

NOVELL 网

网络通信程序设计 与开发技术

蔡皖东

编著

西安交通大学出版社



NOVELL 网

网络通信程序设计与开发技术

蔡皖东 编著

西安交通大学出版社

内容提要

本书首先介绍了 NOVELL 网的基本技术、网络协议及组成原理。在此基础上,从 NOVELL 网的 IPX 协议、SPX 协议、NetBIOS 接口及 NetWare 功能调用等不同侧面,全面地介绍了 NOVELL 网环境下网络通信的基本原理、编程接口、程序开发技巧及应用程序实例。这是一本集理论性、实用性和手册性为一体的 NOVELL 网软件开发参考书。

本书可供从事计算机网络与通信工作的广大科技人员以及高等院校相关专业的师生参考。

JS/22/50

(陕)新登字 007 号

NOVELL 网 网络通信程序设计与开发技术

蔡皖东 编著

责任编辑 赵丽平

*

西安交通大学出版社出版发行
(西安市咸宁西路 28 号 邮政编码 710049)
西安德力彩印厂印装
陕西省新华书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:18.875 字数:457 千字

1995 年 11 月第 1 版 1995 年 11 月第 1 次印刷

印数:1—5 000

ISBN7-5605-0780-8/TP·108 定价:18.00 元

000000

前 言

在我国,计算机网络的应用取得很大的发展,随着“三金”工程的实施,将会使计算机网络的应用跃上一个新的水平,也为网络科技人员提出新的挑战 and 更高的要求。在计算机网络中,局域网的应用独占鳌头,尤其是技术上一直处于领先地位的 NOVELL 网。作为 NOVELL 网的网络操作系统 NetWare,不仅为用户提供了良好的应用环境,而且还提供了多种编程接口,为进一步开发网络软件提供了有力的编程工具。对于从事 NOVELL 网应用与开发的科技人员来说,仅仅了解 NOVELL 网的一般原理和应用知识是不够的,还应了解 NOVELL 网的这些编程接口,以便为特殊的应用要求开发网络通信程序,如网络点到点实时通信程序等。目前,介绍 NOVELL 网一般原理和应用知识的书籍较多,而介绍 NOVELL 网环境下网络通信程序的编程接口及程序设计与开发技术的书籍却很少。本书从 NOVELL 网提供的四种网络应用访问接口,即 IPX 协议(数据报接口)、SPX 协议(虚电路接口)、NetBIOS 接口(会话层接口)以及 NetWare 功能调用(工作站外壳接口)等不同侧面,全面地介绍了 NOVELL 网环境下网络通信的基本原理、编程接口、程序设计方法及开发技巧,并且给出相应的程序实例,目的是为网络开发人员提供一本集理论性、实用性和手册性为一体的 NOVELL 网软件开发参考书。

全书共分 5 章。第 1 章主要介绍了局域网基本技术、局域网协议标准、NOVELL 网组成技术及 NOVELL 网络操作系统 NetWare 等。第 2 章至第 4 章分别介绍了 IPX 协议、SPX 协议和 NetBIOS 接口的编程接口、网络通信程序开发技巧及相应的程序实例等。第 5 章系统地介绍了 NetWare 功能调用。

本书重点突出了实用性,书中给出大量的应用程序例子,这些程序例子均采用 C 语言编写,并且在 NOVELL 网下调试通过。凡具有一定 NOVELL 网应用经验和软件开发基础的读者,阅读和使用本书都不会感到困难。由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在不足之处,欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 NOVELL 网概论

1.1 局域网基本技术	1
1.1.1 信号传输技术	1
1.1.2 传输介质	2
1.1.3 拓扑结构	4
1.1.4 数据交换技术	5
1.1.5 介质访问控制	7
1.2 局域网协议标准	10
1.2.1 开放系统互联 OSI 模型	10
1.2.2 IEEE802 LAN 协议标准	12
1.3 局域网组网技术	23
1.3.1 Ethernet	23
1.3.2 ARCNET	28
1.3.3 Token-Ring	32
1.4 NOVELL 网络操作系统 NetWare	34
1.4.1 NetWare 概述	34
1.4.2 NetWare386 功能特点	38
1.4.3 NetWare 系统资源管理	42
1.4.4 NetWare 系统容错技术	50
1.4.5 NetWare 安全措施	52
1.4.6 NetWare 协议标准	56

第2章 基于 IPX 的网络程序设计

2.1 IPX 的基本概念	60
2.1.1 IPX 分组格式	60
2.1.2 事件控制块结构	61
2.1.3 IPX 的网络通信支持功能	62
2.2 IPX 的服务功能	63
2.3 IPX 的编程方法及实例	68
2.3.1 定义 IPX 分组头和事件控制块结构	68
2.3.2 打开与关闭套接字	70
2.3.3 获取网络地址	70

2.3.4	发送 IPX 分组	73
2.3.5	接收 IPX 分组	79
2.3.6	事件服务程序	82
2.3.7	一个实际应用的程序实例	85
第 3 章 基于 SPX 的网络程序设计		
3.1	SPX 的基本概念	100
3.1.1	SPX 分组格式	100
3.1.2	事件控制块结构	101
3.1.3	SPX 的服务功能及调用	102
3.2	SPX 的服务功能	103
3.3	SPX 的编程方法及实例	108
3.3.1	定义 SPX 分组头和 ECB 结构	108
3.3.2	建立连接	110
3.3.3	数据传输	120
3.3.4	拆除连接	122
3.3.5	一个实际应用的程序例子	123
第 4 章 基于 NetBIOS 的网络程序设计		
4.1	NetBIOS 的基本概念	138
4.1.1	NetBIOS 的命令	138
4.1.2	NetBIOS 的网络控制块	141
4.1.3	NOVELL 网的 NetBIOS 环境	144
4.2	NetBIOS 命令功能	144
4.2.1	名字管理命令	144
4.2.2	数据报服务命令	146
4.2.3	会话服务命令	148
4.2.4	一般命令	153
4.3	NetBIOS 的编程方法及实例	157
4.3.1	标题程序 NetBIOS2.H	157
4.3.2	一般网络管理程序	163
4.3.3	名字管理程序	181
4.3.4	数据报通信程序	185
4.3.5	会话通信程序	197
4.3.6	非等待命令与服务程序	212
第 5 章 NetWare 功能调用		
5.1	网络环境功能调用	216
5.2	网络锁定功能调用	224
5.3	事务跟踪功能调用	237
5.4	网络打印功能调用	240
5.5	网络通信功能调用	247

5.6 目录管理功能调用	252
5.7 注册请求功能调用	265
5.8 装订文件功能调用	275

附录

A IPX/SPX 错误码一览表	290
B 装订文件错误码一览表	290
C NetWare 错误码一览表	291
D NetBIOS 返回码一览表	292

参考文献

第 1 章 NOVELL 网概论

1.1 局域网基本技术

在信息化社会中,计算机已从单一使用发展到群集使用。越来越多的应用领域需要计算机在一定的地理范围内联合起来进行群集工作,从而促使了计算机和通信这两种技术紧密地结合,形成了计算机网络这门学科。

计算机网络是指把若干台地理位置不同,且具有独立功能的计算机,通过通信设备和线路相互连接起来,以实现信息传输和资源共享的一种计算机系统。

计算机网络的基本功能有两个,一是共享资源;二是计算机之间的通信,而计算机之间的通信又是计算机网络实现资源共享的基础。计算机网络可以共享的资源有硬件资源、软件资源和数据资源,其中最重要的资源是数据资源。

计算机网络按其通信距离可分为两大类,一类是局域网(LAN);另一类是广域网(WAN)。局域网和广域网的主要区别在于通信距离和传输速率。局域网的通信距离一般限于几 km 之内,而广域网的通信距离可达几十 km、几百 km 甚至几千 km。局域网的传输速率通常为 1Mb/s~10Mb/s,光纤局域网 FDDI 的传输速率甚至可达 100Mb/s,而广域网的传输速率一般在 1.2kb/s 到 1.5Mb/s 之间。近年来,随着局域网硬件价格的不断下降,性能不断提高,局域网的应用也越来越广泛,已成为信息系统不可缺少的重要技术支撑。局域网所涉及的技术很多,但决定局域网性能的主要技术有以下四项:

- ①信号编码与传输技术;
- ②传输介质;
- ③拓扑结构;
- ④介质访问控制方法。

1.1.1 信号传输技术

为了使信息能在网络传输介质上成功地从一个节点传送到另一个节点,就要求信息以一种适合于有关传输介质和信息类型的编码方式进行传输,这就是网络信号传输技术,一般可分为基带信号技术和宽带信号技术。

1. 基带信号技术

基带信号传输是传送信息的最简单方法,广泛用于局域网中。基带传输也就是按编码数据波的原样进行传输,不包含有任何调制。一种常用的基带信号编码是曼彻斯特编码。这种编码是一种自同步编码,即在传输数据信号的同时,还携带有时钟信号,发送端和接收端之间不需要另外传输时钟信号就可实现同步,大大提高信号传输的效率。在基带局域网中,通常都是采用曼彻斯特编码。

基带局域网的主要特点有以下几个方面:

①信号按位流形式传输,无需任何调制解调器,有利于降低系统的价格。

②用双绞线、同轴电缆或光纤作为传输介质,与宽带网相比,其价格比较便宜。

③传输距离一般不超过 2.5km,而且传输距离的长短,对传输质量产生直接影响,距离越长,质量也就越低。

④传输速率为 1Mb/s~10Mb/s,其线路工作方式为半双工方式或单工方式。

目前,绝大多数的微机局域网都是基带网,如广泛使用的 Ethernet 等。

2. 宽带信号技术

基带信号传输有两点不足,一是长距离传输时,信号衰减较大,接收端很难分辨出究竟是信号还是噪声;二是带宽有限,很难进行宽带信号,如电视数据的传输。这对于今后要求使用单一传输介质对声音、图象、文本等数据进行综合传输来说,基带信号传输将受到限制,而宽带传输却可以大派用场。

宽带传输通常采用 CATV 电视电缆作为传输介质。在许多发达国家,CATV 系统已经相当普及,并敷设了电缆、安装了有关设备。宽带局域网利用现有的 CATV 系统进行网络连接,则会大大降低系统的开销,并可提供良好的通信路径。宽带传输将宽带电缆的频谱分成多个频道,使用 FDM 频分多路复用技术,可同时传输多路模拟信号,每个频道的带宽可达 400MHz。因此,宽带传输将成为今后多媒体技术很重要的支撑环境。

宽带局域网的产品有 IBM PC 宽带网和王安宽带网。由于宽带局域网技术比较复杂,价格较贵,所以用户比较少。从今后的发展来看,光纤局域网,如 FDDI 将成为宽带局域网的有力挑战者。

1.1.2 传输介质

局域网常用的传输介质有双绞线、同轴电缆和光纤,另外还有用于建筑物之间连接的视线介质。

1. 双绞线

这是一种最常用的传输介质,由呈螺旋排列的两根绝缘导线组成,两根导线相互扭绞在一起,可使线对之间的电磁干扰减至最小。双绞线既可用于传输模拟信号,又可用于传输数字信号,比较适合于短距离传输。局域网用它作为传输介质时,其传输速率取决于所采用的芯线质量、传输距离、驱动和接收信号的技术等因素。一般情况下,在 100m 内传输速率可达几个 Mb/s,甚至高达 10Mb/s(如 10BASE-T)。如果在一定距离内加入中继器(Repeater),还可延长其传输距离。双绞线用于点-点连接或多点连接,采用适当的屏蔽和扭曲长度可提高抗干扰性能,传输信号波长远大于扭曲长度时抗干扰性最好,故在低频传输时,抗干扰能力比同轴电缆要高,但传输信号频率高于 10~100kHz 时,双绞线的抗干扰性能就不如同轴电缆了。双绞线在局域网中是一种较为廉价的传输介质,特别是 10BASE-T 网络技术的发展,为双绞线的应用开辟了广阔的前景。

2. 同轴电缆

同轴电缆是局域网中应用最为广泛的一种传输介质。它由两个导体组成,内导体是单股实心线,由编织线组成的且呈圆柱形的外导体包裹着内导体,内导体使用规则间隔的固体绝缘材料来固定,外导体用一个塑料罩来覆盖。在局域网中主要使用两种同轴电缆,一是 50Ω 电缆,主要用于基带信号传输,如 Ethernet 采用的就是 50Ω 电缆;二是 75Ω 公用天线电视(CATV)电缆,既可用于传输模拟信号,又可用于传输数字信号。使用 FDM 频分多路复用技术可以在

CATV 电缆上传多路信号,而且传输频带比较宽,可达 300~400MHz,不仅能传输数据,而且还能传输话音和视频信号,是综合服务宽带网的一种理想介质。

3. 光导纤维

光导纤维是一种能传送光波的介质,它的内层是具有较高折射率的光导玻璃纤维,外层包裹一层折射率较低的材料,利用不断的全反射来传送被调制的光信号。实际上,光纤在覆盖可见光谱和部分红外线谱(即 $10^{14} \sim 10^{15}$ Hz)的范围内起着波导作用。在光纤系统中,发送端用电信号对光源进行光强控制,从而转化为光信号。接收端用光检波二极管再把光信号还原成电信号。光纤不易受电磁干扰和噪声影响,可进行远距离高速率的数据传输,而且具有很好的保密性能。光纤的衔接、分岔比较困难,一般只适应于点-点或环形连接。由于光纤的频带宽、传输距离远、传输速率高,能够传输数据、声音及图象等信息,使之成为最有发展前途的传输介质。FDDI 光纤分布数据接口就是一种有采用光纤作为传输介质的局域网标准,其传输速率可达 100Mb/s。只是目前光纤的价格还比较高。

4. 视线介质

在不便敷设电缆的场合,可采用视线(无线)介质,即采用电磁波、微波、红外线或激光作为传输介质。

①微波:工作频率为 $10^9 \sim 10^{10}$ Hz。微波通信技术已比较成熟,局域网可直接利用微波收发机进行通信,或用作中继接力来扩大传输距离。

②红外线:工作频率为 $10^{11} \sim 10^{14}$ Hz。通过发送或接收电信号调制的非相干红外线,即可形成一条通信链路。只要收发机处于视线内,就可准确地进行通信,方向性很强,几乎不受干扰。

③激光:工作频率为 $10^{14} \sim 10^{15}$ Hz。用调制解调的相干激光,可实现激光通信。

此外,对于远距离传输还可采用卫星通信和无线电通信。表 1.1 给出这五种传输介质的性能比较。

表 1.1 五种传输介质的性能比较

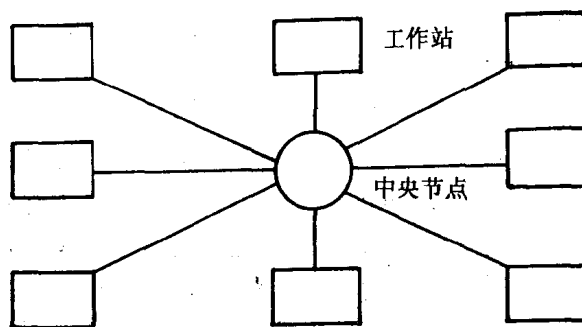
介 质	双绞线	同轴电缆 (基带)	同轴电缆 (宽带)	光 纤	微 波
性 能					
带 宽	<6MHz	<100MHz	<300MHz	<300GHz	400~500MHz
距 离	<300m	<2.5km	<100km	<1 000km	不受限制
抗电磁干扰	较差	高	高	非常高	差
安装难易	中	易	易	中	易
布局多样性	好	好	好	中	好
保密性	一般	好	好	最好	差
成本	低	较低	中	高	中
对噪声的反应	最敏感	较好	较好	最好	中

1.1.3 拓扑结构

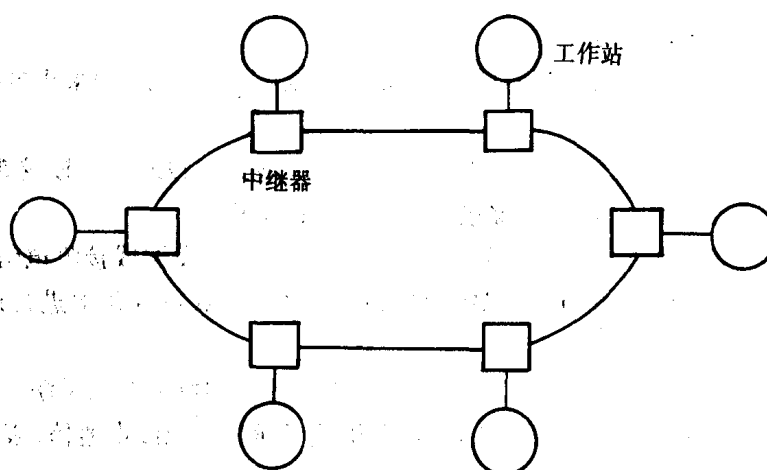
网络拓扑结构是指网络节点互连构形,也即指网络的物理敷设方式。常用的局域网拓扑结构有星形、环形、总线形和树形等结构,参见图 1.1。

1. 星形结构

在星形拓扑结构中,每个站通过点-点链路连接到中央节点,任何两站之间通信都要通过中央节点来进行。一个站在传送数据之前,首先向中央节点发出请求,要求与目的站建立连接,只有连接建立起来后,该站才能向目的站发送数据。这种结构采用集中式访问控制策略,所有通信均由中央节点控制,中央节点必须建立和维持许多条并行的数据通信线路。因此中央节点的结构显得非常复杂,而每个站所负担的通信处理任务很轻,其结构比较简单。

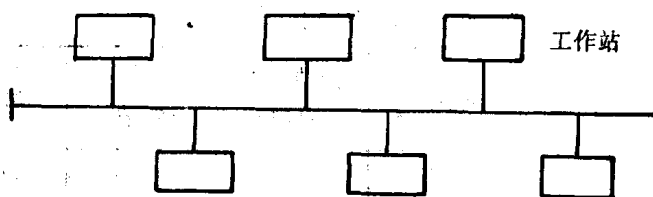


(a) 星形结构



(b) 环形结构

在环形结构中,网络中通过多个中继器进行点-点链路连接,使之构成一个封闭的环路。中继器接收前一个工作站发来的数据,然后按原来的速率从另一条链路发送给下一个工作站。数据沿着一个方向在环路上环行,最后由发送站把数据从环路上取下。每个工作站通过中继器连接



(c) 总线结构

图 1.1 网络拓扑结构图

到网络中。当数据包通过一个站点时,该站点要判断这个数据包是否发送给本站的,如果是,则要将数据包拷贝下来。由于多个站点要共享同一环路,需要采用某种访问控制策略来控制各个站点到环路的访问,一般采用分布式控制方式,每个站都有收发控制的访问逻辑,依据规则控制网络访问。因此,网络站点的结构比较复杂。

3. 总线形结构

总线形结构采用单根传输线作为传输介质,所有的站点都通过相应的硬件接口直接连接到这条总线上。任何一个站所发送的信号都可沿着总线传播,而且能被所有其它的站接收。

树形拓扑结构是总线拓扑结构的另一种形式,传输介质是不封闭的分支电缆,和总线形结构一样,一个站发送的数据,能被其它站接收。

因此,总线形和树形拓扑结构采用的是多点式或广播式的传播方式,所有的站点共享一条传输链路,一次只允许一个站发送数据,其它站对接收到的数据进行地址识别,如果地址符合,则将数据保留下来,否则将该数据丢弃。通常也是采用一种分布式控制策略来控制各个站点对传输介质的访问。

网络拓扑的选择,取决于诸如可靠性、可扩充性及网络特性等多种因素。总线形结构由于其价格、可靠性和可扩充性等网络性能比较好,因此得到较为广泛的应用。树形结构主要用于多个网络组成的分级结构中。

环形网络中继器之间可使用高速链路(如光纤),因此,比其它拓扑结构具有更高的吞吐率。环形网络的主要缺点是可靠性问题,一旦环路断开或环路的某个中继器发生故障,将会导致全网的瘫痪。一些网络系统,如 FDDI 则采用双环结构来解决这个问题。

星形结构主要用于终端密集且网络管理集中于中央节点的场合。因此,中央节点的可靠性显得尤其重要。在利用建筑物中事先敷设好的电缆进行组网的情况下,比较适合采用星形结构,典型的是程控电话交换系统 PBX 和 10BASE-T 等。

1.1.4 数据交换技术

在网络中常常要通过中间节点把数据从源站点发送到目的站点,以此实现通信。这些中间节点并不关心数据内容,其目的是提供一个交换设备,把数据从一个节点传送到另一个节点,直至到达目的地。网络中通常使用三种交换技术:线路交换、报文交换和分组交换。

1. 线路交换

在线路交换中,通过网络节点在两个工作站之间建立一条专用的通信线路。最典型的例子是电话交换系统。采用线路交换方式进行通信时,两个工作站之间应具有实际的物理连接,这种连接是由节点间的各段线路组成的,每一段线路都为此连接提供一条通道。线路交换方式的通信过程分为如下三个阶段,即:

①线路建立阶段。开始传送数据之前,必须建立端-端(站-站)的线路。首先源站点把和目的站建立连接请求发送给一个交换节点,交换节点在通向目的站的路由选择表中找出下一跳路由,并为该条线路分配一个未用信道,然后把连接请求传送下一个节点。这样通过各个中间交换节点的分段连接,使源站和目的站之间建立起一条实际的物理连接。

②数据传送阶段。一旦线路连接建立起来后,就可以通过这条专用的线路来传输数据。数据可以是数字的(如来自终端或主机),也可以是模拟的(如声音),传输的信号形式可以采用数字信号,也可以采用模拟信号。这种连接通常是全双工方式,数据可以双向传输。

③线路拆除阶段。当数据传输结束后,应拆除连接,以释放该连接所占用的专用资源。两个工作站中的任意一个工作站都可以发出拆除连接的请求。

由于在数据传输开始之前必须建立连接通路,因此通路中的每对节点之间的信道容量必须是可用的,每个节点必须具有处理连接操作的内部交换能力,能够分配信道和选择网络路由。

线路交换的效率可能是很低的,信道容量在连接期间是专用的,即使没有数据传送,别人也不能使用。对于声音信号的连接,利用率要高一些,但仍然达不到 100%。对于计算机之间的连接,在连接的大部分时间内,信道容量可能是空闲的。从网络性能而论,在线路建立阶段有一

个延迟,而在数据传输阶段除了链路的传播延时之外,不再有其它的延迟,因此实时传输性能比较好。

2. 报文交换

报文交换是网络通信的另一种完全不同的方法。在这种交换方式中,两个工作站之间无须建立专用通路。相反,如果一个站想要发送报文(信息的逻辑单位),就把目的地址添加在报文中。之后,报文在网络上从一个节点被传送到另一个节点。在每个节点中,要接收整个报文并进行暂时存贮,然后经过路由选择再发送到下一个节点。

在线路交换网络中,每个节点都是电子式或电子机械式的交换设备,它按接收时位速率发送信息,发送速率与接收速率几乎是相同的。而报文交换方式中的节点装置一般是小型通用计算机,报文输入时,它有足够的存贮空间用于缓冲报文。报文在一个节点的延迟时间等于接收全部报文信息的时间和排队等待发送到下一个节点的时间。这种方式也称为存贮-转发报文方式。在某些情况下,与工作站相连的节点和某些中央节点还将报文存档,生成永久记录。

这种方式较之线路交换方式具有如下优点:

①线路利用率较高。因为一个节点到节点的信道可为多个报文共享。这样,对相同的流量要求,所需的总传输容量要小些。

②接收者和发送者无须同时工作,当接收者处于“忙”时,网络节点可以先将报文暂时存贮起来。

③当流量加大时,在线路交换网络中可能导致一些呼叫被阻塞,而在报文交换网络中,报文仍然可以接收,但延时会增加。

④报文交换系统可同时向多个目的站发送同一报文。这种功能在线路交换方式中是难以实现的。

⑤可以建立报文传输的优先级。

⑥能够在网络上实现报文的差错控制和纠错处理。

⑦报文交换网络可以进行传输速率和代码格式的转换,使两个传输速率不同且代码格式相异的工作站可相互连接。

⑧发送给未工作终端的报文可以被截取,或者存贮下来,或者转发给其它终端。

报文交换的主要缺点是不适于实时通信或交互式通信,网络的延时比较长,波动范围比较大,所以它不能用来传输声音信号,也不适用于交互式终端与主机的连接。报文交换方式主要用在广域网中。

3. 分组交换

分组交换试图综合报文交换和线路交换的优点,而使两者的缺点相互弥补。

分组交换与报文交换十分相似。形式上的主要差别在于,在分组交换网络中,要限制所传输的数据单位的长度,典型的长度限制范围为1千到数千 bit。而报文交换网络中的报文长度则要长得多。此外,从工作站的情况来看,超过最大长度的报文必须分成较小的传输单元方可发送,每次只能发送一个单元。为了区别这两种交换技术,分组交换中的数据单元称为分组(Packets)。在每个分组中都包含数据和目的地址,其传输过程与报文交换方式相类似,只是分组一般不存档,暂存的副本主要为了纠错。从表面上看,分组交换与报文交换相比没有什么特别的优点。但事实上,限制数据单元的最大长度对网络性能产生了显著的效果。在分组交换网中,通常采用下列两种方法来管理这些分组流。

1) 数据报

在数据报(Datagram)方法中,每个分组独立地进行处理,如同报文交换网络中每个报文独立地处理那样。但是,由于网络的中间交换节点对每个分组可能选择不同的路由,因而到达目的地时,这些分组可能不是按发送的顺序到达,因此目的站必须设法把它们按顺序重新排列。在这种技术中,独立处理的每个分组称为“数据报”。

2) 虚电路

在虚电路(Virtual Circuit)方式中,在发送任何分组之前,需要先建立一条逻辑连接。即在源站和目的站之间的各个节点上事先选定一条网络路由。然后两站便可以在这条逻辑连接上,即虚电路上交换数据。每个分组除了包含数据之外还得包含一个虚电路标识符。在预先建立好的路由上的每个节点都按照既定的路由传输这些分组,无须重新选择路由。当数据传输完毕后,则由其中的任一个站发出拆除连接请求分组,终止本地连接。虚电路方式的传输过程与线路交换方式相类似,也是分成三个阶段进行,但无论何时,每个站都能和任何站建立多个虚电路,也能同时和多个工作站建立虚电路。

因此,虚电路方式的主要优点是在传输数据之前建立工作站之间的路由。应当注意,这并不像线路交换那样有一条专用的通路。分组信息还要暂存于每个节点进行排队,等待转发。与数据报方式不同之处在于节点无须为每个分组进行路由选择,每个连接只需进行一次路由选择。

最后简单小结一下三种交换技术的主要特点:

①线路交换。在数据传送开始之前必须建立一条完全的通路;在线路释放以前,该通路将被一对用户完全占用;对于猝发式的通信,线路利用率不高。

②报文交换。报文从源站传送到目的地采用存贮转发方式。在传送报文时,同时只占一段通道;在交换节点中需要缓冲存贮,报文需要排队。因此,报文交换不能满足实时通信的要求。

③分组交换。报文被分成分组进行传输,并规定了最大的分组长度。在数据报方式中,目的站需要重新组装报文。分组交换技术是网络中使用最为广泛的一种交换技术。

现有的公共数据交换网都采用分组交换技术,像美国的 TELENET 和 TYMNET 等。

局域网采用的也是分组交换技术。由于在局域网中,从源站到目的站之间只有一条单一直接通路,因此,不需要像公共数据网中那样的路由选择和交换功能。

线路交换技术主要用于计算机交换机 CBX 中。

1.1.5 介质访问控制

局域网的介质访问控制技术主要是解决信道使用权的算法或机构问题。它是局域网最重要的一项基本技术,也是局域网设计和组成的最根本问题,因为它对局域网体系结构、工作过程和性能产生决定性的影响。

局域网的介质访问控制包括两方面的内容:一是要确定网络中每个节点能够将信息送到传输介质上去的特定时刻;二是如何对公用传输介质的访问和利用加以控制。

下面介绍局域网中常用的三种介质访问控制方法:CSMA/CD、令牌总线和令牌环。

1. CSMA/CD

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect),即载波监听多路访问/冲突检测技术,这是一种适用于总线形基带网和宽带网的分布式介质访问控制方法,在国际上广为流行。

CSMA/CD 是一种争用协议,每个站都能独立地决定信息帧的发送,如果两个以上的工作站同时发送,则会产生冲突。一旦发生冲突,同时发送的所有帧就都会出错,本次发送宣告失败。因此每个站必须有能力判断冲突是否发生,如果冲突发生,则应等待随机时间间隔后重发,以避免再次发生冲突。

CSMA/CD 是在美国夏威夷大学的 ALOHA 网所采用的争用协议的基础上发展起来的,与 ALOHA 协议相比,CSMA/CD 协议大大提高了介质的利用率。CSMA/CD 协议的发送工作过程如下:

①一个站要发送信息帧,首先要监听总线,以确定介质上是否有其它站正在发送信息。

②如果介质是空闲的,则可以发送;如果介质是忙碌的,则要继续监听,一直等到介质空闲时方可发送。

③在发送信息帧的同时,还要继续监听总线。一旦监听到冲突,便立即停止发送,并向总线上发出一串阻塞信号,通知总线上各站冲突已发生。这样,通道的容量不致因白白传送已损坏的帧而浪费。

④冲突发生后,应随时延迟一个时间量,再去争用总线。通常采用的延迟算法是二进制指数退避算法,算法的过程如下:

- 对于每个帧,当第一次发生冲突时,设置参量 $L=2$ 。
- 退避时间间隔取 1 到 L 个时间片中的一个随机数。1 个时间片等于 $2a$, a 为信息从始端传输到末端所需时间。
- 每当帧重复发生一次冲突,则将参量 L 加倍。
- 设置一个最大重传次数,超过这个次数,则不再重传,并报告出错信息。

这个算法是按后进先出的次序控制的,即未发生冲突或很少发生冲突的帧,具有优先发送的概率。而发生过多冲突的帧,发送成功的概率反而小。

Ethernet 采用的就是 CSMA/CD 算法。这种算法在轻负载时,只要介质空闲,发送站就能立即发送帧。在重负载时,仍然保证系统的稳定。它是基带系统,采用曼彻斯特编码,通过检测总线上的信号存在与否来实现载波监听,并由发送站的收发器来检测冲突。如果发生冲突,收发器电缆上的信号超过收发器本身发出的信号幅度。由于在介质上传输的信号有衰减,为了能正确地检测出冲突信号,Ethernet 限制电缆段的最大长度为 500m。

2. 令牌环

令牌环(Token-Ring)是一种适用于环形网络的分布式介质访问控制方法。这种介质访问技术使用一个令牌沿着环路循环,令牌是一种特殊帧,当各站都没有信息帧发送时,令牌的形式为 01111111,称为空令牌。当一个站要发送信息帧时,必须等待空令牌通过本站,然后将空令牌改为忙令牌,即 01111110。紧跟着忙令牌之后,把数据帧发送到环上。由于令牌是忙状态,其它站必须等待而不能发送帧。因此,也就不可能产生任何冲突。

信息帧在环上循环一周后再回到发送站,由发送站将该帧从环上移去,同时将忙令牌改为空令牌,传给下一个站,使之获得发送帧的机会。

当信息帧绕环通过各站时,都要将帧的目的地址与本站地址相比较。如果地址符合,说明是发送给本站的,则将帧拷贝到站接收缓冲器中,同时将帧送回到环上,使帧继续沿环传送;如果地址不符合,则简单地将信息帧重新送到环上即可。

在轻载时,由于一个工作站在发送前必须等待令牌到来,故效率很低;在重载时,各站访问

机会均等,因此效率比较高。由于空令牌是一种特殊的控制标记,不能出现在用户数据中,一般采用位插入的方法来实现透明传输,即遇到连续五位为“1”时就要插入一位“0”。采用发送站从环上收回帧的策略,具有广播特性,即多个站可接收同一个数据帧,同时还具有对发送站自动应答的功能。

令牌环的主要优点在于其访问方式的可调整性和确定性,且各站具有同等的介质访问权,但也可以有优先级操作和带宽保护。令牌环采用一种分布式的优先级调度算法来支持工作站的优先级访问,以保证优先级较高的站有足够的传输带宽。令牌环的主要缺点是有较复杂的令牌维护要求。空令牌的丢失将降低环路的利用率;而令牌的重复也会破坏网络的正常运行,故必须选择一个工作站作为监控站,以保证环路中只有一个令牌绕行,如果丢失了,再插入一个空令牌。

3. 令牌总线

CSMA/CD 介质访问控制采用总线争用方式,具有结构简单,在轻负载下延迟小等特点。但随着负载的增加,冲突概率增加,其性能明显下降。令牌环访问控制在重负载下利用率高,网络性能对传输距离不敏感,各站可公平访问。但环形网络控制复杂,并存在着检错和可靠性等问题。令牌总线(Token-Bus)是在综合上述两种介质访问控制方法优点的基础上形成的一种介质访问控制方法。

令牌总线访问控制方法是在物理总线上建立一个逻辑环。从物理上看,这是一种总线形的局域网,网内各个站点共享的传输介质为总线。连接在总线的各站是按站地址顺序排列的,通过令牌按指定方向(一般为站地址递减顺序)依次循环传递,就形成一个逻辑环路。和令牌环一样,只有获取令牌的站点才能发送信息帧。

在正常工作时,当站点完成了信息帧发送后,就将令牌传送给下一个站。从逻辑上看,令牌是按站地址的递减顺序传送给下一个站点。而从物理上看,带有目的地址的令牌帧广播到总线上所有的站点,只有站地址与令牌帧的目的地址相符合的站点,才有权获取令牌。

对于获取令牌的工作站,如果有数据要发送,则可立即发送数据帧,然后再将令牌传送给下一个站;如果没有数据发送,则应立即把令牌传送给下一个站。由于总线上各站点接收令牌的过程是按顺序依次进行的,因此对所有站点都有公平的访问权。为了使站点等待令牌的时间是确定的,就需要限定每个站发送数据帧的最大长度。如果所有站都有数据要发送,则最坏情况下,等待取得令牌和发送数据的时间应该等于全部令牌传送时间和数据发送时间总和。另一方面,如果只有一个站有数据要发送,则在最坏情况下,等待时间只是全部令牌传送时间的总和,而平均等待时间是它的一半,实际等待时间在这个区间范围内。

令牌总线访问控制还提供了不同的服务级别,即不同的优先级。优先级机制的功能将待发送的帧分成四类不同的访问类别,赋予不同的优先级,并把网络带宽分配给优先级较高的帧,而当有足够的带宽时,才发送优先级较低的帧。

令牌总线网络的正常操作十分简单,但网络的管理功能显得比较复杂,如逻辑环初始化功能,用来生成一个顺序访问的次序;故障恢复功能,用来在出现令牌丢失或令牌重复时产生一个新令牌;站插入功能,让新的站点加入逻辑环;站删除功能,从逻辑环上删除不活动的站点等。

总之,令牌总线网络的主要优点在于它的确定性、可调整性、可靠性以及高吞吐能力,广泛应用于工业控制网络中。

1.2 局域网协议标准

在网络中交换信息,共享计算机网络的资源,就需要实现不同系统中实体的通信。实体包括用户应用程序、文件传送包、数据库管理系统、电子邮件系统以及终端等。系统包括计算机、终端和各种设备等。一般说来,实体是能发送和接收信息的任何东西,而系统是物理上明显的物体,它包含一个或多个实体。两个实体要想成功地进行通信,它们必须具有同样的语言。交流什么,怎样交流及何时交流,都必须遵从有关实体间某些互相都能接受的规则。这些规则的集合称为协议。它可以定义为在两个实体间控制数据交换的规则集合。协议的关键成分有:

- ①语法:包括数据格式、编码及信号电平等。
- ②语义:包括用于协调和差错处理的控制信息。
- ③定时:包括速度匹配和排序。

由于不同系统中实体间通信和任务十分复杂,相互不可能作为一个整体来处理,否则任何一个方面的改变,都要修改整个软件包。一般采用结构式的设计和实现技术,用分层或层次结构的协议集合。我们把采用这种设计技术实现通信功能的硬件和软件称为通信体系结构。

与这种体系结构密切相关的一个非常重要的问题是关于网络系统结构的标准化。世界上一些主要的标准化组织在这方面做了卓有成效的工作,研究和制定了一些有关数据通信和计算机网络的国际标准,如国际标准化组织(ISO)的开放系统互连(OSI)参考模型、美国电气及电子工程师学会(IEEE)的 IEEE802LAN 协议标准、美国电子工业协会(EIA)的 RS-232-C 和 RS-449 标准以及国际电报和电话咨询委员会(CCITT)的 CCITT X.25 建议书等都是著名的国际标准。这些标准的制定为计算机通信和网络技术的应用和发展起到积极的推动作用。

1.2.1 开放系统互连 OSI 模型

国际标准组织 ISO 在 1977 年建立了一个分委员会来专门研究这样一种体系结构,提出了开放系统互连 OSI(Open System Interconnection)模型,这是一个定义连接异种计算机标准的主体结构。OSI 为连接分布式应用处理的“开放”系统提供了基础。“开放”这个词表示能使任何两个遵守参考模型和有关标准的系统进行连接。OSI 采用分层的结构化技术。

ISO 分委员会的任务是定义一组层次和每一层所完成的服务。层次的划分应该从逻辑上将功能分组,层次应该是足够的多,以使每一层小到易于管理,但是也不能太多,否则汇集各层的处理开销太大。开放系统互连 OSI 参考模型共有如图 1.2 所示的七层。OSI 参考模型的特性为:

- ①是一种将异构系统互连的分层结构。
- ②提供了控制互连系统交互规则的标准骨架。
- ③定义了一种抽象结构,而并非具体实现的描述。
- ④不同系统上的相同层的实体称为同等层实体。
- ⑤同等层实体之间通信由该层的协议管理。
- ⑥相邻层间的接口定义了原语操作和低层向上层提供的服务。
- ⑦所提供的公共服务是面向连接的或无连接的数据服务。
- ⑧直接的数据传送仅在最低层实现。
- ⑨每层完成所定义的功能,修改本层的功能并不影响其它层。