

- Linux 入门基础
  - 终端
    - Linux 基础指令小实验（跟着一步一步做）
      - 实验安全须知（非常重要）
      - 一、实验目标
      - 快捷键提示
    - 二、实验一：手动操作
      - 1 查看当前位置
      - 2 创建实验工作区
      - 3 创建文件和目录
      - 4 使用 gedit 创建 Python 文件
      - 5 使用 find 查找文件
      - 6 查看文件内容
      - 7 复制、移动、删除文件（谨慎）
    - 三、实验二：执行 Python，理解路径
      - 方式一：相对路径
      - 方式二：home 路径
      - 方式三：绝对路径
      - 思考
    - 四、实验三：系统与网络指令（观察即可）
      - 查看进程（按 q 退出）
      - 测试网络（Ctrl + C 停止）
    - 五、实验四：一键自动化脚本（重点）
      - 1 创建脚本文件
      - 2 添加执行权限
      - 3 执行脚本
    - 六、实验总结
      - 🔑 三种路径写法
    - 七、检查清单（自检）
    - 八、linux 指令相关学习资源
  - ROS 机器人实验手册
    - 实验一：ROS 基础通信体验
      - 1. 实验目的
      - 2. 实验步骤
        - 2.1 体验无通信的独立程序（Python 原生模拟）
        - 2.2 使用 ROS 实现节点通信
        - 2.3 进阶体验：标准 ROS 示例

- 3. 实验原理
- 4. 关键代码讲解
- 实验二：Turtlebot 运动控制与可视化
  - 1. 实验目的
  - 2. 实验步骤
  - 3. 实验原理
  - 4. 关键代码讲解 (`nodes/move_turtlebot.py`)
- 实验三：双人/多机追捕游戏
  - 1. 实验目的
  - 2. 实验步骤
    - 版本一：本地双人游戏
    - 版本二：多机联调 (两台电脑)
  - 3. 关键代码讲解 (`nodes/dual_teleop.py`)

## Linux 入门基础

---

Linux 是一个开源的操作系统，它的内核是由 Linus Torvalds 于 1991 年创建的。

很多公司和组织都基于 Linux 操作系统，例如 Google、Red Hat、Ubuntu 等，开发自己的 Linux 发行版。

目前ROS系统主要运行在Ubuntu操作系统上，而Ubuntu操作系统是基于Debian Linux发行版的。

所以，如果想要深入学习和实践机器人的话，最好在自己的电脑上安装好Ubuntu操作系统，使用[WSL](#)或者虚拟机[VirtualBox](#) 或者 [VMware](#)。

更重要的是，目前多数的人工智能环境都是基于Ubuntu操作系统的，所以学习和实践机器人的话，最好在Ubuntu环境下进行。

## 终端

---

首先，我们要认识一个东西：终端。

终端是一个文本界面，用户可以在其中输入命令，操作系统会根据用户输入的命令来执行相应的操作。

在Ubuntu操作系统中，终端是一个非常重要的工具，用户可以在终端中执行各种命令，例如安装软件、配置系统、运行程序等。

同时按下ctrl键,alt键和t键，会召唤出一个终端界面：

ta@ShaobinLing:~\$

在这个图中，ta是用户名，@分隔符后面的部分是主机名（ShaobinLing），:是分隔符号，~代表着当前用户的主目录也就是当前终端所在的路径。

你可以在这个黑框框里输入一些指令来执行相应的操作，例如输入ls命令来列出当前目录下的文件和文件夹。

或者输入cd命令来切换当前目录，例如输入

cd ~/

来切换到当前用户的主目录。

## Linux 基础指令小实验（跟着一步一步做）

### 实验安全须知（非常重要）

在本实验中你将接触到会真实修改文件和目录的指令，请务必认真阅读：

- **rm、mv** 会直接删除或移动文件
- **rm -rf** 极其危险，一旦路径写错，数据无法恢复
- 本实验只允许在 ~（你的主目录）下操作
- 严禁在 /、/home、/usr 等系统目录执行 rm -rf
- 因误操作导致系统损坏，需要自行承担维修或赔偿责任

不懂可以随时提问

## 一、实验目标

通过一个完整的小实验，掌握以下内容：

- Linux 终端中的 **路径概念**
  - 常见文件/目录操作指令  
`ls` `mkdir` `touch` `cp` `mv` `rm` `find` `cat`
  - 使用 `gedit` 创建和编辑文件
  - 使用不同方式执行 Python 程序，理解：
    - 相对路径
    - 绝对路径
    - `~` (`home` 目录)
  - 了解基本系统与网络指令：`ping`、`top`
  - 学会执行一个 **完整自动化脚本**
- 

### 快捷键提示

**复制粘贴：**如果想在终端进行复制使用 `ctrl + shift + c`，如果想使用粘贴可以使用 `ctrl + shift + v`。如果在终端中按下 `ctrl + v` 将会有不显示的字符，需要你按两下回退键进行删除。

**关闭程序：**在终端中关闭程序使用 `ctrl + c`，强行终止程序使用 `ctrl + z`。

## 二、实验一：手动操作

### 1 查看当前位置

```
pwd  
ls
```

确认你当前在自己的 `home` 目录（`~`）下。

---

### 2 创建实验工作区

```
mkdir linux_exp  
cd linux_exp  
ls
```

### 3 创建文件和目录

```
mkdir src  
touch note.txt  
ls
```

### 4 使用 gedit 创建 Python 文件

```
gedit src/hello.py
```

注意需要`ctrl + s`保存一下

在打开的编辑器中输入并保存：

```
print("Hello Linux")
```

### 5 使用 find 查找文件

```
find ~ -name "hello.py"
```

观察输出路径。

### 6 查看文件内容

```
cat src/hello.py
```

### 7 复制、移动、删除文件（谨慎）

```
cp src/hello.py hello_copy.py  
mv hello_copy.py hello_moved.py
```

```
rm hello_moved.py  
ls
```

注意 不要使用 `rm -rf /` 或乱删目录

---

### 三、实验二：执行 Python，理解路径

确保你仍在 `~/linux_exp` 目录下：

```
pwd
```

方式一：相对路径

```
python3 src/hello.py
```

方式二：home 路径

```
python3 ~/linux_exp/src/hello.py
```

方式三：绝对路径

```
python3 /home/<用户名>/linux_exp/src/hello.py
```

请将 `<用户名>` 替换为当前终端的用户名，即@前面的字符串

---

思考

- 为什么三种方式都能运行？
  - 如果你 `cd ~` 之后，哪些还能用？
- 

### 四、实验三：系统与网络指令（观察即可）

查看进程（按 q 退出）

```
top
```

测试网络（Ctrl + C 停止）

```
ping baidu.com
```

## 五、实验四：一键自动化脚本（重点）

我们可以写一个脚本，自动从互联网上获取今天深圳的天气以及执行上面我们写的Python代码。

### 1 创建脚本文件

```
cd ~/linux_exp  
gedit run_linux_exp.sh
```

写入以下内容并保存：

```
#!/bin/bash  
  
echo "==== Linux 基础实验脚本：自动执行Python 文件 ==="  
python3 ~/linux_exp/src/hello.py  
  
echo "==== Linux 基础实验脚本：获取当天天气 ==="  
# 定义要查询的城市（可修改为你的城市，如北京、上海、Guangzhou，支持中英文）  
CITY="深圳"  
  
# 输出提示信息  
echo "===== "  
echo "      今日天气查询（来自 wttr.in）"  
echo "===== "  
  
# 从wttr.in获取天气信息并格式化输出  
curl -s "wttr.in/${CITY}?format=3" # 极简输出（城市：天气 温度）  
# 脚本结束提示  
echo -e "\n===== "  
echo "          查询完成"
```

```
echo "=====
```

## 2 添加执行权限

```
chmod +x run_linux_exp.sh
```

## 3 执行脚本

```
./run_linux_exp.sh
```

我们可以看到脚本是特别厉害的工具，它通过linux指令就能完成非常多的任務。

## 六、实验总结

你在本实验中实际使用并理解了：

### ❖ 三种路径写法

- **绝对路径**

/home/<用户名>/linux\_exp/src/hello.py

- **相对路径**

src/hello.py

- **home 路径**

~/linux\_exp/src/hello.py

👉 命令是否成功，取决于：你在哪 + 你怎么写路径

## 七、检查清单（自检）

- 我知道 **pwd** 在干什么
- 我不会随便用 **rm -rf**
- 我能看懂脚本里每一行命令

- 我理解为什么同一个 Python 文件可以用多种方式执行

## 八、linux指令相关学习资源

- [linux-command-manual](#)
  - [geeksforgeeks - Linux Commands](#)
  - [The Linux command line for beginners](#)
- 

# ROS 机器人实验手册

本手册旨在指导学生完成 ROS 基础通信、机器人运动控制、多机协同及自主追踪等实验。通过本课程，学生将深入体验和理解 ROS 的节点通信机制（话题、服务）、坐标系转换（TF）以及 Gazebo 仿真环境的使用。

---

## 实验一：ROS 基础通信体验

### 1. 实验目的

- 体验程序（进程）通信的概念
- 理解 ROS 节点（Node）的概念。
- 掌握话题（Topic）通信机制：发布者（Publisher）与订阅者（Subscriber）。
- 掌握服务（Service）通信机制：服务端（Server）与客户端（Client）。
- 体验图像数据在 ROS 中的传递。

### 2. 实验步骤

#### 2.1 体验无通信的独立程序（Python 原生模拟）

首先，我们模拟两个独立的程序：一个是控制器（Controller），负责发出移动指令；另一个是电机（Motor），负责执行移动并报告位置。

1. 运行 Controller 打开一个新的终端，运行：

```
cd ~/catkin_ws/src/ros_course_examples/simulation_demo
```

```
python3 controller.py
```

- **现象：**你会看到它一直在喊：“Controller: I want the robot to move to (1.0, 1.0)...”，并尝试发送指令。

## 2. 运行 Motor 打开另一个新的终端，运行：

```
cd ~/catkin_ws/src/ros_course_examples/simulation_demo  
python3 motor.py
```

- **现象：**你会看到它一直在说：“Motor: Current position is (0.0, 0.0)”，完全没有移动。

**结论：**你可以发现无法传递消息。而 ROS 正是机器人模块之间的通信工具。做一个比喻，ROS就是机器人身上的神经系统，链接着自己每个部分的算法，也可以链接着别的机器人。

## 2.2 使用 ROS 实现节点通信

关闭掉以上两个终端（在相应终端上同时按下ctrl键和c键），我们使用 ROS 将这两个程序封装成**节点（Node）**，并利用 ROS 的通信机制让它们“对话”。

### 1. 启动 ROS Core 在终端A中运行以下命令：

```
roscore
```

### 2. 启动 ROS 节点 在终端中运行以下命令（我们已经为你准备好了封装后的 ROS 节点和启动脚本）：

```
cd ~/catkin_ws  
source devel/setup.bash  
roslaunch ros_course_examples ros_communication_demo.launch
```

.launch文件是ros框架内的脚本，可以一键启动多个ros结点，把整个机器人框架给启动了。

## 3. 观察现象

- 你将看到两个节点同时启动。

- **Controller Node** 会发布速度指令 (`linear.x=0.1, linear.y=0.1`)。
- **Motor Node** 会接收指令，并实时更新打印自己的坐标：(`0.10, 0.10`) -> (`0.20, 0.20`) -> ...
- 这证明了两个独立的进程通过 ROS 成功进行了数据交换！

## 2.3 进阶体验：标准 ROS 示例

接下来，我们可以体验一个更完整的 ROS 标准示例（Talker/Listener 和 图像传输）。

### 1. 启动实验 在终端中运行以下命令：

```
cd ~/catkin_ws  
source devel/setup.bash  
rosrun ros_course_examples run_basic_demo.sh
```

### 2. 观察现象

- **终端输出**：你会看到 `talker` 节点在发布 "Hello ROS world"，`listener` 节点在接收并打印。
- **RViz 窗口**：左下角会显示一个绿色的动态圆环图像，这是通过 ROS 话题传输的 OpenCV 生成图像。
- **服务调用**：你可以打开一个新的终端，尝试手动调用加法服务：

```
cd ~/catkin_ws  
source devel/setup.bash  
# 语法: rosrun ros_course_examples add_two_ints_client.py <num1> <num2>  
rosrun ros_course_examples add_two_ints_client.py 10 20
```

你应该能看到返回结果 `30`。

## 3. 实验原理

- **话题 (Topic)**：一种异步通信方式，用于连续数据流（如传感器数据、日志）。发布者只管发，订阅者只管收，互不等待。
- **服务 (Service)**：一种同步通信方式，用于请求/响应模式（如“计算这两个数的和”、“拍一张照片”）。客户端发送请求后会等待服务端处理完毕并返回结果。

## 4. 关键代码讲解

- **发布者 (nodes/topic\_publisher.py)**

```
# 创建发布者: 话题名 'chatter', 消息类型 String, 队列大小 10
pub = rospy.Publisher('chatter', String, queue_size=10)
# 设置频率 10Hz
rate = rospy.Rate(10)
```

- 注意: `queue_size` 很重要, 如果发送太快处理太慢, 队列满了会丢弃旧消息。

- **图像发布 (nodes/image\_publisher.py)**

```
# 使用 CvBridge 将 OpenCV 图片转换为 ROS 消息
bridge = CvBridge()
ros_image = bridge.cv2_to_imgmsg(img, "bgr8")
image_pub.publish(ros_image)
```

- 易错点: OpenCV 默认是 BGR 格式, 而 ROS 中有时默认为 RGB, 转换参数 "`bgr8`" 必须正确, 否则颜色会反转 (红变蓝)。

---

## 实验二：Turtlebot 运动控制与可视化

### 1. 实验目的

- 学会通过代码控制移动机器人 (发送 `cmd_vel`)。
- 理解线速度 (Linear) 和角速度 (Angular) 的关系。
- 掌握 RViz 可视化工具的使用 (LaserScan, RobotModel, TF)。
- 理解里程计 (Odometry) 和四元数 (Quaternion)。

### 2. 实验步骤

#### 1. 启动实验

```
rosrun ros_course_examples run_shape_demo.sh
```

## 2. 选择形状 根据终端提示输入数字：

- 1: 圆形移动
- 2: 正方形移动
- 3: 长方形移动

## 3. 观察 RViz

- 你将看到机器人在移动，同时雷达扫描到的红点（墙壁）也会随之移动。
- 观察 TF 坐标系（红绿蓝箭头），理解 odom（里程计坐标系）和 base\_footprint（机器人底盘坐标系）之间的关系。

# 3. 实验原理

- **运动控制：**通过向 `/cmd_vel` 话题发布 `geometry_msgs/Twist` 消息。
  - `linear.x`: 前后移动速度 (m/s)
  - `angular.z`: 左右旋转速度 (rad/s)
- **闭环与开环：**本实验演示的是简单的**开环控制**（基于时间或简单的里程计反馈），机器人可能会走歪，这是正常的，精确控制需要 PID 算法。

# 4. 关键代码讲解 (`nodes/move_turtlebot.py`)

- 走正方形逻辑

```
def move_square(self):  
    side_length = 1.0  
    # 走四条边  
    for _ in range(4):  
        self.go_straight(side_length) # 直行  
        self.turn_90_degrees()      # 旋转90度
```

- 坐标转换 (四元数转欧拉角)

```
# 里程计消息中，方向是四元数(x,y,z,w)，人类难以直观理解  
# 需要转换为欧拉角(roll, pitch, yaw)，平面移动主要关注 yaw (偏航角)  
quaternion = (msg.pose.pose.orientation.x, ...)  
euler = tf.transformations.euler_from_quaternion(quaternion)  
self.current_theta = euler[2] # 获取 yaw
```

- **重要：**角度处理时要注意  $0$  到  $2\pi$  或  $-\pi$  到  $\pi$  的跳变问题。

# 实验三：双人/多机追捕游戏

## 1. 实验目的

- **版本一（单机双控）：**体验多机器人协同仿真，理解共享资源的竞争（键盘控制）。
- **版本二（多机通信）：**核心重点，理解 ROS `MASTER_URI` 和 `ROS_IP` 的配置，实现跨设备通信。

## 2. 实验步骤

### 版本一：本地双人游戏

#### 1. 启动

```
rosrun ros_course_examples run_game_v1.sh
```

#### 2. 操作

- **玩家 1 (Prey/被追者)：**使用键盘 `W/A/S/D` 控制 Robot 1。
- **玩家 2 (Chaser/追捕者)：**使用键盘 `方向键 (↑/↓/←/→)` 控制 Robot 2。
- **规则：**当两车距离小于 1 米时，游戏结束，裁判节点会锁定所有机器人。

### 版本二：多机联调 (两台电脑)

1. 网络设置：确保两台电脑在同一局域网下（能互相 ping 通）。

2. 主机 (运行 `roscore` 和 `Gazebo`)：

```
# 在主机终端运行  
source src/ros_course_examples/scripts/setup_master.sh  
roslaunch ros_course_examples multi_turtlebot_game.launch
```

3. 从机 (运行控制节点)：

```
# 在从机终端运行 (假设主机IP为 192.168.1.100)  
source src/ros_course_examples/scripts/setup_slave.sh 192.168.1.100  
rosrun ros_course_examples dual_teleop.py
```

4. 现象：从机可以通过键盘控制主机 Gazebo 中的机器人，证明 ROS 消息成功跨网络传输。

## 3. 关键代码讲解 (`nodes/dual_teleop.py`)

- 多机控制原理

```
# 分别创建两个发布者，发布到不同机器人的命名空间下
pub1 = rospy.Publisher('/tb3_0/cmd_vel', Twist, queue_size=1)
pub2 = rospy.Publisher('/tb3_1/cmd_vel', Twist, queue_size=1)
```

- 注意：在多机系统中，命名空间（Namespace）至关重要，用于区分同类型的不同实体。
-