

# 遥操作 Demo 操作流程手册

作者：Jade Cong

时间：2022.07.23

版本：Version 2.0

# 遥操作 Demo 操作流程手册

## 概要：

本文档旨在介绍遥操作 Demo 的操作流程，并指导操作者能独立进行遥操作演示。

## 手册内容：

遥操作 Demo 包含三个子 Demo，分别为：（1）Demo1:Hand 的触觉感知及可视化；（2）Demo2:主从遥操作的运动跟踪展示；（3）Demo3:主操作手感知交互接触反馈力并实时获取操作场景的视觉反馈。以上三个 Demo 依次分别进行展示。

## 简化操作流程（该 Demo 在 Ubuntu20.04LTS 系统上实现）：

遥操作机器人系统包含独立的四部分（遥操作的组件），即主操作手（3DSystems Touch），从操作手（Franka Panda/Gripper），触觉力感知模块（Conarobot Hand）和视觉感知模块（Intel RealSense D435）。

### ***Demo1:Hand 的触觉感知及可视化***

（1）将 Hand 上 Left/Right 两侧 Finger 的 USB 接口正确地连接到操作主机或 USB Hub（Hub 已连接操作主机）上；

（2）在键盘上键入 Ctrl+Alt+T 打开终端，并运行如下指令 `roslaunch hand_perception hand_force_display.launch` 即可。演示完毕后键入 Ctrl+C 并在获取的点阵图像中键入 q 退出程序。注意：在运行该 Demo 的过程中很可能出现相机 ID 的匹配问题，请确保 Left/Right 相机 ID 在配置文件中是否匹配，具体内容详见附件 Appendix 进行解决。

## **Demo2:主从遥操作的运动跟踪展示**

(1) 将 Touch 的通讯 USB 接口连接到操作主机并确保能正常读取设备串号及通讯 (可通过运行 Touch\_Setup 官方程序进行测试, 下述详细操作流程);

(2) 在 Franka 开机且处于示教模式 (指示灯白色) 下, 将末端 Hand 调整至水平端正且离安装桌面一定高度 (约 0.5m), 然后右旋弹起黑色按钮调整至代码模式 (指示灯蓝色), 并在操作主机的浏览器的 Franka 交互界面 Desk 中激活 FCI 模式 (详见下述详细操作流程);

(3) 在键盘上键入 Ctrl+Alt+T 打开终端, 运行如下指令: `roslaunch franka_teleoperation slave_franka.launch`; 待完全启动后另打开一个终端并运行如下指令: `roslaunch touch_teleoperation master_touch.launch` 即可。演示完毕后在第一个终端 (对应 Franka 节点) 中键入 Ctrl+C 来退出程序, 在第二个终端 (对应 Touch 节点) 中键入 q 后关闭相应 rviz 窗口即可完全退出程序。

## **Demo3:主操作手感知交互接触反馈力并实时获取操作场景的视觉反馈**

(1) 确保遥操作机器人系统的三个设备组件均连接到操作主机并完成正确配置 (可参考 Demo1 和 Demo2 及详细操作流程);

(2) 在键盘上键入 Ctrl+Alt+T 打开终端, 跳转到目标路径 (运行指令: `cd "$(rospack find master_slave_teleoperation)/scripts"`), 然后运行如下指令: `sh master_slave_teleoperation.sh` 即可。演示完毕后依次在相应的窗口关闭程序 (可参考 Demo1 和 Demo2 及详细操作流程)。

## **详细操作流程 (该 Demo 在 Ubuntu20.04LTS 系统上实现):**

遥操作机器人系统包含独立的四部分 (遥操作的组件), 即主操作手

( 3DSystems Touch ) , 从操作手 ( Franka Panda/Gripper ) , 触觉力感知模块 ( Conarobot Hand ) 和视觉感知模块 ( Intel RealSense D435 ) 。

下面针对 Demo3 进行完整详细操作流程介绍 , Demo3 的内容包括完整遥控操作功能 , 其囊括了 Demo1 和 Demo2 的内容 , 如下依次分别启动四个模块的功能 ( 其作用等同简化流程中的 Demo3 的操作 ) 。

## **1. 3DSystems Touch :**

( 1 ) 首先 , 将 Touch 设备连接上电源 , 并将 USB 数据通讯接口连接到操作主机 ( Ubuntu20.04LTS ) 上 ;

( 2 ) 在操作主机上按下键盘上按键 Ctrl+Alt+T 打开终端 , 运行以下指令 :  
`sudo chmod 777 /dev/ttyACM0` , 从而对设备通讯串口赋予读写权限 ( **该步骤只需在设备通讯接口从主机上拔除重新插入或操作主机重新开机后需要操作** ) , 然后在终端中运行如下指令 : `cd /usr/bin && ./Touch_Setup` , 在打开的 Touch 配置窗口中可发现无法读取设备串号 , 接下来多次点击底部的 Apply 按钮直至设备串号读取成功即可 ;

( 3 ) 在键盘上键入 Ctrl+Alt+T 打开新终端并运行以下指令 : `roslaunch touch_teleoperation master_touch.launch` 即可。如果出现报错及模型显示问题 , 则是设备串口通讯问题 , 详见附件 Appendix 进行解决。

## **2. Franka Panda/Gripper :**

( 1 ) 首先 , 打开 Franka 控制主机电源 , 待机器人底座的黄色指示灯常亮即可 ;

( 2 ) 在操作主机 ( Ubuntu20.04LTS ) 上打开浏览器并在地址栏键入 192.168.2.1 ( 机器人控制主机 IP ) , 登录机器人控制界面 ( 用户名 : franka , 密码 : franka123 ) , 在 Desk 的右侧导航栏中的 Joint 选项中 , 点击解锁按钮 ,

在弹出的提示页面中选择 Open，若出现错误提示，选择 Ignore Forever 后继续选择 Open 即可完成机器人的校准初始化。

（3）一般状况下，机器人处于示教，此时可将机器人末端 Hand 调整至水平端正且离安装桌面一定高度（约 0.5m），然后右旋拔起模式切换按钮（黑色）切换至代码控制模式，然后在浏览器的 Desk 导航栏中开启 FCI 模式（点击 Activate FCI 弹出提示 FCI is active 即可）；

（4）在键盘上键入 Ctrl+Alt+T 打开新的终端，运行以下指令：roslaunch franka\_teleoperation slave\_franka.launch 即可。

### **3. Conarobot Hand：**

（1）首先，将 Hand 上 Left/Right 两侧 Finger 的 USB 数据通讯接口连接到操作主机（Ubuntu20.04LTS）上，或者连接到 USB Hub 接口（Hub 已连接操作主机）上；

（2）在键盘上键入 Ctrl+Alt+T 打开终端，运行以下指令：roslaunch hand\_perception hand\_force\_publisher.launch 即可。如果运行遇到报错问题，一般为相机 ID 参数配置问题，详见附件 Appendix 进行解决。

### **4. Intel RealSense D435：**

（1）首先，将 Realsense D435 相机的 USB 数据接口连接到操作主机（Ubuntu20.04LTS）上，并在终端中运行命令 realsense-viewer 检测相机是否连接成功，若未成功一般为 USB 数据接口问题，详见附件 Appendix 解决。

（2）在键盘上键入 Ctrl+Alt+T 打开终端，运行以下指令：roslaunch realsense\_visualization realsense\_visualization.launch 即可。

# Appendix

## 1. Touch 节点运行错误解决方法：

一般 Touch 运行错误为通讯串口及设备初始化问题。

(1) 首先，在键盘上键入 Ctrl+Alt+T 打开终端，并给通讯串口赋予读写权限

(运行以下指令：`sudo chmod 777 /dev/ttyACM0`)；

(2) 初始化 Touch 设备并生成配置文件，运行以下指令：先 `cd /usr/bin/`，再运行 `./Touch_Setup` 识别串号并注册设备，发现识别串号后点击 Apply 生效并点击 OK 按钮退出，此操作生成文件 'Default Device.config'（位于 `/usr/share/3DSystems/config`）。再运行 `./Touch_Diagnostic`，进入程序界面后分别点击 Start 和 Calibrate 选项卡，待运行完毕后生成文件 'Device Calibration (Default Device)' 和 'Device Temperature (Default Device)'（位于 `/usr/share/3DSystems/config`），此时 Touch 设备配置完成。

(3) Touch 配置完成后，再运行指令 `roslaunch touch_teleoperation master_touch.launch` 即可。

## 2. Hand 运行错误解决方法：

一般 Hand 运行错误为相机序号或 Python 功能包缺失及版本问题。

(1) 目前 Hand 上同时配置了 Left/Right 两个 Finger，在 launch 加载的配置文件中默认 Left Finger 的相机 ID 为 0，Right Finger 的相机 ID 为 2，若运行程序时报错（`Camera(Id: 0) status: Error` 或 `Camera(Id: 2) status: Error`），则说明相机 ID 配置错误。修改相机 ID 的操作如下：首先运行以下指令 `cd "$(rospack find hand_perception)/config"` 到配置文件目录，再分别

运行 `gedit hand_force_display.yaml` 和 `gedit hand_force_publisher.yaml` 对配置文件中左右侧 `camera_id` 进行修改, 以确保相机 ID 和左右侧 Finger 对应上并且正确配置及显示。

(2) 若运行程序报错 (找不到相关的 python module), 然后运行 `sudo pip install ${ 缺失的 python module}` 用以安装模块到指定路径 ( `/usr/local/lib/python3.8/dist-packages` ) 中; 若程序报错 (如 `ModuleNotFoundError: No module named 'numpy.random.bit_generator'`), 这是 Python numpy 功能包版本问题 (Ubuntu 系统基础 Python 功能包版本低于 PyPI 发行版本), 然后可以更新相关功能包 ( `pip3 install --upgrade numpy` ) 或修改 Python 路径 (运行指令 `gedit .bashrc` 打开环境配置文件, 并在 Python 配置行下添加命令 `export PYTHONPATH=/usr/local/lib/python3.8/dist-packages:$PYTHONPATH`, 然后退出编辑并安装相应最新发行版本功能包 `sudo pip install numpy` ) 即可。

### **3. Realsense 节点运行错误解决方法:**

一般 Realsense D435 运行错误为操作主机无法与相机进行通讯。

(1) 更换相机数据线, 换成 Type-C 转 USB3.0 以上的接口, 以保证通讯带宽。

(2) 若连接在 USB Hub 上需保证 Hub 有足够高的数据带宽以确保其具备同时连接两个 Finger 和 Realsense 的能力。