

【自动化技术】

基于以太网的智能家居终端设计

邓 谦,董玉华,李春杰

(大连民族学院 机电信息工程学院,辽宁 大连 116600)

摘要:利用 10M 以太网构成智能家居的数据传输网络,不仅可以避免重新布线的麻烦,同时可以提供可观的数据吞吐能力,并且可以平滑过渡与互联网相连接。依据以太网这些优点,提出一个以太网为传输方式的智能家居终端的解决方案,满足了智能家居远程控制的基本需求。

关键词:智能家居;以太网;51 单片机;RTL8019AS; TCP/IP 协议

中图分类号: TP393.1

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2010)08-0093-04

随着互联网的发展,尤其是物联网概念的提出,家电的网络化日益受到重视。实现家电的网络化,即使智能家居中的各种家电与互联网相连,可以使其共享海量的互联网资源,实现远程的数据采集和远程控制。另一方面,大量家用电器和厨房设施的使用,家庭安全隐患随之增多,人们对人身及财产的安全防范意识逐步增强,传统的安全防范措施已无法适应现代化社会的需求,此时,对家居内的环境进行监控,并及时进行报警的要求也越来越高。当然像互联网电视这样的复杂的家电可以使用高级的控制芯片实现复杂的互联网应用,例如发送邮件等功能。但是对于一些小的家电,或者功能单一的家电,使用廉价的 51 单片机,通过控制 RTL8019AS 实现从以太网接入互联网就是一个更加实际的解决方案。为什么用以太网来实现智能家居的互联网接入。首先,以太网是最广泛的局域网标准,使用以太网实现网络化的智能家居可以使用现有的布线,如果使用 CAN、RS-485 总线就需要重新布线。其次,使用以太网可以平滑的接入互联网,通过 ARP、TCP 等协议,而不需要应用其他协议进行转换,同时 10M 以太网可以提供可观的数据吞吐能力。基于以上考虑,在家居中使用以太网连接各个家电并接入互联网是一种比较理想的解决方案。

1 以太网传输原理^[1-2]

1.1 以太网协议

以太网是现在最普遍的一种局域网标准,它使用 CSMA/CD(载波监听多路访问及冲突检测)技术。标准的以太网的传输速率是 10 M/bps,随着以太网技术的发展,现在快速以太网的速率可以达到百兆甚至千兆。在本设计中采用的 RTL8019AS 以太网控制芯片支持 10M 以太网标

准,因为在智能家居中,一般家电不需要大的数据吞吐,使用 10M 以太网足以满足要求。在以太网中传输的数据必须满足一定的数据格式,以太网的帧格式如表 1 所示。

表 1 以太网的数据格式

PR	SD	DA	SA	TYPE	DATA	填充位	FCS
同步位	分隔位	目的地址	源地址	类型字段	数据段	PAD	帧校验序列
7	1	6	6	2	46~1500	可选	4

以太网帧格式中的同步位 PR、分隔位 SD、填充位 PAD 以及帧校验序列 FCS 都是由以太网控制器自动生成的。这里要注意的是不同的类型字段代表不同的类型数据,如 0800H 代表的是 IP 包,0806H 代表是 ARP 数据包。在接收数据时,以太网控制器一旦确认同步位 PR,就认为接收数据开始,后面的同步位 PR、分隔位 SD 被跳过。

1.2 MAC 地址分配

在配置好 RTL8019AS 后,要设置的最主要的参数就是 RTL8019AS 的地址,即 MAC 地址(media access control)。没有 MAC 地址芯片是无法和主机进行通信的。MAC 地址占 6 字节,48 位,其中要注意的是第 32 位是组播标示位。MAC 地址的格式如表 2 所示。

表 2 MAC 地址格式

D 位	47~33	32	31~24	23~0
	制造厂商标示	组播标志	制造厂商标示	系列号

收稿日期:2010-05-10

作者简介:邓谦(1987—),男(侗族),主要从事嵌入式应用的研究。

网卡在出厂时已经被设置了全球唯一的 MAC 地址,而在嵌入式开发中并没有固定的 MAC 地址,所以必须为芯片分配一个 MAC 地址。分配的原则就是在同一个局域网内不能有相同的 MAC 地址。

2 系统硬件设计

2.1 系统结构框图

如图 1 所示,单片机从应用模块采集数据,即从烟雾传感器、DS18B20 温度传感器等芯片采集数据。单片机将接收到的数据打包,通过远程 DMA 传输给以太网控制器,以太网控制器通过 RJ-45 接口将数据传输到以太网上,并最终通过互联网传输给数据处理中心。

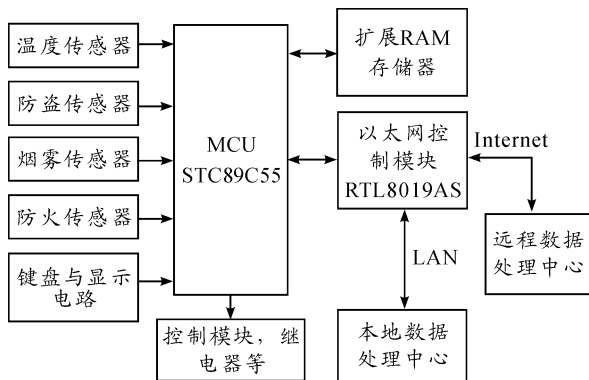


图 1 基于以太网智能家居终端的系统结构

2.2 RTL8019AS 介绍

RTL8019AS 是台湾 REALTEK 公司生产的一款 10M 以太网控制芯片,其优秀的性能以及低廉的价格使其在 10M 网卡中被广泛使用。

2.2.1 内部结构^[1,3]。RTL8019AS 内部的远程 DMA 接口就是单片机对 RTL8019AS 内的 RAM 读写的总线。本地 DMA 是指 RTL8019AS 与网线相连接的通道,完成数据从控制器发送到网线上的工作。MAC(介质访问控制逻辑)完成数据的收发。

RTL8019AS 内部有 2 块 RAM,一块 16K 字节的 RAM 用来存储发送接收的数据包,还有一块 256 字节的 RAM 用来存储配置信息。16K 字节的 RAM 的地址是 0x4000 ~ 0x7FFF, RAM 是按页存储的,每页 256 字节。一般将前 12 页作为发送缓冲区,后 52 页作为接收缓冲区。256 字节的 RAM 用来存储一些配置信息,当将 RTL8019AS 设置为免跳线和 PnP 方式时,这部分的内容有一部分是映射到 93c46 中的,即当 RTL8019AS 上电复位的时候,RTL8019AS 从 93c46 中读取配置信息。在本设计中,采用的是跳线方式。

RTL8019AS 具有 32 位输入输出地址,地址偏移量为 00H ~ 1FH,其中 00H ~ 0FH 共 16 个地址,为寄存器地址。寄存器分为 4 页:PAGE0, PAGE1, PAGE2, PAGE3,通过设置 RTL8019AS 的 CR(Command Register 命令寄存器)中的 PS1 和 PS0 位来决定要访问的页。但与 NE2000 兼容的寄

存器只有前 3 页,PAGE3 是 RTL8019AS 自己定义的。远程 DMA 地址包括 10H ~ 17H,都可以用来做远程 DMA 端口。复位端口包括 18H ~ 1FH 共 8 个地址,功能一样,用于 RTL8019AS 复位。

2.2.2 RTL8019AS 的工作模式。RTL8019AS 有 3 种工作方式^[1]:跳线方式,网卡的 I/O 和中断由跳线决定;即插即用方式,由软件进行自动配置 plug and play;免跳线方式,网卡的 I/O 和中断由外接的 93c46 里的内容决定。

2.3 系统硬件电路实现

2.3.1 单片机。本设计中使用的主控芯片是 STC89C55 单片机。STC89C55 是宏晶科技生产的一款基于 51 内核的单片机,其有 20K 的 FLASH 程序存储器,1 280 字节的 RAM,内置看门狗,其主要优点是易于开发,价格低廉,便于扩展。

2.3.2 键盘与显示电路。用来进行初始设定,使得操作人员在现场时,可以进行人机交互,设定初始状态和一些命令。LCD12864 可以显示汉字和图形,可以采用并行方式工作,也可以采用串行方式工作,根据设计的要求,利用 LCD12864 显示设备的工作状态以及从网络上传来的数据^[4]。

2.3.3 数据采集及控制模块。数据采集主要是通过各种传感器采集家电和家中的各种参数,比如通过温度传感器 DS18B20 可以采集冰箱内的温度或者室温,烟雾传感器可以监测火灾的发生。

2.3.4 看门狗电路。STC89C55 内置看门狗电路,可以保证系统的稳定运行。

2.3.5 存储器扩展。由于 STC89C55 只有 1280 字节的 RAM,所以扩展 32K 的 RAM,使用芯片 WS62256。

2.3.6 网络接口电路。采用网络变压器 20F01、RJ-45 接口。

2.3.7 RTL8019AS。通过跳线来设定 RTL8019AS 的各种参数,具体引脚如下^[1,3,5]:

1) JP:决定 RTL8019AS 的工作方式,高电平时工作在跳线方式,低电平时工作在后 2 种方式。

2) AUI:该引脚决定是使用 AUI 还是 BNC 接口。BNC 接口方式支持 8 线双绞或同轴电缆。高电平时使用 AUI 接口,低电平使用 BNC 接口,一般使用 BNC,很少用 AUI。

3) IOS3 ~ IOS0:这几个引脚决定了 I/O 口的基址。本设计中基址为 300H,即 IOS3 ~ IOS0 均为 0。

4) 80, 79, 78 (IRQS2.. IRQS0):这几个引脚决定中断控制线,本设计中也全为 0。

5) 74, 77 (PLO, PLI):这 2 个引脚决定网络接口类型,设置为 00,采用自检的方式。这样芯片将会自检使用的是同轴电缆还是双绞线。

因为将 RTL8019AS 设置为跳线工作模式,所以就可以省略 93c46 芯片为 RTL8019AS 进行初始化配置^[5]。如图 2 所示:85, 84, 82, 81 (IOS3 ~ IOS0)这 4 个引脚均接地,那么 RTL8019AS 寄存器的基址就为 300H。RTL8019AS 是 20 位的地址线,0x00300H ~ 0x0031FH 为寄存器的地址,这样就可以将 RTL8019AS 的 5 ~ 19 位的地址固定,其中 A8、A9 接

高,其余接低,通过 SA0 ~ SA4 这 5 位地址来对 RTL8019AS 的寄存器进行寻址。为了区别 62256 和 RTL8019AS 的地址,通过单片机的 P2.7 口来区分^[6]。当 P2.7 为低的时候片选 62256 有效,则单片机访问的是 62256;当 P2.7 为高时,单片机访问 RTL8019AS。因为 P2 口是单片机数据地址总线的高 8 位,就可以知道 RTL8019AS 的基址 300H 为 0x8000H,那么就可以在程序里通过 0x8000H ~ 0x801FH 来

访问 RTL8019AS。

网络接口部分通过 20F01 与 RJ45 接口相连,具体连接方式如图 2 所示。

LED0, LED1, LED2 三个 LED 指示 RTL8019AS 的工作状态,其中:LED0 工作在 LED_COL 方式,用以检测冲突;LED1, LED2 工作在 LED_RX, LED_TX 方式,用以指示数据的收发^[3]。

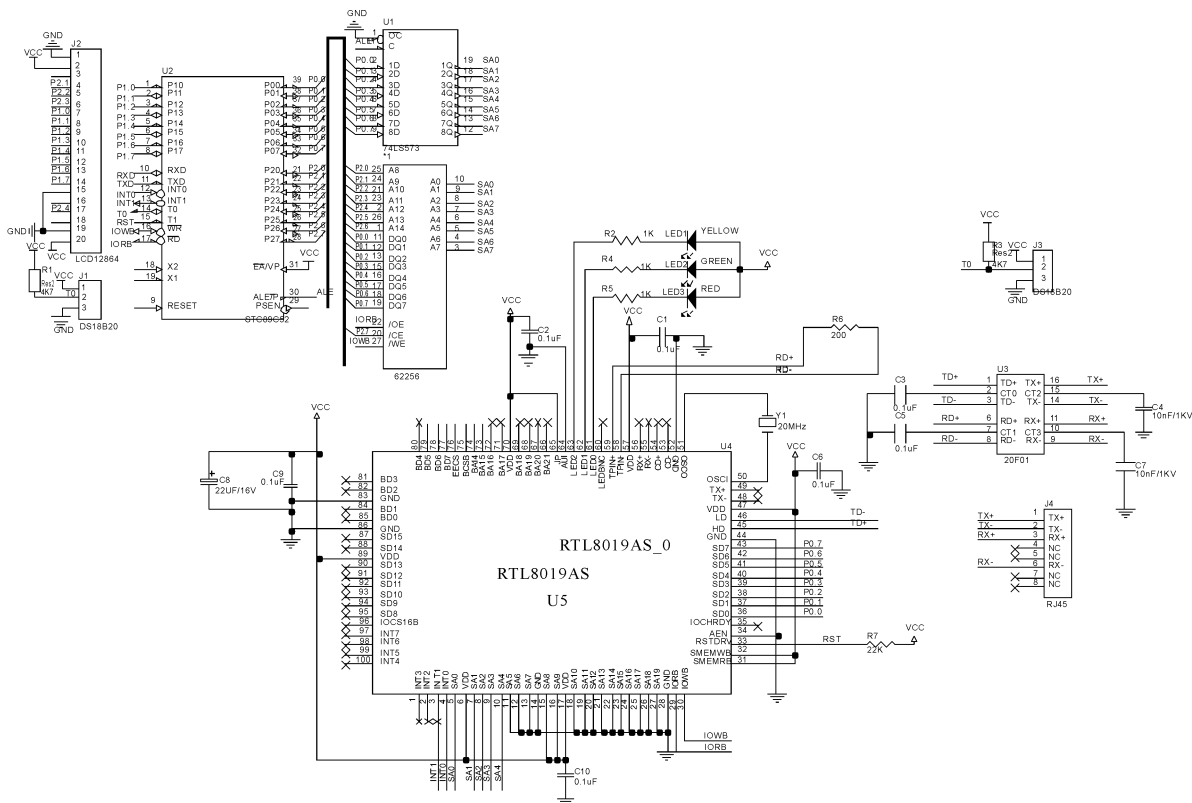


图 2 系统电路原理

3 系统软件设计

程序流程如图 3 所示。

3.1 复位

系统复位主要指 RTL8019AS 复位。RTL8019AS 有 2 种复位方式:其一是通过 RSTDRV 引脚进行复位, RSTDRV 为高电平有效,至少需要 800 ns 的宽度,给该引脚施加一个 1 μ s 以上的高电平就可以复位;另一种方法是通过 18H ~ 1FH 这 8 个复位端口进行复位,当对这 8 个地址任何一个写入任何数后都会使网卡复位。本设计中采用第 1 种方式。

3.2 初始化

要初始化的器件有 DS18B20, LCD12864 以及 RTL8019AS。RTL8019AS 的初始化比较复杂,需要对前 2 页中的所有寄存器进行初始化。其中要初始化的寄存器

有 Pstart, Pstop, BNRY, TPSR, RCR, TCR, DCR, IMR, CURR, MAR0 ~ MAR5, PAR0 ~ PAR5。通过 CR 指令来选择寄存器所在的页。① Pstart = 0x4C, 这是接收缓冲区的起始地址;② Pstop = 0x80, 接收缓冲区的结束页, 设置 BNRY 寄存器(读指针);③ BNRY = 0x4C, 其指向最后一个已经读取的页, 初始化时没有接收数据包, 故其为 0x4C;④ TPSR = 0x40, 为发送页的起始页地址, 初始化为指向第一个发送缓冲区的页;⑤ RCR = 0xCC, 接收配置寄存器, 设置为使用接收缓冲区, 仅接收自己的地址的数据包(以及广播地址数据包)和多点播送地址包, 小于 64 字节的包丢弃, 校验错的数据包不接收;⑥ TCR = 0xE0, 发送配置寄存器, 启用 CRC 自动生成和自动校验, 工作在正常模式;⑦ DCR = 0xC8, 数据配置寄存器, 设置为使用 FIFO 缓存, 普通模式, 8 位数据传输模式, 字节顺序为高位字节在前, 低位字节在后;⑧ IMR = 0x00, 屏蔽所有的中断, 如果设置成 0xFF 将允许中断;⑨ 设置 CURR = 0x4D, CURR 是写指针, 其指向

正在写的页的下一页,初试化时为 $0x4C + 1 = 0x4D$; ⑩ MAR0 ~ MAR5 均设置为 $(0x00; 11)$, 在页 1 中通过 PAR0 ~ PAR5 这 6 个寄存器来设置网卡的地址。

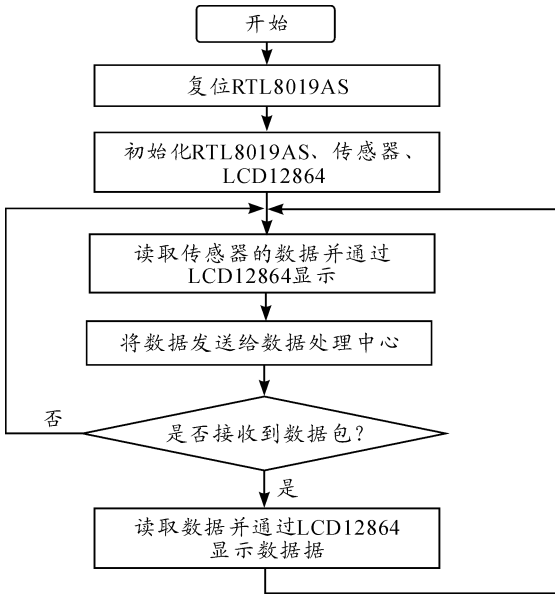


图3 程序流程

3.3 数据的采集、发送和接收

系统通过各种传感器采集数据,然后将数据按照帧格式打包,并设置 RSAR1, RSAR0, RBCR1, RBCR0 等发送寄存器,最后通过单片机送至 RTL8019AS 的发送缓冲区内,启动发送命令,实现发送。接收数据时,可以根据寄存器 CURR 寄存器的状态查询是否有接收到数据包。如果接收到数据,数据分 2 次读出,首先读出的是类型信息、源地址、目的地址和数据包长度共 18 字节的信息,然后根据数据包长度信息读取 L 字节的数据,当然也可以用中断接收数据,用中断接收数据时要将 IMR 置为 $0xFF$ 。

需要注意的是,由于 RTL8019AS 在构造一个新的数据包前必须确认前一个数据包发送是否完成,所以为了提高

效率,可以将 12 页的发送缓冲区划分成 2 个 6 页的区域,一个用来发送包,一个用来构造新的数据包。

4 结束语

物联网概念的提出加快了网络化的发展。本设计方案使用成熟的以太网技术以及廉价的 51 单片机实现了家居中各种家电的网络化,具有成本低,易于开发等优点。本文的设计方案包含了智能家居所涉及的多个方面,对于智能家居的建设起到了积极作用。

参考文献:

- [1] 潘起群. 单片机控制技术在通信中的应用 - MCS51 系列 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [2] 沈文, 黄力岱, 吴宗锋. AVR 单片机 C 语言开发应用实例 - TCP/IP 篇 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [3] REALTEK SEMI-CONDUCTOR CO., LTD. RTL8019AS Datasheet [EB/OL]. [2010 - 03 - 07]. <http://wenku.baidu.com/view/2b0440649b6648d7c1c746d1.html>.
- [4] 深圳汉昇实业有限公司. HS12864 - 15 系列中文图形液晶模块说明书 [DB/OL]. [2010 - 03 - 28]. <http://wenku.baidu.com/view/3edb074c2e3f5727a5e962e8.html>.
- [5] 杨金岩, 郑应强, 张振仁. 8051 单片机数据传输接口扩展技术与应用实例 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.
- [6] 曹宇, 魏丰, 胡士毅. 用 51 单片机控制 RTL8019AS 实现以太网通讯 [J]. 电子技术应用, 2003, 29 (1): 21 - 23.

(责任编辑 刘 舸)

(上接第 89 页)

参考文献:

- [1] 朱华, 李双会, 王相承. 表面绝缘处理对含碳纤维非织造布雷达波吸收性能的影响 [J]. 产业用纺织品, 2007 (12): 14 - 19.

- [2] 蔡天一, 肖鹏斌, 杨凯, 等. 一种雷达信号发生器的设计 [J]. 四川兵工学报, 2009 (2): 41 - 43.
- [3] 胡定军, 王伟, 冯玉龙. 一种雷达方位角检测方法 [J]. 兵工自动化, 2009 (12): 82 - 83.

(责任编辑 周江川)