

# 低小慢飞行目标检测跟踪技术研究

## 一、赛题介绍

低小慢飞行目标（以无人机为核心研究对象）在超低空安防、空域管控、机场净空保障等场景中具有重要监测价值，但受限于其雷达反射截面小、飞行高度低、运动模式灵活等特性，实际检测跟踪中面临三大核心难点：一是超低空飞行时地物杂波（如建筑、树木、电磁干扰）对目标信号的掩盖；二是多目标交叉飞行时航迹易出现关联错误或断裂；三是目标高机动（如突然折返、变速、俯冲）时跟踪模型易失配。

本竞赛基于“主办方提供的雷达实测数据 + 参赛者自行设计的仿真信号”，围绕无人机目标的“检测 - 跟踪 - 优化”全流程开展研究，核心任务是实现基础检测跟踪功能，并针对上述难点完成进阶优化，最终形成可验证、可复现的技术方案与成果文档。

## 二、赛题目标

（一）基础目标：实现无人机目标的检测与航迹跟踪基本功能，包括：

1. 雷达回波信号仿真或使用主办方提供的实测数据；
2. 目标检测模块（如 CFAR 检测）；
3. 航迹起始、维持与终止逻辑；
4. 实现目标运动状态（位置、速度）的实时估计；

5. 提供完整的算法流程说明与代码文档。

实现目标运动状态（位置、速度）的实时估计；

（二）加分项一：超低空地物杂波滤除

在超低空飞行场景下，地面杂波严重影响目标检测。要求实现杂波抑制算法（如动目标显示 MTI、杂波图、机器学习分类等），并在强杂波背景下保持对目标的稳定跟踪。

（三）加分项二：多目标交叉飞行航迹维持

在多个目标交叉或接近飞行时，容易出现航迹混淆或丢失。要求设计数据关联与航迹管理算法（如 JPDA、PHD 滤波器等），实现多目标航迹的稳定维持与区分。

（四）加分项三：高机动目标跟踪

针对目标突然折返、急转等高机动行为，要求设计自适应运动模型或机动检测机制（如交互多模型 IMM、基于 LSTM 的轨迹预测等），提升跟踪系统对机动目标的适应能力。

### 三、系统界面与演示要求（可选）

设计一个简易的软件交互界面，实现以下功能：

1. 雷达数据可视化（点云、航迹、背景地图）；
2. 目标轨迹显示与预测；
3. 参数配置面板（如检测门限、模型选择）；
4. 支持用户登录、数据导入导出、结果记录等功能。

四、说明与评分规则

- 1. 研究生组需完成基础目标 + 至少两项加分项；
- 2. 本科生组需完成基础目标 + 至少一项加分项；
- 3. 评分依据

评分维度	分值占比	说明
任务完成数量	30%	完成目标数量越多，基础分越高（如研究生完成 4 项得 30 分，完成 3 项得 20 分）
功能完整性	25%	代码是否跑通、结果是否符合预期（如检测率、跟踪误差达标）
算法创新性	20%	是否改进现有算法（如杂波滤除、航迹关联的创新点），而非直接套用开源代码
代码与文档规范性	15%	代码模块化程度、注释完整性；文档是否包含原理推导、参数说明、结果分析
成果展示性	10%	可视化平台是否易用、结果图表是否清晰（仅针对选择目标五的参赛者加分）

五、参考资料

- 1. 《雷达原理》（丁鹭飞 编著）；
- 1. 雷达目标检测与跟踪经典教材（如《雷达信号处理基础》）；
- 2. 卡尔曼滤波、粒子滤波、IMM 等多目标跟踪算法；
- 3. 机器学习在杂波分类与轨迹预测中的应用；