

# 基于 Linux 嵌入式的智能家居系统设计

赵晓东,丁岳伟

(上海理工大学 光电信息与计算机工程学院,上海 200093)

**摘要:**根据现在家居发展的需要和发展趋势以及人们对家居高品质生活的追求,文中提出和设计了一种基于 Linux 操作系统的嵌入式智能家居系统方案。该设计方案是以三星 S3C6410 芯片为核心处理器的 Linux 嵌入式监控系统,使用 CGI 技术完成 WEB 服务器的编写,采用 GPRS 无线通信技术实现系统的远程通信及监控,采用 ZigBee 无线通信技术组建了系统的内部网络,并完成了对家电的基于统一协议的控制,实现了家居远程监控的智能化。用户可远程通过 PC 或者移动终端对室内的家用电器进行监控或控制室内的温度、湿度等,进一步提高了人们的居住条件。

**关键词:**智能家居;远程监控;ARM;ZigBee;GPRS

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)01-0201-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.01.049

## Embedded Smart Home System Design Based on Linux

ZHAO Xiao-dong, DING Yue-wei

(School of Optical-electrical Information and Computer Engineering,  
Shanghai University of Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** A new design proposal of smart home based on Linux is presented according to developing demand of modern home and people who pursuit of the high quality of home life. The system was built based on ARM microprocessor S3C6410 and embedded Linux operating system. The WEB server was compiled by the technology of CGI, and the remote communication and monitoring was realized by software of GPRS remote communication model. ZigBee wireless communication networking technology was used to built the system's inner network and complete household electrical appliances protocol. The function of smart home system can be realized. User can control the household appliances remotely by using PC or mobile phones, adjust the temperature, humidity and so on. Further improve living conditions.

**Key words:** smart home; remote control; ARM; ZigBee; GPRS

## 0 引言

近年来,随着智能控制技术、物联网技术的发展,人们对工作和生活方式、住宅的智能化需求程度的要求也越来越高,传统家居功能已经慢慢地不能满足人们的需要,所以非常有必要设计和实现一种智能化、人性化的现代智能家居系统。

智能家居可以定义为是采用先进的网络通信技术、计算机技术将各种家用设备有机地通过网络连接起来组成一个整体,即一个家庭内部的网络。这样,户主可以通过远程的方式通过互联网与家庭网络中的电器设备通信,也可以使内部网络中的各种电器设备相互通信,实现了家庭与外部、家庭内部的智能化控制。

智能家居能给人们提供安全、便利的生活环境,对改善人们的生活有很大的意义。

## 1 总体设计方案

### 1.1 内网组建方式

智能家居的网络系统分为外部网络和内部网络。外部网络指的是家庭网络与互联网的连接;家庭内部网络是指家庭电器设备与家庭网关组建的网络<sup>[1]</sup>。目前,智能家居网络内部网络的组建方式一般有无线和有线两种。由于考虑到现代家庭的家用电器比较多,并且要保证能够灵活移动各种家用电器,采用无线组建的家庭网络是最好的选择。

本设计中,智能家居远程监控系统的内网组建采用距离近、复杂度低、功耗低的 ZigBee 技术来实现。ZigBee 技术是一种双向无线通讯技术,它与电子设备之间是周期性、间歇性、低反应时间的数据传输方式,符合智能家居内部通信的要求。

收稿日期:2012-05-13;修回日期:2012-08-18

作者简介:赵晓东(1987-),男,山东青岛人,硕士研究生,研究方向为嵌入式系统;丁岳伟,硕士,教授,硕士生导师,研究方向为信息安全、电子政务。

1.2 系统远程监控

远程监控是指采用计算机、通信、图像处理等先进技术,在另一地点对工作现场的工作环境和工作状态进行监视和控制。现代远程监控平台方式有多种,目前采用较多的主要有三种,通过有线电话网络监控、通过 Internet 网络监控和通过无线 GPRS 网络监控<sup>[2]</sup>。在本设计中采用的是无线 GPRS 网络远程监控,在浏览器中输入正确的 IP 地址就可以访问监控家庭内部的 WEB 界面,要实现远程访问还需要建立一个远程嵌入式 WEB 服务器作为远程访问的服务端。

1.3 总体结构设计

根据功能特点,系统有三个组成部分:以 S3C6410 微处理器、传感器等组成的家庭内部智能采集控制单元,基于 GPRS 网络的无线数据传输单元<sup>[3]</sup>,接入 Internet 的用于人机交互和数据管理的中心监控单元。

(1)数据采集单元将家庭内部的各项检测数据传送给 S3C6410 微控制器,由微控制器完成对现场数据的采集、存储和处理、参数的设定和自动调节。

(2)数据通过位于 S3C6410 控制器的 RS-232 接口输出到 GPRS 通信单元,然后通过 GPRS 网络接入到 Internet 网络,与监控服务器进行通信。

(3)上位机服务器控制 GPRS 模块参数的初始化与配置,接收现场将智能控制单元上传的数据进行分析与显示,实现对现场数据的实时监控。

系统的整体结构图如图 1 所示。

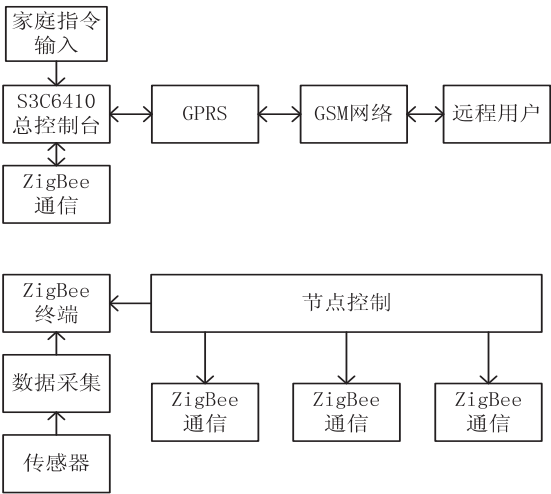


图 1 系统的整体结构图

2 系统的硬件设计

2.1 主控模块

S3C6410 处理器是三星公司生产的处理器,它是基于 ARM 公司的 ARM1176 处理器核架构的 32 位处理器芯片。S3C6410 微处理器的工作频率最高可达到 667MHz,在此频率下微处理器能够以高性能运行移植

的 Linux 操作系统,并且能够进行复杂的数字信号处理<sup>[4]</sup>。此外该处理器芯片还拥有独立的 16kB 指令 Cache 和数据 Cache、串口、DMA、MMU、NAND Flash 控制器和定时器等,此外还具有常用的标准的 I/O 接口、实时时钟芯片、IIC 总线接口、MMC 接口、USB 接口、触摸屏接口等。

2.2 GPRS 远程通信模块

本系统是以 S3C6410 微处理器为主控模块,将 S3C6410 的串口 2 与 GPRS 模块链接进行远程数据通信,将家庭内部数据发送给远程监控端。用户可以通过远程监控的方式对家庭内部的家电设备进行控制,例如对摄像头的控制,对空调温度、湿度的设置等<sup>[5]</sup>。采用 GPRS 通信模块主要为了将 GPRS 网络和 Internet 网络链接起来,通过与监控中心建立通信链路来进行双向的数据通信。本系统中的 GPRS 通信模块采用了 Freescale 公司生产的 G24GPRS0EM8 模块,具有内嵌 TCP/IP 协议、功耗低、尺寸小、便于集成等优点。GPRS 通信终端收发模块主要由 SIM 卡、G24 模块、相关电平转换电路和 RS-232 串口组成<sup>[6]</sup>。G24 收发模块通过 RS-232 串行口与 S3C6410 主控模块进行 AT 指令操作。GPRS 网络通信的工作原理主要是通过 SGSN 节点使通信终端模块附在 GPRS 网络上,然后通过 PPP 通信协议获得一个随机分配的 IP 地址来连接到 Internet 网络上,最后通信终端模块按照预先设定的端口号和监控中心建立通信链路,从而实现数据通信<sup>[7]</sup>。

2.3 ZigBee 通信模块

ZigBee 是一种低成本、低功耗的无线网状网络标准。它的通信符合 IEEE802.15.4 (2003 年)标准,可以说是 IEEE802.15.4 协议的代名词,ZigBee 协议标准是在此基础上由 ZigBee 联盟制定的应用层规范 (API)、应用会聚层和网络层组成,其协议架构如图 2 所示。

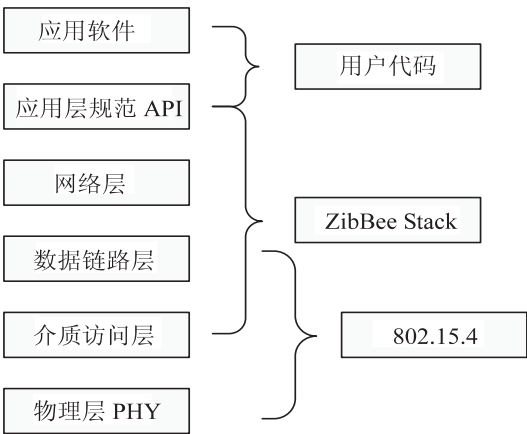


图 2 ZigBee 协议框架

协调器(ZC)、终端(ZE)和路由(ZR)三种基本设备构成了所用的 ZigBee 网络,其中 ZigBee 路由可以和路由本身通信,也可以和终端设备、协调器直接通信,终端只能与路由或者协调器直接通信,不能和终端通信。PAN 协调器负责一个 PAN 区域内的网络建立和网络管理,能够收集到各个节点的信息,从而组成了家庭内部网络。

在本系统中使用 TI 公司生产的 CC2530 芯片作为节点的控制芯片,TI 的新的 CC2530 是一个真正的 IEEE 802.15.4 的 ZigBee,凭借其高达 256 KB 的大容量闪存,CC2530 是 ZigBee PRO 应用程序的理想选择。此外,CC2530 内部集成了 24GHz 的射频收发器和一个工业级的 8051 的 MCU、8 KB 的 RAM、高性能的 RF 收发器、32/64/128/256 KB 的 Flash 和其他强大的配套功能和外设<sup>[8]</sup>,能够满足该智能家居系统的设计要求。

在本系统中,通过型号为 CC2530 的 ZigBee 模块来搭建家庭内部网络来实现内部与内部、内部与外部的数据转发。在家庭网关电路系统中,CC2530 ZigBee 芯片的协调器模块通过 SPI 总线与微处理器 S3C6410 进行通信,连接时将 CC2530 ZigBee 芯片的 MI、SS、MO、C 管脚与 S3C6410 微处理器的管脚 SPIMISO0、SPI-CLK0、SPIMOSIO、nSS0 分别相连<sup>[9]</sup>。

### 3 系统的软件设计

#### 3.1 嵌入式平台搭建

嵌入式操作系统平台选用源代码开放、内核可裁剪和编译比较容易、性能稳定的 Linux 操作系统(Linux 2.6.39)。其搭建过程主要包括配置嵌入式交叉编译环境、移植 BootLoader(本系统中采用 U-boot)、裁剪与编译所需的内核、制作嵌入式根文件系统等<sup>[10]</sup>。

在以三星 S3C6410 芯片为处理器的嵌入式平台上的移植方法及步骤如下:

(1)下载搭建嵌入式平台所需要的 Linux 内核,内核版本号为 linux-2.6.39,以及编译内核所需要的 ARM 交叉编译器 arm-linux-gcc-4.3.2。

(2)把下载的交叉编译器压缩包放在合适的文件夹中,利用 Linux 系统 tar 命令解压 arm-linux-gcc-4.3.2.tar,利用 export 命令配置环境变量。在终端中输入 arm 然后按 Tab 键会自动补齐为 arm-linux-gcc,说明交叉编译器配置成功。

(3)解压下载的 Linux 内核源代码,修改内核根目录下的 Makefile 文件及相关硬件文件,其中最主要的是修改目标代码的类型和为编译内核指定一个特定的编译器。

(4)运用 make menuconfig 命令打开配置内核的图

形界面,根据需要进行选择需要编译进内核的部分和编译成模块的部分,然后利用 make 命令编译内核生成内核镜像文件 zImage 文件,最后将编译好的内核烧写到 flash 中,从而完成 Linux 2.6.39 内核在 ARM 处理器上的移植。

(5)使用 busybox 根文件系统,通过 make menuconfig 图形化界面选择所支持的命令,制作该平台的文件系统,将其烧写到 flash 中,完成文件系统的移植。

#### 3.2 嵌入式 Web 服务器设计

嵌入式 Web 服务器监控页面主要分为动态 Web 页面部分和静态表单页面部分。本设计中的嵌入式 Web 服务器采用 Boa 服务器,由于 Boa 服务器支持 CGI 技术,所以利用 CGI 技术来实现对家庭内部设备的控制<sup>[11]</sup>。

Boa 服务器的移植主要通过修改和配置目录下的 mime.type 和 boa.conf 两个文件,首先将 boa.conf 文件放到/etc/boa 目录下,修改 Group、ScriptAlias、ServerName,其次配置 CGI 脚本的存放路径,创建 CGI 脚本目录和 HTML 文档目录。当 Web 服务器接收到请求时,CGI 程序就来处理浏览器发过来的参数,生成 HTML 页面,为用户提供浏览<sup>[12]</sup>。

#### 3.3 Linux 驱动程序设计

在嵌入式系统中,设备驱动程序的作用是使硬件系统与软件系统相互通信。设备驱动程序为应用程序屏蔽了很多硬件的细节,在应用程序看来,硬件设备只是一个设备文件,这就符合了在 Linux 系统中一切皆文件的思想。在系统中,应用程序就可以像操作普通文件一样对硬件设备进行操作。驱动程序主要完成对设备的初始化和释放、实现内核和硬件的数据交换、检查和处理硬件设备出现的错误等<sup>[13]</sup>。

本系统中,嵌入式 Web 服务器和 ZigBee CC2530 模块是通过 4 路 SPI 总线来实现通信,所以系统软件设计部分驱动程序的主要功能是实现 ZigBee 通信模块与嵌入式 Web 服务器之间命令的转发与数据信息的接收,另外还需要实现 GPRS 模块驱动程序的编写。通过编写驱动程序,将驱动程序编译成内核模块加载到内核,从而可以在内核运行的时候来完成命令的接收、设备的初始化、通信数据的收发等。

### 4 结束语

本嵌入式系统充分利用了 ARM11 平台的硬件功能和处理速度等优势,成功移植了以 S3C6410 为硬件核心的 Linux 嵌入式系统。

该嵌入式系统的数据传输方式采用了 GPRS 无线通信技术,操作系统采用了具有稳定性和可靠性的

(下转第 208 页)

系统,将大数据集图像检索任务进行分解,结合 Hadoop 分布式存储和 MapReduce 并行计算框架,通过各节点协同完成图像检索任务。通过选取不同数量级的图像数据进行测试,并与传统 B/S 单节点的图像检索系统进行对比验证,实验表明本系统与传统 B/S 单节点检索系统相比,能够有效改善检索的速度慢、并发性差等问题,有效提高了图像检索的速度、并发性以及处理海量数据的能力。

未来的工作重点在于研究在并行处理框架下如何提高现有图像检索算法的执行效率以及解决 Map 任务与 Reduce 任务之间数据传输过慢的问题,减少更多由于传输信息产生的时间消耗。

参考文献:

[1] Wang Fei, Vuk E, David B, et al. Large-scale multi-model mining for healthcare with MapReduce [C]//Proceedings of the 1st ACM International Health Informatics Symposium. [s. l.]:[s. n.],2010:479-483.

[2] HDFS[EB/OL]. 2011-12-08. <http://hadoop.apache.org/>.

[3] White T. Hadoop:the Definitive Guide[M]. [s. l.]:O'Reilly Media,Inc.,2009.

[4] MapReduce [EB/OL]. 2011-12-08. <http://hadoop.apache.org/>.

(上接第 203 页)

Linux 操作系统,该平台可以通过嵌入式 Web 服务器来远程浏览监控网页。实现了现代家居的智能化监控。基本能够满足现代家用的需求,具有广泛的推广和应用价值。

参考文献:

[1] 刘於勋,李智. 基于嵌入式 WebServer 的粮仓温湿度监测系统[J]. 计算机技术与发展,2009,19(7):213-215.

[2] 纪金水. 基于 ZigBee 无线传感器网络技术的系统设计[J]. 计算机工程与设计,2007,28(2):404-408.

[3] 曾桂根,吴霜. 基于嵌入式 Linux 的 3G 接入方案的设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2010,20(9):193-196.

[4] 纪晴,段培永,李连防,等. 基于 ZigBee 无线传感器网络的智能家居系统[J]. 计算机工程与设计,2008,29(12):3064-3067.

[5] 陈敏. 基于嵌入式 Linux 和 GPRS 的数字家庭远程监控系统研究[D]. 南京:南京理工大学,2011.

[pache.org/mapreduce/](http://hadoop.apache.org/mapreduce/).

[5] Chu C T, Kim S K, Lin Y A, et al. Map-reduce for machine learning on multicore[M]. [s. l.]:the MIT Press,2007.

[6] 陈全,邓倩妮. 云计算及其关键技术[J]. 计算机应用,2009,29(9):2562-2566.

[7] 王德政,申山宏,周宁宁. 云计算环境下的数据存储[J]. 计算机技术与发展,2011,21(4):99-102.

[8] 陈宇萍. 外观设计专利图像检索系统研究[J]. 科技管理研究,2005(4):162-164.

[9] 方骥,戴青云. 基于图像内容的外观专利自动检索系统[J]. 计算机工程与应用,2004(34):209-211.

[10] 邹武,李龙澍,周闪闪. 一种基于颜色直方图的图像检索方法[J]. 计算机技术与发展,2009,19(4):38-40.

[11] 王贤伟. 基于 Hadoop 的外观专利图像检索系统的研究与实现[D]. 广州:广东工业大学,2011.

[12] 杨锋,吴华瑞,朱华吉,等. 基于 Hadoop 的海量农业数据资源管理平台[J]. 计算机工程,2011(12):242-245.

[13] 石柯,徐胜超,唐晓辉,等. 一种分布式环境下的新型高性能计算平台[J]. 小型微型计算机系统,2006,27(9):1782-1787.

[14] 黄智维,倪子伟. 网格计算环境下资源管理的研究[J]. 计算机技术与发展,2009,19(3):200-203.

[6] 王小红,周渊,方晓翠. 嵌入式视频监控系统的设计和实现[J]. 通信技术,2011(6):105-109.

[7] 彭宇,罗清华,潘大为. ZigBee 网络低功耗节点设计[J]. 仪器仪表学报,2009(6):588-591.

[8] 南忠良,孙国新. 基于 ZigBee 技术的智能家居系统设计[J]. 电子设计工程,2010,18(7):117-119.

[9] 王海涛,朱兆优. 基于 ZigBee 的 LED 节能街灯控制系统[J]. 东华理工大学学报,2009,32(2):394-396.

[10] 孟雷,忽海娜. ARM-Linux 嵌入式系统 BootLoader 的配置与移植[J]. 计算机技术与发展,2008,18(10):205-206.

[11] Jahnke J H, d'Entremont M, Stier J. Facilitating the programming of the smart home[J]. IEEE Wireless Communications, 2002,9(6):70-76.

[12] Furber S. ARM System-on-Chip Architecture[D]. USA: Addison-Wesley Press,2000.

[13] Henkel J. Selective revealing in open innovation processes: The case of embedded Linux[J]. Research Policy, 2006,35(7):953-969.



# 基于 Linux 嵌入式的智能家居系统设计

作者: [赵晓东, 丁岳伟](#)  
作者单位: [上海理工大学 光电信息与计算机工程学院, 上海 200093](#)  
刊名: [计算机技术与发展](#)  
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)  
年, 卷(期): 2013(1)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjtz201301051.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201301051.aspx)