

1. 实验名称及目的

1.1 实验名称

异构无人机与无人艇协同跟踪实验

1.2 实验目的

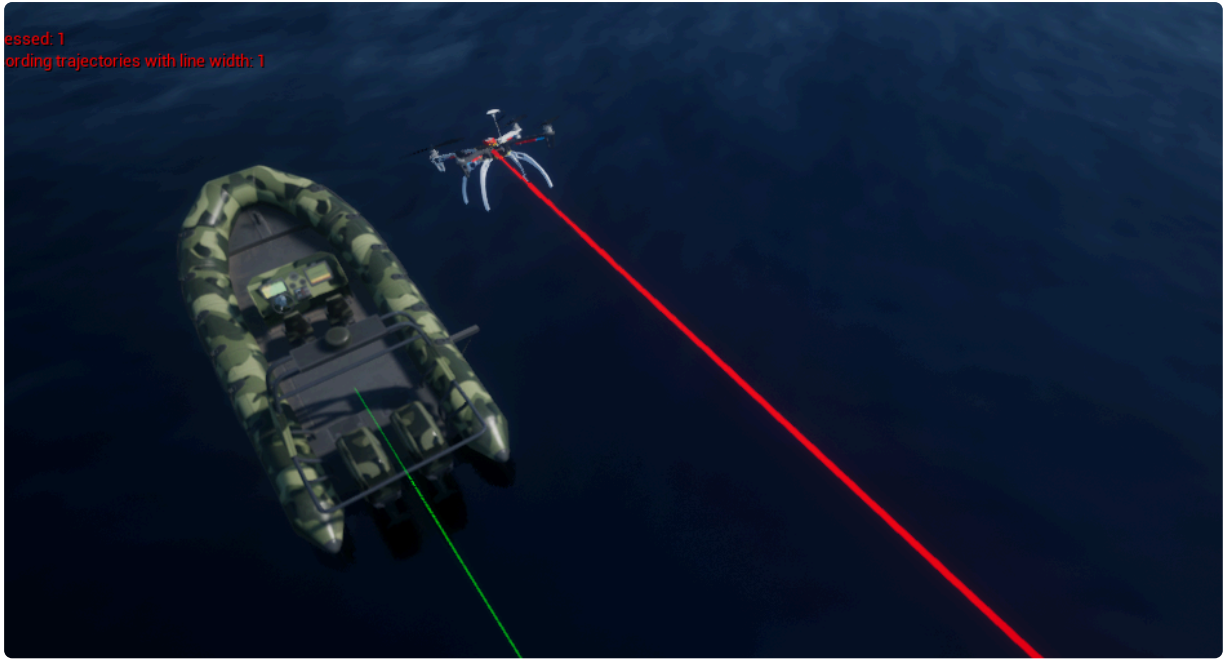
- 掌握异构多智能体系统的协同控制与通信机制。
- 理解 PX4 飞控的 Offboard 模式及其在无人机/无人艇中的应用。
- 学习基于 UDP 的多线程通信与仿真同步技术。
- 验证无人机对无人艇的实时跟踪能力。

1.3 关键知识点

- 多线程控制**：通过多线程实现无人机与无人艇的独立控制与协同。
- Offboard 模式**：利用 PX4 的 Offboard 模式实现位置与速度控制。
- UDP 通信**：基于 UDP 协议实现多智能体间的实时数据交互。
- 状态机设计**：通过条件触发机制实现无人机的跟踪逻辑与无人艇的轨迹规划。

2. 实验效果

- 定性效果**：无人机实时跟踪无人艇的运动轨迹。
- 可视化**：实验效果可通过 RflySim3D 仿真平台观察。



3. 文件目录

例程目录：

[\[安装目录\]\RflySimAPIs\10.RflySimSwarm\2.AdvExps\6.Hetero_SwarmExps\4.USV_UAVCoTraking](#)

文件名	说明
<code>MulticopterNoCtrlSITLRun.bat</code>	启动多旋翼无人机仿真脚本
<code>USVNoCtrlSITLRun.bat</code>	启动无人艇仿真脚本
<code>MultiVehicleRunALL.bat</code>	启动所有仿真脚本
<code>UDPSimpleMultiVehicleSwarm.py</code>	控制程序主脚本
<code>Python38Run.bat</code>	配置 Python 环境脚本

4.1 软件要求

Windows 10及以上版本；RflySim工具链；MATLAB2022B以上版本。

①：若使用Pixhawk 6X飞控，平台安装时的编译命令为：px4_fmuv6x_default，推荐PX4固件版本为：1.12.3。其他配套飞控及编译命令请见：
<https://rflsim.com/doc/zh/1/Hardware.html>

4.2 硬件要求

笔记本/台式电脑1台。

①：推荐配置请见：<https://rflsim.com/>

5. 实验步骤

step1 下载并导入三维模型

下载定位船和绳缆三维模型MilitaryBoat01.zip并解压拷贝到
C:\PX4PSP\RflySim3D\RflySim3D\Content目录下

链接:

https://pan.baidu.com/s/1YyKu95jeXHxYomRI_l-5cQ?pwd=6y37

提取码: 6y37



step3启动控制程序

打开Python38Run.bat脚本输入 `python UDPSimpleMultiVehicleSwarm.py` 并执行。

```
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

F:\git\10.RflySimSwarm\2.AdvExps\e6.Hetero_SwarmExps\1.3Cars3UAVsSwarm>python UDPSimpleMultiVehicleSwarm.py
0号飞机已到达指定高度
1号飞机已到达指定高度
2号飞机已到达指定高度
```

在RflySim3D查看实验效果。

essed: 1
ording trajectories with line width: 1



7. 常见问题

1. 仿真启动失败

- **现象：**运行 `MultiVehicleRunALL.bat` 后，CopterSim 未正常启动。
- **原因：**路径配置错误或权限不足。
- **解决：**检查 `PSP_PATH` 环境变量是否正确，确保以管理员权限运行脚本。

2. 无人机无法进入 Offboard 模式

- **现象：**控制程序报错，提示无法切换模式。
- **原因：**未正确初始化 PX4 或未解锁。
- **解决：**确保 PX4 固件版本为 1.12.3，检查 `MavList[i].InitMavLoop()` 是否成功执行。

3. 跟踪误差过大

- **现象：**无人机无法准确跟踪无人艇。
- **原因：**控制频率过低或通信延迟。
- **解决：**检查控制程序的时间间隔设置，确保为 30 Hz。

6. 拓展实验

1. 增加无人机数量

- 目的：验证多无人机协同跟踪多无人艇的能力。

5. 实验步骤

1. 修改 `UDPSimpleMultiVehicleSwarm.py` 中的 `VehicleNum` 参数。
2. 调整 `MultiVehicleRunALL.bat` 脚本以支持更多仿真实例。
3. 运行实验并记录结果。

2. 更复杂的轨迹规划

- 目的：测试无人机对复杂轨迹的跟踪能力。

5. 实验步骤

1. 修改无人艇的轨迹规划逻辑，使其执行 S 型或螺旋型轨迹。
2. 调整无人机的控制逻辑以适应新轨迹。

6. 参考资料

1. [PX4 官方文档](#) - 提供 PX4 飞控的详细使用说明。
2. [RflySim 官方网站](#) - 包含 RflySim 工具链的安装与使用指南。
3. [MAVLink 协议文档](#) - 介绍 MAVLink 通信协议的详细内容。
4. [Python 官方文档](#) - 提供 Python 编程语言的参考资料。