

doi: 10.13624/j.cnki.issn.1001-7445.2021.0144

# 基于嵌入式 ARM 构架的智能家居控制系统设计

梁海洁<sup>1 2</sup>, 陈娇英<sup>\* 1</sup>, 陈延明<sup>2</sup>

(1. 广西工业职业技术学院, 广西 南宁 530001;  
2. 广西大学 电气工程学院, 广西 南宁 530004)

**摘要:** 针对普通百姓对高品质居家生活个性化需求, 设计一种便捷实用、成本低的智能家居控制系统。采用嵌入式 ARM 架构, 通过 ZigBee 自组局域网跟 ARM 处理器通信, 运用 Linux 操作系统在 BOA 服务器上进行 HTML 网页设计及 CGI 程序设计, 使用远程智能设备(手机或电脑等)实现对居家环境参数及家电设备进行监控。用户很便捷对居家信息进行查询及控制。实践测试表明, 该系统数据交互高效、控制终端平台依赖性小、运行可靠。该控制方案具有成本低、容易推广等特点, 非常适合推广应用于中端居家智能控制, 对提高全民生活质量具有较大的意义。

**关键词:** ARM; Linux; Zigbee; 智能家居控制

**中图分类号:** TP3      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-7445(2021)01-0144-06

## Design of intelligent home control system based on embedded ARM architecture

LIANG Hai-jie<sup>1 2</sup>, CHEN Jiao-ying<sup>\* 1</sup>, CHEN Yan-ming<sup>2</sup>

(1. Guangxi Vocational and Technical Institute of Industry, Nanning 530001, China;  
2. School of Electrical Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China)

**Abstract:** Catering to average families' pursuit of high quality life at home, an economical and convenient intelligent home control system is designed. The system adopts embedded ARM architecture, communicates with ARM gateway through ZigBee self-organizing LAN, uses Linux operating system to design HTML web pages and CGI programs on BOA server, and uses remote intelligent devices (mobile phones or computers, etc.) to monitor home environment parameters and house appliances. It is very convenient for users to query and control home information. Test results show that the system has high data interaction efficiency, low dependency on the control terminal platform, and reliable operation. The control scheme is also characterized by low cost and easy promotion, which proves that it is very suitable for average families.

**Key words:** ARM; Linux; Zigbee; intelligent home control

收稿日期: 2020-01-11; 修订日期: 2020-02-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51567004); 广西高校中青年骨干教师科研基础能力提升项目(2019KY1463)

通讯作者: 陈娇英(1966—), 女, 广西宾阳人, 广西工业职业技术学院教授; E-mail: cgy-6647@163.com。

引文格式: 梁海洁, 陈娇英, 陈延明. 基于嵌入式 ARM 构架的智能家居控制系统设计[J]. 广西大学学报(自然科学版) 2021, 46(1): 144-149.

## 0 引言

伴随着科技的快速发展,我国智能家居控制技术已在高端家庭普及应用,但对于中低端家庭受经济成本等因素的影响,至今未能推广应用,普通百姓享受家居智能化高品质生活还只是奢侈想法。如何开发优化低成本、高性能的智能家居控制系统,让智能家居控制技术走进百姓生活已成为当今智慧城市建设的一个热门研究课题<sup>[1-2]</sup>。嵌入式 ARM 技术相当于一个计算机系统,根据不同功能需求,进行配套的软、硬件设计,可以实现各种智能化控制系统的特殊要求。智能家居将计算机、网络、通信等技术有效地结合起来,使家居电器设施形成一个有效的整体,并对其进行智能控制。所以嵌入式技术将软、硬件灵活融合的特点与智能家居控制需求很契合<sup>[3-7]</sup>。ZigBee 技术以低成本、低功耗、高灵活性、自组网等优势在智能家居系统中得到了广泛的应用<sup>[8-10]</sup>。本文提出基于嵌入式 ARM 构架的智能家居控制系统解决方案,把嵌入式技术与 ZigBee 技术融合一起,打造一个低成本、安全便利的智能家居控制系统,满足中低端家庭对智能家居生活的需求。

## 1 系统设计

### 1.1 系统功能

本文设计的智能家居系统具备四种功能。一是可在 CGI 网页进行动态编程,并且支持嵌入式 Web 服务器搭载 Linux 系统;二是可实现跨平台访问,直接通过浏览器网页访问 Web 服务器;三是客户端浏览器和局域网设备节点可实现双向信息交互;四是通过浏览器实时监控和控制位于 ZigBee 网络中的节点设备运行状态。

### 1.2 系统构架

嵌入式系统可将硬件和软件紧密耦合,具有较强大的功能。硬件部分包含核心处理器、存储器、输入输出(I/O)端口、外接器件等。软件部分包含用于资源调度、硬件交互的操作系统和保障系统工作过程正常运行的应用程序。基于嵌入式 ARM 构架的智能家居控制系统总体框架如图 1 所示。

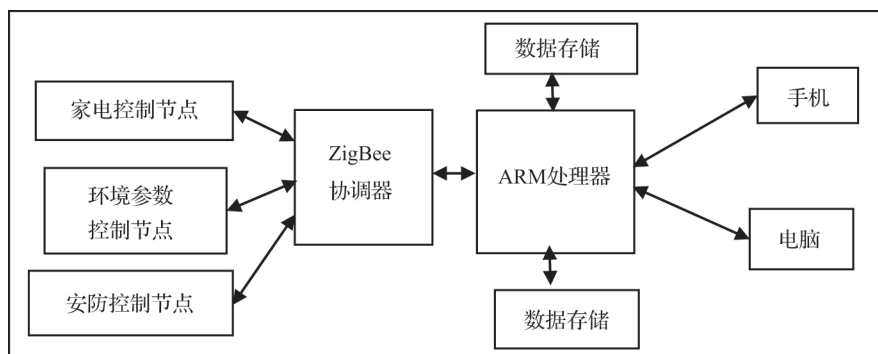


图 1 ARM 构架的智能家居控制系统组成结构

Fig. 1 Structure of intelligent home control system based on ARM architecture

网关硬件采用 ARM 的 S3C440A 处理器,选择嵌入式 Linux 操作系统搭建软件系统平台。选用 Zigbee 自组无线局域网用于采集本地网络信号及各模块间通信信息,各种传感器及终端家电设备的连接由 Zigbee 节点实现,并且以多跳自组方式与 Zigbee 协调器通信,协调器再通过串口与 ARM 网关进行通信。通过移植 BOA Web 服务器进行 CGI 程序及 HTML 页面设计,客户端只要通过访问 BOA Web 服务器就可以进行居家环境的参数及家电设备的远程监控。

## 2 硬件设计

基于嵌入式 ARM 构架的智能家居控制系统主要硬件结构如图 2 所示。

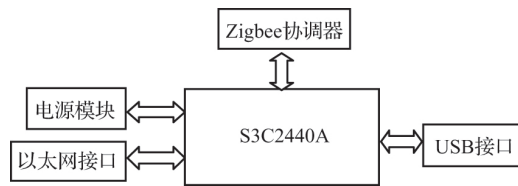


图 2 系统主要硬件结构

Fig. 2 Hardware structure diagram

### 2.1 ARM 处理器

嵌入式 ARM 处理器是系统的核心部分。能搭载操作系统,具有在执行复杂任务的情况下依然能保持稳定运行的优点。嵌入式 ARM 处理器的主控芯片选用 S3C2440A 模块,内部集成了 ARM920T 内核,存储器选用 64M 的 NAND\_FLASH 和 64 M 的 SDRAM。负责采集与处理内网 ZigBee 节点传感器数据,交互不同协议的转换和数据,发送相应环境状态数据和接收终端的控制指令到外网手机等终端。其外围有足够的主/从 USB 接口、100 M 以太网接口以便扩展使用。

### 2.2 电源模块

本系统在网关硬件设计中选用逐步降压的方法来为整个硬件平台供电。智能网关平台开关电源供电分别为 5、3.3 V,为系统提供足够的带载能力。稳压供电电路如图 3 所示。

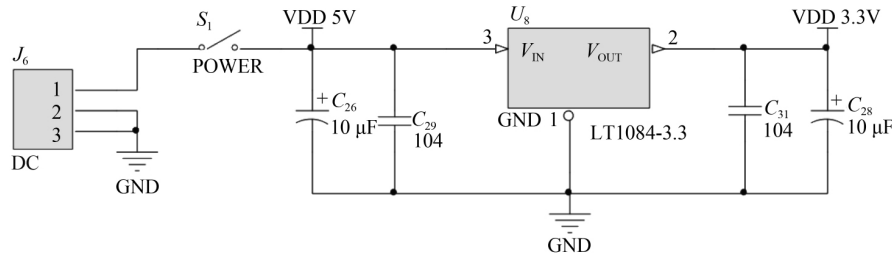


图 3 稳压供电电路

Fig. 3 Regulated power supply

### 2.3 以太网模块

以太网采用成本较低的 DAVICOM 公司的 10/100 M 自适应以太网芯片 DM9000,是一款快速集成单芯片的以太网控制器。以太网接口电路如图 4 所示。

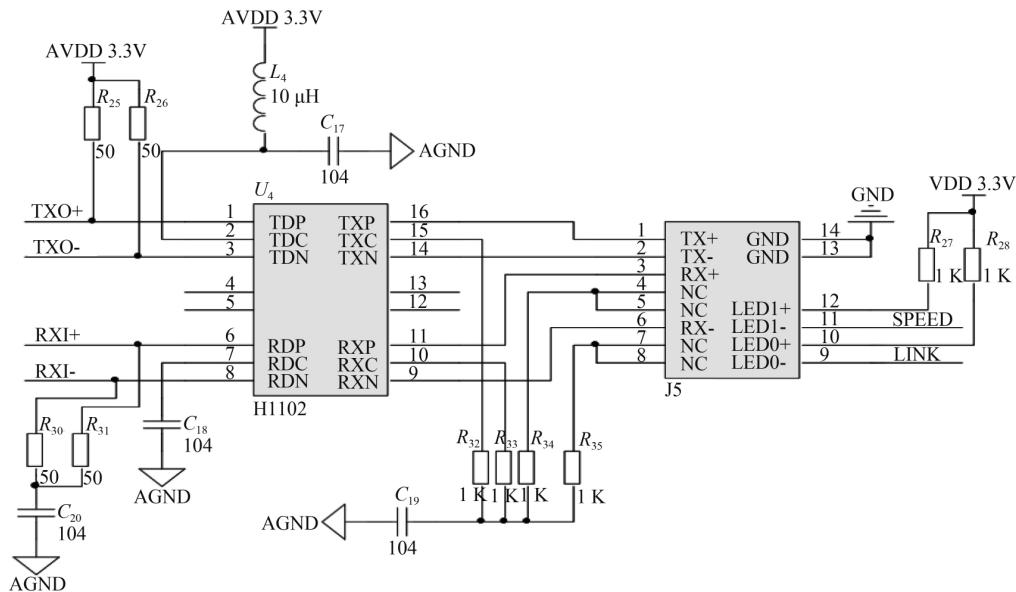


图 4 以太网接口电路

Fig. 4 Ethernet interface circuit

## 2.4 ZigBee 通信模块

ZigBee 通信模块是居家局域网组网的关键组成部分,用于控制传感器模块及协调整个控制系统的正常运行。CC2530 采用 8051 内核,可编程闪存,工作于 2.4 GHz 频段,享受全球免费待遇,底层基于 IEEE 802.15.4,上层支持 Z-Stack 协议,具有自组网络功能强大且稳定的优势,而且成本低。具有可以随时从睡眠状态唤醒的多种灵活运行模式,特别适用于智能家居控制系统低功耗的要求。ZigBee 模块 CC2530 外接管脚电路如图 5 所示。

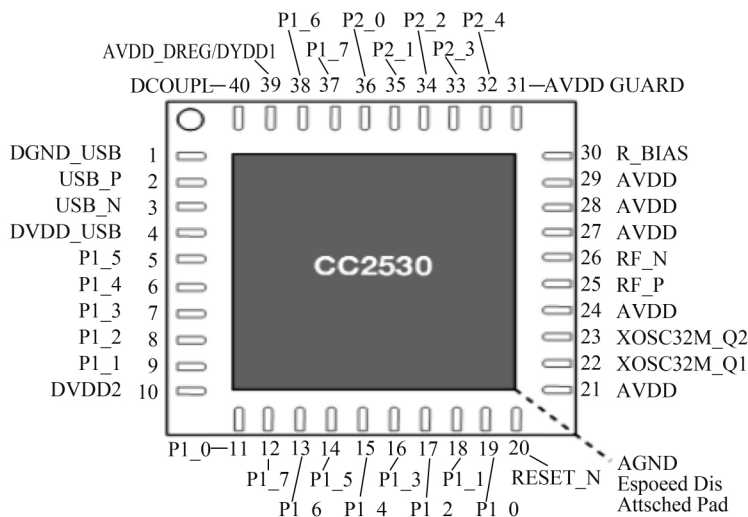


图 5 ZigBee 模块 CC2530 外接管脚电路图

**Fig. 5** CC2530 external connector pin of ZigBee module

### 3 软件设计

本系统软件设计首先搭建嵌入式平台,然后构建交叉编译环境及 Linux 内核,其次是构建 ARM 板的引导方式及根文件系统,最后依据系统功能需求进行相应的应用程序及软件流程设计。

### 3.1 CGI 程序设计

本系统软件设计主要为探讨 Web 服务器和终端 ZigBee 节点之间的信息交互,系统各节点状态参数随时采集反馈给服务器,服务器完成对各个节点状态控制。用户通过 CGI 程序来实现与 Web 服务器的实时交互,CGI 用 C 语言进行程序的编写,具有很大的灵活性。CGI 程序设计流程图如 6 所示。

用户登录后进入智能家居系统,系统采集数据,并下达指令传递给服务器及协调器,通过各个传感器节点处理,服务器调用相应的主 CGI 程序解析表单,然后返回对数据进行分析处理,处理好的数据结果直接于网页界面显示。所以用户对居家设备控制过程及居家环境参数监测非常便捷。

### 3.2 协调器软件流程

ZigBee 协调器作为居家局域网的核心部分,自组建居家无线传感器局域网,接受来自 ARM 处理器的指令,并控制终端节点部署网络地址。工作流程如图 7 所示。

协调器的角色在初始化后,便开始组建网络,建立成功后,等待终端设备加入,并彼此进行通信。

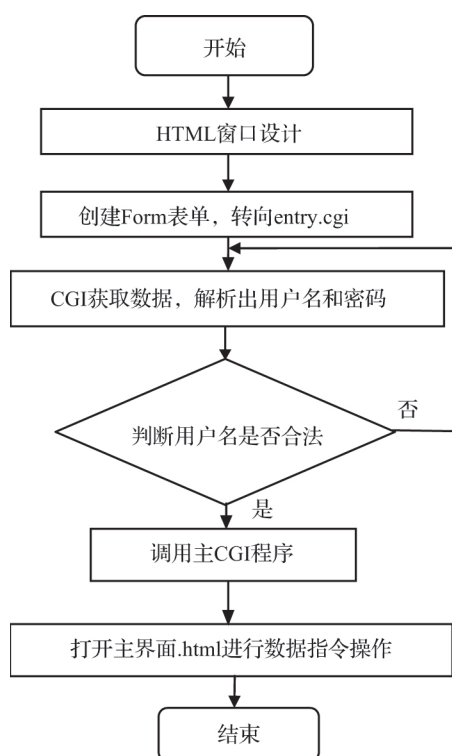


图 6 CGI 程序设计流程图

Fig. 6 Flow chart of CGI programming

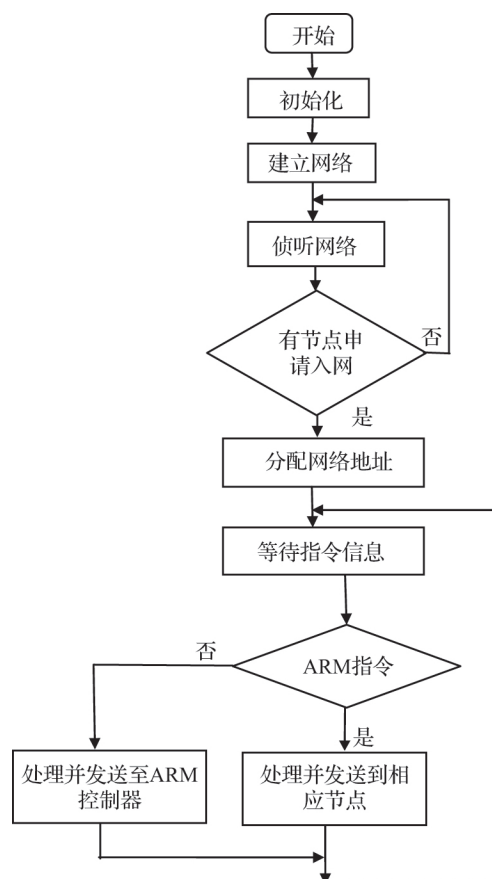


图 7 ZigBee 协调器软件流程图

Fig. 7 Flow chart of ZigBee coordinator software

## 4 系统测试

### 4.1 家电设备远程监控测试

以照明灯光的控制为例,进行家电设备远程控制测试。主要测试远程服务器命令对终端节点的响应,从而验证系统的远程监控功能。用户远程登陆智能家居系统,点击客厅选项卡,然后点击开灯按钮,如果看到灯泡点亮,即说明开关灯测试成功。智能家居系统监控界面如图 8 所示(黑点表示开)。

### 4.2 安防远程监控测试

以居家摄像头的视频监控为例进行测试,主要测试远程服务器命令对终端节点的响应,以验证系统安防远程的监控功能。用户远程登陆系统,看到界面有三种安防模式的切换使用。其中紧急警报是安防行业的常规,在报警信息选项可查看每次发出报警的时间与报警设备。点击摄像头 3 按钮,可以看到摄像头 3 监测的区域视频,开关摄像头监控成功。摄像头监控测试界面如图 9 所示。

通过系统的远程登陆监控检测,实现了对智能家居终端节点的远程控制,测试结果显示系统运行稳定性好,控制灵敏度高,完全符合设计要求。



图 8 智能家居系统监控界面

Fig. 8 Display interface of the smart home system



图9 摄像头监控测试界面

Fig. 9 Display interface of the video monitor system

## 5 结语

本文设计了一种适用于中端家庭的嵌入式 ARM 构架智能家居控制系统,利用 ZigBee 互联网、嵌入式技术实现一个简易且成本低的智能家居远程控制解决方案。进行了系统的软、硬件平台搭建,完成 Linux 操作系统在 Boa 服务器移植,完善应用程序 S3C2440A 平台设计。通过实验测试证明了智能家居系统的远程监控功能稳定性。远程测试过程系统运行稳定性好,控制灵敏度高。该方案对实施中端家庭普及应用智能家居控制,提高国民生活质量水平有一定的工程实用价值。

## 参考文献:

- [1] 陈柏霖,石浦. 智能家居的普及以及受众分析[J]. 住宅及房地产, 2019, 42(4): 43-46.
- [2] 曾向飏. 电工电子新技术在智能家居的应用[J]. 集成电路应用, 2020, 37(9): 70-71.
- [3] 荀艳丽,焦库. 基于物联网技术的智能停车系统设计与实现[J]. 电子设计工程, 2019, 27(3): 59-62.
- [4] 高丽英. 融合网联车辆的智能家居协同监控系统[J]. 电子技术应用, 2018, 44(1): 60-64.
- [5] 肖丁,王乾宇,蔡铭,等. 智能家居场景联动中基于知识图谱的隐式冲突检测方法研究[J]. 计算机学报, 2019, 42(6): 1190-1204.
- [6] 张鑫. 基于物联网的我国高层住宅建筑智能化探究分析[D]. 广州: 广东工业大学, 2014.
- [7] 吴思楠. 基于物联网的智能家居控制系统设计与实现[D]. 扬州: 扬州大学, 2016.
- [8] 毕赣斌,何勇. 基于 ZigBee 技术的智能家居控制系统的设计[J]. 计算机技术与自动化, 2017, 36(1): 74-77.
- [9] 丁也,范会爽. ZigBee 技术在电压监控预警系统中的应用[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(4): 4-7.
- [10] 何金鑫,姚善化,唐超礼,等. 基于 Android 和 ZigBee 技术的煤矿井下人员定位系统的研究[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2015, 40(6): 1469-1475.

(责任编辑 梁碧芬)