

一种新型智能空调遥控器^①

孙克辉¹, 叶正伟¹, 贺少波¹, 张志强²

¹(中南大学 物理与电子学院, 长沙 410083)

²(深圳市中联通电子有限公司, 深圳 518067)

摘要: 为了解决空调遥控器不兼容问题, 设计了一款基于 Atmega16 单片机的智能空调遥控器。该遥控器采用测量脉冲宽度的方法学习红外信号, 同时使用游程编码算法对数据进行压缩后存储, 并利用单片机内部定时器 PWM 模式产生红外载波, 成功实现了对红外遥控的学习与再现, 并可通过上位机进行控制。经运行测试表明, 该智能遥控器操作灵活, 性能稳定, 为智能遥控器设计提供了一种新方案。

关键词: 红外学习; 智能遥控; Atmega16 单片机; 游程编码

New Intelligent Air-Conditioning Remote Controller

SUN Ke-Hui¹, YE Zheng-Wei¹, HE Shao-Bo¹, ZHANG Zhi-Qiang²

¹(School of Physics and Electronics, Central South University, Changsha 410083, China)

²(Zhongliantong Electronics Corporation Limited, Shenzhen 518067, China)

Abstract: In order to solve the problem that air conditioning remote controllers are not compatible, in this paper, an intelligent air conditioning remote controller is designed based on Atmega 16. In the remote controller, the method of measuring pulse width is employed to learn infrared signals, and the RLE compression algorithm is applied for data storage. Infrared carrier is generated through PWM mode based on the internal timer of SCM. The remote controller successfully achieves the learning and reproduction functions, which could be controlled via PC. The running test results show that the system is flexible and stable. It provides a new scheme for designing an intelligent remote controller.

Key words: infrared learning; intelligent remote controller; Atmega 16 SCM; run-length encoding

1 引言

近年来, 计算机技术、现代通信技术和自动控制技术高速发展, 智能化家居系统也随着新技术的发展进入了千家万户, 家居系统中如空调、电视、照明系统等, 都使用遥控器进行控制^[1]。红外线遥控器由于具有结构简单、体积小、功耗低、功能强、成本低等特点^[2], 已成为使用最广泛的一种遥控方式。然而, 由于各种红外设备采用的技术标准与协议大不相同, 使得各种设备的遥控器并不能兼容, 给用户和消费者带来了诸多不便。

目前, 市场上已有的万能遥控器^[3-6]多是内置了多种品牌的红外控制指令, 对内置品牌以外的红外设备则无能为力。为此, 本文设计了一款针对空调设备的智能学习型红外遥控器, 采用记录

脉冲宽度的方法, 成功实现了对多种红外空调遥控信号的学习与再现, 真正实现了“万能”。本文在阐述了系统的总体结构及硬件设计的基础上, 详细研究了系统学习, 发送及通信功能的软件设计与实现。

2 系统总体结构与硬件设计

系统采用模块化设计, 各模块通过接口电路与主控芯片相连。主要模块有: 矩阵键盘, 液晶显示, 存储模块, 红外发送模块, 红外接收模块, RS232、RS485 通信模块, 以及温度检测模块。系统结构图如图 1 所示。

系统以 Atmega16 单片机作为主控芯片, Atmega16 具有 16K 字节的系统内可编程 Flash, 512 字节 EEPROM, 1K 字节 SRAM, 32 个通用 I/O 口线, 32 个

① 收稿时间:2011-11-21;收到修改稿时间:2011-12-22

通用工作寄存器，用于边界扫描的 JTAG 接口，支持片内调试与编程，三个具有比较模式的灵活的定时器/计数器 (T/C)，片内/外中断，可编程串行 USART，有起始条件检测器的通用串行接口，8 路 10 位具有可选差分输入级可编程增益的 ADC，具有片内振荡器的可编程看门狗定时器，一个 SPI 串行端口，以及六个可以通过软件进行选择的省电模式。该芯片功能强大，满足系统设计需要并提供了充分的扩展空间。主控芯片使用 8MHz 的晶振，晶振电路靠近主控芯片，尽量减少输入噪声。复位电路采用低电平复位。

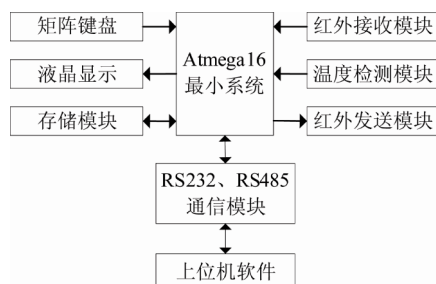


图 1 系统结构图

矩阵键盘采用 3*3 的设计，设置了 8 个功能键，方便用户进行手动操作。其中单独设计了一颗模式切换键，可在学习、发射、通信模式中切换。为了实现学习功能，红外接收模块使用了一体化接收头 NB1838，其光电检测和前置放大器集成于同一封装，中心频率为 37.9KHz。NB1838 的环氧树脂封装结构为其提供了一个特殊的红外滤光器，对自然光和电场干扰有很强的防护性。NB1838 对接收到的红外信号进行放大、检波、整形，并调制出红外编码，得到 TTL 波形，反相后输入单片机，再由单片机进行进一步的处理，存储到 EEPROM 中，接收电路如图 2 所示。

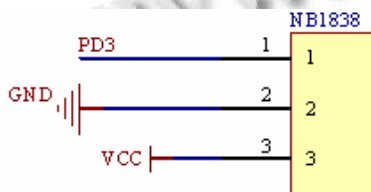


图 2 接收硬件电路图

考虑到系统需要的存储空间比较大，设计了单独的存储模块，选用的 EEPROM 是 AT24C64，它提供了 8KB 的容量，通过 IIC 协议与 Atmega16 TWI 接口通信，将学习到的红外指令存储在此，掉电不丢失。

在发射模式下，系统从 EEPROM 读取相应数据信息，利用三极管 9013 组成的放大电路，通过大功率红外发射管将调制好的红外信号发射出去。发射电路如图 3 所示，非发送状态时，三极管工作在截止状态，红外发射管不工作，有利于降低功耗以及延长红外发射管的使用寿命。经实际测试，发射距离可达到 10m 左右。

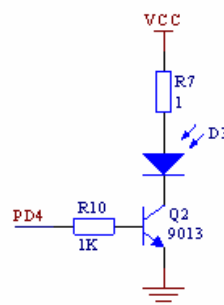


图 3 发射硬件电路图

通信模式中，系统通过 RS232 电路与上位机通信，在与上位机通信时使用 DS18B20 反馈温度信息，DS18B20 一线总线设计大大提高了系统的抗干扰性，独特而且经济。系统还增加了 RS485 模块，便于组网，以实现对多个红外设备进行控制。RS485 在组网时只需要用一对双绞线将子设备的“A”、“B”端连接起来，这种接线方式为总线式拓扑结构，在同一总线上可挂接多个结点，连接方便。

为了增加设备的实用性，系统设计了两个电源方案，一个是直接接入 5V 直流电源，一个是接入 12V 直流电源，然后通过 L7805 构成的变压电路降压为 5V 使用。

3 系统软件设计与实现

系统程序主要分为三个部分：学习模式，发送模式以及通信模式。当第一次进入系统时，初始化设置设备地址，然后设置通信的波特率，提供 1200、9600 以及 19200 三种选择。系统主程序即在三个模式间切换，默认进入通信模式，可以通过模式切换按键改变模式，也可以通过上位机直接更改。出于系统的稳定性需要，在程序中加入了软件看门狗，防止程序“跑飞”。

3.1 学习功能设计

3.1.1 学习模式

红外遥控器的码型多样，编码一般包括：帧头、系统码、操作码、同步码、帧间隔码、帧尾，且同步

码与帧间隔码出现的位置不固定，因此码型格式灵活多变，很难区分各种码型的编码含义；各个红外遥控的编码长度不尽相同，发送方式也多种多样，最常用的有三种：完整帧只发送一次、完整帧重复发送两次、先发送一个完整帧，后重复发送帧头和一个脉冲。面对如此多样化的编码方式，如果区分每种编码的含义进行学习，学习的复杂度将会很高，并且通用性也会受到影响。所以，为了避开各色码型的干扰，系统在学习时并不关心码型数据的实际意义，只记录脉冲的时间宽度。系统主要针对载波频率为 38KHz（周期为 26us）的红外遥控器，利用变量 IR_time 记录接收到的脉冲宽度。学习程序流程如图 4 所示。

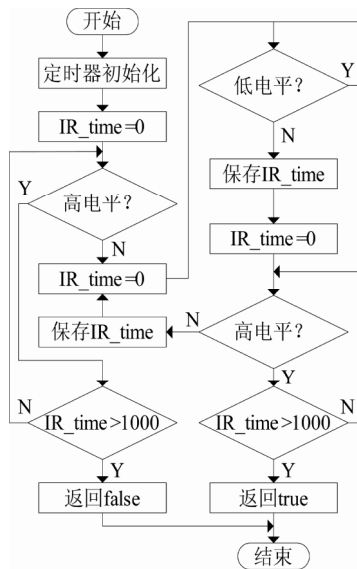


图 4 学习程序流程图

3.1.2 压缩存储

由于不考虑具体的码型数据意义，只记录脉冲的宽度，系统的学习功能通用性得到了提高，但这种学习方式学习到的数据量很大，对存储的要求就变得很高。尽管系统针对存储的大容量需求设计了单独的存储模块，但考虑到应在不增加硬件开销的情况下保证足够的存储容量，以及满足未来扩展的需要，在进行数据存储时，采取了数据压缩技术。

从学习到的电平数据可以发现，无论数据是 1 还是 0，都有相同时长的电平出现，这符合游程编码的特点。游程编码是一种简单的非破坏性资料压缩法，其好处是加压缩和解压缩都非常快，其方法是计算连续出现的资料长度压缩之。比如：一张二值图像的数

据为：

WWWWWWWWBWWWWBBBWWWWWW
WWBWWWWWW

使用游程编码压缩可得：8W1B4W3B7W1B 5W。可见，压缩效率极高，且可避免复杂的编码和解码运算。所以，在存储时，系统对学习到的数据进行游程编码压缩^[7,8]。例如，学习到的一组空调遥控器的数据为[157 153 23 53 ... 23 53 23 180 156 152 23 53 ... 53 23]，如图 5 所示，对重复的电平数据采用游程编码压缩后，原本需要 199 字节的空调遥控码，只需要 106 个字节即可存储，压缩率达 53.27%。因此，在存储时针对学习到的数据特点采取游程编码压缩，可以有效节约存储空间。

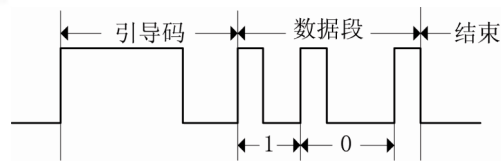


图 5 一组典型的空调数据帧

3.2 发射功能设计

现有的红外遥控器很多都是采用外部电路产生载波信号，例如使用 NEC555 振荡器产生载波信号。为了减少硬件开销，本系统使用单片机内部的定时器产生载波。系统使用的是 Atmega16 单片机，其定时器功能强大，具有普通模式、CTC 模式、快速 PWM 模式、相位修正 PWM 模式等工作模式，系统利用定时器 1，使其工作在快速 PWM 模式，产生占空比为 1:3 的 38KHz 的 PWM 波。当发送某条指令时，单片机从对应的 EEPROM 中提取指令信息，然后调制到生成的载波上，再通过发射电路即可完成红外信号的发射。

3.3 通信功能设计

3.3.1 上位机通信

本遥控器除了能通过功能按键实现手动操作外，还可以通过上位机软件对遥控器进行控制。遥控器与上位机通过 RS232 模块进行通信，首先配置上位机软件，确定串口号，选择与设备相同的波特率及主从设备地址，然后根据需要选择相应的指令，点击发送即可通过上位机对设备进行控制。由于本遥控器是基于空调遥控器进行研究的，在与上位机通信时，系统中的温度检测模块会上传实时温度，便于用户进行调整。图 6 为上位机软件流程图。

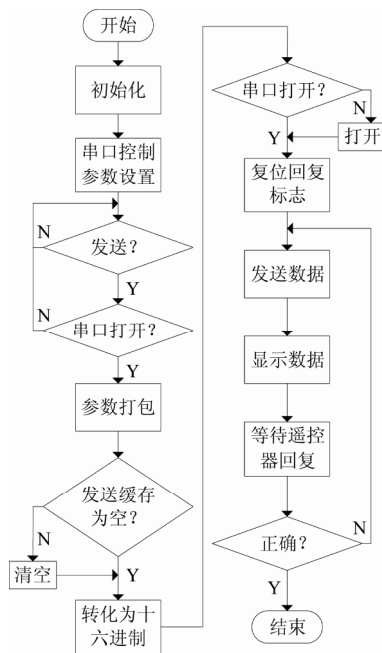


图 6 上位机软件流程图

3.3.2 组网控制

为了实现对多个设备的联网控制,还设计了 RS485 模块。各子遥控器通过 RS485 模块的“A”、“B”端连接在一起,组成控制网络,如图 7 所示,其中一个作为主遥控器,与上位机通过 RS232 模块进行串口通信。当上位机需要对某个子设备进行控制时,选择相应的子设备地址号,发送指令即可,主遥控器收到指令信息后,会将指令发给对应的子设备。与主遥控器相连的上位机 PC 连接 Internet,作为本地服务器,可实现远程控制。用户登录远程客户端,经身份验证后与服务器建立连

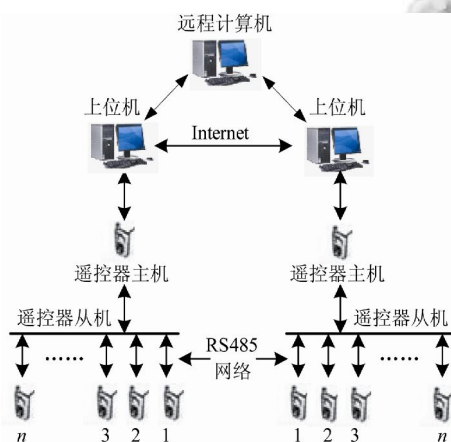


图 7 控制网络示意图

接,可发送指令给本地服务器,本地服务器再经过串口通信对遥控器进行相应操作。如果遥控器主机与上位机距离较远,RS232 不能满足通信需要,也可不使用遥控器主机,在上位机 PC 上使用 RS232-485 转接头,通过 RS485 直接将遥控器网络与 PC 机 485 接口相连,利用上位机对遥控器网络直接进行控制。

4 结语

本文设计了一款智能空调遥控器。该系统采用只记录红外信号脉冲宽度,不考虑红外编码格式的方式,通过游程编码算法将红外信号压缩后保存到 EEPROM 中,并直接利用主控芯片定时器的 PWM 模式产生 38KHz 的载波,节约了硬件成本,除手动操作外还可以通过上位机对遥控器进行控制,使用方便。系统成功实现了对多种空调遥控器的学习与功能再现,操作灵活,性能稳定,已成功运用于深圳中联通电子有限公司的机房空调的控制。本系统还可用于智能家居中,对不同的红外设备进行控制,也可用于远程网络控制,为智能家居及远程监控提供了一种实现方法。

参考文献

- 1 芦健,彭军,颜自勇,陈文芩.自学习型智能红外遥控器设计.国外电子测量技术,2006,25(8):63-66.
- 2 郑伟,谢利理,张震.一种具有自学习功能的智能红外遥控器设计.计算机测量与控制,2007,15(12):1758-1759,1800.
- 3 吴爱萍,朱晓春.基于 AT89S51 的多功能红外遥控器设计.仪表技术与传感器,2008,(8):78-80.
- 4 吴鹏,许雪梅,黄帅,郭远威,李岸,王波,夏辉.基于 AT89S52 的智能遥控设计.液晶与显示,2009,24(1):87-92.
- 5 Jubadi WM, Zulkifli N. Programmable infrared accessory light switch. 2007 International Conference on Intelligent and Advanced Systems. 2007.1130-1134.
- 6 Hsu JH, Wang MS. Remote control device with learning function. US 6265987 A1, 2001-7-24.
- 7 彭喜元,俞洋.基于变游程编码的测试数据压缩算法.电子学报,2007,35(2):197-201.
- 8 马宁,朱福萌,尹志军,蒋林辉.改进游程编码在天气雷达数据压缩中的应用.解放军理工大学学报(自然科学版),2004,5(6):88-90.