

河北工业大学

毕业设计说明书

作者：毛邦铭 学号：185084

学院：人工智能与数据科学学院

系(专业)：物联网工程

题目：智能窗户的设计与开发

指导者：翟艳东 实验师

评阅者：王利琴 实验师

2022 年 5 月 7 日

毕业设计（论文）中文摘要

智能窗户的设计与开发

摘要：

智能家居通过物联网技术将家中的各种设备连接到一起，提供家电控制、照明控制、电话远程控制、室内外遥控、防盗报警、环境监测、暖通控制、红外转发以及可编程定时控制等多种功能和手段。

本系统是基于树莓派实现智能窗户系统的控制，主要通过树莓派系统控制下的雨滴传感器和步进电机模块的协调，如遇天气下雨便可自动关闭窗户，可以及时实现对窗户的智能控制，并且该系统运行稳定，可扩展性高，搭建简单，成本低廉，具有很广阔的前景。

关键词： 树莓派 智能窗户 雨滴传感器 步进电机

毕业设计（论文）外文摘要

Title Design and development of intelligent Windows

Abstract

Smart home through the Internet of things technology to connect a variety of devices in the home, home appliances control, lighting control, telephone remote control, indoor and outdoor remote control, anti-theft alarm, environmental monitoring, HVAC control, infrared forwarding and programmable timing control and other functions and means.

This system is based on the raspberry pie intelligent Windows system control, mainly through the raspberries pie system under the control of rain sensor and stepper motor module coordination, in case it rains the weather can be automatically shut down the window, just in time to realize the intelligent control of the window, and the system stable running, high extensibility, structures, simple, low cost, has the very broad prospects.

Keywords: Raspberry PI smart window raindrop sensor stepper motor

目 录

1 引言	1
1.1 选题的背景	1
1.2 市场应用现状	3
2 关键性技术介绍	4
2.1 树莓派基本设置	4
2.2 PCF8591 模数转换模块	9
2.3 雨滴探测传感器	10
2.3 树莓派驱动步进电机	12
3 树莓派总体设计	14
3.1 需求分析	14
3.2 功能模块划分	15
4 系统的详细设计及实现	19
4.1 系统简介	19
4.2 详细设计及实现	19
5 系统测试与分析	25
结论	26
参考文献	28
致谢	30

1 引言

智能家居可以通过物联网信息技术将家中的各种设备连接到一起，提供家电智能控制、照明系统控制、电话远程管理控制、室内外遥控、防盗报警、环境质量监测、暖通控制、红外转发以及可编程定时控制等多种不同功能和手段。

本系统是基于树莓派实现智能窗户系统的控制，主要通过树莓派系统控制下的雨滴传感器和步进电机模块的协调，如遇天气下雨便可自动关闭窗户和自动报警，用户外出时还可以及时了解家中窗户周围的环境，并根据需要远程调节家中窗户的打开和关闭大小，从而就可以及时地实现对窗户的远程智能控制，大大避免了雨水天气等对室内环境的影响，避免了人们不必要的财产损失。并且由于该系统长期运行系统稳定，可自扩展性更高，搭建方式简单，成本较为低廉，具有发展前景很具有广阔前途的开发前景^[6]。

本毕业设计并不涉及有违危害社会、健康、安全、法律、文化道德以及影响环境质量和涉及工程伦理准则等道德方面规范的其他内容等。

1.1 选题的背景

一直以来，窗户安装在室内房屋建筑中一直是非常重要的存在，将智能家居控制系统技术应用到住宅这种生活场所，能真正营造出人们更健康舒适、安全环保的家庭生活环境，也可以使得这种家居生活变得更能够贴合我们人性发展的真实需要^[7]。目前窗户应用最广的还是推拉式的铝合金窗户，当外边刮大风、下雨时，会因为出门在外没有关好窗户而弄得家里一团糟^[5]。随着物联网技术的飞速发展，智能生活的概念正在逐步形成，它正在被人们所逐渐认可，人工智能的应用也越来越受人们的欢迎，作为智能家居之一的智能窗户行业，发展也十分迅速。

今天，中国政府已经表示高度关注重视资源环境保护安全和高效节能，早已经在 2017 年政府就多次明确表态提出了要因地制宜大力鼓励发展绿色建筑、智能控制资源、发展了环境自动监测网络和智慧能源系统，所以未来智能家居设备的快速普及应

用将得到逐步地实现,和世界成千上万亿的普通家庭已经建立形成了一种新时代的居住生活常态,使未来科学探索和创新技术将成为了可能^[16]。

在当今国内,各类小型智能窗户已为大众生活方式带来了各种实用便利,但近年来因在整体市场却缺乏有效宣传,人们对这种智能产品的认知度不是很高,同时亦由于其产品价格整体偏高、维修较为不便等各种问题也严重影响着了国内此类产品市场的推广^[3]。当前在社会市场环境变化下,新型的智能窗户市场的总体市场规模目前仍然会占比比较偏小,传统老式的窗户结构目前也仍然占据市场的大多数,目前这种新型的智能窗户市场仅在一般公共场所、高档住宅商品房、商场店铺中推广使用较多,究其原因,与生产厂家数量,生产成本,大众接受度,以及技术实现层面等有关,生产方式集中于公共场所定制或私人高端定制,民居批量生产较少。在暴风雨天气,一旦用户遗忘按时关窗,或下雨时未能及时关窗,会造成用户室内严重积水,对用户室内的各种生活物品,尤其生活电器家具等设备造成十分严重程度的损害^[2]。

目前从我国一些学者对智能家居设备研究的一些近期最新研究成果分析来看,对智能家居系统的一些早期的研究,也主要地停留在了针对目前一些主流的以 STM32 芯片为主的中心控制器类型上的一些智能硬件设备,同时,目前比较主流的一些智能家居云平台也大多构建安装在一些 Yeelink 云计算服务产品上,而对那些基于树莓派芯片作为其主要中心控制器系统的前期研究工作却还是相对的较少^[5],在基于这种技术背景情况下,本文试图从比较实用的应用角度分析来看,使用树莓派作为数据中心控制器,进行数据处理运算和分析,无线传感器网络可以使用树莓派建立自己专属的无线模块,降低了企业建立专属无线传感器网络需要的系统工作量。

如今,在快节奏的生活中,人们出门忘记关窗户是很常见的^[7],这容易导致财产损失。虽然防盗门窗可以做到在一定的程度上保护公私财产的安全,但如果一旦门窗发生严重火灾,逃生通道就被堵塞了。智能窗户就是通过配备相应位置的智能传感器模块,对家居室内及外窗环境变化进行动态监测,并通过这些信息以及处理后结果,对所有窗户都进行自动开关、报警提醒等人性化操作,实现家庭窗户安全开合使用的整体安全性,并进一步地实现了智能家居系统的概念。

不过如果想要完全实现智能开关窗户就要考虑利用相对复杂的智能系统,尤其是在自动控制系统和复杂机械传动系统之间的组合运用问题上就非常重要^[7]。在实际应用中,树莓派控制下的智能窗户可以大大降低硬件成本,雨滴探测器、步进电机等装置控制窗户开关的技术实现难度也较低,具有良好的市场应用前景。未来,使用更加

安全、防护、人性化设计的智能窗户也将渐渐成为一种新趋势。

1.2 市场应用现状

智能家居就是通过互联网技术的强大支持，使传统住宅变得更加人性化和智能化，它是在对传统居住功能的再开发和扩展。今天，中国高度重视生态环境保护意识和减排节能。早已在 2017 年，就曾明确地提出将大力鼓励发展节能绿色建筑，要求向智能资源开发控制、环境信息监测处理和新型能源系统等发展。因此，智能家居概念的大规模普及必将被逐步推动实现，为千家万户建立一个以新科技进步为内在动力的居家生活新常态。

当前市面上已存在的作为智能家居之一的智能窗户系统，主要功能集中在防盗、防劫、防雨等方面^[10]，如：

（1）雨水探测

在暴风雨天气中，一旦忘记关闭窗户，或没有及时关闭窗户，就会造成室内用水，对各种室内物品，尤其是电器造成严重损害等。利用雨水传感器来给智能窗户的控制系统发送信号从而实现窗户开合，可有效避免上述情况发生。本报告将重点实现此系统功能。

（2）紧急求助

若遭遇到坏人持刀入室，可设置即时发送短信报警的信号，方便及时求救，也还可用于防止家中遇到老人、小孩意外事故时和遇急呼救的报警。

（3）自动检控燃气

当自动检测系统采集探测到汽车上的可燃气或煤气、有害气体可能泄露等的预警声音信号时，智能控制器车机内运行的车载微机电脑系统即可以自动智能地识别发出这一系列的相应预警信号，并触发相应启动指令，将车所有车门窗户、排气扇全部实现安全自动开启，同时系统自动识别发出所有预警声信号，并自动将车辆所有异常警情信号及时传递，或反馈给汽车主人的手机控制中心和车辆保卫处。

（4）自动检控火灾

一旦家里突然起火，传感器系统便会在在第一时间自动检测室内烟雾信号，智能控制器便将立即发出消防预警的指令，将屋内所有门窗进行强制打开，同时报警器会立刻发出火灾预警提示声，并同时会将此火灾警情立即上传报警信息反馈给在室内的主人手机设备上。

(5) 防小孩坠楼

当红外线传感器检测到任何人体信息时，窗户都会立即自动关闭，将所有小孩暂时关在安全室内，可以最有效安全地保护小孩自身的安全。

2 关键性技术介绍

2.1 树莓派基本设置

树莓派是一个仅有手机三分之二大小的微型计算机，可以运行 Linux 系统进行各种项目的编程和开发，使用成本非常低，看内部结构仿佛就是一块电路板，它以 TF 卡为系统硬盘，可随时插拔。本系统用的这一款是树莓派 4B+开发板，主板上带有 WiFi 及蓝牙模块，4 个 USB 接口，1 个以太网接口，1 个供电接口，以及由 40 根管脚组成的 2 排 GPIO 通用输入输出接口等，可外接显示屏、摄像头、键盘、鼠标、耳机等，基本满足了用户在开发过程中所需要的全部功能。



图 1 树莓派 4B+开发板

拿到树莓派开发板，第一步，为树莓派烧录系统镜像。将 TF 卡通过读卡器与电脑连接，这里本系统用的是一张 32GB 的 TF 卡，实际操作时可以选择 16GB 大小内存的 TF 卡，对于当前所需要的系统空间已经足够了。



图 2 TF 卡

插入读卡器后，会出现一个 boot 盘，如图 3 所示。

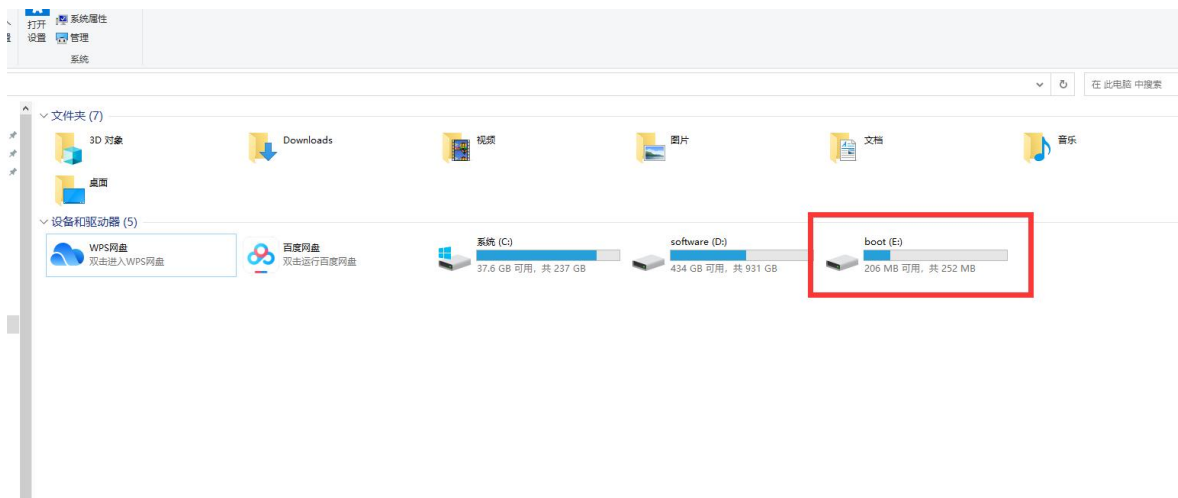


图 3 系统 boot 盘

第二步，格式化 boot 盘，推荐使用 DiskGenius 工具。

第三步，使用 Win32DiskImager 烧录系统，系统采用的是 2021-01-11-raspios-buster-armhf-full.img。

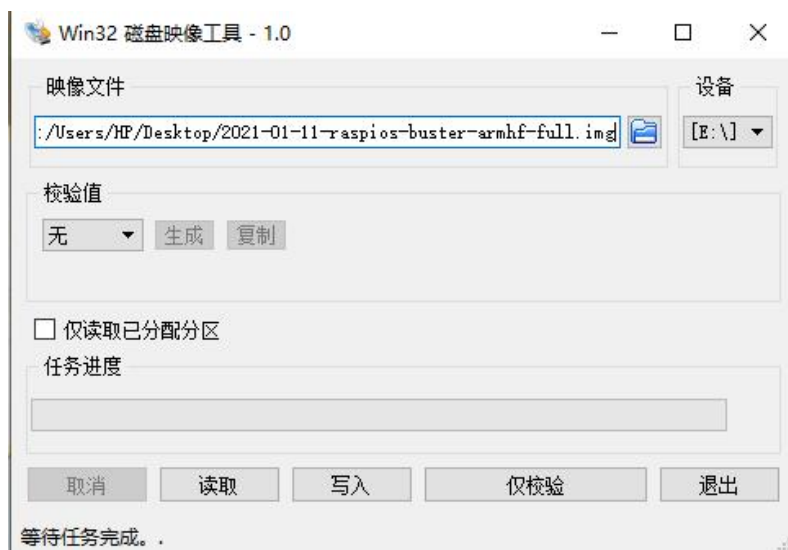


图 4 Win32DiskImager 烧录系统界面

第四步，在系统 boot 目录下新建一个 ssh 文件，是个无后缀的文件，这样就直接打开了 ssh 功能。

kernel7.img	2021/1/7 15:53	光盘映像文件	5,652 KB
kernel7l.img	2021/1/7 15:53	光盘映像文件	6,003 KB
kernel8.img	2021/1/7 15:53	光盘映像文件	6,726 KB
LICENCE.broadcom	2021/1/5 7:30	BROADCOM 文件	2 KB
start.elf	2021/1/8 15:26	ELF 文件	2,872 KB
start_cd.elf	2021/1/8 15:26	ELF 文件	773 KB
start_db.elf	2021/1/8 15:26	ELF 文件	4,677 KB
start_x.elf	2021/1/8 15:26	ELF 文件	3,613 KB
start4.elf	2021/1/8 15:26	ELF 文件	2,164 KB
start4cd.elf	2021/1/8 15:26	ELF 文件	773 KB
start4db.elf	2021/1/8 15:26	ELF 文件	3,630 KB
start4x.elf	2021/1/8 15:26	ELF 文件	2,906 KB
ssh	2022/4/30 20:17	文件	0 KB

图 5 添加 ssh 文件

第五步，启动树莓派电源，用网线将树莓派连接到电脑。

将树莓派通过网线直接连接到电脑上，然后用电脑上的浏览器登录路由器 ip，可以查寻到当前树莓派的 IP 地址。

第六步，用 putty 打开树莓派 VNC 远程桌面访问权限。

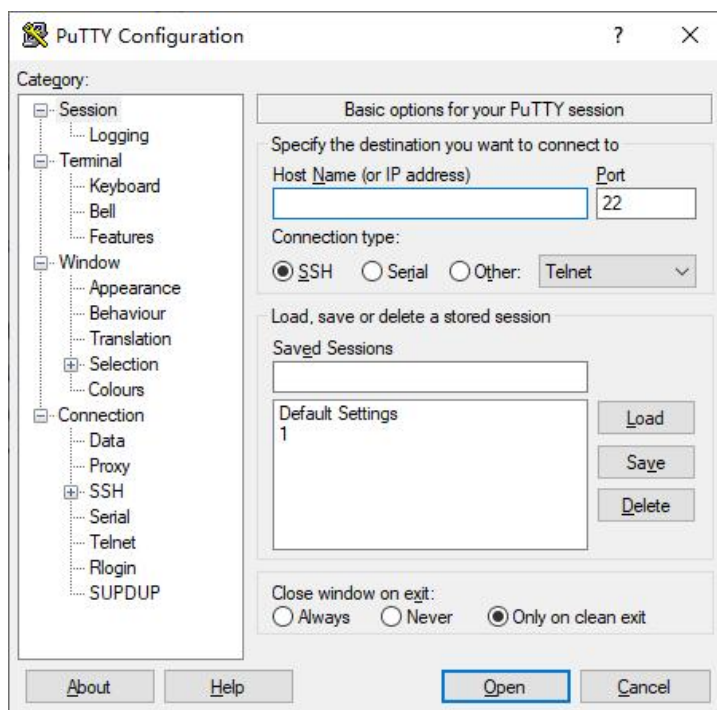


图 6 putty 界面

在终端上输入以下命令可以进入终端配置管理界面：

```
sudo raspi-config
```

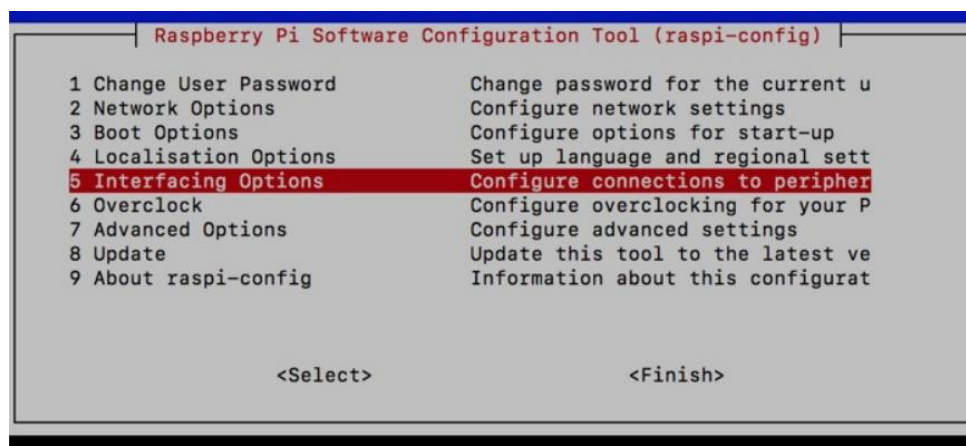


图 7 配置界面一

依次操作:Interfacing Options→ VNC→ Yes。之后系统就将会自动的提示你是否已确定好要你下载和安装的 VNC 服务,输入命令 y 之后再点击回车,等待系统的自动的确认后下载并自动安装也就安装完成,一切如果很容易顺利的成功下载的话那么 VNC 服务也应该就能够成功的启动了。

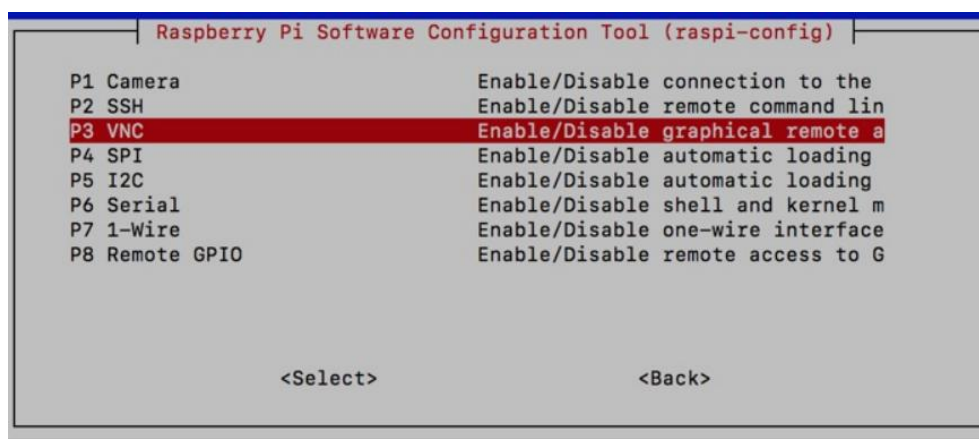


图 8 配置界面二

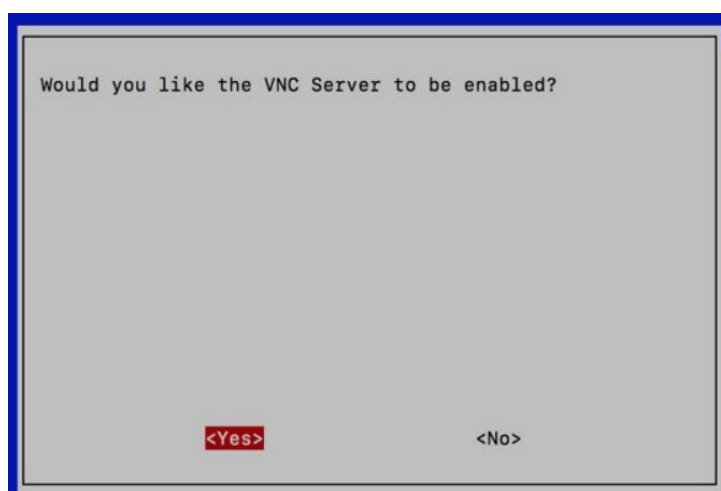


图 9 配置界面三

起初，到这一步之前，笔者先是试图通过树莓派主板上的 GPIO 接口直连 3.5 寸触摸显示屏，然后通过树莓派主板上外接鼠标键盘的方式，直接在树莓派主板上进行操作，从而不依赖于电脑，但是后来发现由于 3.5 寸显示屏直接插上主板之后会显示白屏的情况，也无法进行分辨率的调节，以及树莓派主板 GPIO 接口被占用，无法再外接面包板的原因，笔者选择了在电脑上通过 VNC 远程访问的方式来进行树莓派桌面的访问。

VNC 远程访问界面如下图。

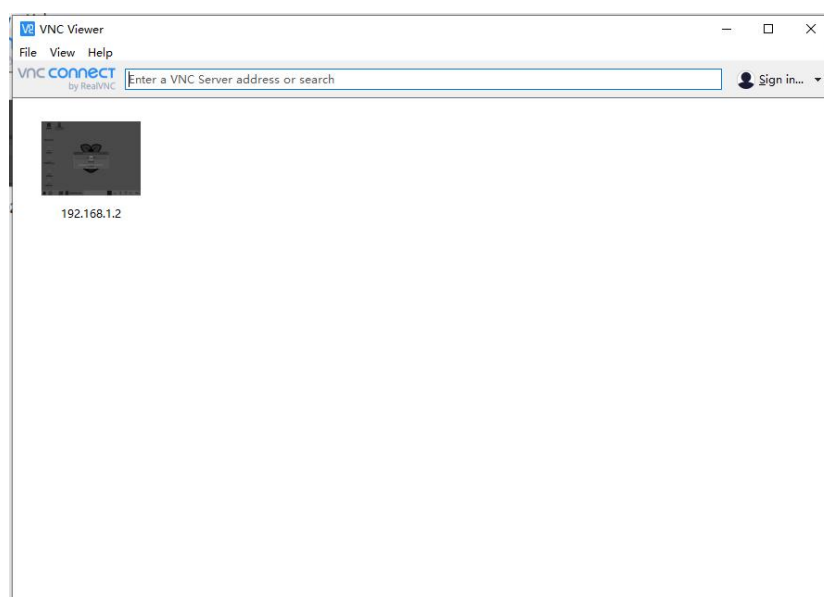


图 10 VNC 界面

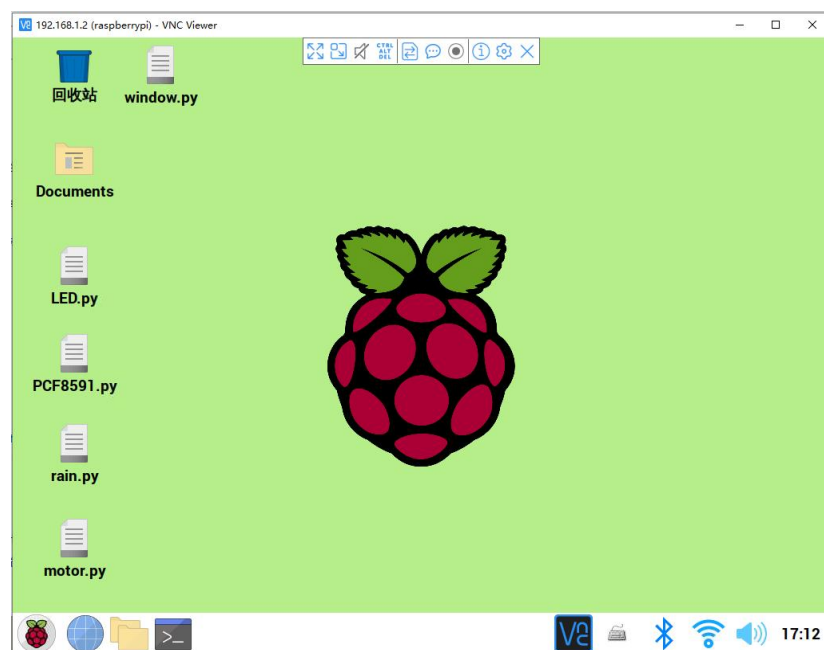


图 11 树莓派桌面

2.2 PCF8591 模数转换模块

图 11 中的 PCF8591.Py 库文件是一个专门用于调试 PCF8591 模块电路的调试程序，单独进行编写以供方便重用。在调试这个程序脚本文件中，我们会使用其中一个运算放大器作为一个模拟能量输入，一个 LED 指示灯作为一个模拟功率输出。模拟量的输入最大不能超过交流 3.3V。该测试程序同样也是可以同时独立的运行，测试这三个电阻模块之间的功能。AIN0 和 INPUT0(电位器模块)、AIN1 和 INPUT1(光敏电阻模块)、AIN2 和 INPUT2(热敏电阻模块)都需要连接到短路保护帽。

AIN0(模拟输入 0)接口可以用来分别连接到两个单色 LED 灯，用于同时分别接收信号到分别来自两个电位器模块输出中的这两个单色模拟输出的信号，AOUT(模拟输出)接口则用于可以直接分别将每一个彩色模拟输出的信号和分别接收输出的信号传送到下一个单双色 LED 模块，以最终实现或改变另一个单 LED 模块上的发光亮度。基本实验 PCF8591.py 关键代码如下。

```
def read(chn): #channel

if chn == 0:

bus.write_byte(address, 0x40)    #发送一个控制字节到设备

if chn == 1:

bus.write_byte(address, 0x41)

if chn == 2:

bus.write_byte(address, 0x42)

if chn == 3:

bus.write_byte(address, 0x43)

bus.read_byte(address)          # 从设备读取单个字节，而不指定设备寄存器。

return bus.read_byte(address)   #返回某通道输入的模拟值 A/D 转换后的数字值

def write(val):

temp = val    # 将字符串值移动到 temp
```

2.3 雨滴探测传感器

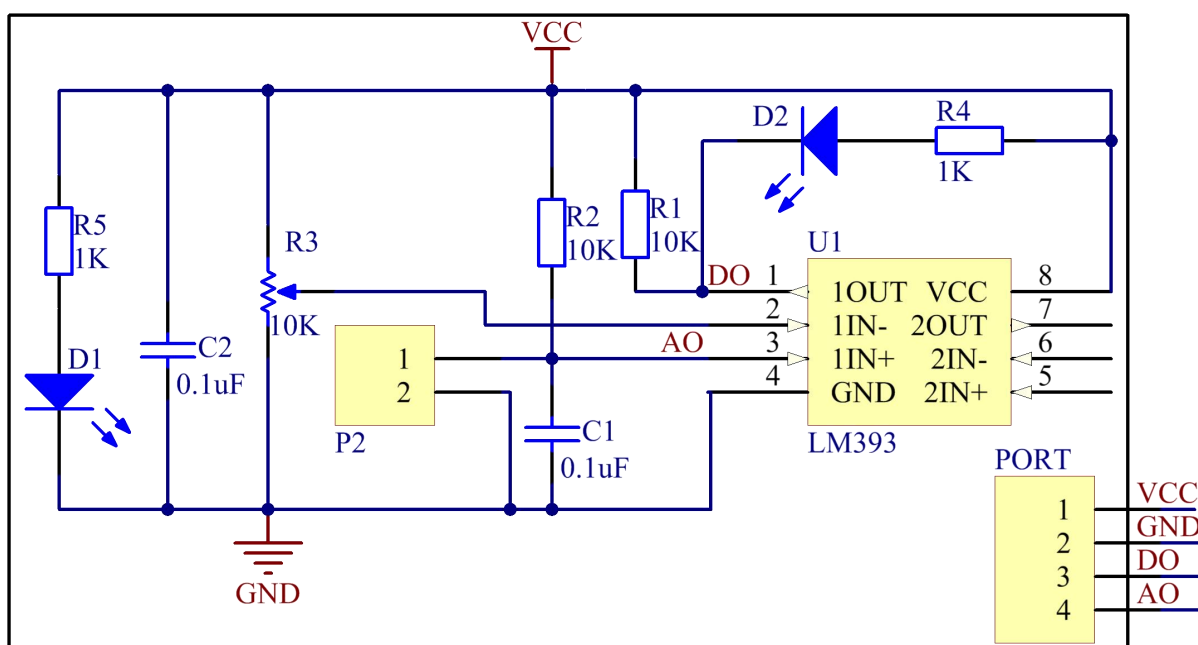


图 12 实验电路图

表 1 树莓派、面包板与 PCF8591 对应接口

表 2 雨滴传感器、面包板与 PCF8591 对应接口

雨滴传感器	T 型转接板	PCF8591 模块
DO	G17	*
AO	*	AIN0
VCC	5V	VCC
GND	GND	GND

雨水探测器表面壳上一般只有两根导电的金属线，既可实现彼此的相互靠近，但它们又往往不会自动发生交叉，当一滴雨水突然落下洒在探测器电路板表面外壳上时，探测器外壳电路板上就有两根能够使彼此能够相互靠近且导电良好的导电金属线导通。因此在这两根金属线之间的导体之间会有一个电压。

感应板上没有水滴时，DO 数字输出指示灯为高电平，数字输出指示灯 DO-LED 指示灯会灭，打印* Not raining *。滴上了一滴水，DO 数字输出指示灯为高低电平，数字输出指示灯 DO-LED 常亮，打印* Raining!*。刷掉上面的水滴，又可恢复到输出的高电平的状态。

雨滴探测实验关键代码：

```
def Print(x):

    if x == 1:

        print ('')

        print (' *****')

        print (' * Not raining *')

        print (' *****')

        print ('')

    if x == 0:

        print ('')

        print (' *****')

        print (' * Raining!! *')
```

```
print (' *****')

print ('')

def loop():

    status = 1    #初始状态为无水，高电平，所以为 1

    while True:

        tmp = GPIO.input(D0)

        if tmp != status:      #滴水时 D0 输出为低电平，无水时为高电平

            Print(tmp)         # tmp != status 即遇状态变化时，打印情况

            status = tmp

        time.sleep(2)
```

2.3 树莓派驱动步进电机

此实验在雨滴探测实验的基础上，增加了步进电机及其驱动模块，以做到当雨水探测器上有水时，树莓派启动步进电机程序，从而模拟智能窗户的自动关闭过程。

步进电机实验关键代码：

```
def forward(delay, steps):

    for i in range(0, steps):

        setStep(1, 0, 0, 0)

        time.sleep(delay)

        setStep(0, 1, 0, 0)

        time.sleep(delay)

        setStep(0, 0, 1, 0)

        time.sleep(delay)

        setStep(0, 0, 0, 1)
```



```
        time.sleep(delay)

def backward(delay, steps):

    for i in range(0, steps):

        setStep(0, 0, 0, 1)

        time.sleep(delay)

        setStep(0, 0, 1, 0)

        time.sleep(delay)

        setStep(0, 1, 0, 0)

        time.sleep(delay)

        setStep(1, 0, 0, 0)

        time.sleep(delay)

def loop():

    while True:

        print ("backward...")

        backward(0.003, 512) # 512 steps --- 360 angle

        print ("stop...")

        stop()                # stop

        time.sleep(3)         # sleep 3s

        print ("forward...")

        forward(0.005, 512)

        print ("stop...")

        stop()
```

```
time.sleep(3)
```

3 树莓派总体设计

3.1 需求分析

居室房屋，车辆飞机等等，只要周围是有人自由活动或居住的公共空间，都是需要设置窗户，以达到通风透气和通风透光的效果。选择合适自己的窗户，对于居室环境产生的作用可不仅仅只是视觉美观，更是说对人类日常生活、商业活动、工业大产活动等多种情景有着非常重要的作用和影响。现阶段使用的窗户功能仍然较为单一，在家用铝合金窗户市场上，窗户的功能多为遮挡和保温，在安全防护和舒适度方面并未实现较大突破^[1]。

如今，在快节奏的生活中，人们出门忘记关窗户是很常见的，当前的传统式窗户在开关时，需要人们手动推拉操作，如果下雨时不在家中，未能及时关窗，就很可能对家中电器和家具等财产造成损失，尤其是对于商场及工厂的损失更是不可估计。而且虽然防盗门窗可以做到在一定的程度上保护用户财产和安全，但如果一旦发生火灾，逃生通道就被堵塞了。

在信息化时代，家居市场也受到了信息化的巨大影响，智能家居逐渐进入人们的视野，并且正在不断发展进步；而窗户作为室内与室外连通的重要工具，对其进行智能化改造尤为重要^[1]。通过安装相应数量的雨滴传感器模块，对特定室内或外在环境物理量进行动态监测，并将根据这些信息与处理分析结果，对所有窗户开关进行手动开关、报警控制等控制操作，从而实现对窗户自动开合关闭等智能操作，并由此进一步地实现了智能家居系统的新概念。未来，使用更加安全、防护、人性化的智能窗将成为一种趋势。

当前中国社会市场环境的影响下，新型智能窗户的行业市场规模仍然相对较小，传统老式的窗户目前仍然是占据市场大多数份额，目前的新型智能窗户仅是在部分公共场所、高档住宅商品房、商场店铺中使用较多，究其原因，与生产厂家数量，生产成本，大众接受度，以及技术实现层面等有关，生产方式集中于公共场所定制或私人高端定制，民居批量生产较少，但实际上，树莓派控制下的智能窗户可以大大降低硬件成本，雨滴探测器、步进电机等装置控制窗户开关的技术实现难度也较低，具有良好

的市场应用前景。

智能窗户具有智能的人机交互系统，提高了用户体验感，通过使用该交互系统，用户可以轻松地实现远程控制窗口开放大小、自动防雨、自动报警监控等多种应用功能，该系统将由控制主机、各种电子智能传感器装置等一系列系统部件同时负责与协调共同完成监控工作。以树莓派作为控制终端，通过多个 GPIO 接口来连接各种传感器功能模块(如雨滴传感器)，从而感知周围环境变化，控制电机实现窗口开关的自动开启或关闭。同时，用户可以及时地了解用户家中的窗户与周围环境的相对环境，并方便用户根据自身需要随时远程手动调节自己家中所有窗户的开关及角度大小。

3.2 功能模块划分

本实验系真实环境下的模拟实验，系统涵盖了雨滴探测器和步进电机等模块，若遇到雨水，可通过树莓派主板实现自动控制步进电机的工作。

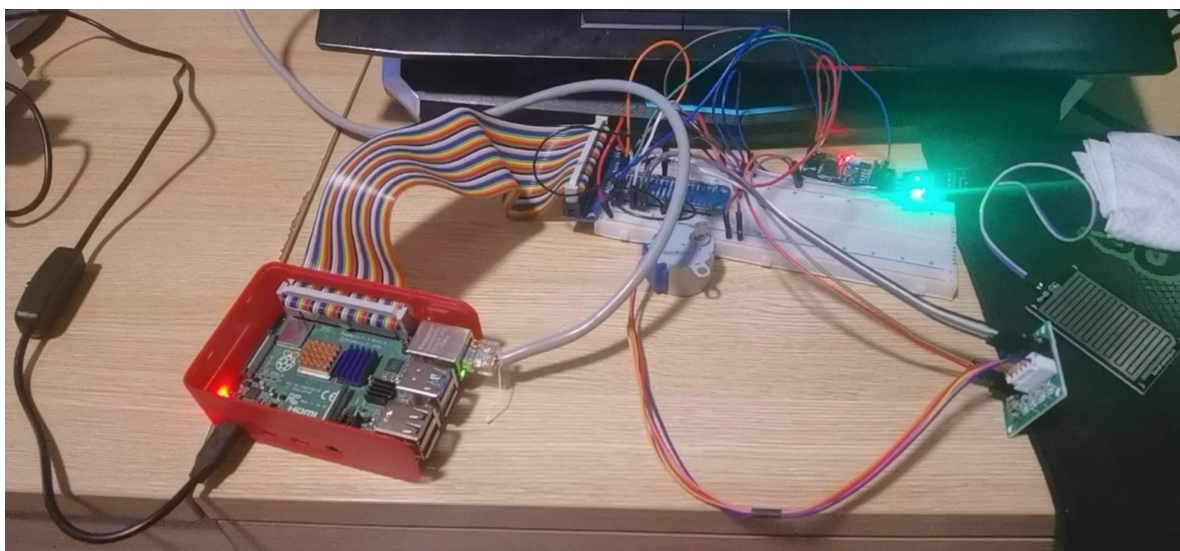


图 13 树莓派实验模块

3.2.1 树莓派 4b+开发板

Raspberry Pi (中文名为“树莓派”，简称为 RPi，(或者 RasPi/RPI)是指一种为中国高校学生计算机编程训练和信息技术教育培训课程教学而进行特意设计的，只有信用卡大小的微型平板电脑，其主要运行的系统内核是基于的微软的 Linux，随着微软的 Windows 10 操作系统和 IoT 系统的相继正式发布，我们在今后也或许还将见到完全可以在轻松的用平板手机上运行基于微软 Windows 系统的树莓派，别只细看了其外表上的“娇小”的字样，内文的“心”的字样却也已经是很是的强大，视频、音频及通话功能等多种功能更是通通皆有，可谓是“麻雀虽小，五脏俱全”^[20]。

它所使用到的卡主板也是一种基于 ARM，以由一张 SD 卡插槽/和两块 MicroSD 内存卡所组成的作为内存硬盘，卡主板的接口周围也有由多达 4 个的 USB 接口和连接其中的一个千兆以太网口的接口(没有网络端口类型)所构成，可以用来分别连接鼠标到键盘、鼠标接口和一根网线，同时它也拥有一个电视视频和模拟视频信号输出的同轴输出同轴接口和一个 HDMI 接口为高清的视频信号输出的接口，这些基本部件全部可以被直接装上在一台比同一块信用卡主板略微大多了这么一点点的主板机箱里，具备了普通 PC 计算机需要的几乎所有的所有基本硬件功能。你其实也就是只须按照需要分别插接电脑上那一块液晶屏幕显示器面板和任何一块鼠标键盘，就可以完全实现可以同时执行打印电子表格、文字内容的文字处理、游戏画面控制功能和在线观看高清频道的视频节目播放等其它各种应用功能了^[20]。

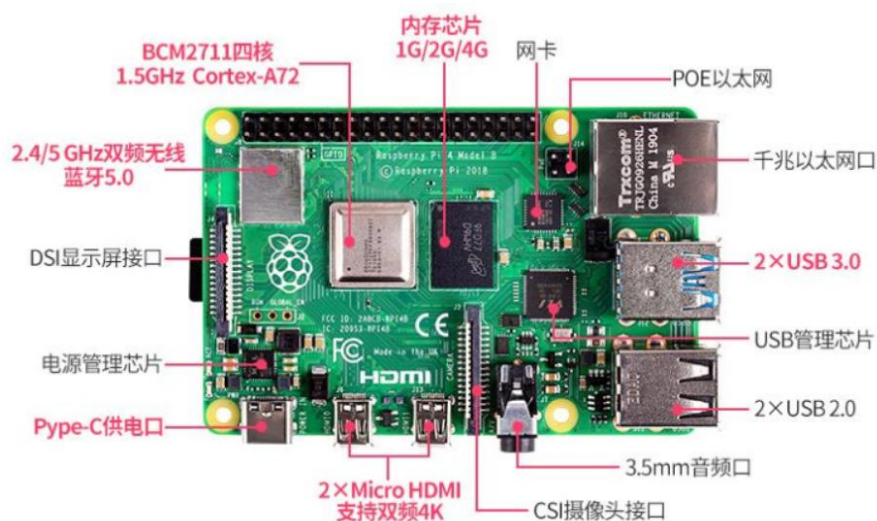


图 14 树莓派 4b+开发板

图 13 中，左下角红色壳子就是树莓派 4B+开发板，作为主脑，处理和运行所有的脚本命令。

3.2.2 面包板

通过软线连接的是树莓派的面板板，设计和生产制造用于电子电路上的无焊接实验。本实验单元中的其他电路模块还可现场根据现场需要进行随意组装插拔，省去了手工焊接、组装各种电路零件的时间^[21]。如图。

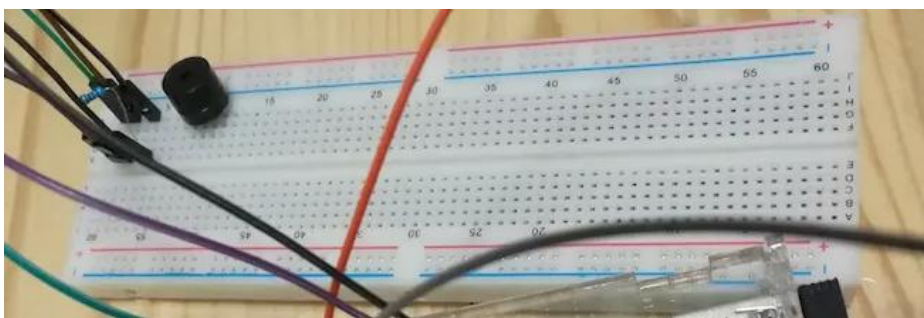


图 15 PCF8591 模数转换器模块

整个导电试验板材全部均由热固性酚醛树脂粉末等所制成，板材的正底部一般埋插有至少一个导电金属条。在每个孔板的底部上的最后一个有相应小孔的中间位置均可以直接打孔，使这些导电检测元件在当被插入到一个孔内的孔时仍可能得以顺利进行与这个导电金属条间的有效接触，从而便真正的达到完成了整个导电性能测试实验的一个最终目的。一般要求为每一侧插入 5 个导电孔板并用每一个导电金属片来连接。在两孔板面之间的插孔中心也设计成有了另外的一个金属凹槽，是为了特别地为集成电路的封装测试和芯片测试等技术层面的特殊测试而需要考虑而重新进行的设计的。板子上左右两侧也分别开有了一两排竖着平行排列着的金属插孔，也是每板一组 5 个。这应该是这两组的插孔分别可以用于分别提供给在每个电路板上的对应的电路组件来进行供电^[21]。

母板一般会使用带镀镍铜箔纸或导电层的玻璃纤维板，作用同样也是为了能把无焊面包板固定，并且也能方便引出电源接线柱。

3.3.3 其他模块

图中 13 号的面包板上分别通过公母线连接着下列各个模块，分别它们是负责模数转换功能的 PCF8591 模数转换器模块，雨滴探测系统模块，和驱动步进电机功能的驱动板模块，其中，步进电机的驱动板模块中间又依次连接驱动着步进电机。

PCF8591 模数转换器模块是一种指每一个由单片电路板组成电路的、独立于供电控制模块中的、低功耗化设计制造的 8 位的 CMOS 模拟数据信号的采集及变换处理装置。PCF8591 还具有内置了的 4 个串行数字模拟信号输入、1 个串口数字模拟数据信号输出端口和的 1 个串行模拟 I²C 总线接口，PCF8591 所提供的三个串行硬件地址引脚的 A0、A1 和 A2 均都可用于串行硬件地址的编程，允许用户有一个最多允许有多达 8 个的 PCF8591 设备可同时地插入至同一串行模拟的 I2C 总线，而无需任何附加额外置的硬件。基本技术参数 PCF8591 器件所提供信号的输入地址与信号输出信号的输出

地址、控制的信号地址和数据信号地址是通过双线以太网和双向串行以太网 I2C 总线控制的双向串行以太网信号的传输接口^[22]。如图。

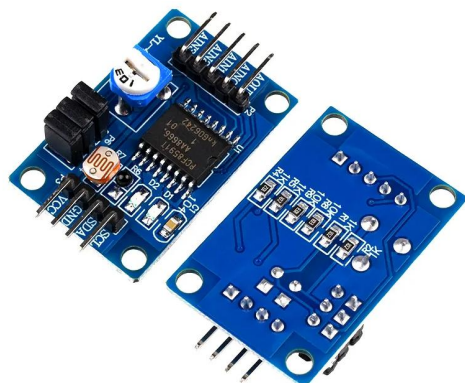


图 16 PCF8591 模数转换器模块

雨滴传感器是指一种雨感应的装置，主要功能用于传感器检测车辆是否会下雨量和判断降雨量大小，广泛地被应用于汽车雨刷系统、智能城市照明系统和城市智能天窗系统等^[23]。如图。

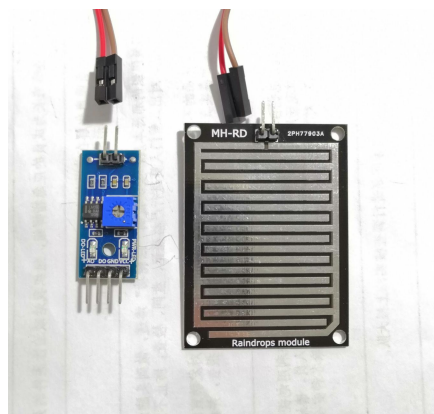


图 17 雨滴传感器

步进电机是指是一种主要用于将线性交流电和脉冲信号直接地转化和输出，折合成与其转速相应幅值信号的，具有步进角位移器装置，或有步进直线位移装置功能的微型步进电机。基本参数根据电磁铁转子运动中最基本简单又基本实用的电子动力学原理，它首先应该仅仅是指只有一种转子自身可以产生连续或自由往复的单向旋转运动方向的某一种电磁铁，它所有基本的机械力学作用原理也都是一转转子自身根据自身内部的气隙导电性值产生的某个微小电流变化信号可以自动产生某一种单向电磁转矩，每一次只要输入产生了这样一个单向电磁脉冲信号，转子的自身也就会自动向前旋转至一个某特定的角度向前步进或自动向前进一步，其所输出的电流中的脉冲角位移量，或脉冲线性位移也就直接与其每次脉冲输入脉冲信号后的电流总输入脉冲数

大小多少成正比，转速高低则间接与其总脉冲频率大小多少也成正比，因此这种高速步进电机有时也因此又被常被称脉冲电机^[24]。如图。



图 18 步进电机

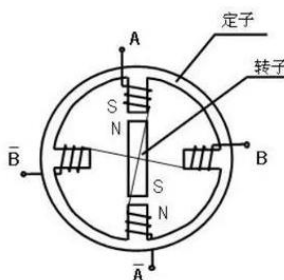


图 19 步进电机结构图

4 系统的详细设计及实现

4.1 系统简介

本系统通过树莓派控制下的自动化程序，意在模拟“雨天保险器”，人们可以在出门前打开这个程序，程序就会一直开始循环检测天气是否下雨，如果下雨了，系统就会通知用户“Raining”，并自动将窗户关闭，直到不下雨了，系统将通知用户“Not raining”，现在雨停了，然后系统就完成使命停止工作了。也就是说开机之后就只做一次性工作，每次打开都是给家里窗户上了一个“雨天保险”，并且停止工作后还能够省电，节约成本，直到下次要出门时，再打开就好。

4.2 详细设计及实现

本系统包括控制系统（终端）、传感监测系统和执行系统^[9]。

4.2.1 控制系统（终端）

采用树莓派(即小型电脑主板)技术，整体尺寸仅约有一张卡片的大小且相对价格还较为的低廉。开发板内置集成了嵌入式和 Linux 的开发与应用开发系统，支持包括了 Python 编程语言和 Java 语言等的各种高级编程语言，适合于本用机控制系统开发

的部署, 具有了全球唯一的 MAC 地址地址, 板载性能更为强大和稳定可靠的内置的无线 WiFi 网络信号传输接收模块, 信号的传输及接收与传输处理能力将更强, 能同时实现了较好程度的地址自适应和分布式的应用开发功能^[4]。

4.2.2 传感监测端

本系统采用的传感器是 PCF8591 模数转换器模块和雨滴传感器模块。PCF8591 模数转换器通过比对模拟值转化为的数字值大小, 可以检测滴在雨滴传感器模块上面的雨量大小, 雨水越大, 电阻值越小, 模拟值转化为的数字值越小。数字值的范围是 0~255, 不同的值对应是降雨量的多少毫米, 雨滴板的放置方式不同结果都不同, 本文不作研究。

4.2.3 执行端

智能窗口启闭部分的控制主要是通过直流电机来完成。它实际是使用一种可以被自由的旋转的电磁铁, 将一个电脉冲信号转化换成了相应信号的角位移。传感检测输入端每向输入一个脉冲信号, 转子轴就会反向旋转到一个固定角度, 其传感器输出轴的旋转角位移量与传感器输入信号的总脉冲数大小成正比。

4.2.4 硬件部署

首先是要通过将直流电机的控制端连接到树莓派的服务器上, 通过事先预置编写好的脚本文件来执行这样一个用来控制 GPIO 脉冲信号输出的 Python 程序, 接收到打开、关闭电源输出的脉冲信号。手机客户端和平板 PC 均都可以支持远程直接访问云服务器, 让云服务器能直接地执行和执行树莓派终端所提供对应的脚本文件指令。

4.2.5 详细实现

当一切模块准备就绪时, 插上树莓派网线及电源线, 打开电源, 树莓派即可在已经写好的 python 程序下开始工作。

其中, 各功能模块间既是可以任意分开进行单独的工作, 又同时可以任意切换设置成自动工作模式。分开或单独工作模式时, 比如感应到雨滴信号后只可在树莓派端上显示为“raining”字样, 而其它步进电机完全不需要工作, 或者是无论有没有听到雨滴信号, 都是可以选择手动来进行其它步进电机的开关窗户等操作的; 如果切换设置成了自动切换模式时, 雨滴探测器一感应到雨滴即可由树莓派自动控制步进电机开始工作。

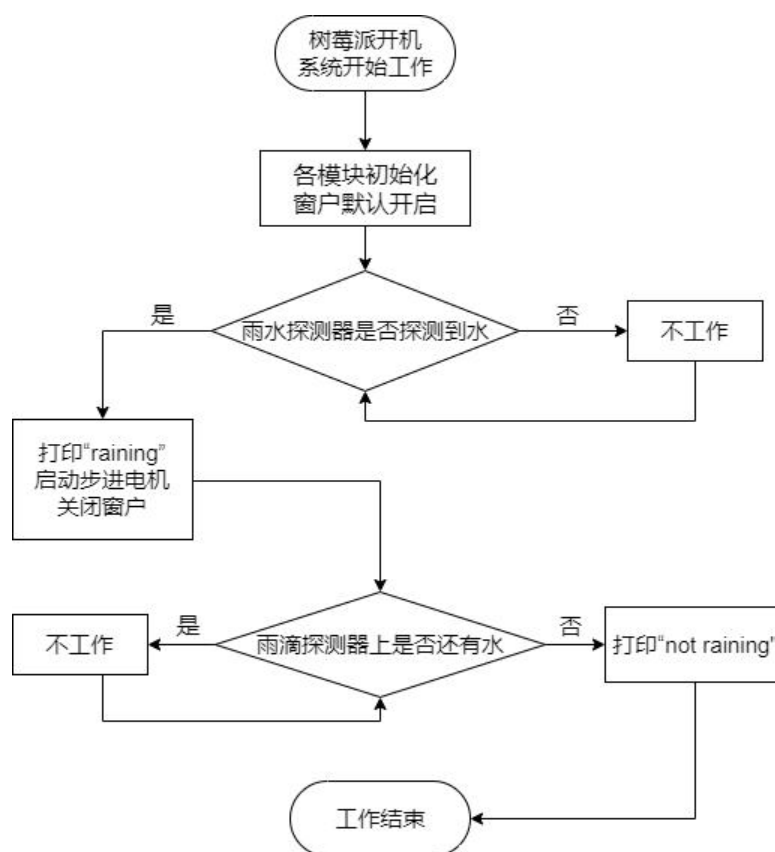


图 20 自动模式下树莓派工作流程图

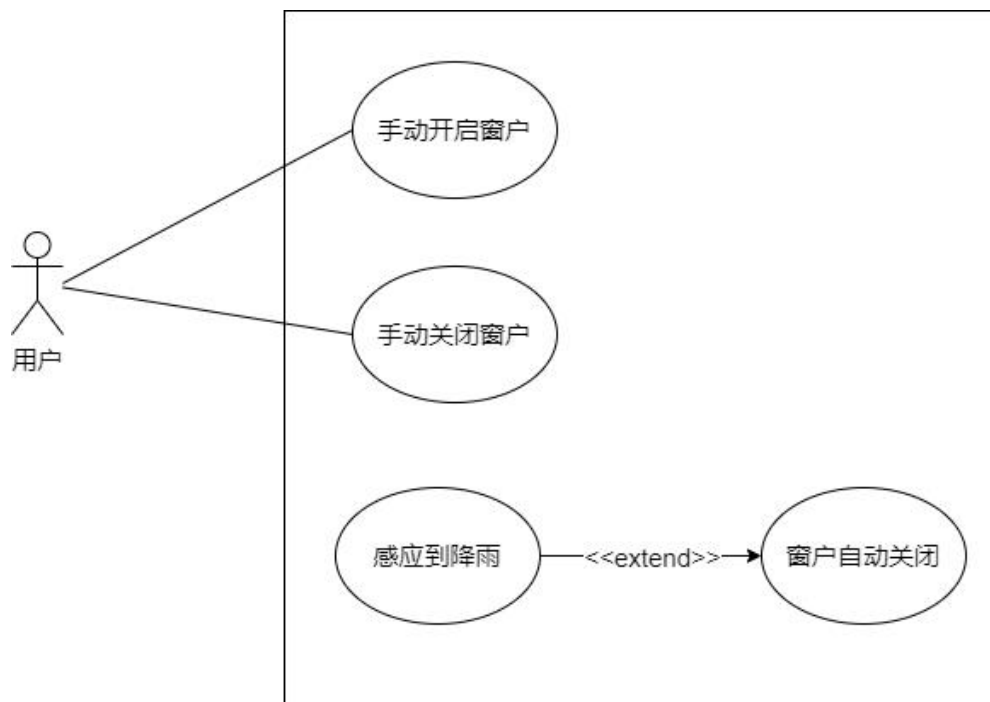


图 21 用例图

在雨滴探测器上滴上一滴水，两个绿色 LED 灯常亮，如下图。



图 22 雨滴探测器上有水时

树莓派端显示“Raining!!”，如下：

```
192.168.1.2 (raspberrypi) - VNC Viewer
Thonny - /home/pi/Desktop/rain.py @ 44 : 1
File Edit View Run Tools Help
+ [Icons]
rain.py
1 #!/usr/bin/env python
2 #encoding:utf-8
3 import PCF8591 as ADC
4 import RPi.GPIO as GPIO
5 import time
6
7 DO = 17
Shell
Python 3.7.3 (/usr/bin/python3)
>>> %Run rain.py

*****
* Raining!! *
*****

Python 3.7.3
```

图 23 树莓派端显示结果（有水时）

此时可选择手动或者自动让树莓派控制步进电机开始工作，模拟进行智能窗户的关闭操作。

擦掉树莓派雨滴传感器上的水滴，只剩一个绿色 LED 灯常亮，即数字输出指示灯 DO-LED 灭，如图。

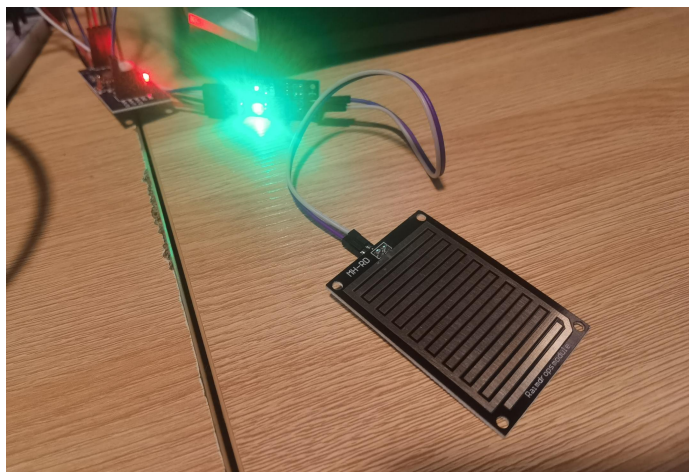


图 24 雨滴探测器上无水时

树莓派端显示 “Not raining”，如下：

```
#!/usr/bin/env python
#encoding:utf-8
import PCF8591 as ADC
import RPi.GPIO as GPIO
import time

DO = 17
GPIO.setmode(GPIO.BCM)

def setup():
    ADC.setup(0x48)
```

```
*****
* Not raining *
*****
```

图 25 树莓派端显示结果（无水时）

此时模拟实验结束。

在树莓派终端命令行输入 `sudo shutdown -h now`，树莓派关机，过几秒后关闭树莓派电源，所有模块灯同时熄灭。

关键代码如下。

```
def Print(x):
```

```
if x == 1:
    print ('')
    print (' *****')
    print (' * Not raining *')
    print (' *****')
    print ('')
if x == 0:
    print ('')
    print (' *****')
    print (' * Raining!! *')
    print (' *****')
    print ('')
def loop():
    status = 1    #初始状态为无水，高电平，所以为1
    while True:
        tmp = GPIO.input(D0)
        if tmp != status:    #滴水时 D0 输出为低电平，无水时为高电平
            Print(tmp)        # tmp != status 即遇状态变化时，打印情况
            forward(tmp)
            print ("stop...")
            stop()            # stop
            time.sleep(2)      # sleep 2s
            status = tmp
def forward(x):
    delay = 0.003
    if x == 0:
        for i in range(0, 1024):    # 512 steps --- 360 angle
            setStep(1, 0, 0, 0)
            time.sleep(delay)
            setStep(0, 1, 0, 0)
```

```

        time.sleep(delay)
        setStep(0, 0, 1, 0)
        time.sleep(delay)
        setStep(0, 0, 0, 1)
        time.sleep(delay)
    else:
        pass

```

5 系统测试与分析

在对智能窗户的感知和控制系统进行初步设计构建并实施设计完成后，对其控制系统进行了软件性能测试并采用了动态黑盒测试和静态检测相结合的测试的方式进行设计实施。对系统性能测试的一个总体要求，也就是感知系统响应的时间周期必须做到尽可能短，为此我们定义到了在 0.1 s 的时间周期内感知响应表现为优秀；而在小于 0.6 s 时间范围内感知反应表现为良好；1 s 以上的时间为一般，进行了如下简单的实验：在雨滴智能窗雨滴传感器的屏幕上连续显示喷淋出的水滴，记录了一个从水滴被喷淋出开始的时刻到步进电机进行响应之间的连续时间序列；雨滴传感器屏幕上由终端传感器接收检测到的从相应端的动作信号得到响应信息到执行端动作响应的最终实现数据之间产生的动作响应时间的延迟变化情况和动作稳定性数据如表 3 中所示。

表 3 传感器测试结果

传感器	时间延迟/s	稳定性
雨滴传感器	0.514	良好

请求通信的延迟在通信网络信号较好的理想情况条件下，时间的延迟为 0.514 s，反应较为迅速、不会明显给人迟滞感。

结 论

物联网，即“万物互联的互联网”，其特征是人、机、物的互联。以物联网、云计算、人工智能网络感知等，以多种前沿新技术平台等为基础，发展为新一代智能家居系统，也正逐渐成为推动中国智能化家居领域产业创新提升的一个亮点。而窗户作为室内与室外连通的重要工具，对其进行智能化改造尤为重要。智能窗户通过相应的传感器模块监控室窗户内外的环境，并根据信息及处理检测结果，对所有窗户都进行智能开关、报警启动等功能操作，从而可实现对窗户的自动开合动作，进一步实现了智能家居系统的概念。

如今快节奏的生活，人们很容易出现出门忘记关闭窗户的现象，当前的传统式窗户在开关时，需要人们手动推拉操作，如果下雨时不在家中，无法及时关窗，就很可能对我们家中电器和家具等财产造成损失，尤其是对于商场及工厂的损失更是不可估计。在这样的环境下，作为智能家居的智能窗户已逐渐进入人们的视野，并且不断发展进步。能够积极帮助农村百姓开展日常农业防灾和减灾，减少农户财产受损失，提供老百姓更高质量农业生活提供保障，拥有著更广泛的商业应用潜力及前景。据 QYR 的调查及分析报告结果显示，2018 年的全球智能窗户市场总值规模就达到约了亿元人民币 170.9 亿元，预计未来至约 2025 年则是可以再迅速地增长到亿新台币至 302 亿元，年的复合年均增长率(CAGR)为 8.7%。未来，使用更加安全、人性化的智能窗将成为一种趋势。

本这套系统还将是以树莓派为其核心控制器，加上一些带有其他特殊功能的控制单元模块整合在一起以共同组成智能窗户的整个控制系统，其中还可能包含有中控板部分、输入控制器部分和输出控制系统部分。中控输出控制部分主要是指采用了树莓派 4b+开发板，其主要功能主要功能是作用原理主要是指通过获取系统输入信号的那部分数据，经过在系统的内部进行的运算处理，控制其输出状态的那个部分。输入和控制的的部分一般是输入由和输出控制两部分组联所围成，分别是 PCF8591 模数转换器模块和雨滴传感器模块，通过该两组模块的协调配合可检测当前天气是否降雨，并将数据交给中控部分的树莓派开发板；输出部分包含步进电机模块及其驱动模块和显示

屏终端（可远程访问），从而模拟窗户的开关控制以及下雨天气报警提醒。本系统为模拟理想情况下的实验设计，当遇到实际天气情况时，比如一整套房间的所有窗户均需要同一个中控模块控制，可以通过增加步进电机及其驱动模块来进行多个窗户的同步关窗操作，同时，如希望增加雨水天气感应的灵敏度，可以通过在某扇窗户的多个位置，安装多个雨滴传感器模块，从而综合分析，比如在上下左右四个框边均安装传感器，若超过半数传感器感应到降雨，则立刻响应，反之，若只有低位的传感器上有雨滴停留，便可提醒用户当前雨已停止，可根据用户喜好选择是否进行远程开窗操作。

参 考 文 献

- [1]党倩, 蔡誉涵, 郝雨苗. 智能窗户控制系统[J]. 物联网技术, 2022, 12(02):113-114+119. 10.16667/j.issn.2095-1302.2022.02.031.
- [2]谢亚楠, 骆佼, 陈德龙, 曾添泓, 王界瓊. 一种远程控制智能防坠楼窗户设计[J]. 机电工程技术, 2021, 50(11):183-188.
- [3]费叶琦, 朱轩, 齐加胜, 周徐孝, 杨文谦, 吴晟豪. 基于远程控制系统的智能窗设计与实现[J]. 南方农机, 2021, 52(08):122-124.
- [4]费叶琦, 周徐孝, 齐加胜, 朱轩, 杨文谦, 吴晟豪. 基于树莓派和云平台的平移窗智能语音控制系统设计[J]. 机电工程技术, 2021, 50(11):171-174+182.
- [5]桂龙, 戴小鹏, 申聪. 基于树莓派和 onenet 云平台的智能家居系统的设计[J]. 福建电脑, 2018, 34(01):33-34. DOI:10.16707/j.cnki.fjpc.2018.01.014.
- [6]范振全, 侯晓霞. 智能窗户的研究与设计[J]. 山西电子技术, 2016(03):86+89.
- [7]张人娄, 刘治国. 人工智能时代基于物联网的智能窗户系统的设计与实现[J]. 数字技术与应用, 2020, 38(09):109-110. DOI:10.19695/j.cnki.cn12-1369.2020.09.42.
- [8]杨锦辉, 王开心, 黄艾璇, 罗强. 基于物联网的智能窗户系统设计实现[J]. 物联网技术, 2020, 10(04):76-79. DOI:10.16667/j.issn.2095-1302.2020.04.022.
- [9]赖启平, 黄宝娟, 王仕鸿, 彭振华. 一种新型智能窗户系统的创意设计[J]. 科学技术创新, 2021(16):194-196.
- [10]刘嘉新, 邱晋伟, 肖雯, 张倩文, 潘哲. 分布式智能防儿童坠楼安全窗预警系统[J]. 信息技术, 2014(10):143-146. DOI:10.13274/j.cnki.hdzj.2014.10.089.
- [11]Juyal, Pooja.Remote Access to Raspberry Pi .New Delhi(Jun 1, 2013)
- [12]MFM Fairuz; Rejab, MRA; Rohani Farook; Aznor Hanah; Rashid, N; 等. Real-Time Flood Monitoring System Using Raspberry PI.IOP Conference Series. Materials Science and Engineering; Bristol Vol. 932, Iss. 1 (Sep 2020).
- [13]Maragatham, T; Balasubramanie, P; Vivekanandhan, M. IoT Based Home Automation System using Raspberry Pi 4 .IOP Conference Series. Materials Science and Engineering; Bristol Vol. 1055, Iss. 1 (Feb 2021).
- [14]毕经海.用树莓派玩转物联网:远程控制小风扇[J].少年电脑世界, 2021(12):32-36.
- [15]梁明远, 陈强, 张崇琪, 刘慧杰.基于树莓派的智能家居系统设计与实现[J]. 传感器与微系统, 2021,

40(02):105-107+112.DOI:10.13873/J.1000-9787(2021)02-0105-03.

[16]王誉霖, 赵雪萍.基于树莓派的智能家居系统的设计与开发[J].新型工业化, 2021, 11(11):94-96.DOI:10.19335/j.cnki.2095-6649.2021.11.039.

[17] https://blog.csdn.net/ShenZhen_zixian/article/details/119300383

[18] <https://chinacqzgp.blog.csdn.net/article/details/105756179>

[19] <https://chinacqzgp.blog.csdn.net/article/details/107137817>

[20]

<https://baike.baidu.com/item/%E6%A0%91%E8%8E%93%E6%B4%BE/80427?fr=aladdin>

[21]

<https://baike.baidu.com/item/%E9%9D%A2%E5%8C%85%E6%9D%BF/4703361?fr=aladdin>

[22] <https://baike.baidu.com/item/PCF8591/3916799?fr=aladdin>

[23]

<https://baike.baidu.com/item/%E9%9B%A8%E6%BB%B4%E4%BC%A0%E6%84%9F%E5%99%A8/7970375?fr=aladdin>

[24]

<https://baike.baidu.com/item/%E6%AD%A5%E8%BF%9B%E7%94%B5%E6%9C%BA/276803?fr=aladdin>

[25]

https://www.bilibili.com/video/BV1bt411c7fC?p=3&spm_id_from=333.880.my_history.page.click

致 谢

1

行文至此，心中匆匆，不知所措。

曾经深怕的，不过是从“那一天”，变成了“这一天”。这不是致谢，更是告别。

我是一个太幸运的人，却又是一个太过心急的人。一路上繁花盛放，我却计较泥垢；一路上百侣同游，我却有负重托；一路上高朋满座，我却舍近求远；一路上频遇贵人，我却德薄才鲜。

来去匆匆，在时间的流里，没有声音也没有影子，原来，我们的日子真的一去不复返了。

然而我的脑海中早已记下了津城大大小小的路牌，我的相册里已然装满了挚友林林总总的笑脸，我的镜子看过了反反复复彩排的我的窘迫，我的笔尖下飞出了无数篇矫情的，蹩脚的，不知所云的又莫名其妙的随感。

然而正是，正是这些不为低谷与盛名的，跌跌撞撞与奋不顾身的，充满了坎坷与倔强的，对于人生无限可能的探索，让我可以无论在多少年以后，都可以骄傲的说一句，不白走过。

2

行文至此，心中渐喜，似有所获。

曾经追寻的，不过是从“这一站”，前往去“下一站”。这不是告别，更是启程。

人生海海，此潮即落，彼潮将起。20 多岁的我们，即将整点行装，带着春风得意马蹄疾的快意与初生牛犊不怕虎的勇气，各自踏入崭新的旅程。口罩之下的，是一个个仍略显青涩与书生气的，却又风华正茂风发意气的脸庞。

我相信每个人的心中其实都有一团火，只不过有的刚被点燃却已快熄灭，有的已自旺多时又仍生生不息。不过无论这火何燃，都不是给别人看的，路过之人看不到火，有心之人也只瞧见烟，自己往前走脚步，只有自己能听的到。

这一刻，我真的很想快快长大，快一点充满勇气，快一点成为负的了重量的大人，回报那些最可爱的人，我的父母，老师们，同学们，朋友们，我的可爱的学弟学妹们，以及我心中最柔软的，温暖着我的，与我并肩的心爱的人。

3

行文至此，心潮澎湃，斗志昂扬。

曾经狂热的，不过是将“梦想里”，变成为“现实中”。这不是启程，更是告白。

从未知中来，又往未知中去的我们，即将要面对纷至沓来的不确定因素的我们，竟然又一次，站在了人生充满选择的十字路口上。

走在追梦的路上，身着褴褛的披风，就算是痴人捕梦，也会有微风吹过，我不怕被现实砸得头破血流。

顺带一提，我真的很喜欢胡彦斌的那首半生出走。

“时间像无声的匕首，抹杀多少狂妄的念头，但没人懂我一生何求。

半生出走，初心依旧，时光陪我长出坚硬的骨头。

又一次包扎伤口，握紧拳头，对着理想出手。

执着逆流，游过平庸，和岁月成了对手。”

世间自由，喜一生我有，喜无需回头，喜皆是温柔。