

# 城市环境下的无人飞行器的 雷达、频谱和光电监控系统

## 多模态融合思路与方法

深圳市武锋技术有限公司 2024.6.24

## 汇报提纲

● 多模态识别结果的多模计算、确认方法、准确度

● 多模态融合计算结果标准化输出

● 物理层模型与控制协议

● 多节点分层控制传输与展示

● 深圳市武锋技术有限公司简介



# 1

## PART 01

多模态识别结果的多模计算、确认方法、  
准确度

## 多模态感知识别结果综合判定和准确度

### 合标广播的飞行信息

直接输出结果，可以启动光电跟踪，准确度100%

### 协议解析结果

对于非加密无人机，直接输出结果，可以启动光电跟踪，准确度几乎100%，对于协议加密无人机，结合频谱特征方向结果，启动雷达或者光电确认和跟踪，准确度较高。

### 雷达的感知结果

频谱特征验证可以剔除飞鸟、气球等误报，送光电图像识别确认，并可启动跟踪，拟合频谱数据结果，准确度也很高。4G5G飞控的无人飞机，频谱无法验证，与合标广播比对，再雷达飞行验证，依赖光电确认，可以跟踪。

### 频谱特征感知结果

对任意拼装的无人机，频谱可以率先发现，对于非盲区运动目标，雷达确认，可以启动光电跟踪。

### 光电红外跟踪及AI图片识别验证

设备需具备飞行器AI识别能力，可以为最终确认飞行器状态，提供直观视频和图像

### 干扰迫降非法无人飞机

利用频谱侦测的频率结果，定向发射飞控干扰信号和GPS干扰信号，将无人机驱离或者迫降



# 2

## PART 02

多模态融合计算结果标准化输入输出

# 多模态融合计算结果标准化输入输出系统架构

综合  
管理层



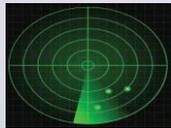
多级警戒，多层防御  
精准管控，闭环管理

情报  
分析层



交叉引导确认，态势评估

数据  
融合层



多源数据拼接融合

设备  
接口层



多种终端产品

雷达

频谱+解码+反制

光电

诱骗

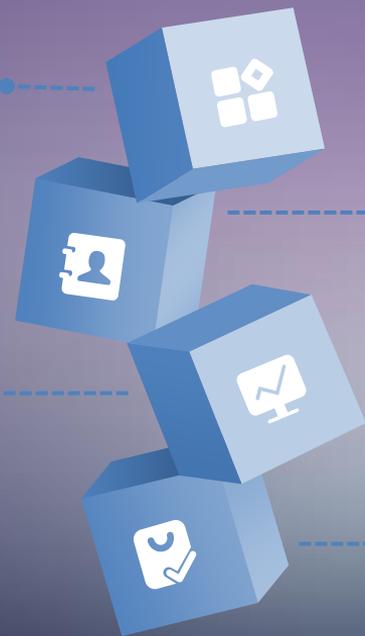
## 多模态计算及控制服务器（边沿计算）

每个感知控制基站包含各模态监控设备（雷达、频谱、光电）

感知计算服务器，要求实时处理，标准化输出或者存储结果

每个感知基站控制基站，单独设立多模态计算及控制服务器

任意控制展示节点通过感知计算服务器与各模态监控设备相连，以保证在多节点操作的条件下的分布计算处理以及标准化操作





# 3

## PART 03

### 传输物理层模型与控制协议

## 传输物理层模型与控制协议

1

不同模态设备统一  
协议接口标准

个模态设备厂家应开放协议接口，并按照统一的标准传输结果和设置命令

2

远程宽带物联网  
MQTT传输规范

消息队列机制，传输可靠、数据量小，目前已经扩展出了数十个MQTT服务器端程序，可以通过PHP，JAVA，Python，C，C#等系统语言来向MQTT发送相关消息。

3

客户端、服务端  
B/S C/S架构选择

B/S客户端程序简单，但是保密性不强；  
C/S架构客户端可以做复杂的程序，保密性强。

## 传输物理层模型与控制协议

4

### 数据库的选择

主流的关系数据库有oracle、db2、sqlserver、sybase、mysql等，可以考虑与使用部门相同的数据库格式

5

### 数据传输格式

为方便数据解析，可以采用JSON主流数据格式进行数据传输，并标准化制定与多模态计算服务器的数据传输协议，进行物理层定义。

6

### 网络传输

可以采用政府专网，或者运营商虚拟专网VPN传输，每个服务器和监控设备使用唯一网络地址，保证网络传输的稳定行、可靠性与传输速度。



# 4

## PART 04

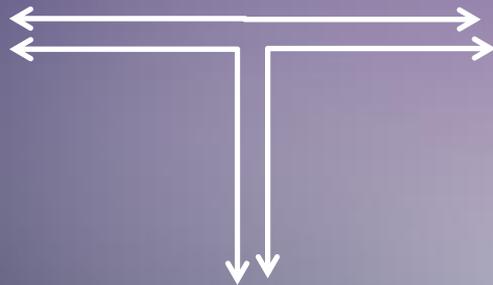
### 多节点分层控制传输与展示

## 多节点分层控制传输与展示

### 多层结构网络拓扑示意图



多模态计算服务器



现场指挥中心



市级指控中心

## 分区结果显示、状态

### 合标广播信息显示区

广播的飞行器序列号、机型、起飞点、航线、目的地点坐标、业务种类、飞行状态等。

### 协议解码显示区

解码的序列号、机型，无人飞机经纬度，高度，识别状态、合规广播信息等。

### 雷达结果显示控制区

移动目标速度、经纬度，航向角、距离等



### 频谱结果显示控制区

使用频率、型号、电平强度，方向，大致距离等数据

### 光电跟踪显示区

飞行视频、飞行的业务种类识别，或者飞行意图综合判断等

### 非法飞行控制区

危害程度等级评定，迫降、驱离以及结果等



# 5

## PART 05

深圳市武锋技术有限公司简介

## 深厚的电磁频谱空间技术研发积累

### 主要荣誉：

- 2019年澳门回归20周年安全保障荣立三等功
- 军民融合创业大赛优胜奖，孙家栋院士颁奖
- 2021年11月成为国家高新技术企业
- “无形截击-2019”反无人机挑战赛顶点迫降第一名，获中央军委专家领导的高度赞誉
- 2023年6月南部战区红蓝对抗演习中获得南部战区第一名



# 谢谢！

汇报单位：深圳市武锋技术有限公司

