

# 基于 ESP8266 的智能家居灯光控制系统

李奕轩,李鹏程,肖永军\*,夏亚辉,周永婕

(湖北工程学院 物理与电子信息工程学院,湖北 孝感 432000)

**摘 要:**智能家居是利用电子、通信及物联网技术,对家庭内进行监测与控制,已经广泛应用于民众的生活中。本文以 ESP8266 芯片为核心,搭配温湿度传感器、人体热释电传感器、12 位 5050 封装 RGB 彩灯以及电源模块,设计并制作了智能家居灯光控制系统,最终设计并制作了实物及 WEB 控制端,进行了系统的测试。结果表明:硬件系统能准确接收 WEB 端传输的命令信息,也可实时向 WEB 端传输所需的反馈信息,可通过 WEB 端控制 RGB 灯光,还可查看温湿度的历史数据。

**关键词:**智能家居;ESP8266;RGB 彩灯;WEB 控制端

**中图分类号:**TP273.5 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-4824(2020)06-0095-05

近年来,伴随着社会的发展及生活节奏不断加快,繁忙的工作、父母的希望以及同辈之间的竞争已经使得当代人的生活越发沉重,生活压力不断提高,致使人们始终对良好休息环境的需求不断增强,越来越看重居家生活中的生活细节。因此,在家中实现便捷、安全和温馨的环境,同时可防范家中外人入侵或能及时自动报警的需求越来越广泛<sup>[1-2]</sup>。现在电子行业的开发速度加快,琳琅满目的产品让人们应接不暇,将先进的技术和人们想要的温馨生活相结合,便促使了智能家居的产生,因而研究监测外人入侵以及家庭环境监测、灯光控制为一体的控制系统具有重要的意义及应用价值<sup>[3-7]</sup>。

本文尝试以 ESP8266 为核心,搭配温湿度传感器、人体热释电传感器、12 位 5050 封装 RGB 彩灯以及电源模块,设计并制作了智能家居灯光控制系统,最终设计并制作了实物及 WEB 控制端,取得了较好的效果。

## 1 智能灯光控制系统硬件设计

智能家居灯光控制系统设计总体框图如图 1

所示,其主要由 ESP8266 开发板、人体热释电传感器、DHT11 温湿度传感器、灯光驱动及 RGB 灯和 WEB 服务器构成。其中 ESP8266 开发板采用 ESP-12F 系列的 Wifi 驱动模块,主要完成对下(联系下层硬件资源,如温湿度传感器和人体热释电以及 RGB 灯光)和对上(WEB 服务器)的控制及服务。人体热释电传感器为 HC-SR501 模块,其针对人体的检测半径大约是 5 m,角度是 120°,用于检测房间内是否有外人入侵。DHT11 温湿度传感器为集成化一体式传感器,用于感测系统所在环境的温湿度信息。灯光驱动及 RGB 灯采用集成式的 12 位环形 5050 封装的 RGB 灯光组,内置 WS2812D 驱动,支持 Arduino 系统的直接开发与连接。WEB 服务器可以采用独立开发,也可以采用一些公用的云平台,如机智云、阿里云、腾讯云等。主要负责与 ESP8266 网络模块进行通信,从而使用户在手机端或者网页端实时查看信息或者发送相关指令。

### 1.1 ESP8266 开发板最小系统设计

SEP-12F 系列(ESP8266 的增强版)ESP8266 的内部集成了 Mode MCU,该 MCU 上有 9 个 IO

收稿日期:2020-09-11

基金项目:国家级大学生创新创业训练计划项目(202010528005)

作者简介:李奕轩(1999—),女,湖北武汉人,湖北工程学院物理与电子信息工程学院学生。

肖永军(1982—),男,河南信阳人,湖北工程学院物理与电子信息工程学院副教授,本文通信作者。

口 (GPIO5、GPIO4、GPIO0、GPIO2、GPIO15、GPIO16、GPIO14、GPIO12 和 GPIO13),而且还带一路 ADC 转换引脚,以及串口通信引脚 TXD 和 RXD,板载 VCC 和 GND。板上更是增加了

SPI 口的引出口,同时 Arduino IDE 为其开发了 MCU 库资源<sup>[8-10]</sup>,通过串口连接到电脑端的 Arduino 软件,即可进行编程开发,从而完成通信以及底层硬件的控制,使得开发更为便捷容易。

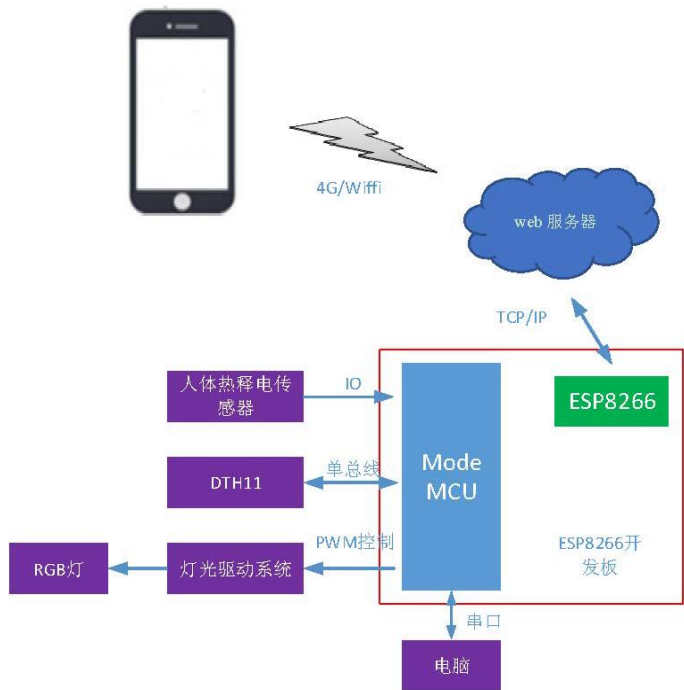


图 1 系统总体设计框图

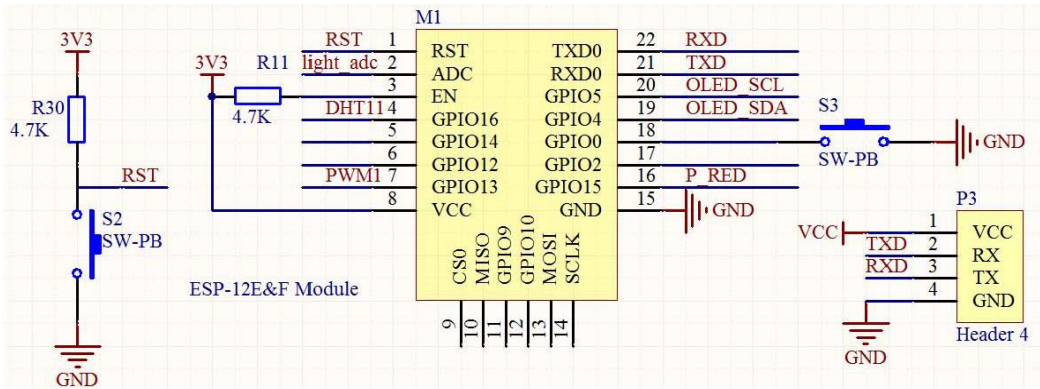


图 2 ESP8266 及 MCU 最小系统原理图

基于 ESP8266 开发板的最小系统电路图如图 2 所示,在本次设计中,ESP8266 既负责联网,与网络端的 WEB 或者手机进行通信,又利用自身的 Node MCU 控制着相关的硬件,如灯光系统(工作电压 5 V,可接收 3.3 V 的 PWM 脉冲)、DHT11 温湿度传感器(接 3.3 V 电压)以及人体热释电传感器(5 V 工作电压,但是输出信号为 3.3 V)<sup>[11-13]</sup>。

1.2 灯光模块控制电路设计

为方便进行灯光控制,采用了集成化一体的

外控 LED 光源,即 WS2812 全彩 LED,其内部集成了控制所需的接口电路,诸如电源稳压电路、内置恒流、高精度 RC 振荡等电路,LED 的控制采用 PWM 方式。

1.2.1 WS2812D 全彩 LED 驱动

如图 3 所示,全彩 LED 上集成了 WS2812D 驱动 IC 以及 LED 光源,其为一体式结构,共同集成在直径为 5 mm 的贴片灯珠内,构成一个相对完整的像素点(外部控制),其内部的任何一个像素点收到信号后均整形后再次输出。其采用四脚

贴片封装,1 脚为 GND,2 脚为 DI,3 脚为 VCC,4 脚为 DO,外部控制信号从 2 脚 DI 输入,从 4 脚 DO 输出。由于内部进行了集成,其工作电压为 5 ~7 V。其在实际应用中,往往不是一个单个的灯珠,而是多个串联进行应用。

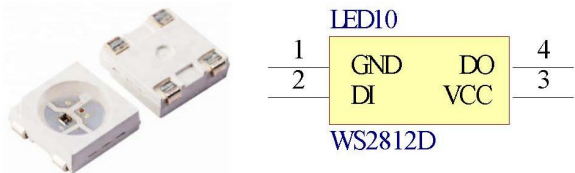


图 3 5050 贴片全彩 LED 实物图及电路图

1)单株芯片的驱动控制。该芯片为全彩的 LED 芯片,内部由 RGB 三个控制二极管构成,需要 24 位数据来依次完成该芯片的像素控制,其中每种颜色使用 8 位二进制数,控制的顺序的 GRB (绿色—红色—蓝色)。8 位二进制数刚好可以表示 255 级变化,与实际使用的颜色想对应,以 G 颜色表示,若需要该种颜色的亮度越大,需要写入 255,即表示的 8 位为 11111111;若需要关闭该颜色,则写入 0 (也可以认为亮度最小),即 00000000。根据三基色原理,若移入的 24 位值分别不同,可以形成不同亮度的 RGB 色彩,最终可

以混色成为自然界中的任何一种颜色。当然若需要表示为白色,则 24 位值全部写入 1 即可,即每个成分均为 255。

24 位中的每一位的表示如图 4 所示,其要求如下:

逻辑低电平:0.35  $\mu$ s 的高+0.8  $\mu$ s 的低电平;  
逻辑高电平:0.7  $\mu$ s 的高+0.6  $\mu$ s 的低电平。

按照对应的宽度拉高拉低 IO 口即可实现不同的“0”和“1”输出。

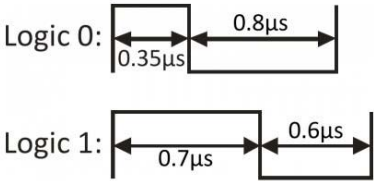


图 4 芯片的逻辑低和高电平的表示

2)多颗芯片的驱动控制实现。当需要多颗芯片工作应用时,其实现的原理如图 5 所示,PWM 信号从第一颗的 LED 的 DI 引脚输入,从其 DO 引脚输出,芯片内部自动移位输出(而且进行了波形整形),每移过一个芯片,其数据则减少 24 位。



图 5 系统工作状态指示电路图

1.2.2 12 位环形 5050 LED 灯光模块及接口电路设计

如图 6 所示,其为 12 位环形 LED 灯模块,即为全彩的 WS2812D 构成的 RGB 灯光模块,控制信号从 LED1 的 2 脚 DI 输入,从 DO 引脚输出,多个 LED 级联形成电路,同时在模块上配置了

104 贴片电容作为去耦电容。同时模块间也可以级联,其可以对下一级输出,也可以接收上一级的输入。在控制中,1 脚接入 PWM 信号(由控制器产生),2 脚为空,3 脚接电源 VCC(本例中为 5 V 电源),4 脚接地。由于控制器模块的电源为 3.3 V,其输出的 PWM 信号也为 3.3 V,该电路可以

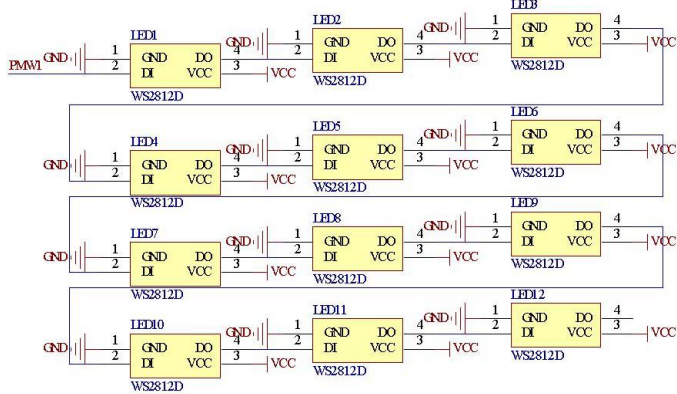


图 6 12 位环形 LED 灯模块内部电路图

兼容 3.3 V 和 5 V 脉冲,使得控制能够得以顺利实现。

## 2 智能灯光控制系统软件设计

ESP8266 板载 MCU 软件执行总流程图如图 7 所示,MCU 控制器上电初始化,主要为设置串口波特率、网络连接模式、初始化光带及亮度。之后进入循环 LOOP 任务。

在任务中,首先判断温湿度数据读取是否失

败,若失败,延时 1 s 后继续判断,直到温湿度数据读取成功。随后读取并保存温湿度数据信息,并设置人体红外检测信息。之后将上述数据信息设置为既定格式,发送至服务器。完成后,等待服务器返回数据,若有数据返回,则数据的长度大于 0;否则无数据返回,直接退出。若有数据返回,则打印输出接收到的数据,并同时相关的数据指令处理,之后进行软件喂狗,最后返回,继续执行 LOOP 循环。以此往复执行。

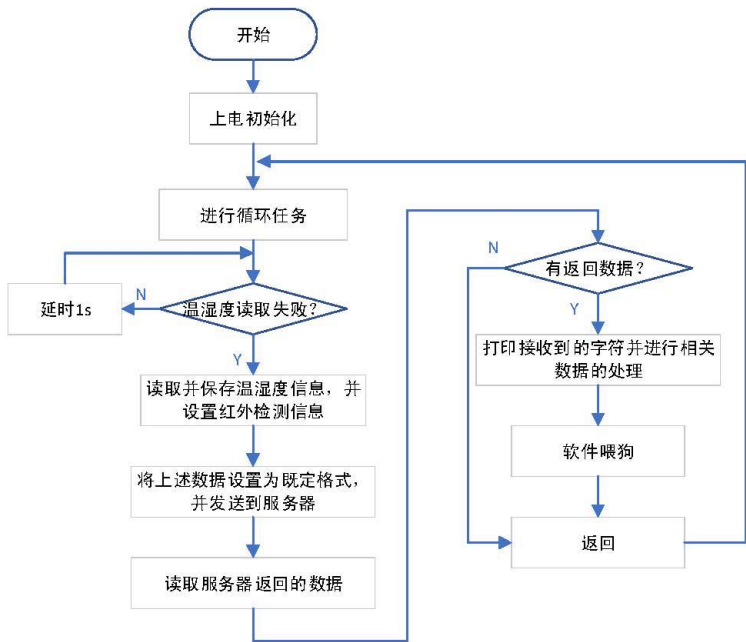


图 7 板载 MCU 系统软件执行总流程图

## 3 测试及结果分析

### 3.1 测试实物制作及 WEB 端软件设计

根据上述设计焊接了实物,如图 8 所示,板子上存在 ESP8266 最小系统板、DHT11 温湿度传感器、人体热释电传感器、12 位 5050 封装的 RGB 彩灯模块。整个实物采用 USB 进行供电,同时设置了 LM1117 三端稳压电源,将输入的 5 V 电压转换为 3.3 V 输出,并经过电容平滑滤波后送给 ESP8266 的内部 CPU 使用。

同时基于 spring 下的 JAVA 编程语言设计了 WEB 端控制软件。首先登录设计的 WEB 端网页(118.89.31.89:8899/rgb/user—lpgin.html),并输入输入用户名“admin”和六位密码,以及随机的验证码后,即可进入 welcome 界面(首页面),可以在页面中完成如下操作和测试实验:温湿度传感器数据读取、热释电传感器数据读取与测试以及智能灯光测试实验。

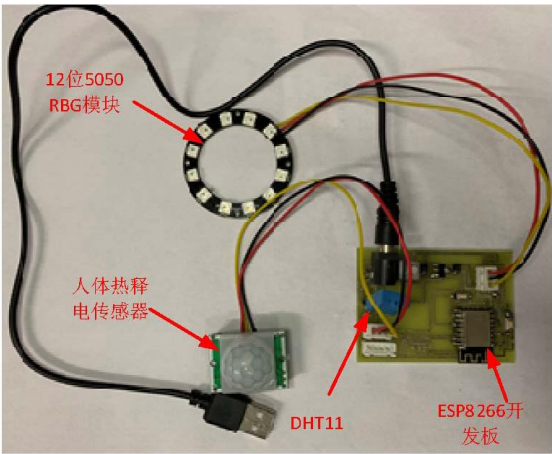


图 8 系统硬件实物图

### 3.2 测试结果分析

1)温湿度传感器信息获取及热释电传感器测试。采用的测试方案为:不同的温度采用打火机炙烤,不同的湿度采用加湿器进行环境加湿。每组数据测量 5 次,计算平均值。通过将本设计的实物测试结果与市售的温湿度结果进行比对测

试,以判断其测量准确性。具体的测试数据如表 1 所示,从表中可以看出,本系统测量的环境温湿度信息与市售的测量结果一致,说明本系统测量

准确,能及时采集当前环境的温湿度信息以及是否有人信息,进而上传至 WEB 服务器端。

表 1 系统测试实验数据对比表

序号	温度/℃		湿度/RH		热释电传感器	
	本系统	温湿度计	本系统	温湿度计	人靠近	人离开
1	24	24	41	42	有人	无人
2	30	30	56	56	有人	无人
3	35	35	66	65	有人	无人
4	40	40	73	72	有人	无人
5	45	45	82	81	有人	无人

2)灯光控制测试。灯光控制的操作主要是手工操作及现象观察,具体如下:默认状态下,灯光是关闭的;点击页面下方灯泡进行开灯操作,则页面会显示“开灯成功”。观察到实物的灯光打开,同时 WEB 页面上进一步显示彩色的灯泡,其下方的按钮则激活显示,诸如调节亮度进度条、更改颜色按钮和模式选择列表框。可点击更改灯光的颜色、调整亮度或者流水花色等功能,下位机实物硬件均会呈现相应的变化。

4 结论

经过实验测试,在 WEB 端进行操作,可以实时查看下位机系统端的环境温湿度信息,是否有人等信息,以及对灯光的操作。且操作成功后,无论是页面端还是实物端,均有相应的现象出现。因此,系统能准确接收 WEB 端传输的命令信息,也可实时向 WEB 端传输所需的反馈信息,实现了系统设计所需功能。

[参 考 文 献]

[1] 李春雨,孙宪坤,陈涛.智能家居的灯光实时监控系统设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2015,15(9):77-79.

[2] 崔佳伟,黄勇,聂云浩,等.基于 MSP430 的智能家居照明灯光控制设计[J].电子世界,2016,496(10):147.

[3] 贝佳豪,沈茜.基于 Arduino 与 Android 的智能衣架设计[J].软件工程,2018,21(1):28-31.

[4] 杨帆,宋开怀.基于 Zigbee 网状网络的智能家居系统[J].自动化与仪器仪表,2018(5):105-108.

[5] 赵志. Arduino 开发实战指南,智能家居卷[M].北京:机械工业出版社,2015:22-127.

[6] 徐建明.超声波和热释电红外技术在室内停车场的应用与研究[J].仪表技术,2015(2):31-34.

[7] 陈建新.DHT11 数字温湿度传感器在温室控制系统中的应用[J].山东工业技术,2016(18):120.

[8] 曾红,党盼盼.基于 W5500 的嵌入式系统以太网网关设计[J].网络安全技术与应用,2015(2):45-49.

[9] 曹振民,陈年生,马强,等.基于 ESP8266 的无线控制电路设计[J].工业控制计算机,2017(1):71-72.

[10] 赵晨峰,冯志垒,樊英杰,等.基于 ESP8266-12F 的 TTL 数据无线传输器设计与实现[J].电子测试,2019,415(10):35-36.

[11] SKRABA A, KOLOZVARI A, KOFJAC D, et al. Streaming pulse data to the cloud with bluetooth LE or NODEMCU ESP8266[C]//5th Mediterranean Conference on Embedded Computing. IEEE, 2016.

[12] SINGH P, SAIKIA S. Arduino-based smart irrigation using water flow sensor, soil moisture sensor, temperature sensor and ESP8266 WiFi module [C]//Humanitarian Technology Conference. IEEE, 2016.

[13] 王旭峰,周建华,董科雨,等.基于 ESP8266 的远程无线光功率监测仪设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2018(18):70-72.

(责任编辑:熊文涛)