

# 无人机避障技术需求发布

为加快解决低空飞行中面对的无人机避障问题，现面向集团内外部单位开展技术需求发布活动：

## 一、发布对象

1. 集团各产业公司
2. 全国范围内的高校、研究机构、企业

## 二、技术名称

无人机综合避障算法

## 三、功能要求

无人机综合避障算法包括障碍物感知功能，定位与地图构建功能，路径规划与输出功能。

### 1. 障碍物感知功能

（1）激光雷达，毫米波雷达，IMU 进行前期传感器标定，完成空间同步；

（2）在飞行过程中，毫米波雷达与激光雷达进行实时探测，当毫米波雷达判断有障碍物时，将障碍物相对飞机的位置与外廓尺寸上报给飞机，实现毫米波雷达提前告警，并将障碍物的位置用长方形框图标注出来；

（3）具备无人机前方地势变化，地表突出物（如山体，

信号塔，电线杆，高压电力线，建筑物，突出树木等）实时测量能力，并实时标注地表突出物相对飞机高度、距离与方位，并上报给飞机；

（4）采用激光雷达对无人机前方地形地貌进行实时探测，进行点云成像。

## 2. 定位与地图构建功能

（1）激光雷达运动去畸变。

（2）实现精确定位与局部地图实时创建功能，能够对复杂地形的三维地图进行创建。在飞机飞行高度在 300-500m 时点云比较稀疏的情况下，能够使用单点 GNSS 进行全局定位，并采用激光雷达和毫米波雷达联合避障。

（3）在贴地 20m 飞行时，能够实现 slam 功能。

（4）联合激光雷达和毫米波雷达的数据在实时构建地图上标注飞机前方 300m 范围内点云（包括激光雷达点云与毫米波雷达点云）高危障碍物，300m-800m 范围将毫米波探测到的高危障碍物在地图上标注位置与尺寸。

## 3. 路径规划与输出功能

（1）在无人机飞行全过程，具备自主避障及自主航线辅助规划功能，通过算法规划出的航线需要满足无人机的动力约束要求（具体动力约束参数和动力学模型另外给出），具有可跟踪性；

（2）无人机进行贴地飞行时，具有自主航线规划能力，

通过算法规划出的航线需要满足无人机的动力约束要求，具有可跟踪性；

(3) 在飞机坐标系下，根据实时创建的三维地图进行路径规划，将标注了高危障碍物的三维地图截取航带上水平向  $\pm 100\text{m}$  的三维信息与标注作为子地图，上传给飞机；

(4) 将飞机坐标系下路径规划航迹点转换到地理坐标系，并上传给飞机；

(5) 正式试飞时飞机方会给出基于 GIS 的飞行轨迹必经点（两点之间距离大概  $100\text{--}200\text{m}$ ），需要根据必经点进行全局路径规划。

(6) 具备避障传感器和数据处理模块故障检测与上报功能。

算法具有容错机制，在传感器短时失效时仍能给出飞机跟踪航迹点。

能采用百兆网将点云地图传给地面站，且地图中包含完整的障碍物信息。

## 四、性能要求

### 1. 避障感知

#### (1) 障碍物感知范围

远距离探测范围：山体  $\geq 1\text{km}$ ，电力线、信号塔等  $\geq 800\text{m}$ ，  
架空胶股线缆（直径  $\geq 20\text{mm}$ ）  $\geq 400\text{m}$ ；

近距离测量范围：  $\leq 220\text{m} @ 10\%$ ；

## (2) 障碍物感知准确率

虚警率：  $\leq 5\%$ ，毫米波雷达数据所得即目标；激光雷达需要进行滤波处理（如滤除非障碍物点云、离散点等）；

漏报率：  $\leq 5\%$ ；

能识别出的最小障碍物大小：  $\leq 0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ （设备距离障碍物 50m）；

区分动态、静态障碍物，并给出区分标识，静态障碍物标识出外形和位置，动态障碍物标识出速度和加速度；

## (3) 障碍物位置精度

位置精度：世界坐标系下，障碍物位置精度  $\leq 3\text{m}$ （在组合导航定位精度  $\leq 3\text{m}$  的条件下，如组合导航定位精度提高，障碍物位置精度需要同等提高）；

## (4) 避障规划输出频率

在高速巡航时（ $\geq 90\text{km/h}$ ），实时上报障碍物信息，数据输出频率不小于 10HZ；在贴地飞行时（ $\geq 30\text{km/h}$ ）避障规划输出频率不小于 10HZ；

## (5) 支持避障飞行速度

飞机巡航时速度 90-120km/h，能够通过毫米波雷达实现障碍物告警与路径规划，并上报障碍物相对飞机的位置与尺寸，以及障碍物的危险等级。

在贴地飞行以及障碍物密集时飞行速度  $\geq 30\text{km/h}$ ，能够

实现精确定位与实时地图创建，并进行可跟踪路径规划。

## 2. 定位建图

### (1) 定位精度

地理坐标系： $\leq 3\text{m}$ ;

机体局部坐标系： $\leq 0.1\text{m}$ ;

### (2) 建图精度

根据高度、距离信息给地图中的 3D 点进行颜色渲染，地图没有重影或畸变现象，建筑物边缘整齐，没有弯曲和畸变，障碍物轮廓清晰。

局部建图精度： $\leq 0.1\text{m}$ ;

### (3) 地图分辨率

地图上分辨率： $\leq 0.3\text{m}$ （设备距离障碍物 50m）;

### (4) 地图更新频率

$\geq 20\text{HZ}$ ;

## 3. 路径规划

### (1) 时间效率

算法处理时间： $\leq 50\text{ms}$ ;

### (2) 空间效率

局部路径规划点间距： $\leq 10\text{m}$ ;

### (3) 路径规划精度

路径规划精度： $\leq 3\text{m}$ （在组合导航定位精度 $\leq 3\text{m}$ 的条件下，如组合导航定位精度提高，路径规划精度需要

同等提高);

#### (4) 避障安全性

定性指标: 能够避开动态、静态障碍物;

安全距离:  $\geq 1\text{m}$ ;

传感器误差容错性处理: 在短时传感器故障时, 能够输出可跟踪路径点;

#### (5) 轨迹平滑性

满足飞机动力学要求, 路径平滑;

#### (6) 鲁棒性与适应性

在动态复杂环境下, 能够实时调整路径以适应新障碍或目标变化。

#### 4. 数据处理时延

$\leq 100\text{ms}$ ;

### **五、合作方式**

合作方式灵活不设限制, 具体费用根据合作方式面议。

联系人: 熊莉琪

联系电话: 15328221449