1. 实验名称及目的

1.1. 实验名称

自动测试平台使用单机多实例自动化测试。

1.2. 实验目的

掌握自动测试平台单机多实例自动化测试的基本结构和使用流程。

1.3. 关键知识点

本实验可以对 python 脚本进行修改，实现平台的自动测试。

程序流程：

(1) 导入模块：导入 Python 标准库模块和自定义的无人机控制模块。

(2) 添加当前目录到系统路径：通过 sys.path.append(os.getcwd())确保能够导入当前目录下的模块。

(3) 定义无人机配置：conf 列表定义了无人机的类型、仿真类型（软件在环 SITL 或硬件在环 HITL）和模拟无人机的数量。

(4) 创建无人机控制器实例：mav 列表创建了多个 PX4MavCtrler 实例，每个实例代表一个无人机。

(5) 设置地图和初始位置信息：map 变量包含了地图名称和无人机的初始位置、偏航角和间隔。

(6) 初始化自动环境：AutoMavCtrl.InitMavAutoEnv 函数用于初始化无人机的自动控制环境。

(7) 启动无人机监控线程：调用 AutoMavCtrl.MavMonitor 启动无人机监控线程。

(8) 创建自动控制对象并启动循环：为每个无人机创建 AutoMavCtrl.AutoMavCtrler 对象，并调用 AutoMavLoopStart 方法启动自动控制循环。

(9) 启动仿真监控：调用 AutoMavCtrl.SimMonitor 启动仿真环境监控。

(10) （可选）监控无人机状态：被注释的代码段展示了如何实时监控和打印无人机的状态信息。

实现功能的函数和类：

- sys.path.append(os.getcwd())：添加当前工作目录到系统路径。
- PX4MavCtrl.PX4MavCtrler(port)：创建 PX4 飞行控制器的实例，port 是通信端口号。
- AutoMavCtrl.InitMavAutoEnv(mav, conf, map)：初始化自动控制环境，包括无人机列表、配置和地图信息。
- AutoMavCtrl.MavMonitor()：启动无人机监控线程，监控无人机的状态。
- AutoMavCtrl.AutoMavCtrler(mav_instance, conf)：为指定的无人机实例和配置创建自动控制对象。
- AutoMavCtrl.AutoMavLoopStart()：启动无人机的自动控制循环。
- AutoMavCtrl.SimMonitor()：启动仿真监控，监控仿真环境的状态。

多无人机配置示例：

代码中通过 conf 和 mav 列表配置了两架四旋翼无人机（Quadcopter）在软件在环（SITL）模式下的仿真。

监控无人机状态的示例代码：

被注释的循环代码展示了如何监控无人机的速度（trueVelNED）、位置（truePosNED）

和加速度（trueAccB）。

2. 实验效果

通过本实验可以对单机多实例进行自动化测试。

3. 文件目录

例程目录：***\RflySimAPIs\7.RflySimPHM\2.AdvExps\e5_SingFrameMultiInsExp\

文件夹/文件名称	说明
AutoTest.py	自动测试脚本
db.json	数据库文件
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
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 工具链		
3	Visual Studio Code		

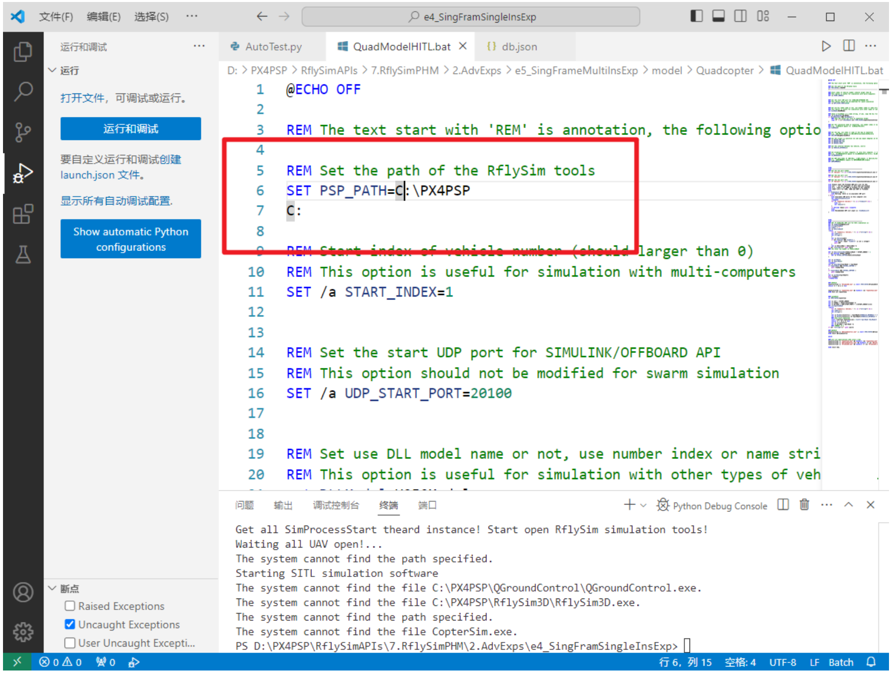
① ：推荐配置请见：HowToInstall.pdf (rflysim.com)

5. 实验步骤

5.1. 必做实验

Step 1：配置仿真参数

根据安装平台路径修改"e5_SingFrameMultiInsExp\model\Quadcopter\QuadModelHITL.bat"以及"e5_SingFrameMultiInsExp\model\Quadcopter\QuadModelSITL.bat"。

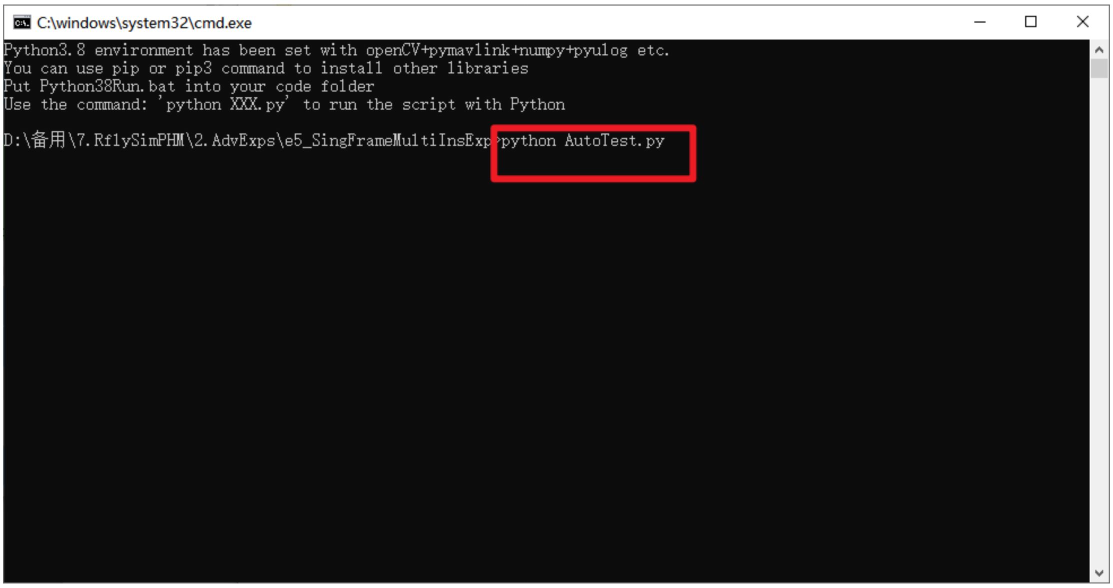


打开 AutoTest.py 文件，可以看到关键配置参数 conf 和 mav,这两个参数通过列表维护不同的机型和实例数量。在本文件中设置为单机多实例模式；其中 conf 的实例数量设置为 2。

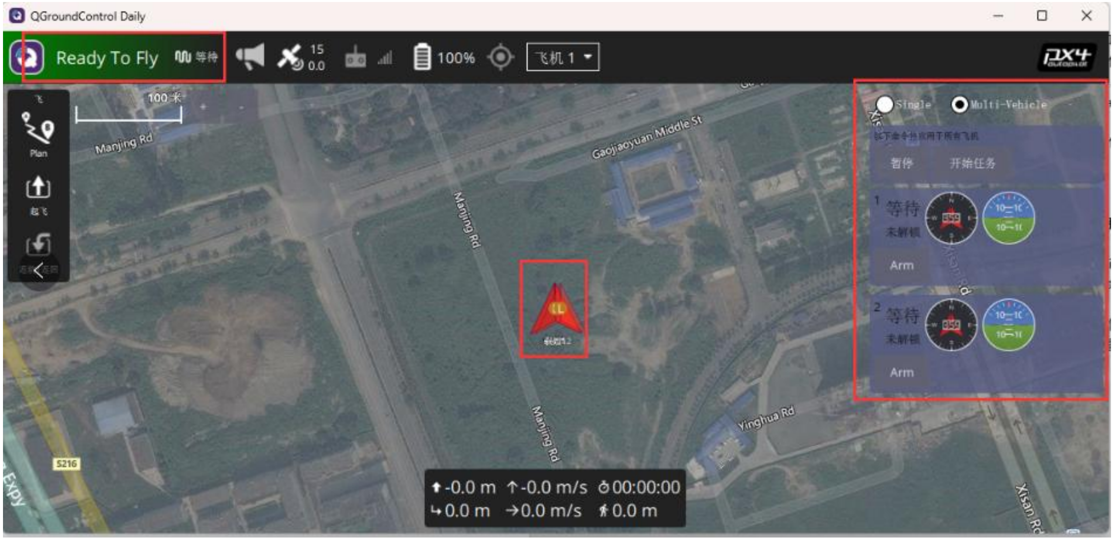
打开 db.json，可以看到在“TEST_CASE”关键字后面的测试用例设置为“1；2”,其中分号为多机测试模式，此意为 1 号飞机测试测试用例 1,2 号飞机测试测试用例 2。

Step 2：运行 py 文件开始仿真

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 AutoTest.py 文件，输入 python AutoTest.py，运行 AutoTest.py。

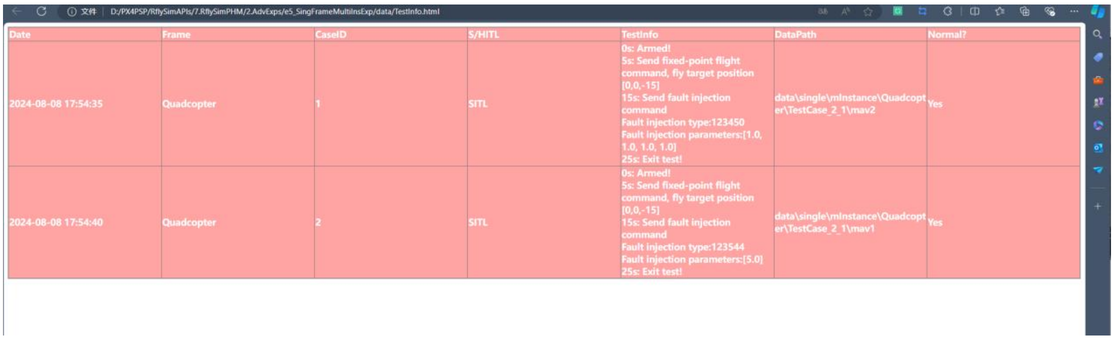


可以看到本实验初始了两架四旋翼，并自动化测试了 1 号四旋翼的测试用例 1 和 2 号四旋翼的测试用例 2，并自动化记录了测试数据，在 data\single\mInstance\Quadcopter 文件夹下的 TestCase_1_2。



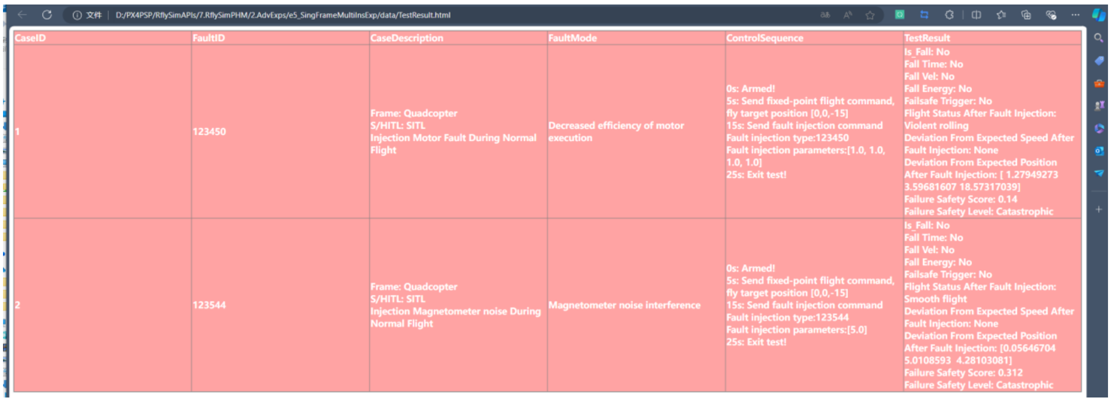
Step 3：仿真结束后检查数据

等待测试结束，自动化记录了该测试用例的测试状态、测试结果等信息，并呈现了可视化结果，可以在 data 文件夹下的 TestInfo.html 和 TestResult.html 看到。（如果运行过程中出现 ulog2csv 报错则需要手动将\data***\sInstance***\TestCase_**\log 文件夹下的.ulg 文件转换为 csv）



D:/PX4PSP/RflySimAPIs/7.RflySimPHM/2.AdvExps/e5_SingFrameMultiInsExp/data/TestInfo.html

Date	Frame	CaseID	S/HITL	TestInfo	DataPath	Normal?
2024-08-08 17:54:35	Quadcopter	1	SITL	0s: Armed! 5s: Send fixed-point flight command, fly target position [0,0,-15] 15s: Send fault injection command Fault injection type:123450 Fault injection parameters:[1.0, 1.0, 1.0, 1.0] 25s: Exit test!	data\single\mInstance\Quadcopter\TestCase_2_1\mav2	Yes
2024-08-08 17:54:40	Quadcopter	2	SITL	0s: Armed! 5s: Send fixed-point flight command, fly target position [0,0,-15] 15s: Send fault injection command Fault injection type:123544 Fault injection parameters:[5.0] 25s: Exit test!	data\single\mInstance\Quadcopter\TestCase_2_1\mav1	Yes



D:/PX4PSP/RflySimAPIs/7.RflySimPHM/2.AdvExps/e5_SingFrameMultiInsExp/data/TestResult.html

CaseID	FaultID	CaseDescription	FaultMode	ControlSequence	TestResult
1	123450	Frame: Quadcopter S/HITL: SITL Injection Motor Fault During Normal Flight	Decreased efficiency of motor execution	0s: Armed! 5s: Send fixed-point flight command, fly target position [0,0,-15] 15s: Send fault injection command Fault injection type:123450 Fault injection parameters:[1.0, 1.0, 1.0, 1.0] 25s: Exit test!	Is_Fall: No Fall Time: No Fall Vel: No Fall Energy: No Failsafe Trigger: No Flight Status After Fault Injection: Violent rolling Deviation From Expected Speed After Fault Injection: None Deviation From Expected Position After Fault Injection: [1.27949273 3.59681607 18.57317039] Failure Safety Score: 0.14 Failure Safety Level: Catastrophic
2	123544	Frame: Quadcopter S/HITL: SITL Injection Magnetometer noise During Normal Flight	Magnetometer noise interference	0s: Armed! 5s: Send fixed-point flight command, fly target position [0,0,-15] 15s: Send fault injection command Fault injection type:123544 Fault injection parameters:[5.0] 25s: Exit test!	Is_Fall: No Fall Time: No Fall Vel: No Fall Energy: No Failsafe Trigger: No Flight Status After Fault Injection: Smooth flight Deviation From Expected Speed After Fault Injection: None Deviation From Expected Position After Fault Injection: [0.05646704 5.0108593 4.28103081] Failure Safety Score: 0.312 Failure Safety Level: Catastrophic

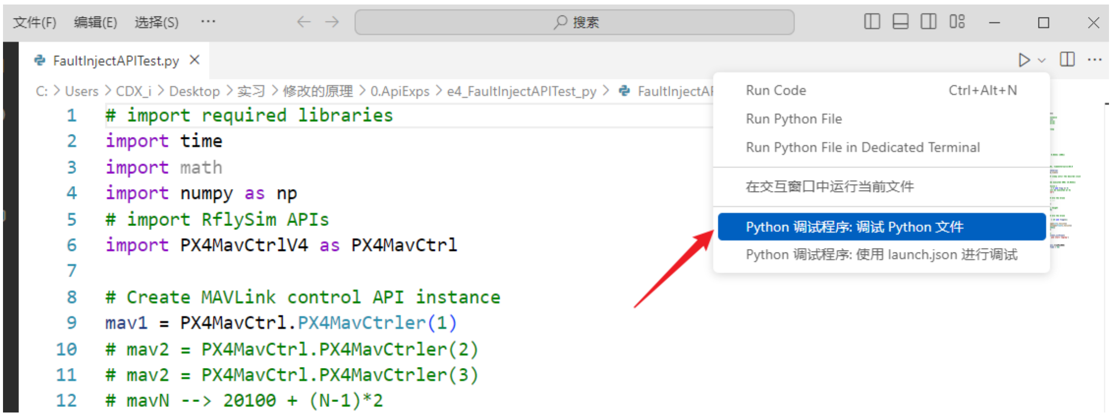
5.2. 选作实验（VS Code 调试运行）

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 AutoTest.py 时，可使用 VS Code（或 Pycharm 等工具）来打开 AutoTest.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 AutoTest.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