



智能无人集群系统开发与实践

基于RflySim平台的全栈开发案例

第10讲 集群控制算法开发



大纲

1. 实验平台配置
2. 关键接口介绍
3. 基础实验案例（免费版）
4. 进阶接口实验（个人版）
5. 进阶案例实验（集合版）
6. 扩展案例（完整版）
7. 小结



1. 安装方法

- 1.1 需要安装的组件
- • Visual Studio 2017（体验版和完整版都需要安装）
- • 为MATLAB配置C++ 编译器（体验版和完整版都需要安装）
- • Matlab 2023a*（高级完整版安装）

下面介绍Visual Studio 2017的安装方法（需要联网）：在本平台中，已经放置了Visual Studio 2017的安装包



1. 安装方法

- 1.2 Visual Studio 2017的安装方法
- 首先，我们可以打开平台安装的位置，找到*:PX4PSP\RflySimAPIs此处位置，此处放置的是平台中的一些例程以及软件的安装包
- 之后，我们可以打开第四章的内容，找到基础版的例程，4.RflySimModel\1.BasicExps，我们可以在其中找到名为VS2017Installer的文件夹，其中便是Visual Studio 2017的安装包。



在线安装步骤（需联网）如下：双击
“RflySimAPIs\SimulinkControlAPI\VS2017
Installer\vs_community2017.exe”



1. 安装方法

1.2 Visual Studio 2017的安装方法

- 安装**Visual Studio 2017**(也可以用其他版本，MATLAB能识别即可)。
- 后续课程很多地方都需要用到**Visual Studio编译器**，例如**MATLAB S-Function Builder**模块的使用、**Simulink**自动生成C/C++模型代码等
- 本课程内容只需勾选右图的“C++的桌面开发”即可。





1. 安装方法

- 1.2 Visual Studio 2017的安装方法
- 注意：高版本MATLAB也可安装VS2019，但是MATLAB只能识别到低于自己版本的Visual Studio，因此MATLAB 2017b无法识别VS 2019。
- 注意：请不要更改VS默认安装目录（例如装到D盘），会导致MATLAB无法识别。
- 不能使用Mingw编译器，需VS



1. 安装方法

- 1.3 为MATLAB配置C++ 编译器
- 在MATLAB的命令行窗口中输入指令“mex - setup”
- 一般来说会自动识别并安装上VS 2017编译器，如右图所示显示“MEX 配置使用‘Microsoft Visual C++ 2017’以进行编译”说明安装正确
- 若有其他编译器，本页面还可以切换选择 VS 2013/2015等其他编译器

```
命令行窗口
>> mex -setup
MEX 配置为使用 'Microsoft Visual C++ 2017 (c)' 以进行 C 语言编译。
警告: MATLAB C 和 Fortran API 已更改, 现可支持
包含 232-1 个以上元素的 MATLAB 变量。您需要
更新代码以利用新的 API。
您可以在以下网址找到更多的相关信息:
http://www.mathworks.com/help/matlab/matlab\_external/upgrading-mex-files-to-use-64-bit.html

要选择不同的 C 编译器, 请从以下选项中选择一种命令:
Microsoft Visual C++ 2013 (c) mex -setup:D:\MATLAB\R2017b\bin\win64\mexopts\msvc2013.xml
Microsoft Visual C++ 2015 (c) mex -setup:D:\MATLAB\R2017b\bin\win64\mexopts\msvc2015.xml
Microsoft Visual C++ 2017 (c) mex -setup:C:\Users\dream\AppData\Roaming\MathWorks\MATLAB\R2017b\bin\win64\mexopts\msvc2017.xml

要选择不同的语言, 请从以下选项中选择一种命令:
mex -setup C++
mex -setup FORTRAN
fx >>
```



1. 安装方法

- **1.4 Matlab 2023a的安装方法**
- **MATLAB 安装包下载路径：**
- <https://ww2.mathworks.cn/products/matlab.html>





大纲

1. 实验平台配置
2. 关键接口介绍
3. 基础实验案例（免费版）
4. 进阶接口实验（个人版）
5. 进阶案例实验（集合版）
6. 扩展案例（完整版）
7. 小结



2.关键接口介绍

- **2.0 基础实验总览**

包括基础功能接口

**“RflySimAPIs\10.Rfly
SimSwarm\0.ApiExps”**
以及基础例程 “**RflySi
mAPIs\10.RflySimSwa
rm\1.BasicExps**”

详细参见[API.pdf](#)以
及[Readme.pdf](#)

1.SwarmLogGet	2023/12/13 15:04	文件夹
2.MatRflySwarmAPIPack	2023/12/13 15:04	文件夹
3.EXEFileGener	2023/12/21 11:19	文件夹
4.RebootPixViaUDP	2023/12/13 15:04	文件夹
5.GetTerrainAPI	2023/12/13 15:04	文件夹
6.DataAnalysis_Mat	2023/12/13 15:04	文件夹
7.DataAnalysis_Py	2023/12/13 15:04	文件夹
8.MAVLinkFull4Swarm	2023/12/13 15:04	文件夹

e1_RflyUdpSwarmExp	2023/12/13 15:04	文件夹
e2_NoPX4SITL4Swarm	2023/12/13 15:04	文件夹
e3_LightShowSwarm	2023/12/13 15:04	文件夹
e4_FixWingGMSwarm	2023/12/13 15:04	文件夹



2.关键接口介绍

- **2.1 SIL仿真Log日志获取实验**
- 在进行**SIL仿真时，RflySim**将自动记录每个飞机的**Log**日志，并生成.**ulg**格式文件。
- 详细操作及实验效果见
[0.ApiExps\1.SwarmLogGet\Readme.pdf](#)

The screenshot shows two windows. The top window is titled 'SITLRun' and contains the following text:

```
Please input UAV swarm number:4
Start QGroundControl
Kill all CopterSims
Starting PX4 Build
[1/1] Generating ../../logs
killing running instances
starting instance 1 in /mnt/c/PX4PSPFull/Firmware/build/px4_sitl_default/instance_1
starting instance 2 in /mnt/c/PX4PSPFull/Firmware/build/px4_sitl_default/instance_2
starting instance 3 in /mnt/c/PX4PSPFull/Firmware/build/px4_sitl_default/instance_3
starting instance 4 in /mnt/c/PX4PSPFull/Firmware/build/px4_sitl_default/instance_4
PX4 instances start finished
Press any key to exit
```

The bottom window is a file explorer showing the directory structure:

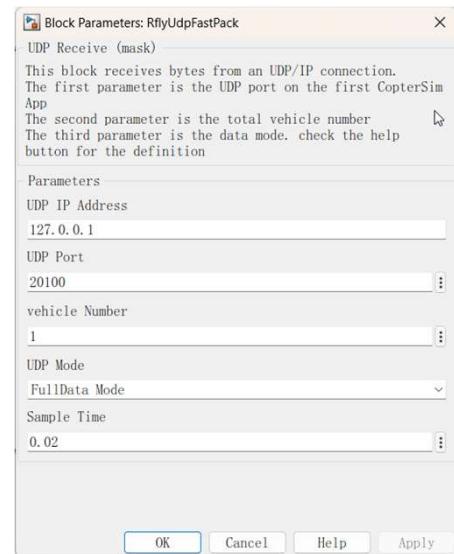
```
磁盘 > Windows (C:) > PX4PSP > Firmware > build > px4_sitl_default
```

名称	修改日期	类型	大小
bin	2023/8/23 10:18	文件夹	
boards	2023/8/23 10:18	文件夹	
build_flightgear_bridge	2023/8/23 10:18	文件夹	
build_gazebo	2023/8/23 10:18	文件夹	
build_jsbsim_bridge	2023/8/23 10:18	文件夹	
CMakeFiles	2023/8/23 10:18	文件夹	
etc	2023/8/23 10:18	文件夹	
external	2023/8/23 10:18	文件夹	
generated_params	2023/8/23 10:18	文件夹	
instance_1	2023/8/24 9:38	文件夹	
instance_2	2023/8/24 9:38	文件夹	
instance_3	2023/8/24 9:38	文件夹	
instance_4	2023/8/24 9:38	文件夹	
mavsdk_tests	2023/8/23 10:18	文件夹	



2.关键接口介绍

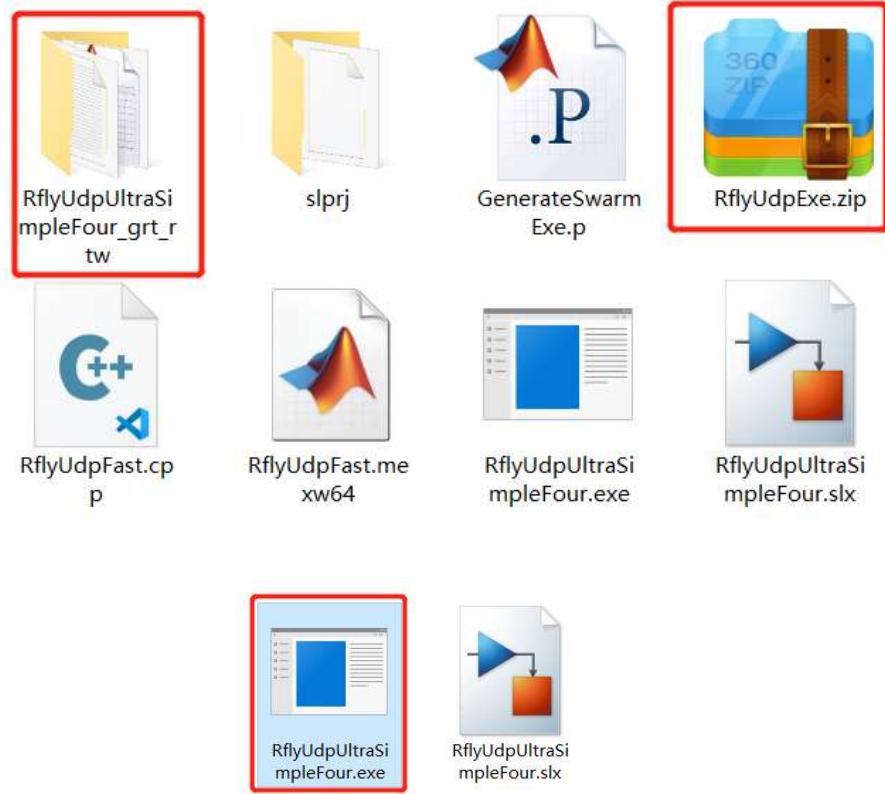
- **2.2 MATLAB集群接口模型封装实验**
- **RflySim平台的MATLAB集群接口模块采用C++/S-functions混编的形式。本实验将讲解如何将编写完成的C++文件如何封装成Simulink模块。**
- **详细操作及实验效果见
0.ApiExps\2.MatRflySwarmAPIPack\Readme.pdf**





2.关键接口介绍

- 2.3 .exe文件生成实验
- 将**Simulink**控制器编译生成**exe**之后，算法可以脱离**MATLAB**运行，而且本身是二进制可执行文件，运行效率非常高，即使大型的控制算法，也能保证实时控制。
- 详细操作及实验效果见
0.ApiExps\3.EXEFileGener\Readme.pdf





2.关键接口介绍

• 2.4 飞控硬件远程重启实验

- 本实验采用广播方式，可实现重启局域网内所有HITL仿真。

- 详细操作及实验效果见[0.ApiExps\4.RebootPixViaUDP\Readme.pdf](#)





2.关键接口介绍

- **2.5多机地形高度获取接口实验**
- **RflySim**平台提供了高度信息获取接口，使得可以像**bat**启动脚本一样，给定飞机数量和间距，自动配置飞机初始摆放位置，并根据当前地形求出地形高度。
- 详细操作及实验效果见
[0.ApiExps\5.GetTerrainAP\Readme.pdf](#)

```
>> GenSwarmPos12
Init pos and yaw lists for ***Pos.bat is :
PosXStr=0, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 2, 4, 4, 4, 4
PosYStr=0, 2, 4, 6, 0, 2, 4, 6, 0, 2, 4, 6
YawStr=0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

Alt list is
Alt=-8.0485, -7.7987, -7.4631, -7.1196, -8.2515, -7.'
```

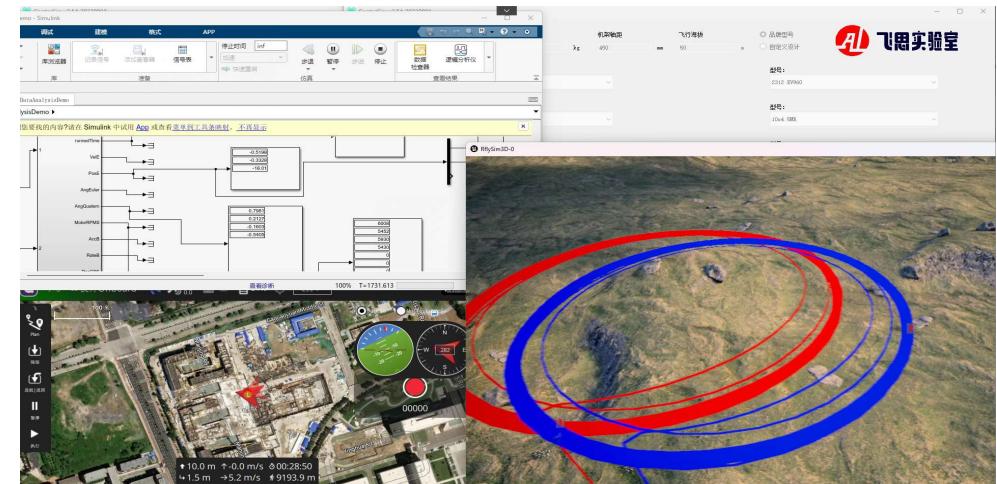
```
Init Pos and Yaw list for Python is:
InitPosList=[

    [-8.0485, 0, 0, 0],
    [-7.7987, 0, 2, 0],
    [-7.4631, 0, 4, 0],
    [-7.1196, 0, 6, 0],
    [-8.2515, 2, 0, 0],
    [-7.7519, 2, 2, 0],
    [-7.5333, 2, 4, 0],
    [-7.3226, 2, 6, 0],
    [-8.3685, 4, 0, 0],
    [-8.1188, 4, 2, 0],
    [-7.7831, 4, 4, 0],
    [-7.3772, 4, 6, 0],
]
```



2.关键接口介绍

- **2.6基于Simulink数据分
析实验**
- **RflySim平台具有丰富
的飞行日志获取和分析功
能。本实验将基于
Simulink实现飞行日志
的实时获取并进行存储
分析。**
- **详细操作及实验效果见
[0.ApiExps\6.DataAnalys
is_Mat\Readme.pdf](#)**

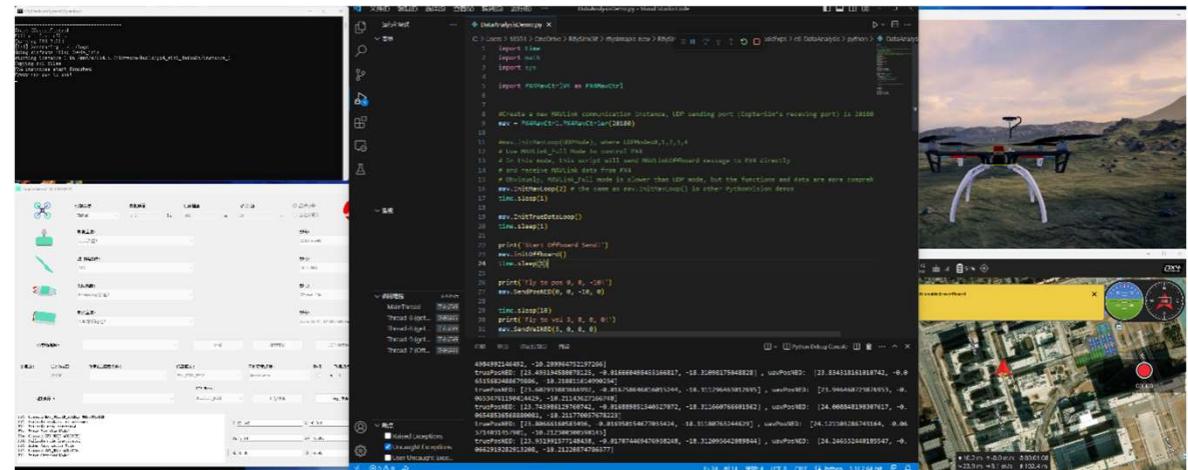


```
subplot(2,1,1);  
plot(PosE1.Data(:,1),PosE1.Data(:,2));  
subplot(2,1,2);  
plot(PosE2.Data(:,1),PosE2.Data(:,2));
```



2.关键接口介绍

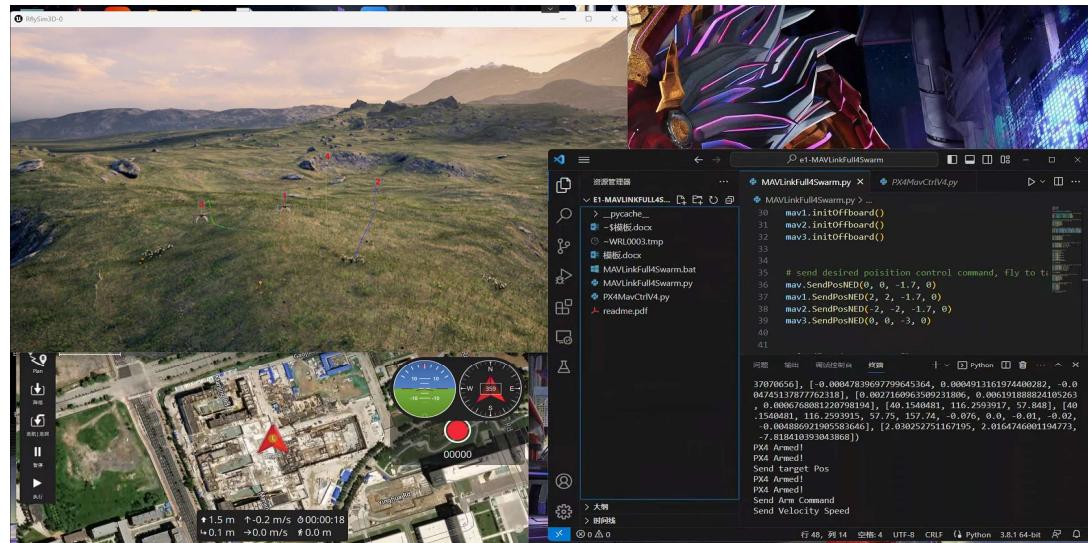
- 2.7基于Python数据分析
- 实验RflySim平台具有丰富的飞行日志获取和分析功能。本实验将基于Python实现飞行日志的实时获取并进行存储分析。
- 详细操作及实验效果见[0.ApiExps\7.DataAnalysis_Py\Readme.pdf](#)





2.关键接口介绍

- **2.8集群接口实验**
- 通过利用**RflySim**平台
mavlink通信函数接口进
行无人机位置控制、速
度控制、航向控制。
- 详细操作及实验效果见
[0.ApiExps\8.MAVLinkF
ull4Swarm\Readme.pdf](#)





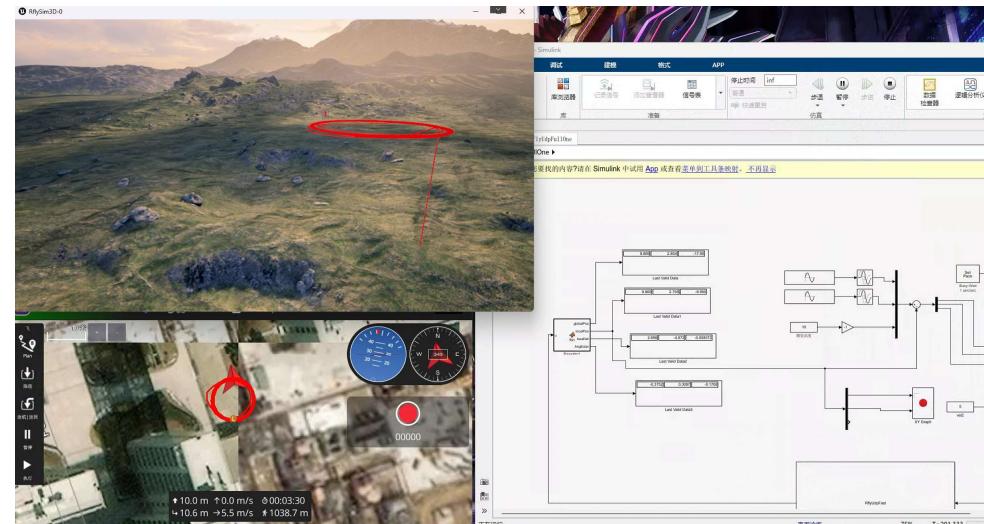
大纲

1. 实验平台配置
2. 关键接口介绍
3. 基础实验案例（免费版）
4. 进阶接口实验（个人版）
5. 进阶案例实验（集合版）
6. 扩展案例（完整版）
7. 小结



3.基础实验案例

- **3.1.1 通信接口的FullData模式**
单机实验
- 通过平台提供的**RflyUdpFast**传输模块，接收无人机的状态信息，然后进行对单个无人机的局部位置运动控制进行**simulink**建模发送控制指令到该模块，然后进行仿真。
- 详细操作及实验效果见
[1.BasicExps\1_RflyUdpSwarmExp\1.RflyUdpFullOneMat\Readme.pdf](#)





3.基础实验案例

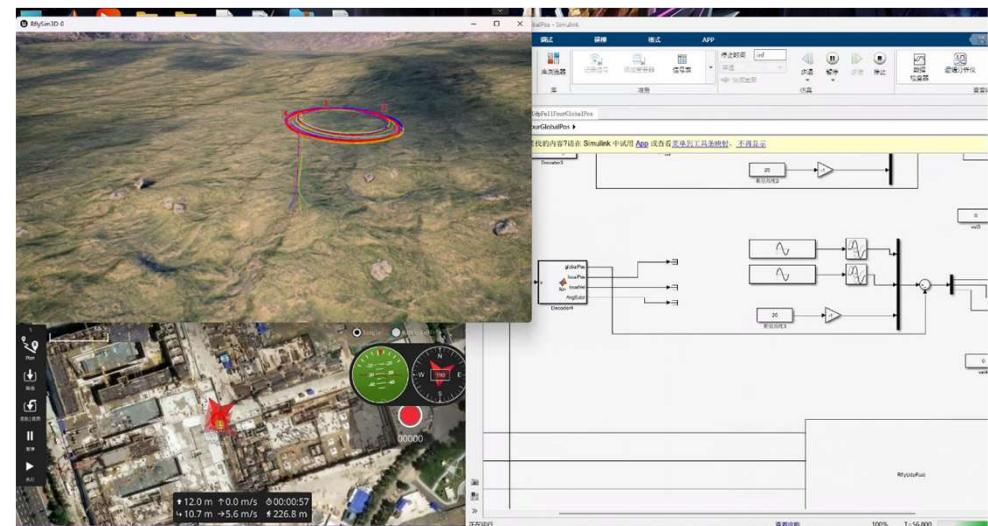
- **3.1.2** 通信接口的**FullData**模式4机仿真实验
- 通过平台提供的**RflyUdpFast**传输模块，接收无人机的状态信息，然后进行对4个无人机的局部位置运动控制进行**simulink**建模发送控制指令到该模块，然后进行仿真。
- 详细操作及实验效果见
[1.BasicExps\e1_RflyUdpSwarmExp\2.RflyUdpFullFour_Mat\Readme.pdf](#)





3.基础实验案例

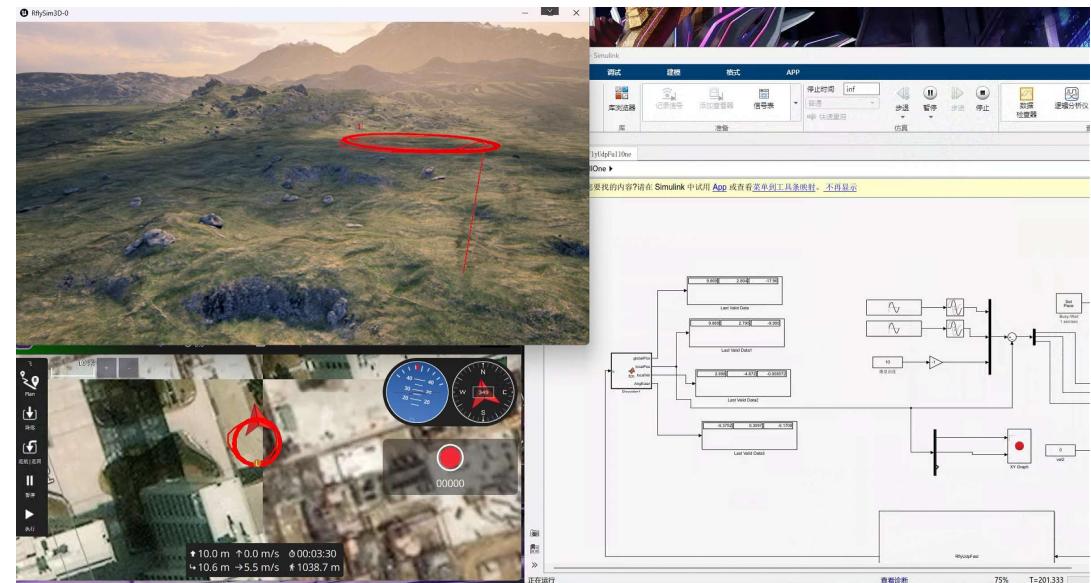
- **3.1.3 通信接口FullData模式全局坐标控制4机实验**
- 通过平台提供的**RflyUdpFast**传输模块，接收无人机的状态信息，然后进行对无人机的全局位置运动控制进行**Simulink**建模发送控制指令到该模块，然后进行仿真。
- 详细操作及实验效果见
[1.BasicExps\e1_RflyUdpSwarmExp\3.RflyUdpFullFourGPos_Mat\Readme.pdf](#)





3.基础实验案例

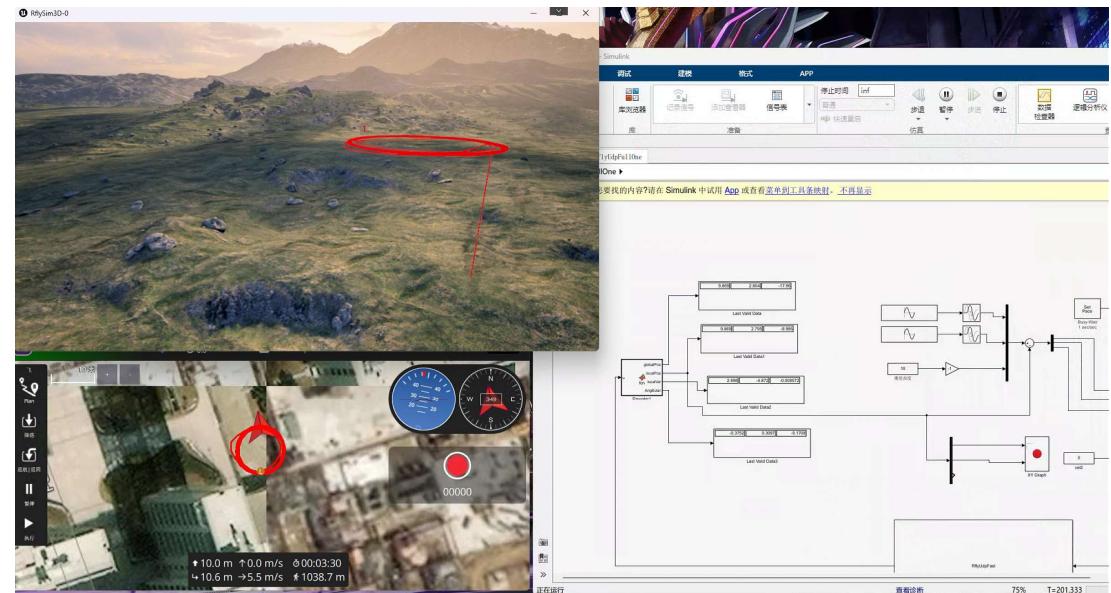
- **3.1.4 通信接口的SimpleData模式单机画圆实验**
- 通过平台提供的**RflyUdpFast**传输模块，接收无人机的状态信息，然后进行对单个无人机的局部位置运动控制进行**simulink**建模发送控制指令到该模块，然后进行仿真。
- 详细操作及实验效果见
[1.BasicExps\el_RflyUdpSwarmExp\4.RflyUdpSimpleOne_Mat\Readme.pdf](#)





3.基础实验案例

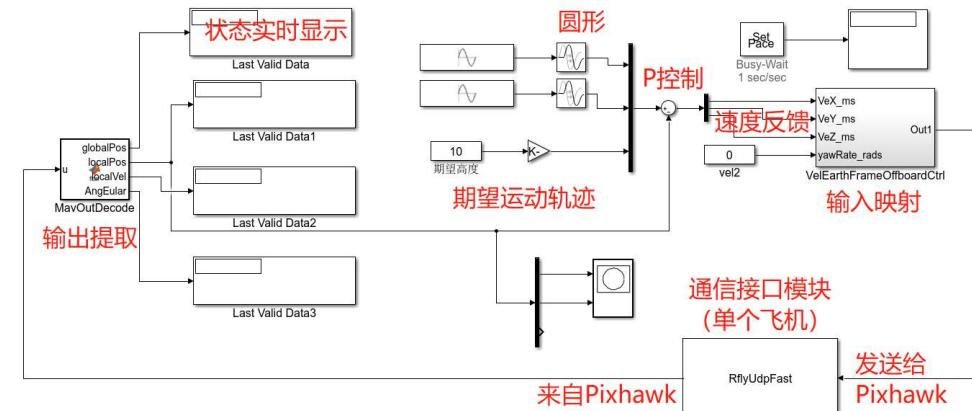
- **3.1.5 通信接口的UltraSimple模式单机画圆实验**
- 通过平台提供的**RflyUdpFast**传输模块，接收无人机的状态信息，然后进行对单个无人机的局部位置运动控制进行**simulink**建模发送控制指令到该模块，然后进行仿真。
- 详细操作及实验效果见
[1.BasicExps\e1_RflyUdpSwarmExp\5.RflyUdpUltraSimpleOne_Mat\Readme.pdf](#)





3.基础实验案例

- **3.1.6 通信接口的UltraSimple模式四机画圆实验**
- 通过平台提供的**RflyUdpFast**传输模块，接收无人机的状态信息，然后进行对单个无人机的局部位置运动控制进行**Simulink**建模发送控制指令到该模块，然后进行仿真。
- 详细操作及实验效果见
[1.BasicExps\el_RflyUdpSwarmExp\6.RflyUdpUltraSimpleFour_Mat\Readme.pdf](#)



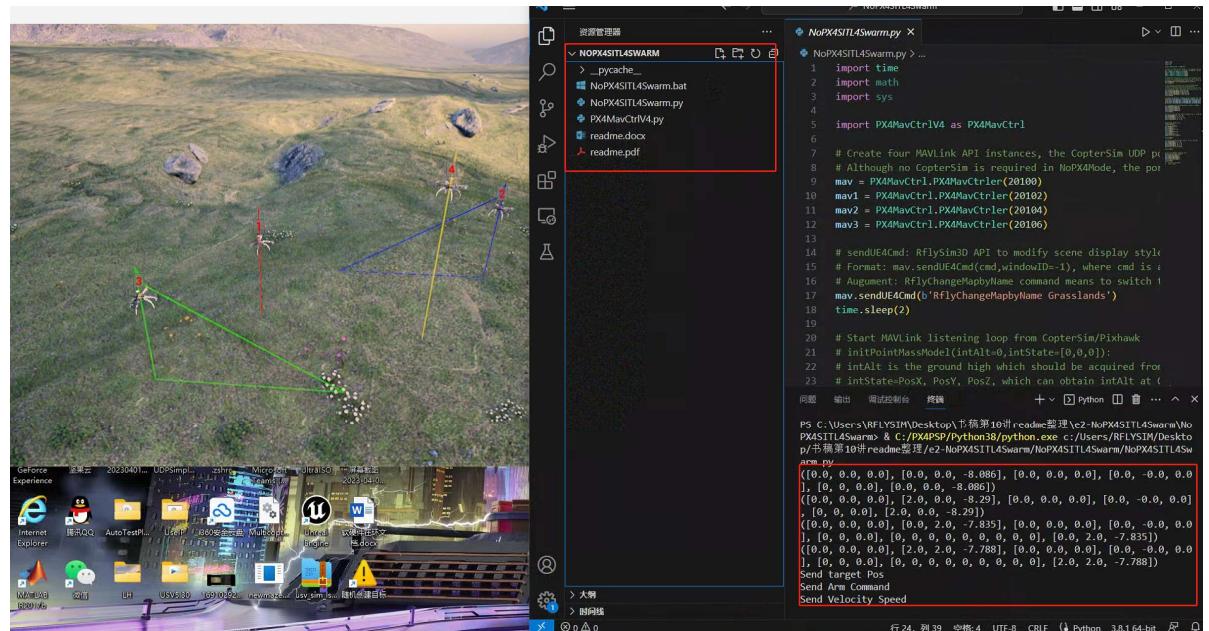


3.基础实验案例

- **3.2 4机质点集群实验**

- 本平台在**Python**下开发出了质点多旋翼模型，只需**Python**和**RflySim3D**两个软件即可在单台电脑上实现百驾级别的无人机集群仿真。

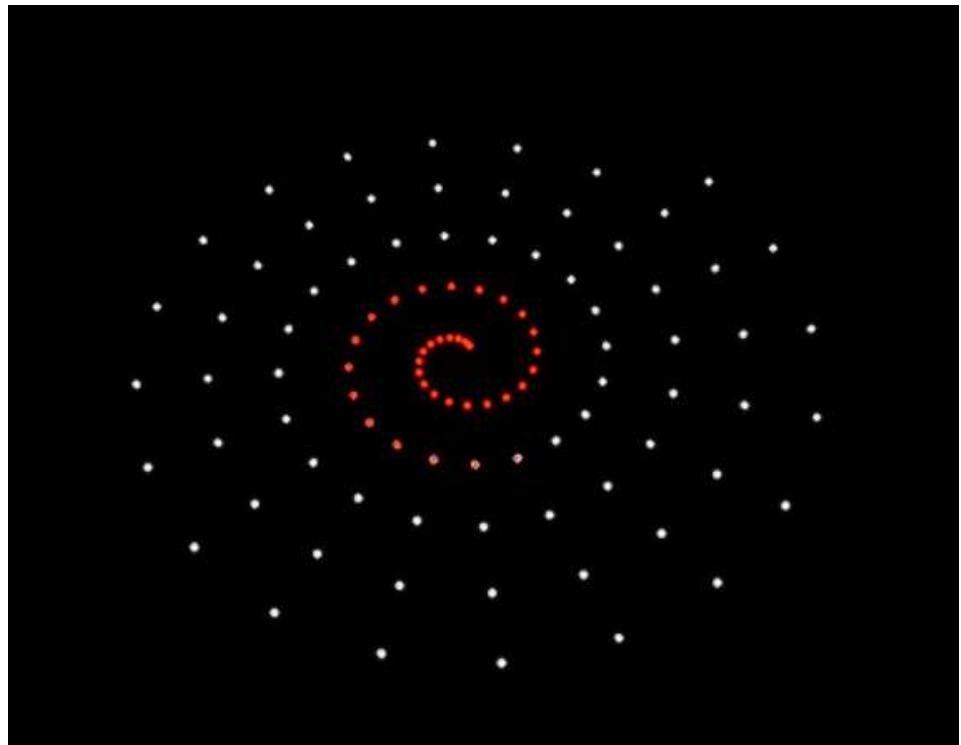
- 详细操作及实验效果见
[1.BasicExps\c2_NoPX4SITL4Swarm\Readme.pdf](#)





3.基础实验案例

- **3.3 集群轨迹灯光展示实验**
- 本例程的灯光变换特效，实际上用了和RflySim3D中C键切换飞机样式相同的接口（不同灯光样式），通过本接口可以实现撞击后坠毁动画的模拟等其他特效。
- 详细操作及实验效果见
[1.BasicExps\c4-
PythonNetSimAPI-
newest\readme.pdf](#)

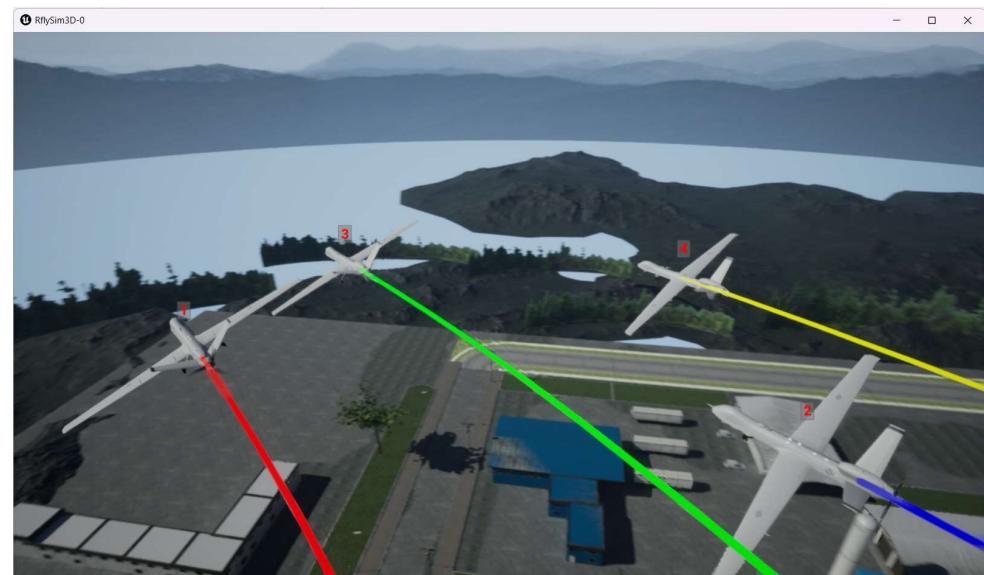




3.基础实验案例

- **3.4 固定翼质点模型集群实验**

- 本实验中搭建了固定翼的质点模型，可通过速度偏航高度或位置指令来控制固定翼进行预定轨迹飞行。
- 详细操作及实验效果见
[1.BasicExps\ e4_FixWingGMSwarm\Readme.pdf](#)





大纲

1. 实验平台配置
2. 关键接口介绍
3. 基础实验案例（免费版）
4. 进阶接口实验（个人版）
5. 进阶案例实验（集合版）
6. 扩展案例（完整版）
7. 小结



4.进阶案例实验

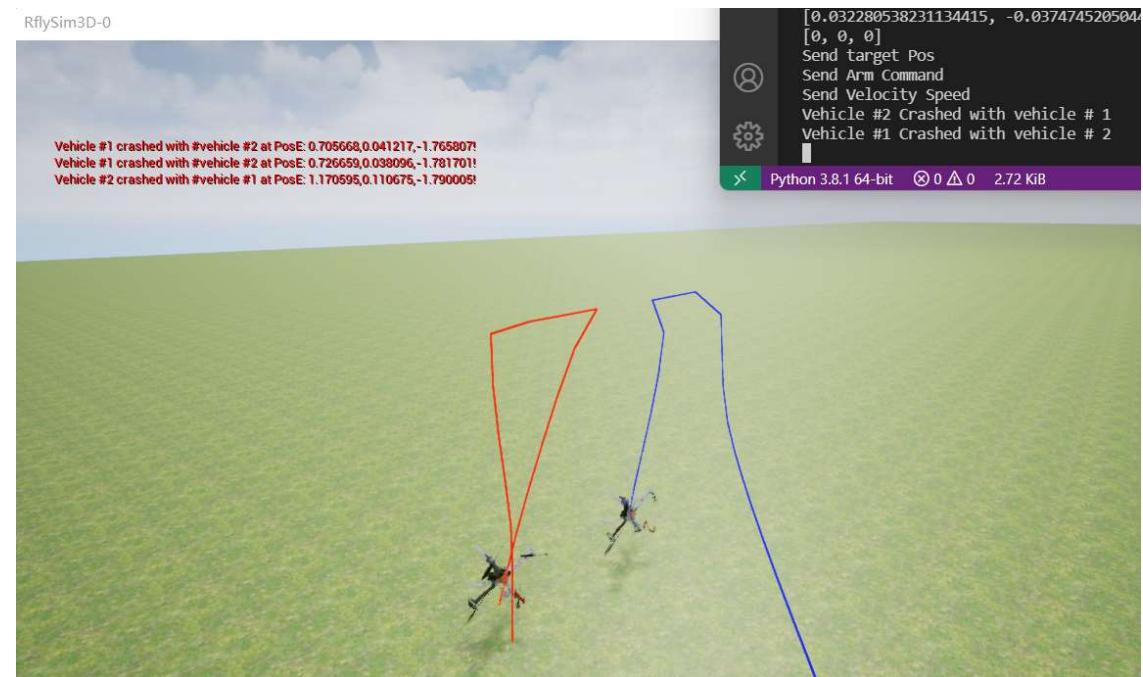
- **4.1.1 RflySim3D碰撞接口实验**
- 本实验中演示了通过调用**RflySim**平台的**碰撞API**接口，来实现无人机在三维引擎中的碰撞效果。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c0_AdvApiExps\1.CollisionExpAPI\1.CrashMonitorAPI\Readme.pdf](#)





4.进阶案例实验

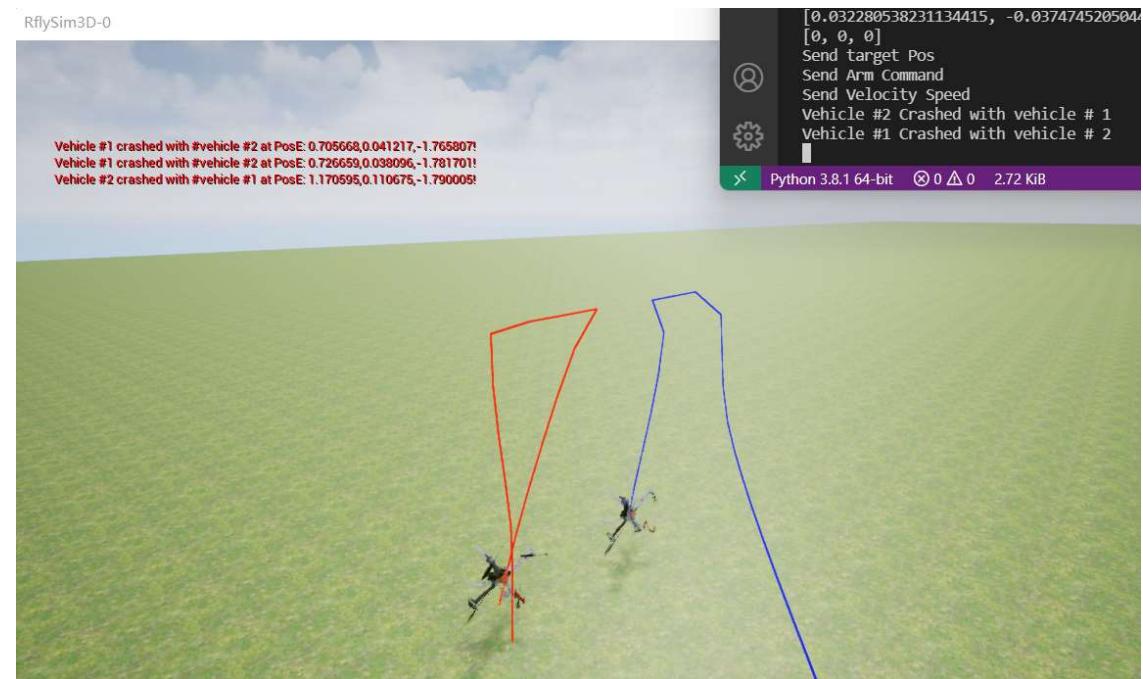
- **4.1.2 MAVLink模式2机碰撞实验**
- **RflySim**平台的三维场景仿真软件 **RflySim3D**是基于UE进行开发而成的，在进行开发过程中，使其具有碰撞引擎模式，本例程中详细展示了两个飞机从起飞到碰撞的详细过程。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c0_AdvApiExps\1.CollisionExpAPI\2.CollMAVLinkAPI_Py\Readme.pdf](#)





4.进阶案例实验

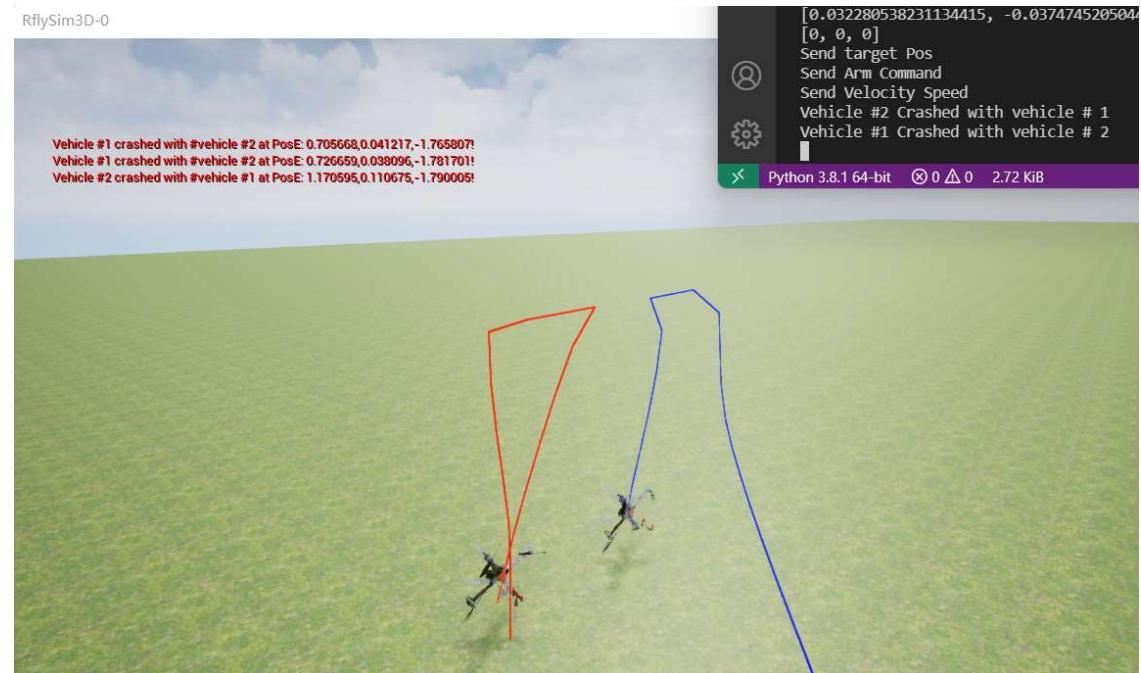
- **4.1.3 UDP模式2机碰撞实验**
- **RflySim**平台的三维场景仿真软件
RflySim3D是基于UE进行开发而成的，在进行开发过程中，使其具有碰撞引擎模式，本例程中详细展示了两个飞机从起飞到碰撞的详细过程。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c0_AdvApiExps\1.CollisionExpAPI\3.CollUDPModeAPI_Py\Readme.pdf](#)





4.进阶案例实验

- **4.1.4 UDP模式2机碰撞(Simulink)实验**
- **RflySim平台的三维场景仿真软件 RflySim3D**是基于UE进行开发而成的，在进行开发过程中，使其具有碰撞引擎模式，本例程中详细展示了两个飞机从起飞到碰撞的详细过程。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c0_AdvApiExps\1_CollisionExpAPI\4.CollUDPModeAPI_Mat\Readme.pdf](#)





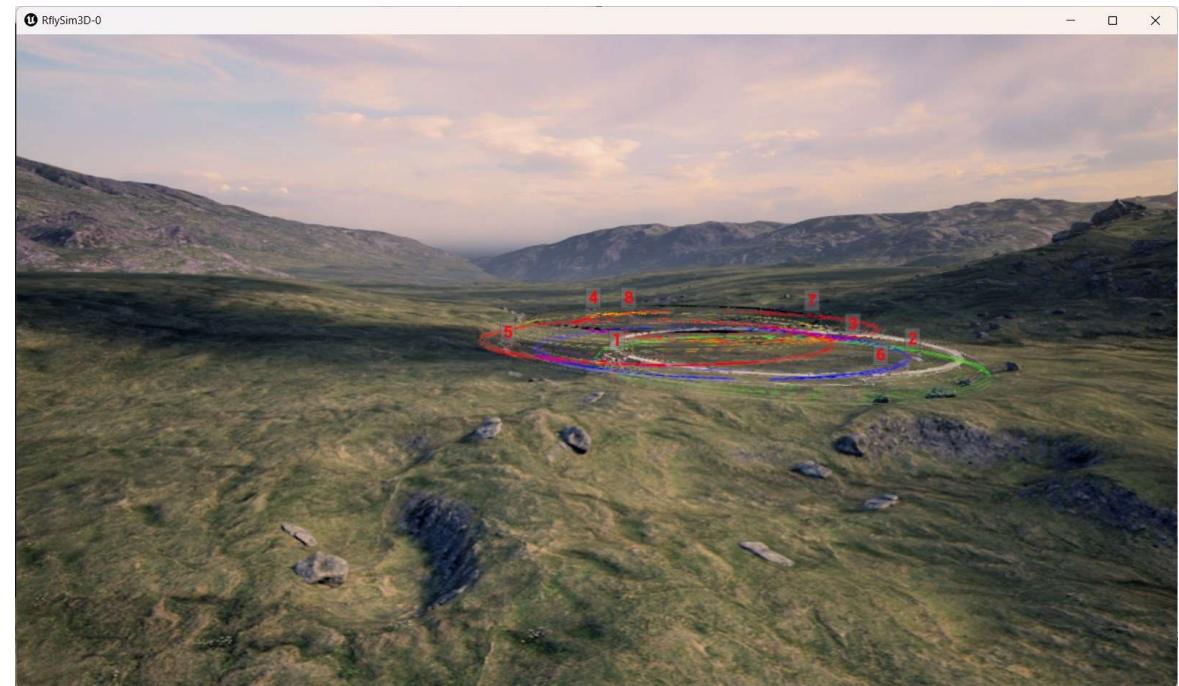
大纲

1. 实验平台配置
2. 关键接口介绍
3. 基础实验案例（免费版）
4. 进阶接口实验（个人版）
5. 进阶案例实验（集合版）
6. 扩展案例（完整版）
7. 小结



5. 进阶案例实验

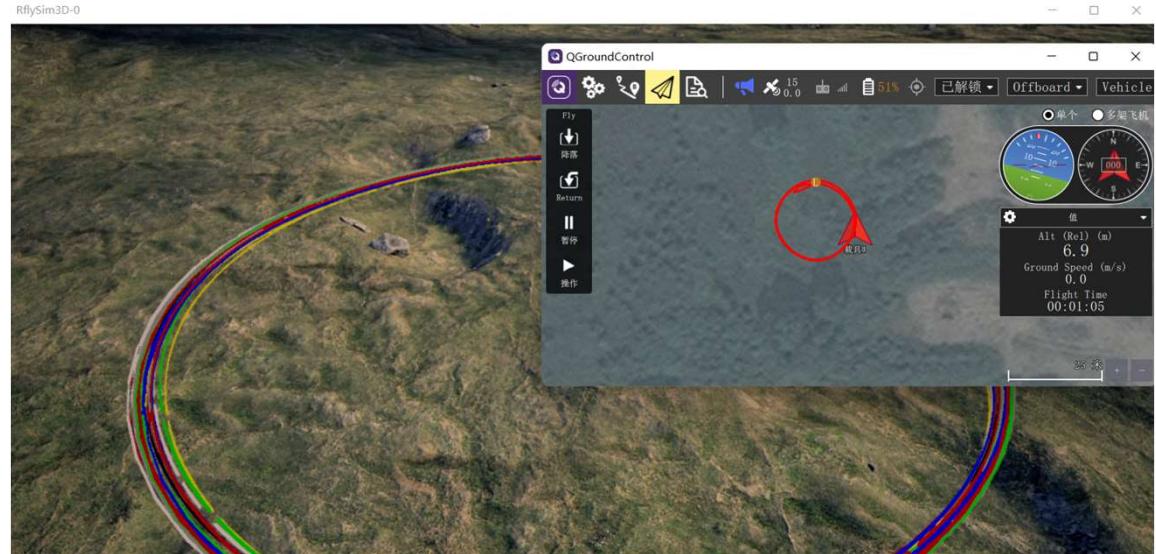
- **5.1.1**通信接口的**UltraSimple**模式八机画圆实验
- 通过平台提供的**RflyUdpFast**传输模块，接收无人机的状态信息，然后进行对单个无人机的局部位置运动控制进行**Simulink**建模发送控制指令到该模块，然后进行仿真。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c1_RflyUdpSwarmAdvExp\1.RflyUdpUltraSimpleEight_Mat\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

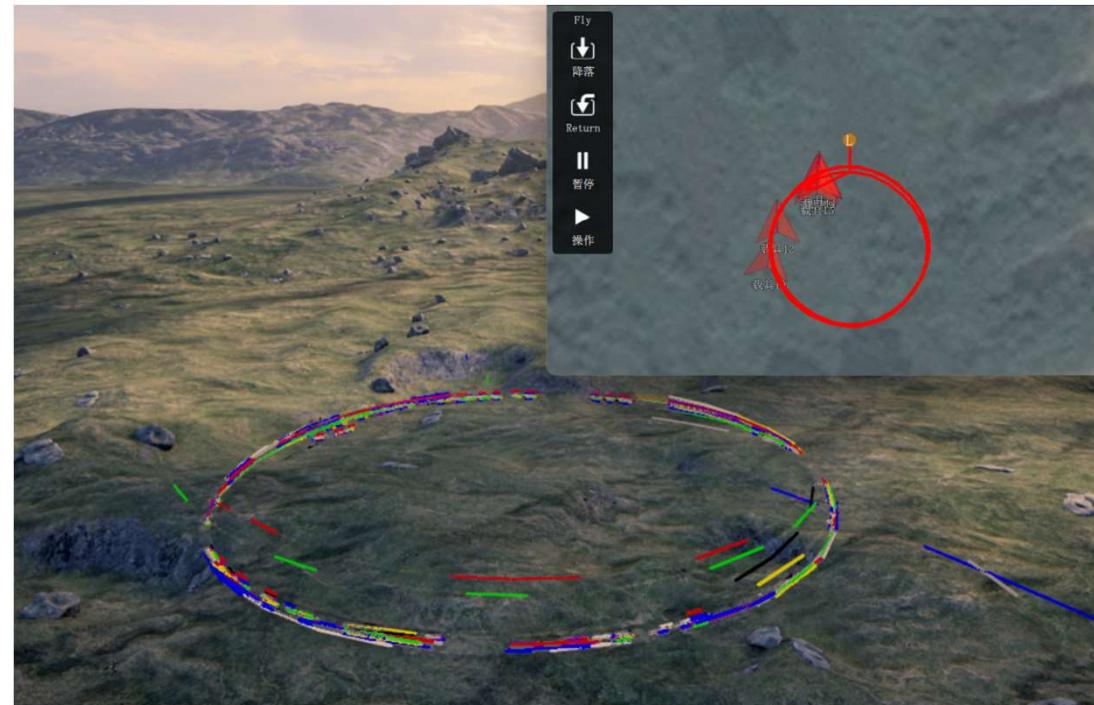
- **5.1.2 8机SITL仿真实验**
- 通过利用**RflySim**平台**UDP**通信函数接口进行无人机飞机起飞，然后飞同心圆。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\ e1_RflyUdpSwarmAdvExp\2.UDPSim\8Swarm_Py\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

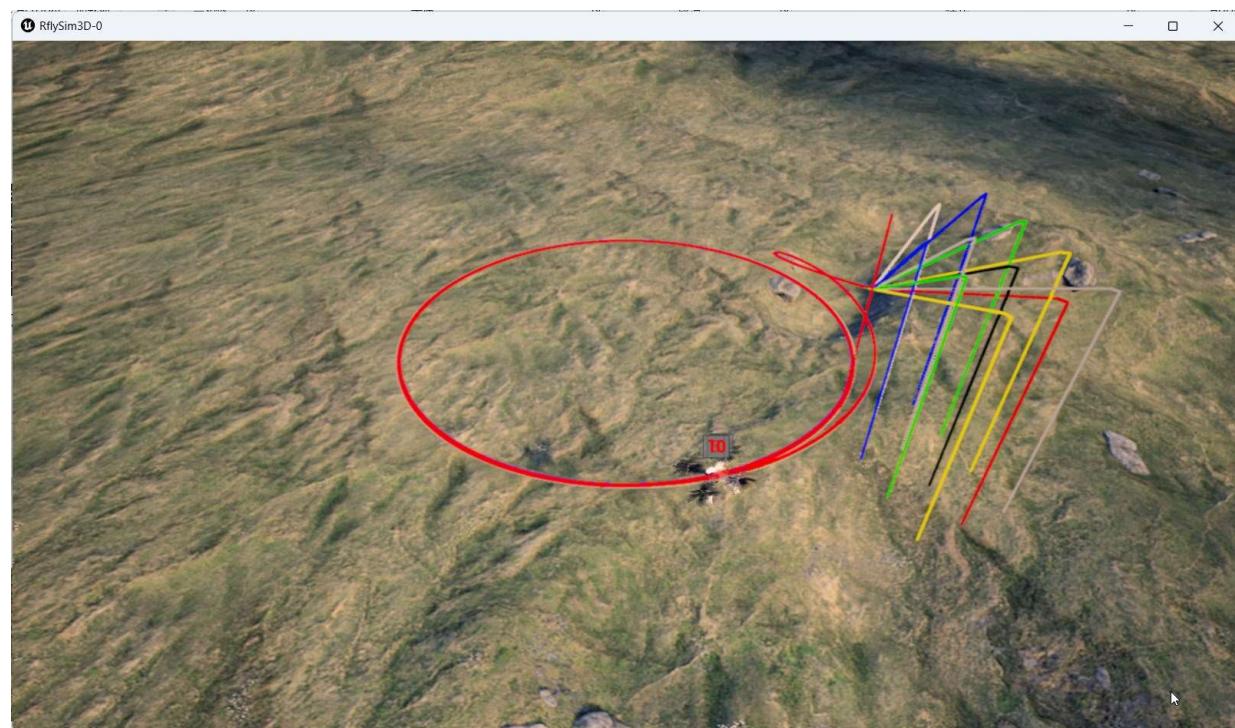
- 5.1.3 分布式局域网点对点通信16机仿真实验
- 本实验可实现在局域网内指定的两台电脑(如下统称为**电脑A**、**电脑B**)联合进行8架飞机画圆飞行。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\exp1_RflyUdpSwarmAdvExp\3.UDPSimple16Swarm2PC_Py\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

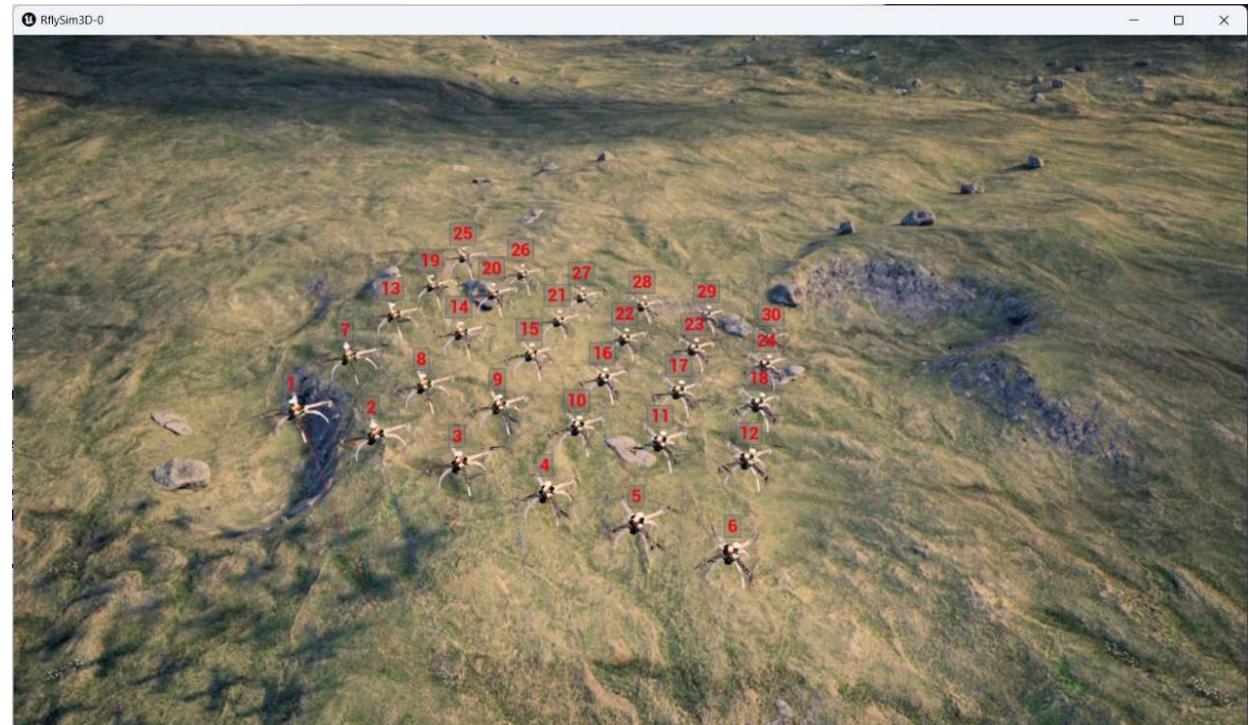
- **5.2.1 12机质点集群实验**
- 本实验基于**RflySim**平台实现**12架质点模型的四旋翼飞机**起飞和画圆飞行。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c2_NoPX4SI](#)
[TLSwarm\1.NoPX4SIT](#)
[L12Swarm\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

- **5.2.2 30机质点集群实验**
- 本实验基于RflySim平台实现30架质点模型的四旋翼飞机起飞和画圆飞行。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\2_NoPX4SI](#)
[TLSwarm\2.NoPX4SIT](#)
[L30Swarm\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

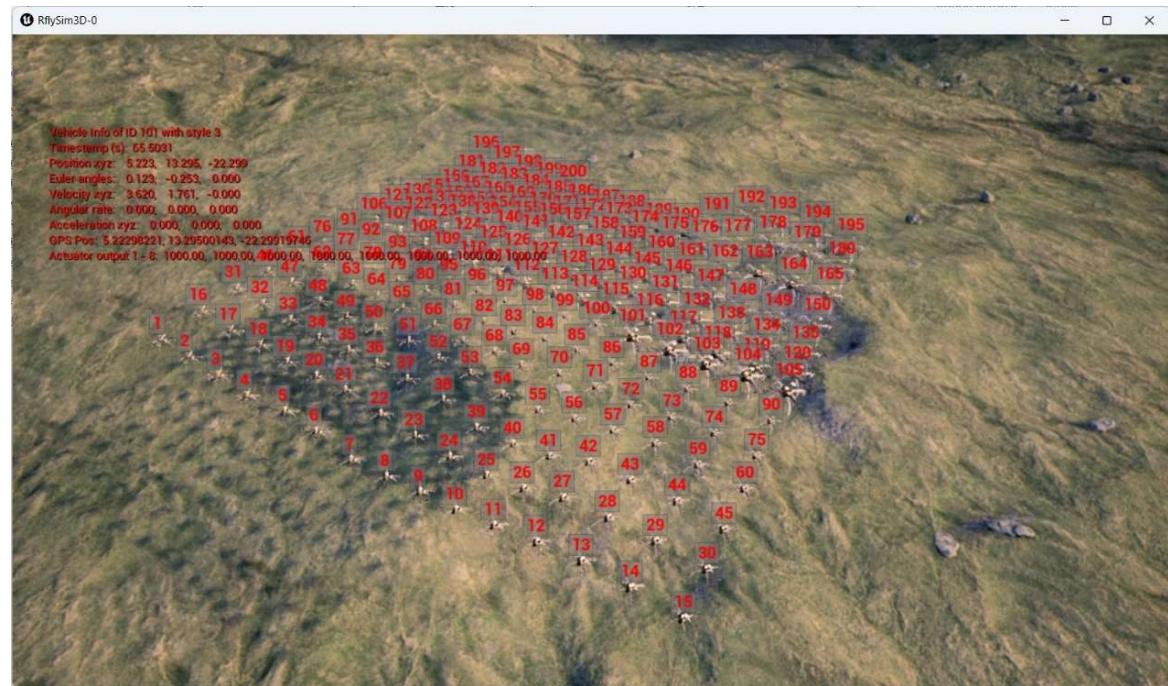
- **5.2.3 100机质点集群实验**
- 本实验基于**RflySim**平台实现**100**架质点模型的四旋翼飞机起飞和画圆飞行。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\ e2_NoPX4SI](#)
[TLSwarm\3.NoPX4SIT](#)
[L100Swarm\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

- **5.2.4 200机质点集群实验**
- 本实验基于**RflySim**平台实现在局域网内两台电脑**200**架质点模型的四旋翼飞机起飞和画圆飞行。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c2_NoPX4SI](#)
[TLSwarm\4.NoPX4SIT](#)
[L200Swarm2PC\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

- 5.3.1 分布式局域网广播
通信8机仿真实验
- 本实验可实现在局域网内
两台电脑(如下统称为**电脑A**、**电脑B**)联合进行8架飞
机画圆飞行。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c3_Distribut
edLANSwarm\1.Broad
NetSwarm_Mat\Readm
e.pdf](#)





5. 进阶案例实验

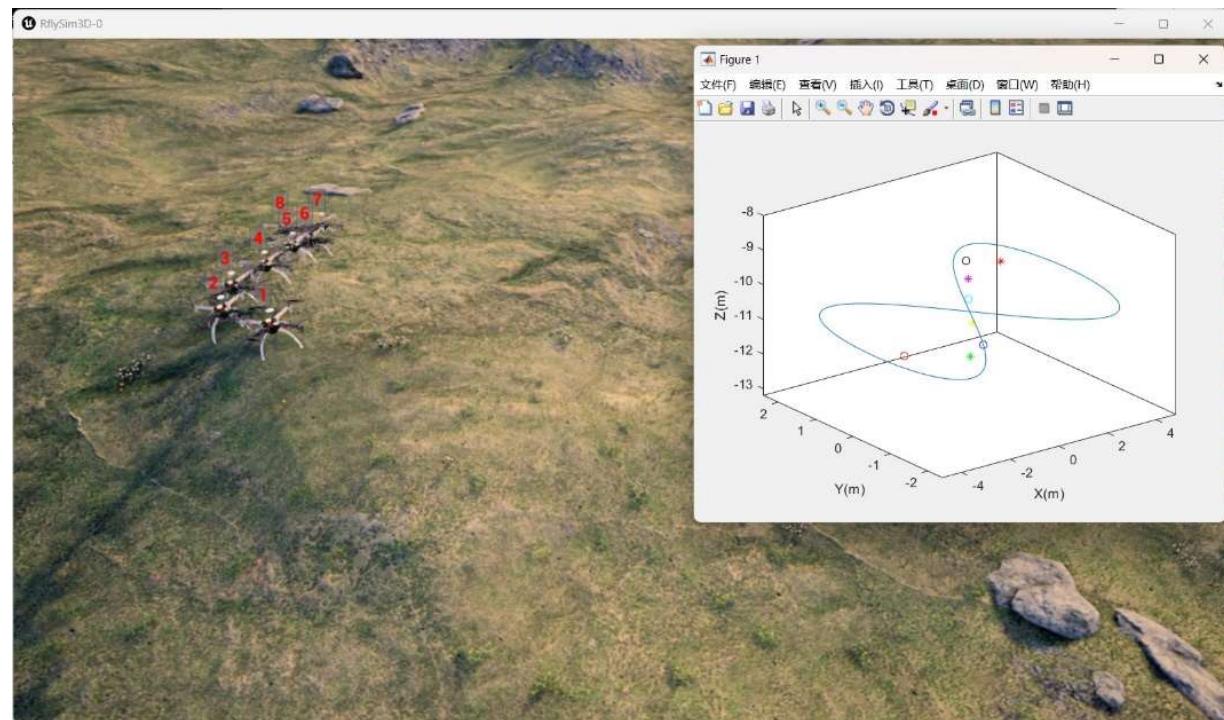
- **5.3.2 分布式局域网点对点通信8机仿真实验**
- 本实验可实现在局域网内两台电脑(如下统称为**电脑A**、**电脑B**)联合进行8架飞机画圆飞行。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c3_DistributedLANSwarm\2.UseIPNetworkSwarm_Mat\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

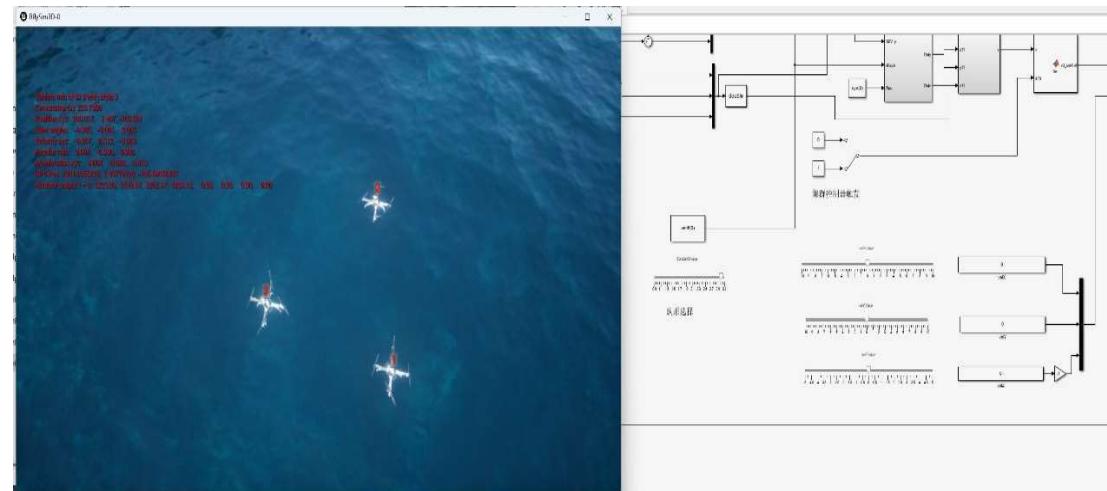
- **5.4.1 8机绕“8”字编队飞行仿真实验**
- 通过平台提供的 RflyUdpFast 传输模块，基于 MATLAB/Simulink 实现控制 8 架四旋翼无人机的绕 8 字编队飞行控制实验。
- 详细操作及实验效果见 [2.AdvExps\c4_SwarmFormationCtrl\1.UAV8Swarm3D_Mat\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

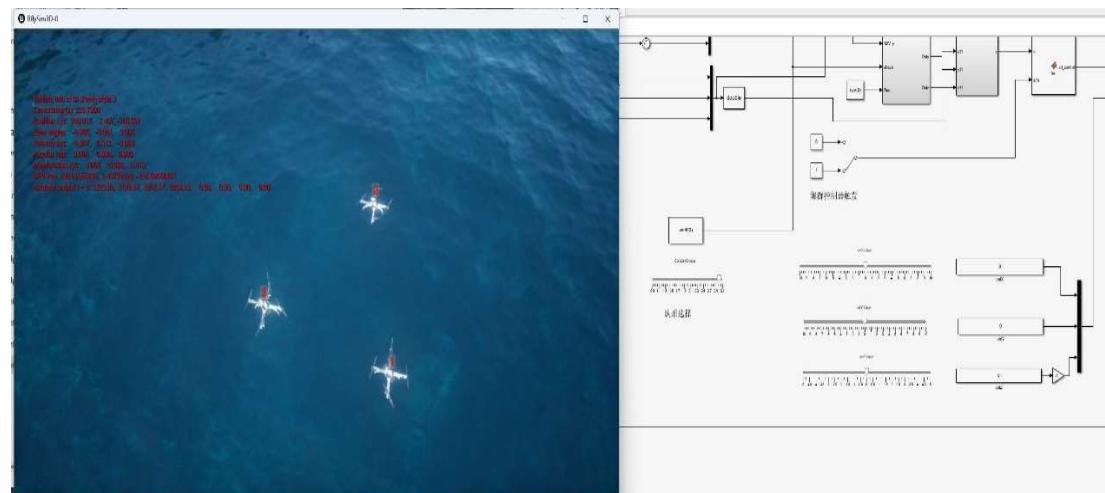
- **5.4.2** 自动防撞下控制机体速度进行集群编队仿真实验
- 本实验中通过软、硬件在环仿真分别演示了无人机不同队形的变换以及编队功能。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c4_SwarmFormationCollCtrl\2.SwarmBodyVelCtrlColl_Mat\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

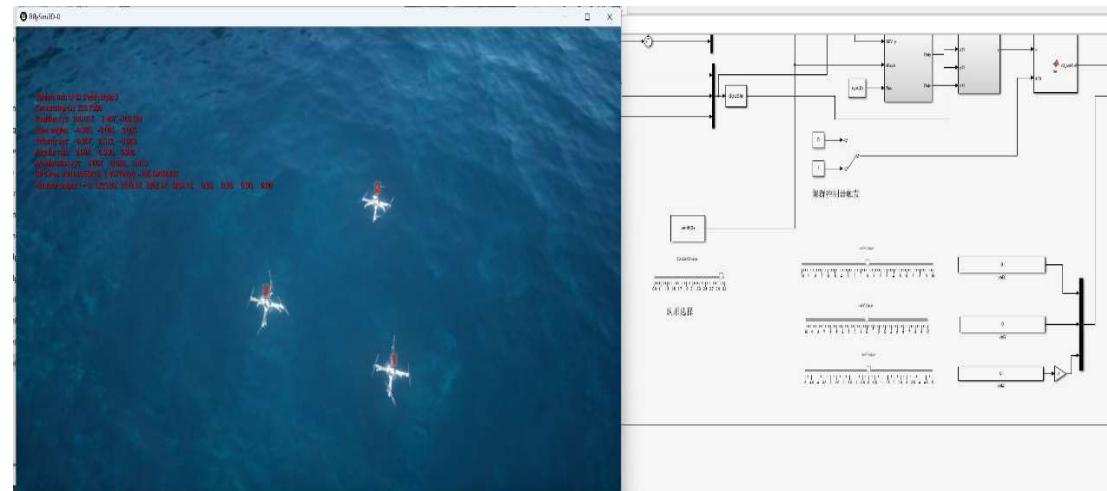
- **5.4.3** 自动防撞下控制地球速度(NED坐标系)进行集群编队仿真实验
- 本实验中通过软、硬件在环仿真分别演示了无人机不同队形的变换以及编队功能。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c4_SwarmFormationCollCtrl\3.SwarmEarthVelCtrlColl_Mat\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

- **5.4.4 自动防撞下控制地球速度(NED坐标系)的集群编队仿真实验(UDP模式)**
- 本实验中通过软、硬件在环仿真分别演示了无人机不同队形的变换以及编队功能。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\4_SwarmFormationCtrlColl\4.SwarmEarthVelCtrlCollUdp_Mat\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

- **5.5.1 蚂蚁算法多无人机路径规划实验**
- 通过蚂蚁算法规划出一条可行且较优的路径，这条路径需要符合避障以及避碰的要求。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c5_AISwarmCtrlExp\1.AntAlgorithmMutUAVPathPlan\README.pdf](#)

The screenshot shows the Visual Studio Code interface. On the left is the file explorer with files like main.py, Barrier.py, Cylinder.xml, Detect.py, and PathPlanningSITL.py. The main.py file is open in the center, showing Python code for a multi-robot system using the Ant algorithm. The code includes imports for PX4MavCtrl and barrier classes, and a loop for initializing mav_list. A red box highlights the line '起飞了' (Takeoff) in the status bar. To the right is a figure titled 'Figure 1' showing a 2D grid heatmap with a red path. The x-axis is labeled 'ant' and ranges from 0 to 120. The y-axis ranges from 0 to 120. The heatmap shows obstacles as white squares and a red path starting at approximately (10, 10) and ending at approximately (110, 110), navigating through the grid.

```
if __name__ == '__main__':
    # 创建实例
    mav = PX4MavCtrl.PX4MavCtrl(20100)
    mav1 = PX4MavCtrl.PX4MavCtrl(20102)
    mav2 = PX4MavCtrl.PX4MavCtrl(20104)
    mav_list = [mav, mav1, mav2]
    # 生成障碍物
    barrier = Barrier.Barrier(mav)

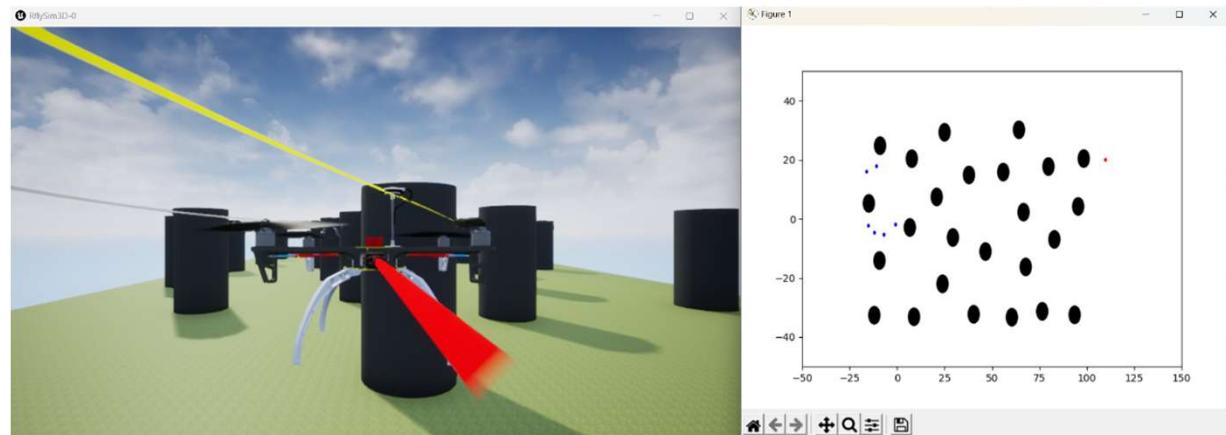
    for i in range(len(mav_list)):
        mav_list[i].InitMavLoop()

2, 63], [73, 62], [74, 62], [75, 63], [76, 64], [77, 63], [78, 62],
[79, 63], [88, 62], [81, 61], [82, 60], [82, 59], [83, 58], [84, 58],
[85, 58], [86, 58], [87, 58], [88, 58], [89, 57], [89, 56], [90, 56],
[91, 54], [92, 54], [93, 54], [94, 53], [95, 54], [96, 54], [97,
55], [98, 55], [99, 56], [100, 56], [101, 56], [102, 56], [103, 56],
[104, 56], [105, 57], [106, 58], [107, 59], [108, 60], [109, 61],
[110, 62], [111, 63], [112, 64], [113, 64], [114, 64], [115, 64], [116,
64], [117, 65], [118, 65], [119, 64], [120, 63], [121, 63], [122,
63], [123, 64], [124, 64], [125, 63], [126, 62], [127, 63], [128,
63], [129, 63], [130, 63], [131, 62], [132, 61], [133, 61], [134, 60
1, [139, 59]]]
```



5. 进阶案例实验

- 5.5.2 Olfati-Saber集群算法
- 采用Olfati-Saber算法实现多无人机的避障、避碰、向目标点聚集。
- 详细操作及实验效果见[2.AdvExps\c5_AISwarmCtrlExp\2.Olfati_SaberSwarmUAVObsAvoid\Readme.pdf](#)





5. 进阶案例实验

- 5.5.3 无人机区域防守
- 采用深度强化学习训练无人机防守模型，使得能够采用更少的无人机抵御攻击型无人机，能够取得很好的防守效果。
- 详细操作及实验效果见
[2.AdvExps\c5_AISwarmCtrlExp\3.MultiUAVRegionDefense\Readme.pdf](#)





大纲

1. 实验平台配置
2. 关键接口介绍
3. 基础实验案例（免费版）
4. 进阶接口实验（个人版）
5. 进阶案例实验（集合版）
6. 扩展案例（完整版）
7. 小结



6. 扩展案例

- 正在开发中



大纲

1. 实验平台配置
2. 关键接口介绍
3. 基础实验案例（免费版）
4. 进阶接口实验（个人版）
5. 进阶案例实验（集合版）
6. 扩展案例（完整版）
7. 小结



7. 小结

- 本讲主要对无人机的集群通信以及集群控制进行讲解，分为基础实验、进阶实验和扩展案例三部分，可以实现局域组网，无人机集群通信，无人机编队控制。

如有疑问，请到<https://doc.rflysim.com/>查询更多信息。



RflySim更多教程



扫码咨询与交流



飞思RflySim技术交流群



谢谢！