

# 基于 LPC2214 的嵌入式智能家居控制终端的设计

廖中原<sup>1</sup>, 王超<sup>2</sup>, 骆德汉<sup>2</sup>, 李智敏<sup>2</sup>, 高桂丽<sup>3</sup>

(1. 瑞德电子实业有限公司, 广东 佛山 528300;

2. 广东工业大学 信息工程学院, 广东 广州 510006;

3. 广东三环知识产权深圳分公司, 广东 深圳 518031)

**摘要:** 为进一步提高家居生活的智能化和便捷化, 文中设计了一款嵌入式智能家居控制终端。该终端以 NXP(恩智浦)公司的 ARM7TDMI 处理器 LPC2214 为核心, 集多款家电操控和状态监控界面于一体, 通过扩展 RF 模块组建家庭内部无线网络。该终端既可以伴随相应的语音提示, 通过按键进行家电操控界面切换和相应功能的选择及遥控, 又可通过 Wi-Fi 模块接收由平板电脑或智能手机上家电控制软件下发的控制命令编码, 最终实现对家电的遥控。同时, 家电状态的变化也会实时反馈给控制终端、平板电脑或智能手机进行状态显示更新。该方案解决了对家电远程遥控和状态的实时监控问题。经过实验测试, 该终端具备轻巧便携、控制精准、速度快等特点, 非常适宜在智能家居系统中应用。

**关键词:** LPC2214; 控制终端; Wi-Fi 模块; RF 模块

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2014)03-0172-06

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.03.043

## Design of Embedded Intelligent Household Control Terminal Based on LPC2214

LIAO Zhong-yuan<sup>1</sup>, WANG Chao<sup>2</sup>, LUO De-han<sup>2</sup>, LI Zhi-min<sup>2</sup>, GAO Gui-li<sup>3</sup>

(1. Ruide Electronic Industrial Co., Ltd, Foshan 528300, China;

2. School of Information Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China;

3. Shenzhen Branch of Guangdong Scihead IP Group, Shenzhen 518031, China)

**Abstract:** In order to further improve the intellectualized and convenient of the household life, an embedded intelligent household control terminal was designed. The terminal was based on ARM7TDMI embedded processor LPC2214 of NXP company, integrated different control and state display interfaces of home appliances in a body, the RF module were expanded to achieve the construction of wireless network. This terminal can not only switch the control interfaces of home appliances and choose or control one of the functions in the corresponding control interface through the keyboard along with the corresponding voice prompt, but also receive control commands from the control software of home appliances that installed in the PAD or intelligent mobile phone through the Wi-Fi module, ultimately achieving the purpose of the control of home appliances. At the same time, if one of the states of a particular home appliance has been changed, it can timely feedback to the control terminal, PAD or intelligent mobile phone so that to update the current state of the display. This plan solved the problem of real-time monitoring of the state and the functions of remote control for the home appliances. The experimental results show that, the control terminal has the characteristics of light and handy, high control precision and high speed, is very appropriate for application in intelligent household system.

**Key words:** LPC2214; control terminal; Wi-Fi module; RF module

## 0 引言

由于信息化的普及和人们生活水平的不断提高, 家庭中的信息家电、通信终端等产品越来越多, 使用管

理它们也变得越来越麻烦。随着计算机技术、通信技术和网络技术的发展, 尤其是物联网概念的提出, 家电的网络化日益受到重视, 智能家居逐渐成为未来家居

收稿日期: 2013-05-17

修回日期: 2013-08-23

网络出版时间: 2014-01-08

基金项目: 广东省教育部产学研结合项目 (2011B090400198)

作者简介: 廖中原 (1983-), 男, 研究方向为基于 ARM 嵌入式的智能家庭中控系统; 骆德汉, 博士, 教授, 博导, 研究方向为嵌入式控制系统及仿生嗅觉。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140108.0813.011.html>

生活的发展方向。智能家居不仅能给用户 提供安全、健康和舒适的生活环境,而且用户可以对家居中的家电进行远程遥控和状态的实时监控。

文中正是基于这个目的,提出了一种基于 LPC2214 的嵌入式智能家居控制终端,它通过 RF 无线模块将智能家电组成一个无线网络,为操控家电提供更大的灵活性、流动性。采用无线技术也更符合家庭网络的简洁性、扩展性和独立性的要求<sup>[1]</sup>。它把日常家居所要用到的遥控和终端设备集于一体且轻巧便携,使得家居生活变得简单化和方便化。同时,它亦可通过 Wi-Fi 模块与平板电脑或者智能手机通信,使得用户可以通过安装在平板电脑或智能手机 Android 系统下的家电控制软件对家电进行组织管理、操控和状态监控。更加使得家居生活简单舒心、轻松便捷和充满乐趣。

1 智能家居控制终端的总体设计和工作流程

1.1 智能家居控制终端的总体设计

智能家居控制终端是家庭智能化的核心设备,它通过各种协议转换模块和组网方式实现各项功能。由于它可以蓄电池供电且轻巧便携,所以它既可以作为整个智能家居系统的遥控器和家电状态监控器,又可以作为一个中央媒介解释器,帮助平板电脑或智能手机实现家电的遥控和状态的监控。如图 1 所示,该智能家居控制终端以处理器 LPC2214 为核心,主要包括控制按键模块、液晶显示模块、无线 RF 模块、Wi-Fi 模块、JTAG 调试模块、语音提示模块、电源模块以及外部存储模块,共计 8 个模块<sup>[2]</sup>。由于该智能家居控制终端采用了两种通信技术,为保证数据流流向的正确性以及数据的准确性,该智能家居控制终端分别对 Wi-

Fi 模块通信和无线 RF 模块通信设计了相应的通信协议和控制命令标准。

1.2 智能家居控制系统的工作机理

如图 1 所示,当通过家电选择按键进行界面切换,并最终选择了某一款家电的功能控制界面后,就可以通过功能选择按键及该家电控制界面上的功能选项提示来选择家电将要执行的操作<sup>[3]</sup>。当功能选择或定时、定温等设置完毕,就可以通过触动发送按键,将该家电设定功能所对应的协议编码发送给控制终端的 RF(主)模块,控制终端的 RF(主)模块再经过相应的数据处理、打包等操作,把数据编码通过无线发送给家电网络,家电网络中各家电的控制其上都扩展了 RF(从)模块,它们通过接收 RF(主)模块下发的无线数据,并经过判断是广播消息还是对应自己的功能操作来执行相应的状态改变。

当然,用户也可以把智能家居控制终端作为一个网关,使用带有 Android 系统并安装了智能家居控制软件的平板电脑或者是智能手机进行遥控。这样既方便又快捷,而且控制界面更加人性化、美观和生动逼真。当触动平板电脑或者是智能手机上家电控制界面对应功能的虚拟按键后,便会通过其自带的 Wi-Fi 模块下发对应功能的编码命令,控制终端通过 Wi-Fi 模块接收相应的控制命令编码后,在其内部进行数据处理和协议转换再发送给 RF(主)模块<sup>[4]</sup>,在 RF(主)模块中再经过协议转换和数据处理等操作后通过无线发送给家电网络,并最终实现对家电的遥控。

若任何一款家电的状态发生了改变,也会及时地通过 RF(从)模块把信息反馈给 RF(主)模块,再经过内部数据流导向和处理在控制终端上更新显示。同时,也会经过协议转换后通过 Wi-Fi 模块把最新的状

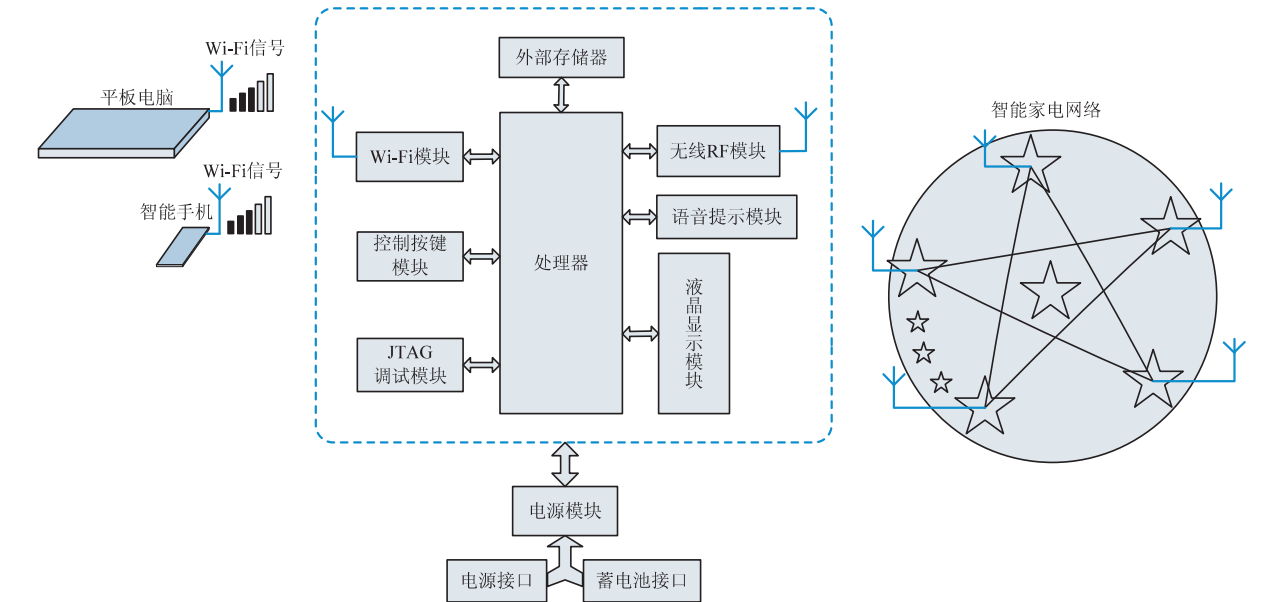


图 1 智能家居控制终端总体架构图

态反馈给平板电脑或智能手机进行状态更新。这样一来就实现了家电控制器集中管理、控制器位置不受约束、灵活多变、家电状态实时监控的目的<sup>[5]</sup>。

## 2 智能家居控制终端硬件平台的设计

智能家居控制终端所涉及到的硬件部分主要包括主控芯片 LPC2214、无线 RF 模块、Wi-Fi 模块、电源模块、液晶显示模块、语音提示模块、控制按键模块、外部存储模块等<sup>[6]</sup>。对主要模块的硬件组成以及通信机制介绍如下。

### 2.1 主控芯片

该智能家居控制终端的主控芯片选用 LPC2214 微控器,它是 NXP(恩智浦)公司生产的基于实时仿真和跟踪的 16/32 位的 ARM7TDMI 内核的 ARM 处理器,共 144 个管脚,片内 128 位宽度的存储器接口和加速器结构可实现高达 60 MHz 的操作频率,拥有 256 kB 的高速片内 FLASH 存储器和 16 kB 的 SRAM,并且提供了丰富的接口资源,包括 2 个 16C550 工业标准 UART 异步串行接口、1 个高速 I<sup>2</sup>C 接口(400 kbps)、2 个 SPI 串行外设接口及 112 个 GPIO 口。此外芯片提供空闲和掉电两种低功耗模式。由此可以看出,LPC2214 高性能、低功耗、接口资源丰富的特点非常适合在基于网络的智能家居控制终端中应用。

### 2.2 RF 模块

RF 模块主要由 PIC16F726 单片机和高度集成的单芯片低功耗、多频段 FSM 收发器 SI4421 组成。SI4421 是一个设计灵活、低成本、高集成度且在生产中无需统调的产品,所需要的 RF 功能都集成化,外部仅需要一个晶振和几颗退耦电容即可工作。而它的自动频率控制特性允许使用低精度晶振(低成本),使整个

无线 RF 模块的成本降到最低。它全集成的数字数据处理特性极大地减轻了微处理器的控制负担。PIC16F726 拥有高达 16 MHz 的高精度内部晶振,内部有 8 kB 的 FLASH 和 368 B 的 RAM,2 个 8 位定时器和 1 个 16 位的定时器,1 个 SPI 同步串行口。主控芯片 LPC2214 与 RF 模块中 PIC 单片机通过 SPI 通讯,PIC 单片机与 SI4421 通过模拟 SPI 通讯。

### 2.3 Wi-Fi 模块

Wi-Fi 模块选用的是 WIZ610wi,最大可达到 25 Mbps 的数据流传输,频率范围为 2.412 ~ 2.485 GHz,支持接入点、客户端、网关服务器及串口到无线的应用,提供 RS-232C 或以太网到 IEEE802.11b/g 的无线通信的桥梁。任何具有 RS-232C 接口和以太网接口的设备都可以很容易地建立起无线网络,实现远程管理和控制。智能家居控制终端通过串口(UART)与 Wi-Fi 模块进行通信,接收来自平板电脑或智能手机的控制命令编码并实时反馈家电的最新状态进行状态显示更新。

### 2.4 语音提示模块

语音提示模块选用 ML22420 作为 DA 转换器,还包括播放控制、音量调节、功耗控制等功能,W25X64 作为语音信息存储芯片,LM386 作为功放。首先把编辑好的语音文件烧录到 W25X64 里面去,待需要进行语音播报时 LPC2214 通过 SPI 通讯把播放命令发送到 ML22420,ML22420 解释命令后,通过 SPI 通讯提取 W25X64 里面的语音信息,然后在 ML22420 内部作 DA 转换还原出语音波形输入到 LM386 里面去作功率放大,LM386 输出到喇叭以实现语音播报,使智能家居控制终端的信息提示及报警状态可以更直观地表现出来。原理图如图 2 所示。

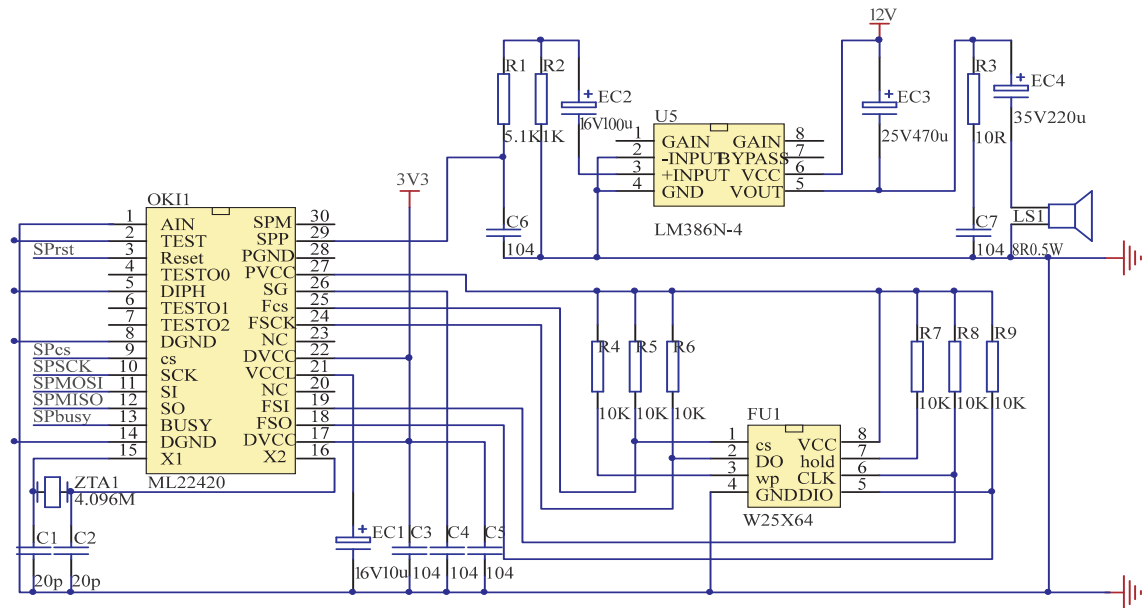


图 2 语音提示模块原理图

3 智能家居控制终端软件平台的设计

3.1 智能家居控制终端软件总体工作流程

用户既可以通过智能家居控制终端上的家电控制界面及相应的功能语音提示,实现对家电子设备的遥控和状态的实时监控,又可以把智能家居控制终端当成一个无线网关,通过 Wi-Fi 协议与无线 RF 通信协议的转换,实现平板电脑或者智能手机等基于 Android 系统的手持设备对家电子设备的集中管理<sup>[7]</sup>。具体的软件实现流程如图 3 所示,在完成了 LPC2214 芯片相关功能外设的初始化工作后,便会每隔 1 ms 循环判断并执行相关功能函数。首先,判断是否需要更新上一轮的液晶显示内容及相关家电产品功能控制界面的显示动画。其次,判断是否有相应功能的按键操作,若有则通过按键逻辑处理函数记录该按键所代表的相应功

能的无线控制编码并把它传递给无线发送函数,无线发送函数再通过判断该无线控制编码是广播消息还是私有家电电子设备功能控制编码来执行对应的功能操作。再次,无线接收函数通过判断控制终端是否收到了家电电子设备反馈的状态信息编码,若控制终端判断接收到的家电电子设备的状态反馈信息与原始对应状态信息对比后有不同,则设置液晶显示标志位和 Wi-Fi 显示更新位,以便及时地进行液晶显示的更新<sup>[8]</sup>。若未收到家电电子设备的状态反馈信息,则持续发送直至 6 s 仍未收到反馈信息,便可判定该家电电子设备离线。最后,再通过 Wi-Fi 发送函数,把最新的家电电子设备状态信息显示更新,并通过 Wi-Fi 接收函数,继续判断接收平板电脑等手持操控设备是否下发控制命令编码,以便及时操控相应的家电电子设备<sup>[9]</sup>。

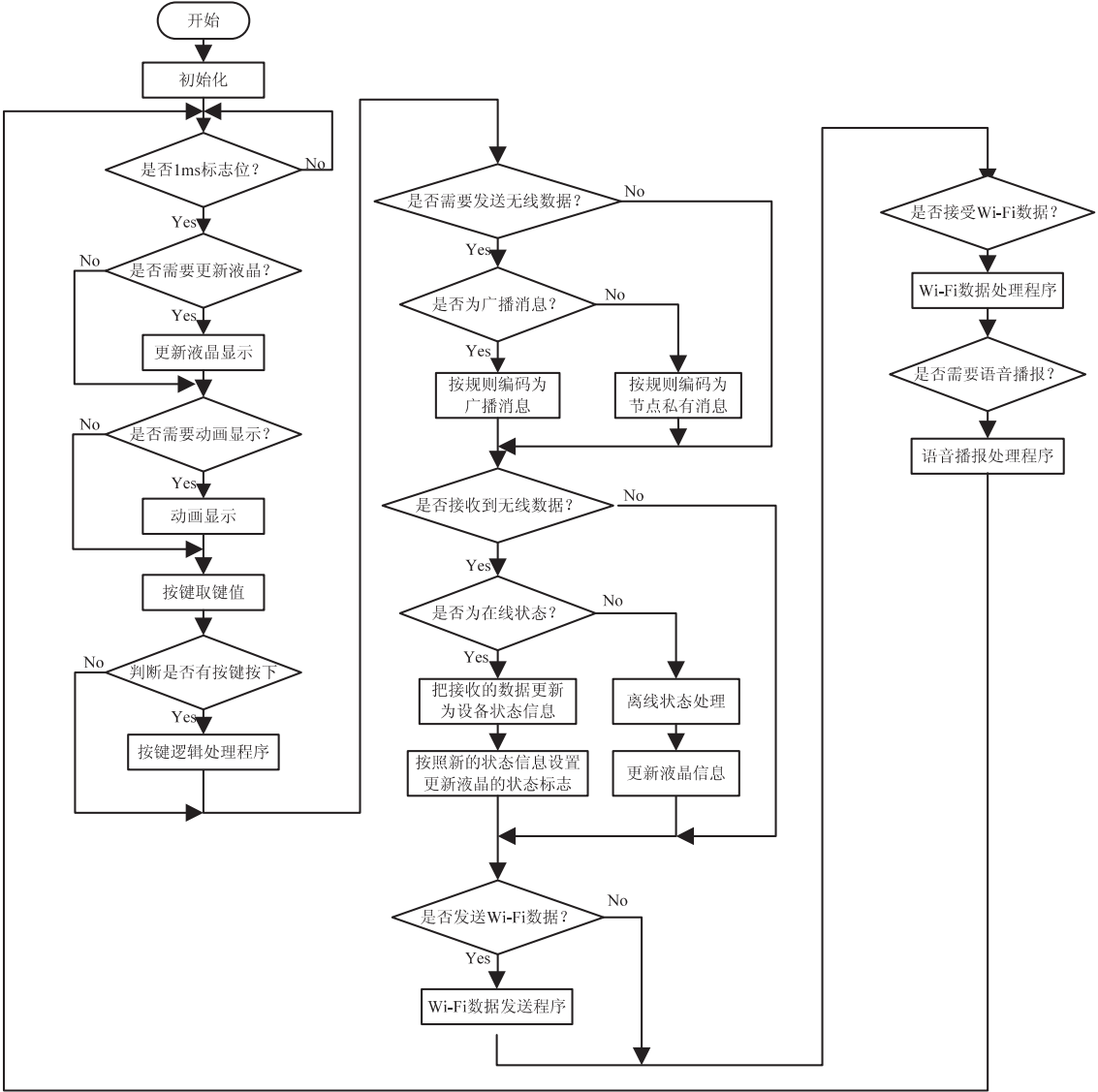


图3 智能家居控制终端软件总体流程图

3.2 RF 模块软件总体工作流程

如图 4 所示,RF 模块中的 PIC16F726 单片机通过 SPI 通讯接收到由主控芯片 LPC2214 发送过来  $N$  款家

电( $N$  为具体参与组网的家电数目) 的  $N * 10$  Byte 的数据包,这  $N * 10$  Byte 的数据包中包含了这  $N$  款家电的消息体类型和产品功能等重要信息。RF 模块的 SPI



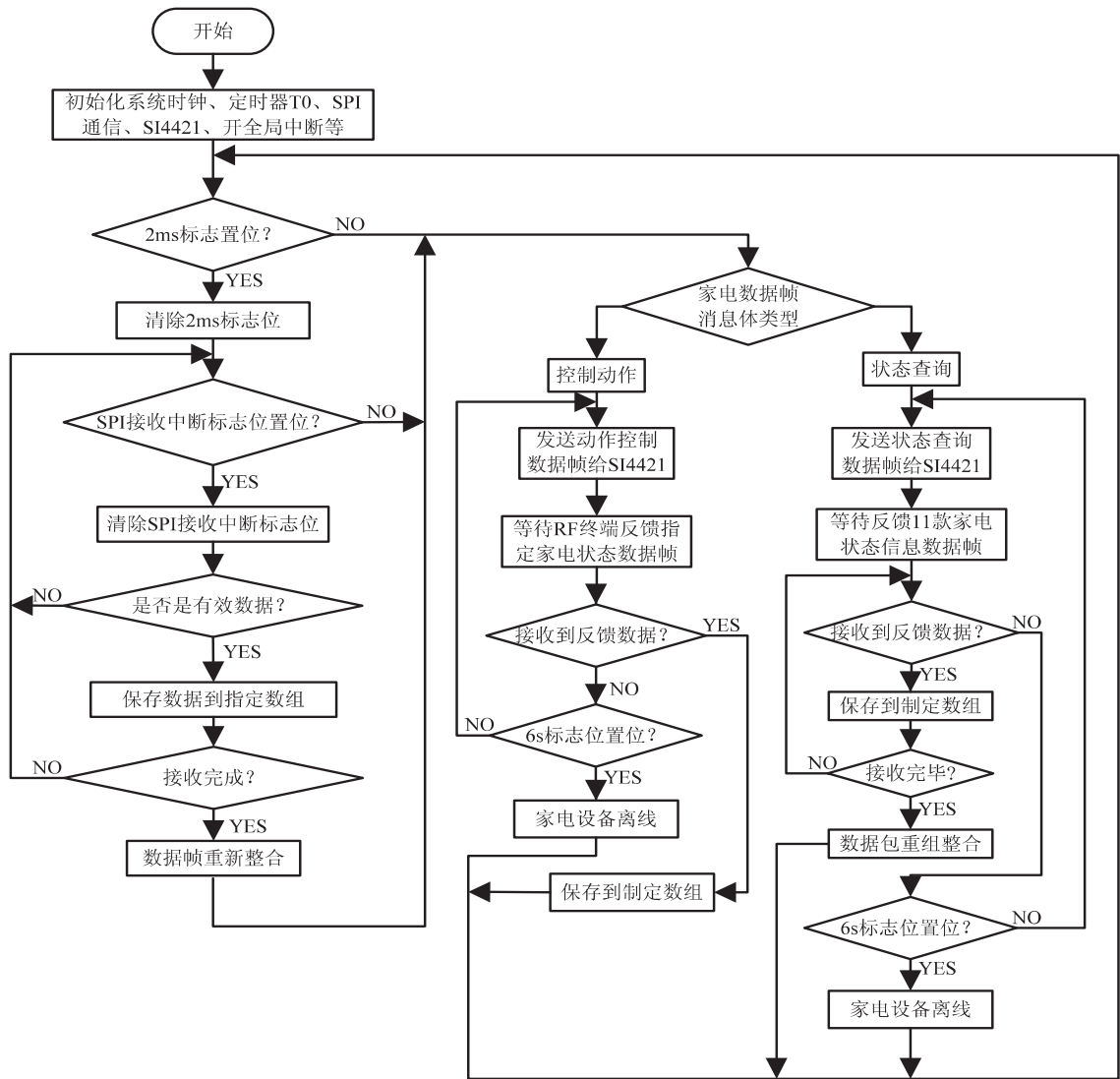


图 4 RF 模块程序流程图

通讯协议规定,家电信息编码的消息体类型为“11”代表将要家电进行操控,消息体类型为“00”表示对家电的状态信息要进行查询<sup>[10]</sup>。同时,由于在实际使用智能家居控制终端过程中,每次只能针对某一款具体的家电进行操作,所以协议明确规定,这  $N$  款家电的数据包中,每次最多只能有一款家电的消息体类型为“11”,其余的全部为“00”。RF 模块对接收到的这  $N$  款家电的数据包进行循环判断,确定具体是哪一款家电的消息体类型为“11”,并保留这 10 Byte 数据,数据包中其余数据全部舍弃。再判断留下的这款家电数据编码的产品编号是否是“0XFF”,若是则证明这 10 Byte 是用来控制整个家电网络全开全关的,若产品编号为其他编号,则证明该 10 Byte 是用来控制某一款具体的家电的<sup>[11]</sup>。

经过上述处理后,PIC16F726 单片机将协议数据包通过模拟 SPI 通讯发送给 SI4421,进而发送到家电无线网络中。若该 10 Byte 数据是用来控制某一款家电的,那么通过无线发送后,RF 模块将等待该家电把

它的最新状态反馈回来,以便证明该款家电接收控制命令成功。否则,RF 模块将持续地向家电无线网络中发送控制数据,直到到达 6 s 时长,即可以证明该家电已经离线<sup>[12]</sup>。若该 10 Byte 是用来控制所有家电的全开或者全关的,RF 模块发送完控制数据后,将要等待这  $N$  款家电的状态反馈,其中某一款家电离线不会影响整个家电网络数据的反馈过程。

4 智能家居控制终端样机

智能家居控制终端样机如图 5 所示。

5 结束语

文中提出了一种嵌入式智能家居控制终端的设计与实现方案,该控制终端采用低功耗的 ARM 处理器 LPC2214 为核心,实现了对家电控制器的集中管理、家电状态的实时监控以及家电的远程遥控。使用该智能家居控制终端将为人们提供舒适、智能、安全的生活环境。实验表明,该控制终端性能稳定、控制灵敏、抗干

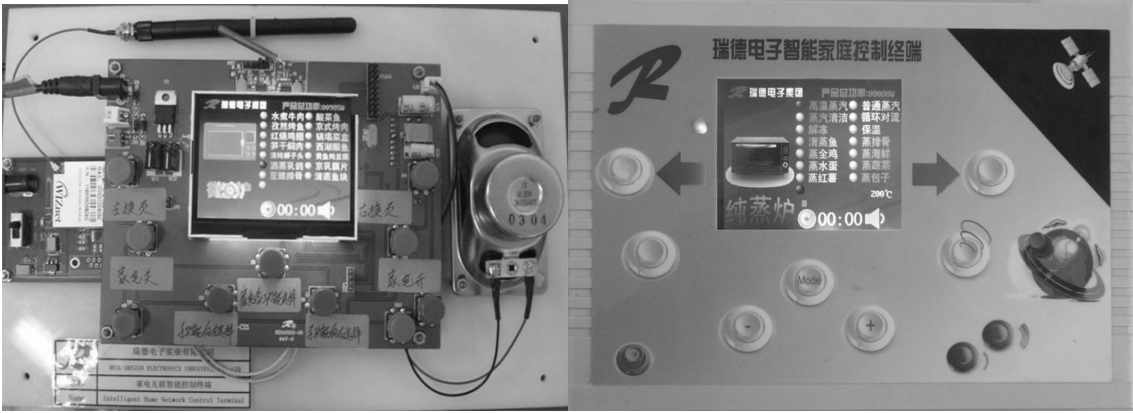


图5 智能家居控制终端样机图

扰性强、扩充能力强,具有很好的通用性,非常适合在智能家居系统中应用。

参考文献:

[1] Dinda P A,O'hallaron D R. Host load prediction using linear models[J]. Cluster computing,2000,3(4):265-280.

[2] 满莎,杨恢先,彭友,等. 基于ARM9的嵌入式无线智能家居网关设计[J]. 计算机应用,2010,30(9):2541-2544.

[3] Ranganathan K, Foster I. Simulation studies of computation and data scheduling algorithms for data grids[J]. Journal of grid computing,2003,1(1):53-62.

[4] 张逢雪,王香婷,王通生,等. 基于STM32单片机的无线智能家居控制系统[J]. 自动化技术与应用,2011,30(8):98-101.

[5] Leach J. TBSE: An engineering approach to the design of accurate and reliable security system[J]. Computer & security, 2004,23(1):265-266.

[6] Stepen M. A model of information management for construction using information technology[J]. Automation in construction, 2001(10):22-28.

[7] 谭涛,徐晓辉,黄晓亮,等. 基于ARM-Linux的嵌入式智能家居控制系统的设计[J]. 电子设计工程,2011,19(3):160-162.

[8] 章捷,颜文俊,姚维. 无线家庭网络控制系统的设计[J]. 工业控制计算机,2003(4):40-41.

[9] 黄智伟,唐冬,王彦. 嵌入式智能家居系统网关无线收发模块电路设计[J]. 计算机测量与控制,2004,12(6):572-574.

[10] 金保华,张勇,崔光照. 基于nRF905的无线数据多点跳传通信系统[J]. 仪表技术与传感器,2004(9):39-40.

[11] 秦勃,王琳,邵峰晶,等. 无线嵌入式智能家居环境网关[J]. 计算机应用研究,2006,23(6):239-241.

[12] 秦宏武. 一种智能家居无线网关系统的研究与实现[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2005.

(上接第171页)

[3] 司祯祯. 傅里叶变换与小波变换在信号去噪中的应用[J]. 电子设计工程,2011,19(4):155-157.

[4] 汪丽,柯熙政,倪广仁. 基于小波变换的脉冲星弱信号的去噪方法研究[J]. 天文研究与技术(国家天文台台刊), 2008,5(1):49-54.

[5] 谢加华,王振力. 基于级联离散小波变换的信号去噪方法研究[J]. 传感器与微系统,2006,25(10):16-18.

[6] Kingsbury N G. The dual-tree complex wavelet transform: A new technique for shift invariance and directional filters[C]// Proc of 8th IEEE DSP workshop. Utah: [s. n. ],1998.

[7] 贺新生,杨朝惠,赵春花,等. 基于MAP估计双树复小波的电能质量扰动信号去噪方法[J]. 纤维素科学与技术, 2012,20(1):33-38.

[8] 钟庆新,夏利民. 一种基于双树复小波变换的图像融合方法[J]. 计算机工程与应用,2008,44(24):184-187.

[9] 龚卫国,刘燕飞,杨利平,等. 2D双树复小波与判别共同矢量结合的人脸认证[J]. 计算机工程与应用,2011,47(13):191-194.

[10] 孙延奎. 小波变换与图像、图形处理技术[M]. 北京:清华大学出版社,2012:195-198.

[11] Kingsbury N. Shift invariant properties of the dual-tree complex wavelet transform[C]//Proc of international conference on acoustics, speech, and signal processing. [s. l.]: IEEE, 1999:1221-1224.

[12] Kingsbury N. Complex wavelets for shift invariant analysis and filtering of signals[J]. Applied and computational harmonic analysis,2001,10(3):234-253.

[13] 苏哲. X射线脉冲星导航信号处理方法和仿真实验系统研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2011.

[14] 朱晓明,廖福成,唐远炎. 基于小波分析的脉冲星信号消噪处理[J]. 天文学报,2006,47(3):328-335.

基于LPC2214的嵌入式智能家居控制终端的设计

作者：

[廖中原](#)，[王超](#)，[骆德汉](#)，[李智敏](#)，[高桂丽](#)，[LIAO Zhong-yuan](#)，[WANG Chao](#)，[LUO De-han](#)，[LI Zhi-min](#)，[GAO Gui-li](#)

作者单位：

[廖中原, LIAO Zhong-yuan\(瑞德电子实业有限公司, 广东 佛山, 528300\)](#)，[王超, 骆德汉, 李智敏, WANG Chao, LUO De-han, LI Zhi-min\(广东工业大学 信息工程学院, 广东 广州 , 510006\)](#)，[高桂丽, GAO Gui-li\(广东三环知识产权深圳分公司, 广东 深圳, 518031\)](#)

刊名：

[计算机技术与发展](#)

ISTIC

英文刊名：

[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：

2014(3)

本文链接：[http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjtz201403043.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201403043.aspx)