

某雷达双以太网接口的设计实现^①

史伟艳

(陕西长岭电子科技有限责任公司 研发部, 宝鸡 710034)

摘要: 阐述了一种嵌入式系统双以太网通讯接口的软硬件工业设计案例, 该设计使用了 AT89S52 微处理器和 AX88796L 以太网控制芯片, 运用 TCP/IP 协议, 最终实现了某型雷达的以太网通讯需求。

关键词: 以太网; AT89S52; AX88796L; TCP/IP 协议

Design and Implementation of Double Ethernet Interface for A Radar

SHI Wei-Yan

(Development Part, Shaanxi Changling Electronic Technology Co.,Ltd., Baoji 710034, China)

Abstract: This article expounds the designs and implementations of hardware and software for industrial double Ethernet interface based on AT89S52 microcontroller and AX88796L Ethernet controller used for some kind of radar.

Keywords: ethernet; AT89S52; AX88796L; TCP/IP

随着科学技术的发展, 通讯技术作为信息传输的脉络, 毋庸置疑的在这一过程中扮演着重要的角色。更及时, 更准确, 更可靠的取得信息和发出信息, 使信息能够畅通无阻的在各个设备间通行传递是通讯技术提高的一个显著标志。

以太网既是一种计算机接入局域网的连接标准, 又是一种网络互联、设备数据共享的通信协议。与目前的基于现场总线的控制网络相比, 基于工业以太网技术的控制网络是一种低成本、高性能的控制网络解决方案。在相对封闭和独立的环境下, 众多设备应用科学技术组建局域网, 提高信息传递速度, 以太网是理想的选择。本文所述设计方案正是基于这样的目的和要求为某型雷达设计的。

1 引言

1.1 文章安排

本文第二节分析了系统功能。第三节介绍了相关硬件设计。第四节阐述了 TCP/IP 协议的应用。第五节介绍了软件设计及其原理。第六节给出了结论及其意义。

2 功能分析和系统示意

鉴于某型雷达整机已经定型, 本次设计模块要完全适应整机的条件和要求。整机机柜是 ISA 总线, 与设计模块的通讯方式有 RS232、RS422 串行通讯接口。设计模块因此要沿袭 ISA 总线, 保证实现两个串行口的通讯功能, 同时增加以太网双口通讯功能, 还要针对不同的要求达到双冗余功能或者双口分工功能。

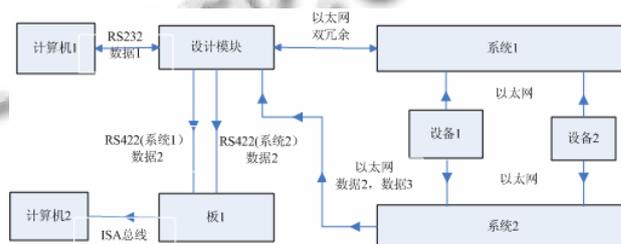


图 1 系统功能示意

缜密分析之后笔者画出了设计模块所处的系统功能示意, 如图 1。从图中可以看出, 设计模块接收外部信息和发送给外部的信息都是遵循以太网传输协议; 设计模块和内部的通讯方式主要是 RS232 和 RS422。设计模

① 收稿时间:2010-09-13;收到修改稿时间:2010-11-07

块需要通过硬件电路和软件编程完成对以太网数据与 RS232,RS422 数据的接收、发送和转化。

3 硬件设计

综合考虑了某型雷达的系统性能,设计模块采用了 AT89S52 型微处理器和 AX88796L 网络控制芯片来组建系统。以下简单介绍下这两款主要芯片。

ATMEL 公司生产的 AT89S52 型微处理器是一个低功耗,高性能 CMOS 8 位单片机。器件采用 ATMEL 公司的高密度、非易失性存储技术制造,兼容标准 MCS-51 指令系统及 80C51 引脚结构,芯片内集成了通用 8 位中央处理器和 ISP Flash 存储单元。AT89S52 的特点:40 个引脚,8k Bytes Flash 片内程序存储器,256 bytes 的随机存取数据存储器 (RAM),32 个外部双向 I/O 口,5 个中断优先级,2 层中断结构,2 个 16 位可编程定时计数器,2 个全双工串行通信口,WDT 电路,片内时钟振荡器

ASIX 公司的 10/100M 网卡芯片 AX88796L 支持 8 位/16 位本地 CPU 接口,包括 MCS-51 系列,是针对 ISA 总线设计的高度集成的以太网专用接口芯片,用于实现网络的物理层协议。主要包括网卡与网络电缆的物理连接、介质访问控制、数据帧的拆装、帧的发送与接收、错误校验、数据信号的编/解码、数据的串并交换等。该芯片也符合 IEEE802.3/IEEE802.3u 局域网标准。

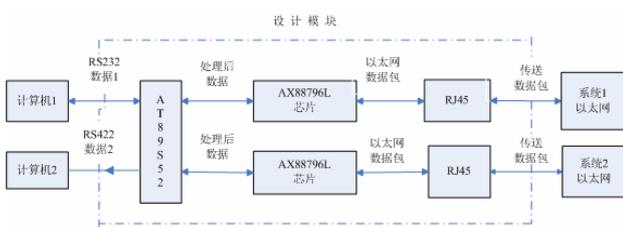


图 2 系统框图

设计模块利用 AT89S52 单片机控制两片 AX88796L 网卡芯片实现双冗余以太网通讯。网络接口采用标准的 RJ-45 接口。系统框图如图 2 所示。从图 2 可以看到,设计模块提供 RJ45 接口连接到 Ethernet 网络,并且提供 2 个串行口给用户使用。设计模块可以将从 Ethernet 上过来的 IP 数据报解包后送给串行口,也可将从串行口过来的数据封装为 IP 包发送到局域网

中。硬件电路设计中还包含有 RS232、RS422 串行接口通讯部分,同样,由单片机来控制这两部分完成数据的接收和发送功能。

虽然 AX88796L 自带 8K*16bit SRAM,但是考虑到网卡上的 RAM 存取比较复杂,为了实现较快的传输速度和编程方便,硬件设计特意增加了芯片 62256 作为外部的 32K 的 RAM。同时考虑到后期软件编程量大,也增加了一片程序存储器芯片。

4 TCP/IP协议的应用

TCP/IP 协议是一套把因特网上的各种系统互连起来的协议组,在因特网上,TCP/IP 协议每时每刻保证了数据的准确传输。如何利用 TCP/IP 协议在网络中进行数据传输是本次设计模块的一个主要方面。

设计模块采用了一种简化的四层模型,分别为:应用层、传输层、网络层、链路层。利用 TCP/IP 协议中的 UDP (用户数据报协议)、IP (网络报文协议)、ARP (地址解析协议) 及应用层协议成功地实现了单片机系统的局域网互连,既提高了数据传输的速度,又保证了数据传输的正确性,同时也扩展了数据传输的有效半径^[1]。

4.1 应用层

网络应用层通常要有一个定义清晰的会话过程,如通常所说的 Http、Ftp、Telnet 等。本次设计中,AT89S52 系统传递来自 Ethernet 和数据终端的数据,应用层对数据报作打包拆包处理。

4.2 传输层

传输层是让网络程序通过明确定义的通道及某些特性获取数据,如定义网络连接的端口号等,实现该层功能的协议有 TCP 和 UDP。本次设计中使用了 UDP 数据报协议。

4.3 网络层

网络层让信息可以发送到相邻的 TCP/IP 网络上的任一主机上,IP 协议就是该层中传送数据的机制。同时建立网络间的互连,应提供 ARP 地址解析协议,实现从 IP 地址到数据链路物理地址的映像。

4.4 链路层

由在同一物理网络上的不同机器间进行数据传输的底层协议组成,例如帧传输协议。这些底层协议并属于 TCP/IP 协议组。通常这部分功能由网卡芯片实现。

5 软件设计及其原理

鉴于设计模块接口复杂,既有以太网,也有RS232、RS422,通讯格式迥异,对内对外要求也很多,程序量比较大,软件设计采用了可读性强,易于移植的KEILC语言编程。

5.1 AT89S52 工作流程

AT89S52首先要初始化网络设备,网卡IP地址和物理地址在初始化网络时由AT89S52写入。其次AT89S52的主要任务是完成数据的解包和打包。当有数据从RJ45过来,AT89S52对数据报进行分析,如果是ARP数据包,则程序转入ARP处理程序。如果是IP数据包且传输层使用UDP协议,端口正确,则认为数据报正确,数据解包后,将数据部分通过串行口输出。反之,如果AT89S52从串行口收到数据,则将数据按照UDP协议格式打包,送入AX88796L,再由AX88796L将数据送到局域网中^[2]。

AT89S52主要处理的协议是网络层和传输层,链路层部分由AX88796L完成。因为AT89S52将数据接收后会完整不变地通过串行口输出,所以将应用层交付用户处理,用户可以根据需求对收到的数据进行处理。

在AT89S52的程序处理中,包含了完整的APR地址解析协议。通过在AT89S52中正确设置网关、子网掩码等参数,实现了通过单片机与外部局域网络上其他终端设备的数据通信。

5.2 网卡驱动

网卡驱动主要完成对AX88796L的驱动和对以太网接口协议(IP/UDP)的解析。该部分程序是重中之重,决定着网卡能否正常工作。所以在利用AX88796L进行数据包的收发之前,处理器AT89S52必须通过AX88796L的内部寄存器单元来初始化AX88796L。第一步,软件通过往复位寄存器中写入全1,对网卡进行复位;第二步,设置网卡的工作参数,实质就是进行寄存器配置,包括读写各指针的设置,MAC地址的设置,组播地址的设置,发送接收配置以及中断配置等^[3]。

5.3 指针原理的应用

我们知道,一个最大的以太网数据包为1514个字节,最小的为60个字节。所以AX88796L 16K的SRAM可以划分为两个部分,将前12个页面(0X40-0X4B)设置为发送缓冲区,用以存储2个最大的以太

网数据包,后52个页面设置为接收缓冲区(0X4C-0X7F)。令PSTART=0X4C, PSTOP=0X80(0X80为停止页,但不包含0X80页面)。在没有接收到任何数据包时,BNRY被设置指向第一个接收缓冲区的页面0X4C。CURR是网卡写内部SRAM的指针,指向当前正在写的页的下一页,即指向0X4D。当AX88796L从以太网接收到数据包时,每完成接收缓冲区的一个页面,就将CURR加1,当CURR加到等于PSTOP所指页面时,CURR被重置为PSTART所设定的页面。当CURR等于BNRY时,表示数据接收缓冲区已经全部存满,而数据尚未被外部处理器读取,这时AX88796L将停止往片内SRAM写数据,新收到的数据包将被丢弃。

在数据包的读取过程中,AT89S52每次从AX88796L的片内SRAM读走一个页面的数据,都需要将BNRY加1,再将加完后的值回写到BNRY中,在BNRY的值达到PSTOP指定的页面时,同样需要重置BNRY为PSTART指定的页面。CURR与BNRY就是这样控制着接收数据缓冲区的存取过程,保证数据包能按照次序写入和读出而不出现数据包的覆盖和丢失。

AX88796L的数据包发送过程就简单很多,只需要通过命令寄存器CR启动远程DMA写操作,并将待发送的数据包写入0X40-0X46或者0X47-0X4B两个数据包发送缓冲区即可。在片内SRAM数据发送区,远程DMA写过程结束后,AX88796L会自动开始本地DMA过程,将数据发送缓冲区的数据发送到以太网上。

5.4 网卡地址,广播及组播

一个网卡只可以接收三种地址的数据包,第一种是目的地址跟自己的网卡地址一样的数据包;第二种是目的地址为广播地址的数据包;第三种是目的地址跟自己的组播地址范围相同的数据包。本次设计中这三种类型的数据包都要处理,所以也要进行相应的设置,组播地址还存在一个计算循环冗余校验码的问题。因为组播地址寄存器通过CRC逻辑电路来处理组播地址冲突,所有的目标地址都要通过32位的CRC产生逻辑电路,当目标地址的最后一位进入CRC后,CRC产生器的6个具有意义的位将被锁定。这6位然后被1/64解码器按照组播地址寄存器中唯一的过滤位(FB0-63)进行解码,如果过滤位设置了允

(下转第125页)

SDL_Overlay,再调用 SDL_Quit()函数关闭所有的 SDL 子系统。

3 运行结果

本设计客户端是在 PC (windows) 上运行的,运行结果如图 3 所示:



图 3 图像显示结果

4 结语

本设计视频采集和显示系统分别基于 Linux 和

windows 系统平台,在分析了视频图像采集和播放技术的基础上,使用 Video4Linux2 应用编程接口和 SDL 开发包,实现了使用 USB 摄像头采集视频图像并在 PC 上实时显示的功能,在实际运行中显示了良好的效果。

参考文献

- 1 张聪敏,游向东.基于 V4L2 的远程图片采集系统.中国科技论文在线,2010.04.
- 2 Schimek MH. Video for Linux Two API Specification Revision0.24.[2010-08-20].http://v4l2spec.bytesex.org/v4l2spec/v4l2/pdf
- 3 Pazera E. Focus on SDL[2010-08-27].http://ishare.iask.sina.com.cn/f/9177718.html
- 4 江达秀,许建龙,孙树森.应用 SDL 及 GTK+实现视频多路回放.浙江理工大学学报,2009,26(6):897-900.

(上接第 139 页)

许,组播数据包就会被接受。原理如图 3 所示,软件部分要做的就是编一段程序来处理该设置组播地址寄存器中哪一位。

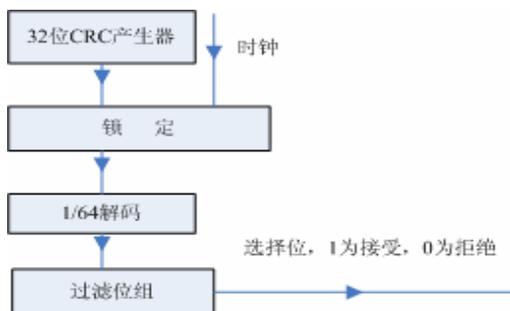


图 3 组播原理示意

5.5 ARP 协议

网络层的 IP 地址在数据传输的终点都要转化一个物理地址,所以网卡工作过程的另外一个环节就是实现地址解析,即 ARP 协议。除此之外,通讯过程中实际用的数据信息是包含在传输层的 UDP 数据包中。所以对于帧传输协议格式,ARP 协议格式,IP 协议格式,用来探测并报告 IP 数据包传输中产生的各种错误的 ICMP 协议都要正确理解灵活应用。

当然,软件技术本身是一个方面,运用软件技术来实现实际需求是另外一个方面。这两方面都体现在软件的设计和调试过程中。

6 结论

当前以太网技术在中小型局域网领域应用十分普遍。这种嵌入式 TCP/IP 协议的单片机系统,具有成本低、硬件少、占用面积少、传输速度快、使用方便等优点,有着广泛的应用前景,特别是数据传输、数据采集领域。

本次设计的模块不仅成功应用于某型雷达,更是类似产品改造和更换像 RS232、RS422 以及 1553B 这样的通讯方式,使用 Ethernet 网络技术的实用参考。

参考文献

- 1 鲁士文.计算机网络协议和实现技术.北京:清华大学出版社,2000.
- 2 蔡宇果,何晓琼.用 8 位单片机实现串口-以太网转换器.电子技术应用,2002,(2):14-16.
- 3 葛永明,林继宝.嵌入式系统以太网接口的设计.电子技术应用,2002,(3):25-27.