

基于 STM32 的智能感应语音灯光系统设计

唐卫斌 罗飞

1. 商洛学院电子信息与电气工程学院; 2. 商洛市人工智能研究中心

摘要: 针对市场上现有灯具功能单调且相似, 无法满足用户多元化、高端化的消费需求, 难以适应当前智能化时代的创新发展要求, 设计了一款基于 STM32 控制的智能感应语音照明灯具系统。通过数字化手段检测周围的光线亮度及用户间的距离, 并利用 MCU 实现 PWM 波智能调整光的强度, 并通过语音提示引导用户形成良好的姿势习惯, 保护他们的视力和避免眼部疲劳等问题, 同时融入远程用户界面功能, 管理者可以进行远程监控, 使用者也可以通过语音对灯具发出指令。通过硬件电路设计与软件经测试, 该系统具有很好的实用价值。

关键词: STM32; 智能感应; 语音控制; 远程监控

DOI: 10.65976/3078-8145.2026.01.009

引言

伴随着国家经济的增长和社会的进步, 现今的照明不再仅仅是为了提供基本的空间照明, 人们对其光质及其对眼睛健康的影响更为关注, 追求更舒适、更健康、更智能的光环境成为一种趋势^[1]。本文研究的智能感应语音照明系统就是以 MCU 技术、网络通信技术为基础, 支持远程控制、实时查看当前用户使用环境的智能系统, 并可实现语音提醒、控制功能, 是一款实用性强、成本低的优秀产品。

1 系统总体架构

该系统拟通过有线连接各种数据传感器, 并将这些收集到的信息通过 TCP/IP 网络协议上传至服务器。经过整理和分析后, 它可以调节使用者的光线舒适度, 从而为用户提供眼睛舒适的照明, 进一步降低了用户的视疲劳。此外, 通过获取当前台灯与使用者之间的距离, 提醒使用者保持合适的坐姿, 避免其由于坐姿不正导致的肩颈部的不适。管理者可以使用远程控制获取当前的学习时间还有当前环境中的光强数据^[2]。

总体架构如图 1 所示。整个系统由 STM32 进行控制, 该系统的基本架构包括了感知系统层、控制传输系统层和应用管理系统层。

此系统的主体包含了 ESP8266 的无线通信模组、数据采集模块, 反应装置及 STM32 的主导中心。光度传感器监测当前光强, 超声波传感器检测用户与台灯的距离。光强信息经 STM32 处理之后, 解析为 PWM 模式以调节台灯的电压, 从而达到智能化调控的目的。同时, 利用无线通信协议向远控端发送数据, 管理者可以在远控端看到相关数据并且远端操控灯具^[3]。

2 硬件电路设计

2.1 数据采集框架电路

(1) 光照强度传感器。采用 BH1750 光度传感器检测光强, 其对人类视觉感知的光源具有高灵敏度, 能在任何时间段, 如夜晚或白天进行光照强度的测量。采用 IIC 协议与 STM32 进行数据通信^[4]。

(2) 超声波传感器。采用 HC-SR04 超声波传感器测量距离。由两个超声波传感器核心构成。一个传

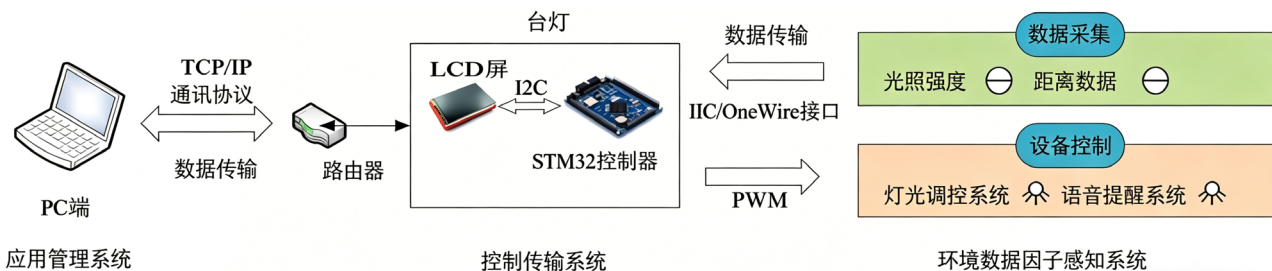


图 1 系统总体架构

课题项目: 陕西省“十四五”教育科学规划 2024 年度课题, 课题批准号: SGH24Y2295; 商洛学院校级教育教学改革研究项目, 项目编号: 25jyjx126。

作者简介: 唐卫斌, 男, 硕士, 副教授, 研究方向为电路与系统、人工智能。

传感器负责发出超声波信号, 并将其转换成 40KHz 的脉冲; 另一传感器则专门接收并监测这些脉冲。一旦接收器接收到发射器的脉冲, 它就会输出特定宽度的脉冲, 该脉冲宽度用于计算超声波脉冲在空气中的传播距离, 从而实现对物体距离的精确测量^[5]。通过该距离实现判断坐姿是否正确, 并进行语音提醒。

2.2 无线传输电路

利用 ESP8266 作为无线信息传递的核心组件, 并以 TCP/IP 通讯规范来实现系统的互联网数据交换, 使用 USART 串口与 STM32 相连, 便于数据交流。还采用 AMS1117-3.3 型正向低压降稳定电源模块, 它能把硬件系统中输入的 5V 电压降低到 3.3V, 从而满足 ESP8266 所需的电压需求^[6]。

2.3 语音系统电路

JQ8900 语音模块采纳了高性能的系统解决方案, 即 SOC 片上系统, 将一个 16 位微控制器与一个专为音频解码设计的模拟数字转换器 (ADSP) 集成在一起, 能以极高的稳定性处理复杂的语音信号处理任务, 同时保证了卓越的音质输出。这款芯片的主要优点在于它能够轻松地更换 SPI-FLASH 中的语音信息。

2.4 显示系统电路

使用 320*240 彩色 TFT 液晶显示器来展示信息管理系统的信息, 并通过 FSMC (Flexible Static Memory Controller) 接口通讯方式工作, 驱动的 IC 部分采用了 ST9341, 具有简洁的液晶驱动指令。该液晶模块可以显示 16 位彩色, 可以很方便地显示丰富的文字和图形。显示效果如图 4 所示。

2.5 灯光调节电路及 PWM 智能调光技术

灯光调节系统主要是依靠主控芯片输出的 PWM 实现灯光亮度的调节, 通过获取当前环境的光照强度数据, 通过数据映射, 将其转换为对应的占空比, 进而实现通过调节占空比来控制灯光的强弱, 此处使用 LED 阵列作为光源, 可以产生较强的照明亮度。

PWM, 即脉宽调制。通过智能调节周期脉冲的占空比, 从而精确调节脉冲信号的平均电压, 最终准确控制改变照明灯具的亮度的一种技术。

利用 PWM 技术, 可以使用高解析度的计数器来调整方波的占空比, 进而完成对于数据传递的数字化操作^[7-8]。本文采用 STM32 的定时器功能产生周期固定, 占空比可调的 PWM 波。该电信号控制大功率驱动器提供大电流最终加到灯具的模拟电路上, 完成低通滤波, 获得控制灯光亮度的模拟信号, 从而实现数字化调控, 更加便捷。例如, 10% 占空比将获得极低亮度, 90% 占空比将获得极高亮度。

3 软件系统设计

3.1 搭建云服务平台

UI 软件基于机智云服务进行开发, 在云服务平台上添加光强、距离、时间阈值、距离阈值和学习时间的数据点, 其中光强、距离和学习时间节点用来接收下位机上传的数据, 时间阈值和距离阈值节点在手机 App 设置完成后, 服务器通过 TCP/IP 协议下发至下位机, 下位机负责接收^[9]。

3.2 数据接收

数据接收初始阶段, 底层软件会对输入的信息进行包装和验证, 以确认其是否存在有效值。若信息有效, 则利用 TCP/IP 协议将其传输至上层设备^[10]。接着, 服务端对现有的收发状态进行检测, 一旦成功接收到数据, 就会对其进行解码处理并展示出来。相反地, 当没有收到任何数据时, 系统将会进入待命模式, 准备迎接下一个信息的到来。此过程的结果如图 2 所示。

2025-12-30 20:34:14 设备上报数据  00000003 11 00 0091 04 001d000000022003c0000d48
设备主动上报数据, 上报的设备状态为: 

```
{
  "Light_value": 0,
  "LED": 0,
  "Light": 60,
  "Len": 34,
  "Len_value": 29,
  "Time_value": 36,
  "Shi": 0,
  "Fen": 2,
  "Miao": 34,
}
```

图 2 硬件系统上传数据示例

3.3 软件控制

智能感应语音台灯软件控制主要包含数据采集和设备控制、获取当前光照强度、设备与使用者之间的距离和学习时间的数据, 实现如下三个功能, 控制流程如图 3 所示。如果检测到当前光强不在合适的范围内时, 自动运用 PWM 进行调光。如果检测到使用者坐姿距离小于阈值距离, 则开启语音设备进行提醒。如果使用时长超过阈值时长, 则开启语音设备进行温馨提醒。语音提醒内容可根据喜好自定义编辑, 比如“您已学习了好长时间了, 请注意休息哦。”可借助语音合成小软件将文字合成为悦耳动听的普通话语音, 录入语音设备的内存中^[11-13]。

3.4 系统界面

图 4 左图为硬件系统的 LCD 显示屏幕, 显示了当前系统工作关键状态和时间, 可用于在硬件系统上直接查看信息或者通过系统上相应按键进行控制。右图为手机 App 界面, 可通过云平台进行远程控制硬件系统, 主要可调整系统的距离阈值和时间阈值, 同时可以显示当前光强值和使用者坐姿距离, 以及连续使用时长。

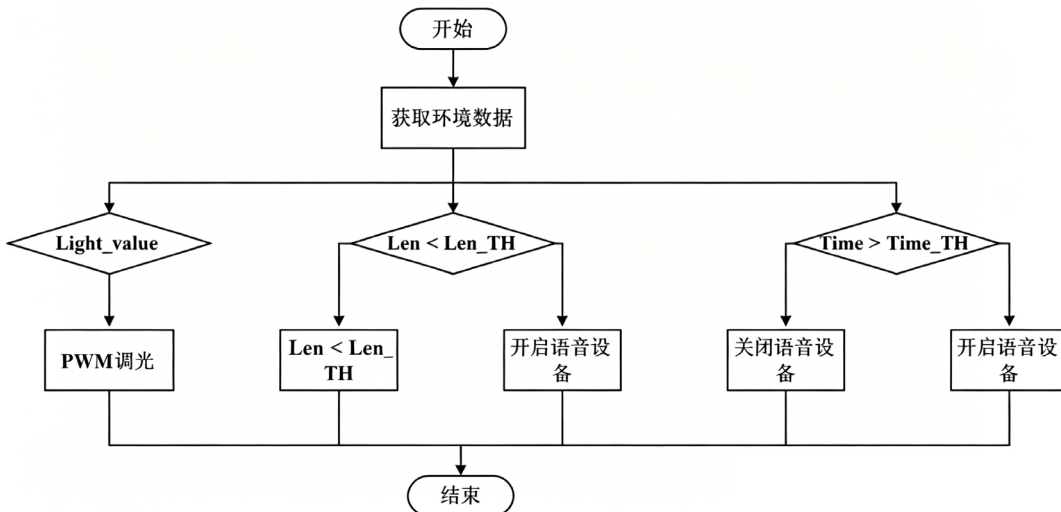
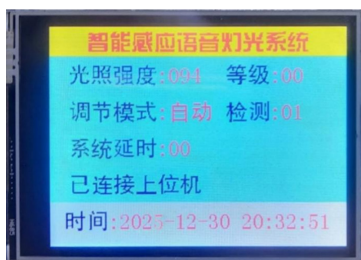
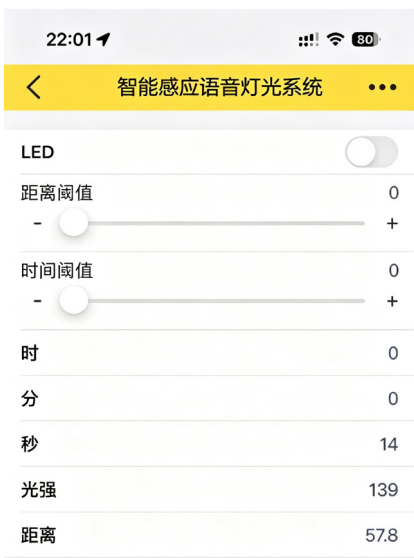


图 3 系统控制流程图



(a) 硬件系统显示界面



(b) 上位机 APP 控制界面

图 4 系统界面

4 PWM 测试

本系统控制光强的核心使用了 PWM，为了验证系统控制精确程度，可将 PWM 波形打印出来，进行对比。通过系统上的测试按键可以实现输出几种不同占空比的 PWM 波形和呼吸灯的功能，以此通过灯光

的明暗变化判断 PWM 波是否输出成功，三种占空比分别是 30%、50% 和 70%。测试详细数据如表 1 所示，示波器测试波形如图 5 所示。

表 1 PWM 波形输出统计表

序号	输出内容	占空比设置值	占空比测试值	输出是否成功
1	30% 占空比	30%	30.4%	是
2	50% 占空比	50%	50.4%	是
3	70% 占空比	70%	70.4%	是



图 5 30% 占空比的 PWM 波

5 总结

该系统能够实现对于光强度数值与距离数值的获取, 并且利用 TCP/IP 通信方式把这些数据发送到了机智云的服务器上, 同时也通过用户界面对显示的数据进行了呈现。如果系统监测到使用者坐姿距离数据超出了预设的阈值, 它就会用温馨语音提示使用者需要重新调整姿势和距离; 还会随着现有的光强情况自动调节灯光的明暗程度; 如果使用者连续工作时间过长, 也会进行智能提醒, 从而引导用户形成良好的姿势习惯, 同时保护他们的视力和避免眼部疲劳等问题。管理者可在硬件系统或者远程 App 端进行必要的设置和管理。通过硬件电路设计与软件经测试, 该系统具有很好的实用价值。

参考文献:

- [1] 崔瑾娟. 教室智能照明控制系统的设计 [J]. 电子技术与软件工程, 2020(6):79-80.
- [2] 李镇江. 基于 STM32 的智能照明控制系统的设计 [D]. 长春: 吉林建筑大学, 2023.
- [3] 唐卫斌, 宋亚峰. 基于 boa 嵌入式的智能家居系统的设计 [J]. 电子设计工程, 2019, 27(10):173-177.
- [4] Mihoub Alaeddine. A Deep Learning-Based Framework for Human Activity Recognition in Smart Homes [J]. MOBILE INFORMATION SYSTEMS, 2021:1-11.
- [5] 李镇江, 韩成浩. 地下车库智能照明控制系统的设计 [J]. 吉林建筑大学学报, 2022, 39(5):80-84.
- [6] QiYuan W, HongFang L. Intelligent lighting control system based on Internet of things technology [J]. Journal of Physics: Conference Series, 2022, 2310(1): 12-15.
- [7] 孙启凯, 汪明, 张宝瑞, 等. 绿色建筑智能照明控制系统研究综述 [J]. 计算机时代, 2022(8):39-42+51.
- [8] 徐勇, 侯伯锋, 魏立明. 基于 STM32 单片机的楼宇智能照明控制系统研究 [J]. 吉林建筑大学学报, 2022, 39(2):77-83.
- [9] 杨艳. 智能家居灯光控制系统的设计与实现 [J]. 光源与照明, 2021(6):12-13.
- [10] 胡好. 基于无线传感器网络的路灯照明控制系统的研究 [D]. 南京: 南京理工大学, 2021.
- [11] 潘玉静. 基于 Wi-Fi 和 Android 智能手机的 LED 照明控制系统的设计 [J]. 中国照明电器, 2020(5):31-34.
- [12] 戚泉宏. 基于物联网的 LED 智慧照明系统研究 [D]. 合肥: 合肥工业大学, 2019.
- [13] 徐旻政. 基于 ZigBee 的楼宇智能化系统设计 [D]. 扬州: 扬州大学, 2021.