

PC104 计算机网络通讯系统设计与研究

The System Design and Research on network communication Base on embedded PC104 computer

(1.长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院)李焱^{1,2}

LI YAN

摘要:本文介绍了基于DOS操作系统下嵌入式PC104计算机的UDP网络通讯的实现基理,重点提出了如何解决不可靠的、非面向连接的UDP通讯丢帧问题。给出了实际某火控系统中UDP网络通讯的硬件设计和部分软件代码、相关流程图。

关键词:DOS;嵌入式PC104计算机;TCP;UDP;SOCKET;丢帧

中图分类号:TP316.2

文献标识码:A

Abstract:This paper introduces the basic theory of UDP network communication in embedded pc104 computer Base on DOS,it discusses the UDP network communication and put forward how to deal with the problem of losing data frame upon un-sequenced,un-reliable,connectionless User datagram Protocol specially. The design of the hardware and Some important software codes,conrelative flow chart are offered in some fire-control system project which is under the UDP network communication base on DOS practically.

Key words:DOS, embedded PC104 computer, TCP, UDP, SOCKET, losing data frame

1 引言

随着互联网技术的飞速发展以及系统工程中对嵌入式计算机的体积、功耗、硬件开销等方面要求的加强,嵌入式计算机不仅仅要实现单一的串行数据的传输,还要实现网络通讯。特别是DOS操作系统以其内核小、操作简单、技术成熟等优点使其在嵌入式操作系统领域占有重要的地位。但是,DOS操作系统没有Windows操作系统中Winsock这样的API,使得网络通讯的开发工作量及难度相对较大,下面介绍某火控系统中基于DOS操作系统的UDP网络通讯软、硬件系统设计,并在保证UDP通讯快速交付、传输等优点的同时,又针对UDP网络通讯系统的不可靠性做了必要防护设计,很好的克服了UDP网络通讯中的丢帧、误码这一实际工程难题。

2 网络通讯系统的硬件组成

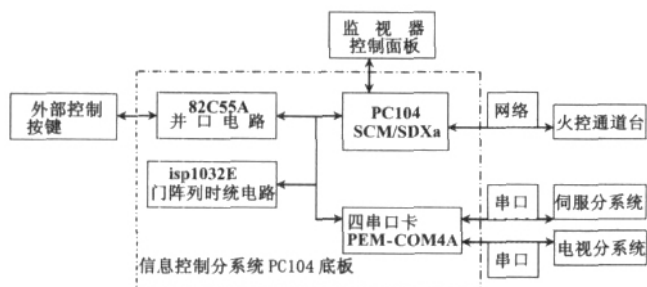


图1 硬件结构框图

型号为SCM/SDXa的PC104采用增强型的80486处理器做CPU,板上包含了所有的PC/AT兼容的DMA控制器、中断控制器及定时器,ROM-BIOS,32M字节的DRAM及键盘、喇叭接口;在板的外部接口包括两个串行口、并口、IDE接口、软盘接口、CRT接口、平板显示接口、重要的是与NE2000兼容的

李焱:在读硕士研究生

基金资助:中国科学院二期创新项目(C04708Z)

RTL8019网络接口。该款PC104做为硬件PCB电路设计的主要核心部件。ST16C554的四串口卡实现串行通讯,isp1032E门电路作为各个分系统的同步基准信号源,8255A并口电路来控制响应外部按键。系统编译软件采用的是Borland C++。

3 非面向连接的UDP数据报套接字网络通讯

在UDP网络应用中,首先要调用Socket建立套接字,然后用bind绑定本地地址、与端口。与面向连接的TCP流式套接字不同的是它不需要侦听和建立连接,此时通过调用Recvfrom()和sendto()函数就可以进行数据读写了,客户端与此相同。

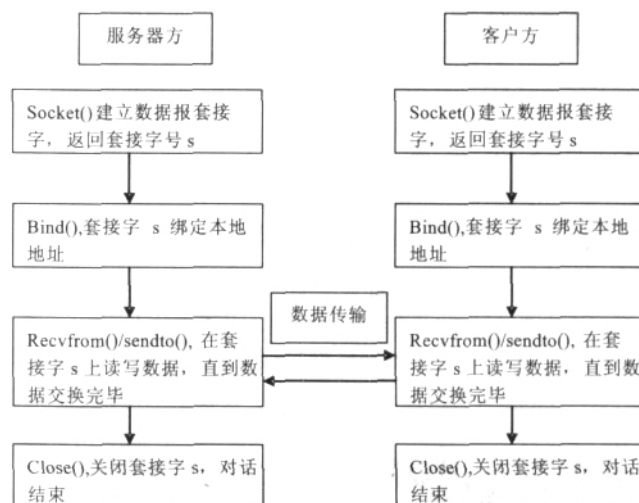


图2 UDP数据报套接字调用过程图

4 DOS下的UDP网络通讯设计

4.1 网卡驱动

型号为SCM/SDXa的PC104内嵌的网卡为RTL8019网络接口芯片,首先要运行RSET8019.exe来设置网卡参数。主要设置网卡的中断号为中断15,基地址为320H(根据不同款的

PC104, 进行不同的设置)。然后需要运行 NE2000.COM 来安装网卡的底层信息包驱动。需要设置网卡的软中断为 0x62 软中断可以在 60H 到 70H 之间的任何数。运行格式如下 NE2000 0x62 15 0x320; 最后需要在 autoexec.bat 里设置 :ne2000 0x62 15 0x320。

4.2 UDP 网络通讯工程模型建立

需要在 Borland C++ 下建立工程文件, 工程文件中要加入 DSOCK.LIB 和 dssock.h。DSOCK.LIB 是 DOS 模式下的 Dsock 库的支持文件, 它是把网络通讯底层驱动文件和应用层 C 编译文件连接的桥梁。dssock.h 是支持 Dsock 的 C 语言的头文件。还要在工程文件夹下根据不同工程要求修改 DSOCK.CFG 文件。

DSOCK.CFG 文件修改如下:

ip=192.21.209.61

netmask=255.255.255.0

4.3 UDP 网络通讯特点及防丢帧设计与研究

UDP 协议的网络通讯是非面向连接的、不可靠的, 但是 UDP 协议在某些方面有其特殊的优点: 发送数据之前不需要建立连接, 减少了开销和发送数据之前的时延; 不使用拥塞控制, 也不保证可靠交付, 主机不需要维持具有许多参数的、复杂的连接状态表; 用户数据报只有 8 个字节的首部开销, 要比 TCP 的 20 个字节的首部要短; 由于 UDP 没有拥塞控制, 网络出现的拥塞不会使主机的发送速率降低。

为了克服 UDP 通讯的不可靠性可以通过软件做类似像 TCP “握手”一样的通讯过程, 但是这样便大大折扣了 UDP 通讯的优点, 增加了开销和延时。为了即保证 UDP 的交付、通讯的快速性又要避免 UDP 通讯的不可靠性, 在控制软件中做了以下设计。

1. 在传输的每一帧中, 我们规定报头信息状态字包含了报头单元序号, 即与本地端口号唯一对应的报头单元序号。例如: 在信源(information origin)规定了报头单元序号为 0x7d 对应的端口号为 1600, 网络连通后, 信宿(information end- result)判断接收的数据报头单元序号是否为 0x7d, 是则表示接收来自端口号为 1600 的数据。否则可能是因网络数据发生碰撞、拥塞而产生的误码、误帧错误。

2. 在传输的每一帧中, 我们规定报头信息状态字包含了信息单元序号, 即与每一帧唯一对应的信息单元序号。例如: 在第一个时间周期内发送的一帧的信息单元序号为 00, 而在下一个时间周期内发送的一帧的信息单元序号则做加一处理为 01, 依次类推直到 255 完成一个循环。这样实现了信源单元序号从 0-255 的连续循环发送, 信宿可以通过检查信息单元序号的连续性、完整性来判断接收到的数据是否有丢帧现象。

3. 对数据帧做校验和运算, 所谓的校验和就是信源对除去信息单元序号、报头单元序号、信息长度、报文标志等报头信息外的具体数据字节段做逻辑异或处理。校验和运算结果做帧尾送至信宿, 信宿接收后对也做解校验和的运算, 如果与信源的一致就表明这帧为有效的网络信道传输数据, 否则丢弃。

4. 设置时间戳信息, 信源的每一帧中包含了发送该帧时刻的四个字节时间戳信息, 精度为 1ms。信宿把本周内接收到的时间戳再打包回送到信源, 信源将时间戳与上一周期帧数据发送时刻的时间戳做信息比较, 如果一致则说明没有丢帧现象。

5. 设计了丢帧、误码错误判断累加信息, 即针对上述四种情况而产生的错误信息次数做累加统计。并且在显示器上实时

的显示, 这样可以很直观的显示出每次网络通讯过程中具体的错误信息次数, 以便更好的改进 UDP 网络通讯的不足。

通过以上设计满足 1% 的误码率测试要求。

4.4 UDP 网络通讯系统的工程应用

在某工程中, 我们采用了 10MB/S 带宽的以太网, 通讯分系统和上级火控系统通过网络传输, 通讯分系统和伺服分系统、电视分系统通过串行通讯进行连接。isp1032E 门阵列时统电路产生不同频率的时统信号, 以达到各个分系统之间同步的目的。UDP 通讯主要函数及流程图如下:

BOOL Dsock_Open () 函数实现的功能是打开一个 Dsock socket 库。

BOOL Dsock_LoadConfigFile(char *szFile) 函数是加载网络设置的配置文件, 即我们上边所提到的 dssock.cfg 文件。

SOCKET SocketCreate (int nType) 函数创建一个 socket 类。nType 的类型可以为 TCP_SOCKET 或 UDP_SOCKET。

BOOL SocketBind(SOCKET s,DWORD dwAddr,WORD wPort) 函数是实现绑定本地 IP 地址和本地端口。dwAddr 为本地 IP 地址, wPort 为本地端口号。

int SocketDataReady(SOCKET s)函数实现查询通过建立的套接字 s 返回的数据。该函数的返回值为 socket 接收到数据的个数。

int SocketRecvFrom (SOCKET s,DWORD *pdwAddr,WORD *pwPort, BYTE *pby,int nlen)函数为通过 UDP Socket 接收到的数据。

int SocketSendTo(SOCKET s,DWORD dwAddr,WORD wPort, BYTE *pby,int nlen) 函数为通过 UDP Socket 发送的数据。

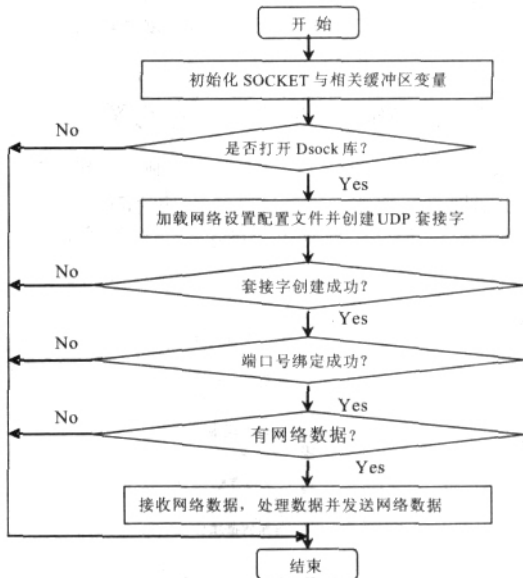


图3 UDP 通讯主要实现流程图

5 结语

本文介绍了基于 DOS 下 PC104 计算机 UDP 网络通讯系统的软、硬件设计原理和过程, 文中提到的一些理论和方法, 在某实际工程项目中得到了很好的验证, 并达到实际丢帧碰撞技术指标。本通讯系统的防止丢帧设计思想可以推广到其它嵌入式 UDP 通讯设备。本文作者创新点: 设计如何在 DOS 操作系统下更好的解决 UDP 通讯的优点与不可靠性这一矛盾问题。

(下转第 66 页)

了15个任务,并用上了 $\mu\text{C}/\text{OS-}$ 的信号量和邮箱同步机制,在每个任务里加上不同的发光二极管,经测试其实时性和稳定性都很好优异。

4 任务调度过程中优先级翻转问题及解决

优先级翻转是即当一个高优先级任务通过信号量机制访问共享资源时,该信号量已被一低优先级任务占有,而这个低优先级任务在访问共享资源时可能又被其它一些中等优先级的任务抢先,因此造成高优先级任务被许多具有较低优先级的任务阻塞,实时性难以得到保证。解决优先级翻转问题有优先级天花板和优先级继承两种办法。优先级天花板是当任务申请某资源时,把该任务的优先级提升到可访问这个资源的所有任务中的最高优先级,这个优先级称为该资源的优先级天花板。这种方法简单易行,不必进行复杂的判断,不管任务是否阻塞了高优先级任务的运行,只要任务访问共享资源都会提升任务的优先级。在 $\mu\text{C}/\text{OS-}$ 中,可以通过 $\text{OS_TaskChangePrio}()$ 改变任务的优先级,但是改变任务的优先级是很花时间的。如果不发生优先级翻转而提升了任务的优先级,释放资源后又改回原优先级,则无形中浪费了许多CPU时间,也影响了系统的实时性。优先级继承是当任务A申请共享资源S时,如果S正在被任务C使用,通过比较任务C与自身的优先级,如发现任务C的优先级小于自身的优先级,则将任务C的优先级提升到自身的优先级,任务C释放资源S后,再恢复任务C的原优先级。这种方法只在占有资源的低优先级任务阻塞了高优先级任务时才动态的改变任务的优先级,如果过程较复杂,则需要判断。 $\mu\text{C}/\text{OS-}$ 不支持优先级继承,而且其以任务的优先级作为任务标识,每个优先级只能有一个任务,因此,不适宜在应用程序中使用优先级继承。

在 $\mu\text{C}/\text{OS-}$ 中,为解决优先级翻转影响任务实时性的问题,可以借鉴优先级继承的方法对优先级天花板方法进行改进。对 $\mu\text{C}/\text{OS-}$ 的使用,共享资源任务的优先级不是全部提升,而是先判断再决定是否提升。即当有任务A申请共享资源S时,首先判断是否有别的任务正在占用资源S,若无,则任务A继续执行,若有,假设为任务B正在使用该资源,则判断任务B的优先级是否低于任务A,若高于任务A,则任务A挂起,等待任务B释放该资源,如果任务B的优先级低于任务A,则提升任务B的优先级到该资源的优先级天花板,当任务B释放资源后,再恢复到原优先级。在 $\mu\text{C}/\text{OS-}$ 中,每个共享资源都可看作一个事件,每个事件都有相应的事件控制块ECB。在ECB中包含一个等待本事件的等待任务列表,该列表包括 $\text{OSEventTbl}[]$ 和 OSEventGrp 两个域,通过对等待任务列表的判断可以很容易地确定是否有多个任务在等待该资源,同时也可判断任务的优先级与当前任务优先级的高低,从而决定是否需要用 $\text{OSTaskChangePrio}()$ 来改变任务的优先级。这样,仅在优先级有可能发生翻转的情况下才改变任务的优先级,而且利用事件的等待任务列表进行判断,比用 $\text{OSTaskChangePrio}()$ 来改变任务的优先级速度快,并占用较少的CPU时间,有利于系统实时性的提高。

本文的创新点:本文设计实现了实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-}$ 在TMS320LF2407A上的移植,解决了在任务调度过程中任务优先级翻转的问题

参考文献

- [1] 郭可军,朱铭锴等.DSP实时多任务操作系统设计与实现[M].北京:电子工业出版社,2005.
 - [2] 钟坚文,蔡旭.基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的CAN总线驱动程序[J].微计算机信息,2005,7-2:35-37.
 - [3] Jean J.Labrosse 著.邵贝贝等译.嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-}$ [M]第2版.北京:北京航空航天大学出版社,2003.5
 - [4] 刘和平,王维俊等.TMS320LF240X DSP C语言开发应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.
 - [5] TI.Code Composer User's Guide.SPRU509C.pdf
- 作者简介:许川佩(1968-),女(汉),广西北海人,桂林电子科技大学电子工程学院副教授,博士,主要从事嵌入式系统的应用研究。
Biography: Xu Chuan Pei (1968 -), Associate professor and Doctor in the Electrical Engineering Department of Gui Lin University of Electronic Technology, Her research interests are in the application and research on Embedded System.
(541004 桂林 桂林电子科技大学 电子工程学院)许川佩
王伟 戴葵 胡德国
(School of Electronic Engineering, Gui Lin University of Electronic Technology, Gui Lin 541004, China) Xu Chuan-pei
Wang Wei Dai Kui Hu De- Guo
通讯地址:(541004 桂林 桂林电子科技大学电子工程学院复杂系统集成研究室)许川佩

(收稿日期:2007.9.23)(修稿日期:2007.11.25)

(上接第49页)

参考文献

- [1] 谢希仁.计算机网络[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [2] 蒋东兴.Windows Sockets网络程序设计大全[M].北京:清华大学出版社,1999.
- [3] 胡道元. INTRANET 网络技术及应用[M].北京:清华大学出版社,1998年5月第1版.
- [4] [美] Ander S.Tanenbaum 著,Computer Neterworks,[M].北京:清华大学出版社,1999.
- [5] [美] William A. T. Mary A. P. Keith A.B 著,Internet 使用大全[M].北京:清华大学出版社,1995.
- [6] 周明天、汪文勇.TCP/IP网络原理与技术[M].北京:清华大学出版社,1993.
- [7] 邓全良.Winsock网络程序设计[M].北京:中国铁道出版社,2002.
- [8] 高超.VxWorks下网卡驱动程序的开发[J].微计算机信息,2004.(9):10,11.

作者简介:李焱(1980-),吉林省长春市人,长春光学精密机械与物理研究所在读硕士研究生,主要从事嵌入式计算机控制应用、电子学设计、网络通讯方面的研究。

Biography: Li Yan is pursuing master degree in Changchun Institute of Optics, fine mechanics and physics, Chinese Academy of Sciences. Presently, he is major in the control and application of embedded RTOS computer, design of the electronics, network communication.

(130033 吉林长春 长春光学精密机械与物理研究所)李焱

(100039 北京 中国科学院研究生院)李焱

通讯地址:(130033 长春 长春经济开发区东南湖大路16号长春光机所光电对抗部)李焱

(收稿日期:2007.9.23)(修稿日期:2007.11.25)