粗粒度集群组网实验

1. 实验目的

通过无人机集群组网发送的数据都会发送到粗粒度组网程序，然后根据粗粒度组网的规则判断能否到达目的无人机并计算丢包。

2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；RflySim工具链[1]；Redis。
- 硬件要求：笔记本/台式电脑1台[2]。

3.实验地址

例程目录：
[安装目录]\RflySimAPIs\9.RflySimComm\1.BasicExps\e4.RedisUAVsCommExps\2.NetSimMini_redis_nomat

- ./SITLRun4MavlinkFull.bat：仿真环境一键启动脚本
- ./Python38Run.bat：Python环境一键启动脚本
- ./UAV1Ctrl.py：1号飞机控制程序
- ./UAV2Ctrl.py：2号飞机控制程序
- ./UAV3Ctrl.py：3号飞机控制程序
- ./UAV4Ctrl.py：4号飞机控制程序
- ./NetworkSimulationNoRflysim.py：仿真主要控制程序
- ./PyViaGui.py：模拟效果展示程序
- ./RedisUtils.py：Redis控制程序

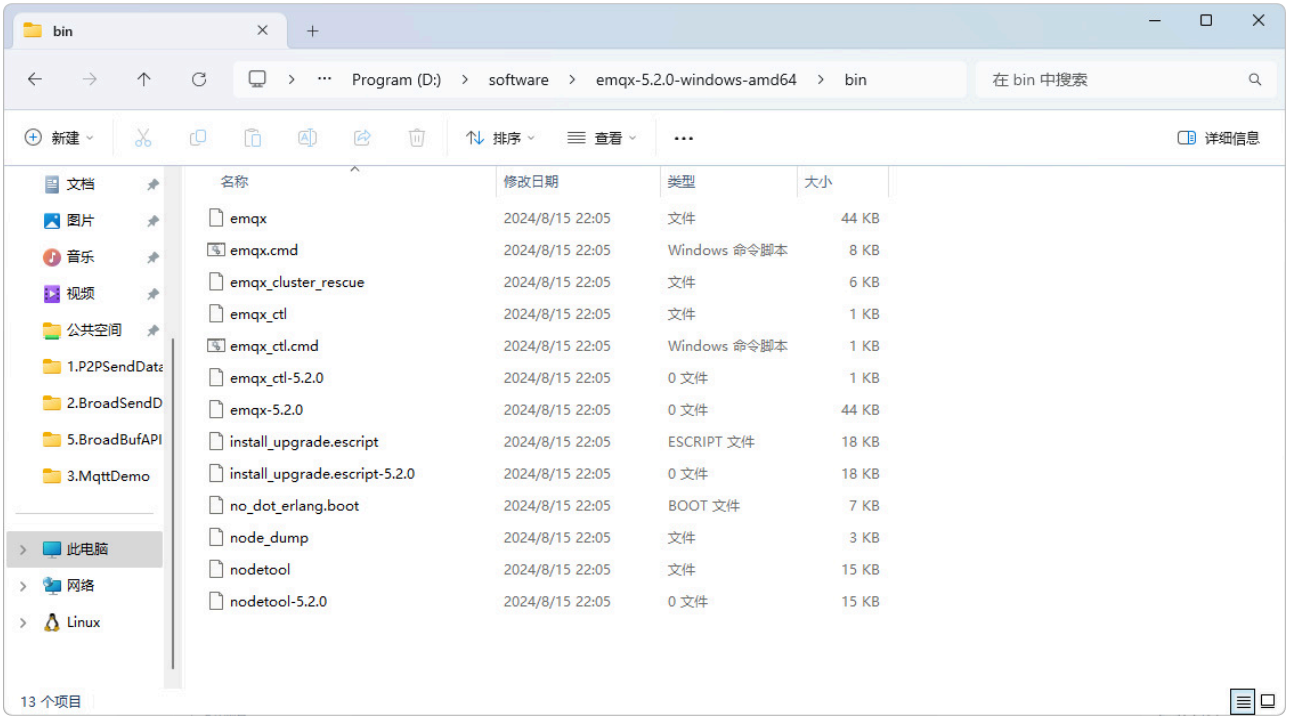
4. 实验内容或步骤

4.1 步骤1：Redis安装

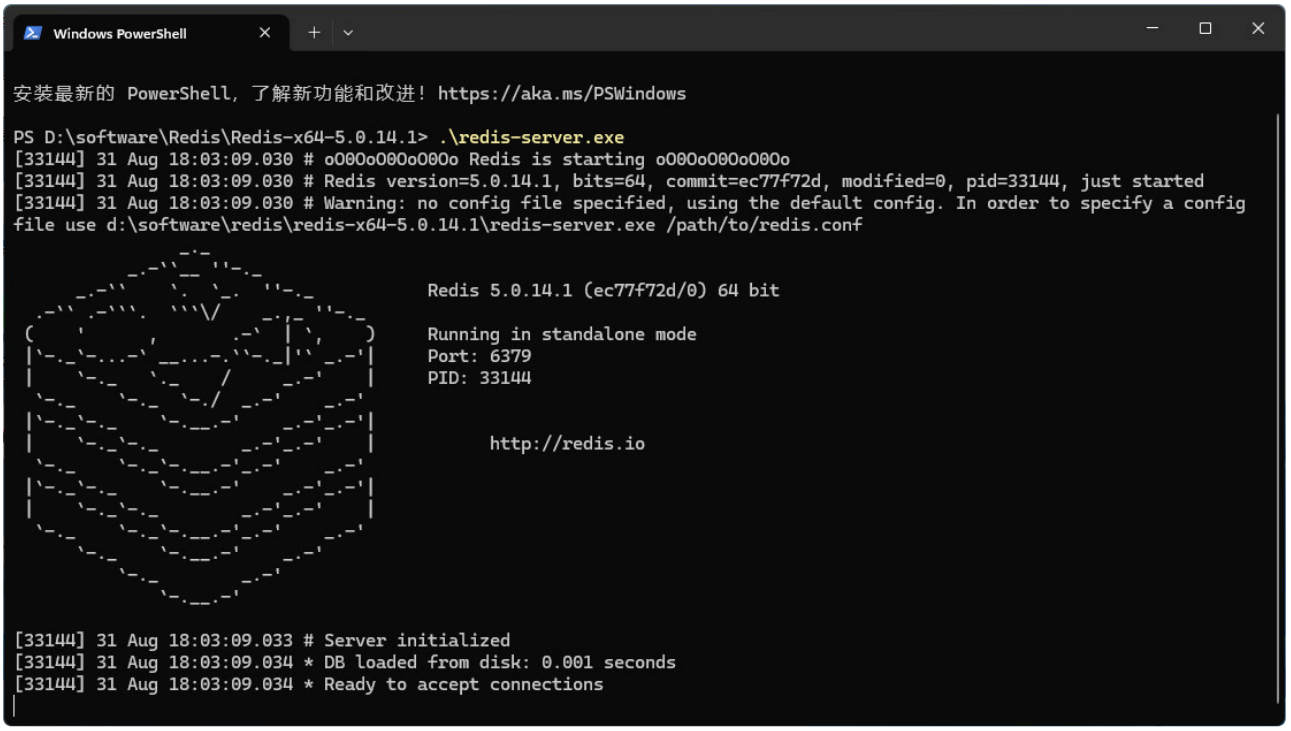
如果没有安装过Redis，或者不知道Redis相关知识的，请查看文档：
*:\PX4PSP\RflySimAPIs\9.RflySimComm\1.BasicExps\e0-ResourcesFile\Windows下Redis安装教程.pdf

4.2 步骤2：本机实验

进入Redis的安装目录中。



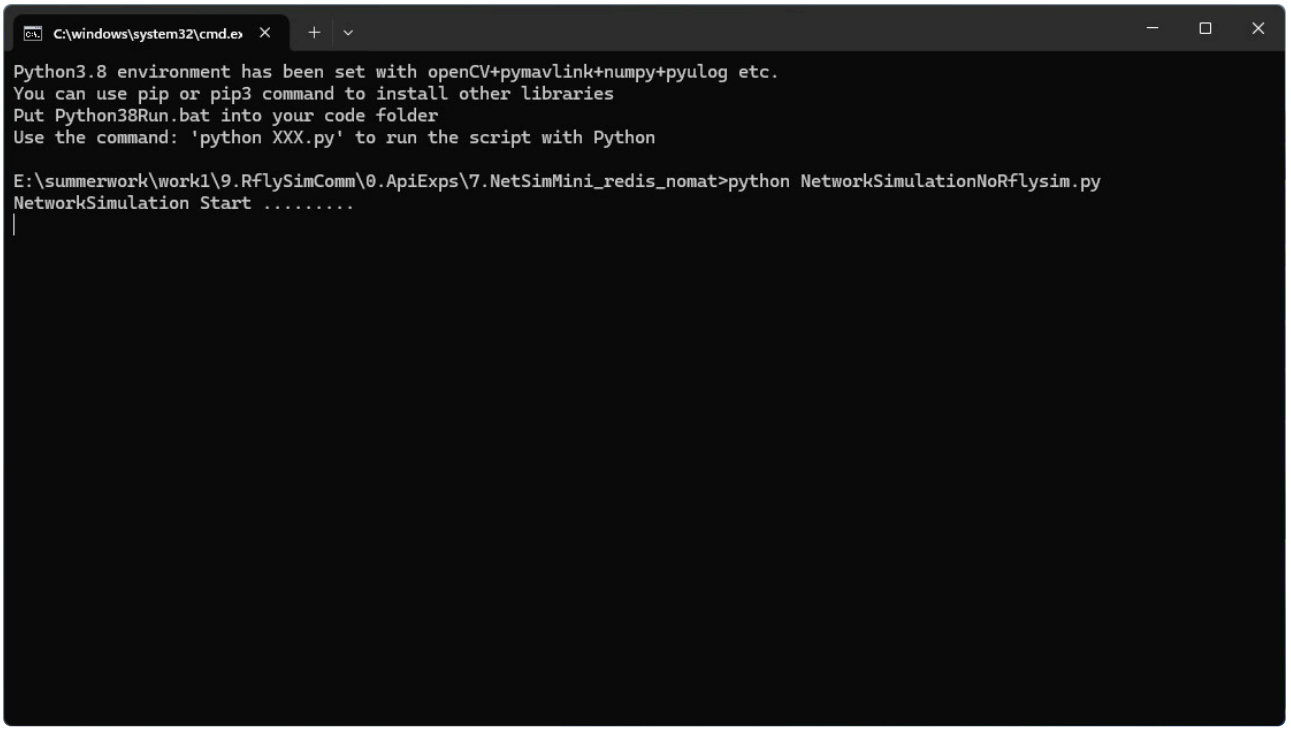
在该目录中打开cmd，输入如下的命令，来开启Redis服务器。
.\redis-server.exe



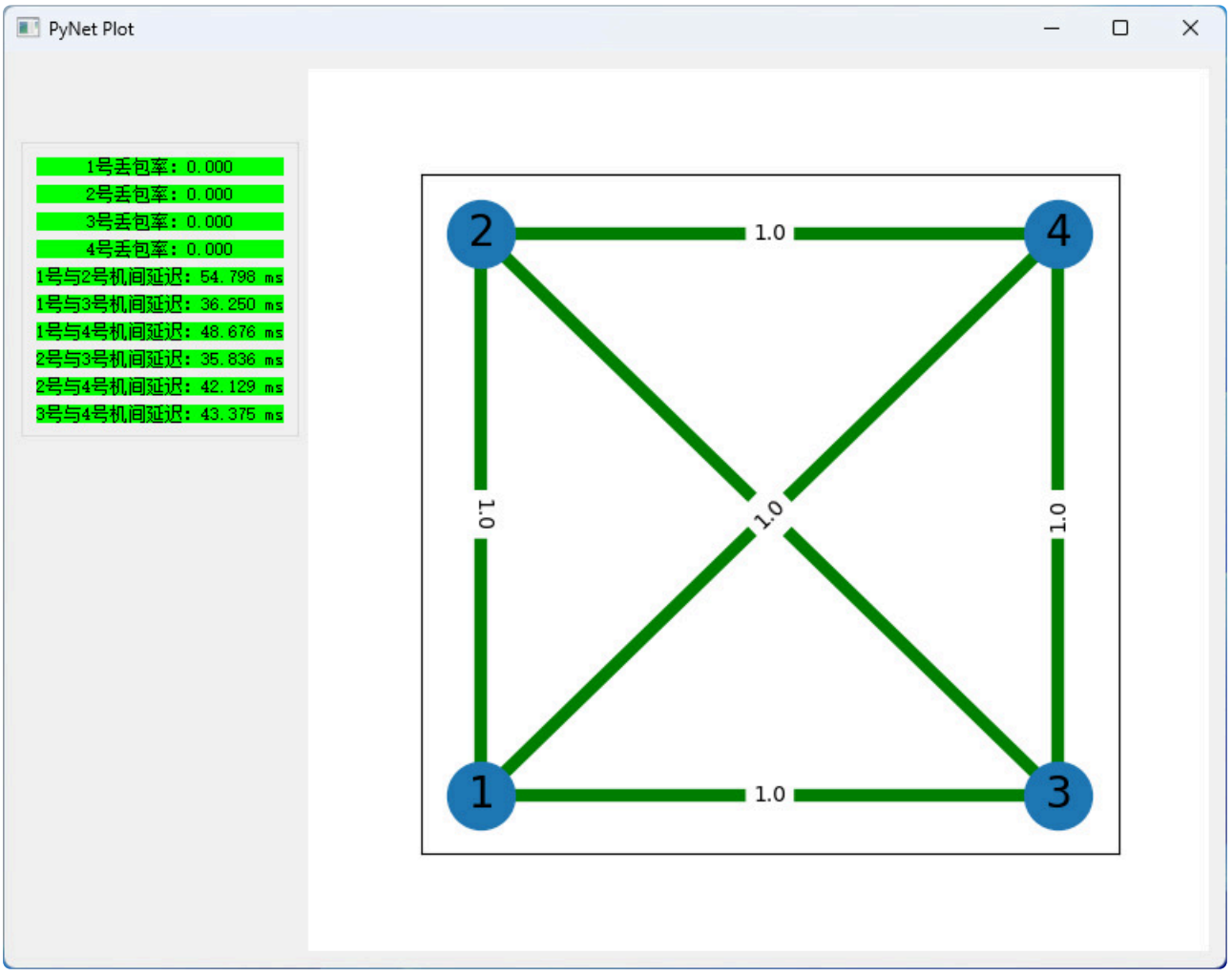
注意，默认情况下该服务是前台运行的服务，如果关闭该命令框，则Redis服务器会被关闭。

双击运行"SITLRun4MavlinkFull.bat"自动创建四个飞机。等待所有CopterSim的左下角打印"PX4: GPS 3D fixed & EKF initialization finished."。

双击运行"Python38Run.bat"，在其中输入"python NetworkSimulationNoRflysim.py"。

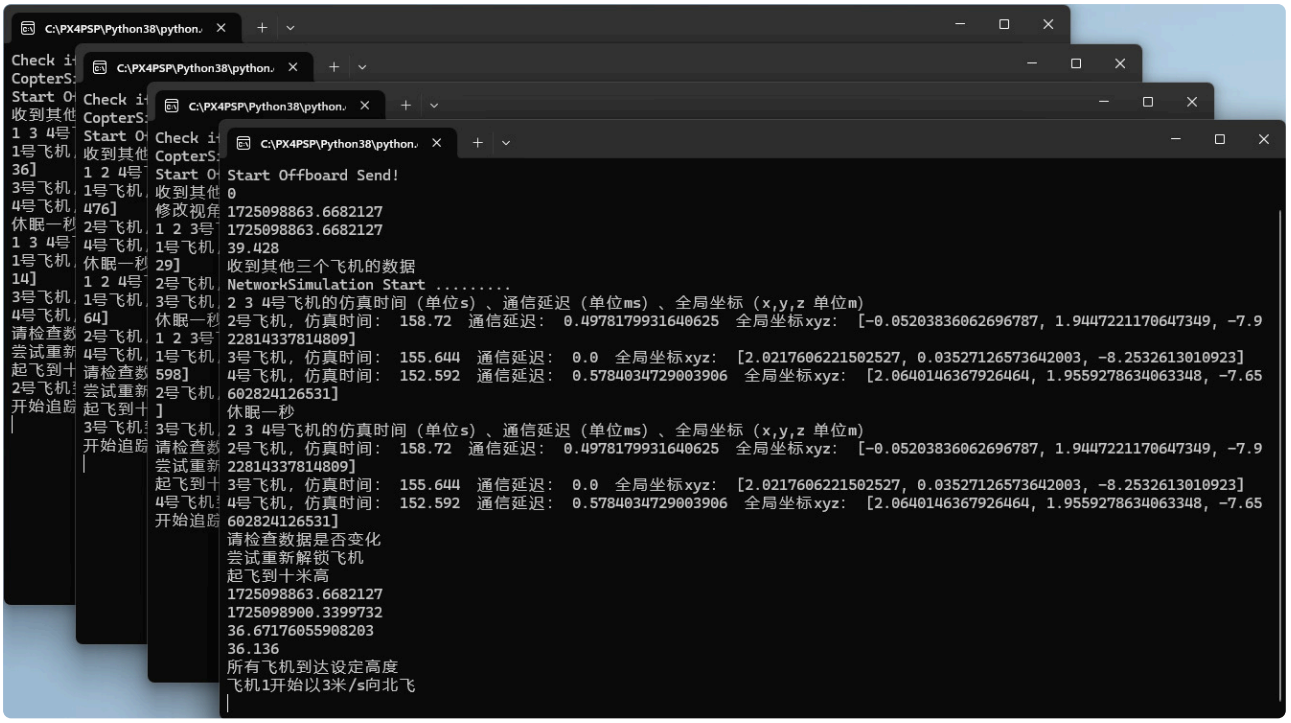


双击运行"Python38Run.bat"，在其中输入"python PyViaGui.py"。



使用Python38Run.bat，运行四个UAV控制程序，也可以使用UavPythonRunALL.bat一键启动。

可以看到控制台打印了飞机的信息。



在RflySim3D中，可以看到飞机正常编队飞行。

5. 关键知识点

关键知识点1：MAVLink通信实例

程序首先创建了一个MAVLink通信实例，PX4MavCtrler类的实例用于控制无人机（本例中为2号无人机）。使用InitMavLoop()方法初始化MAVLink通信，随后使用initOffboard()启用无人机的Offboard控制模式。

关键知识点2：CopterSim仿真平台通信

初始化后，程序与CopterSim仿真平台建立通信，通过UDP传输仿真数据。CopterSim负责将接收到的控制指令转换为MAVLink消息发送给PX4，同时将PX4的反馈信息转发回本程序。

关键知识点3：无人机状态数据发布

PublicUavData()函数不断地发布2号无人机的状态数据（如GPS位置、速度、欧拉角等）到Redis的频道"UAV2"中。这些数据包括时间戳、位置信息等，用于后续的多无人机协同操作。

关键知识点4：多无人机数据订阅

通过SubUavNet()函数，程序订阅了来自1号、3号和4号无人机的数据（通过频道"UAV1"、"UAV3"、"UAV4"）。这些数据由其他无人机的类似发布程序推送到Redis中，并在本程序中通过sub_callback函数处理与存储。

关键知识点5：通信延迟计算

在接收到来自其他无人机的数据后，程序计算并记录了每个无人机数据的通信延迟，存储在全局变量UavData中。通过时间戳差值计算延迟，以评估网络通信的实时性和可靠性。

关键知识点6：协同追踪算法

在RunUavNet()函数中，程序首先等待接收到至少3个其他无人机的数据，然后执行协同操作。比如，它指示2号无人机追踪1号无人机的位置，保持与其相对固定的距离。控制指令通过比例控制算法计算无人机的速度，并实时更新发送给CopterSim和PX4。

关键知识点7：延迟测量与评估

程序设计中，延迟测量是一个重要环节。通过timeDelay字段计算各无人机间的通信延迟，实验结果可以帮助评估网络条件下的仿真效果。

关键知识点8：追踪算法验证

通过不断调整2号无人机的速度和方向，程序验证了基于比例控制的无人机追踪算法在仿真环境中的表现。

关键知识点9：数据一致性验证

程序多次输出各无人机的仿真时间、通信延迟和全局坐标，验证仿真数据的一致性和正确性。

6.参考资料

1. RflySim官方文档
2. Windows下Redis安装教程

7.常见问题

Q1：Redis服务无法启动怎么办？

A1：检查Redis是否正确安装，确认Redis安装目录下存在redis-server.exe文件。在命令行中运行".\redis-server.exe"来启动服务。

Q2：CopterSim没有显示"PX4: GPS 3D fixed & EKF initialization finished."信息。

A2：等待一段时间让PX4完成初始化过程，确保仿真环境正常运行。如果长时间未显示，可能需要检查PX4和CopterSim的安装配置。

Q3：Python程序运行报错。

A3：确保Python环境正确配置，确认所需依赖库已安装，如mavlink、redis等库。检查Python38Run.bat是否能正常启动Python环境。

---

1. https://rflysim.com/ ↩
2. 推荐配置请见： https://rflysim.com/doc/zh/HowToInstall.pdf ↩