

基于单片机 STM32 和无线 Wi-Fi 的智能窗帘设计

李建鹏^{1,2}, 史国振²

(1.西安电子科技大学 通信工程学院, 陕西 西安 710071; 2.北京电子科技学院, 北京 100070)

摘要 系统以 STM32 单片机作为主控制器件, 采用模块化设计。利用光敏电感传感器、光电开关、TFTLCD 液晶显示以及 Wi-Fi 模块实现了对环境光强和系统工作状态的实时监测、实时显示、实时反馈。同时, 单片机通过实时接收用户指令或查询用户设置的光强阈值控制窗帘的开合状态, 可工作于手动拉合、自动开闭、远程遥控三种模式。

关键词 STM32 单片机; 光强检测; 远程遥控; 智能家居

中图分类号 TP311

文献标识码 A

0 引言

我国智能家居的设计与应用已经悄然兴起^[1], 以智能窗帘为例, 在改善传统窗帘功能单一的基础上, 设计出一款低功耗、高智能、易控制的智能化产品已经成为人们日常生活所提出的不可避免的要求^[2]。

本文中以 STM32 作为主控制芯片。使用 TSL2561 光照传感器实时监测环境的光照强度, 利用光电开关检测窗帘的当前开合状态, 并反馈给 STM32 单片机。单片机驱动 TFTLCD 液晶屏实时显示反馈信息, 并每隔一定的时间间隔将反馈信息通过 Wi-Fi 模块传送到用户 APP 上。同时, 单片机时刻准备接收和分析从远程用户 APP 中传送而来的控制指令, 根据该指令优先调整窗帘的开合状态, 此时系统工作于远程遥控模式; 若当前没有接收到用户具体的控制指令, 则单片机将接收到的光强信息与用户之前设定的阈值进行比较, 在环境光强达到阈值要求后, 调整窗帘的开合状态, 此时系统工作于自动模式。此外, 用户还可以手动拉动改变窗帘的开合状态。

1 系统硬件设计

整体系统的硬件设计主要由以下模块组成: 光照强度检测模块、光电开关模块、STM32 最小系统主控模块、LCD 显示模块、Wi-Fi 模块以及电机控制模块。

光照强度检测模块使用的是 TSL2561 光照传感器, 是一种高速、低功耗、宽量程、可编程灵活配置的光强传感器芯片, 内部集成了积分式 AD 转换器, 可以将光强直接转换成数字信号输出。TSL2561 通过 I2C 总线的方式实现与 STM32 之间的连接与通信, 由于 STM32 最小系统中集成了 I2C 总线控制器, 所以只需要将单片机 I2C 总线中的 SCL 和 SDA 信号线分别与 TSL2561 链接即可。在系统运行过程中, 按照指定的运算公式就可以获得环境的实时光强。

光电开关模块的主要作用是通过对遮挡物的判断来获取窗帘当前的开合状态, 并反馈给单片机和用户, 防止因用户反复发送相同指令而导致的系统功能紊乱。

以 STM32 最小系统作为主控制模块, 由供电电源模块、复位电路、Boot 启动模式选择电路、时钟系统、下载电路以及后备电池等部分组成。其中, 供电电源模块包括 3.3 V 电源输入/输出、5 V 电源输入/输出两部分, 可以同时为 STM32 主控制芯片和外外部外设提供 3.3 V/5 V 的电源供电; 复位电路与 STM32 芯片上的复位引脚相连接, 通过 RESET 按钮可以使系统快速恢复至起始状态; 同时支持 Boot0 和 Boot1 两种启动模式。该系统还有着强大的时钟系统, 包括 4~16 MHz 的外部高速晶振、32.768 kHz 的外部低速晶振、内部 8 MHz 的高速 RC 振荡器、内部 40 kHz 的低速 RC 振荡器等 4 个时钟来源器件, 再加上内部 PLL 倍频锁相环电路, 可以为系统提供高达 72 MHz 的工作时钟频率。通过其上的 JTAG 程序调试口, 直接可以和 ULINK、JLINK 或者 STLINK 等仿真器连接, 此外还支持 SWD 调试方式。最后就是后备电池部分, 通过后备区域的 BAT 供电接口, 可以安装 CR1220 电池, 用于给 STM32 的后备区域提供能量, 在外部电源断电的时候, 维持后备区域数据的存储以及 RTC 的运行。本次系统设计所选择的 STM32F103 系列芯片内置 256~512 kB 的闪存, 功耗仅为 0.5 mA/MHz, 是市场上 32 位处理器中功耗最低的产品。

选用 2.8 寸 ALIENTEK TFTLCD 作为主控端的显示模块, 支持 65 K 色显示, 显示分辨率为 320×240, 可以显示图片、汉字、数字、字母等, 接口采用 16 位的 80 并口, 很大程度提升了显示屏的反应速度。本系统中主要用于在 STM32 上显示系统的一些实时信息, 包括光强检测模块与光电开关的反馈信号、在自动模式下用户之前设定的光强阈值、系统当前所处的工作模式以及窗帘的

收稿日期: 2018-03-06

作者简介: 李建鹏(1995—), 男, 甘肃白银人, 西安电子科技大学研究生, 研究方向为嵌入式系统开发、网络与系统安全; 史国振(1974—), 男, 河南济源人, 北京电子科技学院教授、研究生导师, 研究方向为网络与系统安全、嵌入式安全等。

当前开合状态等。

Wi-Fi 模块的主要功能是将反馈给单片机的环境光强以及窗帘状态等信息实时地传送给用户 APP,同时负责接受用户端发送过来的控制指令供单片机进行解释和执行。在该模块的硬件设计中使用 ATK-ESP8266 模块,其内置 TCP/IP 协议栈,能够实现串口与 Wi-Fi 之间的数据格式转换,所以可以采用串口完成与单片机之间的连接和通信;而且该模块通过 FCC、CE 认证,可直接用于产品出口欧美地区。

最后就是电机控制模块的设计。鉴于现有市场上的电动窗帘大都采用杜亚电机,其具有低噪声、运行优雅、轻触启动、遇阻停止等优越的性能,所以本系统设计中也可以使用该电机实现窗帘的开启和闭合。杜亚电机有 A、B、C、D 四条控制信号线:当 AC 连接时电机正转,AD 连接时电机反转,ACD 同时连接时电机停止转动,从而通过控制 ACD 三条信号线的通断就可以实现对窗帘打开、闭合以及停止动作的控制。电机控制电路由两个 NMOS 开关电路组成,其中 A 信号线为公共线,恒为 5 V 高电压,两个开关 MOS 管的源极分别与 C 信号线和 D 信号线相连,MOS 管的栅极作为控制端与单片机的 GPIO 口相连即可。这样就可以通过 GPIO 的输出电平实现对 ACD 三根信号线连接方式的控制。

2 系统软件设计

STM32 的开发环境使用 Keil,开发程序采用类 C 语言编写。

系统启动后,首先完成对 TSL2561 光强传感器、TFTLCD 显示屏以及 ESP8266 Wi-Fi 模块等单元的初始化工作。接着以捕获按键的方式检测用户是否需要设置或更改自动工作模式下的光强阈值,如果该按键按下,则系统控制 TFTLCD 显示屏进入阈值设置界面,用户输入打开窗帘的光强上限值与下限值后保存返回即可。然后 STM32 单片机分别采集当前环境光强以及窗帘状态值,并在单片机端通过 TFTLCD 显示,然后以查询定时器的方式询问是否需要向用户 APP 端反馈实时信息。如果到达更新时间,则按照一定的数据格式将采集到的数据封装,经单片机的 UART3 串口送至 Wi-Fi 模块上传至用户 APP 端完成数据刷新,这样系统就可以每隔一定的时间间隔自动更新用户端数据。当完成 TFTLCD 信息显示或用户数据更新后,若检测到有用户指令发出,则系统立即切换到远程遥控模式,分析用户指令并依次调整窗帘状态;若此时没有接收到用户指令,则系统默认进入自

动模式,该工作模式下单片机会将采集到的环境信息与用户之前在该模式下设置的光强阈值进行比较分析,当达到相应阈值时,驱动电机转动以调整窗帘状态。在此过程中,用户也可以手动拉动窗帘,系统则会在下一次数据采集时获得窗帘状态。至此,系统完成一次完整的流程动作。

其中,单片机 STM32 通过 I2C 总线协议对 TSL2561 光强传感器读写。在通过向 TSL2561 写入的方式完成对其初始化和相关寄存器的配置之后,每隔一定的时延供内部 A/D 转换器完成数据转换,就可以从 CHANEL0 寄存器和 CHANEL1 寄存器读取相应的值,最后结合传感器的具体分装方式,按照相应的计算公式就可以获得光强值。TSL2561 光强传感器的常见封装方式有 TMB 和 CHIPSCALE 两种。

单片机 STM32 通过 FSMC 接口与 TFTLCD 相连。TFTLCD 经过调用快速画点函数来显示一个汉字或字符,该函数的实现就是在指定的 LCD 坐标位置处调用 0X2C 写 GRAM 指令,实现在某个有效坐标点显示一个小圆点的功能,如此往复,直至将某一个字符或汉字的所有有效坐标点都用一系列的小圆点描绘出来,最终就在 LCD 上给定初始坐标处呈现出待显示内容的完整字样;类似地,当用户在 TFTLCD 上完成对自动模式下相关参数的设置之后,单片机在指定的 LCD 坐标位置处调用 0X2E 读 GRAM 指令,直至读出全部数据后保存。

ESP8266 Wi-Fi 模块共有测试命令、查询命令、设置命令和执行命令四种功能指令,单片机通过向其相连接的串口写入相应指令的方式完成对 ESP8266 的配置。在本系统中,设置 ESP8266 工作于串口无线 STA 模式下,作为无线 Wi-Fi STA 连接到无线网络,实现串口与用户手机端之间的无线数据转换互传。

3 结语

本案智能窗帘采用了多个模块设计,功能与性能上满足普遍要求,为其他智能家居的设计实现提供了思路。

参考文献

- [1] Zhou S Y, Wu Z, Li J N, et al. Real-time energy control approach for smart home energy management system[J]. Electric Power Components and Systems, 2014, 42(3-4):315-326.
- [2] 李苗,王伟东,王帆. 国内智能家居现状和发展[J]. 科技传播, 2011(10):27,33.