

智能技术与系统综合实验 实验手册

实验 5：树莓派智能小车的使用

1. 实验目标：

- 1) 实现笔记本与树莓派小车的远程连接。
- 2) 实现机器人的移动控制（前进后退、左右横移、旋转、斜向移动等）。

2. 实验简介

2.1 树莓派智能小车简介

本次实验所用的实验平台是杭州众灵科技有限公司出品的树莓派智能视觉小车 C5。C5 小车是一款配置有基于麦克纳姆轮的全向移动底盘与 6 自由度机械臂，使用树莓派作为控制器并结合 OpenCV 图像识别、超声波传感器、RGB 彩灯的智能小车。它可以实现颜色识别、跟随，人脸识别、追踪，二维码识别，视觉循迹，智能分拣，码垛以及智能搬运等功能。此外 C5 小车还可以通过遥控手柄、示教器、手机 APP 控制。



图 1. 智能小车 C5

2.2 树莓派简介

树莓派(Raspberry Pi)是一款基于 ARM 的微型电脑主板，可连接键盘、鼠标和网线等，同时拥有视频模拟信号的电视输出接口和 HDMI 高清视频输出接口。本次实验平台搭载的树莓派版本是树莓派 4B。

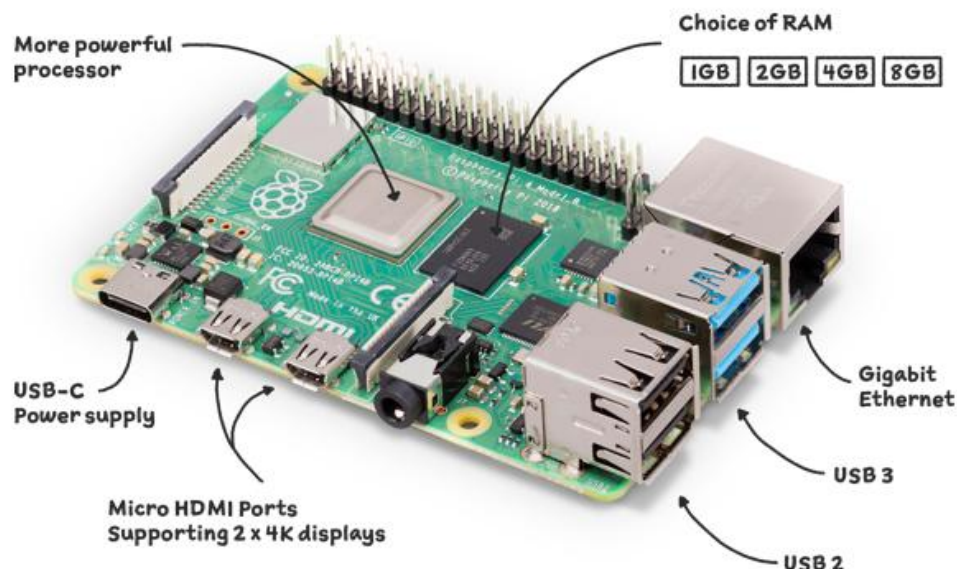


图 2. 树莓派 4B

2.3 树莓派拓展版简介

本次实验的树莓派配置有扩展板，是一款集 PWM 舵机控制(标准舵机和 9g 小舵机控制)、总线设备控制(总线舵机、总线马达等)、传感器连接，手柄和红外控制的控制器，接口丰富，功能强大，其接线定义如图 3 所示。

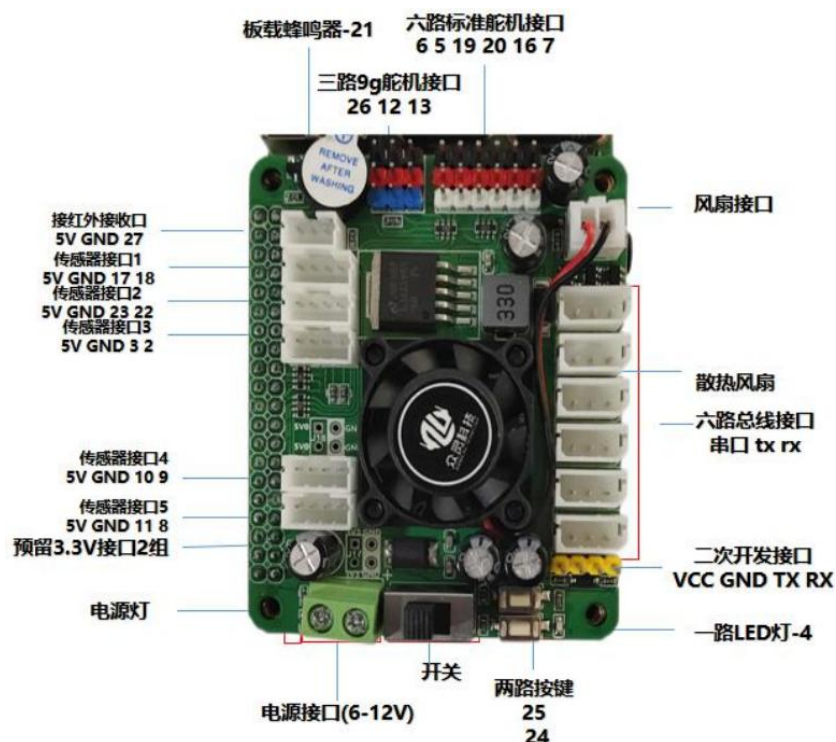


图 3. 树莓派扩展板

2.4 总线 370 电机介绍

本次实验的 C5 智能小车的麦克纳姆轮底盘所用的电机驱动模块为众灵科技的总线 370 电机驱动模块，通过该模块**使用一个 UART 口即可完成电机速度的调速、转动时间以及转动方向的控制**。该模块使用单总线通信协议，可级联方便拓展更多模块，一根信号线即可完成对所有总线设备的控制(级联使用时应注意总线对接线的负载)。电机驱动模块的总线接口既是通信接口也是电源输入接口，输入电源范围 DC：6-12V。

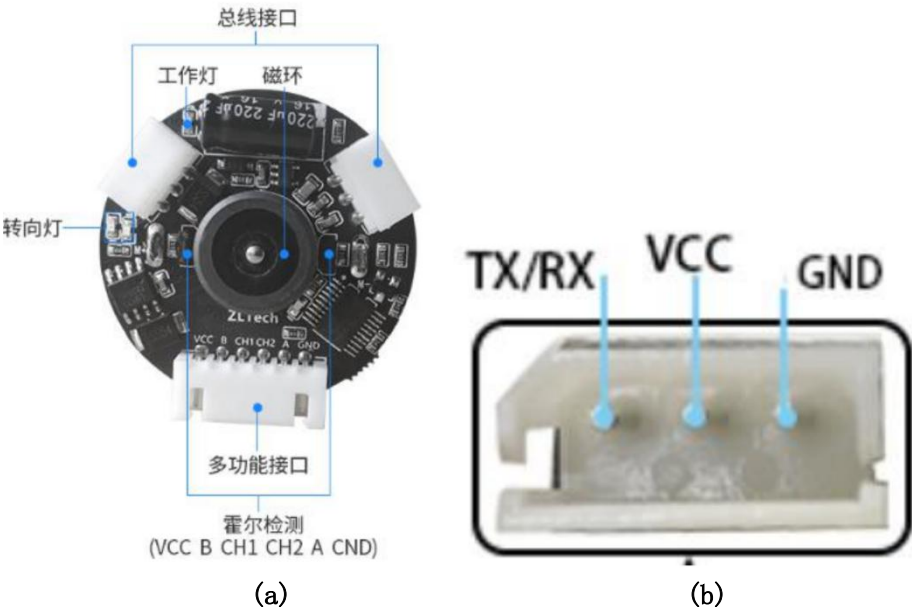


图 4. 总线 370 电机驱动模块。(a) 驱动模块总体。(b) 驱动模块的信号、电源接口定

总线电机驱动模块通过 UART 口进行通讯控制，其通讯协议如下：

表 1. 总线 370 电机驱动模块通讯协议

| 序号 | 指令 | 注释 |
|-----------|---------------|---|
| 1 (重要) | #idPpwmTtime! | 电机控制指令，比如：#000P1500T1000! 1) id 相当于每个总线电机的“名字”，其范围是 000-254, 必须为三位数，不足的位补 0，255 为广播 ID，所有设备都会响应这个指令。 2) pwm 的范围是 0500-2500, 必须为四位数 ，不足的位补 0。1500 表示停止，大于 1500 为正转，数值越大转得越快；小于 1500 为反转，数值越小反向转速越快。 3) Time 表示旋转时间（单位 ms）， 必须为四位数 ，范围：0000-9999，特殊的 0 代表循环执行。 |
| 2 | #000PID002! | 更改 id 指令：#000PID002! 含义是把 ID 号为 000 的总线模块改成 ID 号为 002。 |
| 3 | #000PID! | 读取 ID 指令：读取当前电机的 ID 号 #000PID! 为一般读取指令； #255PID! 为广播读取指令。 |

| | | |
|---|------------------------|--|
| 4 | #000PVER! | 读取固件版本号 |
| 5 | #000PBD4! | 波特率设置: 设置通讯波特率, 默认 115200. 数字参数对应关系为: 1-9600, 2-19200, 3-38400, 4-57600, 5-115200, 6-128000, 7-256000, 8-1000000, 该指令设置成功后返回#OK! (断电重启生效)。 |
| 6 | #000POPN! #000PCLS! | OPN 表示开环控制, CLS 表示霍尔测速闭环控制。默认开环控制。 |

3. 实验步骤

3.0 拔掉喇叭模块(非必要)

在智能小车出厂的程序中，每次启动都会播报启动语音，介意的同学可以拔掉图中喇叭模块的连接部分，这样每次启动它就不会再发出语音播报的声音了（蜂鸣器仍然能够正常工作）。



图 6 喇叭模块接头

3.1 启动智能小车

小车侧面有电池的充电口，后面有直流电源接口，如图 7 所示。小车的电池容量不大，推荐在小车调试的阶段，连接直流电源供电接口，使用直流电源供电。

在使用直流电源供电时，将树莓派扩展板上的开关拨到 ON 档（靠近电源接线端子的一侧）。若使用电池供电，还需按下机器人背后的总开关，使指示灯亮绿色。此时智能小车上的机械臂将会直立，等待大约 1 分钟（树莓派启动需要较长时间），电脑的 WLAN 连接能够搜索到小车发出的 WIFI 信号，说明设备启动正常。

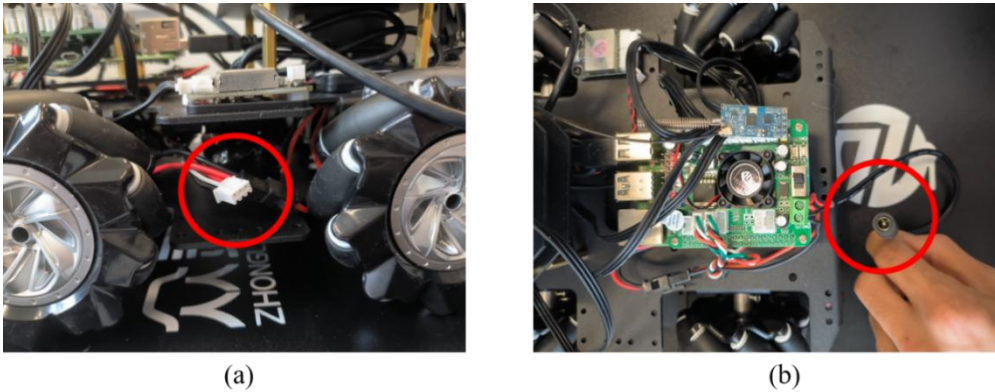


图 7 电源相关接口。(a) 电池充电接口。(b) 直流电源供电接口

3.2 VNC 远程连接

由于实验平台没有配备树莓派用的显示屏，因此需要同学们使用自己的笔记本与树莓派进行远程连接。在此使用的远程连接软件为 VNC Viewer。VNC Viewer 是一款图形化远程控制软件，双击打开运行安装包进行安装即可。

首先连接树莓派的 WiFi，名称格式为：ZL_PI_WIFI_XXXXX，输入密码：zhonglingkeji。



图 8 WiFi 连接

连接成功后，打开 VNC Viewer，在软件上方的输入栏中输入：192.168.12.1，然后按回车键。登录所用的用户名 Name：pi，密码：raspberrypi，勾选 Remember password 方便下次连接，点击 OK 即可登录成功。

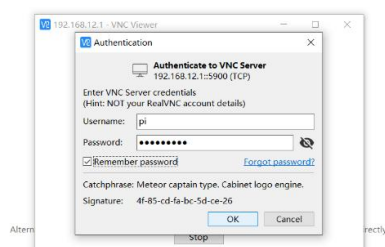


图 9 VNC Viewer 连接

连接成功后，就可以看到系统桌面了，然后将本次实验所需要的代码发送到树莓派上，鼠标移到 VNC 界面的中间靠上的位置引出导航栏，点击传输文件按钮，点击 Send files，选择本次实验用的文件夹，然后点击左下角的 Use Entire Folder，发送整个文件夹 Robot_Experiment 到树莓派端。

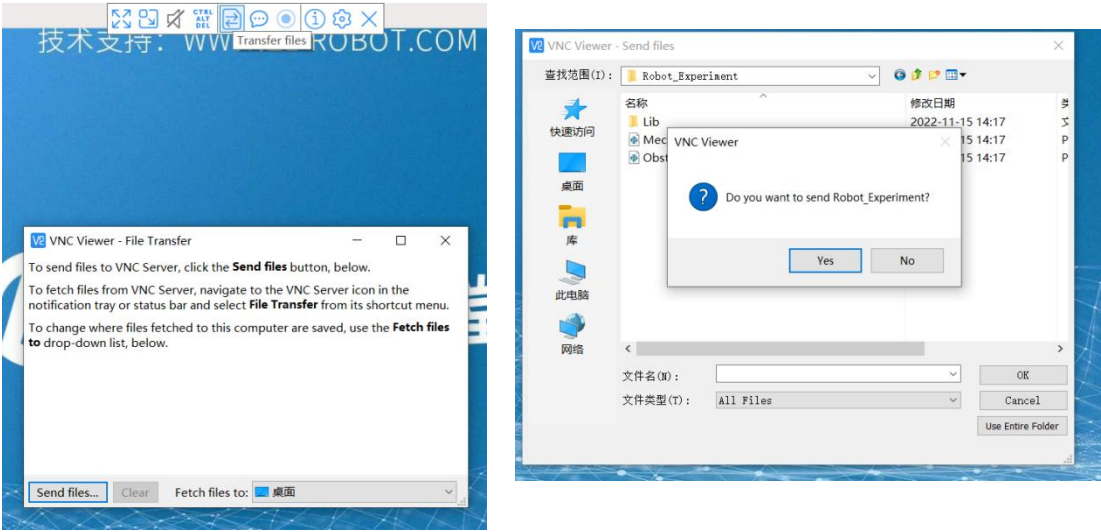
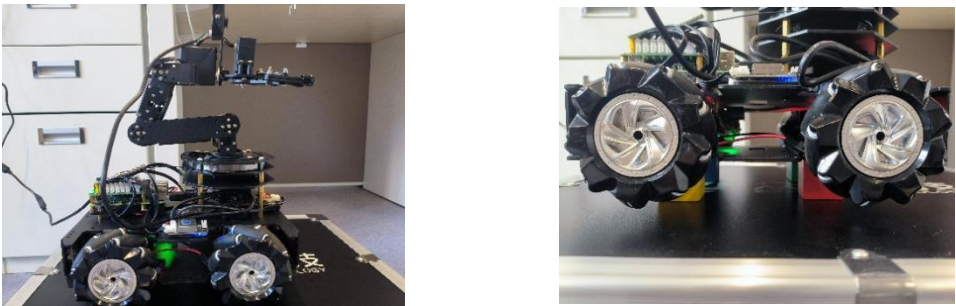


图 10 发送文件到树莓派

双击打开 ArmInit 文件，然后点击运行，使小车上的机械臂处于弯曲状态，调整小车的重心。在调试前期的时候，是不需要机器人在地上移动的，可以使用箱子里自带的木块垫起小车，使轮子悬空，方便调试。



(a) (b)

图 11 (a)机械臂初始位姿。(b)调试时摆放示例。

3.3 代码编写

文件夹 Robot_Experiment 中包含子文件夹 Lib，和两个.py 文件。Lib 文件夹中的文件是基本的外设调用，包括：

- 蜂鸣器 Beep.py
- LED 灯 led.py
- 串口 UartServer.py
- 超声波 Ultrasonic_sensor.py

实验需要修改的代码文件为 MecanumCar.py，它是车体控制和避障程序。

参见 2.4 节，总线电机都有自己对应的 ID，则麦克纳姆轮小车的总线电机的 ID 表 2。

表 2 车轮电机对应 ID 号

| 电机 | ID |
|-----|-----|
| 左前轮 | 006 |
| 右前轮 | 007 |
| 左后轮 | 008 |

右后轮

009

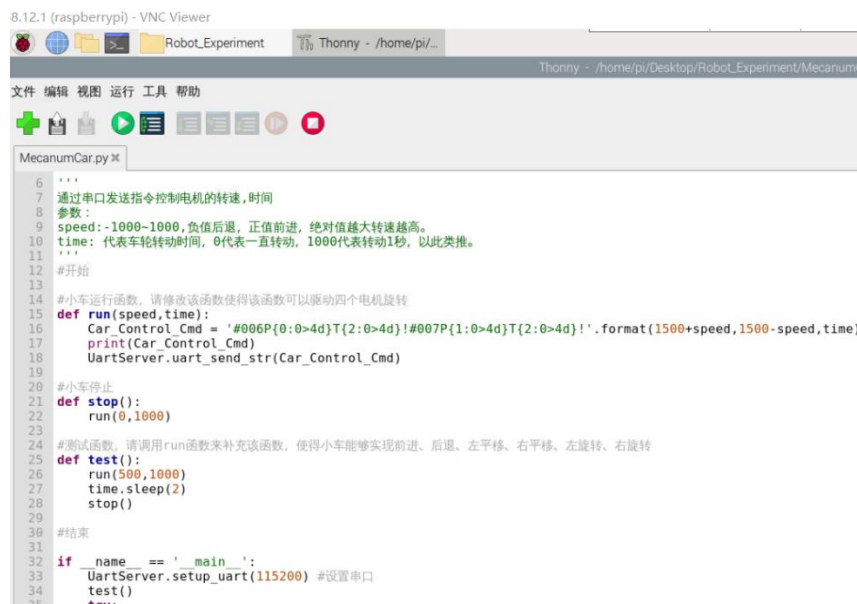
(注意，由于电机安装位置不同，左右两侧的电机的正旋转方向相反！)

根据表 1 给定的通讯协议，使用串口通信控制电机转速与时间。

MecanumCar.py 文件中所给的例子如图 12 所示。

函数：run

功能：控制左前轮和右前轮都向前旋转 1s。



```
8.12.1 (raspberrypi) - VNC Viewer
Robot_Experiment
Thonny - /home/pi/...
Thonny - /home/pi/Desktop/Robot_Experiment/MecanumC

文件 编辑 视图 运行 工具 帮助
+ [Icons] [Run] [Stop] [Restart] [Exit]

MecanumCar.py x
6 '''
7 通过串口发送指令控制电机的转速,时间
8 参数:
9 speed:-1000~1000,负值后退,正值前进,绝对值越大转速越高。
10 time: 代表车轮转动时间,0代表一直转动,1000代表转动1秒,以此类推。
11 '''
12 #开始
13
14 #小车运行函数,请修改该函数使得该函数可以驱动四个电机旋转
15 def run(speed,time):
16     Car_Control_Cmd = '#006P{0:0>4d}T{2:0>4d}!#007P{1:0>4d}T{2:0>4d}!'.format(1500+speed,1500-speed,time)
17     print(Car_Control_Cmd)
18     UartServer.uart_send_str(Car_Control_Cmd)
19
20 #小车停止
21 def stop():
22     run(0,1000)
23
24 #测试函数,请调用run函数来补充该函数,使得小车能够实现前进、后退、左平移、右平移、左旋转、右旋转
25 def test():
26     run(500,1000)
27     time.sleep(2)
28     stop()
29
30 #结束
31
32 if __name__ == '__main__':
33     UartServer.setup_uart(115200) #设置串口
34     test()
35     +rv+
```

图 12 电机驱动示例

例子中实现了左前轮和右前轮的驱动，需要同学们进行修改补充 run 函数，使其可以驱动小车的四个轮子；然后补充 test 函数，运行后小车能够实现前进、后退、左平移、右平移、左旋转和右旋转等功能。

3.4 具体实验目标

回忆实验课第 1-2 周内容，如何实现麦克纳姆轮小车的前进、后退、平移和旋转的功能。然后在 MecanumCar.py 文件中补充代码，使小车能够实现前进、后退、左移、右移、左旋转、右旋转这六个基础功能。

4. 传出代码文件

本次实验的代码会在下一次中继续用到，因此需要导出代码文件进行备份保存。

鼠标右键点击 VNC 右上角如图 13 中的按钮，点击 File Transfer，在如图 14 的弹窗中点击左下角的 Send files，选择我们要的文件夹，点击 OK 即可将文件夹传出到我们笔记本电脑的桌面上。

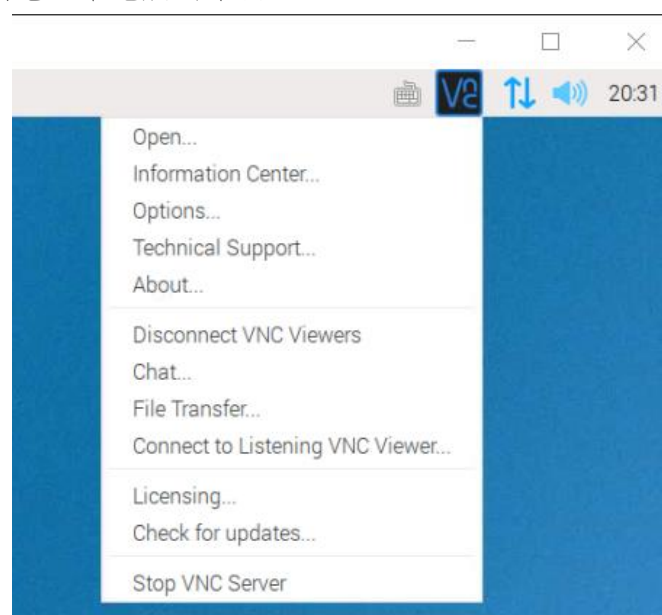


图 13

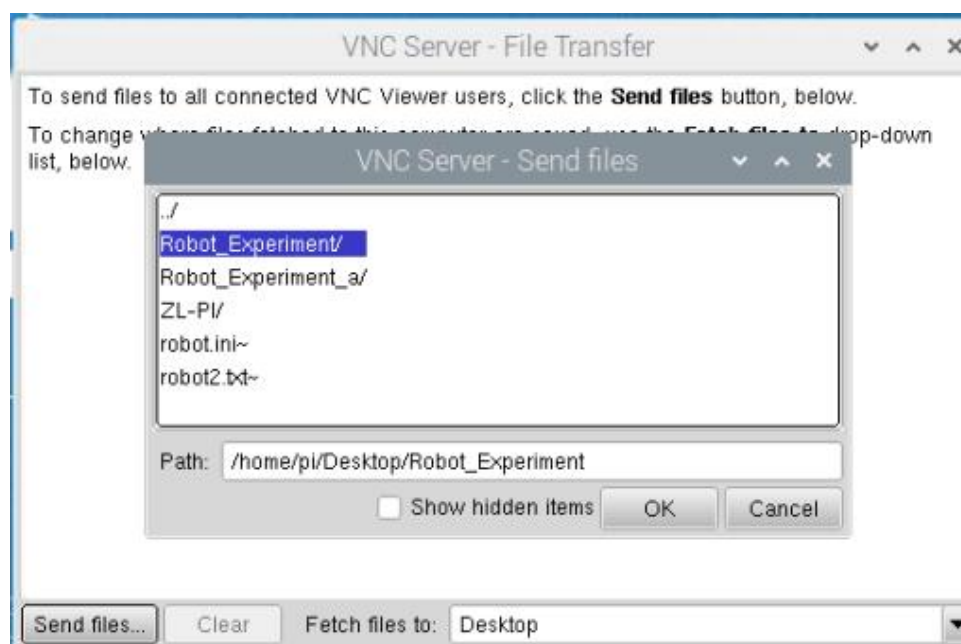


图 14