

基于S3C2410的电话远程家电智能控制系统

曹玲芝¹, 庞宏², 崔光照¹, 石军¹

(1. 郑州轻工业学院电气信息工程学院 郑州 450002; 2. 成都信息工程学院网络工程系 成都 610025)

【摘要】利用双音多频编解码技术实现了电话远程控制家用电器的智能控制系统。该系统采用S3C2410芯片作为核心控制模块,利用其强大的音频处理和大容量存储能力,不仅可实现经电话通过网关直接访问控制家用电器的功能,而且网关还能将家庭内部出现的紧急情况通过电话及时通知用户,提高了用户访问系统的实时性和灵活性,系统更具普遍性,使用也更方便,实现了个人通信终端通过家庭网关对家用电器的远程控制。

关键词 智能控制; 嵌入式系统; 双音多频; 电话远程控制
中图分类号 TP277 文献标识码 A

Telephone Remote Appliance Control System Based on S3C2410

CAO Ling-zhi¹, PANG Hong², CUI Guang-zhao¹, SHI Jun¹

(1. College of Electric and Information Engineering, Zhengzhou Institute of Light Industry Zhengzhou 450002;

2. College of Network Engineering Chengdu University of Information Engineering Chengdu 610054)

Abstract This paper presents the design and implementation of a system that performs remote control of household appliances using personal communication terminals and a household gateway. The system contains a S32410 as the main control module with powerful audio processing capability and a high capacity flash memory which enables telephone to control the household appliances by the gateway and sends message to telephone in case of emergency by gateway. The system's real-time properties and flexibility are increased. Simultaneously, the system can be used more universally and conveniently.

Key words intelligent control; embedded system; dual tone multi-frequency; telephone remote control

丰富多彩的家用电器走进了千家万户,随着人们对生活品质的追求,每个家庭都越来越需要一个集控中心把家庭中的各种家电连接起来,并实现远程访问和控制。在远程家电智能控制系统中,网关起关键作用,它的实现手段一般为对内在家庭内部组成无线局域网与家电通信;对外作为家庭设备和电器的集控中心,为远在异地的家庭成员提供服务^[1]。目前,大多数研究人员把目光放在网络上。虽然网络在现代社会广泛存在,网络作为一种远程访问手段也确实有很多优势,但是这种单一的访问手段也有它的不足之处,在某些情况下无法或者不便获得网络服务。例如,通过网络访问必须使用电脑,即使是笔记本电脑也不如一部手机携带方便。随着我国信息产业的高速发展,电话已经成为最方便的通信手段之一,电话的实时性是网络所无法比拟的,其普及程度也远远超过网络。但是,电话由于自身的硬件限制,目前主要用于提供传统的语音服务,在信息的获取和控制方面也略显不足。为了弥补此方面的缺憾,本文设计了一种电话远程控制系统,利用一部双音多频(Dual Tone Multi Frequency,DTMF)电话通过家庭网关实现对家庭各种设备状态的查询和设置,以及电话留言和对留言的提取。另外,网关还能够将紧急情况通过电话及时通知家庭成员,在提供网络服务的同时,为家庭成员提供一条方便、可靠、实时性强的信息通道。

1 电话远程家电智能控制系统结构

电话远程家电智能控制系统由基于S3C2410的网关、铃流检测模块、电话接口模块、音频处理模块、DTMF编解码模块和无线通信模块组成,系统结构如图1所示。

收稿日期:2005-12-02

作者简介:曹玲芝(1965-),女,硕士,副教授,主要从事计算机测控技术、智能仪器仪表等方面的研究。

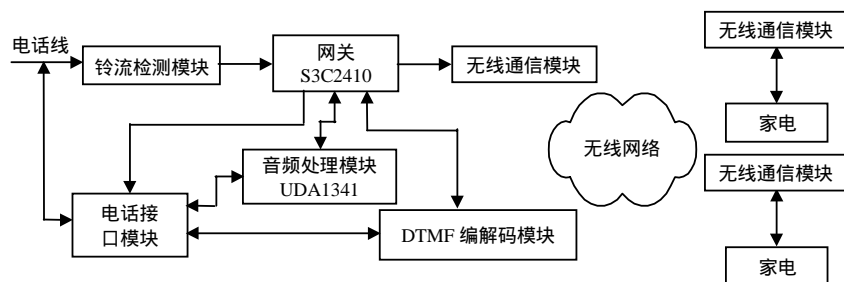


图1 系统结构

1.1 网关

目前,基于8位单片机的智能电话远程控制技术相对成熟,这类控制系统通常采用两种提示功能,一种是根据蜂鸣声次数的不同提示用户操作;另一种是使用外部语音录放芯片实现语音提示功能。由于芯片的录音时间非常有限,因此只能实现简单的语音提示功能,与用户的交互界面不友好;此外这类系统的语音信息无法在线修改和添加,缺乏灵活性,适用面窄,很难实现对数量多、种类多、更换较频繁的家用电器设备的控制。

本文采用基于S3C2410的32位嵌入式网关作为核心控制芯片^[2],利用S3C2410本身所具有的数字音频总线(Inter-IC Sound bus, IIS)接口,通过扩展UDA1341构成音频处理模块,可以实现两个通道的音频输入和一个通道的音频输出。网关可通过IIS接口交换音频数据,采用ARM Linux作为操作系统,可实现文件系统和多任务调度,大量的音频数据存放于大容量的闪存,闪存上建立的文件系统可实现数据在线修改,使得系统的人机界面更加友好,灵活性增强。音频信号经过音频功率放大后由音频变压器耦合输入电话线路,可尽可能减小对DTMF信号的影响。

1.2 铃流检测模块

没有振铃信号时,电话线上承载直流信号;有振铃信号时,电话线上会出现 $\pm 90\text{ V}$ 、 425 Hz 的交流信号。振铃音不同,振铃的通断时间就不同,如普通振铃信号是通 1 s 断 4 s ,忙音信号是通 0.35 s 断 0.35 s 。

铃流检测模块就是要对电话线上的各种铃音信号进行处理并检测^[3]。系统中,铃流检测电路首先将电话线上的信号通过整流滤波,再通过施密特触发器整形得到通 1 s 断 4 s 或者通 0.35 s 断 0.35 s 的方波信号,然后送入S3C2410的外部中断输入端,S3C2410根据不同的铃音信号控制电话接口电路以实现不同的操作,同时将识别的信号类型和次数提供给上层应用程序。

1.3 电话接口模块

根据国标,电话摘机时相当于在电话线两端接入一个 $300\ \Omega$ 左右的电阻负载。该系统中,当电话接口模块接收到网关发出的摘挂机控制信号时,就控制该模块中的继电器接入或断开一个电阻从而实现自动摘挂机。同时,电话接口电路还为音频输入、输出和DTMF信号提供信道。

1.4 DTMF编解码模块

DTMF编解码电路是按键电话(固定电话、移动电话)、程控交换机及无线通信设备中广泛运用的集成电路,主要包括DTMF发送器与DTMF接收器。DTMF发送器根据按键电话的按键生成双音频信号,从而实现双音多频拨号;DTMF接收器用于识别电话线上的DTMF信号,并将其转化为对应的键值以实现某些控制功能^[3]。

该系统中,DTMF编解码电路采用MT88L89作为DTMF信号的编解码核心器件。远端用户通过电话按键发送的DTMF信号经耦合电容的隔直流作用后,由MT88L89译码输出4位并行二进制数据。这些数据通过本地总线(local bus)送入网关,网关可获取键值信息;同时,网关通过本地总线向MT88L89依次发送要拨打的电话号码,经其转换后实现拨号功能。

1.5 无线通信模块

网关和家电通过无线通信模块组成家庭内部的无线局域网,通过无线网络查询各种家电的状态,并实现对它们控制。

2 电话远程家电智能系统软件实现

2.1 网关外围设备驱动程序设计

网关外部设备要正常工作,就必须在Linux中为其提供相应的驱动程序。系统中把铃流检测模块、电话接口模块和DTMF编解码模块看作一个字符型设备为其编写驱动程序。

字符型设备驱动程序的基本构架是,在Linux操作系统中,外部设备可以被当作一个普通文件来操作,对于不同设备的操作提供相同的接口,但是不同设备的实际操作不同。在这个框架中扮演最重要角色的是一个文件结构,该结构中包含一系列函数指针,这些函数指针就是操作系统提供的驱动程序的骨架,也向用户提供了统一的外部接口。文件结构中主要有以下函数指针:

loff_t (*llseek)(struct file *,loff_t,int)修改文件的当前读写位置;

ssize_t (*read)(struct file *,char *,size_t,loff_t *)从设备读取数据;

ssize_t (*write)(struct file *,char *,size_t,loff_t *)向设备发送数据;

unsigned int (*poll)(struct file *,struct poll_table_struct *)查询设备是否可读或可写,或是否处于某种特殊状态;

int (*ioctl)(struct inode *,struct file *,unsigned int,unsigned long)提供一种执行设备特定命令的方法;

int (*mmap)(struct file *,struct vm_area_struct *)请求将设备内存映射到进程地址空间;

int (*open)(struct inode *,struct file *)打开设备;

int (*release)(struct inode *,struct file *)释放设备^[4]。

另外,还有初始化函数和模块卸载函数,初始化函数在驱动程序加载时被调用,模块卸载函数只在驱动程序卸载模块时被调用。要编写一个针对特定设备的硬件驱动程序,就是要实现符合以上定义的函数,然后将其指针赋给相应的函数指针。当需要操作硬件时,操作系统就会通过上述文件结构中的函数指针自动调用它们。

驱动程序工作在内核态,它可以直接操作硬件,为它申请内核态的内存空间在驱动程序被卸载前将一直存在。系统中的驱动程序主要实现以下函数:在初始化函数中,完成振铃检测和DTMF解码两个中断的注册,以及MT88L89的初始化和缓冲区内存空间的申请;振铃检测中断服务程序完成对振铃信号的分析与计数,根据不同铃音的通断时间分辨出铃音的种类,并记录振铃次数;DTMF解码中断服务程序读取MT88L89解析出来的按键码,并存入缓冲区;poll函数判断当前设备状态,如挂机、摘机、拨号、读缓冲区等;read函数是对应于用户的读操作,用于获得缓冲区中的键值;write函数实现拨号;ioctl函数实现一些特殊功能,如摘挂机、设置和获取振铃次数等。

2.2 系统应用程序的设计

该系统应用程序流程如图2所示。由于驱动程序已经完成和硬件相关的初始化工作,在设计系统应用程序时只需要完成简单的初始化,比如参数设置。之后,程序进程等待外部电话的呼入,当有外部电话呼入且振铃次数达到设定值时,系统自动摘机并播放欢迎信息,用户可选择电话留言或者进入控制菜单。进入控制菜单前需要输入密码验证身份,如果用户输入的密码不正确则提示其重新输入;若错误超过3次则挂断电话;若密码正确,则对数据库进行查询并组合成语音提示菜单。在查询状态时,从数据库状态表中读出状态信息,组合成语音信息,通过电话线路播放给用户,比如空调的设定温度和室内当前温度、电饭煲预约时间以及其他各种状态信息。在设置状态时,将需要完成的操作指令写入数据库,由网关的上层应用程序将其通过无线模块发送给家电,完成实际的操作。由于数据库的使用,系统的灵活性增强,语音信息、设备信息都可以在线修改,系统上层控制程序与下层执行机构相关性不强,因此,系统能很好地实现对家用电器的控制。

2.3 其他问题

由于该系统所使用的语音信息量不大、短语相对固定且系统存储容量较大,因此,可以采用短语的形式存储音频文件,并在数据库中建立一个字段与这些音频文件相关联,就可以通过查询数据库来组合语音菜单。由于语音菜单是由短语组合而成的,语音的连贯性较为令人满意。

该系统通过侦测对方挂机所产生的忙音信号自动完成挂机以释放电话线路。如果在一定时间内用户没有任何操作,系统也会自动挂机,从而最大限度地避免电话线被占用。为了增强系统的响应速度,音频播放时把声音文件分成小段读入缓冲区,在段与段之间判断通话对方是否有按键按下,如果有则中断音频播放响应按键,否则继续播放下一段语音。但是分段的大小要合适,太长会使系统响应速度降低,让用户无法忍受,太短则会使语音不连贯。

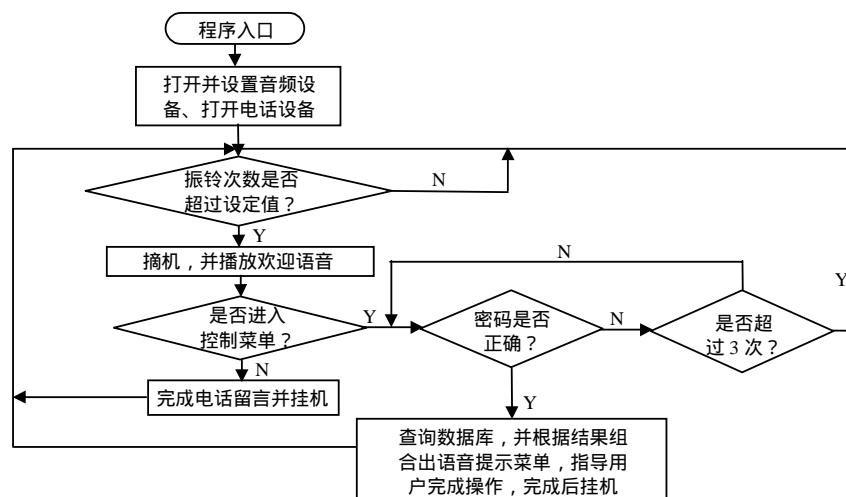


图2 系统应用程序流程图

在系统中,有相关安防的设备,比如烟雾报警器,一旦烟雾报警器发出报警信号,网关可以在第一时间拨打主人的电话或手机,向主人示警并通过振铃检测确认主人是否接听^[5,6]。这种情况,电话的实时性是网络远远不能比拟的。

3 结束语

利用电话访问家庭网关可以实现对洗衣机、空调器、电灯等家用电器设备的远程控制,如下班前可以通过电话将空调打开,一进家门便享受清凉世界;用户外出旅游或出差时,也可以通过电话控制网关开关居室的电灯、电视,造成有人在家的假象,提高家居安全;此外,在出现一些特殊情况时,如烟雾报警器发出报警信号时,家庭网关可以通过电话实时通知用户。总之,电话远程家电智能控制系统采用了ARM9为核心的处理器作为系统的中央控制器,利用S3C2410所具有的大容量存储器和音频处理能力,结合数据库技术,实现了丰富的语音菜单及认证机制,增强了系统的可靠性和实时性。

参 考 文 献

- [1] 童志文, 黄布毅, 朱永锋. 基于S3C4510B的家庭网关基本系统[J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版), 2004, 19(2): 44-46.
- [2] 周 维, 陈 默. 基于S3C2410的ARM开发平台[J]. 电子技术, 2004, (7): 4-7.
- [3] 严丽平, 袁可风. 基于PSTN的电话远程控制器的研究[J]. 华东交通大学学报, 2005, 22(1): 118-121.
- [4] Alessandro R, Jonathan C. LINUX设备驱动程序[M]. 第2版. 魏永明, 骆 刚, 姜 君, 译. 北京: 中国电力出版社, 2002.
- [5] 陆桂明, 韩红玲. 一种多功能电话自动报警系统[J]. 华北水利水电学院学报, 2005, 26(1): 48-50.
- [6] 黄天戌, 孙 东, 王 坚. 智能电话远程控制器的设计与实现[J]. 电工技术杂志, 2001, (6): 28-30.

编 辑 熊思亮