞行区域，从而在各子区域内规划无人机的飞行路径，减少凸化分割次数，省略区域合并过程，减少区域切割过程的计算量，提高用户体验。

附图说明

图1为本发明实施例提供的无人机控制方法的应用场景图；

图2为本发明实施例提供的无人机的内部结构示意图；

图3为本发明第一实施例提供的无人机飞行区域的规划方法流程图；

图4为本发明第一实施例提供的无人机飞行区域的规划方法的子步骤的流程图；

图5为无人机的飞行区域示意图；

图6为本发明第二实施例提供的无人机飞行区域的规划方法流程图；

图7为本发明实施例提供的无人机飞行区域的规划装置示意图。

具体实施方式

下面，结合附图以及具体实施方式，对本发明做进一步描述，需要说明的是，在不相冲突的前提下，以下描述的各实施例之间或各技术特征之间可以任意组合形成新的实施例。

如图1所示，本发明实施例提供的无人机飞行区域的规划方法应用于无人机100，无人机100可以为合适的无人飞行器，包括固定翼无人飞行器和旋转

翼无人飞行器，例如直升机、四旋翼机和具有其他数量的旋翼和/或旋翼配置的飞行器。无人机 100 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。

在一些实施例中，无人机 100 包括机身 10、与机身 10 相连的机臂 20 和设于机臂 20 上的动力装置（图中未示出），动力装置用于为无人机 100 提供飞行动力。如图 2 所示，无人机 100 的机身 10 内设置有处理器 11 和存储器 12，存储器 12 中存储有计算机可读程序，所述计算机可读程序被配置成由处理器 11 执行，所述计算机可读程序被处理器 11 执行时实现下述的无人机控制方法。

如图 3 所示，本发明第一实施例提供的无人机飞行区域规划方法，包括：

步骤 S101：获取无人机飞行区域。

步骤 S102：判断所述飞行区域是否为凹多边形。

例如，从飞行区域的一个顶点开始，遍历飞行区域的边界的每个内角，判断内角是否大于 180° ，若存在大于 180° 的内角，则飞行区域为凹多边形。

步骤 S103：若所述飞行区域为凹多边形，选择所述凹多边形的一条边作为参考边，以及选择所述凹多边形中除所述参考边的顶点之外的一个顶点作为参考点，其中，顶点是凹多边形相邻两条边的交汇点。

如图 4 所示，在一种实施方式中，步骤 S103 具体包括下面步骤。

步骤 S201：依次选定所述凹多边形的每条边作为候选参考边，将所述凹多边形中与所述候选参考边的垂直距离最大的顶点作为与所述候选参考边对应的候选参考点。

具体的，如图 5 所示，选择凹多边形的其中一条边作为候选参考边，依次计算凹多边形的每个顶点与该候选参考边的垂直距离，将与该候选参考边的垂直距离最大的顶点作为与该候选参考边对应的候选参考点。同理，依次将凹多边形的每一条边作为候选参考边，找出对应的候选参考点。其中，垂直距离是从顶点到边作垂线，顶点与垂足之间的距离。

例如，选定 P1P2 作为候选参考边，依次计算 P3、P4、P5、P6、P7、P8、P9、P10、P11、P12、P13 到 P1P2 的垂直距离，P9 到 P1P2 的垂直距离最大，将 P9 作为候选参考点。再选定 P7P8 作为候选参考边，依次计算 P1、P2、P3、P4、P5、P6、P9、P10、P11、P12、P13 到 P7P8 的垂直距离，P1 到 P7P8 的垂直距离最大，将 P1 作为候选参考点。同理依次将 P2P3、P3P4... 作为候选参考边，找出对应的候选参考点。

步骤 S202：将所述候选参考边和对应的所述候选参考点中，所述候选参考边和所述候选参考点之间垂直距离最小的一组作为所述参考边和所述参考点。

具体的，计算出每个候选参考边和对应的候选参考点之后，从中选出候选参考边和候选参考点垂直距离最小的一组，将其作为参考边和参考点。

例如，所有的候选参考边和对应的候选参考点中，P1P2 和 P9 之间的距离最小，则将 P1P2 作为参考边，将 P9 作为参考点。

在另一实施方式中,参考边为所述凹多边形中与用户设定的航向最接近平行的一条边,参考点为凹多边形中与所述参考边的垂直距离最大的顶点。

在非限制性实施例中,参考边和参考点可以是凹多边形的任意一条边和任意一个顶点。

步骤 S104: 根据所述参考边和所述参考点之间的相对位置将所述凹多边形的顶点划分为第一部分顶点和第二部分顶点,其中,所述第一部分顶点为所述凹多边形中以所述参考边的一个顶点作为第一起点依次排列至所述参考点的顶点,所述第二部分顶点为所述凹多边形中以所述参考边的另一个顶点作为第二起点依次排列至所述参考点的顶点。

例如,如图 5 所示,选定 P1P2 作为参考边,P9 作为参考点之后,P3、P4、P5、P6、P7、P8 为第一部分顶点,P10、P11、P12、P13 为第二部分顶点。

步骤 S105: 判断所述第一部分顶点和所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序是否均满足递增关系。

其中,相应的排列顺序为按照凹多边形的顶点依次排列的顺序,排列顺序为从参考边的顶点开始,到参考点结束。例如,依次计算 P3、P4、P5、P6、P7、P8 到 P1P2 的垂直距离,判断是否满足递增关系。依次计算 P13、P12、P11、P10 到 P1P2 的垂直距离,判断是否满足递增关系。

步骤 S106: 若所述第一部分顶点或所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序不满足递增关系,获取所述第一部分顶点和所述第二部分顶点的凹点,其中,所述凹点为所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点中与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序不满足递增关系的顶点。

例如,第一部分顶点中,P4、P5、P6 到 P1P2 的垂直距离依次递增,P7 到 P1P2 的垂直距离小于 P6 到 P1P2 的垂直距离,将 P7 作为第一部分顶点的凹点。第二部分顶点中,P12 到 P1P2 的垂直距离小于 P13 到 P1P2 的垂直距离,将 P12 作为凹点。

步骤 S107: 根据所述凹点,在所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点中插入相应的凸点以更新所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点,使得更新后的第一部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系,或者更新后的第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系。

在一种实施方式中,凸点位于凹多边形的边上,且第一部分顶点中的至少一个顶点与对应的凸点的连线位于飞行区域内,第二部分顶点中的至少一个顶点与对应的凸点的连线位于飞行区域内。

其中,按照相应的排列顺序满足递增关系为从参考边的顶点到参考点满足依次递增的关系,或者当前顶点与设定间隔的顶点满足递增关系。例如,第一部分顶点中,P7 为凹点,增加的凸点需要满足到 P1P2 的垂直距离大于或等于 P7 且小于或等于 P8,或者满足到 P1P2 的垂直距离大于或等于 P5 小于或等于

P7, 若要满足凸点位于凹多边形的边上, 则在 P5P6 上增加一个凸点 PN2。第二部分顶点中, P12 为凹点, 增加的凸点需要满足到 P1P2 的垂直距离大于或等于 P13 小于或等于 P11, 或者需要满足到 P1P2 的垂直距离小于 P12, 不存在满足上述条件且凸点位于凹多边形的边上, 与第二部分顶点的其中一个顶点的连线位于飞行区域内。则判断是否存在到 P1P2 的垂直距离大于或等于 P13 小于或等于 P10 的凸点, 因此在 P10P11 上增加一个凸点 PN1。

步骤 S108: 按照与所述参考边的垂直距离的递增关系依次连接所述更新后的第一部分顶点和所述更新后的第二部分顶点, 按照连接后形成的边界将所述飞行区域分割为若干子区域。

例如, 连接 P7 和 PN2, P5、PN2、P7、P8 满足递增关系, 连接 P13PN1, P13、PN1、P10 满足递增关系, 从而将 PN2P6P7 围成的区域 A3 和 P13PN1P11P12 围成的区域 A2 从飞行区域中分割出去, 形成 A1、A2 和 A3 三个区域。

完成区域分割后, 在各子区域规划无人机的飞行轨迹, 例如, A1 区域满足顶点到参考边的距离的递增关系, 在 A1 区域内控制无人机沿着同一航向往复飞行, 实现数据采集或者目标搜索。

步骤 S109: 若所述第一部分顶点和所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系, 不执行区域分割操作。

步骤 S110: 若所述飞行区域不是凹多边形, 不执行区域分割操作。

具体的, 若飞行区域为凸多边形, 或者飞行区域中第一部分顶点和第二部分顶点与参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系, 则控制无人机在飞行区域内沿着同一航向往复飞行, 实现数据采集或者目标搜索。

上述实施例中, 通过在凹多边形的飞行区域内选择参考边和参考点, 划分第一部分顶点和第二部分顶点, 判断第一部分顶点和第二部分顶点到参考边的垂直距离是否满足递增关系, 若不满足递增关系, 获取凹点, 添加凸点以使更新后的第一部分顶点和第二部分顶点到参考边的垂直距离满足递增关系, 连接更新后的第一部分顶点和第二部分顶点以分割飞行区域, 在各子区域内规划飞行路线, 从而解决复杂凹多边形飞行区域的路径规划问题, 减少凸化分割次数, 省略区域合并过程, 降低路径规划算法的计算量, 提高用户体验。

如图 6 所示, 本发明第二实施例提供的无人机飞行区域的规划方法, 其与第一实施例的区别在于, 还包括下面步骤。

步骤 S301: 判断各所述子区域是否为凹多边形。

步骤 S302: 若所述子区域为凹多边形, 则重新选定所述子区域的参考边和参考点对所述子区域进行分割。

具体的, 若子区域为凹多边形, 按照步骤 S103 的方法选择参考边和参考点, 按照步骤 S104 的方法在子区域内划分第一部分顶点和第二部分顶点, 判断第一部分顶点和第二部分顶点到参考边的垂直距离是否满足递增关系, 若不满足递增关系, 按照步骤 S107 和步骤 S108 的顺序对子区域进一步分割, 若满足递增关系, 则直接在子区域内规划飞行路线。

上述实施例中，若分割后的子区域为凹多边形，对子区域进一步分割，从而在路径规划中省略区域合并过程，降低路径规划算法的计算量，提高用户体验。

如图 7 所示，本发明实施例提供的无人机飞行区域的规划装置，应用于图 1 所示的无人机，装置包括：

确定模块 41，用于确定所述飞行区域为凹多边形；

选择模块 42，用于选择所述凹多边形的一条边作为参考边，以及选择所述凹多边形中除所述参考边的顶点之外的顶点作为参考点；

划分模块 43，用于根据所述参考边和所述参考点之间的相对位置将所述凹多边形的顶点划分为第一部分顶点和第二部分顶点，其中，所述第一部分顶点为所述凹多边形中以所述参考边的一个顶点作为第一起点依次排列至所述参考点的顶点，所述第二部分顶点为所述凹多边形中以所述参考边的另一个顶点作为第二起点依次排列至所述参考点的顶点；

获取模块 44，用于获取所述第一部分顶点和所述第二部分顶点的凹点，其中，所述凹点为所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点中与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序不满足递增关系的顶点；

插入模块 45，用于在所述凹点所对应的第一部分顶点或者所述第二部分顶点中插入相应的凸点以更新所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点，使得更新后的第一部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系，或者更新后的第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系；

分割模块 46，用于按照所述递增关系依次连接所述更新后的第一部分顶点和所述更新后的第二部分顶点，按照连接后形成的边界将所述飞行区域分割为若干子区域。

优选的，所述选择模块 42 还用于：

依次选定所述凹多边形的每条边作为候选参考边，将所述凹多边形中与所述候选参考边的垂直距离最大的顶点作为与所述候选参考边对应的候选参考点；

将所述候选参考边和对应的所述候选参考点中，所述候选参考边和所述候选参考点之间垂直距离最小的一组作为所述参考边和所述参考点。

优选的，所述参考边为所述凹多边形中与用户设定的航向最接近平行的一条边。

优选的，所述选择模块 42 还用于：

将所述凹多边形中与所述参考边的垂直距离最大的顶点作为参考点。

优选的，所述凸点位于所述凹多边形的边上。

优选的，所述分割模块 46 还用于：

判断各所述子区域是否为凹多边形；

若所述子区域为凹多边形，则重新选定所述子区域的参考边和参考点对所

述子区域进行分割。

优选的，所述划分模块 43 还用于：

判断所述第一部分顶点和所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序是否均满足递增关系；

若所述第一部分顶点或所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序不满足递增关系，获取所述第一部分顶点和所述第二部分顶点的凹点；

若所述第一部分顶点和所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系，不执行区域分割操作。

本实施例中的装置与前述实施例中的方法是基于同一发明构思下的两个方面，在前面已经对方法实施过程作了详细的描述，所以本领域技术人员可根据前述描述清楚地了解本实施例中的装置的实施过程，为了说明书的简洁，在此就不再赘述。

通过以上的实施方式的描述可知，本领域的技术人员可以清楚地了解到本发明可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来。本发明还涉及一种计算机可读存储介质，如 ROM/RAM、磁碟、光盘等，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现上述的方法。

本发明提供的无人机及其飞行区域的规划方法、装置、存储介质，若无人机的飞行区域为凹多边形，选定凹多边形的参考边和参考点，将凹多边形的顶点划分为第一部分顶点和第二部分顶点，获取第一部分顶点和第二部分顶点的凹点，在凹点所对应的第一部分顶点或第二部分顶点中插入相应的凸点以更新第一部分顶点和第二部分顶点，使得更新后的第一部分顶点和第二部分顶点与参考边的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系，连接更新后的第一部分顶点和更新后的第二部分顶点以分割无人机的飞行区域，从而在各子区域内规划无人机的飞行路径，减少凸化分割次数，省略区域合并过程，减少区域切割过程的计算量，提高用户体验。

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

需要说明的是，上述本发明实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。并且本文中的术语“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、装置、物品或者方法不仅包括那些要素，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、装

置、物品或者方法所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括该要素的过程、装置、物品或者方法中还存在另外的相同要素。

上述实施方式仅为本发明的优选实施方式，不能以此来限定本发明保护的范围，本领域的技术人员在本发明的基础上所做的任何非实质性的变化及替换均属于本发明所要求保护的范围。

权利要求书

1. 一种无人机飞行区域的规划方法，其特征在于，包括：

确定所述飞行区域为凹多边形；

选择所述凹多边形的一条边作为参考边，以及选择所述凹多边形中除所述参考边的顶点之外的一个顶点作为参考点，其中，所述顶点是所述凹多边形相邻两条边的交汇点；

根据所述参考边和所述参考点之间的相对位置将所述凹多边形的顶点划分为第一部分顶点和第二部分顶点，其中，所述第一部分顶点为所述凹多边形中以所述参考边的一个顶点作为第一起点依次排列至所述参考点的顶点，所述第二部分顶点为所述凹多边形中以所述参考边的另一个顶点作为第二起点依次排列至所述参考点的顶点；

获取所述第一部分顶点和所述第二部分顶点的凹点，其中，所述凹点为所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点中与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序不满足递增关系的顶点；

根据所述凹点，在所述第一部分顶点或者第二部分顶点中插入相应的凸点以更新所述第一部分顶点或者第二部分顶点，使得更新后的第一部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系，或者更新后的第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系；

按照与所述参考边的垂直距离的递增关系依次连接所述更新后的第一部分顶点和所述更新后的第二部分顶点，按照连接后形成的边界将所述飞行区域分割为若干子区域。

2. 如权利要求1所述的无人机飞行区域的规划方法，其特征在于，所述选择所述凹多边形的一条边作为参考边，以及选择所述凹多边形中除所述参考边的顶点之外的一个顶点作为参考点，具体包括：

依次选定所述凹多边形的每条边作为候选参考边，将所述凹多边形中与所述候选参考边的垂直距离最大的顶点作为与所述候选参考边对应的候选参考点；

将所述候选参考边和对应的所述候选参考点中，所述候选参考边和所述候选参考点之间垂直距离最小的一组作为所述参考边和所述参考点。

3. 如权利要求1所述的无人机飞行区域的规划方法，其特征在于，所述参考边为所述凹多边形中与用户设定的航向最接近平行的一条边。

4. 如权利要求3所述的无人机飞行区域的规划方法，其特征在于，所述选择所述凹多边形中除所述参考边的顶点之外的一个顶点作为参考点，具体包括：

将所述凹多边形中与所述参考边的垂直距离最大的顶点作为参考点。

5. 如权利要求1所述的无人机飞行区域的规划方法，其特征在于，所述凸

点位于所述凹多边形的边上。

6. 如权利要求 1 所述的无人机飞行区域的规划方法, 其特征在于, 在所述按照连接后形成的边界将所述飞行区域分割为若干子区域之后, 所述方法还包括:

判断各所述子区域是否为凹多边形;

若所述子区域为凹多边形, 则重新选定所述子区域的参考边和参考点对所述子区域进行分割。

7. 如权利要求 1 所述的无人机飞行区域的规划方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

判断所述第一部分顶点和所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序是否均满足递增关系;

若所述第一部分顶点或所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序不满足递增关系, 获取所述第一部分顶点和所述第二部分顶点的凹点;

若所述第一部分顶点和所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系, 不执行区域分割操作。

8. 一种无人机飞行区域的规划装置, 其特征在于, 包括:

确定模块, 用于确定所述飞行区域为凹多边形;

选择模块, 用于选择所述凹多边形的一条边作为参考边, 以及选择所述凹多边形中除所述参考边的顶点之外的顶点作为参考点;

划分模块, 用于根据所述参考边和所述参考点之间的相对位置将所述凹多边形的顶点划分为第一部分顶点和第二部分顶点, 其中, 所述第一部分顶点为所述凹多边形中以所述参考边的一个顶点作为第一起点依次排列至所述参考点的顶点, 所述第二部分顶点为所述凹多边形中以所述参考边的另一个顶点作为第二起点依次排列至所述参考点的顶点;

获取模块, 用于获取所述第一部分顶点和所述第二部分顶点的凹点, 其中, 所述凹点为所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点中与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序不满足递增关系的顶点;

插入模块, 用于在所述凹点所对应的第一部分顶点或者所述第二部分顶点中插入相应的凸点以更新所述第一部分顶点或者所述第二部分顶点, 使得更新后的第一部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系, 或者更新后的第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系;

分割模块, 用于按照所述递增关系依次连接所述更新后的第一部分顶点和所述更新后的第二部分顶点, 按照连接后形成的边界将所述飞行区域分割为若干子区域。

9. 如权利要求 8 所述的无人机飞行区域的规划装置, 其特征在于, 所述选择模块还用于:

依次选定所述凹多边形的每条边作为候选参考边,将所述凹多边形中与所述候选参考边的垂直距离最大的顶点作为与所述候选参考边对应的候选参考点;

将所述候选参考边和对应的所述候选参考点中,所述候选参考边和所述候选参考点之间垂直距离最小的一组作为所述参考边和所述参考点。

10. 如权利要求 8 所述的无人机飞行区域的规划装置,其特征在于,所述参考边为所述凹多边形中与用户设定的航向最接近平行的一条边。

11. 如权利要求 10 所述的无人机飞行区域的规划装置,其特征在于,所述选择模块还用于:

将所述凹多边形中与所述参考边的垂直距离最大的顶点作为参考点。

12. 如权利要求 8 所述的无人机飞行区域的规划装置,其特征在于,所述凸点位于所述凹多边形的边上。

13. 如权利要求 8 所述的无人机飞行区域的规划装置,其特征在于,所述分割模块还用于:

判断各所述子区域是否为凹多边形;

若所述子区域为凹多边形,则重新选定所述子区域的参考边和参考点对所述子区域进行分割。

14. 如权利要求 8 所述的无人机飞行区域的规划装置,其特征在于,所述划分模块还用于:

判断所述第一部分顶点和所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序是否均满足递增关系;

若所述第一部分顶点或所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序不满足递增关系,获取所述第一部分顶点和所述第二部分顶点的凹点;

若所述第一部分顶点和所述第二部分顶点与所述参考边之间的垂直距离按照相应的排列顺序满足递增关系,不执行区域分割操作。

15. 一种无人机,其特征在于,包括:

机身;

机臂,与所述机身相连;

动力装置,设于所述机臂,用于为所述无人机提供飞行的动力;以及

处理器和存储器,所述存储器中存储有计算机可读程序,所述计算机可读程序被配置成由所述处理器执行,所述计算机可读程序被所述处理器执行时实现如权利要求 1-7 任意一项所述的方法。

16. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机可读程序,其特征在于,所述计算机可读程序被处理器执行时实现如权利要求 1-7 任意一项所述的方法。

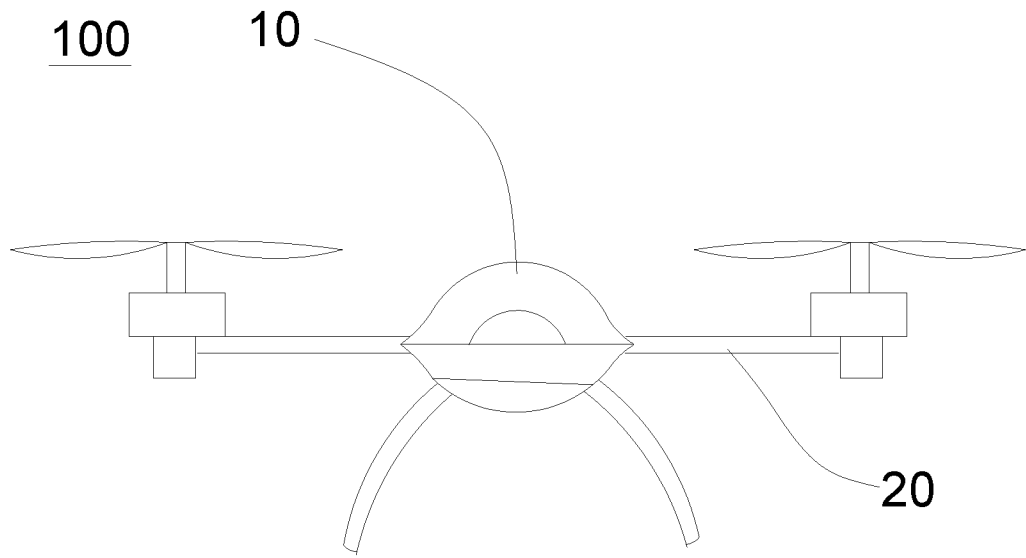


图 1

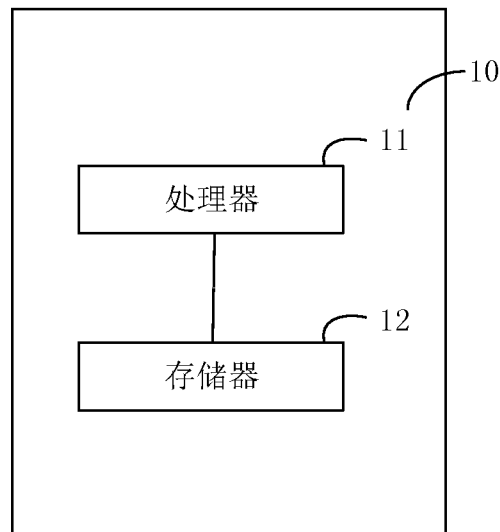


图 2

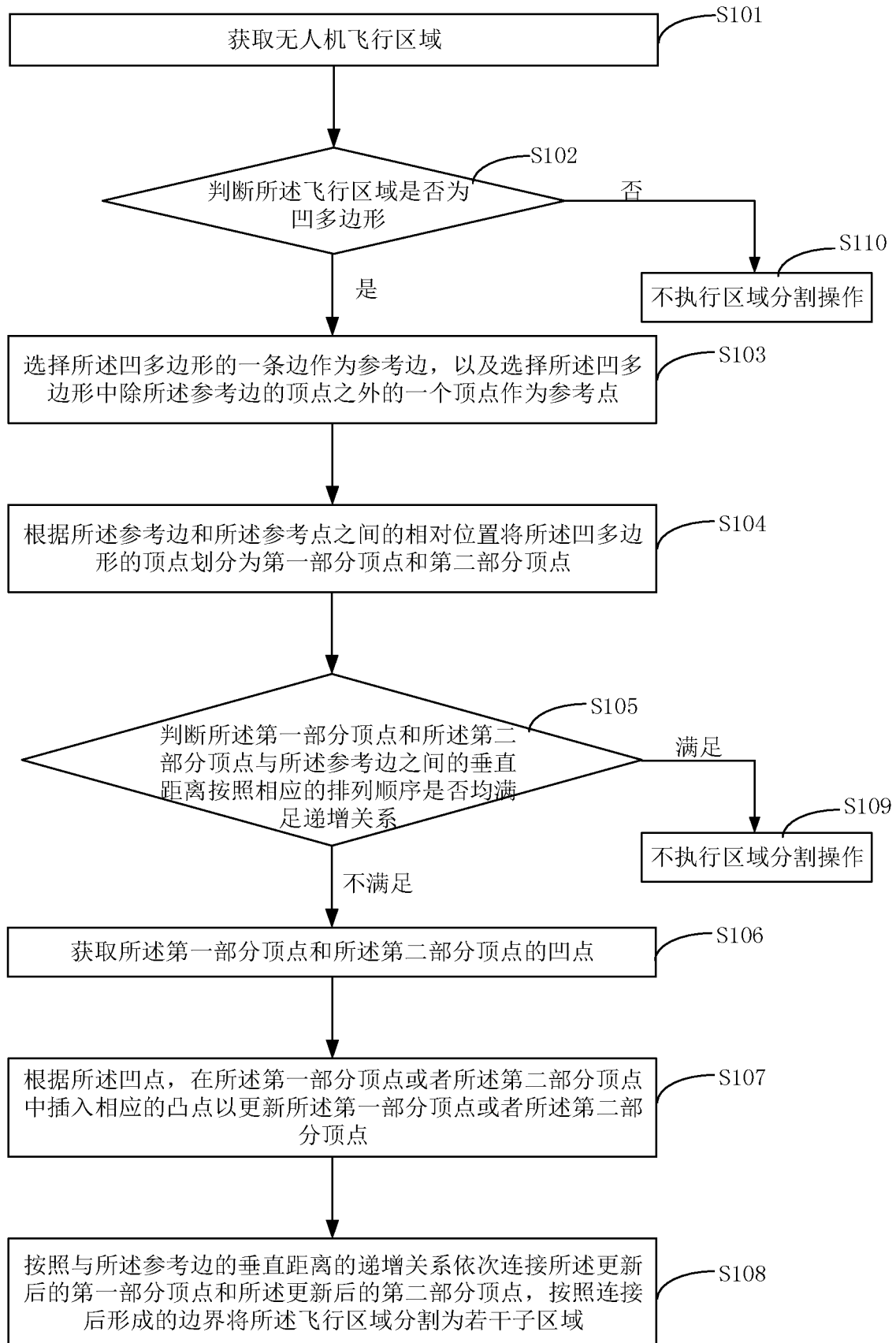


图 3

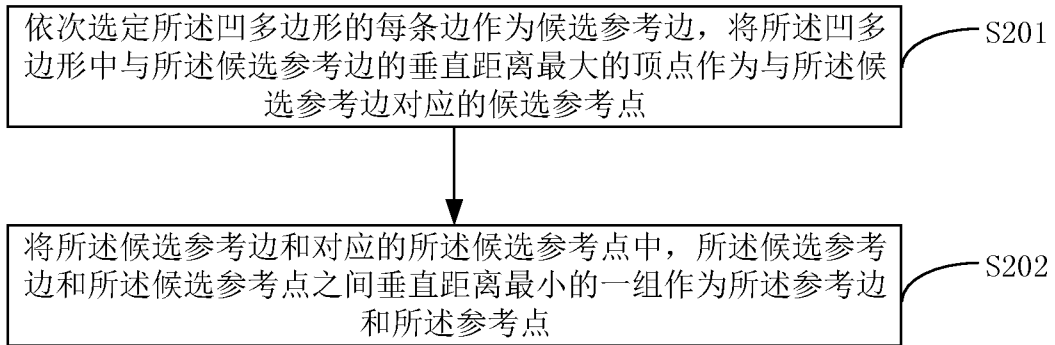


图 4

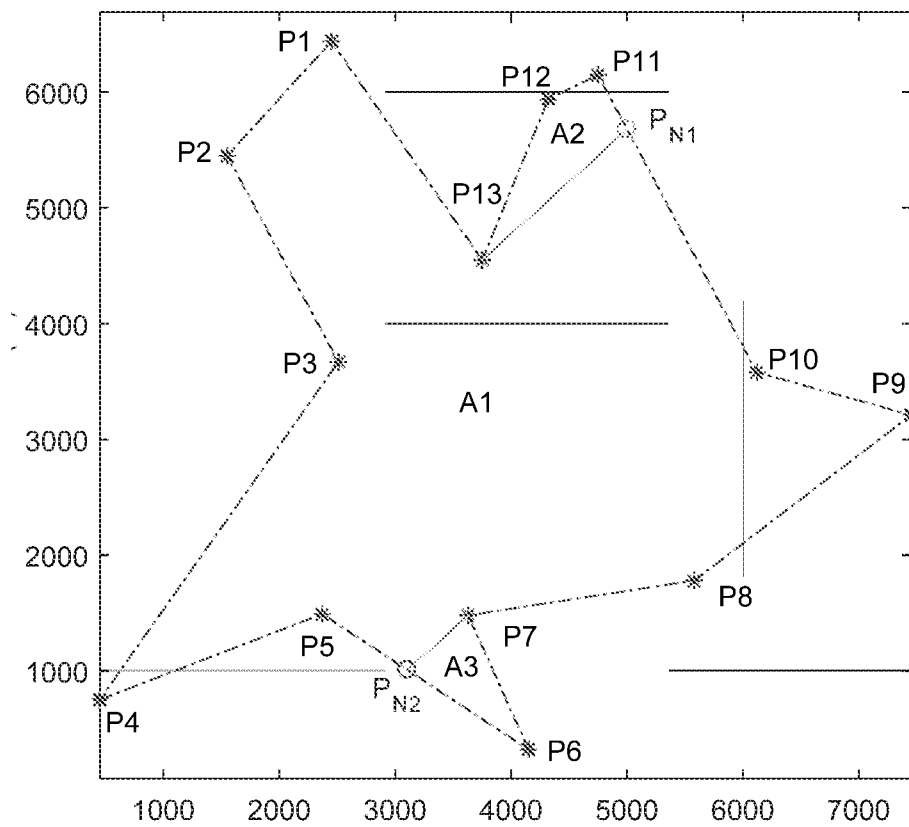


图 5

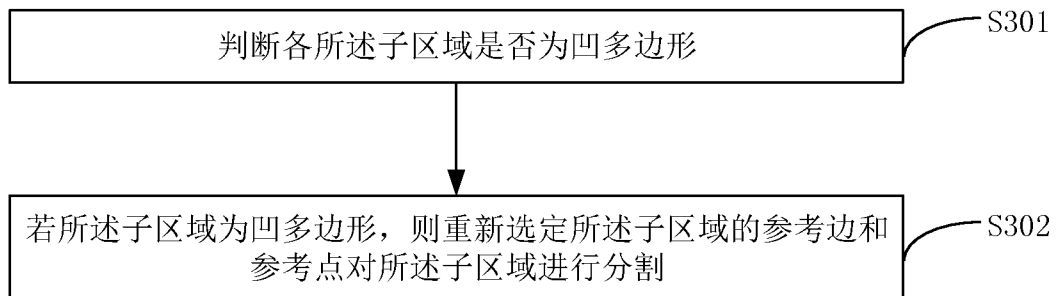


图 6

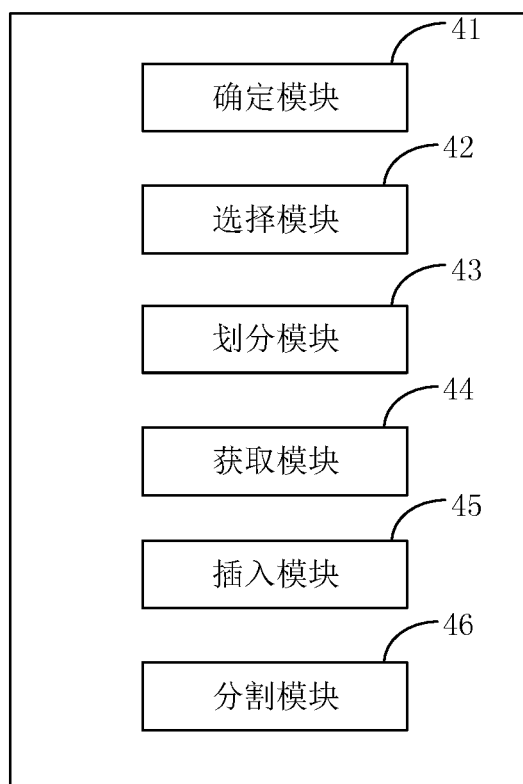


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/093431

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/10(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05D

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

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

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 深圳市道通智能航空技术有限公司, 王保印, 顶点, 凸点, 路线, 边界, 距离, 航迹, 多边形, 边界垂线, 凹点, 参照, 切割, 分割, 长度, 路径, 航线, 划分, 飞行器, 垂线, 参考, 区域, 垂足, 无人机, airplan+, flyer, concav+, vertical+, bump, polygon+, area, AUV, flight, unmanned, aerial, vehicl+, distanc+, apex+, vertex+, concav+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110221621 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 10 September 2019 (2019-09-10) claims 1-16	1-16
A	CN 106289264 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 04 January 2017 (2017-01-04) description, paragraphs [0016]-[0032], and figures 1-11	1-16
A	CN 101877145 A (XIDIAN UNIVERSITY) 03 November 2010 (2010-11-03) entire document	1-16
A	CN 103116360 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 22 May 2013 (2013-05-22) entire document	1-16
A	CN 106127853 A (NO. 28TH RESEARCH INSTITUTE, CHINA ELECTRONICS TECHNOLOGY GROUP CORPORATION) 16 November 2016 (2016-11-16) entire document	1-16



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

06 August 2020

Date of mailing of the international search report

26 August 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/CN2020/093431**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106227237 A (GUANGZHOU XAIRCRAFT TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 December 2016 (2016-12-14) entire document	1-16
A	US 2017046961 A1 (HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD.) 16 February 2017 (2017-02-16) entire document	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/093431

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110221621	A	10 September 2019	None			
CN	106289264	A	04 January 2017	None			
CN	101877145	A	03 November 2010	CN	101877145	B	20 June 2012
CN	103116360	A	22 May 2013	CN	103116360	B	17 June 2015
CN	106127853	A	16 November 2016	CN	106127853	B	05 February 2019
CN	106227237	A	14 December 2016	CN	106227237	B	29 March 2019
US	2017046961	A1	16 February 2017	US	9812020	B2	07 November 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/093431

A. 主题的分类

G05D 1/10 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

G05D

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNPAT, CNKI, WPI, EP0D0C: 深圳市道通智能航空技术有限公司, 王保印, 顶点, 凸点, 路线, 边界, 距离, 航迹, 多边形, 边界垂线, 凹点, 参照, 切割, 分割, 长度, 路径, 航线, 划分, 飞行器, 垂线, 参考, 区域, 垂足, 无人机, airplan+, flyer, concav+, vertical+, bump, polygon+, area, AUV, flight, unmanned, aerial, vehicl+, distanc+, apex+, vertex+, concav+

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 110221621 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2019年 9月 10日 (2019 - 09 - 10) 权利要求1-16	1-16
A	CN 106289264 A (哈尔滨工业大学深圳研究生院) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 说明书第[0016]-[0032]段、附图1-11	1-16
A	CN 101877145 A (西安电子科技大学) 2010年 11月 3日 (2010 - 11 - 03) 全文	1-16
A	CN 103116360 A (南京航空航天大学) 2013年 5月 22日 (2013 - 05 - 22) 全文	1-16
A	CN 106127853 A (中国电子科技集团公司第二十八研究所) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 全文	1-16
A	CN 106227237 A (广州极飞科技有限公司) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文	1-16

☒ 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 8月 6日

国际检索报告邮寄日期

2020年 8月 26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

授权官员

朱艳华

电话号码 86-(10)-53962567

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	US 2017046961 A1 (HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD.) 2017年 2月 16日 (2017 - 02 - 16) 全文	1-16

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/093431

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	110221621	A	2019年 9月 10日	无	
CN	106289264	A	2017年 1月 4日	无	
CN	101877145	A	2010年 11月 3日	CN 101877145	B 2012年 6月 20日
CN	103116360	A	2013年 5月 22日	CN 103116360	B 2015年 6月 17日
CN	106127853	A	2016年 11月 16日	CN 106127853	B 2019年 2月 5日
CN	106227237	A	2016年 12月 14日	CN 106227237	B 2019年 3月 29日
US	2017046961	A1	2017年 2月 16日	US 9812020	B2 2017年 11月 7日