Simulink/DLL 综合模型 ROS 转发（C++版）

1. 实验目的

- 使用 C++ ROS 转发节点（udp_ros_bridge）将 RflySim 综合模型 UDP 数据转换为 ROS 话题，替代 mavros 的基础功能。
- 让基于 PX4 软硬件在环的视觉/控制算法快速迁移到 RflySim 综合模型。
- 演示 ROS1/ROS2 环境下对多机（默认 3 架）的状态订阅与控制。

2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10 及以上版本；RflySim 工具链；WSL2（RflySim-20.04）；ROS1 Noetic 或 ROS2；Python 3。
- 硬件要求：笔记本/台式电脑 1 台。
  - 推荐配置请见：https://rflysim.com/doc/zh/HowToInstall.pdf

3. 实验地址

例程目录：
[安装目录]\RflySimAPIs\6.RflySimExtCtrl\0.ApiExps\e21.SimulinkAndDllRosTrans\1.C++Demo

[1_Deploy_and_Build_ROS1.bat]：ROS1一键部署与启动脚本
[2_Deploy_and_Build_ROS2.bat]：ROS2一键部署与启动脚本
[build_bridge.sh]：一键编译与启动脚本
[run_bridge_in_wsl.sh]：在WSL环境中运行桥接程序的脚本
[udp_ros_bridge_template]：C++ ROS转发节点模板（ROS1/ROS2）
[udp_ros_bridge_template/src/udp_ros_bridge.cpp]：UDP与ROS通信的核心转发节点源码
[udp_ros_bridge_template/package.xml]：ROS包配置文件

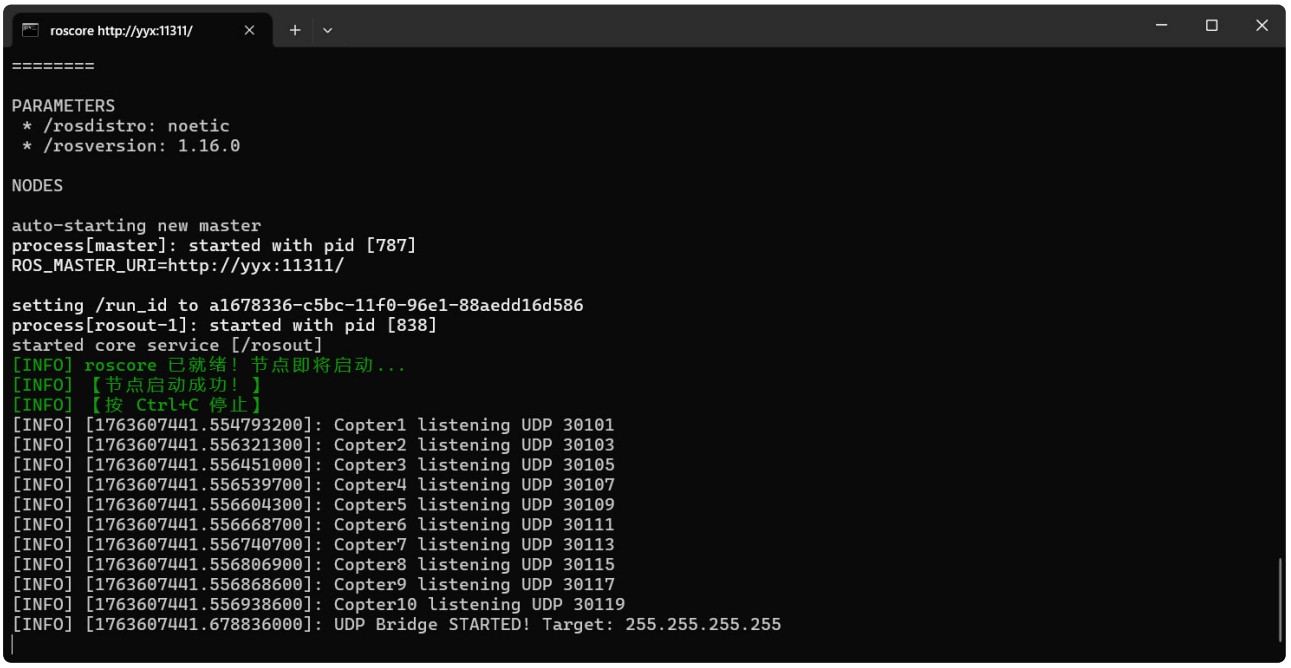
[udp_ros_bridge_template/CMakeLists.ros1.txt]：ROS1环境下的编译配置文件
[udp_ros_bridge_template/CMakeLists.ros2.txt]：ROS2环境下的编译配置文件
[udp_ros_bridge_template/msg/OutCopterStruct.msg]：定义输出飞行器结构的消息格式
[udp_ros_bridge_template/msg/SILIntFloat.msg]：定义软硬件在环仿真中整数浮点数消息格式
[udp_ros_bridge_template/msg/SOut2Simulator.msg]：定义输出到模拟器的消息格式
[udp_ros_bridge_template/msg/SOutCopterStruct.msg]：定义输出飞行器结构的消息格式
[Simulink--dll]：综合模型dll文件及仿真与控制脚本
[Simulink--dll/MulticopterNOpx4.bat]：启动多旋翼综合模型仿真的批处理脚本
[Simulink--dll/MulticopterNOpx4.dll]：多旋翼综合模型的动态链接库文件
[Simulink--dll/WinWSL.bat]：用于连接Windows与WSL环境的批处理脚本
[Simulink--dll/Ros12MultiUav.py]：ROS1/ROS2环境下多无人机控制验证脚本

4. 实验内容或步骤

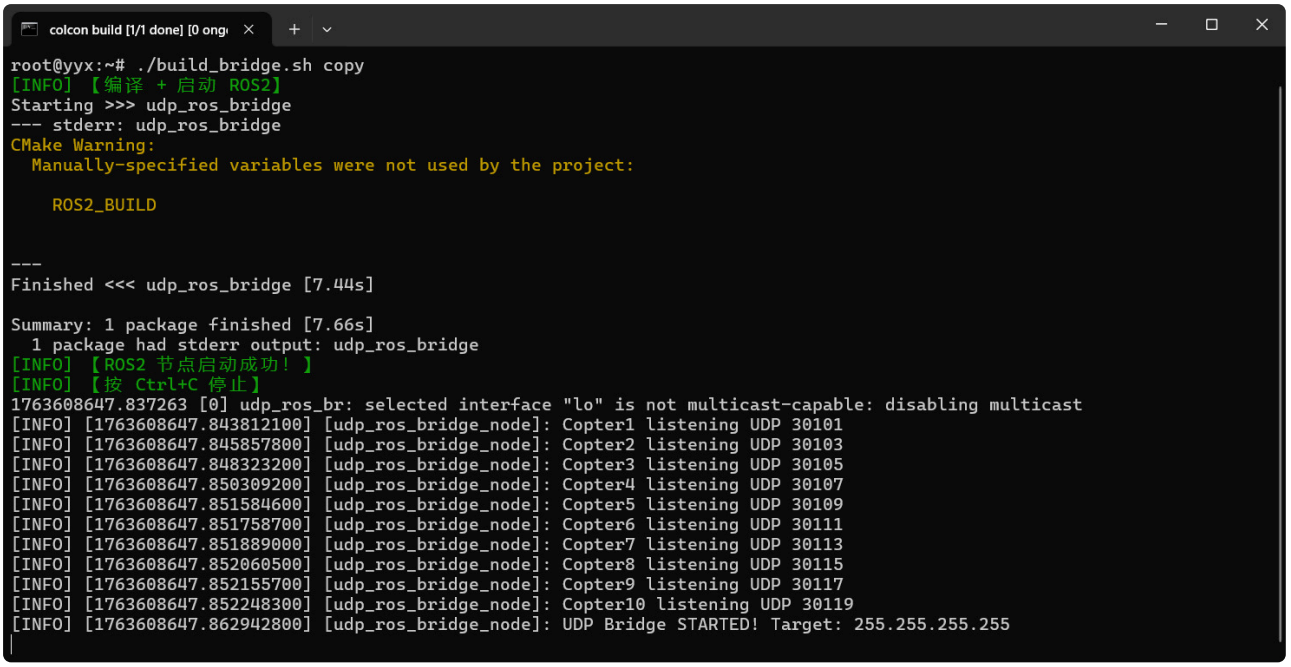
4.1 自动编译并启动 ROS 转发节点（推荐）

本例程提供了 Windows 批处理脚本，可自动将必要文件复制到 WSL 并根据目标 ROS 版本进行编译并启动节点。

- **ROS1 环境**：双击运行 `1_Deploy_and_Build_ROS1.bat`
  编译完成后若看到节点启动信息，说明转发节点运行正常。



- **ROS2 环境**：双击运行 `2_Deploy_and_Build_ROS2.bat`
  编译完成后若看到节点启动信息，说明转发节点运行正常。

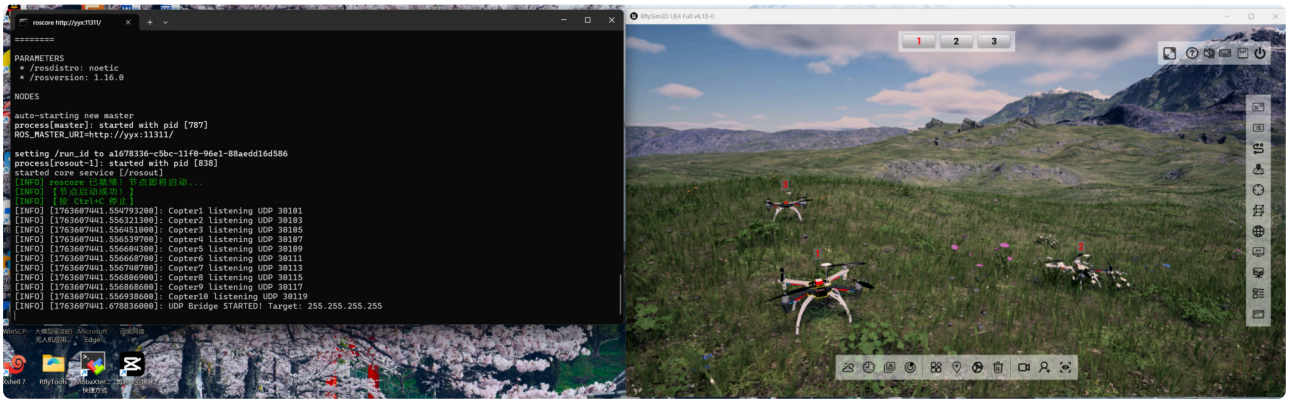


注意：

- 脚本运行后会自动检查 WSL 中是否已存在根据对应 ROS 版本编译好的节点程序。
- 若不存在，会自动执行复制与编译流程。
- 若已存在，则直接启动节点。
- 若需要指定 WSL 发行版（如电脑中有多个 WSL），请右键编辑脚本，修改 `set WSL_DISTRO_NAME=你的发行版名称`（如 `RflySim-20.04`）。

4.2 启动综合模型仿真

双击运行 MulticopterNOpx4.bat，启动 3 架综合模型仿真。

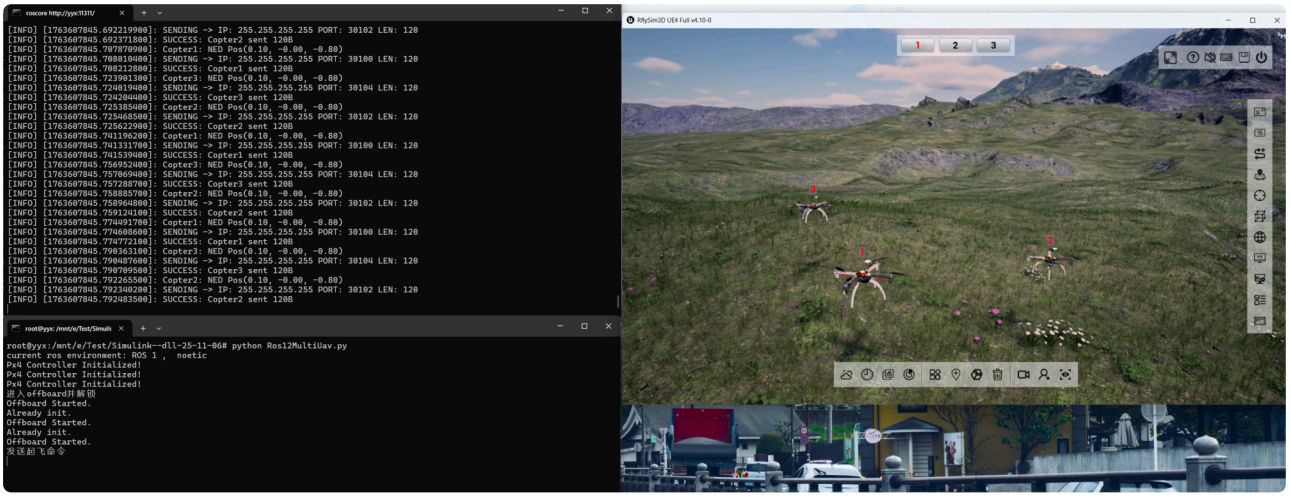


4.3 运行控制脚本验证

再次运行 WinWSL.bat，在 WSL 中进入示例目录（或将脚本复制到 `/root`），执行：

```
python Ros12MultiUav.py
```

可看到飞机起飞并打印实时状态，说明 ROS 转发链路生效。



5. 关键知识点

5.1 节点程序作用

能够替代 mavros 基础功能，实现基于 PX4 软硬件在环（SIL/HIL）的算法向 RflySim 综合模型（CopterSim）的快速迁移。

核心功能实现：

1. **数据上行（RflySim -> ROS）**：
   - 监听 UDP 端口 `30100 + id*2 - 1`（如 30101）接收仿真真值。
   - 发布 ROS 话题：
     - 位置/姿态：`mavros/local_position/pose`（`geometry_msgs/PoseStamped`）
     - 速度：`mavros/local_position/velocity_local`（`geometry_msgs/TwistStamped`）
     - GPS：`mavros/global_position/global`（`sensor_msgs/NavSatFix`）
   - 支持多机：`id=1` 话题前缀为 `/mavros`，`id>1` 为 `/mavros{id}`（如 `/mavros2`）。
2. **指令下行（ROS -> RflySim）**：

- 订阅控制话题：`mavros/setpoint_raw/local`（`mavros_msgs/PositionTarget`）。
- 支持控制模式：
  - **NED 位置控制**（`mask: 0x0DF8`）：映射到 `CmdPosition | HasPos`。
  - **NED 位置+偏航控制**（`mask: 0x09F8`）：映射到 `CmdPosition | HasPos | HasYaw`。
  - **FRD 速度控制**（`mask: 0x0DC7`）：映射到 `HasVel | FRD`。
- 提供服务：
  - 参数设置：`mavros/param/set`
  - 模式切换：`mavros/set_mode`（支持 `OFFBOARD`，`AUTO.LAND`）
  - 解锁/上锁：`mavros/cmd/arming`

5.2 编译与启动参数详解

脚本 `build_bridge.sh` 支持 ROS1/ROS2 自动识别与编译。

命令格式：
`./build_bridge.sh [模式] [ROS版本] [参数]`

参数说明：

- **模式**：
  - `copy`：复制模板代码到工作空间 -> 编译 -> 启动（首次使用推荐）。
  - `start`：跳过编译，直接启动（需确保已编译）。
- **ROS版本**：`ros1` 或 `ros2`（默认）。
- **可选参数**：
  - `--ip <IP>`：目标 IP，广播推荐 `255.255.255.255`，单播如 `192.168.1.100`。
  - `--num <N>`：监听飞机数量（默认 10）。
  - `--id <N>`：起始飞机 ID（默认 1）。

示例：

- ROS1 单播控制 ID=1~20 的飞机：
  `./build_bridge.sh ros1 --ip 192.168.1.100 --id 1 --num 20`
- ROS2 仅启动不编译：
  `./build_bridge.sh start --ip 255.255.255.255`

6. 参考资料

1. RflySim官方文档

7. 常见问题

Q1：运行 `build_bridge.sh` 提示找不到模板或无法编译?

A1：确认 `udp_ros_bridge_template` 与 `build_bridge.sh` 已复制到 WSL `/root`；检查 ROS 环境是否已安装并正确 `source`。

Q2：ROS 话题没有数据或飞机不响应?

A2：检查 `--ip` 是否与仿真端一致，Windows 防火墙是否拦截 UDP；确认仿真已启动且 `--id/--num` 覆盖当前 CopterID。

Q3：脚本能运行但控制无效?

A3：确保 `Ros12MultiUav.py` 在 WSL 中运行，并且 ROS1/ROS2 环境与转发节点一致；必要时重启转发节点与仿真。