

基于 ARM+ZigBee 的智能家居防盗报警系统^①

刘绳武¹, 范红², 蔡卫峰¹

¹(南京理工大学 自动化学院, 南京 210094)

²(江苏省盐城技师学院, 盐城 224002)

摘要: 利用 ZigBee 技术、图像采集与压缩技术、网络传输技术, 完成家庭防盗子系统的远程监控和报警功能。概括性的介绍了系统的工作流程及其设计方法。阐述了系统总体结构框图的设计、防盗报警子系统硬件平台的搭建、嵌入式软件平台的搭建以及驱动程序的编写与移植; 改进了图像采集流程、ZigBee 模块工作流程的设计。该系统在检测到异常时可声光报警并通知用户, 用户可远程查看异常点处的图像/视频来决定采取的进一步动作, 具有很好的实用性。

关键词: ZigBee 技术; 防盗报警; 数据交互; 图像采集

Smart Home Burglar Alarm Subsystem Based on ARM+ZigBee

LIU Sheng-Wu¹, FAN Hong², CAI Wei-Feng¹

¹(College of Automation, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China)

²(Yancheng Technician College, Yancheng 224002, China)

Abstract: This paper proposes a scheme of remote monitoring and alarm functions for home security subsystem by using ZigBee technology, image capture and compression technology and network transmission technology. It introduces how the system is designed and how it works generally. The overall block diagram design of the system, hardware platform of Anti-theft alarm subsystem, embedded software platform as well as driver programming have all been realized. Furthermore, the designed has improved both the image acquisition process and the programming of workflow for ZigBee. It turns out that users can remotely view image/video of the abnormal point to take further action when the system audible alarms and notifies the users at a certain time that detects an abnormality which makes it has practical significance.

Key words: ZigBee technology; burglar alarm; data exchange; image acquisition

1 引言

随着我国经济的快速发展, 智能家居正日益进入人们的日常生活。如何建立一个高效率、低成本智能家居系统, 已经成为当今社会的热点问题。在智能家居产品中, 居民关心的依旧是居住场所是否安全, 防盗性的好坏也是影响消费者购买智能产品的重要因素。

传统的智能家居有线网络布局不仅布线繁琐复杂, 也往往存在着信息的误报和漏报等缺陷, 不能满足现代家庭对家庭安全和舒适的要求。GSM 网络无线报警系统在解决有线系统存在的固有缺陷的同时也有自身的不足: 可靠性差和报警不及时。目前基于物联网的

家居安防系统已成为主流^[1], 其不仅能正确实时的采集数据, 同时布线简单、可靠性高。经过几十年的发展, 智能家居已从本地控制发展到可通过网络远程监控。然而就目前智能家居的发展状况而言, 智能家居现在还难以形成体系, 缺乏统一的标准。本文在设计智能家居控制系统的同时, 主要就与安防密切联系的防盗报警子系统做了详细的设计。

2 系统设计

基于 ARM+ZigBee 的智能家居防盗报警子系统主要由 ARM 主控模块和防盗报警子系统构成, ARM 主

① 收稿时间:2014-05-29;收到修改稿时间:2014-06-30

控模块主要是在 ARM 最小系统的基础上扩展了音频接口、ZigBee 主模块、LCD 模块、GPRS 模块和网卡模块; 防盗报警子系统主要是由 ZigBee 从模块、前端传感器模块、执行器模块、摄像头和音箱组成, 系统总体结构图如图 1 所示。

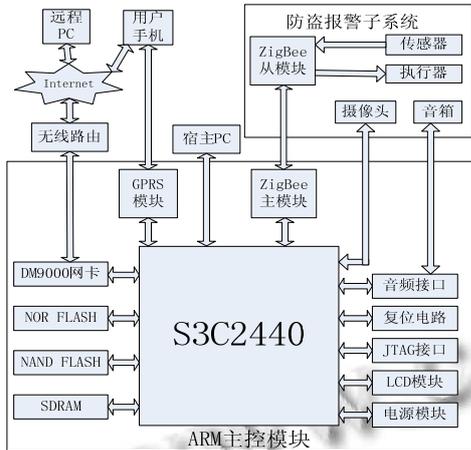


图 1 智能家居防盗报警子系统总体结构框图

当系统启动初始化后, ZigBee 从模块首先加入 ZigBee 主模块网络完成 ZigBee 组网^[2], 之后便监听 ZigBee 主模块有无数据发来, 若没有数据发过来就采集传感器的状态并判断是否有异常发生, 若异常则控制相应执行器动作(声光报警等), 同时将传感器状态发送到 ZigBee 主模块; 若有数据则接收/解析数据来控制执行器动作。ZigBee 主模块监听 ZigBee 从模块和串口, 若有来自 ZigBee 从模块的数据则将其发送至

ARM 主控模块; 若接收到来自串口的数据则将其发送至 ZigBee 从模块。

ARM 主控模块收到 ZigBee 主模块发过来的数据后解析若发现前端传感器出现异常则开启图像采集程序; 图像采集程序首先采集一幅图像并将其连同预存的信息通过 GPRS 模块发送彩信到绑定的用户手机中, 随即采集固定帧的视频至帧缓冲区映射的内存中。用户收到彩信之后根据内容来采取进一步动作: 用户可以发送短信至 GPRS 模块来完成相应的动作; 用户也可以通过联网的 PC/手机远程登录浏览器, 发送控制命令至 ARM 主控模块中的 WEB 服务器(事先在 ARM-Linux 系统中移植了 Boa 作为嵌入式 WEB 服务器)的 CGI 程序, 来选择是否将内存中的视频数据进行压缩并将压缩后的数据和传感器状态通过网络传送给用户, 从而完成用户与 ARM 主控模块之间的信息交互。

3 系统硬件设计

系统的硬件设计主要由 ARM 主控模块硬件设计和防盗报警子系统硬件设计两部分构成。由于 ARM 主控模块硬件采用功能集全的 2440 开发板, 只需要在开发板上的 USB 接口上接入摄像头和 WiFi 模块、串口上接上 GPRS 模块和 ZigBee 主模块、音频接口接上音箱、用网线将开发板与无线路由器互联即可, 所以此处主要完成防盗报警子系统的硬件设计。

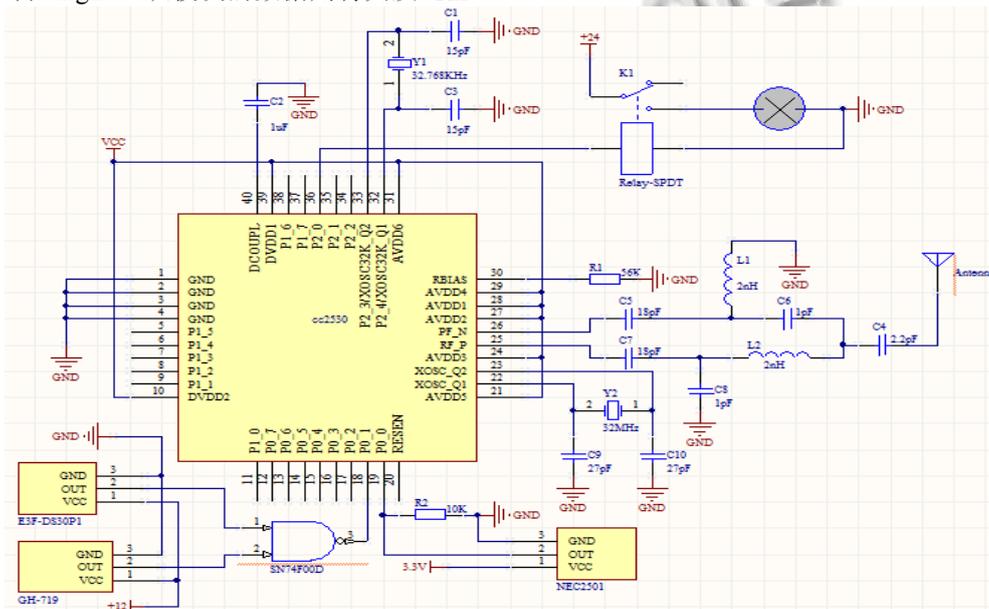


图 2 防盗报警子系统硬件电路图

防盗报警子系统中的 ZigBee 模块选用的是 CC2530 芯片^[3]。门防盗检测传感器采用的是由红外传感器(E3F-DS30P1)和微波传感器(GH-719)经过与非门组合成的双鉴传感器^[4]，来降低误报率；窗户防盗检测传感器采用的是玻璃破碎传感器(NEC2501)。CC2530 的输入引脚接传感器信号，输出引脚接执行器电路来控制执行器动作。防盗报警子系统硬件设计如图 2 所示。

4 系统软件设计

下面主要从嵌入式系统软件平台的搭建、硬件驱动程序的编写和加载、图像采集程序的设计、ZigBee 主/从模块的设计、嵌入式服务器与用户端信息交互等方面来阐述系统的软件设计。

4.1 嵌入式系统软件平台的搭建

嵌入式系统软件平台搭建^[5]包括嵌入式 Linux 环境的建立(主要是在宿主机上安装虚拟机和 Linux 操作系统)、交叉编译平台的建立(主要是在 Linux 操作系统中安装交叉编译工具链)、bootloader 的移植(主要是对 uboot 进行相应的修改来支持实际开发板)、Linux 内核的移植(主要是对内核功能的相应裁剪来缩小内核的大小)、文件系统的制作(主要是移植支持 NAND Flash 的 YAFFS 文件系统)、Boa 服务器的安装^[4](主要是将 ARM 主控模块配置成嵌入式服务器)、CGIC 库的移植(主要是方便 Web 服务器上 CGI 程序的开发)、SQLite 数据库的移植(主要存储用户的账号和密码、手机号和短信等数据)。

4.2 硬件驱动的实现

系统在 ARM 最小系统的基础上外接了一些硬件模块，为使这些模块能正常工作起来则需要配置内核和编写相应的驱动程序来完成内核对硬件模块的支持。

Linux 设备主要分为字符设备、块设备和网络接口三类。摄像头模块通过 USB 口接入到 ARM 主控模块、ZigBee 主模块和 GPRS 模块通过串口接入到 ARM 主控模块，这些模块都是字符设备，首先需要将 USB 控制器和串口控制器的驱动模块静态编译进内核。Linux2.6 的内核内基本都有 DM9000 的驱动程序和音频驱动程序，只需在内核配置时选上内核对 DM9000 和音频的支持再将其静态编译进内核即可。下面主要介绍字符设备驱动程序编写的流程。

字符设备驱动程序大致分为以下几个部分：驱动程序的注册与注销、设备的打开与释放、设备的读写操作、设备的控制操作、设备的中断和轮询处理。驱动程序的注册与注销通过调用 register_chrdev() 和 unregister_chrdev()；设备的打开与释放通过调用 file_operations 结构中的 open() 和 release() 函数来实现；设备的读写操作直接调用 read() 函数和 write() 函数；设备的控制操作通过调用设备驱动程序中的 ioctl() 函数来实现；通过设备的轮询处理和中断决定是否和何时进行数据的传输。V4L 是 Linux 环境下的一个视频设备驱动的标准，在对内核的配置时，事先要选中内核对 V4L 标准的支持。在模块驱动程序编写完成之后，使用的时候通过 insmod 命令对动态加载驱动模块；不使用的时候通过 rmmod 命令对动态卸载驱动模块。

4.3 图像采集程序设计

在智能家居系统中，图像的采集扮演着重要的角色，远程用户可以通过查看实时图像/视频来掌握家庭的动态。图像采集程序的设计如图 3 所示。

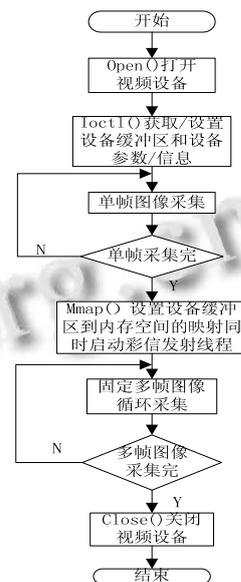


图 3 图像采集流程图

核心程序^[6]如下：

```

ioctl(vd->fd, VIDIOCGMBUF, &(vd->videobuf)
//初始化 videobuf, 得到摄像头所映射的 buffer 信息
vd->pFramebuffer = (unsigned char*)mmap (0,
vd->videobuf.size, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_SHARED, vd->fd, 0); //调用 mmap 实现
vd->pFramebuffer 与 videobuf 的绑定
  
```

```
ioctl (vd->fd, VIDIOCMCAPTURE, &(vd->vmmap)) //
Mmap 方式截取一帧图片
ioctl (vd->fd, VIDIOCSYNC,&vd->vmmap.frame) //等
待一帧图像数据的截取结束
```

4.4 ZigBee 主/从模块程序设计

智能家居系统是由 ARM 主控模块和各个子系统构成, 利用 ZigBee 技术来实现各个子系统与 ARM 主控模块之间的通信不仅避免了有线连接的繁琐也非常利于系统的扩展。

此处的 ZigBee 主模块采用的是功能完整 ZigBee 协调器模块; ZigBee 从模块采用的是精简功能的 ZigBee 终端节点模块. 事先需要在装有 TI 协议栈开发软件 Z-Stack-cc2530-2.3.0-1.4.0 的 IAR 开发环境中完成 ZigBee 模块的协议栈的开发来实现 ZigBee 模块的主/从配置. ZigBee 主/从模块程序设计如图 4、5 所示。

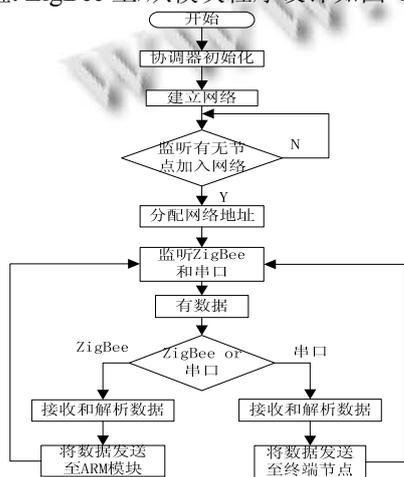


图 4 ZigBee 协调器工作流程图

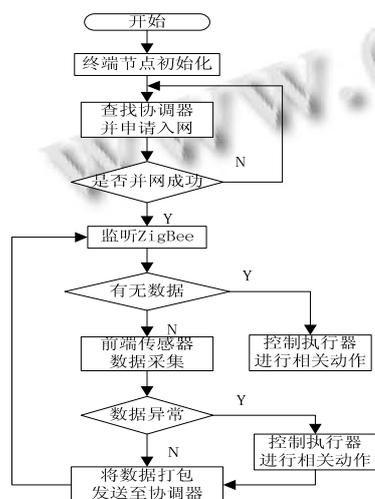


图 5 ZigBee 终端节点工作流程图

远程用户与嵌入式设备的页面交互使用了 B/S(浏览器/服务器模式)程序结构, 这样通过在嵌入式设备上运行一个支持脚本或 CGI 功能^[7]的 Web 服务器^[8], 用户就能够在客户端的浏览器上对嵌入式设备进行远程控制. 用户的页面设计包括静态网页和动态网页的设计, 静态网页的设计使用的是 HTML 语言; 动态页面的开发其实也就是基于 CGI 的程序开发过程. CGI 是运行在 Web 服务器上的标准接口程序, 浏览器将客户端的信息发送到服务器的 CGI 程序, 然后 CGI 程序在服务器上对客户端信息进行相应的处理, 并将程序处理结果返回到浏览器, 即 CGI 程序可动态处理用户请求。

5 总结

文中阐述了基于 ARM+ZigBee 的智能家居防盗报警子系统的一种实现方法, 分别介绍了系统总体设计和部分软硬件的实现过程. 本系统具有良好的扩展性且可应用多种场合, 具有较强的实用性. 目前, 随着智能手机普及和其带来的便利, 基于 Android 的智能家居终端的设计也越来越被人们所重视, 同时人们对智能家居的实时性和安全性等方面也提出了更高的要求, 这也是今后智能家居研究的方向。

参考文献

- 1 朱宗胜,李阳.基于物联网和 3G 的家居安防监控系统设计. 计算机测量与控制,2013,21(8):11-13.
- 2 王博.基于 ZigBee 无线组网技术的智能家居系统设计[硕士学位论文].西安:西安电子科技大学,2012.
- 3 孟令许.基于 s3c2440A 的 ZigBee+WiFi 的智能家居控制系统[硕士学位论文].成都:成都理工大学,2012.
- 4 吕值敏.基于嵌入式智能家居安防远程监控系统软件设计与实现[硕士学位论文].成都:电子科技大学,2012.
- 5 温尚书,陈刚,冯利美.从实践中学嵌入式 Linux 应用程序开发.北京:电子工业出版社,2012.
- 6 杨秋蔚.基于 ARM9 无线图像采集系统的研究与开发[硕士学位论文].上海:上海交通大学,2009.
- 7 潘琢金,王秋实.嵌入式 WEB 服务器中动态 WEB 技术的研究.计算机工程与设计,2010,31(18):3975-3978.
- 8 张志慧.嵌入式 WEB 服务器的研究与与实现[硕士学位论文].南京:南京邮电大学,2013.