1. 实验名称及目的

1.1. 实验名称

自动化测试航迹跟踪。

1.2. 实验目的

掌握航迹跟踪的基本结构和使用流程。

1.3. 关键知识点

本实验在 python 脚本进行参数设置，通过算法进行航迹跟踪。

导入模块

导入了 Python 标准库模块和一些第三方库，如 numpy、matplotlib、scipy 等，以及自定义模块，如 ProfustSA、AutoREG、AutoMavDB、AutoMavCmd、UE4CtrlAPI 和 PX4MavCtrlV4。

添加当前目录到系统路径

使用 sys.path.append(os.getcwd())确保脚本能够导入当前目录下的模块。

UE4 控制 API 初始化

创建 UE4CtrlAPI 实例，用于与 UE4（Unreal Engine 4）进行交互。

定义辅助函数和类

GetPath 函数用于获取仿真配置文件和启动脚本的路径。

SimAPI 类用于启动和结束仿真环境。

MavAPI 类继承自 SimAPI，添加了无人机控制和测试相关的功能。

GenSPo 类用于生成特殊轨迹（SPo）。

主要功能和方法

SimStart 和 SimEnd 方法用于启动和结束仿真。

IninMavEnv 和 EndMavEnv 方法用于初始化和结束无人机环境。

InitMavConf 方法用于初始化无人机配置。

GetCmd 方法用于从 JSON 配置文件中获取控制指令序列。

AutoMavRun 方法是一个主循环，用于执行无人机的自动测试流程。

CMDANA 方法用于分析控制指令。

calculate_flight_status 方法用于计算飞行状态。

GetDesiredPV 方法用于获取期望的位置和速度。

DataRecord 方法用于记录测试数据。

特殊轨迹生成和测试执行

GenSPo 类中的 Gen_Circle_SPo 方法用于生成圆形轨迹。

在__main__部分，创建 GenSPo 实例并生成圆形轨迹，然后创建 MavAPI 实例，使用生成的轨迹作为特殊轨迹进行测试。

2. 实验效果

运行 setpointctrl.py 可以看到飞机会按照预期的航线执行。

3. 文件目录

例程目录：[***\RflySimAPIs\7.RflySimPHM\2.AdvExps\e9_SetpointCtrlExp\]()

文件夹/文件名称	说明
data 文件夹	仿真数据存放处
Model 文件夹	仿真用到的模型和 bat 脚本
setpointctrl.py	软件在环航迹跟踪运行脚本
db.json	数据库文件
ProfustSA.py	python 文件
setpointctrl.py	用于生成圆形轨迹的路径
QuadModelSITL.bat	软件在环仿真一键启动脚本
Python38Run.bat	Python 程序执行脚本。

4. 运行环境

序号	软件要求	硬件要求	
		名称	数量(个)
1	Windows 10 及以上版本	笔记本/台式电脑[①]	1
2	RflySim 平台免费版及以上		
3	Visual Studio Code		

① ：推荐配置请见：HowToInstall.pdf (rflysim.com)

5. 实验步骤

5.1. 必做实验

Step 1：查看 python 文件

打开 setpointctrl.py 文件，可以看到有三个类，分别为仿真管理类、航线管理类和飞机管理类，其中航线有三条轨迹，用户可以在此处自定义轨迹。

```python
class GenSPo:
    def __init__(self) -> None:
        pass

    def Gen_Rectangle_SPo(self, length, width, height, num_points):...

        # # 生成矩形轨迹
        # length_rect = 2
        # width_rect = 1
        # height_rect = 10
        # num_points = 1000
        # x_rect, y_rect, z_rect = SPo.Gen_Rectangle_SPo(length_rect, width_rect, height_rect, num_points)
        # SPo.Plot_Trajectory(x_rect, y_rect, z_rect, 'Rectangle Trajectory')

    def Gen_Circle_SPo(self, radius, height, num_points):...

        # 生成圆形轨迹
        # radius_circle = 8
        # height_circle = -15
        # num_points = 1000
        # x_circle, y_circle, z_circle = SPo.Gen_Circle_SPo(radius_circle, height_circle, num_points)
        # # SPo.Plot_Trajectory(x_circle, y_circle, z_circle, 'Circle Trajectory')

    def Gen_Sinewave_SPo(self, amplitude, frequency, length, height, num_points):...

        # # 生成正弦波轨迹
        # amplitude = 10
        # frequency = 0.5
        # length = 4 * np.pi
        # height_sine = 10
        # num_points = 1000
        # x_sine, y_sine, z_sine = SPo.Gen_Sinewave_SPo(amplitude, frequency, length, height_sine, num_points)
        # SPo.Plot_Trajectory(x_sine, y_sine, z_sine, 'Sine Wave Trajectory')

    def Plot_Trajectory(self, x, y, z, title):...
```

仿真管理类可用于自动化打开和关闭仿真软件。

```python
class SimAPI:
    def __init__(self, frame = 'Quadcopter', SimMode = 'SITL') -> None:...

    def SimStart(self):...

    def SimEnd(self):...
```

飞机管理类用于管理飞机的连接、执行命令、数据下载等功能，高度集成了自动化测试的核心步骤。

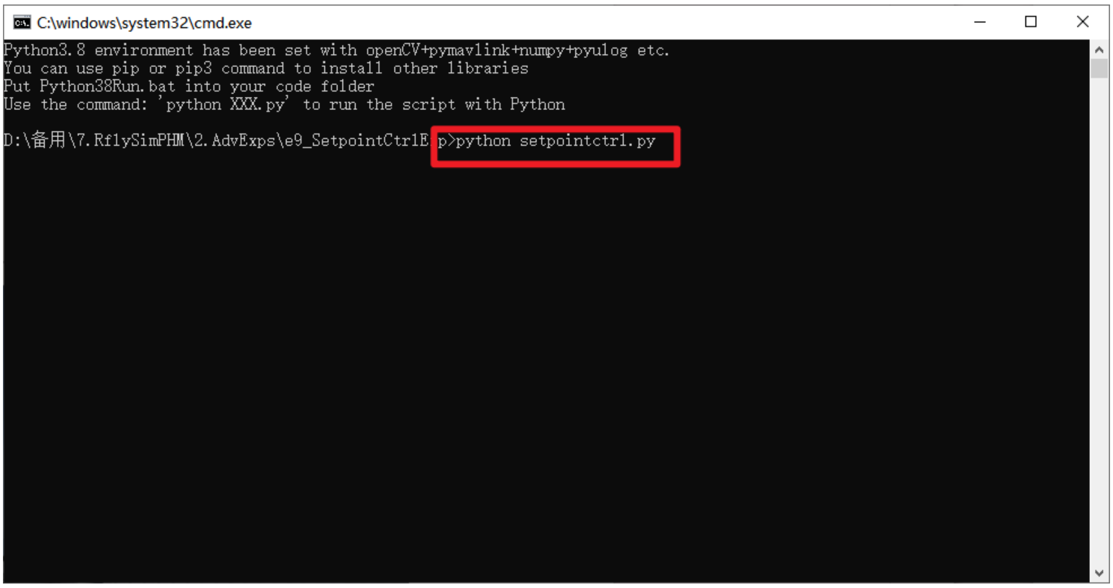
```python
class MavAPI(SimAPI):
    def __init__(self, frame = 'Quadcopter', SimMode = 'SITL', ID = 1) -> None:…

    def IninMavEnv(self):…

    def EndMavEnv(self):…

    def InitMavConf(self):…

    def GetCmd(self):…

    def AutoMavRun(self):…

    def GetDesiredPV(self):…

    def CMDANA(self,cmd):…

    def calculate_flight_status(self, angular_velocity_data):…

    def Get_SPVo(self, spv_x, spv_y, spv_z):…

    def SPVoThrd(self):…

    def SPVoPub(self, ctrlseq):…

    def TRIGGERMAVCMD(self, ctrlseq):…

    def Deviation(self, desired, true):…

    def Deviation_SPVo(self, desired, true):…

    def Get_TestResult(self, test_result):…

    def DataRecord(self):…
```

Step 2：配置参数

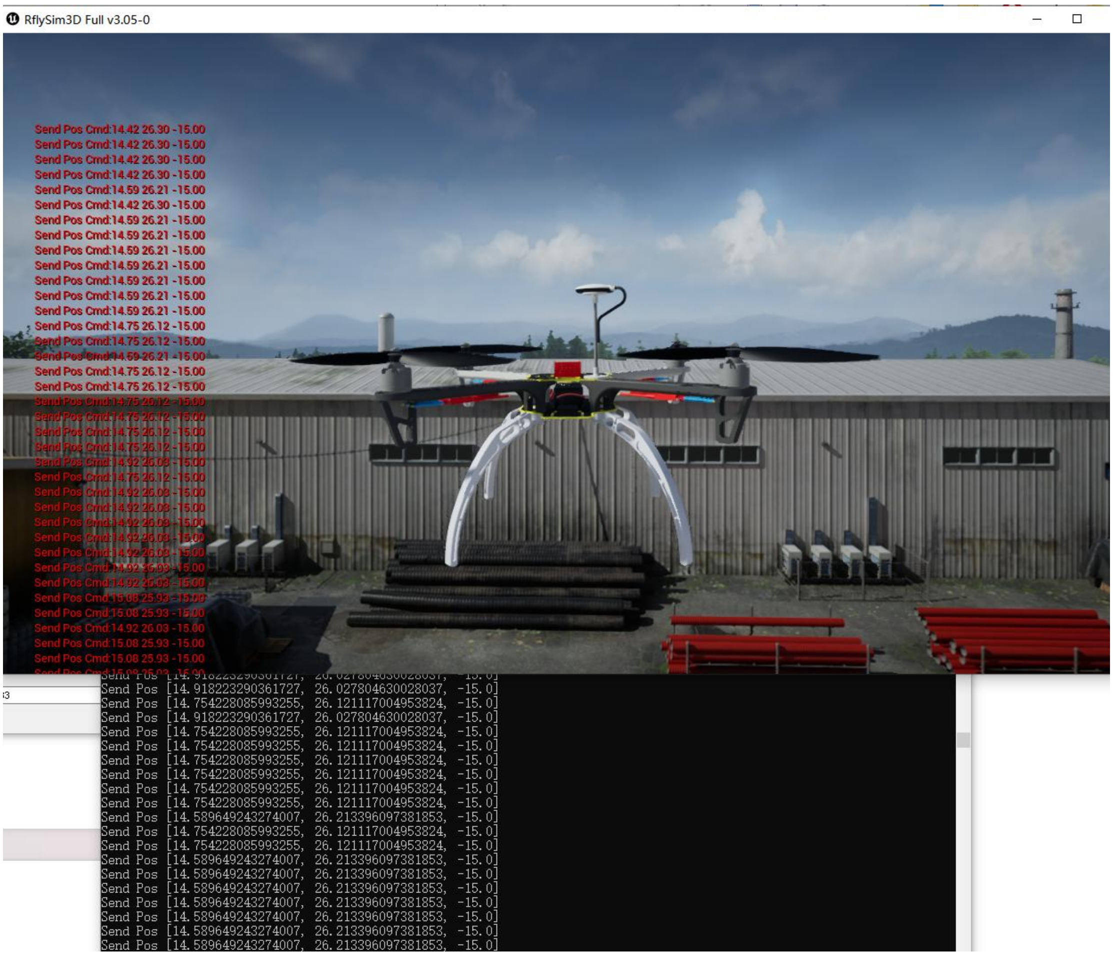
打开 db.json，配置控制序列和参数。

Step 3：运行 python 文件

在文件夹下，双击 Python38Run.bat，打开集成好的 python 环境，在该环境下运行 setpointctrl.py 文件，输入 python setpointctrl.py，运行 setpointctrl.py。



可以看到飞机会按照预期的航线执行。运行结束后会在该目录下生成 data 文件夹，存放了此次运行产生的飞行数据。



5.2. 选作实验（VS Code 调试运行）

准备工作：

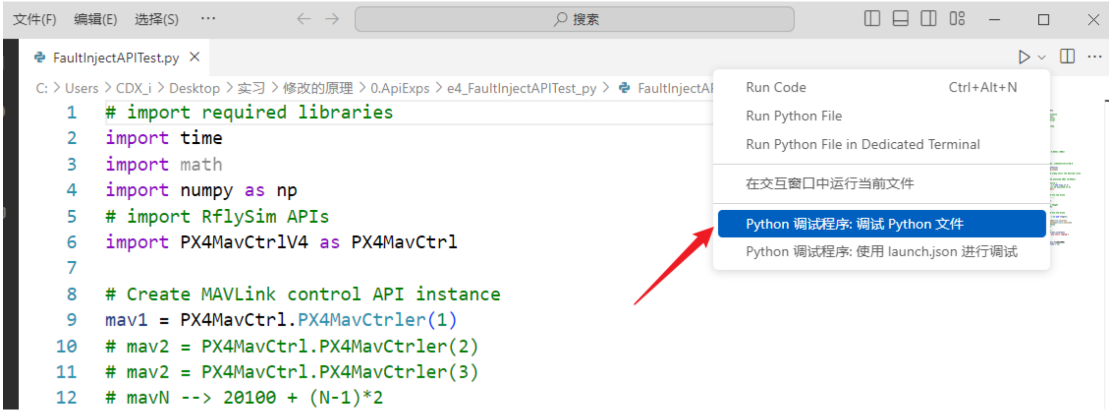
- 先确保已经按 RflySimAPIs/1.RflySimIntro/2.AdvExps/e3_PythonConfig/Readme.pdf

步骤，正确配置 VS Code 环境。或者配置了自己的 Pycharm 等自定义 Python 环境。

- 其他步骤与上文相同，在运行 setpointctrl.py 时，可使用 VS Code（或 Pycharm 等工具）来打开 setpointctrl.py 文件，并阅读代码，修改代码，调试执行等。

扩展实验：

- 请自行使用 VS Code 阅读 setpointctrl.py 源码，通过程序跳转，了解每条代码的执行原理；再通过调试工具，验证每条指令的执行效果。



6. 参考资料

[1]. 无

7. 常见问题

Q1：无

A1：无