

07

教育部规划教材

中等专业学校
财经类专业

计算机 网络技术与应用

全国中等专业学校财经类专业教材编写组
宋文官 主编



高等教育出版社

内 容 提 要

本书是中等职业学校财经类商业自动化专业系列教材之一。

本书从实用的角度出发,引导学生由浅入深、循序渐进地学习计算机网络。本书介绍了计算机网络的基本概念、OSI 参考模型、数据通信的基础知识,较详细地叙述了局域网、Novell 网络、国际互连网 Internet、企业内部网 Intranet,并提供了网络在商业企业中的应用实例及实验指导等。本书取材新颖、内容丰富、通顺易懂,大量的实例分析使得本书有较强的实用性。

本书可作为中等职业学校商贸类商业自动化专业教材,也可以作为自学参考书及在职人员培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术与应用/宋文官主编. —北京:高等教育出版社,2000(2004 重印)

ISBN 7-04-008229-2

I. 计… II. 宋… III. 计算机网络-专业学校-教材
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 40114 号

计算机网络技术与应用

全国中等职业学校财经类专业教材编写组

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 北京外文印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 11.25
字 数 260 000

版 次 2000 年 7 月第 1 版
印 次 2004 年 4 月第 2 次印刷
定 价 14.60 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前言

本书根据江苏省教育委员会 1998 年制定的中等专业学校和中等职业学校市场营销专业、商业自动化专业教学计划和《计算机网络技术与应用》课程教学大纲编写。该书已列入中等职业学校财经类教育部规划教材。

计算机网络综合了计算机与通信两个领域中的新技术,涉及面宽,应用范围广。企事业单位的信息管理系统、办公自动化系统、商业自动化系统、生产科研系统、金融系统、远程教育系统等都离不开计算机网络。尤其是 Internet 与 Intranet 的迅速发展,极大地推动了知识经济的发展,人们学习计算机网络的要求也日益高涨。

本书以 OSI 参考模型为主线,从应用的角度出发,由浅入深的讲解计算机网络。通过大量的实例分析,使学生进一步理解计算机网络的体系结构,为以后继续深入学习计算机网络打下良好的基础。

全书共分九章。前三章是基础理论方面的介绍,后第六章是计算机网络具体应用方面的介绍。第一章计算机网络概述,介绍了计算机网络的发展及 OSI 参考模型。第二章数据通信基础,介绍有关数据通信方面的基本知识。第三章局域网技术,介绍 IEEE802 标准及局域网的原理、网络互连、互连设备及局域网操作系统等。第四章、第五章介绍 Novell 网络,并给出一个实例分析。第六章 Internet,介绍 Internet 的基本应用。第七章 Intranet,介绍 Intranet 的一般逻辑结构及实例分析。第八章商业企业中的应用实例,介绍了计算机网格在商业中的 4 个典型的应用实例,并给出了网络的系统结构图。第九章实验指导,给出十二个实验,每个实验写的都较详细具体,并附有思考练习题,目的是加强理论与实践的结合。附录给出本书涉及到的网络词汇。

建议学习本教材课时为 72 学时,如果课时少,打 * 号的部分可选讲。

本书由宋文官担任主编,第二章由朱群执笔完成,第三章由吴鸿雁执笔完成,附录由张颖执笔完成,第一、四、五、六、七、八、九章由宋文官执笔完成,曹宝光副教授审阅了全书,并提出了修改意见。在编写过程中得到蔡晓辉、华楠、兰昕等同志的多方帮助,在此谨表衷心的感谢。

由于时间仓促,加之作者的学术水平有限,书中不足之处在所难免,敬请各位专家、读者批评指正。

序号	内 容	理论课时	实验课时	合计
1	第一章 计算机网络概述	4		4
2	第二章 数据通信基础*	4		4
3	第三章 局域网技术	6	2(一)	8
4	第四章 Novell 网络	8	12(二~七)	20
5	第五章 NetWare 的安装及应用实例	6	4(八)	10
6	第六章 国际互联网 Internet	6	6(九、十、十一)	12
7	第七章 企业内部网 Intranet*	6		6
8	第八章 商业企业中的应用实例	4	4(十二)	8
	合计	44	28	72

编 者

1999 年 9 月

E-mail: swg@21cn.com

目 录

第一章 计算机网络概述	1	2.5 差错控制	25
1.1 计算机网络的定义与发展	1	2.5.1 基本概念及差错控制类型	25
1.1.1 计算机网络的产生与发展	1	2.5.2 奇偶校验	26
1.1.2 计算机网络的定义	3	2.5.3 循环冗余校验	26
1.2 计算机网络的分类	3	2.6 数据交换技术	26
1.2.1 按分布距离分类	3	2.6.1 线路交换	27
1.2.2 计算机网络的拓扑结构	4	2.6.2 报文交换	27
1.3 OSI 参考模型	5	2.6.3 分组交换	27
1.3.1 基本概念	6	第三章 局域网技术	30
1.3.2 OSI 参考模型	7	3.1 局域网概述	30
1.3.3 各层的主要功能	8	3.1.1 局域网的发展	30
第二章 数据通信基础 *	12	3.1.2 局域网的特点	30
2.1 基本概念	12	3.1.3 局域网的分类	31
2.1.1 数字信号与模拟信号	12	3.2 IEEE 802 标准与局域网技术	31
2.1.2 通信系统的组成	13	3.2.1 局域网协议	31
2.1.3 带宽、传输速率	13	3.2.2 Ethernet 网络	33
2.1.4 通信方式	14	3.2.3 ARCnet 网络	36
2.1.5 信息交换代码	17	3.2.4 Token Ring 网络	37
2.2 传输介质	19	* 3.3 网络互连	38
2.2.1 有线介质	19	3.3.1 互连类型及层次	38
2.2.2 无线介质	20	3.3.2 互连设备	40
2.3 调制解调器	21	3.3.3 互连方法	44
2.3.1 MODEM 的标准及速度	21	3.4 局域网操作系统	50
2.3.2 MODEM 的分类	22	3.4.1 网络操作系统概述	50
2.4 多路复用技术	23	3.4.2 UNIX	51
2.4.1 频分多路复用	24	3.4.3 Windows NT Server	53
2.4.2 时分多路复用	24	3.4.4 NetWare	56
2.4.3 统计时分多路复用	24	第四章 Novell 网络	58

4.1 Novell 网络的基本组成	58	5.4.5 目录结构及权限	93
4.1.1 硬件组成	58	5.4.6 系统功能	93
4.1.2 软件组成	59	第六章 国际互联网 Internet	96
4.2 NetWare 概述	60	6.1 Internet 概述	96
4.2.1 NetWare 网络操作系统的特点	60	6.1.1 Internet 的起源与发展	96
4.2.2 NetWare 的体系结构	61	6.1.2 Internet 的特点	97
4.2.3 NetWare Shell	61	6.1.3 Internet 在中国	97
4.3 使用 NetWare 的预备知识	62	6.2 TCP/IP 协议	98
4.3.1 服务器的目录结构	62	6.2.1 TCP/IP 协议概述	98
4.3.2 用户和用户组	62	6.2.2 IP 地址	99
4.3.3 入网和退网	63	6.2.3 域名	100
4.3.4 驱动器映射	63	6.3 Internet 的基本应用服务	101
4.4 NetWare 的安全体系	65	6.3.1 远程登录	101
4.4.1 入网限制	65	6.3.2 文件传输	103
4.4.2 用户权限	66	6.3.3 电子邮件	103
4.4.3 代管权限和继承权屏蔽	67	6.3.4 电子邮件的设置与使用	105
4.4.4 目录和文件的属性	67	6.4 用户拨号接入 Internet 的安装与 配置	112
4.5 常用命令	68	6.4.1 安装与配置调制解调器	112
4.5.1 基本命令	68	6.4.2 添加 TCP/IP 协议	115
4.5.2 属性和权限命令	69	6.4.3 建立拨号连接	116
4.5.3 目录文件操作命令	71	6.4.4 接入 Internet	119
4.5.4 其他命令	72	6.5 WWW 服务	120
4.6 实用菜单程序 *	74	6.5.1 WWW 概述	120
4.6.1 SYSCON 菜单程序	74	6.5.2 HTTP 协议	120
4.6.2 FILER 菜单程序	76	6.5.3 HTML 语言	121
4.6.3 SESSION 菜单程序	77	6.5.4 URL 与信息定位	121
第五章 NetWare 的安装及应用实例	79	6.6 IE4.0 的使用	122
5.1 文件服务器的安装 *	79	6.6.1 WWW 浏览器	122
5.1.1 硬件要求	79	6.6.2 IE4.0 的使用方法	122
5.1.2 软件要求	81	6.6.3 网上信息的搜索与查询	125
5.1.3 安装实例	82	第七章 企业内部网 Intranet *	128
5.2 DOS 工作站的安装	85	7.1 概述	128
5.2.1 普通工作站的安装	86	7.1.1 Intranet 简介	128
5.2.2 DOSDI 工作站的安装	86	7.1.2 Intranet 的主要特点	128
5.2.3 无盘工作站的安装	88	7.1.3 Intranet 的功能	129
* 5.3 Windows95 工作站的安装	89	7.1.4 Intranet 的逻辑结构	129
5.4 Novell 网络在图书馆中的应用	92	7.2 防火墙技术	130
5.4.1 背景简介	92	7.2.1 包过滤	130
5.4.2 网络的拓扑结构	92	7.2.2 代理服务	131
5.4.3 硬件选型	93	7.2.3 防火墙产品简介	131
5.4.4 软件选型	93		

7.3 WWW 服务器	132	8.3.2 网络拓扑结构及设备选型	144
7.3.1 安装 IIS	132	8.4 某省公安厅出入境管理信息系统	145
7.3.2 创建目录	132	8.4.1 背景简介	145
7.3.3 创建用户	133	8.4.2 网络拓扑结构	145
7.3.4 权限设置	134	8.4.3 硬件与软件选型	145
7.4 规划 Intranet	137	第九章 实验指导	147
7.5 Intranet 典型实例分析	137	实验一 局域网初步	147
7.5.1 背景介绍	137	实验二 入网与退网	147
7.5.2 方案设计	138	实验三 安装 DOS 工作站	149
7.5.3 功能模块	138	实验四 驱动器映射	149
第八章 商业企业中的应用实例	140	实验五 目录、文件权限的设置	151
8.1 北京某商场网络系统	140	实验六 目录、文件属性的查看、设置	153
8.1.1 概况	140	实验七 信息的发送与接收	154
8.1.2 网络系统结构	140	实验八 Windows 95 工作站的安装与设置*	154
8.1.3 结构化布线系统	140	实验九 Windows 95 拨号上网的安装与设置*	155
8.1.4 主机系统及数据库系统	141	实验十 WWW 浏览器的使用	156
8.1.5 收款机及金融 POS 系统	141	实验十一 电子邮件	157
8.1.6 网络连接设备	141	实验十二 企业内部网 Intranet*	157
8.2 某省国税局办公自动化系统	142	附录 网络词汇表	159
8.2.1 网络系统结构	142	参考文献	168
8.2.2 硬件与软件	142		
8.2.3 主要功能	143		
8.3 校园网	143		
8.3.1 基本情况	143		

第一章 计算机网络概述

计算机网络是现代高科技的重要组成部分,是计算机技术与通信技术紧密结合的产物。计算机网络综合了计算机与通信两方面的新技术,它涉及面宽、应用范围广,对现代信息化社会的发展有着深刻的影响。离开计算机网络就谈不上信息化社会,任何企事业单位的信息管理系统、办公自动化系统、商业自动化系统、生产科研系统、金融系统等都离不开计算机网络。

计算机网络在信息的收集、存贮、处理和传输中扮演着极其重要的角色。计算机网络深刻改变着人类社会的进程。

本章对计算机网络的产生、发展、分类及体系结构做一概要的介绍,使学生对计算机网络的体系有一个了解,以便更好地应用计算机网络。

1.1 计算机网络的定义与发展

1.1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络出现的历史不长,但发展很快,经历了一个从简单到复杂的演变过程。世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生时,计算机和通信并没有什么关系。当时的计算机数量极少,而且价格十分昂贵,用户只能到计算机房去使用计算机。这显然是很不方便的。1954 年终端器诞生后,人们才逐渐把终端与计算机连接起来。几十年来计算机网络的发展经历了三个主要阶段:以单机为中心的通信系统,多个计算机互连的计算机网络及国际标准化的计算机网络。

1. 以单机为中心的通信系统

以单机为中心的通信系统称为第一代计算机网络。这样的系统中除了一台中心计算机,其余终端都不具备自主处理功能。这里的单机指一个系统中只有一台主机,也称面向终端的计算机网络。面向终端的计算机网络在结构上有三种形式:第一种结构是计算机经通信线路与若干终端直接相连,如图 1-1(a)所示。当通信线路增加时,费用增大,于是出现了若干终端共享通信线路的第二种结构,如图 1-1(b)所示。当多个终端共享一条通信线路时,突出的矛盾是若多个终端同时要求与主机通信时,主机选择哪一个终端通信?为解决这一问题,主机需增加相应的设备和软件,完成相应的通信协议转换,这使得主机工作负荷加重。为了减轻主机负担,主机前

增加通信处理机 CCP(Communication Control Processor)或前端机 FEP(Front End Processor),在终端云集的地方增加集中器(Concentrator)或多路器,这就是第三种结构,如图 1-1(c)所示。前端处理机专门负责通信控制,而主机专门进行数据处理。集中器实际上是设在远程终端的通信处理机,其作用是实现多个终端共享同一通信线路。对于远距离通信,为了降低费用,可借助公用电话网和调制解调器完成信息传输任务。60 年代初美国航空公司与 IBM 公司联合研制的预订飞机票系统,由一个主机和 2 000 多个终端组成,是一个典型的面向终端的计算机网络。

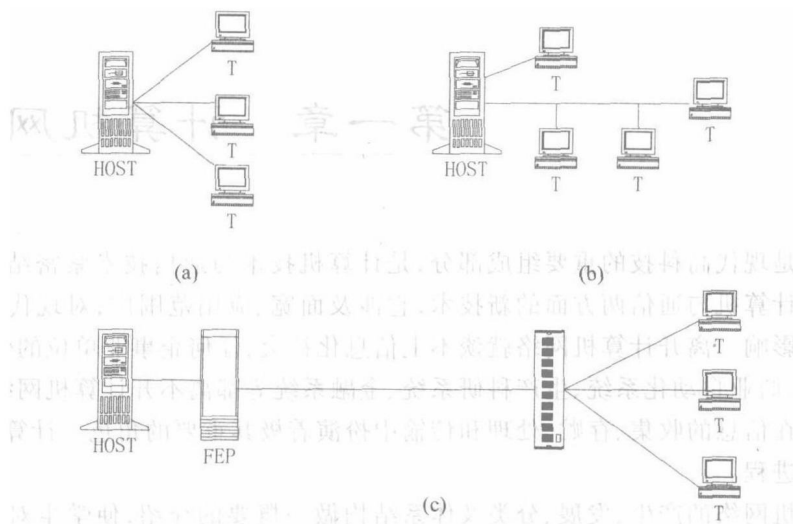


图 1-1 以单机为中心的通信系统

2. 多个计算机互联的计算机网络

60 年代末出现了多个计算机互联的计算机网络,这种网络将分散在不同地点的计算机经通信线路互连。主机之间没有主从关系,网络中的多个用户可以共享计算机网络中的软、硬件资源,故这种计算机网络也称共享系统资源的计算机网络。第二代计算机网络的典型代表的是 60 年代美国国防部高级研究计划局的网络 ARPANET(Advanced Research Project Agency Network)。单机为中心的通信系统的特点是网络上用户只能共享一台主机中软件、硬件资源。而多个计算机互连的计算机网络上的用户可以共享整个资源子网上所有的软件、硬件资源。ARPANET 对计算机网络技术的发展作出了突出的贡献,主要表现为:

(1) 采用资源子网与通信子网组成的两级网络结构,如图 1-2 所示。图中虚线内是通信子网,负责全部网络的通信工作,IMP(Interface Message Processor)为通信处理机。虚线外为资源子网,由主机 HOST、各类终端 T、软件及数据库构成。

(2) 采用报文分组交换方式(关于报文分组见第二章 2.6)。

(3) 采用层次结构的网络协议(关于网络协议见本章 1.3)。

3. 国际标准化的计算机网络

国际标准化的计算机网络属于第三代计算机网络,它具有统一的网络体系结构,遵循国际标准化协议。标准化的目的是使不同的计算机及计算机网络能方便地连起来。

70 年代后期人们认识到第二代计算机网络存在明显不足,主要表现为:各个厂商各自开发自己的产品,产品之间不能通用;各个厂商各自制定自己的标准,不同的标准之间转换非常困难。

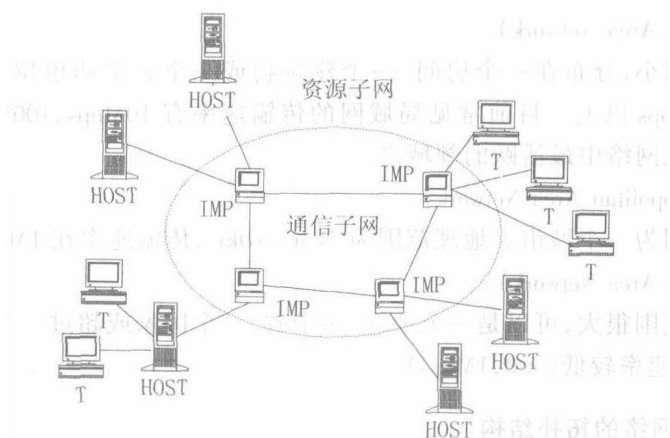


图 1-2 资源子网与通信子网组成的两级网络结构

这显然阻碍了计算机网络的普及和发展。

1980 年国际标准组织 ISO 公布了开放系统互连参考模型(OSI/RM),成为世界上网络体系的公共标准。遵循此标准可以很容易地实现网络互连。关于 OSI 参考模型详见本章 1.3。

1.1.2 计算机网络的定义

随着计算机网络技术的发展阶段的不同,人们对计算机网络的含义和理解也有所不同。早期主要是从通信的角度理解计算机网络,将面向终端的计算机系统称为计算机网络。

在 70 年代,人们将以能够共享资源(硬件及软件资源)的方式连接起来的并且各自具备独立功能的计算机系统之集合称为计算机网络,这种定义是从共享资源的角度考虑的。

随着分布处理技术的发展及为了更好地应用网络,出现了用户透明的观点。把计算机网络定义为“必须具备能为用户自动管理资源的操作系统,由它来调用完成用户任务所需资源,使整个网络象一个大的计算机系统一样对用户是透明的”,符合这一定义的计算机网络就是所谓的分布式计算机网络。这是计算机网络的发展方向,当前的计算机网络只能部分地做到“用户透明”。

本书中对计算机网络采用如下定义:互联起来的相互独立的计算机的集合。“互联”意味着相互连接的计算机能够按照网络协议进行通信。这里的连接是由硬件实现的物理连接。

1.2 计算机网络的分类

计算机网络的分类标准很多,按拓扑结构分类有星型、总线型、环型等;按使用范围分类有公用网和专用网;按传输技术分类有广播式与点到点式网络;按交换方式分类有报文交换与分组交换等。事实上这些分类标准都只能给出网络某方面的特征,不能确切地反映网络技术的本质。目前公认的能反映网络技术本质的分类方法是按网络中计算机的分布距离分类。因为在计算机网络的距离、速度、技术细节三大因素中,距离影响速度,速度影响技术细节。

1.2.1 按分布距离分类

计算机网络按分布距离可分为局域网(LAN)、城域网(MAN)和广域网(WAN)。

1. 局域网(Local Area Network)

局域网作用范围小,分布在一个房间、一个建筑物或一个企事业单位。地理范围在 10m ~ 1km,传输速率在 1Mbps 以上。目前常见局域网的传输速率有 10Mbps、100Mbps。局域网技术成熟、发展快,是计算机网络中最活跃的领域之一。

2. 城域网(Metropolitan Area Network)

城域网作用范围为一个城市。地理范围为 5km ~ 10km,传输速率在 1Mbps 以上。

3. 广域网(Wide Area Network)

广域网作用的范围很大,可以是一个地区、一个省、一个国家或超过一个国家,地理范围一般在 100km 以上,传输速率较低($< 0.1\text{Mbps}$)。

1.2.2 计算机网络的拓扑结构

计算机网络的拓扑结构是指网络结点和通信线路组成的几何排列,亦称网络物理结构图型。

1. 总线型

总线型网络是在一条单线上连接着所有工作站和其他共享设备(文件服务器、打印机等)的网络,如图 1-3 所示。它的特点是:结构简单、非常便于扩充、价格相对较低、安装使用方便。值得注意的是:一旦总线的某一点出现接触不良或断开,整个网络将陷于瘫痪。实际安装时要特别处理好总线的各个接头。

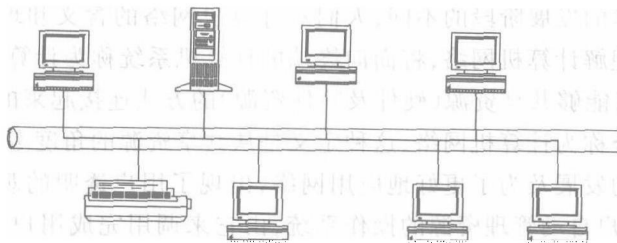


图 1-3 总线型

2. 星型

星型网络是以中央结点为中心与各结点连接的网络,如图 1-4 所示。它的特点是:系统稳定性好,故障率低。由于任何两个结点间通信都要经过中央结点,故中心点出故障整个网络瘫痪。

在文件服务器/工作站的局域网模式中,中心结点是文件服务器,存放共享资源。在文件服务器与工作站之间接有集线器(HUB)。集线器的作用为多路复用(见第二章 2.4)。

目前大多数局域网均采用星型结构。

3. 环型

环型网络是工作站、共享设备(服务器、打印机等)通过通信线路将设备构成一个闭合的环形网络,如图 1-5 所示。它的特点是:信息在网络中沿固定方向流动,两个结点间有唯一的通路,可靠性高。由于整个网络构成闭合环,故网络扩充起来不太方便。环型网是局域网常采用的拓扑结构之一。如 IBM 公司的 Token ring 网(第三章 3.2.4)。

4. 树型

树型网络可以看成是星型的扩展。在组建较大网络时,往往采用多级星型网络。将多级

星型网络按层次方式排列成树型网络,如图 1-6 所示。顺便指出,在树型结构中其分支结构也可能是总线型或环型,只是在整体上看起来象一棵树。

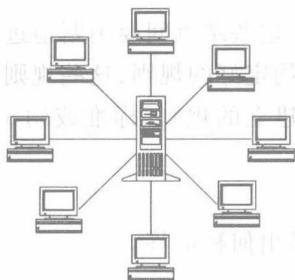


图 1-4 星型

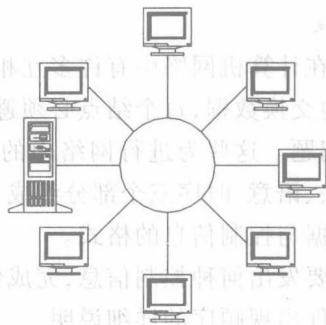


图 1-5 环型

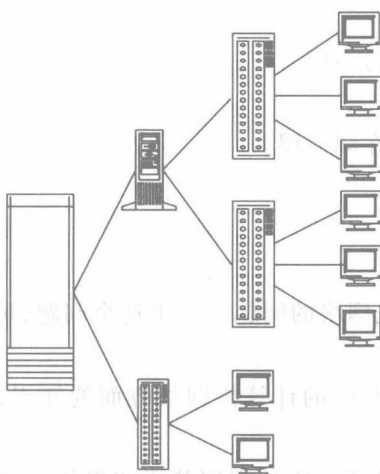


图 1-6 树型

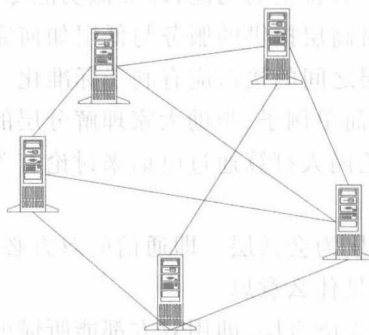


图 1-7 网状型

5. 网状型

网状型网络也称分布式网络,它是由分布在不同地点的计算机互连而成。每个结点至少要有两条链路与其他结点相连,网络中无中心结点。网状型网络的特点是:可靠性高,结构复杂,不易扩充。

在计算机网络的拓扑结构中,总线型、星型、环型等网络,往往是局域网中采用的拓扑结构。有时在局域网中经常将这三种结构混合使用。

1.3 OSI 参考模型

为了在国际上有一个通用的计算机网络标准,1980 年国际化组织公布了开放系统互连参考模型 OSI/RM(Open System Interconnection/Reference Model)。整个模型分成七层,即物理层、数据链路层、网络层、传送层、会话层、表示层和应用层。下面分别介绍 OSI 的基本概念与模型层次。

1.3.1 基本概念

1. 网络协议

大家知道,在计算机网络中有许多互相连接的结点,这些结点间要不断地进行数据交换。要做到有条不紊地交换数据,每个结点必须遵守一些事先约定好的规则,这些规则规定了数据交换的格式及同步问题。这些为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定叫做网络协议。网络协议由语法、语意、时序三个部分组成。

语法:即数据与控制信息的格式。

语意:即需要发出何种控制信息,完成何种动作及做出何种应答。

时序:即事件出现顺序的详细说明。

2. 协议分层

根据历史上研制计算机网络的经验,对于复杂的计算机网络采用层次结构较好,一般的分层原则为:

- (1)各层相对独立,即某一层的内部变化不影响另一层。
- (2)层次数量适中,不应过多,也不宜太少。
- (3)每层具有特定的功能,即类似功能尽量集中在同一层。
- (4)低层对高层提供的服务与低层如何完成无关。
- (5)相邻层之间的接口应有利于标准化。

下面举一简单例子,帮助大家理解分层的概念。

例如:甲乙两人打算通过电话来讨论有关计算机网络的问题。对于这个问题,可分为三个层次:

最上面一层为会话层。即通信的双方必须具备起码的计算机网络方面的知识,因而能听懂对方所谈内容是什么意思。

中间一层为语言层,即用双方都能听懂的语言讲话。比如都用英语或汉语。这一层不必涉及所讲话的内容是什么意思,内容的含义由会话层来处理。

最下面一层可以称做传送层。它负责将每一方的讲话内容变换为电信号,传送到对方后再还原为对方可听懂的话音。这一层完全不管所传的话音信息是哪一种语言,更不必考虑其内容如何,而是一组纯粹的电信号。

但必须指出计算机网络的分层远比上面这个例子复杂。

3. 网络的体系结构

计算机网络的分层及其协议的集合称为网络的体系结构。世界上著名的网络体系结构有美国国防部的 ARPANET、IBM 公司的 SNA、DEC 公司的 DNA 及国际标准化组织 ISO 的 OSI。

SNA(Systems Network Architecture)为集中式网络,是 IBM 公司 1974 年公布的网络体系结构。以后的版本不断变更,1985 年的版本可支持主机和局域网组成的任意拓扑结构。SNA 比 OSI 模型大约早 10 年,是 OSI 模型的主要基础。SNA 将网络的体系结构分成 7 个层次,即物理层、数据链路控制层、路径控制层、传输控制层、数据流控制层、表示服务层、事务服务层。

DNA(Digital Network Architecture)是美国 DEC 公司 1975 年提出的网络体系结构。目前发展成为第五个阶段。DNA 将网络的体系结构分成八个层次,即物理链路层、数据链路层、路由层、

端通信层、会话层、网络应用层、网络管理层及用户层。

ARPANET 是美国国防部高级计划局提出的网络体系。ARPANET 参考模型简称为 ARM, 其核心内容为 TCP/IP 协议(详见第五章 5.2)。

OSI 参考模型是国际标准化组织提出的计算机网络体系, 下面将进一步阐述 OSI 参考模型。

1.3.2 OSI 参考模型

1. 问题的提出

计算机网络是由各种计算机和各类终端, 通过通信线路连接起来的复合系统。在这个复合系统中, 由于硬件不同、连接方式不同及软件不同, 网络中各结点间的通信很难顺利进行。由于各厂家使用的数据格式、交换方式不同, 因此, 异种机通信硬件的标准化非常困难。于是各厂家纷纷提出建议, 由一个适当的组织实施一套公共的标准, 各厂家都生产符合该标准的产品。简化通信手续, 以便在不同的计算机上实现网络通信的目的。在这种情况下 OSI 参考模型应运而生。

2. OSI 参考模型

1977 年, 国际标准化组织 ISO 技术委员会 TC97 充分认识到制定这样的国际标准的重要性, 于是成立了新的专业委员会 SI6, 专门研究异种计算机网络间的通信标准。在 1983 年形成正式文件, 这就是著名的 ISO7498 国际标准, 称为开放系统互连参考模型。记为 OSI /RM(Open System Interconnection/Reference Model), 有时也笼统的称之为 OSI。我国相应的国家标准为 GB9387。

开放系统互连参考模型中的“开放”是指只要遵循 OSI 标准, 一个系统就可以和位于世界上任何地方的也遵循同一标准的其他任何系统通信, 这一点很像世界范围内的电话系统。前面提到的 SNA、DNA 都是封闭的系统, 而不是开放系统。

OSI 参考模型在逻辑上将整个网络的通信功能划分为七个层次, 如图 1-8 所示。



图 1-8 OSI 参考模型及协议

主机 A 与主机 B 之间的同一层次称为对等层,即双方相对等的层次。例如主机 A 的网络层与主机 B 的网络层,主机 A 的会话层与主机 B 的会话层都是对等层。双方在对等层之间好像有一条直接的信道供双方通信。这一点很像打电话的双方,你打电话时并不感觉到有复杂的信道存在,好像这个世界上只有你和对方。双方对等层之间的通信规则在 OSI 参考模型中称为协议。例如,物理层协议,网络层协议等。

若主机 A 与主机 B 之间通信,实际的信息传递顺序为:主机 A 的应用层→表示层→会话层→传送层→网络层→数据链路层→物理层→主机 B 的物理层→数据链路层→网络层→传送层→会话层→表示层→应用层。

OSI 参考模型将相邻层之间传送信息的规则叫做服务原语。OSI 规定了每一层可使用四种类型的服务原语,即请示、指示、响应、证实。相邻层之间的关系是服务与被服务的关系。各层的服务细节对其他层屏蔽,每一层只能执行本层所承担的具体任务,且相对独立。由此可见,“协议”是水平的,存在于对等层之间。“服务”是垂直的,存在于相邻层之间。

OSI 的分层思想使计算机网络的体系结构变得层次分明,概念清晰。

1.3.3 各层的主要功能

1. 物理层

物理层的主要功能是确保二进制数字信号“0”和“1”在物理媒体上的正确传输,物理媒体亦称传输介质,将在第二章中叙述。

物理层协议由机械特性、电气特性、功能特性和规程特性四个部分组成。机械特性规定了所有连接器的形状和尺寸,电气特性规定了多大电压表示“0”或“1”,功能特性指各条信号线的用途,规程特性规定事件出现的顺序。

EIA-232-D 是常用的物理层标准,通常人们简称为“232 接口”,这个标准是美国电子工业协会 EIA 制定的,对应的 OSI 标准为 ISO2110。机械特性是宽 $47.04 \pm 0.13\text{mm}$ (螺丝中心间的距离)的 25 针插头、插座,其他尺寸也有严格的说明。电气特性规定低于 -3V 的电压表示“1”,高于 $+4\text{V}$ 的电压表示“0”,功能特性规定了 25 针各与哪些电路连接及信号线信号的含义,规程特性的协议是基于“行为-应答”的关系对。

2. 数据链路层

数据链路层负责在相邻节点间的链路上无差错地传送信息帧。在传送数据时,若接收点检测到接收的数据有差错,就通知发送方重发这一帧,直到这一帧正确无误地到达接收点为止。每一帧包含数据信息和控制信息。这样,数据链路层就把一条有可能出差错的实际链路,转变成为从网络层向下看起来是一条不出差错的链路。

数据链路层的协议主要有面向比特的链路层协议。该协议具有统一的帧格式,统一的标志 F(01111110),控制简单,报文信息和控制信息独立,采用统一的循环冗余校验(CRC)码。在链路上传输信息时直接发送,数据传输透明性好,可靠性高。

面向比特的链路层协议主要以 ISO 的高级数据链路控制规程 HDLC(High-Level Data Link Control)为代表。HDLC 的帧格式如图 1-9 所示。

每个帧包含控制信息和数据信息。控制段 C 有三种类型,相应的 HDLC 也有三种类型的帧,分别为信息帧 I,监控帧 S 及无编号帧 U。

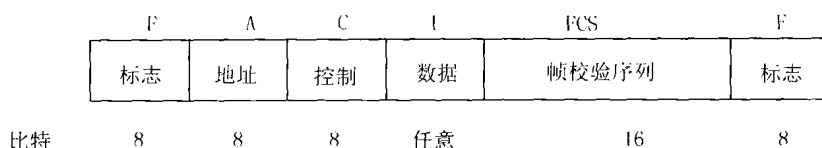


图 1-9 HDLC 的帧格式

OSI 的数据链路层协议有 ISO/8802.1 ~ 8802.6。

3. 网络层

网络层也叫通信子网层,负责网络中两台主机之间的数据交换,由于通信的两台计算机间可能要经过许多个节点,也可能经过多个通信子网,故网络层的任务之一是要选择合适的路程将信息送到目的站,这就是所谓的路由选择。网络层的另一个任务是进行流量控制,以防止网络拥塞引起的网络性能下降。

路由选择就是为信息选择建立适当的路径,引导信息沿着这条路径通过网络。数据传输时路径的最佳选择是由计算机自动识别的,计算机通过路由算法,确定分组报文传送的最短路径。

流量控制指控制链路上的信息流动,是调整发送信息的速率,使接收节点能够及时处理信息的一个过程。流量控制可以防止因过载而引起的吞吐量下降、延时增加、死锁等情况发生,在相互竞争的各用户间公平地分配资源。

网络层传输的信息以报文分组为单位。数据交换是报文分组交换方式,将整个报文分成若干个较短的报文分组,每个报文分组都含有控制信息、目的地址和分组编号。各报文分组可在不同的路径传输,最后再重新组装成报文。此种数据交换方式交换延时小、可靠性高、速度快,但技术复杂。

网络层最著名的协议是国际电报电话咨询委员会(CCITT)的 X.25 协议,对应 OSI 的下三层,相当于 ISO8473/8348 标准,提供数据报和虚电路两种类型的接口。

4. 传送层

传送层也称传输层、转送层、运输层。本书中采用传送层这一叫法。

OSI 参考模型中的低三层是通信子网的功能,提供面向通信的服务;高三层是用户功能,提供面向信息处理的服务。传送层以上的各层就不再负责信息的传送问题了,故传送层成为面向通信服务与面向信息服务的桥梁。它的主要功能是使主机间经网络透明地传送报文。传送层传输的信息单位是报文。

传送层将源主机与目的主机以端到端的方式简单地连接起来,因此传送层的协议通常叫做端-端协议。

网络服务质量共有 A、B、C 三种类型。A 型网络服务是一个完善的、理想的、可靠的网络服务。目前的 X.25 公用分组交换网仍不可能达到这个水平。B 型网络传送层协议必须提供差错恢复功能,大多数的 X.25 公用分组交换网提供 B 型网络服务。C 型网络服务质量最差,对于这类网络传送层协议能检测出网络的差错,同时要有差错恢复能力。

ISO8012/8073 定义了 5 种类型传送层协议。0 类协议 TP0 是最简单的,只定义了网络连接功能,面向 A 型网络服务。1 类协议 TP1 较为简单,在 TP0 的基础上增加了基本差错恢复功能,面向 B 型网络服务。2 类协议 TP2 具有复用功能,面向 A 型网络服务。3 类协议既有差错恢复功能

又有复用功能,面向 B 型网络服务。4 类协议 TP4 最复杂,它可以在网络的任务较重时保证高可靠性的数据传输,面向 C 型网络服务。TP4 具有差错控制、差错恢复及复用功能。

5. 高三层

高三层包括会话层、表示层和应用层。高三层协议的共同特点为:处理的信息都是报文。报文是用户间交换的完整信息单位;提供面向用户的服务;端到端的数据处理,不考虑信息的传输及怎样传输的问题。

会话层是用户连接到网络的接口,主要功能是为不同系统中的两个用户进程间建立会话连接,进行会话管理,并将分组按顺序正确组成报文完成数据交换。会话层协议为 ISO8326/8327。

表示层是处理 OSI 系统之间用户信息的表示问题。它可以为数据进行格式转换,如代码转换、文本压缩、加密和解密等,将计算机内部的表示法转换成网络的标准表示法。会话层协议有 ISO8822/8823、ISO8649/8650、ANS.1 等。

应用层直接为用户提供服务,包括面向用户服务的各种软件。应用层提供的协议有:文件传输协议 ISO9040/9041、电子邮件协议 ISO8505/8883、作业传输协议 ISO8649/8650、多媒体协议 ISO8613 等。在 OSI 参考模型中应用层协议最多、最复杂,有的还在制定中。

高三层协议由于标准新,尚有不完备之处,有待于进一步完善。

OSI 协议比较抽象,下面将 OSI 协议各层的主要功能归纳如下,供学习时参考。

- 应用层——与用户进程之间的接口。即相当于做什么。
- 表示层——数据格式的转换。即相当于对方看起来像什么。
- 会话层——会话的管理与数据传输的同步。即相当于轮到谁讲话和从何处开始讲。
- 传送层——从端到端经网络透明地传送报文。即相当于对方在何处。
- 网络层——分组传送、路由选择和流量控制。即相当于走哪条路可以到达该处。
- 数据链路层——在链路上无差错地传送信息帧。即相当于每一步应该怎样走。
- 物理层——将比特流送到物理媒体上。即相当于对于上一层的每步应怎样利用物理媒体。

OSI 参考模型对于人们研究网络有重要的指导意义。OSI 的分层思想将复杂的通信问题分成若干独立易解决的子问题,便于人们学习和研究,从而促进了网络的发展和应用。

习 题 一

一、填空

1. 计算机网络的发展经过了三个阶段,其中第二阶段为_____。
2. 计算机网络的定义_____。
3. WAN 是_____的缩写,LAN 是_____的缩写。
4. 局域网的拓扑结构有_____、_____、_____、_____。

二、单选题

1. 以单机为中心的通信系统共有___类结构。
A. 3 B. 2 C. 1 D. 以上都不是
2. 计算机网络按分布距离可分为___种。