

# 目录

<b>1</b>	<b>任务分析和性能指标</b>	<b>1</b>
1.1	任务分析 . . . . .	1
1.2	性能指标 . . . . .	1
<b>2</b>	<b>总体方案设计</b>	<b>2</b>
2.1	硬件方案 . . . . .	2
2.2	软件方案 . . . . .	2
<b>3</b>	<b>系统硬件设计</b>	<b>3</b>
3.1	主控介绍 . . . . .	3
3.2	摄像头 . . . . .	3
3.3	LVDS 驱动版 . . . . .	4
3.4	WS2812 可编程灯带 . . . . .	5
<b>4</b>	<b>系统软件设计</b>	<b>6</b>
4.1	编程语言选择 . . . . .	6
4.2	开发环境搭建 . . . . .	6
4.3	基本功能设计 . . . . .	6
<b>5</b>	<b>其他工具</b>	<b>7</b>
5.1	数控电源 . . . . .	7
5.2	湿度传感器 . . . . .	7
5.3	万用表 . . . . .	8
5.4	交换机 . . . . .	9
<b>6</b>	<b>调试及性能分析</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>改进与心得</b>	<b>10</b>

# 1 任务分析和性能指标

## 1.1 任务分析

智能家居是以住宅为平台，利用综合布线技术、网络通信技术、智能家居系统设计、方案安全防范技术、自动控制技术、音视频技术将家居生活有关的设施集成，构建高效的住宅设施与家庭日程事务的管理系统，提升家居安全性、便利性、舒适性、艺术性，并实现环保节能的居住环境。手机与家居智能化操作相互结合，可以远程、实时观测家居的温度、湿度、光照、3 轴、电压等信息，如结合传感器的数据开启照明系统、报警系统、制冷系统等，这大大提高了用户的体验，使得生活更加便利，从各个层面改善了生活的品质，智能家居将是未来智能产业蓬勃的发展趋势。

## 1.2 性能指标

该系统的性能指标如下：

**SoC:** Broadcom BCM2837 (CPU, GPU DSP 和 SDRAM、USB)

**CPU:** ARM Cortex-A53 64 位 (ARMv8 系列) 1.2GHz (四核心)

**GPU:** Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, 1080p 30 h.264/MPEG-4 AVC 高清解码器

**影像输入:** 15-针头 MIPI 相机 (CSI) 界面

**影像输出:** HDMI

**音源输入:**  $I^2C$

**音源输出:** 3.5mm 插孔, HDMI 电子输出或 I<sup>2</sup>S

**内存:** 1 GB (LPDDR2)

**网络接口:** 10/100Mbps 以太网接口 (RJ45 接口)

**额定功率:** 10.5 瓦 (5V/2.1A)

**像素:** 500 万

## 2 总体方案设计



图 1: 智能家居嵌入式主控初探

### 2.1 硬件方案

该智能家居系统采用 ARM 芯片 BCM2738 作为主控，使用 python 语言对该嵌入式系统进行开发，主要控制多项传感器进行融合工作，包括摄像头、LVDS 显示屏，WS2812B 可编程灯带，另外使用该系统驱动音响和香薰机，另外也适配了 USB 键盘鼠标的驱动。[1]

### 2.2 软件方案

在编程语言方面选择的 Python 作为主要的开发语言，一方面是近年来 Python 语言过于火热，提供给开发者的第三方库也越来越多，另一方面该项目不需要操作寄存器，为了缩短项目周期。所以没有选择主流的嵌入式开发语言 asm、C/C++ QT。而是选择了 Python。

## 3 系统硬件设计

### 3.1 主控介绍

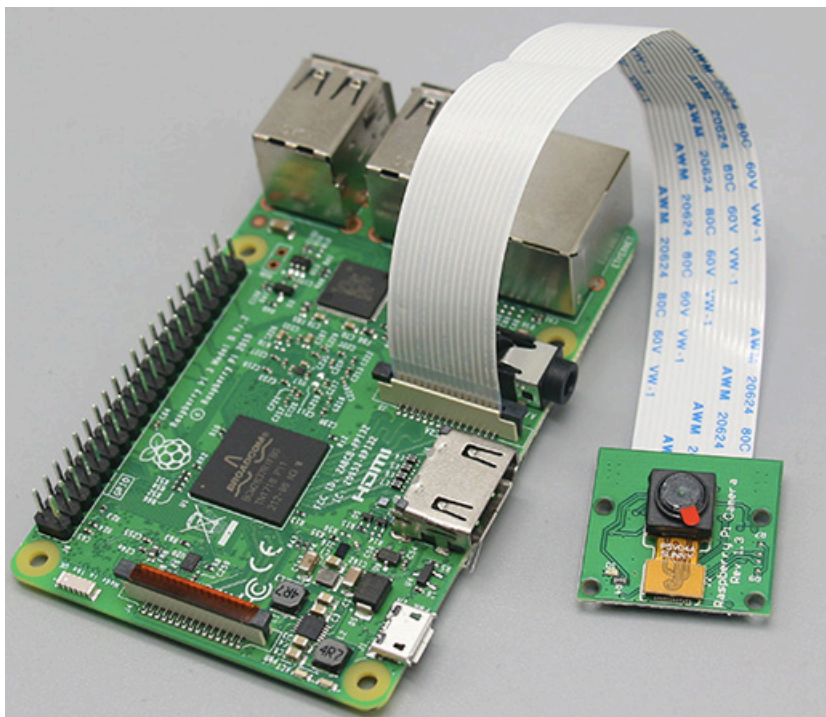


图 2: 智能家居嵌入式系统硬件初探

主控是 ARM 架构 700MHz 的 BCM2837 处理器，1G 内存，使用 SD 卡当作存储媒体，且拥有一个 Ethernet、两个 USB 接口、以及 HDMI 输出。体积小，性能强，进行 1080p 影片的播放，主控通过编程可以嵌入开源的 Linux 系统：Debian、ArchLinux，而且支持 Iceweasel、KOffice 等软件，能够满足基本的网络浏览、文字处理以及电脑学习的需要。

BCM2837 提供支持 Python 作为主要编程语言，同时支持 java、C 语言和 Perl 等编程语言进行开发。

### 3.2 摄像头

智能家居控制系统使用 CSI 摄像头，使用 OV5647 感光芯片，静态图片分辨率 2592 \* 194。500 万像素。支持 1080P 录像，使用 python 语言进行开发采集图像和视频。



图 3: 嵌入式智能家居的眼睛 – 摄像头

### 3.3 LVDS 驱动版

LVDS 转接板通过 HDMI 和主控电路板进行连接，另一边使用排线和 LVDS 屏幕进行连接，同时在驱动板上集成了智能家居的扬声器驱动。

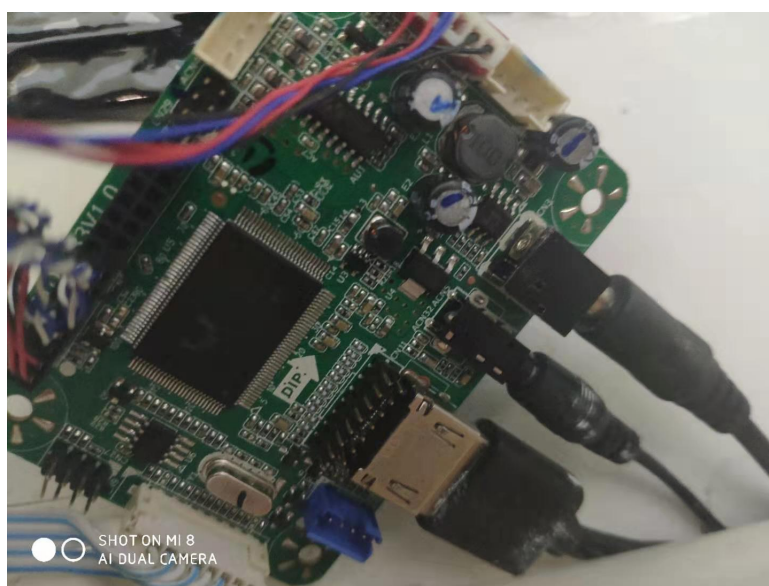


图 4: LVDS 驱动控制板

### 3.4 WS2812 可编程灯带



图 5: ws2812b 灯带特效

WS2812B 是一个集控制电路与发光电路于一体的智能外控 LED 光源。其外型与一个 5050LED 灯珠相同，每个元件即为一个像素点。像素点内部包含了智能数字接口数据锁存信号整形放大驱动电路，还包含有高精度的内部振荡器和 12V 高压可编程定电流控制部分，有效保证了像素点光的颜色高度一致。数据协议采用单线归零码的通讯方式，像素点在上电复位以后，DIN 端接受从控制器传输过来的数据，首先送过来的 24bit 数据被第一个像素点提取后，送到像素点内部的数据锁存器，剩余的数据经过内部整形处理电路整形放大后通过 DO 端口开始转发输出给下一个级联的像素点，每经过一个像素点的传输，信号减少 24bit。像素点采用自动整形转发技术，使得该像素点的级联个数不受信号传送的限制，仅仅受限信号传输速度要求。

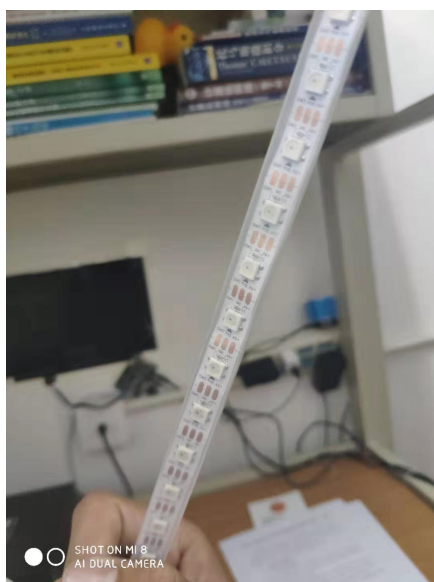


图 6: 不工作的 ws2812b

## 4 系统软件设计

### 4.1 编程语言选择

在编程语言方面选择的 Python [2] 作为主要的开发语言，一方面是近年来 Python 语言过于火热，提供给开发者的第三方库也越来越多，另一方面该项目不需要操作寄存器，为了缩短项目周期。所以没有选择主流的嵌入式开发语言 asm、C/C++ QT。而是选择了 Python。

### 4.2 开发环境搭建

由于该处理器可以嵌入 Linux 操作系统，所以打算直接在操作系统上层进行应用开发。[3]

所以使用的是 raspberrypi 操作系统配合 python 脚本语言进行开发，需要装好 ws2812b 和摄像头的库文件，使用 pip install 即可。

系统运行在 sudo 模式下，否则 python 无法操作主控芯片 GPIO。

### 4.3 基本功能设计

1. 实时监控拍照功能，将保存的视频保存为 JPG 格式，把视频保存为 H.264 格式。
2. 音视频播放功能，可以在人机交互模式下硬解 MP3、MP4 等音视频资源，在清晨自动给用户播放歌曲或者英语听力练习材料。
3. 网上冲浪功能，支持百兆网口访问，可以进行在线搜索，SSH, FTP, VNC 等功能。
4. 调节房间灯光，在工作模式时候白光暖色，休闲时刻 RGB 灯光轮流滚动，扬声器播放悠扬减压纯音乐。
5. 湿度过低时候自动打开香薰机给用户减压，目前可以选择的香薰精油有薰衣草、甜橙、茶树三种。
6. 文件同步，支持 WebDAV 功能，支持用户从终端设配上同步文件。



## 5 其他工具

### 5.1 数控电源

由于取不到 5V 电压的原因，所以只能使用数控电源对整个智能家居系统进行供电。期间想过更换成铅蓄电池或者 UPS，由于经费原因只能搁置，从而使用自己的数控电源。

数控电源主要给以下几个设备供电：

1. SOC 控制板
2. LVDS 驱动板和 LVDS 屏幕
3. WS2812B 可编程灯带
4. 其余传感器
5. 千兆交换机



图 7: 智能家居嵌入式系统使用的数控电源

### 5.2 湿度传感器

系统会自动检测室内的湿度，如果室内湿度过低系统会自动开启香薰。





图 8: 智能家居嵌入式系统控制的香薰机

另外，还支持甜橙、薰衣草、茶树三款精油可供更换。

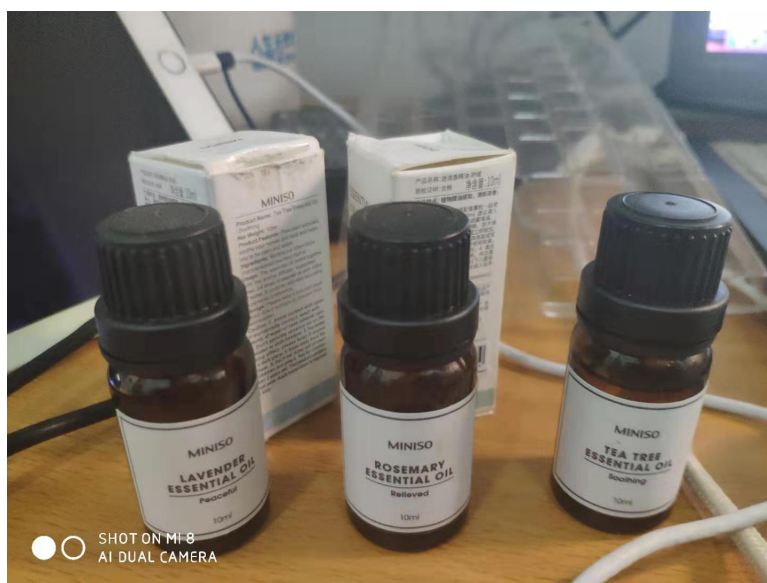


图 9: 可供香薰机替换的香薰精油

### 5.3 万用表

使用万用表测量工作中主控的电流，除了开机和关机时候波动较大之外，其余稳定在 0.5A 左右，相对 2.1A 的电源流出了很大的电流冗余。



图 10: 测量工作电流的万用表

## 5.4 交换机

该系统使用千兆交换机和 PC 进行实时通讯，确保智能家居系统和用户终端在一个局域网内，从而方便用户在电脑或者手机就可以实时操控智能家居系统。



图 11: 提供局域网通讯的交换机

## 6 调试及性能分析

最终智能家居结果如下：



图 12: 系统运行结果

完成了如下功能：

1. 实时监控拍照功能，将保存的视频保存为 JPG 格式，把视频保存为 H.264 格式。
2. 音视频播放功能，可以在人机交互模式下硬解 MP3、MP4 等音视频资源，在清晨自动给用户播放歌曲或者英语听力练习材料。
3. 网上冲浪功能，支持百兆网口访问，可以进行在线搜索，SSH，FTP，VNC 等功能。
4. 调节房间灯光，在工作模式时候白光暖色，休闲时刻 RGB 灯光轮流滚动，扬声器播放悠扬减压纯音乐。
5. 湿度过低时候自动打开香薰机给用户减压，目前可以选择的香薰精油有薰衣草、甜橙、茶树三种。
6. 文件同步，支持 WebDAV 功能，支持用户从终端设配上同步文件。

## 7 改进与心得

一开始打算使用 esp8266 作为主要控制器的，不过在开发过程中 Mac OS 对于 esp8266 的支持并不是很好，有的时候还得借 Arduino 来开发，所以最后选择了 BCM2837 作为最后的嵌入式开发平台。

在驱动 ws2812b 的时候遇到过很多问题，一是传感器要和控制器的公地的问题，有了公共的 GND，就相当于对高低电平有了一个参照，传感器就能更准确的识别控制器发出的信号了。还有一个是灯带电流的问题，如果只是运行 RGB 的灯的话，电流还在可以承受的范围内，如果全调成白色，那么就相当于 RGB (255, 255, 255) 的情况。这个时候输出的电流有 8A，达到了数控电源的电流上限。

还有就是网卡的问题，买了千兆交换机最后发现控制器的网卡是百兆的，这直接导致了 FTP 传输文件问峰值只有 10M，如果 USB 转 J45 的话速度也没有很大的提升，这个是一个需要改进的地方。

下一步打算统一各个部分的电源，都改成统一的供电。[4]

## 参考文献

- [1] 韦东山. 嵌入式 *Linux* 应用开发完全手册. 人民邮电出版社, 2008.
- [2] 巴里 (Barry.P.) . *Head First Python*. 中国电力出版社, 2012.
- [3] Bradbury Ben Everard. 树莓派 *Python* 编程指南. 机械工业出版社, 2015.
- [4] 刘海洋. *Latex* 入门. 电子工业出版社, 2018.