

多无人机主从编队控制实验

1. 实验目的

本实验旨在通过Matlab软件，实现多无人机的主从跟踪控制控制。

2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；RflySim工具链^[1]；MATLAB 2022b及以上版本。
- 硬件要求：笔记本/台式电脑1台；集群控制仿真单元1台^[2]。

3. 实验地址

例程目录：

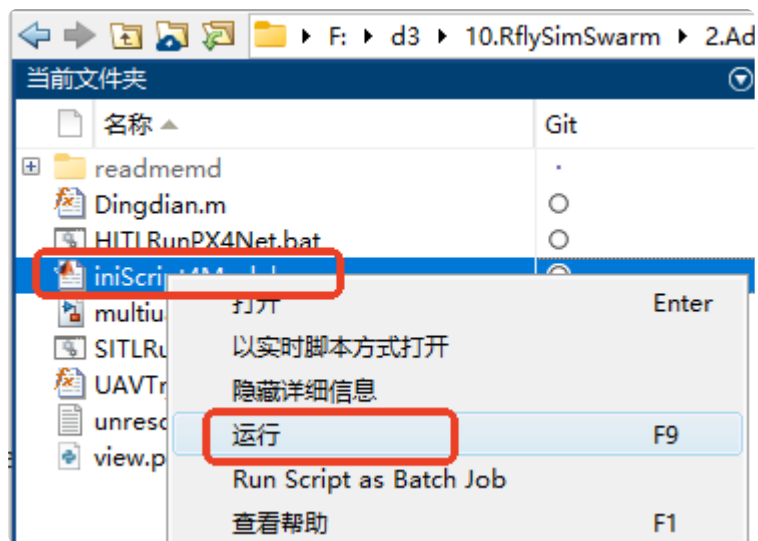
[\[安装目录\]\RflySimAPIs\10.RflySimSwarm\2.AdvExps\e1.MatCentCtrlUAVsSim\5.RflyUdpSimpleMSFollowing](#)

- [iniScript4Model.m](#)：系统参数初始化脚本，设置PID参数、仿真环境和系统变量。
- [multiuav.slx](#)：主要控制系统模型，包含通信、控制和轨迹规划模块。
- [UAVTrjExpect1.m](#)：轨迹期望生成函数，根据控制指令和编队标志生成目标位置。
- [Dingdian.m](#)：编队队形1定义函数，设置无人机的线性编队位置。
- [SITLRun6uavs.bat](#)：软件在环仿真环境一键启动脚本。
- [HITLRunPX4Net.bat](#)：硬件在环仿真启动脚本。
- [view.py](#)：UE4可视化控制接口，用于视角控制和视觉效果设置。
- [Readme.md](#)：实验说明文档。
- [Dingdian.m](#)：线性编队队形配置函数。

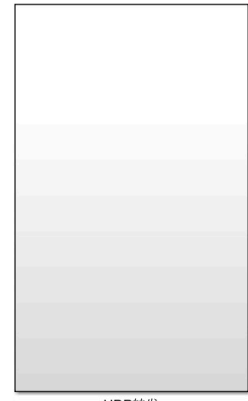
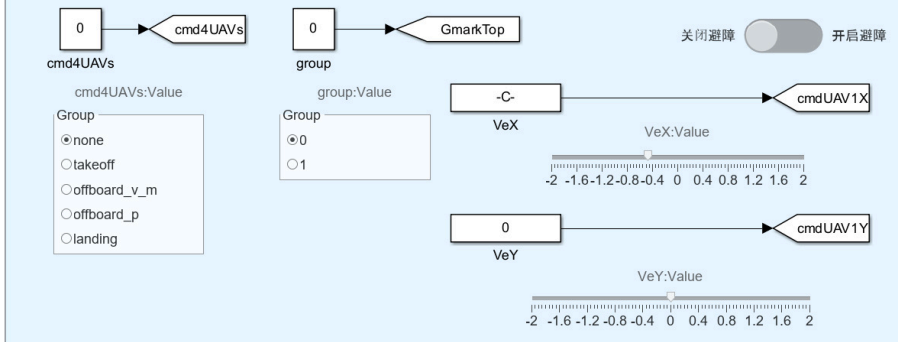
4. 实验内容或步骤

4.1 步骤1：初始化Simulink控制主程序

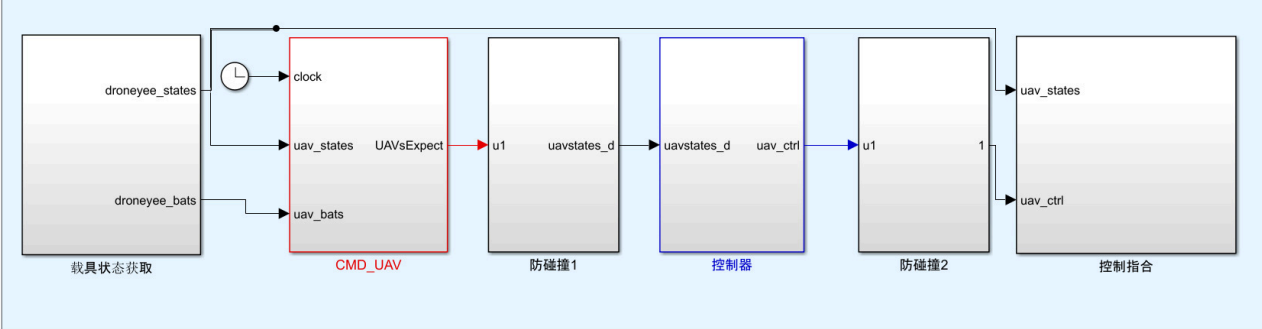
使用matlab打开本例程目录，双击打开 `iniScript4Model.m` 文件和 `multiuav.slx` 文件。其中 `iniScript4Model.m` 文件是初始化参数文件，先运行初始化文件之后才可以运行 `.slx` 文件（如果matalb版本是2022b,运行 `iniScript4Model.m` 初始化文件后 `multiuav.slx` 自动弹出）。



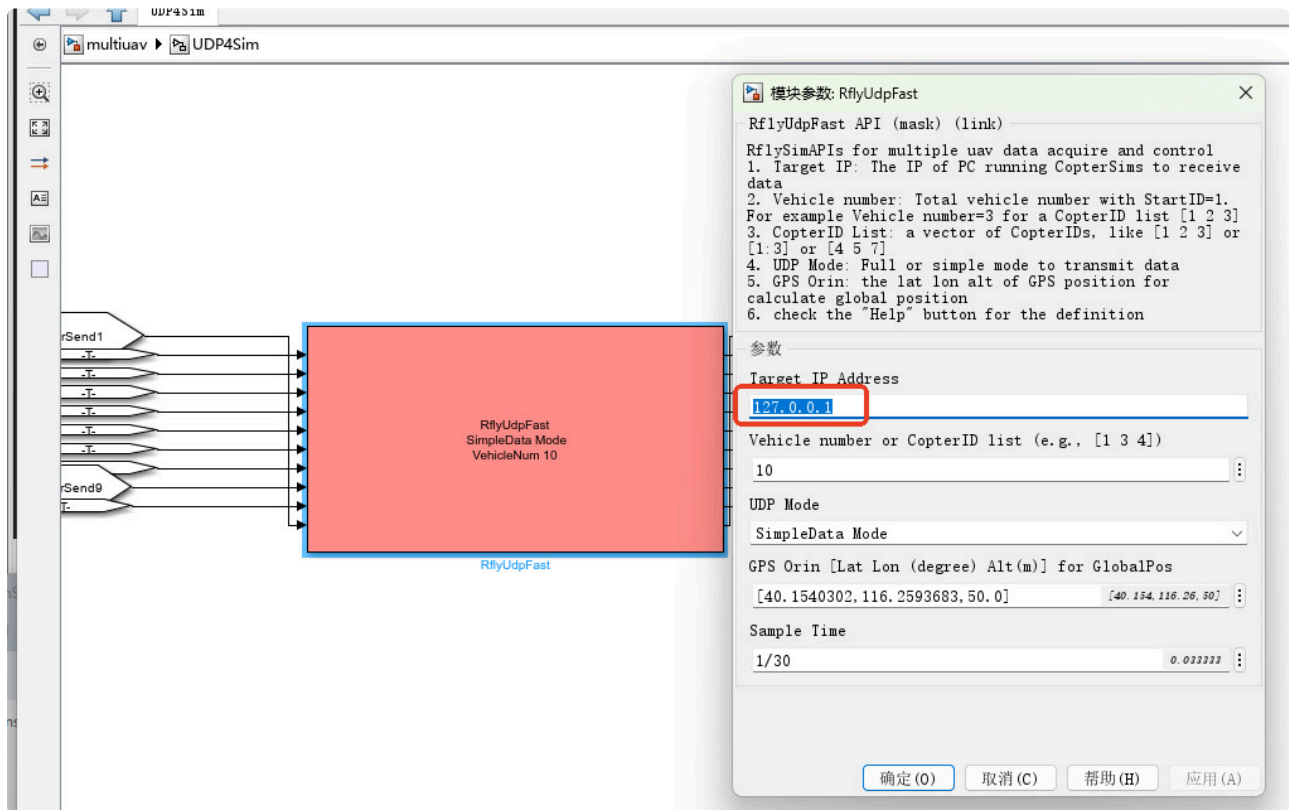
HandleCtrl



UAVs

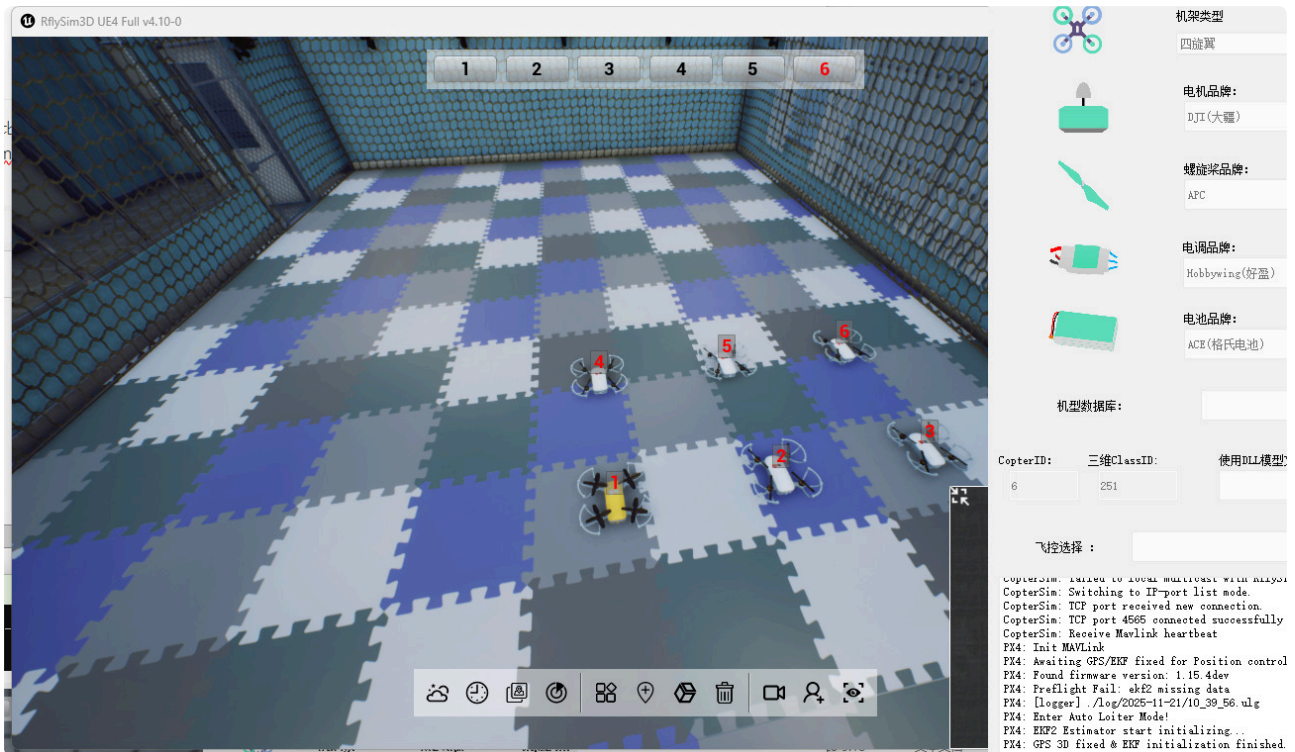


仿真实验前，点击UDP通信模块，设置UDP通信地址127.0.0.1，UDPmode设为Simpledata，保证与bat脚本中仿真软件通信配置保持一致



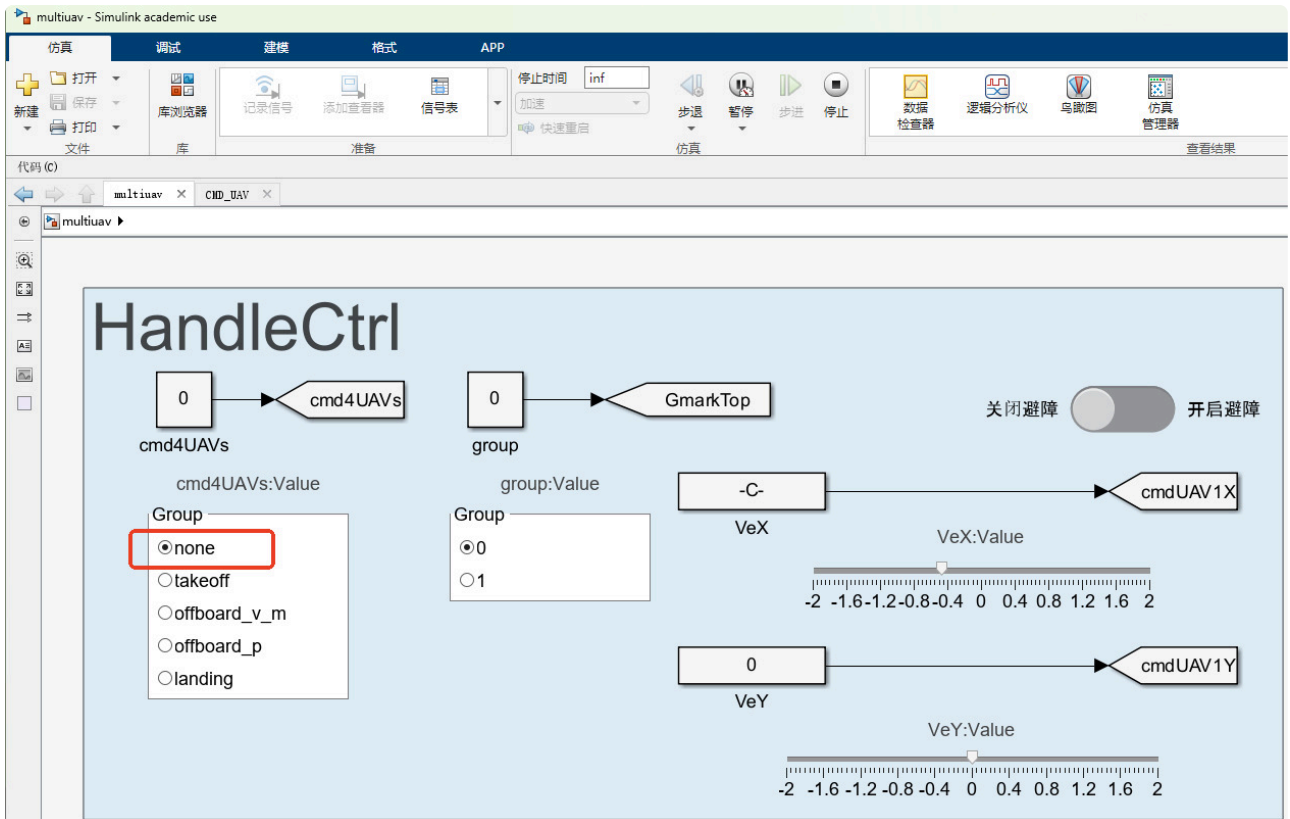
4.2 步骤2：启动软件在环仿真

双击 `SITLRun6uavs.bat` 启动6架飞机的软件在环，会自动弹出CopterSim、QGroundControl、RflySim3D/RflySimUE5等软件终端界面，待CopterSim弹出PX4: GPS 3D fixed & EKF initialization finished.证明启动正常。



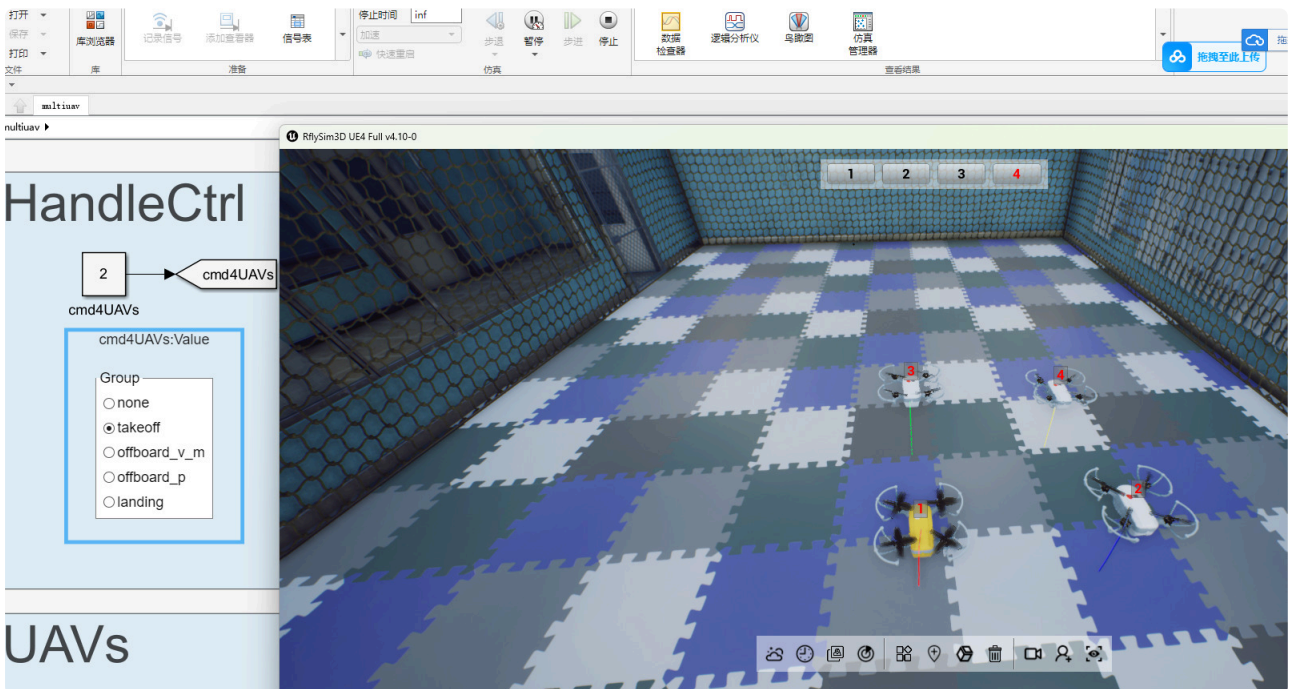
4.3 步骤3：运行Simulink控制程序

在multiuav.slx中将初始飞行模式设为none，点击"运行"，如下图

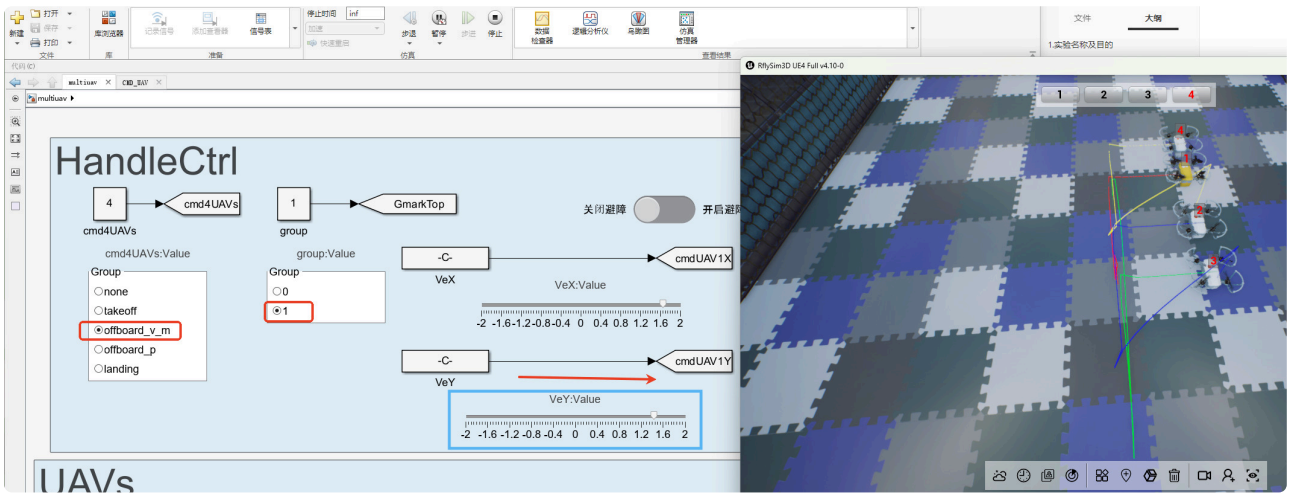
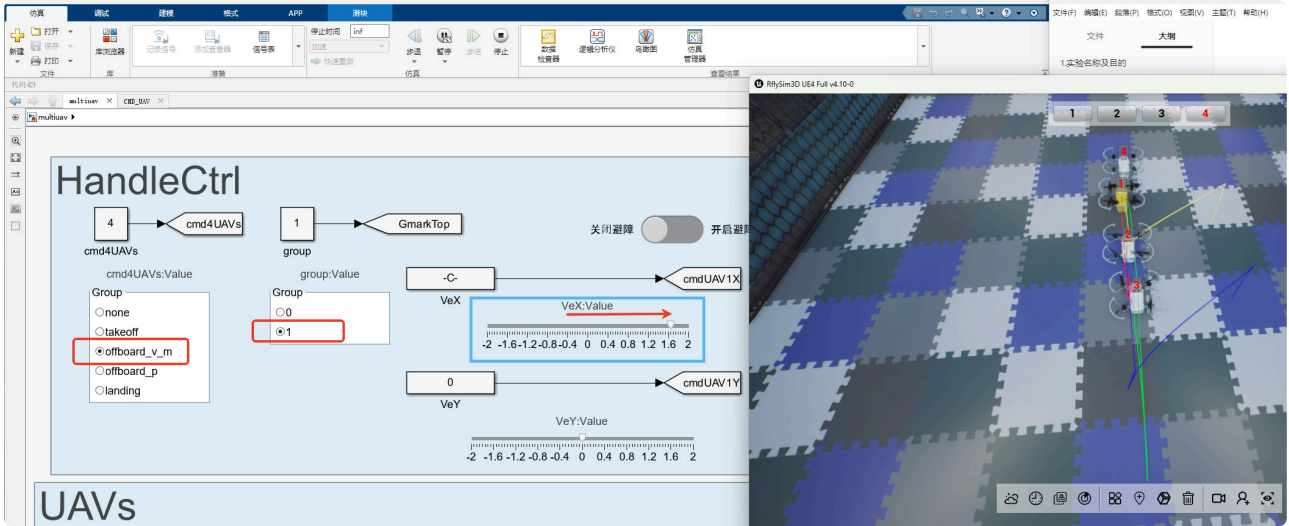


4.4 步骤4：执行起飞并切换模式完成队形变换

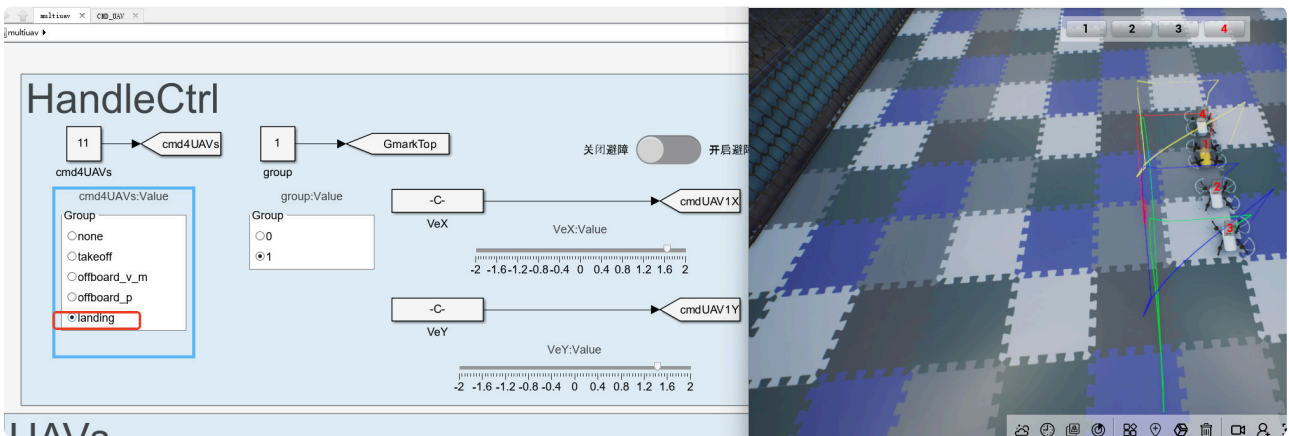
左侧按键先置于takeoff，待飞机平稳后，切换为offboard_v_m或者offboard_p，并且将右侧按键置于0，此时无人机按照 [UAVTrjExpect1.m](#) 的主函数设定的位置到达初始点。



右侧按键置于1时会以1号机为主机形成主从编队，此时调整x滑条，其余飞机会跟随主机在x方向移动，调整Y滑条其余飞机会跟随主机在y方向移动。



待程序飞完以后，左侧按钮置于land无人机降落。



4.5 步骤5：硬件在环仿真（选做）

首先参考例程

[【安装目录】\RflySimAPIs\1.RflySimIntro\2.AdvExps\9.ConfigTools\2.FeisiSwarmBox_Config](#)

完成集群控制仿真单元的配置，使用本实验目录的 [HITLRunPX4Net.bat](#) 启动硬件在环仿真环境。其余仿真步骤与4.1软件在环仿真完全一致。

5. 关键知识点

关键知识点1：UDP通信机制与数据传输

核心技术原理，参

见 `10.RflySimSwarm\2.AdvExps\e1.MatCentCtrlUAVsSim\2.RflyUdpSimplePosCtrl`

关键知识点2：主从编队控制架构

系统架构总览：本实验采用**主从编队控制架构**，通过Matlab/Simulink实现多无人机协调控制。系统架构基于分层控制理念，将复杂的多机编队问题分解为通信层、决策层和执行层三个层次。

关键知识点3：模块化设计

各功能模块独立，便于调试和扩展，一号机作为领航机，其余机跟随执行编队，UDP协议确保低延迟的数据传输，有多重安全机制和异常处理策略。

6. 参考资料

1. [RflySim官方文档](#)
2. [QGroundControl用户指南](#)
3. [PX4开发指南](#)
4. [Matlab/Simulink官方文档](#)
5. [MAVLink通信协议规范](#)
6. [UDP网络通信协议标准](#)
7. [室内定位系统技术规范](#)
8. 《多旋翼飞行器设计与控制》，全权，杜光勋，赵峙尧，戴训华，任锦瑞，邓恒译，电子工业出版社，2018
9. 《多旋翼飞行器设计与控制实践》，全权，戴训华，王帅，电子工业出版社，2020
10. 《多旋翼飞行器:从原理到实践》，全权，电子工业出版社，2023
11. 《无人机集群控制理论与应用》，沈林成，电子工业出版社，2021
12. 《室内定位技术与应用》，刘军发，清华大学出版社，2019
13. [RflySim多机仿真教程系列](#)

7. 常见问题

Q1: RflySim软件无法启动或无人机数量设置错误

A1: 现象: 双击SITLRun.bat后, 软件启动失败或显示无人机数量与预期不符。原因: 软件路径配置错误或批处理脚本中的路径设置不正确。解决方案: 1.检查SITLRun.bat中的软件安装路径是否正确 2.确认CopterSim和QGrounControl软件已正确安装 3.以管理员权限运行批处理脚本 4.检输入的无人机数量是否为5。预防措施: 安装软件时记录安装路径, 定期检查软件更新。

Q2: Matlab与RflySim通信失败

A2: 现象: Simulink模型运行后, UDP通信显示连接失败或数据传输异常。原因: IP地址设置错误、端口被占用或防火墙阻止通信。解决方案: 1.确认UDP通信地址设置为127.0.0.1 (仿真模式) 2.检查端口27000-27009是否被其他程序占用 3.临时关闭Windows防火墙测试连接 4.重启Matlab和RflySim软件重新建立连接。预防措施: 使用专用的网络端口, 避免与其他应用冲突。

Q3: 无人机起飞后位置漂移或震荡

A3: 现象: 无人机起飞后无法稳定悬停, 出现位置漂移或高频震荡。原因: PID参数不合适、定位系统精度不足或控制频率过低。解决方案: 1.调整iniScript4Model.m中的PID参数(降低P参数, 增加D参数) 2.检查动捕系统的定位精度和更新频率 3.确认控制系统运行频率为30Hz 4.检查无人机质心与几何中心是否一致。预防措施: 使用标准的PID调参方法, 逐步优化控制参数。

1. <https://rflysim.com/> ←

2. 推荐配置请见: <https://rflysim.com/> ←