

1. 实验名称及目的

1.1 实验名称

集群分布式仿真实验

1.2 实验目的

本实验旨在演示和验证基于RflySim平台的分布式仿真系统的工作原理和实施方法。通过构建一个包含Windows和NX(Jetson)节点的分布式仿真环境，实现以下目标：

- 理解分布式仿真系统的基本架构和工作原理；
- 掌握基于Git的自动化代码部署技术；
- 学习多节点协同仿真的配置和管理方法；
- 熟悉无人机集群仿真中主从节点的协调控制机制；
- 实践跨平台分布式系统的设计与实现。

1.3 关键知识点

关键知识点1：分布式仿真架构

分布式仿真采用主从式架构，其中一台主节点负责控制整个仿真流程，其他从节点参与仿真计算。这种架构降低了系统耦合度，提高了扩展性和资源利用率。

关键知识点2：基于Git的代码部署机制

系统通过Git版本控制系统实现代码在各节点间的自动同步部署。主节点将代码推送到Git裸仓库服务器，各从节点通过Git拉取最新代码，保证了代码的一致性。

关键知识点3：多阶段流程控制

整个仿真过程分为6个阶段：部署、启动仿真、状态检测、控制脚本启动、用户操作和结束阶段。通过配置文件定义各阶段操作，实现了全流程自动化控制。

关键知识点4：跨平台支持

系统支持Windows和Linux(NX)等多种操作系统节点混合部署，通过不同的脚本和命令适配不同平台，增强了系统的适用性。

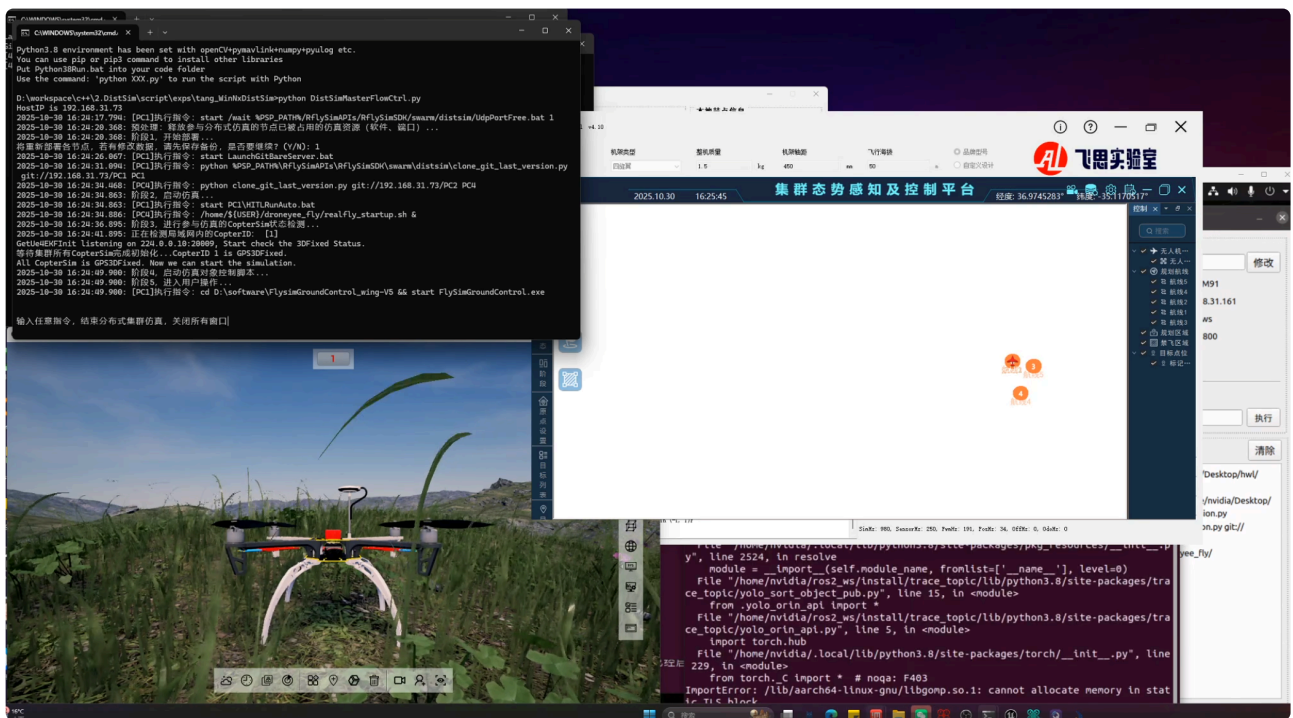
关键知识点5：配置驱动的仿真管理

通过[simulation_config.json]

(file:///c:/PX4PSP/RflySimAPIs/10.RflySimSwarm/CustomExps/e5_tang_WinNxDistSim/simulation_config.json)配置文件管理系统中所有节点信息和操作流程，实现了灵活的配置化管理，便于修改和扩展。

2.实验效果

通过1件运行脚本，启动集群仿真软。



3.文件目录

例程目录：

[安装目录]\RflySimAPIs\10.RflySimSwarm\3.CustExps\e5.DSSwarmCtrls\3.CustIPDS8UAVs\4.LanDSUAVsForm

序号	文件名	文件描述
1	DistSimMasterFlowCtrl.py	分布式仿真主流程控制脚本，用于解析simulation_config.json配置文件，进行整个分布式仿真全生命周期的流程控制
2	LaunchGitBareServer.bat	启动Git裸仓库服务器，用于代码分发到各节点
3	Python38Run.bat	启动Python 3.8环境，用于运行主控制脚本
4	ReadMe.pdf	说明文档
5	simulation_config.json	仿真配置文件，定义分布式仿真节点及各阶段操作
6	deploys/	各节点部署文件目录
7	deploys/PC1/	Windows节点部署文件
8	deploys/PC1/HITLRunAuto.bat	Windows节点硬件在环启动脚本
9	deploys/PC1/CloseExe.bat	Windows节点关闭脚本
10	deploys/PC2/	NX节点部署文件
11	deploys/PC2/CloseAllRos2Node.sh	NX节点关闭脚本
12	tools/	Git操作工具目录
13	tools/clone_git_last_version.py	克隆最新版本代码的脚本
14	tools/git_operations.py	Git操作封装类
15	repos/	Git裸仓库目录

4. 运行环境

4.1 软件要求

Windows 10及以上版本, RflySim工具链, MATLAB 2022b及更高版本

4.2 硬件要求

windows系统笔记本/台式电脑，Linux系统电脑，交换机，网线*2，

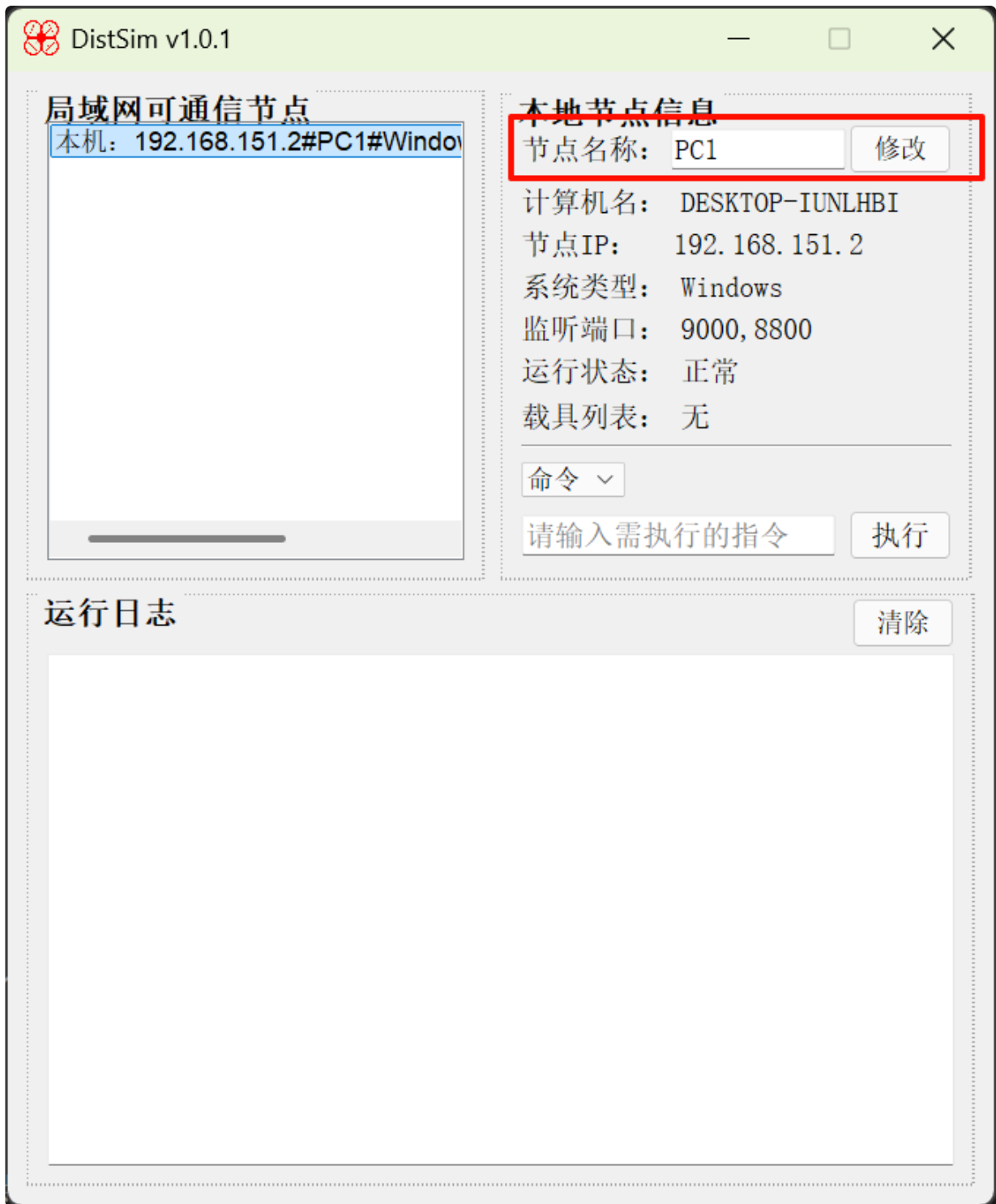
①：安装方式请见：<https://rflysim.com/doc/zh/HowToInstall.pdf>

5. 实验步骤

****注意事项：****进行此实验之前，请先在windows提前安装就集群态势感知及控制平台，linux系统，并完成DistSim的安装。

5.1 步骤1：实验前准备

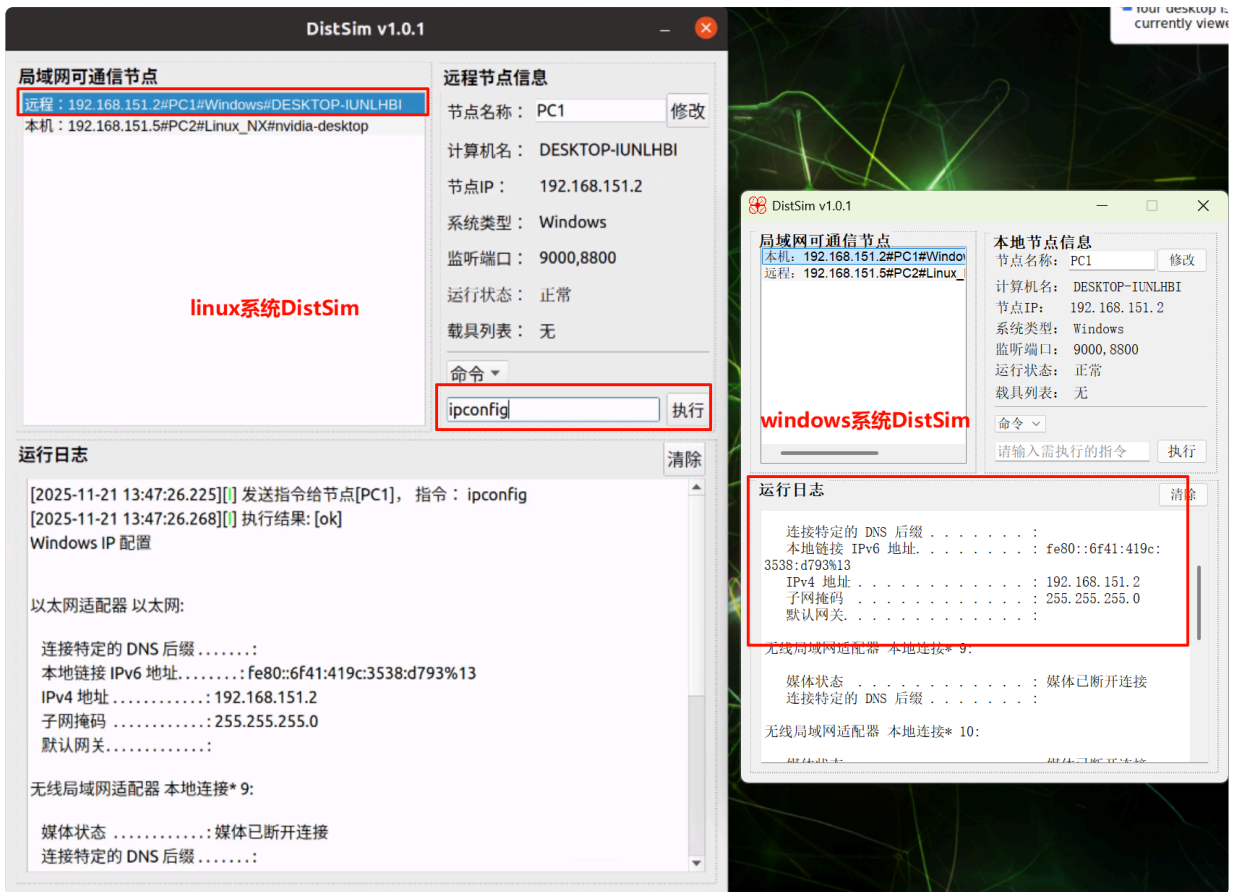
1. 在windows系统中桌面\RflyTools文件夹中打开DistSim软件，在节点名称中填写PC1,点击修改。



2. 进入到linux系统，打开DistSim软件，在节点名称中填写PC2,点击修改。

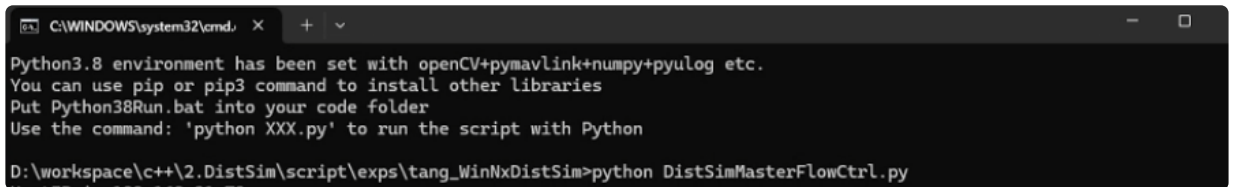


3. 在linux系统中DistSim软件中，局域网可通信节点选择远程的节点，并输入ipconfig，点击执行，在windows电脑DistSim软件中运行日志中可以看到查询到的ip地址。



5.3 步骤3：启动软件在环仿真

1. 打开 `Python38Run.bat` 输入 `python DistSimMasterFlowCtrl.py` 并执行。



2. 在提示的重新部署各个节点，输入Y在等待部署代码。

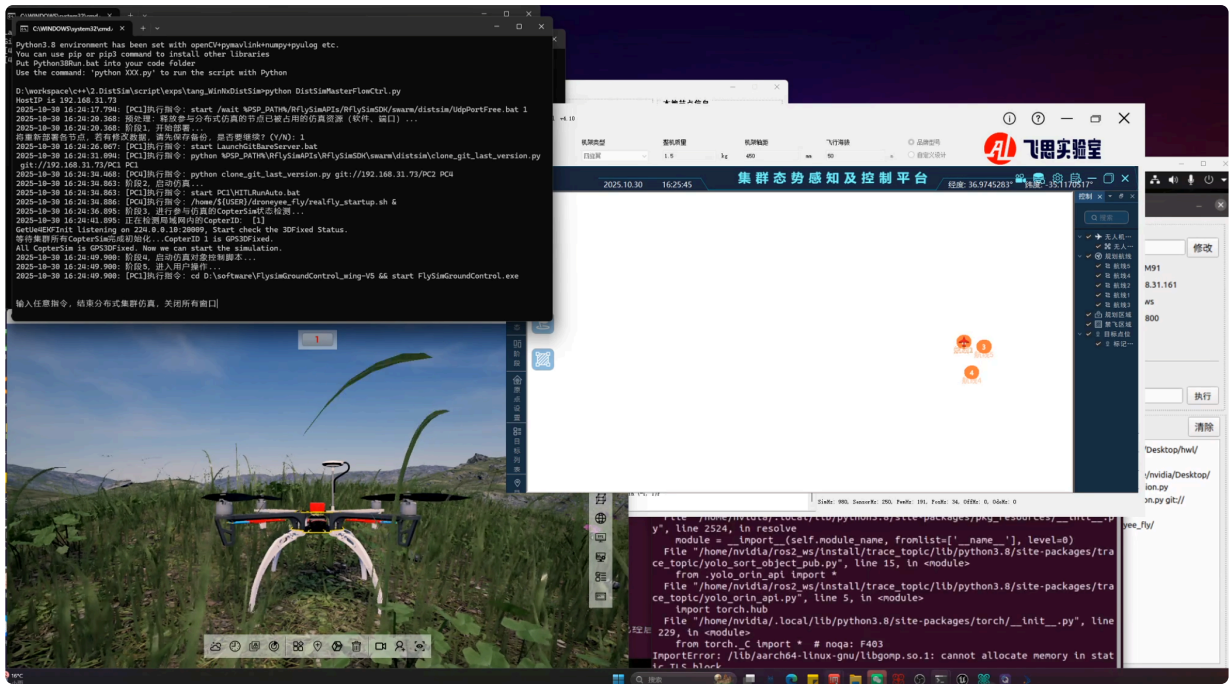
```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v
Python3.8 environment has been set with openCV+pymavlink+numpy+pyulog etc.
You can use pip or pip3 command to install other libraries
Put Python38Run.bat into your code folder
Use the command: 'python XXX.py' to run the script with Python

D:\workspace\c++\2.DistSim\script\exps\tang_WinNxDistSim>python DistSimMasterFlowCtrl.py
HostIP is 192.168.31.73
2025-10-30 16:24:17.794: [PC1]执行指令: start /wait %PSP_PATH%\RflySimAPIs\RflySimSDK\swarm\distsim\UdpPortFree.bat 1
2025-10-30 16:24:20.368: 预处理: 释放参与分布式仿真的节点已被占用的仿真资源(软件、端口)...
2025-10-30 16:24:20.369: 阶段1, 开始部署
将重新部署各节点, 若有修改数据, 请先保存备份, 是否要继续?(Y/N): 1
2025-10-30 16:24:26.067: [PC1]执行指令: start LaunchGitBareServer.bat
2025-10-30 16:24:31.094: [PC1]执行指令: python %PSP_PATH%\RflySimAPIs\RflySimSDK\swarm\distsim\clone_git_last_version.py
git://192.168.31.73/PC1 PC1
2025-10-30 16:24:34.468: [PC4]执行指令: python clone_git_last_version.py git://192.168.31.73/PC2 PC4
2025-10-30 16:24:34.863: 阶段2, 启动仿真...
2025-10-30 16:24:34.863: [PC1]执行指令: start PC1\HITLRunAuto.bat
2025-10-30 16:24:34.886: [PC4]执行指令: /home/${USER}/droneyee_fly/realfly_startup.sh &
2025-10-30 16:24:36.895: 阶段3, 进行参与仿真的CopterSim状态检测...
2025-10-30 16:24:41.895: 正在检测局域网内的CopterID: [1]
GetUe4EKFFinit listening on 224.0.0.10:20009, Start check the 3DFixed Status.
等待集群所有CopterSim完成初始化...CopterID 1 is GPS3DFixed.
All CopterSim is GPS3DFixed. Now we can start the simulation.
2025-10-30 16:24:49.900: 阶段4, 启动仿真对象控制脚本...
2025-10-30 16:24:49.900: 阶段5, 进入用户操作...
2025-10-30 16:24:49.900: [PC1]执行指令: cd D:\software\FlysimGroundControl_wing-V5 && start FlySimGroundControl.exe
```

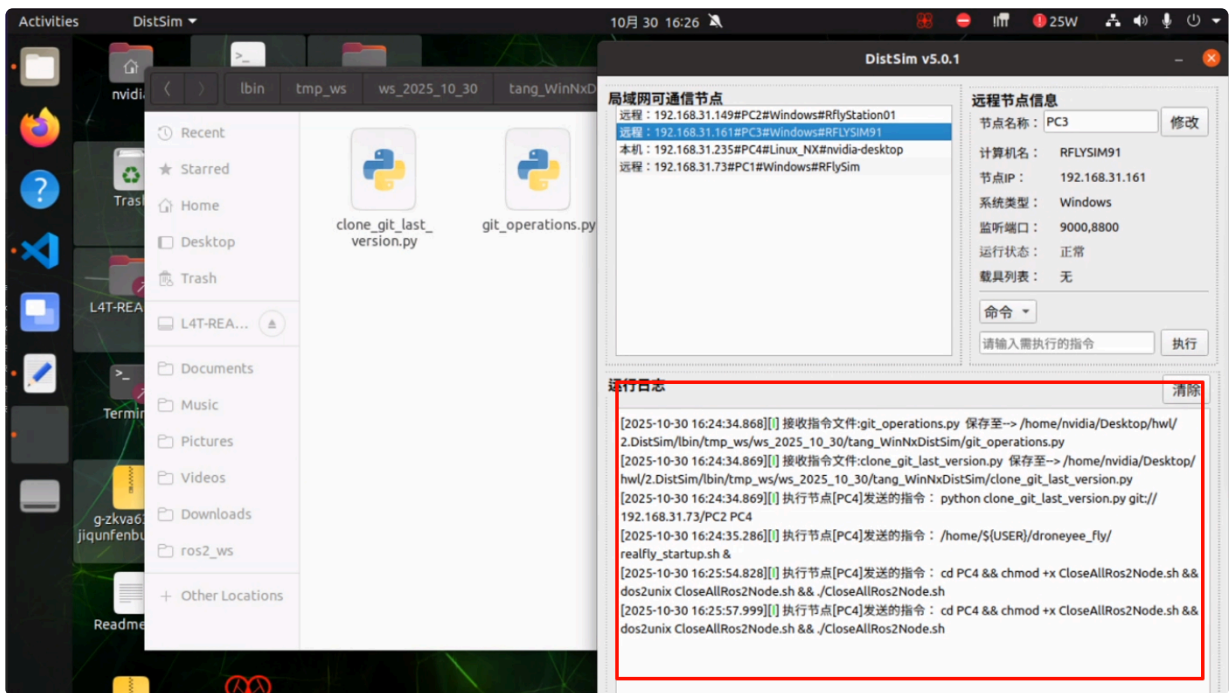
3. windows会弹出的cmd命令行中输入启动飞机的数量, 例如输入1,

```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v
Launch
Git S
[4834
[4224
-----
Available COM ports on this computer are:
COM3: 蓝牙链接上的标准串行 (unavailable or busy)
COM4: 蓝牙链接上的标准串行 (unavailable or busy)
COM5: USB 串行设备 * (Pixhawk with SysID=1)
-----
There are 1 Pixhawks on this PC
Please input UAV swarm number:1
```

4. 会在windows电脑打开1个CopterSim, 1个QGC, 1个RflySim 3D, 1个集群态势感知及控制平台。



5. 在linux电脑中看到运行的分布式控制算法，DistSim软件中，看到对windows电脑发出的指令。



7. 常见问题

问题1： 在运行DistSimMasterFlowCtrl.py文件时部署代码报错，什么原因？

6.参考资料

1.无.