

基于嵌入式 Linux 的智能家居照明节能 控制系统研究与实现

陆彩霞^{1,2}

(1 江苏省电子产品装备制造工程技术研究开发中心,江苏 淮安 223003;
2 南京邮电大学 计算机软件与理论学院,江苏 南京 210003)

摘 要: 设计并实现了基于嵌入式 Linux 的智能家居照明节能控制系统,依据智能家居照明节能控制系统的功能需求,综合分析整个系统的成本和开发进度控制需求,给出基于 Linux 的智能家居照明节能控制系统的硬件总体结构,将 S3C2410A 作为核心处理器,介绍了 ZigBee 接口电路、WIFI 接口电路和照明节能控制电路的设计过程.在对智能家居照明节能控制系统进行软件设计时,选用嵌入式 Linux 操作系统,给出照明节能控制引导程序的详细代码.实验结果表明,所设计系统不仅节能效果佳,而且性能优异.

关键词: 嵌入式 Linux;智能家居;照明节能控制

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000—7180(2016)10—0139—04

Smart Home Based on Embedded Linux Lighting Energy Saving Research and Implementation of Control System Design

LU Cai-xia^{1,2}

(1 Engineering Technology Research and Development Center of Electronic Products Equipment
Manufacturing of Jiangsu Province, Huaian 223003, China; 2 School of Computer Software and Theory,
Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: Design a smart home lighting energy-saving control system based on Embedded Linux, according to the smart home lighting energy-saving control system functional requirements, analyse the whole system development cost and schedule control demand are Linux smart home lighting energy-saving control the overall structure of the system hardware and the s3c2410a as the core processor based on, and introduce the interface circuit of ZigBee, WiFi interface circuit and the lighting energy-saving control circuit design process. In the intelligent home lighting energy saving control system for software design, the use of embedded Linux operating system, given the lighting energy saving control of the program code. The experimental results show that the designed system not only has good energy saving effect, but also has excellent performance in the system.

Key words: embedded Linux; smart home; lighting energy saving control

1 引言

近年来,随着计算机网络的逐渐发展和人们生活水平的逐渐提高^[1-3],人们希望能远程智能控制家居设备,智能家居应运而生.同时能源消耗问题凸显,因而开发照明节能控制系统具有重要意义.在能源供应紧张的大环境下,照明节能已经成为相关领

域亟需解决的重点课题,科研和经济前景非常广阔^[4-7].

文献[8]将监控计算机作为核心,通过 PLC 控制器塑造工业以太网,通过依据专家经验的模糊神经离散控制规则实现智能家居照明节能控制,该方法节能效果较好,但成本较高,实时性价比考虑不足;文献[9]提出一种基于模拟自动控制的智能家居

照明节能控制方法,该方法对任意时刻的照明进行最大亮度值模拟,根据模拟值获取智能家居日常照明需求,从而实现智能家居照明节能控制,该方法实现过程简单,但节能效果不佳.针对上述问题的产生,本文设计并实现了一种基于嵌入式 Linux 的智能家居照明节能控制系统.

2 智能家居照明节能控制系统硬件设计

2.1 硬件总体设计

依据智能家居照明节能控制系统的功能需求,综合分析整个系统的成本和开发进度控制需求,设计的基于 Linux 的智能家居照明节能控制系统的硬件总体结构用图 1 进行描述.

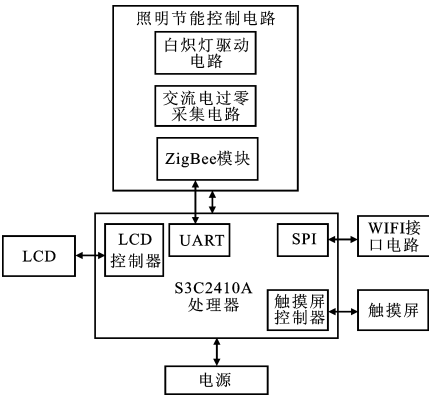


图 1 智能家居照明节能控制系统的硬件总体结构

2.2 ZigBee 接口电路设计

利用跳线设置获取通信节点的类型、TTL 电平收发、串口通信等实现和控制器之间的通信,能够大大节省嵌入开发时间.设计的 ZigBee 接口的输入电压是 5 V,最大发射电流是 80 mA,最大接收电流是 60 mA,在睡眠模式下的功耗只有 25 μ A/h. ZigBee 接口和处理器的电路连接用图 2 进行描述.

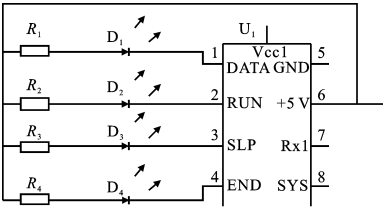


图 2 ZigBee 硬件接口连接图

图 2 中,其中引脚 5 和主板电源连接,引脚 6 接地,引脚 7 和主板 RX1 相连,引脚 8 和主板 SYS 相连.

2.3 WIFI 接口电路设计

WIFI 模块选用海华公司生产的 AW-GH321

为主芯片,该芯片将 Marvell 公司生产的 88W8686 作为内核,支持 IEEE802.11b/g WLAN 协议,有 SDIO/G 和 SpI 两种接口方式,能够有效节约电资源,具有功耗低的特点. WIFI 接口电路用图 3 进行描述.

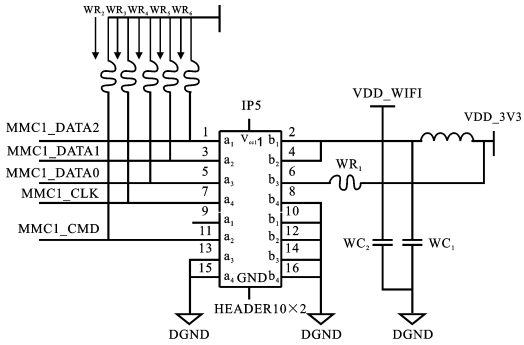


图 3 WIFI 硬件接口连接图

2.4 照明节能控制电路

照明节能控制电路主要由 ZigBee 接口电路、交流电过零采集电路和白炽灯驱动电路组成,框图如图 4 所示.

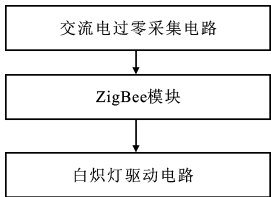


图 4 灯光调节器框图

智能家居照明节能的基本原理为控制流过白炽灯电流的大小,也可将其转换成通电时间的长短,因此需确定交流电过零点.本节通过交流电过零采集电路确定交流电过零点,从而准确调控双向可控硅的导通角,以实现对白炽灯通电时间的控制.交流电过零采集电路用图 5 进行描述.

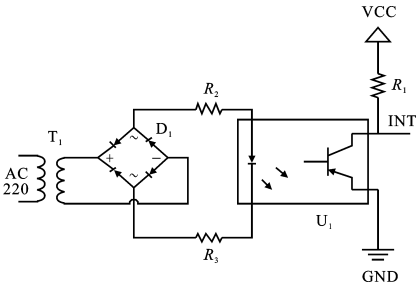


图 5 交流电过零采集电路

图 5 中,通过变压器将 220 V 的交流电转换成低压交流电,低压交流电的电压是 16 V, D_1 代表全波整流桥,主要负责将低压交流电整流成 100 Hz 的

脉动直流电, R_1 和 R_2 为限流电阻, 避免因电流过大导致与其相连的 U_1 光耦发光管被烧毁. 在电压高于发光管导通电压的情况下, 光耦中的光敏三极管将输出低电平, 反之将输出高电平, 即为中断信号.

白炽灯驱动电路可通过继电器或可控硅进行驱动. 继电器驱动电路属于机械动作, 效率较低, 无法满足系统功能需求. 可控硅是一种关键的半导体器件功率器件, 能够有效用于高电压和高电流的控制. 本节将可控硅作为功率控制器件, 白炽灯驱动电路用图 6 进行描述.

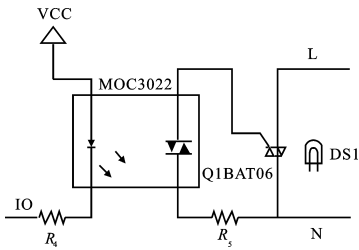


图 6 白炽灯驱动电路

图 6 中, MOC3022 为光控可控硅, 其不仅能够起到隔离的作用, 防止控制器被外部高压信号损毁, 而且可用于触发 Q1BAT06 导通. 控制器 IO 端口和 MOC3022 发光管的负极相连, 在 IO 口输出低电平的情况下, 发光管被点亮, 光控可控硅处于导通状态. Q1BAT06 是双向可控硅, 可流过交流电, 且导通后即使触发信号消失, 其仍可保持导通状态, 直至无负载电流流过. 交流电的各半波阶段均需输出触发信号, 触发信号的输出时间直接影响灯泡亮度, 随着可控硅导通时间的减少, 白炽灯亮度逐渐降低, 通过控制白炽灯亮度实现智能家居照明节能控制.

3 智能家居照明节能控制系统软件设计

3.1 软件整体设计

在对智能家居照明节能控制系统进行软件设计时, 系统选用嵌入式 Linux 操作系统, 因为 Linux 操作系统具有丰富、内核稳定和 network 功能丰富等特点. 在本系统中, 嵌入式图形界面 GUI 选择 QT/Embedded, 引导程序选择 U-Boot, 根文件系统选择 Yaffs, Linux 内核选用 Linux2.6 版本. 基于上述分析, 基于嵌入式 Linux 的智能家居照明节能控制系统的软件架构如图 7 所示.

3.2 照明节能控制引导程序设计

照明节能控制引导程序主要用于对整个系统中的全部灯具进行节能控制, 当上位机发出控制指令

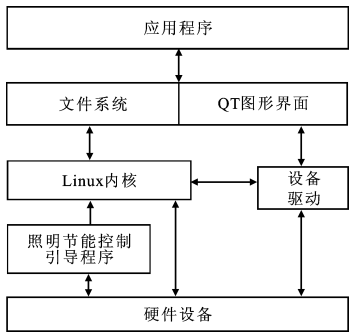


图 7 智能家居照明节能控制系统软件架构

时, 利用 S3C2410A 处理器进行处理, 写入多路开关控制数据, 通过照明节能控制电路实现智能家居照明节能控制, 详细代码如下:

```
#include <reg52.h>
#include <math.h>
#include <VIIC_C51.H>
#include <zlg7290.H>
#define uchar unsigned char
#define uint unsigned int
void msec(uint x);
uchar rec_es(void);
void sent_es(uchar schar);
bit bdata flag1, flag2;
uchar code ZMK_disbuf[16]={"照明: 开";
uchar code ZMG_disbuf[16]={"照明: 关";
main()
{ msec(1000); //开机延时
//EN=0;
EA=1; //
ET0=1; //开定时器
TMOD=0x21; //设置 T1 为方式 2
TH1=0Xfa;
TL1=0Xfa; TH0=0x3c;
TL0=0xb0;
SCON=0xd0; //设置串口位方式 3
PCON=0X80;
end
```

4 实验结果分析

为验证本文设计的基于嵌入式 Linux 的智能家居照明节能控制系统的有效性, 进行了相关实验分析. 图 8 描述的是智能家居照明节能控制系统控制终端, 在控制终端即可对灯开关和亮度进行调控.

为了验证本文系统的有效性, 将 KNX 总线系统和 WSN 系统作为对比, 对某智能家居进行照明节能控制, 得到的节能结果如表 1~3 所示.



图 8 智能家居照明节能控制系统控制终端

表 1 本文系统节能结果

指标	接入控制系统前		接入控制系统后	
	11 月 10 日	11 月 20 日	11 月 20 日	11 月 30 日
测试时间	11 月 10 日	11 月 20 日	11 月 20 日	11 月 30 日
电表读数/kWh	1 024	1 035	1 035	1 040
读数差值/kWh	11		5	
节能率/%			54.54	

表 2 KNX 总线系统节能结果

指标	接入控制系统前		接入控制系统后	
	11 月 10 日	11 月 20 日	11 月 20 日	11 月 30 日
测试时间	11 月 10 日	11 月 20 日	11 月 20 日	11 月 30 日
电表读数/kWh	1 024	1 035	1 035	1 045
读数差值/kWh	11		10	
节能率/%			9.09	

表 3 WSN 系统节能结果

指标	接入控制系统前		接入控制系统后	
	11 月 10 日	11 月 20 日	11 月 20 日	11 月 30 日
测试时间	11 月 10 日	11 月 20 日	11 月 20 日	11 月 30 日
电表读数/kWh	1 024	1 035	1 035	1 043
读数差值/kWh	11		8	
节能率/%			27.27	

节能率就是节省能耗与原能耗的百分比,分析表 1~3 可以看出,本文系统节能率为 54.54%,远远高于 KNX 总线系统的节能率 9.09%,和 WSN 系统的节能率 27.27%,说明通过本文系统对智能家居白炽灯照度进行自动控制,能够有效优化智能家居照明,大大减少了不合理的电能损耗。

为了进一步验证本文系统的有效性,对本文系统、KNX 总线系统和 WSN 系统的 CPU 使用率和内存使用率进行比较分析,CPU 使用率就是使用 CPU 占总 CPU 的百分比,内存使用率就是使用内存占总内存的百分比,得到的结果如表 4 所示。

分析表 4 可以看出,针对 5 次实验,本文系统的 CPU 使用率和内存使用率均明显高于且一直高于 KNX 总线系统和 WSN 系统,说明本文系统不仅节能效果佳,而且系统本身性能优异。

表 4 三种系统性能比较结果

实验序号	本文系统 使用率/%		KNX 总线系统 使用率/%		WSN 系统 使用率/%	
	CPU	内存	CPU	内存	CPU	内存
1	92.6	78.4	86.4	69.3	83.7	68.2
2	93.7	81.5	81.6	65.4	79.5	61.4
3	94.1	82.7	84.3	68.7	73.4	62.3
4	95.2	83.4	83.7	67.2	76.8	64.5
5	93.4	79.6	82.5	61.9	78.9	62.7

5 结束语

本文设计并实现了一种基于嵌入式 Linux 的智能家居照明节能控制系统,依据智能家居照明节能控制系统的功能需求,给出基于 Linux 的智能家居照明节能控制系统的硬件总体结构,将 S3C2410A 作为核心处理器,介绍了 ZigBee 接口电路、WIFI 接口电路和照明节能控制电路的设计过程。软件设计时,选用嵌入式 Linux 操作系统,给出照明节能控制引导程序的详细代码。实验结果表明,所设计系统节能效果佳,CPU 使用率和内存使用率较高。

参考文献:

[1] 汪涛,谢志军. 基于 WSN 的智能家居控制系统设计与实现[J]. 无线电通信技术,2015,41(2):71-75.

[2] 王统,秦会斌,胡永才. 基于 Qt/Embedded 的智能家居控制系统的设计[J]. 电子设计工程,2015,23(7):159-161.

[3] 李春萍,陈新. 基于 TinyOS 与嵌入式技术的智能家居控制系统[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2016,16(1):22-25.

[4] 杨晶,黄俊,吴福海. 基于 Qt 的智能家居管理软件设计与实现[J]. 电视技术,2015,39(4):101-104.

[5] 吴迪,徐卫林,覃玉良,等. 基于 Android 的智能家居照明系统[J]. 电视技术,2015,39(18):12-15.

[6] 龚志广. 智能照明节能控制系统研究[J]. 河北建筑工程学院学报,2014,32(4):77-79.

[7] 邹恩,张增根,霍庆,等. 高校教室照明节能自动控制系统设计[J]. 科技资讯,2015,13(17):2-4.

[8] 李少雷. 基于 KNX 总线的智能照明控制系统[J]. 电子设计工程,2016,24(2):140-141.

[9] 周克良,张明丽,刘太钢. 基于 STM32F 的企业楼宇节能控制系统设计[J]. 计算机测量与控制,2016,24(1):115-118.

作者简介:

陆彩霞 女,(1979-),硕士研究生,讲师,工程师. 研究方向为计算机网络技术与 Linux. E-mail:arimalinda@163.com.