

**微小型计算机网络通信实用技术
及其应用实例专辑**

中国科学院成都计算机应用研究所情报室

目 录

结 构 与 设 计

局部网络 MAN 技术分析.....	(1)
NOVELL 局域网的系统结构与设计.....	(7)
PCnet 的分析和研究.....	(21)
3*以太网网的初步分析与实时通信.....	(38)
IBM-PC 以太网初探.....	(46)
在以太网络上实现的一种并发进程调度算法.....	(55)
IBM TOKEN RING 系统结构工作原理及其网络组成.....	(61)
MV 系列计算机的网络系统.....	(81)
面向普及型微计算机局部网络的研究与设计.....	(88)
一个用于数据输入的网络系统的设计与实现.....	(94)
计算机局部网的选择.....	(100)

协 议

XX-NET 文件传输协议的设计与实现.....	(111)
局部网络会话层协议的设计和应用.....	(118)
DECnet 数据链路层 DDCMP 协议在 VAX 机上实现剖析.....	(126)
Ethernet 网络层、传输层通信协议的设计与实现.....	(132)
MS-DOS 系统上的 Kermit 通信协议结构.....	(148)

通 讯 与 互 连

一种基于自己开发的数据传输网的实现.....	(156)
BCM-III 远程通讯的无差错传输.....	(162)
APPLE II 到单板机的并行数据传送.....	(170)
IBM-PC 与 VAX-11 数据通讯系统.....	(173)
STD-BUS 与 IBM-PC/XT 之间的数据通讯.....	(188)
Etherseries 网络点对点实时通讯的开发.....	(193)
如何在 OMNINET 网上实现工作站点间通讯.....	(198)
IBM-PC/XT 与 KC-85 构成的小型局部微机通讯系统.....	(204)
IBM5550 (或 PC) 微型机与 B1955 小型机联机系统的实现.....	(209)
把 PC 和 VAX 综合起来的软件与硬件.....	(218)
IBM PC 和 TP801 主从机网络的通信和定时.....	(223)

两个不同机种局部区域网络 C-Net 和 Omninet 的网际互连.....	(231)
如何在 Omninet 网上挂接远程工作站.....	(240)
Ethernet 局部网络的接口分析.....	(251)
多协议串行通讯控制器 7201A 的使用方法.....	(268)

软件设计与操作系统

在 OMNINET 网络上 IBM-PC 与 APPLE II 之间文件传输软件的设计.....	(272)
OMNINET 网络上点到点通讯软件的进一步开发.....	(276)
中西文 IBM-PC 局部网络与 DECNET 网络通信支持软件的研制.....	(281)
微机局部网络的分布式处理.....	(288)
分布式网络操作系统的设计实现.....	(295)
微型机局部网络操作系统结构.....	(310)
配置 iRMX86 操作系统来支持 iSBC550 以太网通信控制器.....	(316)
UNIX 的连网功能与网络 UNIX 系统.....	(327)
一个局部——远程网络办公自动化系统的设计.....	(336)
在局部网络及联机应用系统中实现的一种通用主控程序.....	(342)
建设银行实时网络会计系统.....	(348)
IBMPC/XT 局网语音通信系统的实现.....	(353)
在 IBM-PC/XT 上实现多路远程中西文通信系统.....	(358)
计算机网络在远洋运输管理系统中的实现.....	(367)
微机网络上分布式数据管理系统的一种实现.....	(371)
网络通讯环境里的数据变换程序.....	(376)
DOS3.1 网络功能分析及 3+ 网用户接口功能的扩充.....	(378)
OS/2 与 3+ 网.....	(384)

局部网络 MAN 技术分析

武汉水运工程学院 李腊元

摘要 本文研讨了现代局部网络的一个重要分支——大城市区域网络 (Metropolitan Area Network, 简称 MAN)。文中论述了 MAN 的体系结构, 并对其基本实现技术及应用进行了分析研究。

引言

局部网络是当今计算机科学与工程中正迅速发展新兴技术之一, 是计算机应用中一个空前活跃的重要领域, 同时也是计算机、通信和自动化等相互发展渗透而形成的一门新兴学科分支。近年来, 它已获得长足进步, 并正向综合集成网络, 通信接口及通信协议芯片化, 高层协议标准化, 新型传输介质实用化, 局部网际互连等高技术方向发展。随着局部网络的开发研究, 以及产品数量与型号日益增多的发展趋势, 局部网络标准化工作也取得了可喜的进展。关于局部网络标准, 现已有多种组织提出, 其中较有影响的有 IEEE802、ISO、DIX 和 ECMA。这四种组织中, 活动最积极, 影响最大的还要算 IEEE802, 迄今为止, IEEE802 已建议了七种局网标准草案, 其中 IEEE802.1 为局网标准总论; IEEE802.2 为逻辑链路控制规范 (LLC); IEEE802.3 为 CSMA/CD 总线规范; IEEE802.4 为令牌总线规范; IEEE802.5 为令牌环规范; IEEE802.6 为大城市区域网络 (MAN) 规范; IEEE802.7 为时间片环规范, 这七种局网标准绝大部分已被 ISO 认可, 它们的隶属关系如图 1 所示。目前对 IEEE802.1~5 以及 IEEE802.7, 已有诸种文献和草案本叙及, 而对于 IEEE802.6 则很少提及, 本文旨在研讨 IEEE802.6, 即 MAN 局网技术。对其基本技术及应用进行初步探讨。

802.1 总论、体系结构和高层接口标准					数据链路层
802.2 逻辑链路控制					
802.3 CSMA/CD 总线	802.4 令牌总线	802.5 令牌环	802.6 大城市区域 网(MAN)	802.7 时间 片环	物理层
基带同轴 电缆, 宽 带同轴电缆	基带同轴 电缆, 宽 带同轴电缆	双扭线	CATV, 光纤	双扭 线等	

图 1 IEEE802 局网标准

二、MAN局网体系结构

所谓MAN是一种高数据传输率的通信网络(典型地,数据率应大于1 Mbps),它复盖的地理范围应在一个大城市区域内,它能同时提供数据、语音以及视频图像等综合信息。在某种意义上,MAN可被看成是一个超级局部网络,只不过是网络复盖距离被扩展到一个大城市区域。MAN的组织结构类似于分布式局部网络。系统中各节点由一条共用的高速传输介质互连,每个节点接收所有信包,但只拷贝其目的地址与已相同的信包。在大多数情况下,目的地址是显式的,即明确地出现在信包的包头域内;但有时也可能是隐式的,即目的

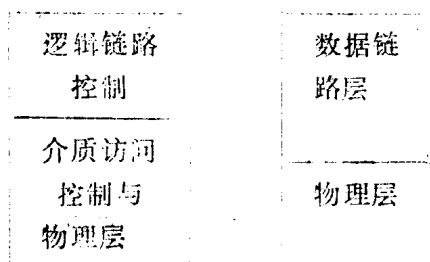


图2 MAN与OSI协议结构对照

地址没有包含在信包里面,在这种情况下,节点需要采用其它方法判别信包是不是发给自己的。由于系统中每个节点都可同等地使用信道,这样,有可能出现两个或两个以上的节点同时使用信道,即出现冲突。为避免冲突,需要使用一种介质访问控制(MAC)协议,来调停各节点的发信权。图2为MAN协议的体系结构与OSI参考模式的对照。MAN的主要特征是能在一个大城

市区域内,提供各种综合信息服务。人们可能已经清楚地意识到,IEEE802其它局网标准基本上是只涉及数据信息的,为此IEEE802委员会正式建议了MAN局网标准,该标准以能支持数据、语音以及视频信息为特征,其优化距离为5到50公里。据分析,这其中较容易实现的是首先支持高度压缩的视频信息。IEEE802.6工作组指出,MAN标准将为MAN局网定义一个介质访问控制子层和一个物理层,它支持数字位流信息的双路交换,典型的网络直径为50公里,信道具有足够的带宽和适当低的延迟,数据传输率为1 Mbps到介质所能提供的极限数据率范围。在具体组建一个MAN时,要精心选择和设计MAC,IEEE802 LAN MAC的介质理论利用率可由下式给定:

$$U = \frac{1}{1 + a}$$

其中 $a = \frac{RD}{L}$, R表示介质的数据传输率, D为介质传输延迟, L为一个节点发送信包的长度,对于这类MAC,若数据率为50Mbps,介质长度为50公里,包长为1000bit,那么则可根据上式得到介质的最大利用率为0.11。这说明要想在MAN中,获得较理想的信道利用率,必须在R, D和L之间,进行折衷。

三、MAN局网的基本技术

MAN局部网络的基本技术包括:传输技术,访问协议和拓扑结构。

1. 传输技术

(1) 宽带同轴电缆传输

宽带系统一般可采用标准流行的共用天线电视(CATV)组件,其中包括75欧姆同轴电

缆。75欧姆终端匹配器用来连接电缆的各个端点,并吸收信号。宽带MAN一般可采用总线或树形、环形等拓扑结构,它可提供几十公里的复盖范围,并可支持几百甚至几千个设备。在宽带MAN局网系统中,即使距离很近,也需要配置放大器。它与基带系统相同的是各站点均需通过一个接头连到电缆上去。与基带不同的是宽带是一种单向介质,插入介质的信号只能沿一个方向传输。这主要是一个频率上的信号以双向传送将不便设置放大器。这种单向性质意味着只有那些位于发送站点的下游站可以接收信源的

信号。为获得全连通性,需要采用双路数据通道。这些通道被连接到网络上的某一点,我们称该点为头端。对于总线拓扑,其头端就是该总线的一端;对于树形拓扑,其头端是分支树的树根。系统中各站在一条朝着头端(输入)的通道上进行发送。在头端上被接收到的信号沿着第二条数据通道从头端传播出去。所有站在输出通道上接收信息。实际上,用来实现输入和输出通道的结构有两种不同的形式(见图3)。在双缆结构中,输入

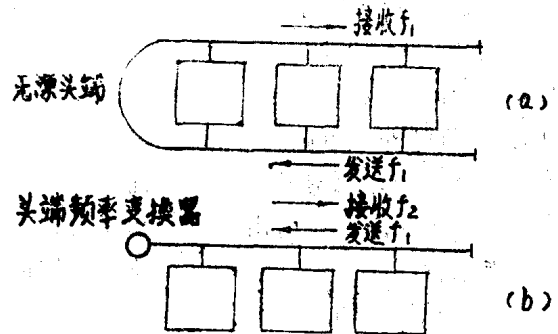


图3 MAN宽带传输

a. 双缆宽带 b. 分段宽带

和输出通道是分离的电缆,其头端很简单,它是输入和输出通道之间的一个连接器,各站可采用同一频率进行发送和接收。与双缆结构不同,在分段结构中,输入和输出通道是同一电缆上的不同频率。双向放大器通过较低的输入频率和较高的输出频率。其头端包括一个叫做频率转换器的设备,它可将输入频率转换成输出频率。该频率转换器可以是一个模拟设备,也可以是一个数字设备。模拟设备可简单地将信号转换成一个新的频率,并重发此信号;数字设备则是恢复来自头端的数字数据,然后以新的频率重发提纯过的数据。分段系统可通过两条通道的频率分配进行分类。子分段一般用于CATV工业,它提供5—30MHz的输入频率以及40—300MHz的输出频率。这种系统曾被设计用于大城市区域的TV分布,和具有有限的电话用户到中心办公室的通信。中间分段技术较适合MAN局网,它提供5—116MHz的输入频带和168—300MHz的输出频带。中间分段系统是在CATV电缆只有300MHz的实际带宽时开发的,目前合用的带宽已超过400MHz。为获得更好的均衡,有时可通过将带宽粗略地对半分段,而采用“超级分段”或“等分段”技术。分段和双缆系统之间的差别较小。当单一设备已装入一座大楼时,分段系统是很有用的,其费用大约比双缆系统便宜10—15%。另一方面,双缆系统的容量是中间分段系统的两倍多,且不需要在头端设置频率转换器。宽带MAN可用来传输多路信息,其中一部分为模拟信号,如视频和语音;另一部分为数据信息。例如,一个视频信道需要一个6MHz的带宽。数字信道一般每赫芝能传送0.25和1bps数据率的信息。多路信道的优点之一是不同信道可用来满足不同的要求,其数据传输技术主要有三种形式:专用式、交换式和多路访问。专用式服务是将电缆上的一小段带宽分配给两个设备专用,无需采用专门的访问协议。这两个设备中的每一个均通过一个调制器连到电缆上;两个调制器采用同一频率。这种技术类似于来自电话公司的一种可靠的私人租用线,其合用的传输速率可达20Mbps。例如,一台计算机可用作另一台计算机的后援以及需要对状态信息、文件和数据库作频繁的修改等场合,往往需采用这类专用服务。交换式传输技术要求占用大量的频带。各设备通过一些“频率灵活”的调制器与一控制器连在一起,这些调制器能借助信

号改变其频率。各个设备开始时都转换到同一频率，希望建立一个连接的站先要向该控制器发送一个请求信号，控制器响应此请求后，将在两个设备之间分配一个适当的频率，并向它们的调解器发出相应信号，以使调解器校准该频率，交换技术本质上类似于拨号线。第三种传送技术是多路访问，它允许在同一频率上支持众多的连接设备，这种技术一般需要采用某种介质访问控制协议。

(2) 光纤传输

光纤是 MAN 的一种较为理想的传输介质，它比同轴电缆有更高的潜在容量，在许多方面都优于同轴电缆和双扭线。它有三个显著优点：1、传输速率高，这是一般同轴电缆无法比拟的，目前国外已可做到 100Mbps 的数据传输率，50Mbps 的光纤局网系统已投入运行；2、抗干扰能力强，它对各种电磁干扰，噪声都不太敏感，保密性好，且无信号反射作用；3、重量轻，体积小。目前由于成本和工艺技术水平限制，尚未得到大面积推广应用。从技术的观点来看，随着光纤成本的下跌，它较适宜于构成点——点光纤环形拓扑的 MAN 网络，而对于象总线/树这样的多点拓扑则难于采用光纤介质，这主要是由于要抽头的缘故，使得每个分支光缆附加大量的功率损失，从而引起光反射，克服这一问题的一种方法是采用无源星形耦合器。

2、访问协议

(1) 预约式时分和频分多路访问 (TDMA) 和 (FDMA)。

时分多路访问使用户在预先分配的时间片内进行访问，各路信号波形在时间上互不重叠。为使该协议能正常操作，要求各节点能很好地按预先分配的时间片进行同步操作。系统中，每个节点被分配一个单路网络传输时间延迟 T_n ，它比实际的单路传输时间略长一些，当一

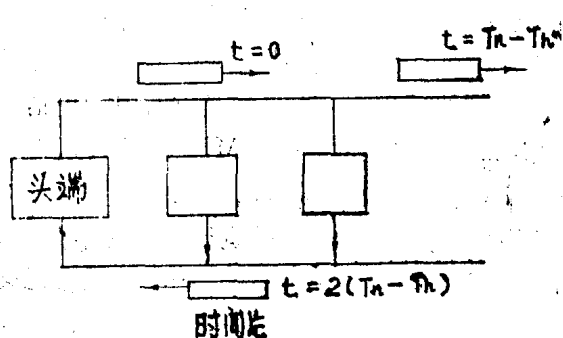


图4 双路CATV的时间片同步操作

节点检测到一时间片到来时，立即开始向A信道发送一个时间片，并启动定时器，头端将此时间片转到B信道，当某节点发现这个时间片时，为获得距离头端的传输时间 T_n ，则停止定时器操作。其详细操作过程如图4所示。频分多路访问可使每个用户获得一部分带宽，并将各用户的访问限制在各自分配的子带范围内。它使各个信号在频率轴上不互相重叠，在接收端用滤波器把它们再分离出来。TDMA和FDMA

都属于静态固定分配方式，在基带局网中较少采用，但在宽带 MAN 中却很有用处。为改进 TDMA 的性能，现已开发出各种动态时分分割方案，如异步时分多路访问 (ATDMA)，它有时也被叫作统计时分多路访问 (STDMA) 等。这些改进方案的基本特点是在信道分配问题上，能考虑到用户对信道的实际需求。

(2) 令牌环——电路交换混合访问方式

令牌环的基本原理是环上有一个循环兜圈子的令牌包，获取此包意味着取得发信权，其操作要点如下：

- ①某节点要想发信时，先得等待令牌包的到来；
- ②当节点获取令牌包后，就将此包的“自由”标志改写为“忙”标志，并立即向环上发

送一个信包，并在此信包后面尾随一忙令牌；

③环上各节点辨认该信包的目的地地址，若与己不同，则放行此信包，与己相同，则拷贝此信包，并在原包上填写“已收悉”字样后，继续放行；

④此信包绕环一周返回信源后，将被删除掉，并当忙令牌也返回信源后，发信站将向环上插入一个新的自由令牌，并重复上述操作。

对于 MAN 局网，为满足某些节点对信道带宽的特定要求，可对带宽进行适当地预约，即在有带宽预约的时间周期内，使信道访问由令牌模式转入电路交换模式（非令牌方式）。在非令牌方式下，节点向环插入整数个信息帧绕环运转，这些帧的时间长度一般可为 125 微秒，每个信息帧可分成若干个时间片，这些时间片可用来启动电路交换方式。

(3) 时间片环访问方式

MAN 局网还可按照时间片环方式组网。它可包括一个高速光纤环和一个低速环。由于这两个环网具有类似的协议，因此它们可通过 MAC 桥路 (bridge) 互连起来。在该系统中每个环上有一个节点作为监控节点，它负责生成和维护整数个信息帧，帧长为 125 微秒。在低速环中，监控节点是指定不变的，而在高速环中，每个节点都可能有监控权，它是在环启动时，通过一个“邀请”协议来进行授权的。时间片环的帧格式如图 5(a) 所示，其中填充域用于结束一帧信息，它允许少量的时钟变化，除一个字节的帧头外，每个帧还包含一些固定尺寸的时间片，即环包（低速环中，每个信息帧含有两个时间片）。每个时间片的头部用来确定该时间片是“预约”的，还是“非预约”的。非预约时间片的格式如图 5(b) 所示。它们在一般情况下，都在环上兜圈子，以此来控制各站点的发信权，其操作要点如下：

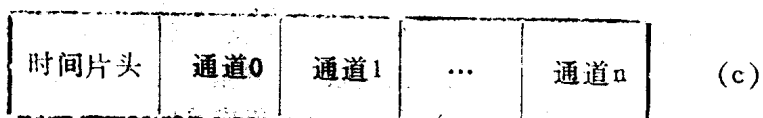
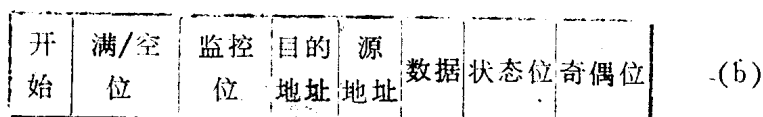
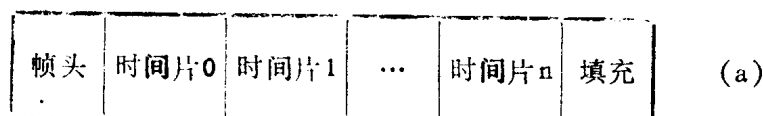


图 5

(a) 时间片环帧格式； (b) 非预约时间片格式； (c) 预约时间片格式

①当节点要发信时，则监视环包，一旦遇到空环包时，就将其满空位置“1”，监控位置“0”，填入目的地址和源地址以及数据，置状态位为“11”，有可能的话再配上奇偶位，并进行发送；

②其余节点检查该环包的目的地址，若与己相符，则拷贝其16位数据，并置状态位为“01”，否则置“00”或“10”；

③当此满环包返回发信站时，置满空位为“0”，并分析状态位。

监控位用于消除在环上无止境兜圈子的环包，奇偶位主要用于信息的奇偶校验。

预约时间片格式如图 5(c) 所示，每个字节表示 64 Kbps，它代表一个通道。当一个节点需要发送数据，它就采用非预约时间片，这可通过与集中控制器通信来得以实现，也可通过分布式处理来加以实现。由于在所有环中，时间片的构造是相同的，MAC 桥路所要执行的功能是比较简单的。它以目的地地址为基础，将一个环的预约时间片拷贝到另一个环；并以现存的连接为基础，通过类似的方法对信道进行拷贝。这样 MAC 协议与 MAC 桥路协议相结合，可为网际环提供集成电路和报文分组交换的能力。

3、拓扑结构

MAN 局网可采用环，总线/树等拓扑结构，为提高可靠性，可采用双环结构，也可采用双重总线拓扑以及如象星一环等混合拓扑结构。MAN 局网拓扑结构与传输介质的可能选择关系如表 1 所示。

表 1 传输介质与拓扑之间的关系

拓扑 介质	总线	树	环	星
双扭线	✓		✓	✓
基带同轴电缆	✓		✓	
宽带同轴电缆	✓	✓		
光纤			✓	

四、结 语

大城市区域网络 MAN 是现代局部网络的一个重要分支，它已作为 IEEE802.6 列入国际局网标准。本文研讨和分析了其体系结构和组成原理，其基本实现技术，包括传输技术，访问协议和拓扑结构。从发展趋势来看，MAN 局部网是集成数据、语音和图象信息以及局部网络新型介质和协议相互发展渗透的产物。目前，MAN 无论是从规范还是从具体实现技术上，都不尽完善，其中有许多技术课题尚待进一步探讨。

参考文献 (略)

NOVELL 局域网的系统结构与性能

清华大学计算机科学与技术系 张公志

在美国和欧洲局部网络销售量均占首位的 NOVELL 微机局域网，目前已畅销东南亚、香港、台湾等地，受到我国计算机网络界的密切注视，本文对该网络系统结构和性能上的特点作较为系统的分析和阐述。

一、结构特点

NOVELL 微机局域网其核心为网络操作系统 NETWare。由 NETWare 所支持的 NOVELL 局域网其逻辑框图由图 1 所示。

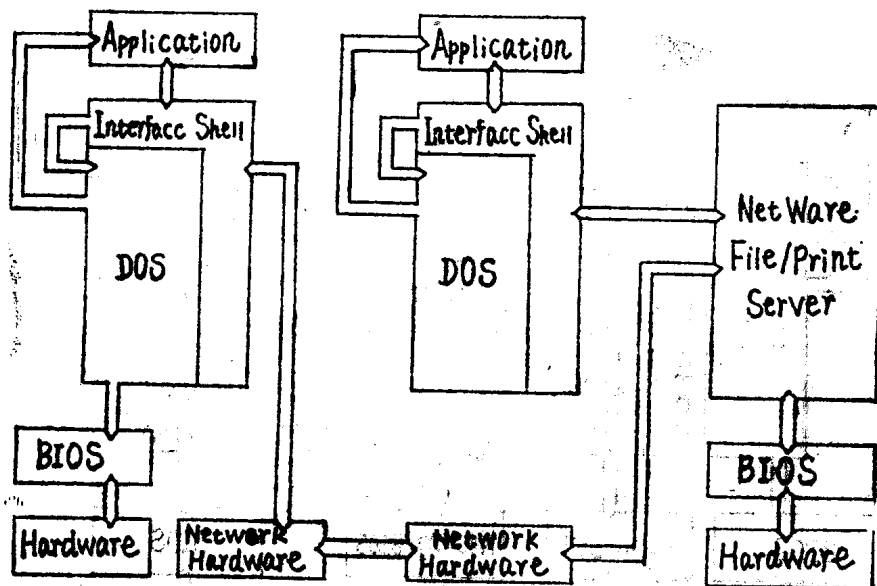


图 1 NOVELL 局域网逻辑框图

NETWare 由两部份组成：一是用户接口 Interface Shell；一是 NETWare 文件/打印机服务器程序。

Interface Shell 其逻辑框图如图 2 所示。它驻留在微机工作站中，它的作用是把对 DOS 的请求转化成对服务器的请求（如对服务器读/写）。同样它也接收和解释从服务器来的信息，并把它转换成本地 DOS 所认识的格式。

例如，用户的应用程序中有一个“读”请求，它首先由 Shell 的网络请求侦听判别，若是对本地磁盘的“读”请求，则直接送到本地 DOS 中处理，否则由请求转换器产生一个文件服务器的“读”请求。文件服务器服务完毕后，返回所需的数据或状态码（出错/完成）。

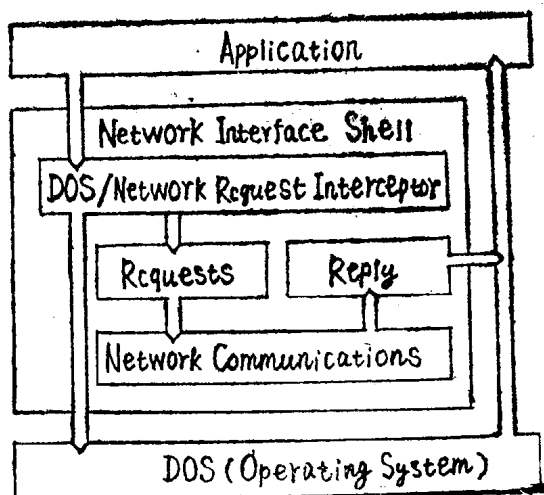


图2 Interface Shell逻辑图

回送到发出请求的工作站上Shell，再由回答转换器处理成本地DOS认识的格式，最后送回应用程序。

文件服务器处理文件的操作对用户应用程序是透明的，使得在DOS环境下的应用程序可以不加修改地进入网络环境。

NETWare是一个专一的网络管理软件，由图1所示，NETWare服务器软件直接与硬盘连接。

对于传统的微机局网逻辑结构，由图3所示，目前IBM PC NET 3+EtherNET...等均使用传统结构。在这种逻辑结构中，对共享硬盘的读/写需要经过单任务操作系统DOS，这种服务器软件配置，实际上是在DOS的基础上把服务器软件看做DOS的应用程序，而对于硬盘的读/写则与单任务DOS原来方式是一致的。这种建立在DOS之上的服务器软件，受制于DOS，造成处理时间上较大的开销。

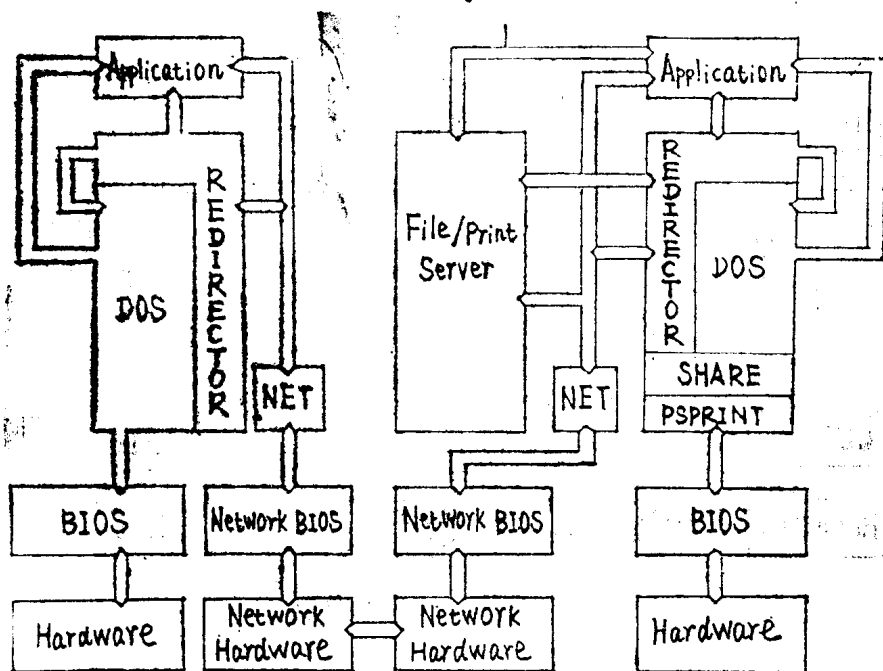


图3 传统的微机局网逻辑结构

NETWare是一个高速的多任务操作系统，在其支持下，保证了各用户的服务请求能够得到并发处理。各进程之间的关系由图4所示。当它接收到一个信息分组，立即激励一个服务器进程。服务器进程分析这个请求并且执行合适的代码。在执行过程中，这个服务器进程可能还要请求其他进程，例盘的读/写进程，打印机Spooling进程或者控制台进程等。当执行完毕后，服务器进程收集所有执行情况的状态信息，并把其送给网络通信进程，再由网

络通信进程回送到工作站（用户）。

由于NETWare是多任务操作系统，因此文件服务器最大限度地发挥其处理能力。例如，有两个服务器进程正在等待读/与盘的完成。第三个服务器进程可以查询网中其他用户活动情况。NETWare中的管理进程监视着所有的进程执行情况。

局域网上微机工作站向文件服务器请求并接收来自文件服务器的应答。每一个工作站通过自身的Shell与文件服务器上的NETWare连接。

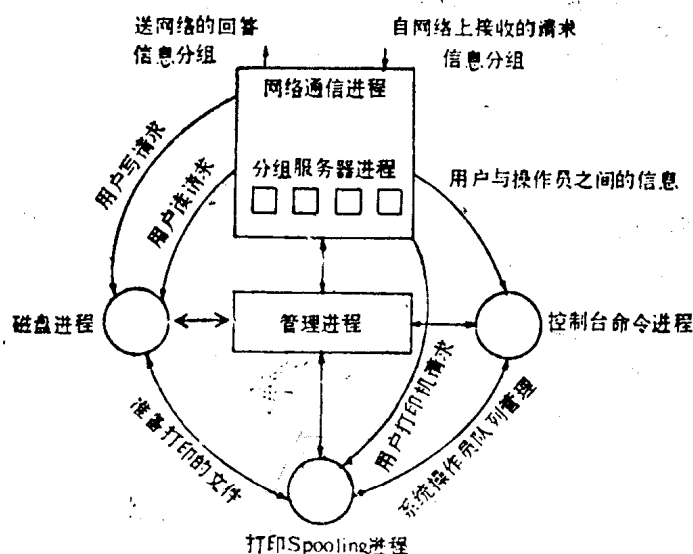


图4 NETWare各进程间关系

二、高效率的硬盘存贮管理

当网络介质读/写与文件请求的吞吐率足够高时,硬盘存贮管理就成为网络效率决定性的因素。为了提高效率,最大限度地减弱盘的读/写成为网络上的瓶颈现象。NETWare采取了以下五点措施。

目录Cache: 在随机存储器 RAM 中开辟一个用作目录管理的高速缓冲区。该缓冲区用来存放部分文件分配表FAT, 替代了FAT全部放在盘上的传统方法, 当工作站用户请求读/写盘时, 若文件服务器能在RAM缓冲区中找到请求数据的地址。则读/写盘显然要比传统的方法快得多, 约快 100 倍左右。

目录Hash: 用目录Hash方法来管理目录的查找, 替代了传统的顺序搜索全部目录项的方法。目录Hash使文件服务器只要搜索部分就能找到所需要的FAT。其响应时间比传统的方法缩减30%。

文件Cache: 在RAM中开辟一个高速缓冲区。文件服务器把最常用的文件或程序放在该区中。文件获得第一次请求时,从盘中进入RAM缓冲区,在缓冲区内等待着再一次请求。文件服务器监视着RAM中的文件Cache域,且判别那些文件用的次数更多一些。使用得最少的那些文件被新请求的来自硬盘的文件所复盖。这种文件Cache比传统的直接访问硬盘的方法快100倍左右。

后台写盘功能：当工作站用户请求把文件或数据写入共享硬盘时，并不是直接进行写盘操作，而是在文件服务器管理下，先写入RAM缓冲区，然后用后台方式再写入硬盘，用户就不必等待写盘完毕而花费等待时间，这样就提高了用户工作效率。

硬盘快速查找 (Elevator Seeking)：当访问盘时，传统方式是按用户的请求顺序地移动磁头进行访问，但多个用户同时共享硬盘时，按传统的方法就会使得磁头为了来回查找地址而增加无为的滑动。对硬盘寿命以及访问时间上的开销都带来不利的影响。

NETWare采用的硬盘快速查找方法是由硬盘管理进程来完成，它不同于传统的按访问时间先后的顺序查找方法，而是根据访问硬盘的地址来安排查找顺序。在RAM中设立一个存放用户访盘地址的优先顺序缓冲区。其优先顺序的算法以当时的磁头位置来确定与其距离最近的物理访问地址，再由这个访问点，确定下一个最近的点…。以此类推，直至访问完毕。这种方法对某个特定的用户在等待时间上可能会有稍多的开销。但全局上看，它不仅减少了磁头无为的滑动，而且大大降低了访盘的等待时间，比传统方式增加了50%的吞吐率。硬盘快速查找的原理示意图由图5所示。

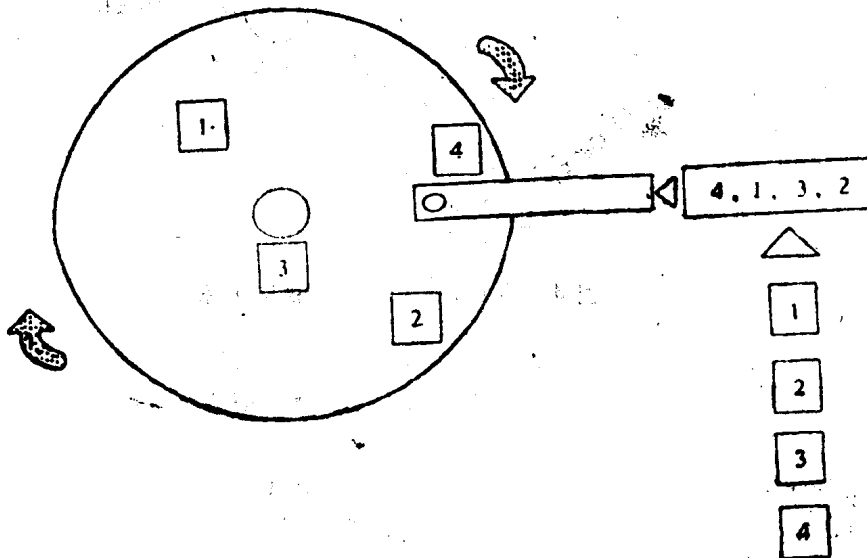


图5 硬盘快速查找示意图

配置多种局域网适配器：在国外，微机局域网产品近百种，但比较流行的只有20—30余种。这些局域网均由不同的公司制造和开发。其低层和高层网络协议相异甚远。特别是低层协议的通信适配器差异更大。虽然绝大部份局域网均以IBM PC类微机作为网络工作站，但是由于网络协议不一致，相互兼容或互连就有较大困难。

NOVELL的策略是让NETWare均能与目前国外流行的多种微机局域网通信适配器连接。计有：OMNINET、IBM TOKEN RING (IBM及TI)、IBM PC NET、3+ETHERNET (LINK及LINK+)、ARCNET、PLAN、AST PCNET、ORCHID PCNET、SCS PCNET、GNET，等20余种，即实现了同一种高层网络协议与不同的多种低层网络协议的连接。形成各类NOVELL局域网。这样原来的各种局域网之间互连的技术复杂性就由NOVELL转变得比较简单，实际上在网间连接器上仅作低层协议转换即可。图6上表示了各种拓扑结构的NOVELL局域网之间互连形态。其上Bridge作为网间连接器实现了低层

协议的转换。FS为文件服务器。

Bridge功能是在PC机上实现的。该PC机可以工作在专用模式（仅有桥的功能），也可工作在非专用模式（兼作工作站），每个Bridge最多可同时支持四个局域网。

三、不设置专用服务器

在NETWare支持下,NOVELL局域网不必设置价格昂贵的专用服务器。把NETWare装入到具有大容量硬盘的PC类微机上后,即可成为网络服务器。作为服务器的PC类微机既可以工作在专用模式,也可以工作在非专用模式。由于NETWare是多任务操作系统,且访问硬盘的高效率,因此采用PC类微机作为多用户共享的文件服务器要比传统方式(由图3所示)效率高得多。且价格上要比某些局域网选用专用服务器低得多。

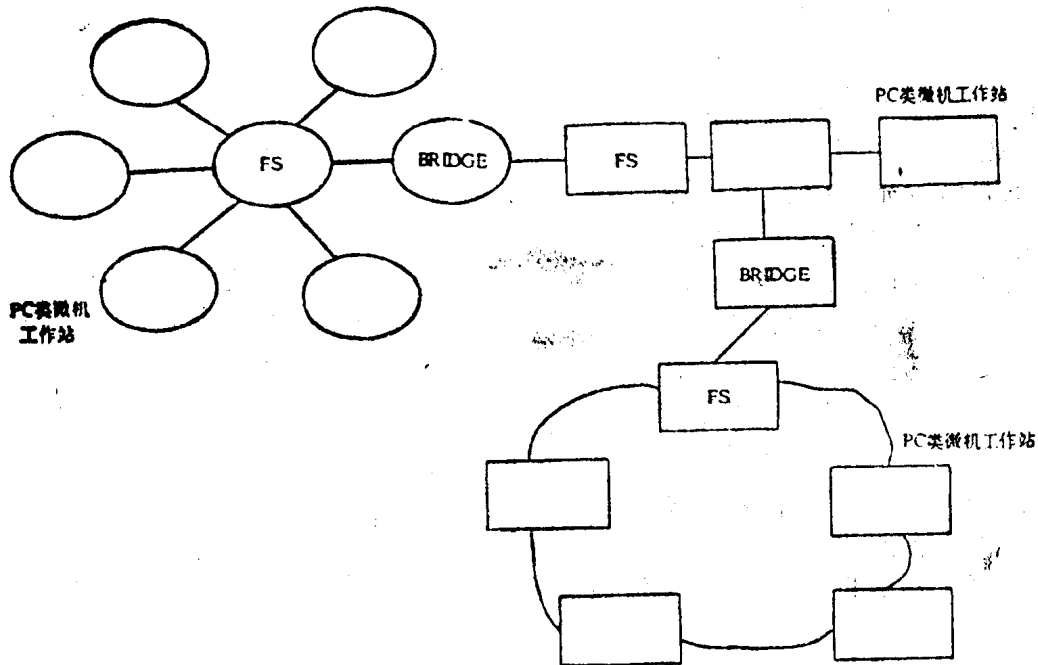


图6 NOVELL局域网互连

四、真正的文件服务器功能

对于由PC机组成的局域网,目前多数只是网上多个用户共享服务器上硬盘空间。有的甚至根本没有为用户共享硬盘的服务,只能把硬盘空间分配给网上用户独占使用;有的仅作些有限的对硬盘空间或文件的保护功能,以免多个用户访问时造成混乱。均不具备对网络多个用户访问文件统一管理的功能。因此这种服务器只能称谓“硬盘服务器”。

NETWare提供真正的文件服务器功能。具备网络上多个用户对硬盘资源的并发访问,对文件访问统一集中管理,保证了文件系统不因多个用户的访问而遭到破坏。

从图1所示,NETWare的服务器软件完全脱离了原来DOS单任务操作系统的约束,设计成一个完整的多任务操作系统,具备对多个用户访问文件统一管理的功能。不必像硬盘服务器那样若要共享文件网上各工作站计算机还必须参与文件的管理和维护。

NETWare不仅保证了文件的共享,而且进一步具有记录共享的功能,即网上多个用户可同时对一个文件的某些记录进行访问。

但是,文件服务器对用户工作站来说,访问文件的速度往往不如硬盘服务器。NETWare为了弥补此不足,又采取了如本文前述的高效率硬盘管理的几点措施(见本文二)。

五、多文件服务器系统配置

多文件服务器系统配置是NETWare所支持的一个很重要的特点。局域网上每个文件服务器管理它自己的程序和数据的共享以及系统的保密性,协调工作站之间通信以及对其硬盘系统,打印机进行控制。其活动可以通过本身的屏幕和控制台进行监视和控制。用户通过控制台可以启停文件服务器,置文件服务器时间参数,控制打印机及硬盘以及完成其他控制功能。

多个文件服务器可以配置在一个局域网上,用户可以访问不同的服务器,只要授予合适的访问权限即可。

NETWare允许连接多个网络(网际互连)的配置(可以是异型NOVELL网),连接后的功能对用户来说犹如一个网一样。网络使用者开始可以购买一个规模较小的局域网,当业务开展后,可以添加更多的文件服务器以及更多的工作站。每个使用部门具有它自己的文件服务器和工作站,这些设备互相连接后成为一个较大的网络。NETWare最多可支持将近100个局域网互连。对于网上的每一个用户,其得到的功能以及保密性犹如使用单一的文件服务器网络一样。在多文件服务器情况下(包括网际)每个用户最多可以使用8个文件服务器。

网际互连以文件服务器之间的通信来协调网际的活动。为了最大限度地维持网际效率,这些文件服务器允许工作站请求有一定的顺序和方式。

网络管理员使用文件服务器来控制假脱机打印,送广播信息以及完成许多其他的系统功能。

六、兼容性

NOVELL局域网上工作站均为PC类微机,NETWare操作系统的命令很多方面类似于DOS命令,即说明了其与用户的接口类似于DOS。而NETWare操作系统本身的功能却类似于UNIX。这样对于熟悉DOS的用户使用NETWare是很简单的,而UNIX组网的功能又要高于DOS。

除前述NETWare能与20余种不同的网络低层协议的通信适配器连接外,NETWare本身又具有IBM PCNET NETBIOS类似的功能。这个接口称IBM PCNET程序接口。在IBM PCNET上该程序接口是由若干个软中断调用组成,如图7所示。这些软中断调用提供了装配信息、应用程序的重定向控制和状态信息。在NETWare上同样也能实现这些软中断调用功能(称仿真NETBIOS功能)。因此与NETBIOS连接的运行在IBM PCNET的应用程序同样也能在NETWare支持下运行。

AH AL INT 21h

BD	Open File with Sharing Specified		
44	09	I	Is Device Redirected?
	0A	O	Is Handle Local or Remote?
	0B	C	Change Sharing Retry Count
59	Get Extended Error		
5A	Create Temp File With Unique Name		
5B	Create New File		
5C	00	T	Lock Byte Range
	01	L	Unlock Byte Range
5E	00	Get Machine Name	
	02	Setup Printer Control String	
5F	02	Get Assign List Entry	
	03	Redirect Device to Net	
	04	Cancel Redirection	

AH INT₂Ah

00	Installation Check
01	Exec NetBios Request
02	Set Net Printer Mode
03	Get Device Shared Status

AH AL INT₂Fh

BB	00	Net Command Installation Check
	03	Get Server Post Address
	04	Set Server Post Address

图7 IBM-PCNET程序接口

七、目录/文件结构

在硬盘服务器上，用户面向的是盘体结构。而NOVELL局域网在NETWare支持下是一个真正的文件服务器。因此用户在网络上使用共享资源时面向的是目录/文件结构，两者是有很大区别的。

每一个文件服务器上可以具有一个或多个硬盘子系统，内部的或外接的。每个文件服务器至少具有一个盘体，称系统盘体SYS。虽然一个硬盘可以分成若干个盘体，通常整个空间只确定为一个盘体。

每个盘体可以分成若干个逻辑单元称目录。一个目录可以包括若干个子目录，而每一个子目录又能具有其自己的子目录。这样在任何盘体中形成具有不同目录级的树型目录结构。

用户在目录上可以建立和删除文件。对于网络上文件服务器、盘体、目录以及文件在确定时必须对其命名。在命名后，才能进行网络操作。

网络上文件服务器的盘体一旦确定，用户就可以参与建立网络目录结构。

图8所示一个处在文件服务器中典型的网络目录结构。

FS₁/SYS

SALES		ACCOUNT	
HARRY	DEBBIE	GEORGE	SANDY
REPORTS	REPORTS	REPORTS	REPORTS
CUSTOMER.LST		ACCOUNTS.REC	
Contains Files:		Contains Files:	
EASTERN.RGN		EASTERN.RGN	
SOUTHERN.RGN		SOUTHERN.RGN	
MIDWEST.RGN		MIDWEST.RGN	

图8 典型目录结构

其上FS₁, SYS分别为文件服务器及盘体名。

SALES, ACCOUNT 分别对应于网络上两个使用单位的两个目录。HARRY, DEBBIE 是属于SALES部门的两个用户所建立的子目录。GEORGE, SANDY 是属于ACCOUNT部门的两个用户所建立的子目录。

只要不处在同一级子目录中, 其所属的子目录文件命名均可以相重。图8上REPORTS级的子目录及其所属的文件名均可被用户随意建立。命名能相重。

若网络上存在着2个文件服务器。对于图8上所示的使用单位, 可以把SALES和ACCOUNT两个部门的文件完全分在两个相应的服务器FS₁和FS₂上, 也能满足要求, 由图9所示。

FS ₁ /SYS:		FS ₂ /SYS:	
SALES		ACCOUNT	
HARRY	DEBBIE	GEORGE	SANDY
REPORTS	REPORTS	REPORTS	REPORTS
CUSTOMER.LST		ACCOUNTS.REC	
Contains Files:		Contains Files:	
EASTERN.RGN		EASTERN.RGN	
SOUTHERN.RGN		SOUTHERN.RGN	
MIDWEST.RGN		MIDWEST.RGN	

图9 对应于2个文件服务器的目录结构

八、驱动器映象

NETWare 文件服务器的目录/文件结构确定后, 对于工作站上每个用户就可以在此环境下使用文件服务器。对于每个用户, NETWare最多可支持其具有26个驱动器(驱动器号A至Z)。A、B、C驱动器为用户在工作站上的本地驱动器。D至Z为网络上的逻辑驱动器。对于每个逻辑驱动器, 用户可以把文件服务器上对应的目录链给其映象。例如映象H驱动器。

MAP H: =FS₁/SYS: ACCOUNT/SANDY/REPORTS/ACCOUNTS: REC