

# | 机器狗24维控制通道实验

## | 1. 实验目的

本实验旨在通过机器狗模型展示RflySim的24维控制通道能力。通过 Python 脚本下发 UDP 控制指令，演示三项核心功能：8 个独立关节的正弦波摆动控制、内置动作（起立、打招呼）触发，以及连续步态行走与偏航方向控制。

## | 2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；RflySim工具链[\[1\]](#)。
- 硬件要求：笔记本/台式电脑1台[\[2\]](#)。

## | 3. 实验地址

例程目录：

[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e8\\_RflySim3DEffect\8.RobotDog](#)

- **RobotDogDemo.py**：控制演示脚本，依次演示关节摆动、内置动作和步态行走三个阶段。
- **CopySce.bat**：一键将当前目录下的机器狗模型复制到 RflySim3D 插件资源目录。

## | 4. 实验内容或步骤

### | 4.1 导入机器狗模型到RflySim3D

双击运行本目录下的 `CopySce.bat` 文件。

该脚本会自动将 `RobotDog` 模型文件夹复制到 RflySim3D 的资源目录

( `%PSP_PATH%\RflySim3D\RflySim3D\Plugins\Rfly3DSimPlugin\Content\RobotDog` )，完成模型导入。

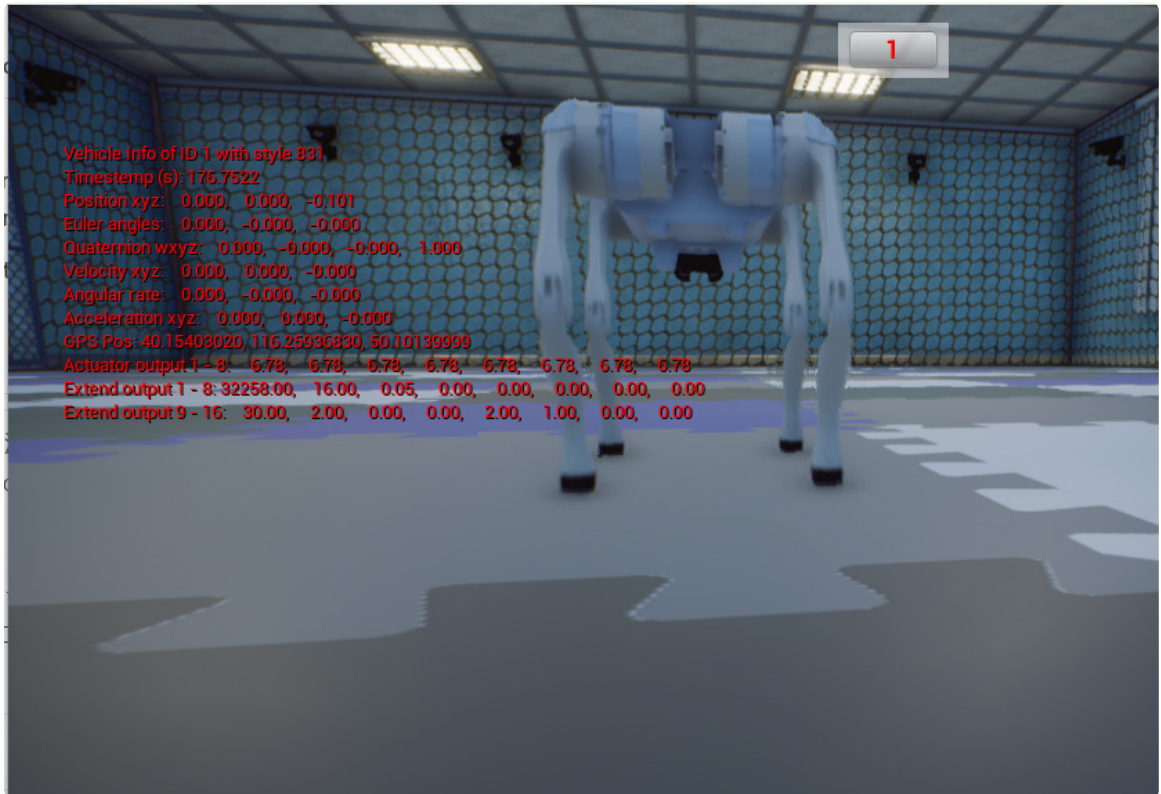
## 4.2 运行演示脚本

1. 双击运行本目录下的 `ue4.bat` 文件，打开 `RflySim3D`
2. 运行控制脚本，加载机器狗并执行不同动作：

```
1 | python RobotDogDemo\.py
```

3. 观察 RflySim3D 场景中机器狗的动作变化：

- **阶段1：**8个关节随正弦波同步摆动约5秒（幅度30度）。



- **阶段2：**机器狗先起立（PStandUp），再打招呼（Hello）。
- **阶段3：**机器狗进入连续步态行走模式（ContinuousGait），并带有偏航旋转。

## 5. 关键知识点与24维控制协议详解

机器狗的 24 维控制通道由两个接口承载：8 维关节角控制 + 16 维行为参数控制。

### 5.1 肢体关节独立控制通道 (前 8 维)

通过 `sendUE4PosFull` 的 `MotorRPMS` 参数控制（长度为8的浮点数组）。

按空间关系（从前到后、从左到右、从上到下）对应 8 个关节的 Pitch 角度：

- **通道 1** ( MotorRPMS[0] )：前左上侧关节 Pitch
- **通道 2** ( MotorRPMS[1] )：前左下侧关节 Pitch
- **通道 3** ( MotorRPMS[2] )：前右上侧关节 Pitch
- **通道 4** ( MotorRPMS[3] )：前右下侧关节 Pitch
- **通道 5** ( MotorRPMS[4] )：后左上侧关节 Pitch
- **通道 6** ( MotorRPMS[5] )：后左下侧关节 Pitch
- **通道 7** ( MotorRPMS[6] )：后右上侧关节 Pitch
- **通道 8** ( MotorRPMS[7] )：后右下侧关节 Pitch

发送一次即可更新关节角度，可通过循环发送实现连续动画效果。

## 5.2 动作扩展与导航指令通道 (后 16 维)

通过 sendUE4ExtAct 的 ActExt 参数控制（长度为16的浮点数组）：

| 通道索引     | 接口对应位置                | 功能说明                                        |
|----------|-----------------------|---------------------------------------------|
| 通道 9     | ActExt[0] TypeMask    | <b>使能位掩码。</b> 按位累加赋值，启用后续通道的对应功能。           |
| 通道 10    | ActExt[1] 动作命令        | <b>动作枚举。</b> 4=起立、13=打招呼、16=步态行走 等（见下方动作表）。 |
| 通道 11    | ActExt[2] 避障半径        | 默认 0.05m，小于0关闭避障。                           |
| 通道 12~14 | ActExt[3~5] 目标 XYZ    | 自动导航目的地坐标（米）。                               |
| 通道 15    | ActExt[6] Roll        | 躯干横滚角。                                      |
| 通道 16    | ActExt[7] Pitch       | 躯干俯仰角。                                      |
| 通道 17    | ActExt[8] Yaw         | 躯干偏航角（或偏航角速率，取决于掩码位14）。                     |
| 通道 18~20 | ActExt[9~11] 速度向量 XYZ | 步态行走时的速度分量。                                 |
| 通道 21    | ActExt[12] 速度标量       | 行进速度上限。                                     |

| 通道索引     | 接口对应位置                | 功能说明                     |
|----------|-----------------------|--------------------------|
| 通道 22    | ActExt[13] 坐标系        | 1=NED（世界坐标），2=FRD（机体坐标）。 |
| 通道 23~24 | ActExt[14~15] 辅助 Roll | 额外两个关节的 Roll 控制。         |

TypeMask 掩码值（按需累加填入通道9）：

| 掩码值               | 使能功能                        |
|-------------------|-----------------------------|
| 1                 | 按 R 键鼠标双击寻路                 |
| 2                 | 动作命令（通道10）                  |
| 4                 | 避障半径（通道11）                  |
| 8 / 16 / 32       | 目标 X / Y / Z（通道12~14）       |
| 64 / 128 / 256    | Roll / Pitch / Yaw（通道15~17） |
| 512 / 1024 / 2048 | 速度向量 X / Y / Z（通道18~20）     |
| 4096              | 速度标量（通道21）                  |
| 8192              | 坐标系选择（通道22）                 |
| 16384             | 偏航角速率模式（通道17变为角速率）          |
| 32768             | 绑定随行无人机                     |

机器狗动作枚举表（填入通道10）：

1=Damp 2=BalanceStand 3=StopMove 4=PStandUp 5=StandDown  
6=RecoveryStand 7=Sit 8=RiseSit 9=SwitchGait 10=BodyHeight  
11=FootRaiseHeight 12=SpeedLevel 13=Hello 14=Stretch 15=SwitchJoystick  
16=ContinuousGait 17=Wallow 18=Pose 19=Scrape 20=FrontFlip 21=FrontJump  
22=FrontPounce 23=Dance

## 6. 参考资料

1. [RflySim官方文档](#)
2. [RobotDog](#) 模型下载：  
<https://pan.baidu.com/s/1bUATMTsrgtNd7aNA1sJYYA?pwd=uy3n>

## 7. 常见问题

### Q1：运行脚本后机器狗模型未显示或报错？

A1：检查是否已将 `RobotDog` 文件夹放入此目录并运行了 `CopySce.bat`。确认环境变量 `PSP_PATH`（通常为 `C:\PX4PSP`）设置正确。

### Q2：机器狗对部分控制通道指令没有反应？

A2：检查 `TypeMask`（通道9）是否按位使能了所需功能。例如要控制速度，需同时设置 2（动作命令）和 512/1024/2048（速度向量）等掩码位的累加值。

- 
1. <https://rflysim.com/> ↩
  2. 推荐配置请见：<https://rflysim.com/doc/zh/HowToInstall.pdf> ↩