

基于 nRF9E5 的智能家居控制系统

an Intelligent Home Control System Based on nRF9E5

姜海旭

Jiang Haixu

(空军西安军械修理厂, 陕西 西安 710611)

(Xi'an Maintenance Factory of the Air Force Armament, Shanxi Xian 710611)

摘 要:该文介绍了以 MCU、内嵌 8051 的 RF 收发芯片 nRF9E5 为核心,通过远程指定电话控制,由 DTMF 集成电路 MT8880、语音录放芯片 ISD4001 和 RF 收发芯片 nRF905 等芯片组成的智能家居系统,并给出了该系统主机和分机的基本原理以及设计方案。

关键字: nRF9E5 ; RF ; MCU

中图分类号: TP273

文献标识码: B

文章编号: 1671-4792-(2007)9-0015-03

Abstract: Introduced the core used of MCU control nRF9E5 RF transmitter and receiver chip which embedded a 8051. Through the long-distance designated telephone control the Intelligent Home system, which is composed of DTMF IC MT8880, voice recorders and plays IC ISD4001 and RF transmitter and receiver chip nRF905 and so on, and gives the rationale and design blue print of the mainframe and extensions.

Keywords: nRF9E5; RF; MCU

0 引言

随着近些年来国民经济水平的不断提高,使得人们在工作之余越来越重视生活质量。生活环境现代化、舒适化、安全化逐渐被人们所提出,特别是近些年来计算机技术、通信技术、网络技术、控制技术的迅猛发展与提高,使得这些设想成为可能。智能家居设备控制系统也正是在这种形势下应运而生的。

1 智能家居控制系统概述

智能家居控制系统是以公共电话网、无线网为传输介质,通过微处理器控制技术,构成一个集家庭设备控制、家庭安全防范等功能于一体的控制系统。

家居设备控制系统通常由系统主机、家庭设备控制器、通讯器、无线收发器、各种探测器、传感器以及各种执行机构等组成。

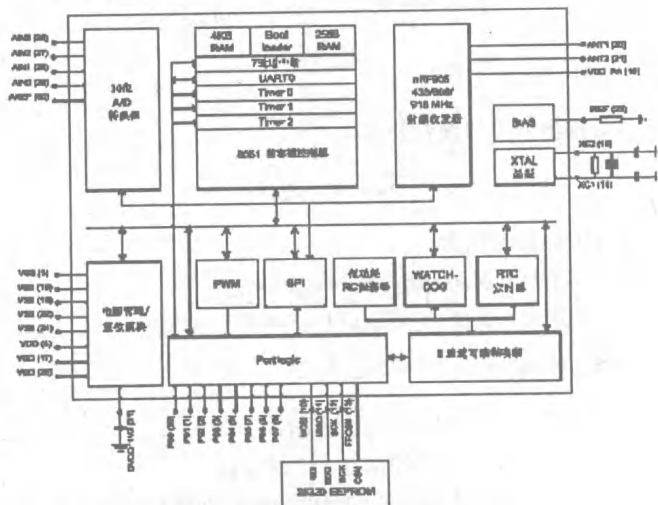
该系统的最终目的是实现家居设备控制的智能化,从而提高生活的舒适度、安全度。

2 系统工作原理

本系统是基于nRF9E5为核心的控制系统,工作时通过手机或固定电话对居室固定电话进行呼叫,无人接听后系统根据来电号码进行判断接通,在系统内部预先编辑好语音转接模块(如功能1对应1号键;功能2对应2号键等)对所需功能进行选定后,系统便进行对应操作。具体功能包括:家电控制、安全监控等。

3 nRF9E5 简介

nRF9E5 是 Nordic 公司推出的射频发射芯片, 内嵌 8051 兼容微控制器、RF 收发器和 4 通道 10 位 A/D 转换器, 工作频率为 433/868/915MHz。该芯片采用 1.9V ~ 3.6V 单电源供电, 32 脚 QFN 封装 (5 × 5mm), 发射功率为 10dBm, 接收灵敏度 -100dBm, 在低功耗时电流仅 2.5 μA, 特别适合采用电池供电, 适用于无线键盘、无线电话、无线耳机、工业无线传感器、遥控器和无线报警器等, 其内部结构见图一。

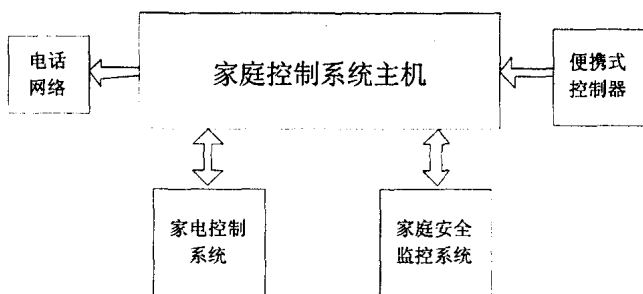


图一 nRFQE5 内部结构框图

4 基于 nRF9E5 的家居控制系统设计

4.1 控制系统总体结构

该系统主要由四部分组成：控制主机、家电控制、家庭安全监控以及便携式控制器（见图二）。系统通过固定电话实现远程智能控制，各系统之间由 nRF9E5 通过 RF 进行控制和信息传递。需要注意的是利用 nRF9E5 时要选择干扰较小的频段。为了更好的抗干扰，可以利用 nRF9E5 内嵌的 8051 发生跳频码控制内嵌的 nRF905 进行跳频通信。系统功能的实现主要依赖于程序控制，程序编制以对各模块的驱动为主导思想，主要包括无线数据传输程序、DTMF 编解码程序、语音录制程序、串行通讯程序、中断控制程序、来电号码检测与摘挂机控制程序等。



图二 系统总体结构框图

4.2 控制系统主机结构

本系统以 MCU 为核心，利用有来电显示功能的固定电话网对外围分机以及外围声光报警模块进行远程控制（见图三）。包括以下几部分模块：

(1) 来电显示电话数据识别模块。功能主要是对来电号码和用户控制指令进行识别。在 MCU 中预置好可对系统进行控制的电话号码：如用户手机号码，利用 DTMF 双向收/发集成电路 MT8880 进行电话识别。MT8880 是一种带有 CPU 接口的 DTMF（双音多频）发送/接收芯片，可与微处理器或单片机直接接口。本模块中 MT8880 主要起到了两种作用。一种作用是利用来电显示功能的电话原理读取来电号码。由于电话振铃信号以 5 秒为周期，即 1 秒振铃，4 秒空闲，在振铃之后的 4 秒空闲时间，线路中传递携带有来电号码的信息，这样 MT8880 就可以对来电号码进行解码。第二种作用是在用户对主机操作按键时，MT8880 可以对 DTMF 送来的按键信息进行解码并送入 MCU。在对 MCU 与 MT8880 的接口程序设计时只需模拟 MT8880 的控制时序，用指令对 I/O 口进行读写操作，控制芯片内部 CRA、CRB 等寄存器，从而实现对 MT8880 的发送/接收控制。

(2) MCU 控制模块，这部分是整个系统的核心。它的主要功能是对外部电话控制指令进行翻译处理并把处理的结果送给各分系统，同时将分系统的报警信息反馈给指定用户。每个过程都是由主程序控制各种子程序来实现，子程序实现的功能主要包括：

- ① 对系统各模块能进行初始化；
- ② 当在指定的时间内无人接听电话后，对 MT8880 送来的来电号码进行判断，如果符合预置号码，则摘机；
- ③ 摘机后启动 ISD4001，ISD4001 中录有提示语音（如按“1”键，开灯；“2”键，关灯等），用户根据语音引导进行按键操作，对应按键的 DTMF 通过 MT8880 解码送入 MCU；
- ④ 把对应于 ISD4001 中语音菜单的功能通过 MCU 编入对

应编码，并通过 SPI 接口，将指令数据送传给 RF 收发模块：

⑤ 控制 RF 收发模块 nRF905 的工作模式，数据要发送时，通过 SPI 接口，按时序把接收机的地址和要发送的数据送传给 nRF905 即可，接收时通过 SPI 口，以一定的速率把数据移到 MCU 内；

⑥ 把各分系统反馈的信息经过 MCU 编码后通过 ISD4001 变为语音回传给用户；

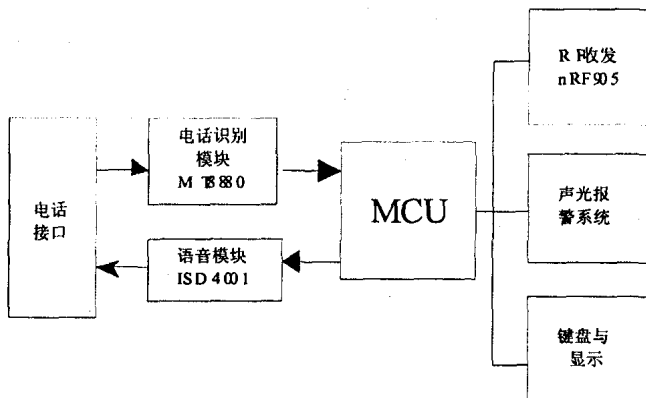
⑦ 当家庭安全监测系统发出警告后，主机 MCU 启动声光报警系统对外报警，并且由主系统拨打指定电话向用户报警；

⑧ 控制摘挂机，通过 MCU 的 I/O 口控制一个继电器的两组常开、常闭接点，使一个 300 Ω 左右的电阻在摘机并入电话线两端，在挂机时将电阻断开；

⑨ 对于键盘与显示程序的设计根据实际情况而定。

(3) RF 收发模块。本模块以 nRF905 为核心，nRF905 片内集成了电源管理、晶体振荡器、低噪声放大器、频率合成器以及功率放大器等模块，曼彻斯特编码/解码由片内硬件完成，无需用户对数据进行曼彻斯特编码，因此使用非常方便。通过简单的收发控制程序，MCU 就可以实现对各个分系统通过 nRF905 进行控制和数据反馈。

(4) 对于键盘、显示模块和声光报警模块，有多种的实现方法，每种方法实现的效果各不相同，可根据实际要求进行配置。



图三 控制系统结构框图

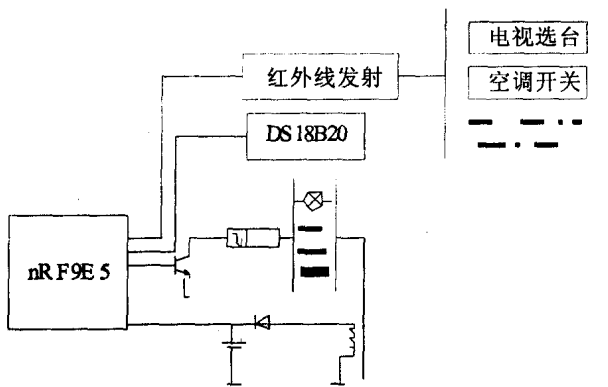
4.3 家电控制分系统结构

家电控制分系统是以 nRF9E5 为核心，通过控制系统主机 MCU 送来的信号对家电进行控制并对主机反馈家电使用情况（见图四）。由于 nRF9E5 内嵌 8051 兼容微控制器、RF 收发器和 4 通道 10 位 A/D 转换器，所以外围电路十分简单而且其耗电量很小，这些都完全适合分系统的设计要求。nRF9E5 收发器通过内部并行口或内部 SPI 口与其它模块进行通信，具有同单片射频收发器 nRF905 相同的功能。根据实际情况我们把家电分为开关控制类和自动控制类。

开关控制类：如电灯、电饭锅等。当控制主机送来开启或关闭信号时，nRF9E5 送出相应的控制信号通过固态继电器对家电进行控制，在系统设计时加入家电工作状态的信息反馈系统，如通过电磁感应线圈监测家电工作电流等。将信号送回 nRF9E5 再由 nRF9E5 送回主机从而实现了家电使用状况的反馈。

自动控制类：如空调、热水器等，这里以空调为例。室

温的检测,利用可提供9位温度读数的DS18B20。DS18B20是美国DALLAS公司生产的“单总线”数字温度传感器,它具有结构简单、体积小、功耗低、无须外接元件、用户可自行设定预警上下限温度等特点。特别是从MCU到DS18B20的温度数据读取仅需要一根外加上拉电阻的数据线就可以实现。通过分系统MCU内预置的温度对空调状态进行控制,空调的物理控制通过红外线实现,红外线发射器可以利用家电自身的编码芯片也可在已知遥控器信号码格式的条件下,通过MCU软件程序,利用判断和查询的方法实现编/解码。



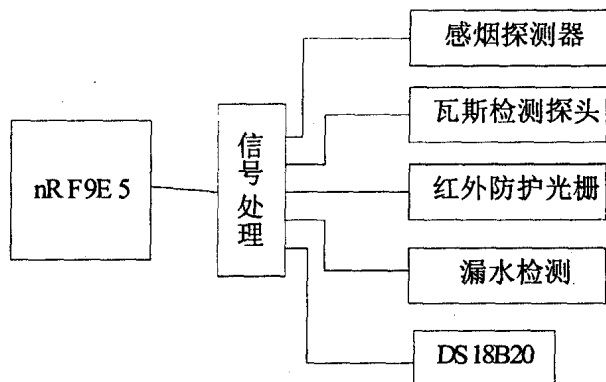
图四 家电控制结构框图

4.4 家庭安全监控分系统结构

家庭安全监控主要针对家庭财产安全以及人身安全,以nRF9E5为核心的系统,通过查询程序,利用各种检测器对家庭环境进行实时检测(见图五)。检测器的种类很多,如:感烟探测器、瓦斯探测器、漏水探测器、红外防护光栅等。上面的各种检测器基本原理都是利用了电桥平衡,如瓦斯检测探头CH217,就是一种单片低压、低功耗、微小信号检测报警的专用电路,瓦斯敏感探头R1与R2、R3、R4接成电桥形式的瓦斯传感器,瓦斯敏感探头R1的阻值随瓦斯浓度增加而线性减少,使电桥输出电压也随瓦斯浓度线性变化,从而完成对瓦斯的检测。漏水与感烟探测器的工作原理也都与之类似。而红外防护光栅就是一种置于窗户两侧,一侧发射红外信号,另一侧接收红外信号的检测装置,在红外线被阻断时产生中断送给nRF9E5,nRF9E5对信息处理后向控制主机进行信息反馈。在使用过程中由随机干扰所引起的误报警,可以利用软件在规定时间内求取均值的方法来解决。由于各种检测器送出的信号强度和方式不同,所以应在检测器与MCU之间增加处理电路,以适应MCU对输入信号的要求。

4.5 便携式控制器结构

便携式控制器在这套系统中起到了画龙点睛的作用,它相当于一个万能的设备遥控器,简单的说就是把主系统中的键盘与显示部分独立出来,通过对nRF9E5内嵌的8051编程来实现。由于是遥控设备,所以我们需要考虑体积和功耗问题。nRF9E5采用QFN封装大小只有5×5mm,而且片内



图五 安全监控结构框图

又集成805,所以整体电路的体积完全可以满足设计要求。在功耗方面nRF9E5提供了低功耗工作模式,而且通过软件可以实现nRF9E5对发射功率的自适应控制。显示系统可以利用单色LCD,从而解决功耗的问题。

5 系统的扩展设计

由于家用电器的不断增加,所以系统就要实时进行升级。对于软件的升级,nRF9E5预留了程序下载口,方便于刷新系统软件,而升级的方法除了利用直接在MCU上升级也可以利用固定电话的音频进行升级,使用时通过由MT8880和ISD4001组成的语音菜单,选择升级系统功能,系统将自动把携带升级数据的DTMF信号写入MCU中。对于主机硬件的升级,主要是随着微处理器技术的不断发展进行更新,而对分系统来说主要是功能的扩展。为了实现功能的快速扩展,就需要将分系统模块化,这样在使用时只需直接接入外围设备并通过对设备相对应的功能进行简单的程序配置就可实现扩展。

6 结束语

现在的生活中已经出现了越来越多的智能化家电和建筑,这些都预示着智能化家居生活已经离我们不再遥远。随着集成化多功能元件的快速发展,智能化家居系统将会使我们的生活变得更加方便与舒适。

参考文献

- [1] 胡宴如. 高频电子线路[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [2] 张会生, 陈树新. 现代通信系统原理[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [3] 挪威Nordic公司.nRF9E5简介.
- [4] 陈曦. 智能家居控制系统的设计与实现.
- [5] 袁幼哲. 浅谈智能家居控制系统设计.

作者简介

姜海旭, 空军西安军械修理厂。