

- 1.实验名称及目的
 - 1.1 实验名称
 - 1.2 实验目的
 - 1.3 关键知识点
 - A. 通信拓扑与套接字绑定策略
 - B. UDP 与广播干扰抑制
 - C. JSON 配置结构解析
- 2. 实验效果 (预期)
- 3. 文件目录
- 4. 运行环境
- 5. 实验步骤
 - 步骤1: IP 规划与记录 (PC1/PC2/PC3)
 - 步骤2: 编辑 `Config.json` (PC1)
 - 步骤3: 更新 PX4 脚本 (PC2)
 - 步骤4: 开启仿真
- 7. 常见问题
- 6. 参考资料

1.实验名称及目的

1.1 实验名称

基于 `Config.json` 的 CopterSim 外部通信灵活配置实验

1.2 实验目的

掌握通过 `Config.json` 配置 CopterSim 与 PX4 / QGC / UE 的多端通信方式

1.3 关键知识点

A. 通信拓扑与套接字绑定策略

本实验涉及多主机: PC1(CopterSim)、PC2(PX4+UE)、PC3(QGC)。通过 JSON 定义若干 UDP Socket 与 TCP Server:

1. name 规则: 变量名 + ' ' + `rec/send`。`*_send` 表示发送端目标 IP; `*_rec` 表示绑定本地监听 IP。
2. IP 取值策略: `127.0.0.1` 仅回环; `AnyIPv4` 绑定 0.0.0.0 接受局域网多源; 指定局域网 IP 实现点对点定向发送。
3. 端口规划: 避免端口复用冲突, 发送与接收分离; 高频姿态/传感器采用单向 UDP, 低频控制或管理可用 TCP。

B. UDP 与广播干扰抑制

传统“联机模式”中多用户共享广播, UE 端接收混杂数据。通过定向配置 `*_send` 为目标主机 IP, 可实现只向指定主机投递。例如:

- `udpSocketSIL_send` → PX4 实例主机
- `m_GcsUDP_send` → QGC 主机
- `m_cuShowData_UDP_send` → UE 主机

C. JSON 配置结构解析

精简抽象：

```
{  
    "IS_BROADCAST": "json",           // 启用外部配置模式  
    "Sockets": [  
        {"name": "udpSocketSIL_send", "ip": "192.168.31.171", "port": 14560},  
        {"name": "udpSocketSIL_rec", "ip": "AnyIPv4",           "port": 14561}  
    ],  
    "TCPServers": [  
        {"name": "m_statusTCP_rec", "ip": "127.0.0.1", "port": 5555}  
    ]  
}
```

关键字段：`name`、`ip`、`port`。确保 `*_send` 使用对端主机 IP；`*_rec` 使用本机需要的绑定策略。

2. 实验效果（预期）

当正确配置后：CopterSim 在 PC1 仅向指定的 PX4 / QGC / UE 主机定向发送，不再向其他局域网用户广播；QGC 正常接收航线并下发；UE 端仅显示对应无人机位姿；另一未被配置的 UE 终端不再接收到该无人机数据。

3. 文件目录

例程目录：[安装目录]\2.RflySimUsage\1.BasicExps\20.CopterSimJsonUsage

序号	文件名	文件描述
1	Config.json	实际运行使用的配置文件
2	Config_带注释不可运行.json	带注释示例（说明用，不可直接运行）
3	SITLRunCopterSim.bat	启动 CopterSim 并应用外部 JSON 配置
4	SITLRunPX4Instance.bat	在主机上启动多个 PX4 SITL 实例脚本
5	px4/px4-rc.simulator	PX4 初始化脚本（需修改 <code>PX4_SIM_HOST_ADDR</code> 指向 CopterSim 主机）
6	px4/sitl_multiple_run_rfly.sh	批量运行 PX4 SITL 的脚本

4. 运行环境

- 硬件：至少 3 台局域网主机或虚拟机（PC1: CopterSim； PC2: PX4+UE； PC3: QGC）。网络互通、低延迟 (<5ms 局域网)。
- 软件：
 - RflySim 工具链（版本： ≥ 4.1 ）

5.实验步骤

步骤1：IP 规划与记录（PC1/PC2/PC3）

获取三台电脑的ip并记录，这里PC1 IP: 192.168.31.9， PC2 IP: 192.168.31.171， PC3 IP: 192.168.31.220。

步骤2：编辑 `Config.json`（PC1）

PC1，在\PX4PSP\CopterSim\external\json 下配置Config.json。这里设置如下

```
1  {
2     "udp_configs": [
3         {
4             ...
5         },
6         {
7             "name": "udpSocketsSIL_send",
8             "ip": "192.168.31.171",
9             "port": 0
10            },
11            {
12                ...
13            },
14            {
15                ...
16            },
17            {
18                ...
19            },
20            {
21                ...
22            },
23            {
24                ...
25            },
26            {
27                ...
28            },
29            {
29            ...
30            },
31            {
32                ...
33            },
34            {
35                ...
36            },
37            {
38                ...
39            },
40            {
41                ...
42            },
43            {
44                ...
45            },
46            {
47                ...
48            },
49            {
50                ...
51            },
52            {
53                ...
54            },
55            {
56                ...
57            },
58            {
59                ...
60            },
61            {
62                ...
63            },
64            {
65                ...
66            },
67            {
68                ...
69            },
70            {
71                ...
72            },
73            {
74                ...
75            },
76            {
77                ...
78            },
79            {
79            ...
80            },
81            {
82                ...
83            },
84            {
85                ...
86            },
87            {
88                ...
89            },
90            {
91                ...
92            },
93            {
94                ...
95            },
96            {
97                ...
98            },
99            {
99            ...
100        }
101    ]
102 }
```

步骤3：更新 PX4 脚本 (PC2)

PC2, 替换px4文件夹下相关文件, px4-rc.simulator复制到
PX4PSP\Firmware\ROMFS\px4fmu_common\init.d-posix, sitl_multiple_run_rfly.sh复制到
\PX4PSP\Firmware\Tools。其中px4-rc.simulator文件里PX4_SIM_HOST_ADDR设置为PC1 IP。

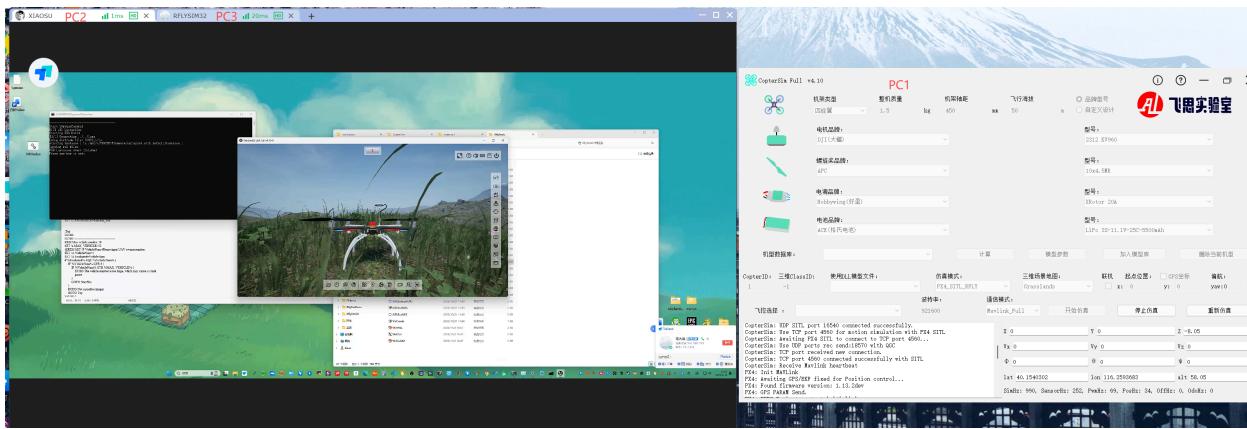
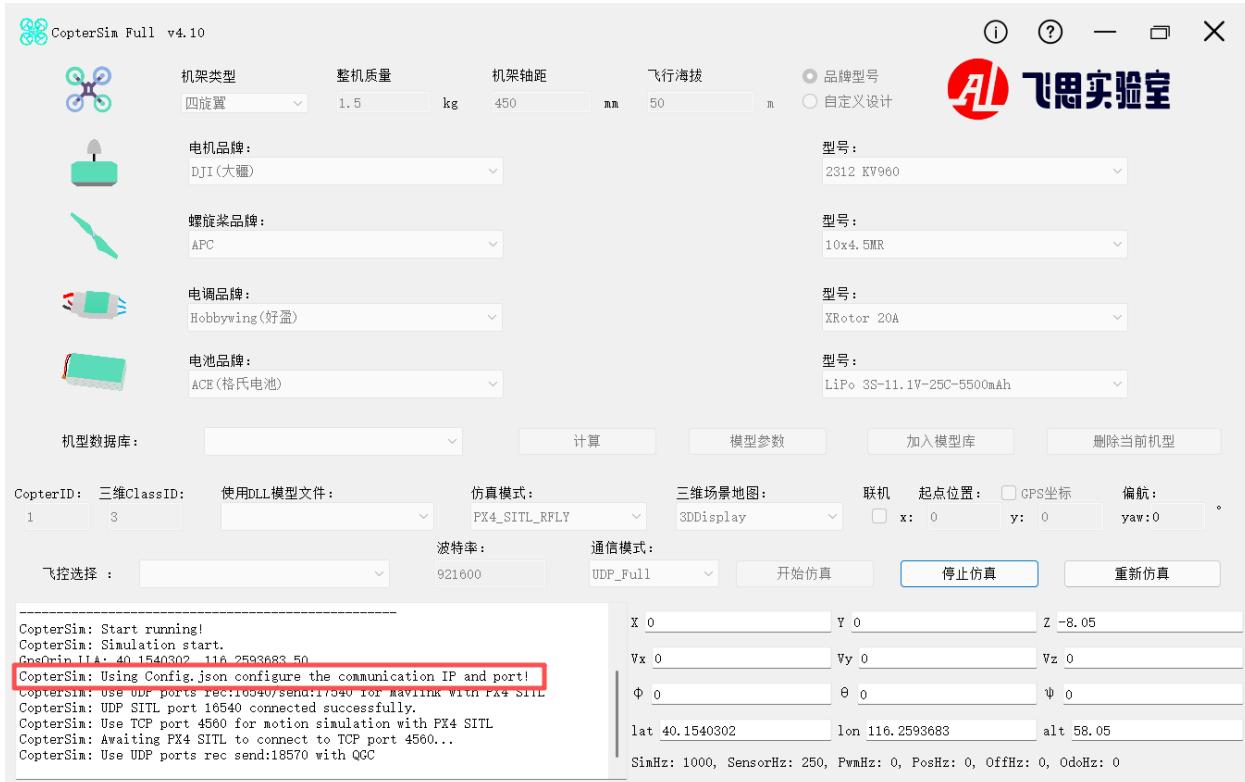
```

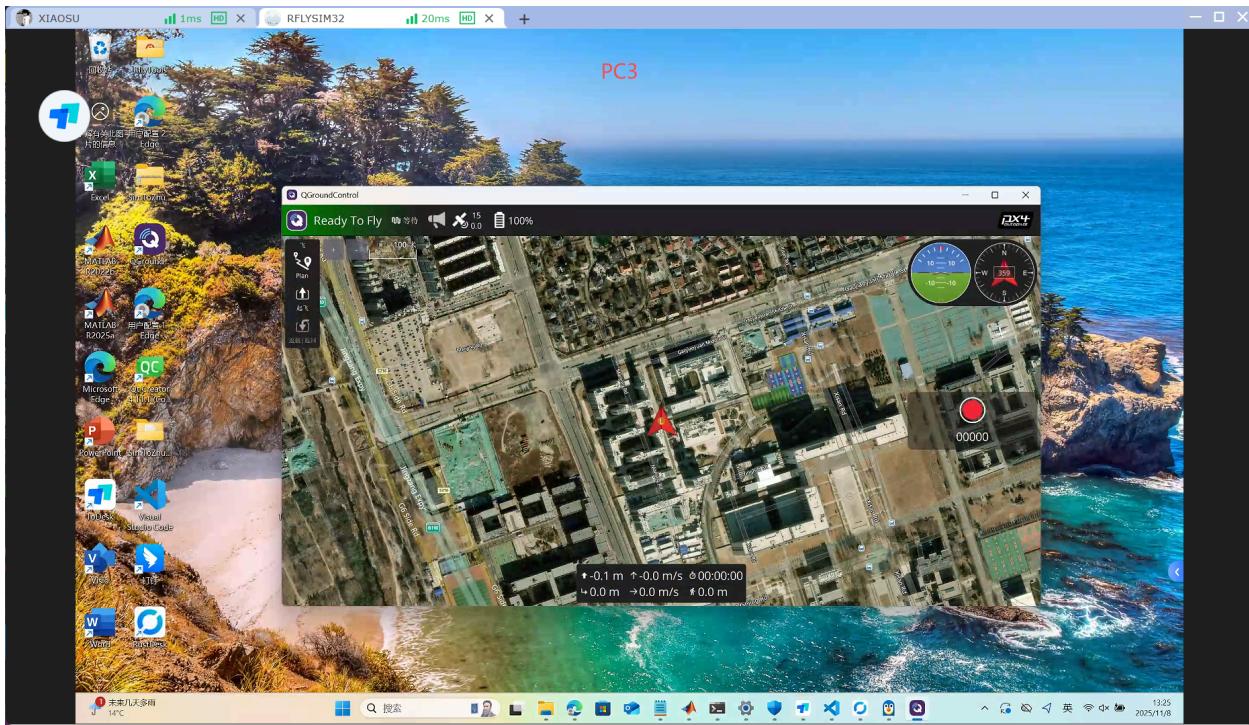
1  #!/bin/sh
2  # shellcheck disable=SC2154
3  # 设置CopterSim所在电脑的IP地址
4  export PX4_SIM_HOST_ADDR=192.168.31.9

```

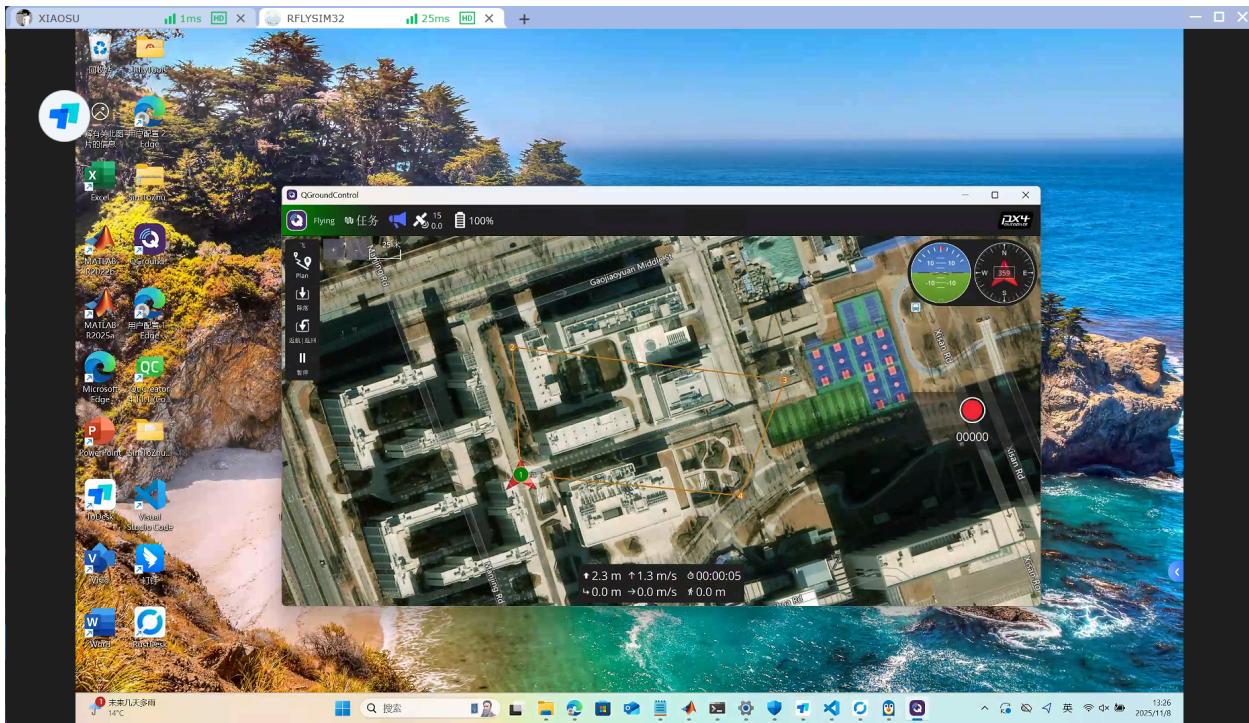
步骤4：开启仿真

在PC2上先运行SITLRunPX4Instance.bat，启动PX4实例，再在PC1上运行SITLRunCopterSim.bat，通过IS_BROADCAST设置为json来启用该模式。

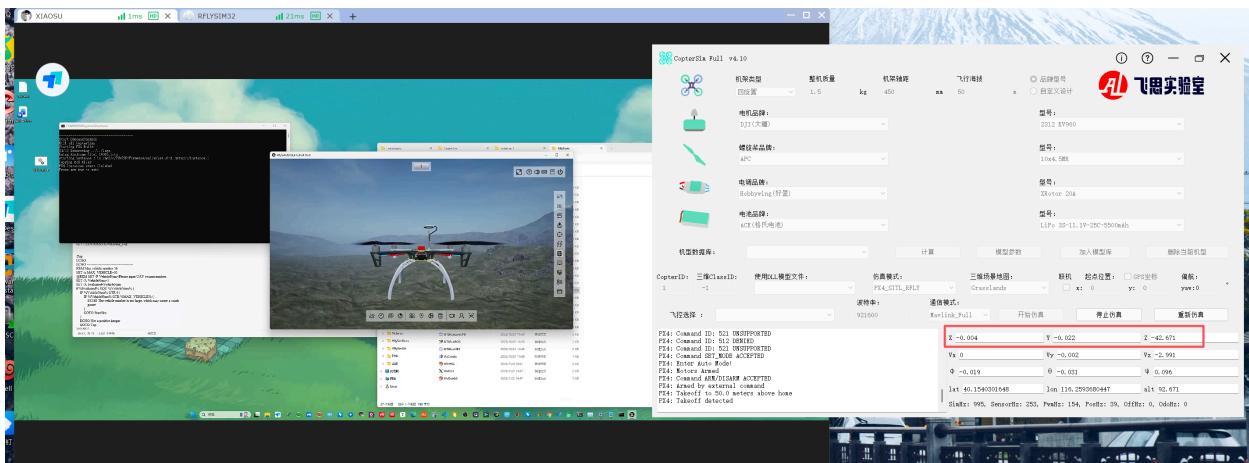




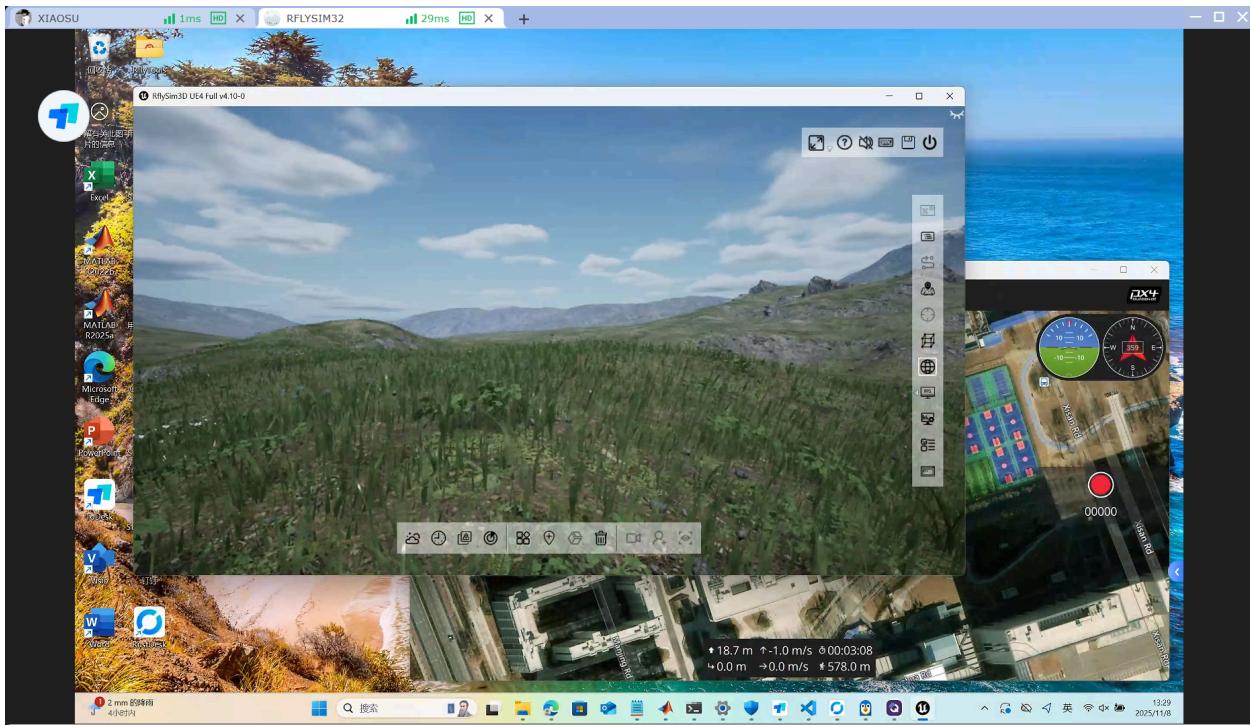
通过PC3的QGC，发布航线



可以在PC2 UE上看到飞机按航线飞行，注意UE开启局域网接收，CopterSim上有位姿数据变化。



在PC3打开UE并开启接收局域网，也不会收到PC1 CopterSim数据了。



7.常见问题

- 问题1：脚本提示 IP 非法（如输入 `192.168.31.999`）
解答：重新填写合法 IPv4；每段取值 0–255。
- 问题2：PX4 未收到位姿心跳
解答：检查 `udpSocketSIL_send` IP 是否为 PX4 主机；确认防火墙允许端口。可用 `udp_tester.py` 排查。
- 问题3：UE 收到多架无人机混杂数据
解答：确认是否仍使用广播模式；将相关 `*_send` 改为定向 IP 并重启。
- 问题4：QGC 可连接但无任务执行反馈
解答：确认 MAVLink 端口是否与 PX4 默认端口冲突；查看 PX4 控制台日志。

6.参考资料

- PX4 官方文档: <https://docs.px4.io/>
- QGroundControl 用户指南: <https://docs.qgroundcontrol.com/>
- UDP vs TCP 套接字编程（Python 官方教程）：<https://docs.python.org/3/library/socket.html>