

超小型机以太网与微机以太网的互连

INTERCONNECTION BETWEEN SUPER-MINICOMPUTER ETHERNET

李 华 吴 中 福 陈 大 智

Li Hua Wu Zhongfu Chen Dazhi

(计 算 中 心)

摘 要 超小型机局部网络与微机局部网络在物理性能和技术实现上存在着许多不同的特点。本文论述上述两种不同局部网络在互连中所涉及的互连协议,路由选择,信包拥挤和流量控制,点一点实时通信等一系列技术问题,并分别讨论了它们在实现以DG公司的ECLIPSE MV/8000 II超小型机为服务器的以太网与3COM公司的微机以太网的互连系统中的具体应用。

关键词 计算机网络;协议;数据通信;帧;信关;存贮转发

ABSTRACT There are many different features in physical performance and technique between super-minicomputer local area network and microcomputer local area network. This paper discusses interconnection techniques of two types of local area network which contain interconnecting protocol, routing, message conflict and flow control, point to point real time communication. Also we discuss the practical application in the interconnecting system between the Ethernet of super-minicomputer-ECLIPSE MV/8000 II (DG) as a server and the Ethernet of microcomputer (3COM).

KEY WORDS computer networks; protocol; data Communication; frame; gateway; store and forward

一、引 言

随着计算机和局部网络的广泛采用,越来越希望扩大计算机间数据通信和资源共享的范围,从而要求实现网络间的互连。

在实现不同网络的互连中,存在着相当复杂的技术问题,而这些技术总是围绕着实现互连的机制来展开的。本文论述异种网的互连问题,着重讨论以DG公司超小型机高速以太网Xodiac环境下,以MV系列机为节点机(本文为MV/8000 II),由Rational data system公

本文于1988年9月23日收到。

司发展的以太网PC/VS(下面简称DG网)和3COM公司的微机以太网(简称3COM网)的互连,分析了具体实现互连的一系列技术问题。

DG网和3COM网虽然都是以太网,但所用服务器不同,生产厂家不同,为用户提供的功能也不同。DG网主要完成共享打印,共享存储(文件),部分仿真MV/8000型的终端;3COM网主要完成共享打印,共享存储(文件),电子邮件。对应于ISO的七层参考模型,DG网与3COM网的最低两层(物理层和链路层)基本相同,而上面五层却互不相同。因此要实现上述两种网络的互连,必须进行协议转换,解决一系列的技术问题。

网络互连一般采用信关(GATEWAY)或称网际连接器实现。在一般的互连拓扑(如总线型,点一点型,链接型)中,常采用半信关,这种半信关间的通信,由于多依赖于RS-232-C接口或传送器,因此降低了通信速率。在我们设计的DG网与3COM网的互连中,则是直接利用2个子网的网络适配器,硬件实现较为简单。

本文所讨论的互连系统拓扑结构设计如图1所示。

这里, LINK1代表DG网的网络适配器, LINK2代表3COM网的网络适配器。

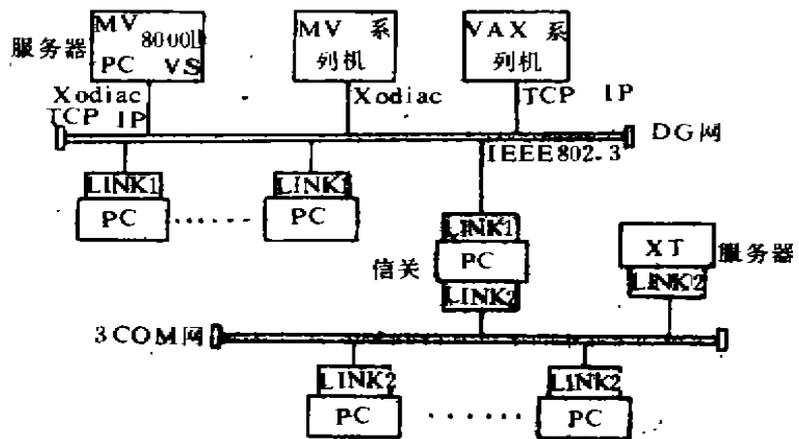


图1 互连拓扑结构

二、互连系统的整体结构设计 with 实现

网络互连的基本任务是使不同网络上的工作站可以相互通信,并能任意访问目的网络上的资源。如图1所示,信关是实现互连的关键部件。信关由三部分组成:与DG网的接口;与3COM网的接口;互连网络服务。互连网络服务完成如下功能:

- ①对源网络送来的报文进行分析、分组、装帧处理,转换为目的网络的报文格式;
- ②接收、存贮、选径转发经过信关的报文;
- ③重发未得到应答的帧5次后放弃;
- ④监督、管理互连网络的工作。

网上所有工作站与信关的通信,均采用点一点直接通信。由于3COM网的点一点通信要经过服务器中转,DG网的点一点通信要通过仿真命令间接实现,为提高互连系统网际访问的速度,我们首先编制了一套处理点一点直接通信的软件,在该软件的基础上再加上一个与用户的接口及电子邮件功能,便可成为一个独立的点一点实时通信系统。

为实现不同网络互连后,在互连系统中的所有用户工作站既可以使用DG网络的命令,也可以使用3COM网络的命令,则必须编制一套3COM网(或DG网)模拟DG网(或3COM网)

的命令处理程序。因此工作站上的程序包括初始化处理,接收与发送处理,面向用户的界面(包括DG网和3COM网的模拟命令)。

由于DG网和3COM网的高层协议不同,在网络互连时必须实现协议和应用的转换。这种转换是由信关通过自行设计的互连协议INP进行的。网际访问的工作过程是这样的:当3COM网的工作站访问DG网的资源时,3COM网的工作站利用INP发相应的DG网命令,经信关分析处理,转换为DG网的协议,交DG网服务器MV/8000 II处理后,返回信关,再从信关上通过INP返回3COM网的工作站。反之亦然。图2给出了网际访问示意图。

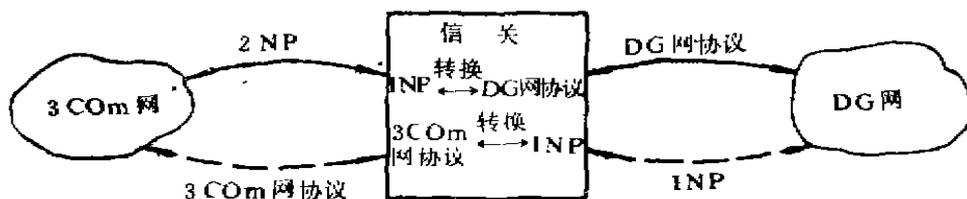


图2 网际访问示意图

其中 “ \longleftrightarrow ” 表示3COM网访问DG网

“ \dashrightarrow ” 表示DG网访问3COM网

为实现两网协议的转换,在信关(PC机)的内存中,设置4个缓冲区,即DG网和3COM网的接收和发送缓冲区。接收时,将收到的信包折帧,处理,放入接收缓冲区,从接收缓冲区取出内容,按目的网络协议重新分段,装帧后送入发送缓冲区准备发送。

根据PC机的设计原理,凡插入PC机扩展槽中的所有外设板,其I/O中断级、I/O地址及DMA通道,均不得重复。因此,如图1所示,上述两个网络适配器由于要插在一个作信关的PC机的两个扩展槽上,就必须遵循上述“三不同”的要求。由于所设计的互连系统是在保持原有网络功能的基础上,扩展的互连功能。因此,为使原有的网络软件适应上述硬件设置的变化,我们对不相适应的所有软件进行修改,以保证软硬件设置一致,使原网络顺利运行。

为提高信息的处理速度,该互连系统软件——Interconnection system software(ISS)采用汇编语言编写。为使互连系统结构层次清晰,便于修改,扩充和移植,采用了模块化的设计方法。整个互连系统分为三大模块:

- ①面向用户模块;
- ②点一点实时通信模块;
- ③目的网络命令处理模块。

三、点一点实时通信技术的设计与实现

原有以太网上的网络驱动程序采用查询方式工作,而点一点实时通信必须利用中断方式实时接收信息。因此,在互连系统中需保持两种工作方式,即既能利用查询方式进行原有操作,又能以中断方式实现点一点实时通信。

为此,必须对网络适配器重新编程,在PC-DOS中贴补一块网络适配器的中断处理子

中断 INT 0BH(或 0DH)

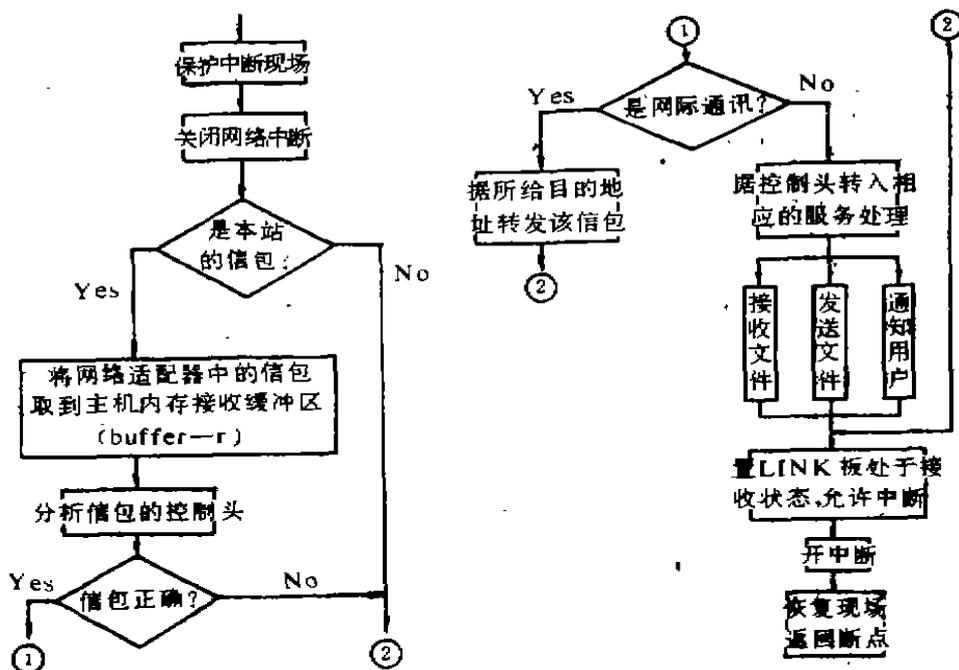


图 3 中断处理程序逻辑框图

程序，此中断处理子程序能实现网络实时通信的功能。该中断子程序以网络适配器的中断请求信号作为中断源，其程序框图如图 3 所示。

在点一点实时通信中，为每个用户设计了一个“邮件登记簿——Mail Register Book (MRB)”用于记录发给本站的各邮件的有关信息，每个邮件在“MRB”中的登记项目如表 1 所示。

表 1 “MRB”的内 容

邮 件 名	源 用 户	源 地 址	隐 含 字	时 间	邮 件 长 度
字节数, 14	8	6	2	3	2

为便于管理邮件，规定每个用户的“MRB”最多可登记60个邮件，约占2K字节。若某用户的“MRB”已装满60个邮件，则通知用户清理其“MRB”，删除其中某些过时邮件的登记。邮件可以是电报或信件。

每收到一个邮件要在“MRB”中登记，而邮件的实际内容则放在虚拟邮箱(磁盘)上，利用“隐含字”来管理该“MRB”。发送方将邮件发给接收方，由后者存入自身所带磁盘中。为提高用户邮件的保密性，存盘的文件均以隐含文件方式存于盘中，一般用户无法读取这些邮件。这种邮箱方式，适用于工作站上任何可变的新老用户，允许各种不同类型和不同长度的邮件共存于虚拟邮箱内。

由于所设计的互连系统是全功能互连，即两个网上的工作站在互连后处于同等地位，因此在正式点一点实时通信前，发送站首先利用广播方式向互连网上各用户发送一个呼叫包，在呼叫包中包含一个被呼叫的名字，每个网络工作站在接收到该信息包后，将被呼叫名与本站

登记的用户名比较，比较结果一致的工作站向发送呼叫包的工作站回送一个含本工作站的站地址和工作状态的响应包。这样，就奠定了网上任意两个工作站间通信的基础。

四、互连协议的设计

网络上每个工作站要访问服务器的资源或与其他工作站进行数据传输都必须按规定的协议命令来进行。如果协议设计不合理，会直接影响到网络的性能。

表2 INP的帧格式

字节数	内容	头 部
6	目的地址	ETHERNET
6	源地址	控制头部
2	类型	
8	目的用户名	
8	源用户名	互连系统的 控制头部
1	目的网络号	
1	源网络号	
2	信息长度	
2	套接字	
46—1500	信息内容	通信信息域
4	CRC校验	CRC校验码

为使两个网络的各工作站协调地在互连网中运行，互连系统必须设计一套完善的用户间必须遵守的，而且不与原系统重复的新的通信协议。设计该协议时，必须考虑应用上的要求，可能的技术支持，与OSI参考模型相符合。我们把按照上述要求设计的互连网络协议称为INP (Interconnection Network Protocol.)

设计的INP的信息帧由四部分组成：表2给出了互连网络协议INP的帧格式。

第一部分，ETHERNET的控制头部。当目的地址为全“1”时，表明该信息包为广播包，将发送到网上的所有工作站。

“类型”虽属ETHERNET控制头部，但只要在INP中不用原以太网的高层软件规定的信息包内类型码，也可将“类型”用于互连系统控制头部，用其中的一个字节表示

互连系统的包类型：“E”(External)——表示网际通信和访问；“I”(Internal)——表示单一网内的通信和访问。另一个字节是表示信息包的包号，单包的包号为零。

第二部分是互连系统的控制头部。目的用户名和源用户名用于点一点实时通信时，指定信息包的接收用户名和发送用户名，用户名必须是在网络上当前登录的用户名。而在广播通信时，目的用户名为ALLUSER，源用户名为“空”。目的网络号和原网络号用于网络互连时(特别在多于2个网络的互连时)，指明网际间访问和通信的路由，单一网内通信时，目的网络号为0。信息长度指示信息域中的数据字节数。套接字则给出站间通信和网际访问的各种功能。

第三部分，是通信信息域，存放用户通信的具体内容。信息的长度为46—1500字节，不足46字节可用0补充，多于1500字节的报文可分组为多个帧发送。

第四部分是CRC差错校验码。

在INP的设计中，始终参照了OSI参考模型。表3给出了INP对应于OSI参考模型的层次结构。并对照3COM网的协议进行比较。

应用层：直接为用户服务，提供点一点实时通信，共享打印，共享存储，部分仿真MV

/8000 II的终端用户功能。从应用角度上看，分布在两个网上的各工作站的信息特性不同，如数据结构，程序调用等不同，对这些不同要进行相应的处理，使得互连系统所提供的服务对网络上的用户具有透明性。

表 3 对应于OSI参考模型INP层次结构模型

OSI 参 考 模 型	3COM 网 协 议	INP
应 用 层	共享打印，共享存储命令的选择菜单，电子邮件	共享打印，共享存储，部分仿真命令的选择菜单，点对点通信
表示层会话层	Ether系统软件	互连系统软件
传 输 层	网络驱动程序	增加新的互连驱动程序，出错控制，选径等
网 络 层	ENET.SYS	
链 路 层	Etherlink (网络适配器)	网络适配器
物 理 层	网络收发器	网络收发器

表示层与会话层：如前所述，在应用层为用户提供了诸多功能命令的选择菜单，对应于每个用户功能，需利用一定的手段加以实现。为使用户顺利安全的使用互连网络，每个用户都按系统规定的用户名进行通信，因此要建立用户名与网络工作站地址的对应关系，为访盘要建立文件名与磁盘空间的对应关系以便对用户通信进行管理。

在3COM网中，网络适配器实现了OSI标准的低二层协议功能，低层软件固化在网络适配器的ROM中，它的具体执行则由网络驱动程序 ENET.SYS(DG网由PCVS.SYS)调用ROM中的软件来完成规定的功能。所以，INP的最低二层受网络适配器限制，主要由Ethernet技术所确定。

相对于单一局部网的网络层和传输层

来说，INP据TCP/IP(Transmission control Protocol/Internet Protocol)标准增加了实现互连的诸多功能，网间通信由信关完成，在信关上增加了路由选择、存储转发帧，并考虑了信关的信息拥挤问题，实现了信息流控。因信息在低层协议中是以帧传送，因此要对发送和接收信息进行装帧和拆帧。为保证信息的正确发送和接收，又要进行差错处理和控制在避免帧丢失、传输顺序的倒置和重复帧。图4给出了INP传输层和网络层的模型。

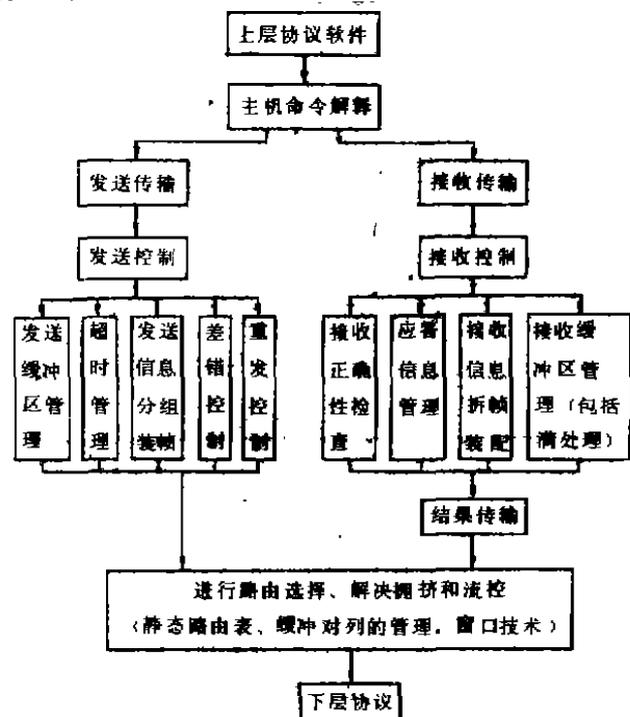


图 4 传输层与网络层的模型

五、互连的其它技术

1. 路由选择

为了支持管理和控制互连网络中各站点间的通信,建立通讯者的身份证是必要的。在低层协议中,目的地与地址相联系;而在高层协议中,通常在正文中所指的目的地是它的名字,一个地址可对应多个规定的用户名,具体地讲,该用户名就是网络中登录的用户名。由此可见,我们首先必须将用户提供的名字转换为能由ISS理解的地址,而ISS又必须把这些地址转换为引导信息包到达它的目的地的路径。为提高互连网的处理速度,必须选择简单、快速的方法使地址与路径相联系。

单一局部网内的路由选择是由网络拓扑和管理方面的选径策略所确定。在网络互连中,跨网访问时的选径问题实际上是选择一条连接源站点与目标站点间由若干连网机(如信关)组成的线路(各局部网内的路由选择是各网内部的管理问题,对用户既不可见更不能改变)。对每个连网机而言,路由选择本质上是根据某种算法确定下一连网机的问题(如果多个网互连可继续跨网)。

网络互连的路由选择方法归结起来可分为两大类:源点选径(Source Routing)和逐点选径。考虑到DG网和3COM网的拓扑结构简单,路由选择集中在信关上,为减少系统开销,使算法简单易行,因此,所设计的ISS路由选择算法仅依赖于互连网络中各工作站的唯一地址,使用源点选径法,为此在信关上建立一张独立的路由表,由它进行组织和维护通信。该路由包括当前正在互连网络上工作的各用户名及地址,由信关通向该站的标识符及该用户进入网络的时间。

2. 拥挤和流量控制

由于信关为网际互访的咽喉,跨网信息量的波动及收发双方的动态或稳态的发送和接收能力的差异可能造成信息在信关中的堵塞,并且存储转发的性质决定了信关必定带来的时延,重要的问题是如何将时延保持在最小,为此必须进行拥挤的控制。在ISS的设计中,主要采用信关输入流限制,即限制占用缓存的办法控制流量和保护缓存资源。对输入信关的报文进行控制。对应于信关上的二个网络适配器,分别设置了进入信关的报文缓冲队列。二个缓冲队列均按先进先出(FIFO)的方式工作,将长度定义为使缓冲区的溢出尽可能少,这与网络中工作站的数目有关。

为提高信息的传输速度及可靠性,还必须进行流量控制。网络互连的流控可以与二网内部的流控建立直接关系,直接映射。但在二网用不同的流控制方式时,有时难以直接映射。

在DG网与3COM网的互连中,原采用应答方式进行流量控制。但对于象文件传输这种功能,一个报文可能要通过多个帧才能输完,如果对每帧均要发送确认,则在通过信关时,无疑是增强了信关的负荷,而且流控制信息周转时间较长。因此我们利用“窗口技术”来进行流控,其目的主要是为减轻信关负担,特别当网间通信距离较长时,因传输延时大于流控处理所产生的延时,故当窗口(N)值适当大时,节约的帧数就越多。

3. 兼容性和保密性的设计与实现

在设计和实施3COM网与DG网的互连时,一直采取贴补办法,即既不破坏原有系统软

件,又将与之共存,使用户在保持原有服务功能的基础上增加了一些新的服务。结果,扩大了网络范围,增加了通信能力,给用户带来了方便。但如果不是这样,可能使整个系统失调,或干扰服务器硬盘的内容,或破坏原有系统程序,因此必须考虑系统的安全保护及信息的保密问题。应在不同层次上采取多种保密措施以防止信息溢漏。在高层软件上,利用权限对资源进行访问控制,不允许非法用户访问的信息就拒绝访问。在点一点实时通信中,利用隐含文件方式存盘,可达到对信件的安全保护。在低层协议中,利用流控和重发以保护用户传输的信息安全抵达目的地。在校内某些需要对信息严格保密的单位,可将密码术加到他们的通信系统中。一般有以下三种方式(可根据用户要求有选择地实现):

- 链路加密
- 节点加密
- 端对端加密

六、结 束 语

本文只是对超小型机以太网和微机以太网的互连问题进行了初步探讨。到目前为止,我们已在实验室环境中具体实现了上述两个网络的互连。但由于时间仓促,该网络互连系统还需要进一步完善和改进才能更接近实际需要,具有更大的推广价值。

参 考 文 献

- [1] 李华:超小型机以太网与微机以太网的互连。重庆大学硕士学位论文,1988
- [2] 潘启敬,施雨农:计算机网络。中国铁道出版社,1984
- [3] 唐永连,张焕英:3COM ETHERNET局部网络系统原理及应用,小型微型计算机系统,1986,(7、8):7~98
- [4] Snoch J. F Inter-network Naming, Addressing, and Routing. The Proceedings of the COMPCON, F78 conference 1978; 72~79
- [5] Stack T. R, Dillencourt K A. Protocols for Local Area Networks. Proceedings of the Trends and Applications Conference, May 1986; 33-93
- [6] Haeer B, Kirby A, Steware B. Transparent Interconnection of Local Area Networks with Bridges. J. of Telecommunication Networks, Summer 1984; 116~130