

# ARX方舟无限aloha数据采集系统四臂使用手册

## 1 安全概要

⚠本产品为实验性产品，仅供科研实验场景使用，操作前请严格按照用户手册进行，如不按用户手册使用，若导致安全事故，后果自负。

⚠使用本产品具有一定的安全风险，建议用户首先观看本章节内容，再阅读后面的内容了解具体的使用过程。

⚠使用前请先阅读X5和R5相关文档

### 运行环境

1. 工作温度为 $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，请勿在温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 、高于 $40^{\circ}\text{C}$ 环境中使用
2. 请勿在存在腐蚀性、易燃性气体的环境或者靠近可燃性物质的环境中使用
3. 请不要在加热器或者大型卷线电阻等发热体周围使用
4. 建议使用环境海拔高度不超过1000M
5. 建议使用环境昼夜温差不超过 $25^{\circ}\text{C}$

### 运行前检查

1. 确保与机器人共同工作的所有人员都接受过充分的培训，能够遵守操作规范，

安全操控机械臂

2. 确保机械臂正常供电
3. 确保机械臂周围无异物
4. 确保机械臂初始化完成
5. 确保机械臂安装牢固
6. 确保相机以及机械臂各关节电机的清洁

### 机械臂运行时操作

1. 运行时所有人员请远离机械臂工作空间
2. 机械臂停止空中时，断电前请手扶着机械臂，然后断电，手托机械臂归零位
3. 切勿在机械臂正常运转时断开电源

4. 切勿在机械臂正常运转时断开机械臂的can线
5. 模型推理时，请远离无关设备，防止机械臂掉落损坏设备
6. 机械臂模型推理时请远离机械臂工作空间
7. 如果机械臂推理发生错误导致机械臂运动紊乱，请立即中断推理程序
8. 如果推理程序无法中断导致机械臂运动紊乱，请立即关闭机械臂电源

## 注意事项

### 警告：电气危害

1. 如果不依照规范安全使用机械臂上的电子组件，可能导致设备损坏或人身伤害。
2. 请勿在机械臂上电时对其内部件执行任何操作；

### 小心：坠落危害

1. 机械臂突然断电，由于重力作用会导致机械臂掉落，从而导致机械臂损坏
2. 模型推理时，请远离无关设备，防止机械臂掉落损坏设备

## 操作注意事项

1. 首次启动系统和设备前，必须检查设备和系统是否完整，操作是否完全，检查机械臂和其他设备系统是否遭到损坏
2. 在使用机械臂前，需要对机器人及周边防护系统进行初步测试和检查
3. 在使用机械臂前，操作人员必须经过相应培训，必须确保输入的参数和操作是正确的
4. 机器人使用时，请无关人员远离机械臂的工作空间
5. 机械臂在发生意外时运行不正常的情况下，可以立即断开机械臂电源，但是断开机械臂电源可能会导致机械臂在掉落过程中损坏。
6. 请勿随意断开机械臂电源和机械臂 can线
7. 在机械臂作业时，切勿有人或其他设备出现在作业范围内
8. 切勿将手指伸到末端执行器以及线性模组连接处
9. 确保机械臂的工作空间没有障碍物
10. 切勿擅自对机械臂内部系统包括软件系统和硬件系统进行改动
11. 在机械臂运输或搬运过程中，做好防撞防水措施

12. 在机械臂运输或搬运过程中，做好保护好相应的传感器，确保传感器的安装位置以及姿态没有被调整
13. 当机械臂与其他机械协作时，应对整个协助系统做全面的安全评估
14. **切勿随意执行机械臂的模型推理过程**
15. 机械臂不使用情况下，请将机械臂归零位
16. 机械臂为易损件，请勿暴力使用

项目地址：

运行环境：ubuntu20.04, python3.8.10, ros1-noetic, torch-2.2.0+cu121

## 2 快速开始

### 2.1 创建虚拟环境

进入mobile\_aloha文件夹，运行 `venv.sh` 脚本

```
1 cd mobile_aloha
2 bash venv.sh
```

后续所有程序都需要在虚拟环境中执行

### 2.2 编译相机驱动

- 依赖项安装

```
1 sudo apt-get install -y libudev-dev pkg-config libgtk-3-dev
2 sudo apt-get install -y libusb-1.0-0-dev pkg-config
3 sudo apt-get install -y libglfw3-dev
4 sudo apt-get install -y libssl-dev
```

- realsense库安装

```
1 git clone https://github.com/IntelRealSense/librealsense.git
2
3 cd librealsense
4 mkdir build
5 cd build
```

```
6 cmake ../ -DBUILD_EXAMPLES=true
7 make
8 sudo make install
```

- 添加udev规则

```
1 sudo cp config/99-realsense-libusb.rules /etc/udev/rules.d/
2 sudo udevadm control --reload-rules && udevadm trigger
```

- 编译相机工作空间

```
1 cd realsense_camera
2 sudo apt install -y ros-noetic-ddynamic-reconfigure
3 catkin_make
```

在电脑上连接realsense d405的usb

```
1 source ./devel/setup.bash
2 rosrn realsense2_camera list_devices_node
```

终端显示{#终端显示}

## 显示如下： 表示相机未连接,请重新拔插usb

# No device connected, please connect a RealSense device

# [ERROR] [1712214870.788135105]: No device connected, please connect a RealSense device

# list SN is empty

## 显示如下： 表示三个相机已成功连接

# Found the following devices:

# Serial number: 230322275966

# Serial number: 230322272285

# Serial number: 230322273049

将获取到的Serial number分别填入src/ros\_realsense2\_camera/launch中的  
**rs\_multiple\_devices.launch**文件里的serial\_no\_camera中

```
<launch>
  <arg name="serial_no_camera1"          default="230322275966"/>
  <arg name="serial_no_camera2"          default="230322272285"/>
  <arg name="serial_no_camera3"          default="230322273049"/>
```

## 2.4 编译机械臂

详细请阅读X5和R5相关文档

## 3 数据采集

### 3.1 准备工作

- 运行**realsense\_camera**中的 `realsense.sh` 脚本
- 运行**X5**工作空间中的 `open_remote_master.launch` 文件
- 运行**R5**工作空间中的 `open_remote_slave.launch` 文件

查看topic消息

```
1 source follow1/devel/setup.sh
2
3 # 机械臂控制信息
4 rostopic echo /joint_control
5 rostopic echo /joint_control2
```

### 3.2 采集数据

**切记所有人员请远离机械臂工作空间**

**切勿暴力操作机械臂**

**如机械臂发生紧急情况, 请立即断电**

在**mobile\_aloha**中 `source venv/bin/activate` 后执行 `python collect_data.py` 即可操作机械臂采集数据

在默认参数下, 会产生数据集 `episode_0.hdf5` 保存到**mobile\_aloha/datasets**文件夹中, 该工程目录如下

```
mobile_aloha
├── collect_data.py
```

```
|—— datasets # --datasets 数据集保存路径
| |—— episode_0.hdf5 # 产生的数据集文件
| |—— episode_idx.hdf5 # idx由--episode_idx参数决定
| |—— ...
|—— readme.md
|—— requirements.txt
```

`collect_data.py` 主要命令行参数：

- `--datasets`：采集数据集存放路径
- `--episode_idx`：数据集索引号，当设置为-1时，将循环采集直到程序退出
- `--frame_rate`：采集帧率
- `--max_timesteps`：采集时长
- `--use_depth_image`：是否采集深度图（默认为false）
- `--is_compress`：是否使用压缩图像（默认为false）

注：

1. 操作人员操作主臂，从臂就会随动
2. 切记所有人员请远离机械臂工作空间，切勿暴力操作机械臂
3. 推荐采集压缩图像

```
1 source ./venv/bin/activate
2 python collect_data.py --datasets datasets --episode_idx -1 --max_timesteps
   800 --is_compress
```

### 3.2.1 采集教程

当程序初始化完成后，程序会语音播报初始化信息，当操控双臂同时闭合并张开夹爪后，程序将会语音播报 `go`，此时程序将会采集图像和机械臂的相关信息，直到达到设定采集时间或者让双臂回归初始位置后开合夹爪

## 3.3 可视化数据集

在 `mobile_aloha` 中 `source venv/bin/activate` 后执行 `python visualize_episodes.py --datasets ./datasets --episode_idx 0` 即可可视化数据集

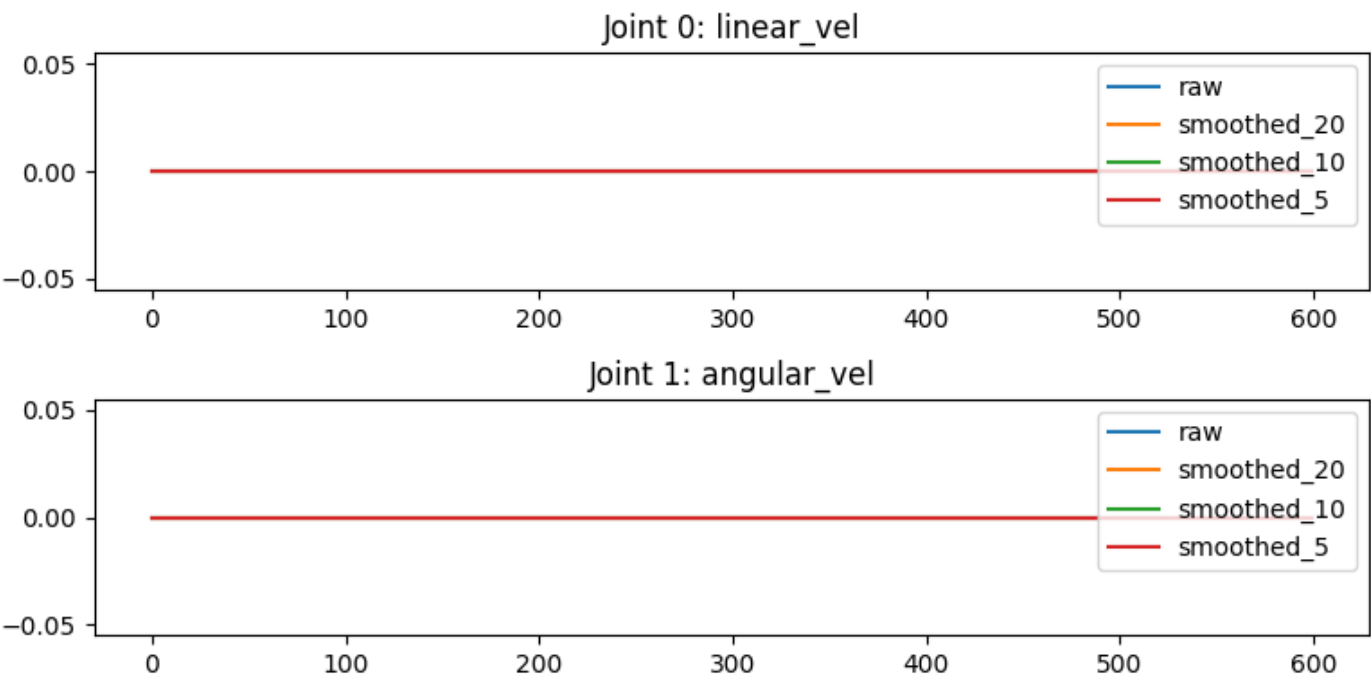
将3.2采集的数据集进行可视化运行上述代码，其中 `--datasets` 和 `--episode_idx` 需要和3.2采集数据时相同

运行代码时，终端会打印action，并显示彩色窗口图像

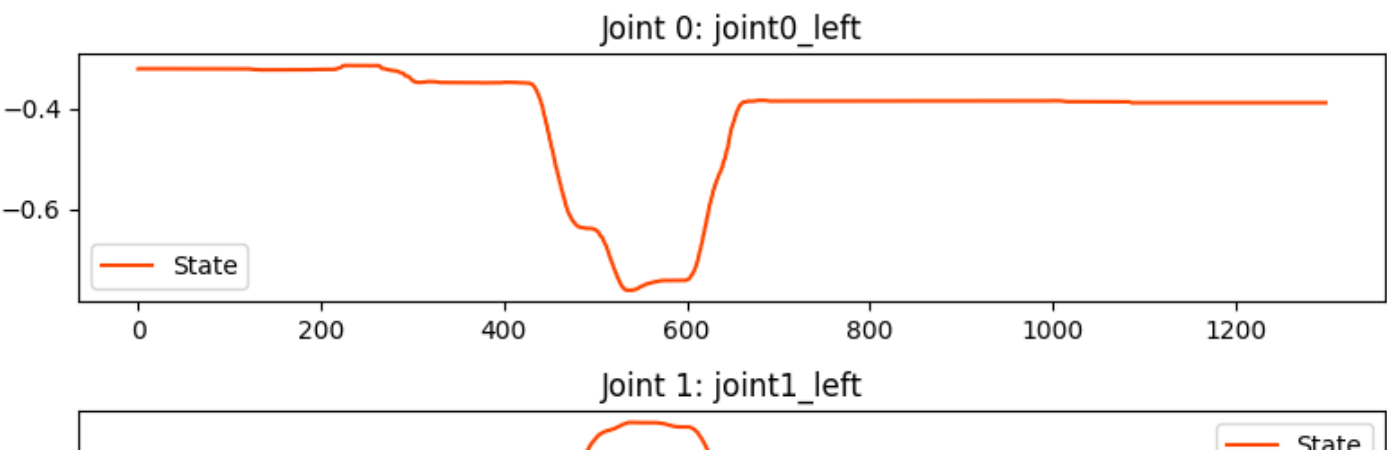
运行完成后，会在`datasets`下产生 `episode_${idx}_qpos.png` 、  
`episode_${idx}_base_action.png` 与 `episode_${idx}_video.mp4` 文件，目录结构如下：

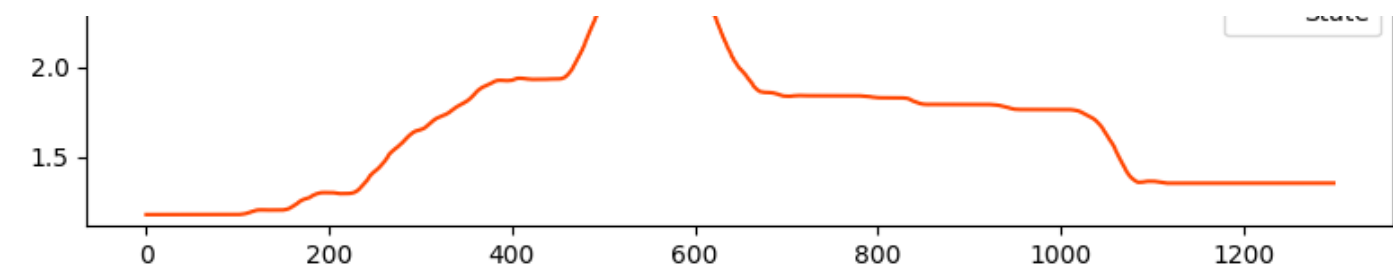
```
mobile_aloha
├── visualize_episodes.py
├── datasets
│   ├── episode_0.hdf5
│   ├── episode_0_base_action.png # base_action图
│   ├── episode_0_qpos.png # qpos图
│   └── episode_0_video.mp4 # 彩色图像视频流
```

- `episode_${idx}_base_action.png`

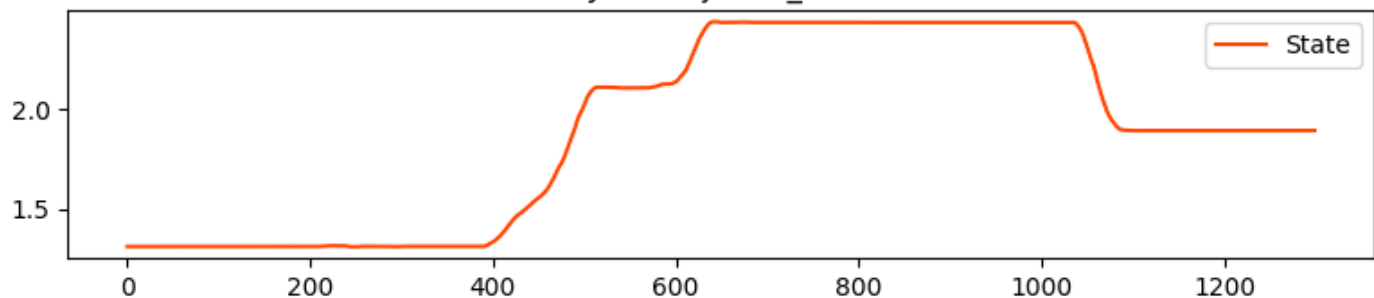


- `episode_${idx}_qpos.png`

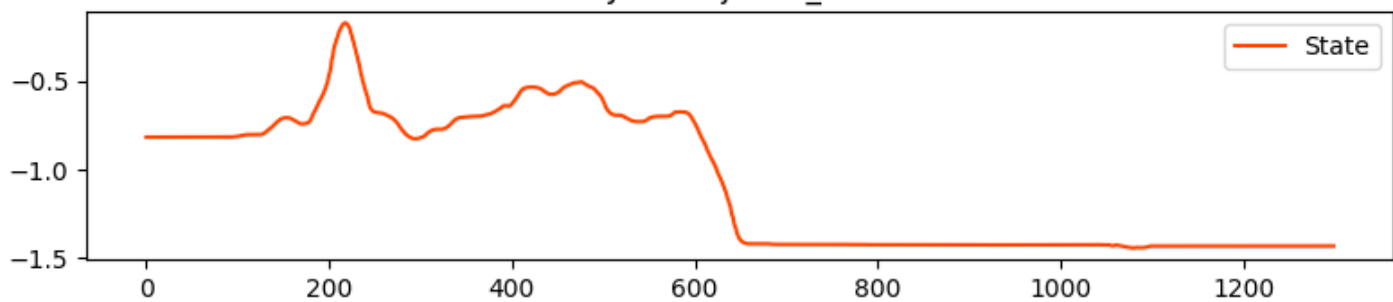




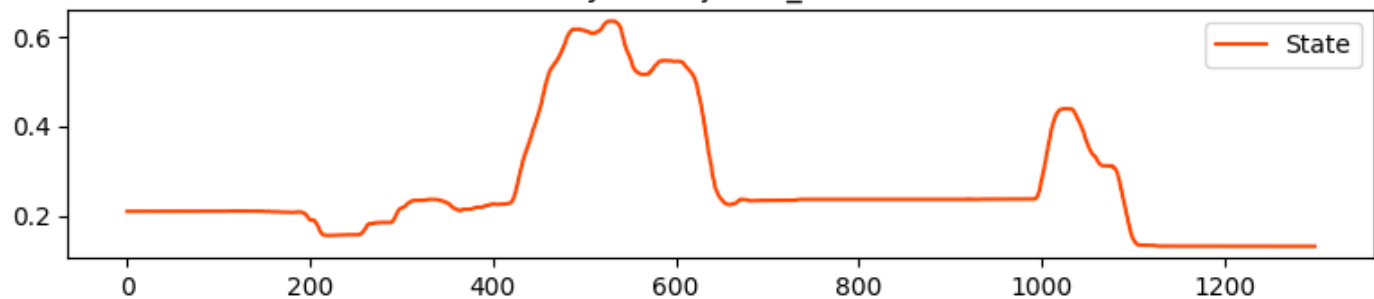
Joint 2: joint2\_left



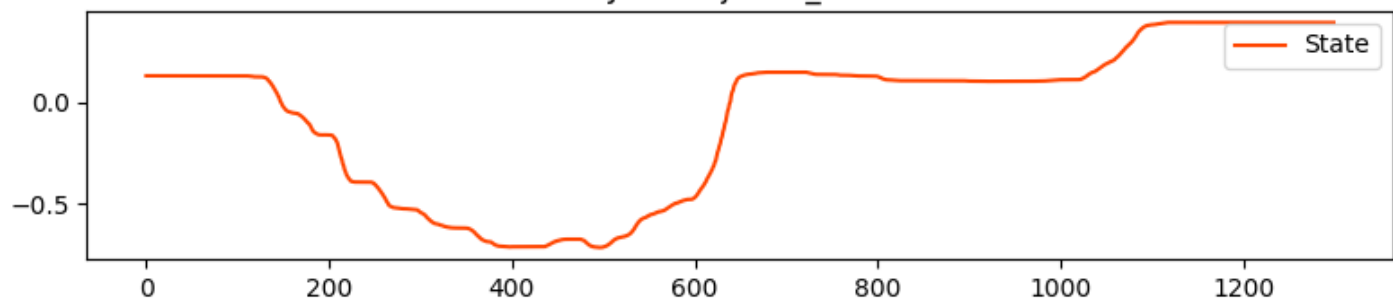
Joint 3: joint3\_left



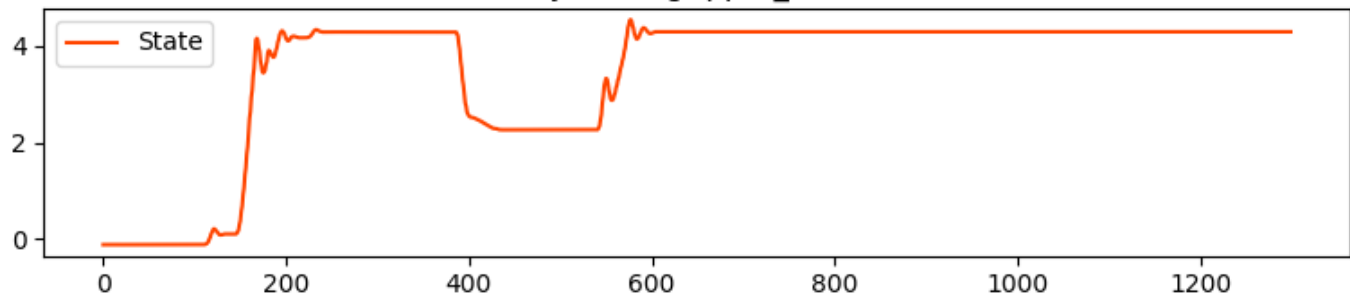
Joint 4: joint4\_left



Joint 5: joint5\_left

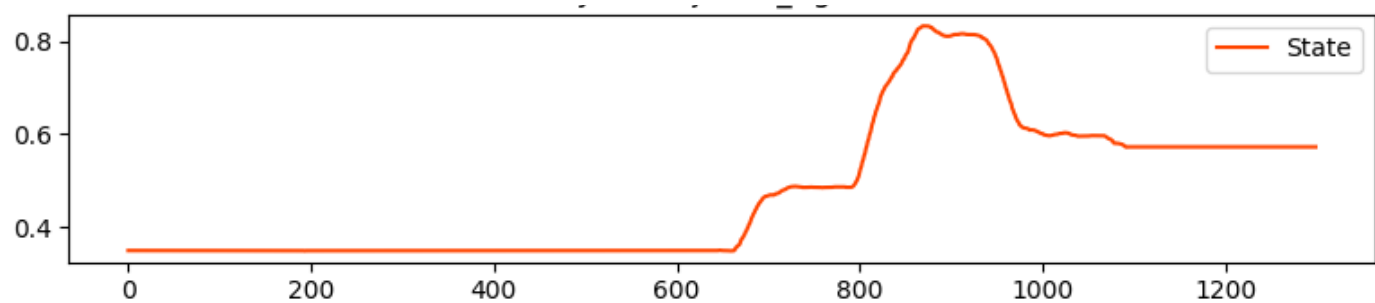


Joint 6: gripper\_left

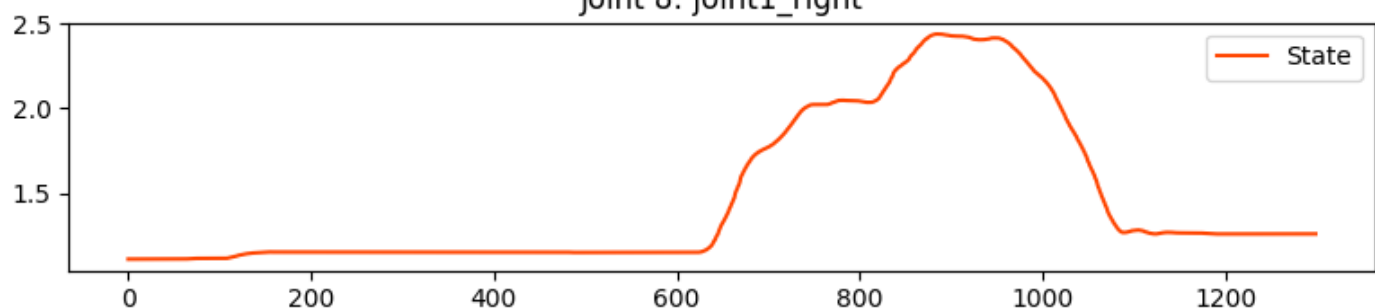


Joint 7: joint0\_right

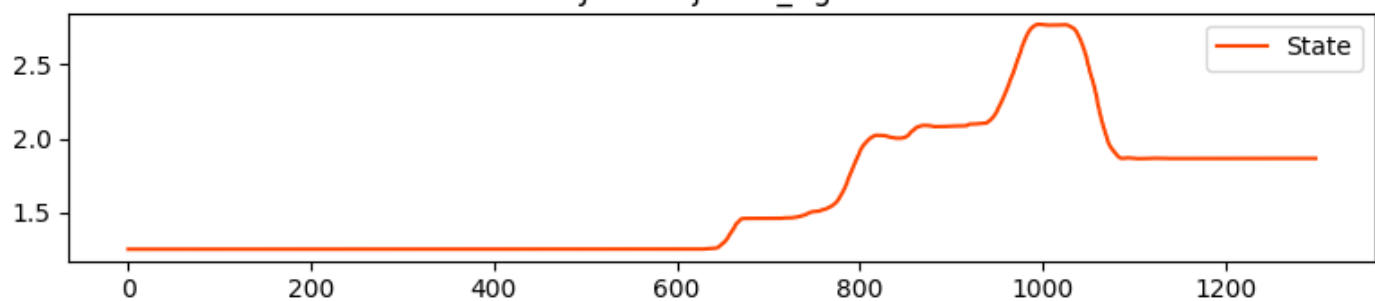




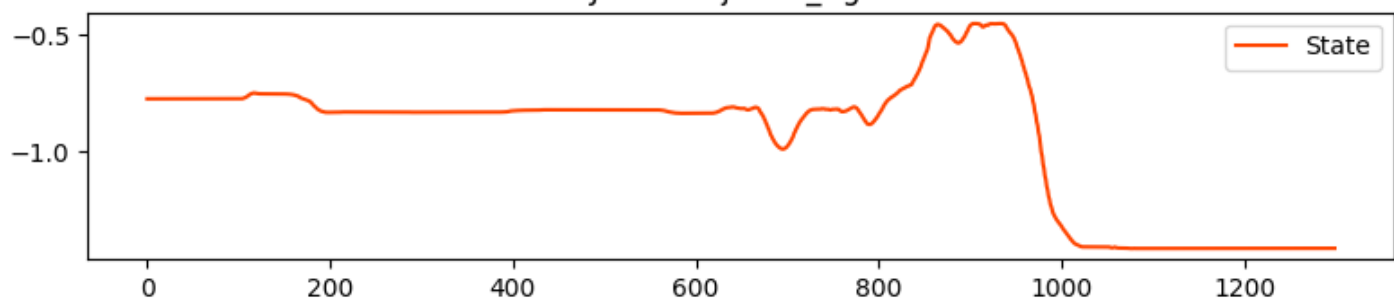
Joint 8: joint1\_right



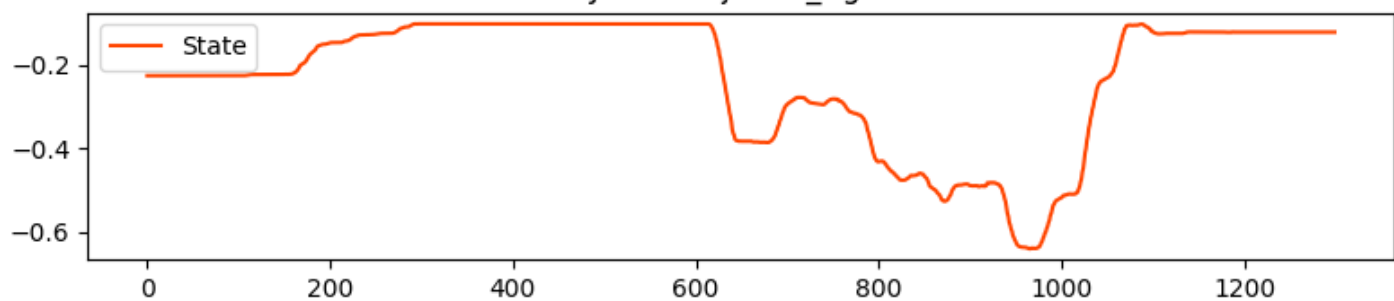
Joint 9: joint2\_right



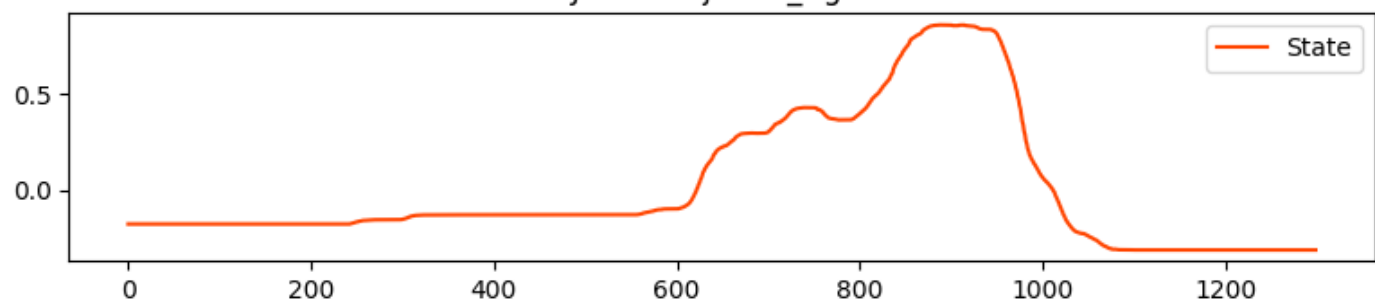
Joint 10: joint3\_right

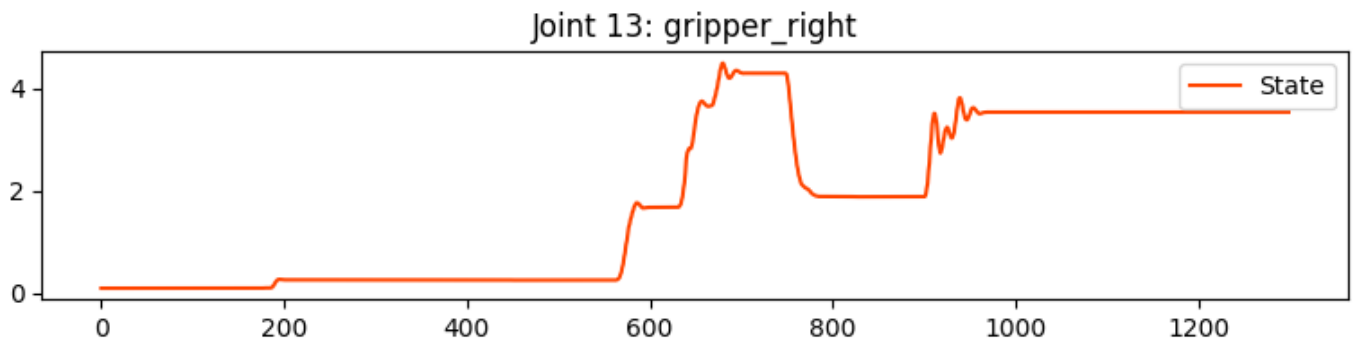


Joint 11: joint4\_right



Joint 12: joint5\_right





`visualize_episodes.py` 主要命令行参数：

- `--datasets`: 数据集存放路径
- `--episode_idx`: 数据集索引号

```
1 source ./venv/bin/activate
2 python visualize_episodes.py --datasets datasets --episode_idx 1
```

## 4 ACT 模型训练推理

### 4.1 模型训练

在 **mobile\_aloha** 文件夹中 `source venv/bin/activate` 后执行 `python train.py` 即可训练模型

`train.py` 主要命令行参数：

- `--datasets`: 采集数据集存放路径
- `--ckpt_dir`: 训练模型保存路径
- `--ckpt_name`: 最佳模型保存名称
- `--pretrain_ckpt`: 预训练模型
- `--num_episodes`: 数据集数量
- `--batch_size`: 批次大小
- `--epochs`: 迭代次数
- `--use_qvel`: 是否训练速度信息（默认为false）
- `--use_effort`: 是否训练力矩信息（默认为false）
- `--use_depth_image`: 是否训练深度图（默认为false）

```
1 source ./venv/bin/activate
```

```
2 python train.py --datasets datasets --ckpt_dir weights --num_episodes 50 --  
batch_size 32 --epochs 3000
```

若使用非本机训练，需要确保训练电脑python环境和本机相同

## 4.2 模型推理

### 4.2.1 准备工作

- 运行realsense\_camera中的 `realsense.sh` 脚本
- 运行R5工作空间中的 `open_double_arm.launch` 文件

- 
- 切记所有人员请远离机械臂工作空间
  - 切勿暴力操作机械臂
  - 如机械臂发生紧急情况, 请立即终止推理代码,如果不能终止,请立即断开机械臂电源

机械臂电源

### 4.2.2 模型推理

在mobile\_aloha文件夹中 `source venv/bin/activate` 后执行 `python inference.py` 即可进行推理

`inference.py` 主要命令行参数:

- `--ckpt_dir`: 模型路径
- `--use_qvel`: 是否使用速度信息推理 (默认为false)
- `--use_effort`: 是否使用力矩信息推理 (默认为false)
- `--use_depth_image`: 是否使用深度图推理 (默认为false)

```
1 source ./venv/bin/activate  
2 python inference.py --ckpt_dir weights
```

## 5 异常处理

机械臂断联，关闭所有终端，重新启动