

基于凌阳 SPCE061A 的远程家电控制系统^{*}

陈 方

(浙江大学 电气工程学院, 浙江 杭州 310027)

摘要: 为了实现对家电的远程控制, 利用具有丰富语音功能的凌阳 SPCE061A 单片机、西门子 MC39i 无线模块和双音多频解码芯片 HT9170, 完成了远程家电控制系统的硬件和软件设计, 实现了通过拨打固定电话和发送短消息两种方式对家用电器的远程控制。试验结果表明, 该远程家电控制系统能够实现对家用电器安全、便捷的远程控制。

关键词: 远程控制; 双音多频; SPCE061A; MC39i; HT9170

中图分类号: TP273

文献标识码: B

文章编号: 1001-4551(2010)04-0079-04

Remote household appliances control system based on Sunplus SPCE061A

CHEN Fang

(College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Aiming at realizing remote household appliances control, using the powerful singlechip Sunplus SPCE061A, SIEMENS MC39i module and dual tone multi-frequency (DTMF) decoder HT9170, the hardware and software of the remote control system were designed. Remote control was realized by making telephone call and sending short message. The test results indicate that the system can control remote household appliances safely and conveniently.

Key words: remote control; dual tone multi-frequency (DTMF); SPCE061A; MC39i; HT9170

0 引 言

随着通信和电子技术的发展, 智能家居的实现受到越来越多的关注。家电远程控制作为智能家居的关键组成部分, 安全、便捷地实现控制系统具有重要意义。

家电远程控制的途径主要有 Internet 网络、手机短消息和固话网络。其中, 通过 Internet 网络只要在能上网的地方就可以对家电进行控制, 但是需要家用电器和电脑进行联网, 有网络数据流量限制和安全隐患; 通过发送短消息可以随时随地进行远程控制, 但是可靠性较差, 并需要记忆控制命令^[1]。固话网络方式具有广泛的硬件基础, 并且可以进行语音交互^[2-3]。

本研究综合利用固定电话网络和 GSM 无线网络, 实现了通过拨打固话和发送短消息两种方式对家电的远程控制, 具有很高的灵活性和可靠性。

1 系统硬件设计

整个远程控制系统的硬件框图如图 1 所示, 主要包括以下部分。

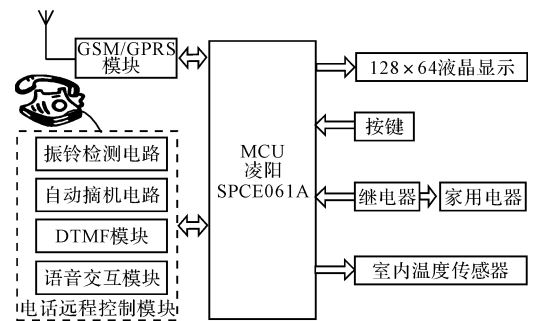


图 1 系统总体框图

1.1 主控单片机

目前包含语音提示功能的单片机系统多采用通用单片机加上语音存储芯片的做法, 增加了系统的复杂性和成本, 降低了可靠性。本研究采用台湾凌阳公司

的 SPCE061A 单片机,它是一个 16 位结构的微控制器,内嵌 32 KB 的 FLASH,并且具有 16 位的乘法运算功能,这为它进行语音数字信号的压缩编码、解码和存储提供了便利^[4]。

1.2 电话远程控制模块

基于电话的远程控制,就是使用固定电话或手机拨打受控侧的电话,通过电话按键(0~9、*、#)或者语音的方式对家中的电器进行远程控制。

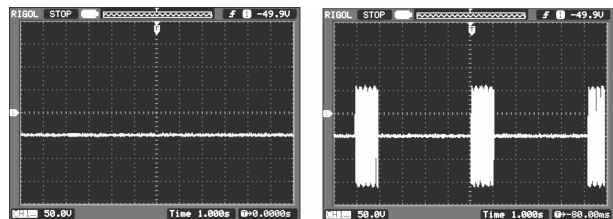
为了实现以上目标,在接受控制的地方就需要有一个接收、译码和控制的装置。该装置平时能够和电话机并接而不影响电话的正常使用;工作的时候能够自动获取电话线上的信号、提取指令并控制电器。

因此电话远程控制模块需要实现以下功能:检测电话线上的振铃信号,并在指定时间后自动摘机;对拨入用户进行身份验证,用户只能在通过身份认证后进行下一步操作;对用户进行操作进行语音提示;正确识别用户的按键指令,并作出相应的动作;用户挂机后,使电话线恢复接通状态,供下一次使用或呼叫。

电话远程控制模块由振铃检测电路、自动摘机电路、DTMF 模块、语音交互模块组成,具体结构如图 1 中的电话远程控制模块所示。下面对各个模块做详细的介绍。

(1) 振铃检测电路。

在公用电话网中,为了防止导线的侵蚀,电话线上一般采用 -50 V 电压。当电话空闲时,导线上保持此直流电压。当有电话拨入时,电话线上出现振铃信号,同时电话铃声响起,提醒用户接听。振铃信号的幅值一般在 $90\text{ V} \pm 15\text{ V}$,频率一般在 $20\text{ Hz} \sim 60\text{ Hz}$ (典型值为工频 50 Hz),波形为正弦波。两者的波形如图 2(a)~(b)所示。



(a) 无振铃波形 (b) 振铃波形

图 2 电话线电压波形图

要进行振铃检测,就是要能够正确识别电话线上是否出现正弦振铃,并进行计数。要求电路具有较高的灵敏度,并有一定的抗干扰能力,不会被电话线上的噪声触发。振铃检测部分如图 3 所示。

图 3 中,由于 C_8 的隔直作用,直流电压不能通过光耦 U2,光耦的输出端保持上拉高电压。当振铃出现

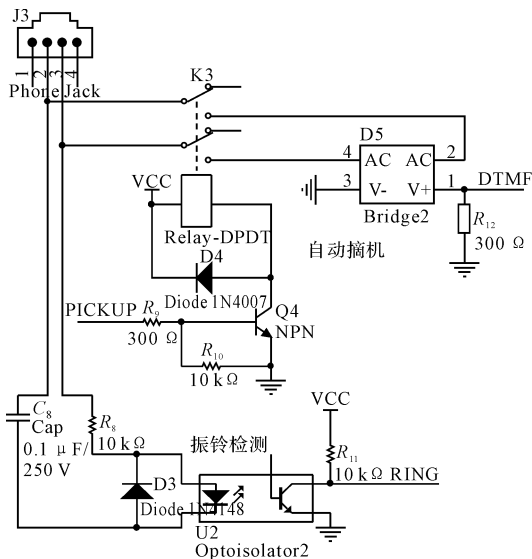


图 3 振铃检测和自动摘机电路

时,电话线上出现交替的正弦信号,由于 C_8 允许交流通过,正向和反向电流分别通过 D3 和 U2 导通。当 U2 导通时,光耦的输出端 RING 被强制拉低。通过单片机读引脚 RING 的电平,就可以判断出是否有振铃信号出现。由于电话线的电压最大可能出现 $50 + 100 = 150\text{ V}$ 的幅值, C_8 采用耐压 250 V 的电容。 R_8 的作用是对电话线输入到检测线上的电流进行限制,防止电流过大烧坏元件或出现误摘机,同时要确保光耦导通,这里采用的阻值是 $10\text{ k}\Omega$ 。

(2) 自动摘、挂机电路。

按照我国通信行业的规定,当电话线的电流值超过 20 mA 时,便认为电话接通,可以开始传输音频信号,即通常意义上的摘机。显然,只要使电话线通过一定阻值的电阻接地即可。但由于要在系统控制结束时自动挂机,该电阻还要能够自动从电话线脱离,使电话线上的电流小于 20 mA。这便是自动摘、挂机电路的作用。

目前常用的摘机电路有电子开关和继电器开关两种。电子开关体积小,成本也较低,但在试验中,发现电子开关断开时,并不能很好地将单片机电路和电话线断开,出现较为明显的噪音干扰,影响了语音交互的效果,笔者这里采用继电器开关,实现后级电路和电话线的完全电气隔离,避免了语音传输时被其他噪音干扰。电路如图 3 中自动摘机部分所示。

当 PICKUP 引脚置高时,继电器吸合,电话线上的信号和后级电路接通,将交流信号通过整流桥进行整流供后级数字电路使用。经过整流后,通过一个 $300\text{ }\Omega$ 的电阻接地,经测试,可以很好地实现模拟摘挂机功能,阻值合适。值得注意的是,由于通过的电流较

大,需要采用 2 W 功率电阻,以防止烧坏。当 PICKUP 引脚置低时,电话线与后级电路断开,即实现挂机。

(3) DTMF 模块。

双音多频(DTMF)是电话系统中电话机和交换机通信的一种协议。当电话机有一个键按下时,便向交换机发送两个频率,交换机对这两个频率进行识别,即可识别出电话机按下的按键。每个双音多频信号的两个音频信号分别选自一个低频组和一个高频组。电话机的按键和相应频率的对应关系如表 1 所示,其中第一行为高频组,第一列为低频组。

表 1 电话按键对应的高低频率 单位:Hz

	1 209	1 336	1 477	1 633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

单片机对双音多频信号的解码(由音频信号解读出数字信号)一般采用专用的双音多频解码芯片来完成,如 MT8870、MT8880、HT9170 等。本研究中采用台湾 HOLTEK 公司的 HT9170,电路如图 4 所示。使用时,DTMF 信号经过 RC 滤波后输入解码芯片,经过芯片内部的放大、滤波、高低频分离,在输出使能 OE 高电平的条件下,当数据有效信号 DV 为高电平的时候,解码后的按键编号以 4 位 BCD 码的形式由 D1 ~ D4 输出,单片机读取后,查表就可以转化成 0 ~ 9, a ~ d, *, # 信号。

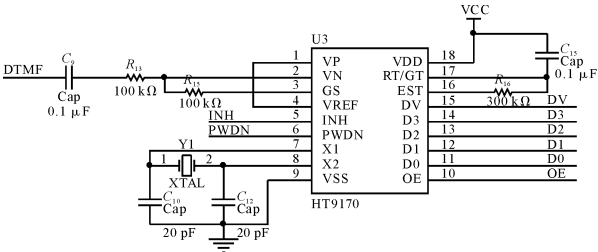


图 4 双音多频电路

(4) 语音交互模块。

利用凌阳开发板提供的音频电路,只需要录制 wav 语音信号,然后利用凌阳公司提供的音频压缩工具进行压缩。经测试,原来 140 KB 的语音文件采用 72 k 格式压缩之后,大小不到 8 KB,而音效仍保持较为清晰。之后只要将其存入单片机的 FLASH,利用单片机开发环境提供的语音编程接口,就可以方便地实现语音的播放、暂停、结束、循环播放等操作。

1.3 短消息远程控制模块

短消息远程控制模块利用移动通信的 GSM 网络,将控制短信由用户手机发送到受控侧的 GSM/GPRS

模块,GSM/GPRS 模块在收到短信后,将短信按照指定的格式发送到单片机,进行译码、执行。这里采用西门子的无线模块 MC39i,它是成熟的工业模块,支持 GSM/GPRS 无线通信技术,应用在需要语音、短消息等业务的领域。

目前对 GSM/GPRS 模块的控制主要有 Block Mode 协议、基于 AT 命令的 Text Mode 协议和 PDU Mode 协议,PDU Mode 协议被所有的手机支持,可以使用任何字符集,在国内是默认的编码方式,基本上各个移动运营商都支持基于 PDU Mode 的短消息服务。因此本研究中短消息的传送采用 PDU 格式^[5]。

在系统中,MC39i 模块和单片机系统采用标准的 RS-232 协议通信,两者通过串口连接。当系统上电后,单片机系统首先使用 AT 指令与无线模块通信,对模块进行初始化^[6],如:

AT + CMGF = 0; //设置 GPRS 模块为 PDU 模式

AT + CMGR = 1; //读取接收到的短消息

这样,无线模块进入等待接收外界短消息的状态。当收到外界短消息时,便将收到的短消息以 PDU 格式向单片机转发。单片机按照相应的编码进行解读。PDU 格式的编码在文献[7]中有详细的介绍,笔者不再赘述。

2 系统软件设计

本系统的软件设计主要分为两个部分:电话远程控制模块和短消息远程控制模块。两个模块分别与单片机相连,在单片机的协调下,独立地完成各自的功能。系统的程序流程图如图 5 所示。

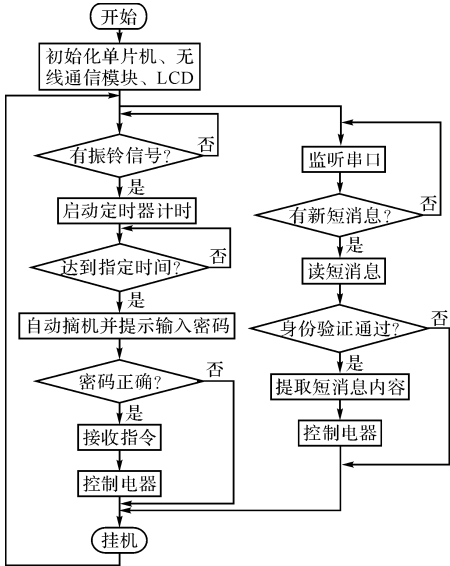


图 5 软件流程图

大小随着配置信息量的增大而增大。本研究在讨论配置恢复效率时,可用不同大小的字符串配置文件来模拟不同的配置信息量。配置恢复的效率可用下式计算:

$$\eta_i = \frac{T_i}{V_i}$$

(1)

基于字符串格式配置文件的配置恢复方法,命令解析、执行占用配置恢复耗时的95%以上。故其配置恢复效率可用下式进行简化:

$$\eta_i = \frac{T_i}{V_i} \approx \frac{T'_i}{V_i} (\text{min/Mbyte})$$

(2)

式中 η_i —配置恢复效率; T_i —第*i*次配置恢复耗时; V_i —第*i*次配置信息量对应的字符串格式配置文件大小; T'_i —第*i*次命令解析、执行耗时。

4 测试

配置恢复效率的测试环境为:某公司的 Comware 网络平台、某公司的 S9500E 三层交换机等。主要测试基于二进制格式配置文件的配置恢复的效率和兼容性,并和基于字符串格式配置文件的配置恢复的效率进行了比较。测试方法为:在 S9500E 上,采用 5 份不同大小的字符串格式配置文件(模拟不同配置信息量),使用

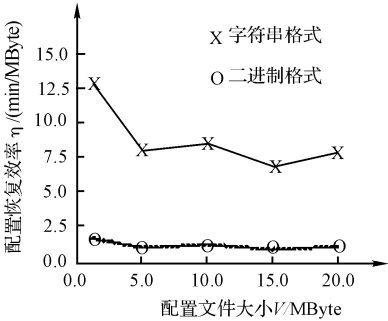


图5 配置恢复效率的比较

(上接第 81 页)

3 结束语

经测试,本系统可以通过拨打电话和发送短消息实现对电器的远程控制,语音提示清晰,控制效果稳定,并具有较高的安全性。可以应用在智能家居、远程监控等领域,具有广阔的市场前景。

参考文献 (References):

[1] IVANOV R S. Controllor for Mobile Control and Monitoring via Short Message Services [C]//Proceedings of the 6th TELSIS 2003. Serbia & Montenegro: IEEE Press, 2004: 108 - 111.

[2] SHARMA R, KUMAR K, VIG S. DTMF based Remote

两种配置恢复方法分别对设备进行配置恢复。配置恢复效率对比如图 5 所示。

5 结束语

从图 5 来看,基于二进制配置文件的配置恢复方法比传统的基于字符串配置文件的配置恢复方法的效率平均提高了 8 倍多;同时,由于采用兼容性设计,方便了系统的升级,并且在进行的 10 次测试以及后续的多次验证过程中,两种配置恢复过程均未发现任何错误或异常现象。因此,基于二进制配置文件的配置恢复方法是一种快速、实用的配置恢复方法,达到了预期的设计要求。而不足之处在于没有分析众多的小文件对文件系统的影响^[7],有待后续工作中进一步完善。

参考文献 (References):

[1] 某公司. 平台软件技术手册:2008 版[M]. 杭州:某公司, 2008.

[2] 袁峰峰. 交换机动态配置恢复方法:中国,200410000847. 6[P]. 2004 - 12 - 29.

[3] 赵田军. 配置管理系统的设计与实现[D]. 北京:北京交通大学计算机与信息技术学院,2008:11 - 18.

[4] 管建超. 三层交换机接口管理软件设计与实现[D]. 西安:西北工业大学软件学院,2007:34 - 44.

[5] Capil sharma Mohammed J. Kabir, et al. Professional Red Hat Enterprise Linux 3[M]. Birmingham: Wrox, 2004.

[6] 蒋汉平. 面向多核处理器软件框架的研究与实现[D]. 武汉:武汉理工大学计算机科学与技术学院,2008:11 - 17.

[7] 李华生,郭裕顺. NAND 闪存面向负载均衡的空间管理[J]. 机电工程,2008,26(5):63 - 65. [编辑:李 辉]

Control System[C]//Proceedings of IEEE International Conference on Industrial Technology. Mumbai, India: [s. n.], 2006:2380 - 2383.

[3] COSKUN I, ARDAM H. A remote controller for home and office appliances by telephone[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 1998, 44(4):1291 - 1297.

[4] 汪 敏,凌 阳. 16 位单片机实验与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.

[5] 钱亚利,赵光宙. 短信通讯在远程环保实时监控中的应用[J]. 机电工程,2007,24(1):25 - 27.

[6] SIEMENS. MC39i AT Command Set[M]. SIEMENS, 2005.

[7] 吴志慧,陈隆道,叶 强. 基于 GR47 通信模块的短信远程家电控制系统[J]. 机电工程,2008,25(8):25 - 28.

[编辑:李 辉]