



普通高等院校应用型规划教材



计算机网络体系结构

刘永华 解圣庆 主 编

邓式阳 李怡然 刘建新 张淑玉 副主编

免费提供
电子教案
教学大纲



南京大学出版社

普通高等院校应用型规划教材

计算机网络体系结构

刘永华 解圣庆 主 编

邓式阳 李怡然 刘建新 张淑玉 副主编

南京大学出版社

内 容 简 介

本书以网络体系结构为主线,重点介绍了网络体系结构及各层协议的原理与技术,从网络的不同层次上讲解网络的体系结构、协议、各层次的主要问题、解决方法和相关技术。全书由12章组成,主要内容包括计算机网络概述,计算机网络体系结构,物理层,数据链路层,局域网技术,网络层,广域网技术,运输层,应用层,网络安全与管理,Internet接入技术和下一代因特网协议IPv6等。

本书结构清晰、内容丰富、实用性强,是一本理论和实践相结合的技术书籍,适合于高等院校计算机专业、网络工程专业、通信工程等专业本科生或高职高专学生使用,亦可供广大计算机网络工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络体系结构/刘永华、解圣庆主编. —南京:南京大学出版社, 2009.1

普通高等院校应用型规划教材

ISBN 978-7-305-05786-1

I. 计… II. ①刘…②解… III. 计算机网络体系结构—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 084280 号

出 版 者 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号

邮编 210093

网 址 <http://press.nju.edu.cn>

出 版 人 左 健

丛 书 名 普通高等院校应用型规划教材

书 名 计算机网络体系结构

主 编 刘永华 解圣庆

副 主 编 邓式阳 李怡然 刘建新 张淑玉

责任编辑 杜思明(miaofa@sina.com) 编辑热线 83595844

照 排 南京海洋电脑制版有限公司

印 刷 南京新洲印刷有限公司

开 本 789×1092 1/16 印张 18.75 字数 432 千字

版 次 2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-05786-1

定 价 32.00 元

发行热线 025-83592169 025-83592317

电子邮箱 sales@press.nju.edu.cn(销售部)

nupressl@publicl.ptt.js.cn

前 言

计算机网络体系结构是计算机科学与技术、网络工程、通信工程等专业较为重要的课程。为便于读者学习,本书以5层模型为基础,侧重介绍计算机网络体系结构、网络功能及网络协议族。

本书具有的特点是:(1)本书以网络体系结构为主线,重点突出了体系结构及各层协议的原理与技术,从网络的不同层次上讲解网络的体系结构、协议、各层次的主要问题、解决方法和相关技术。(2)书中内容比较严格地将网络原理所涉及的内容纳入网络分层结构,克服了将网络设备与分层结构分别讲授容易使读者产生概念混乱的缺点,解决了诸如将网络中的一个装置或一个部件误认为应占据某一层的错误概念。同时,本书对分层协议规范和服务定义进行了简洁描述,非常宜于读者对分层功能的区分和理解。(3)本书将计算机网络涉及的每种重要功能按分层区分得非常清楚。计算机网络所涉及的几乎全部重要功能,分别分布于5层模型及其相关的若干层。(4)本书对实现网络中诸多功能的方法进行了归类总结,比如流量控制的方法、差错检测与恢复的方法、路径选择的方法、信道共享的方法、网络安全与管理等。(5)考虑到ISO/OSI和TCP/IP体系结构的特色,也考虑到网络协议的实用性,本书所涉及网络的理论,既不按ISO/OSI的7层阐述,也不按TCP/IP的4层阐述,而是采用折中的方法,按5层阐述,从而兼顾了理论性与实用性。

本书由刘永华、解圣庆担任主编并负责全书撰写与通稿整理。邓式阳、李怡然、刘建新、张淑玉担任副主编。陈茜、唐述宏、张文、李凤慧、王梅、李晓利参与了部分章节的编写与讨论并担任编委。由于作者水平有限,加之时间仓促,疏漏在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年3月

目 录

第1章 计算机网络概述	1	2.2.2 层次模型中各层功能	24
1.1 计算机网络的形成与发展	1	2.3 TCP/IP 模型	29
1.1.1 面向终端的计算机网络	1	2.3.1 TCP/IP 模型	29
1.1.2 计算机——计算机网络	2	2.3.2 TCP/IP 协议简介	30
1.1.3 开放式标准化网络	4	2.4 OSI 参考模型与 TCP/IP	
1.1.4 网络计算的新时代	5	参考模型的比较	33
1.2 计算机网络的概念	6	复习思考题	34
1.2.1 计算机网络的定义	6	第3章 物理层	35
1.2.2 计算机网络的特点	7	3.1 物理层的基本概念	35
1.2.3 计算机网络的功能与应用	8	3.2 数据通信的理论基础	36
1.2.4 计算机网络的组成	10	3.2.1 傅立叶分析	36
1.3 计算机网络的分类	10	3.2.2 有限带宽信号	37
1.3.1 按传输技术划分	11	3.2.3 数字通信系统	38
1.3.2 按分布距离划分	11	3.2.4 数据编码	41
1.3.3 其他几种分类方法	12	3.2.5 数字调制技术	46
1.4 计算机网络拓扑结构	14	3.2.6 脉冲编码调制	49
1.4.1 计算机网络拓扑结构的定义	14	3.3 通信方式与交换方式	51
1.4.2 两类网络拓扑	14	3.3.1 数据通信方式	51
1.4.3 常见的几种网络拓扑特点	14	3.3.2 异步传输和同步传输	52
1.5 几种典型的计算机网络		3.3.3 交换方式	55
结构类型	18	3.4 多路复用技术	57
1.5.1 集中处理的主机/终端机结构	18	3.4.1 多路复用的基本概念	58
1.5.2 对等网络结构	18	3.4.2 频分多路复用(FDM)	58
1.5.3 客户机/服务器	18	3.4.3 同步时分多路复用(TDM)	60
1.5.4 无盘工作站	19	3.4.4 统计时分多路复用(STM)	61
复习思考题	19	3.4.5 多路复用技术的比较	62
第2章 计算机网络体系结构	20	3.4.6 微波复用技术	63
2.1 网络体系结构	20	3.4.7 码分复用(CDMA)	63
2.1.1 网络体系结构基本概念	20	3.5 计算机网络的传输介质	65
2.1.2 计算机网络层次体系结构	21	3.5.1 有线传输介质	65
2.1.3 计算机网络层次模型	21	3.5.2 无线传输介质	68
2.2 开放系统互连参考模型	23	复习思考题	70
2.2.1 开放系统互连基本参考模型	23		



第4章 数据链路层	71		
4.1 数据链路层的设计问题.....	71		
4.1.1 几个主要概念.....	71		
4.1.2 数据链路层的目的.....	72		
4.1.3 数据链路层的主要功能.....	72		
4.2 差错控制技术.....	74		
4.2.1 差错控制原理.....	74		
4.2.2 差错控制编码.....	75		
4.2.3 差错控制方式.....	77		
4.2.4 几种纠错方式.....	78		
4.3 流量控制技术.....	79		
4.3.1 停等流量控制.....	79		
4.3.2 滑动窗口流量控制.....	80		
4.3.3 自动请求重发(ARQ).....	82		
4.3.4 停等 ARQ.....	82		
4.3.5 回退 N 帧 ARQ.....	83		
4.3.6 选择性重发 ARQ.....	85		
4.4 点对点(PPP)协议.....	86		
4.4.1 PPP 协议的作用.....	86		
4.4.2 PPP 协议的组成部分.....	86		
4.4.3 PPP 帧结构.....	87		
复习思考题.....	88		
第5章 局域网技术	89		
5.1 局域网的基本概念.....	89		
5.1.1 局域网的主要特点 及实现技术.....	89		
5.1.2 局域网参考模型.....	91		
5.1.3 LAN 的 IEEE802 标准.....	92		
5.1.4 逻辑链路控制(LLC)子层.....	93		
5.1.5 介质访问控制 MAC 子层.....	95		
5.2 局域网的介质访问控制方法.....	97		
5.2.1 CSMA/CD 和 IEEE802.3 标准.....	97		
5.2.2 令牌总线访问控制和 IEEE802.4 标准.....	101		
5.2.3 令牌环访问控制 IEEE802.5 标准.....	103		
5.3 传统以太网技术.....	105		
5.3.1 粗缆以太网.....	106		
5.3.2 细缆以太网线.....	107		
5.3.3 双绞线以太网.....	108		
5.3.4 三种布线方案的比较.....	109		
5.4 交换式以太网.....	110		
5.5 虚拟局域网 VLAN.....	112		
5.5.1 为什么要划分 VLAN.....	113		
5.5.2 VLAN 的主要类型.....	113		
5.5.3 VLAN 的主要标准.....	115		
5.5.4 VLAN 标签交换.....	117		
5.5.5 配置 VLAN.....	118		
5.5.6 设计 VLAN.....	120		
5.6 高速局域网技术.....	121		
5.6.1 100Mb/s 以太网.....	121		
5.6.2 1000Mb/s 以太网.....	122		
5.6.3 10 吉比特以太网.....	123		
5.7 无线局域网 WLAN.....	125		
5.7.1 WLAN 组网方式.....	125		
5.7.2 WLAN 硬件.....	127		
5.7.3 IEEE802.11 MAC 层.....	129		
5.7.4 IEEE802.11 物理层.....	132		
5.7.5 IEEE WLAN 的安全技术.....	134		
复习思考题.....	134		
第6章 网络层	135		
6.1 网络层提供的两种服务.....	135		
6.2 网络互联基本概念.....	137		
6.3 因特网的网际协议 IP.....	142		
6.3.1 IP 协议提供的服务.....	143		
6.3.2 IPv4 与 IPv6.....	143		
6.3.3 IP 地址.....	146		
6.3.4 子网及子网掩码.....	147		
6.4 因特网路由选择协议.....	149		
6.4.1 内部网关协议 RIP 和 OSPF.....	149		
6.4.2 外部网关协议 BGP.....	158		
6.5 因特网控制报文协议 ICMP.....	161		
6.6 网络互联设备.....	163		
6.6.1 中继器.....	163		
6.6.2 网桥.....	165		
6.6.3 路由器.....	168		
复习思考题.....	171		



第 7 章 广域网技术	172	9.3.1 文件传输协议 FTP.....	205
7.1 广域网的基本概念.....	172	9.3.2 简单文件传送协议 TFTP.....	206
7.1.1 广域网的构成.....	172	9.4 远程终端协议 Telnet.....	207
7.1.2 广域网的分组转发机制.....	173	9.5 电子邮件.....	209
7.2 X.25 分组交换网.....	175	9.6 万维网.....	210
7.3 帧中继 FR.....	176	9.7 动态主机配置协议 DHCP.....	214
7.3.1 帧中继的帧格式.....	177	复习思考题.....	217
7.3.2 帧中继的应用.....	178	第 10 章 网络安全与网络管理	218
7.4 综合业务数字网 ISDN.....	179	10.1 网络安全问题概述.....	218
7.4.1 ISDN 的概述.....	179	10.1.1 网络安全的概念和安全 控制模型.....	218
7.4.2 宽带 ISDN(B-ISDN).....	181	10.1.2 安全威胁.....	220
7.5 异步传输模式 ATM.....	182	10.2 加密与认证技术.....	223
7.5.1 ATM 概述.....	182	10.2.1 密码学的基本概念.....	224
7.5.2 ATM 协议参考模型.....	183	10.2.2 常规密钥密码体制.....	228
7.5.3 ATM 的信元格式.....	186	10.2.3 公开密钥加密技术.....	229
7.5.4 ATM 交换机.....	186	10.2.4 数字签名.....	231
复习思考题.....	188	10.2.5 身份认证技术.....	232
第 8 章 运输层	189	10.3 防火墙技术.....	232
8.1 运输层概述.....	189	10.3.1 防火墙概述.....	232
8.1.1 运输层的设计问题.....	189	10.3.2 防火墙系统结构.....	233
8.1.2 端口.....	191	10.3.3 防火墙分类.....	235
8.2 用户数据报协议 UDP.....	192	10.3.4 防火墙的作用.....	235
8.2.1 UDP 概述.....	192	10.3.5 防火墙的设计策略.....	235
8.2.2 UDP 用户数据报.....	192	10.4 病毒与病毒的防治.....	237
8.3 传输控制协议 TCP.....	193	10.4.1 病毒的种类及特点.....	237
8.3.1 TCP 概述.....	193	10.4.2 病毒的传播途径与防治.....	238
8.3.2 TCP 报文段.....	194	10.4.3 网络版杀毒软件.....	240
8.3.3 TCP 的可靠性.....	195	10.5 网络管理技术.....	241
8.3.4 TCP 连接管理.....	197	10.5.1 网络管理概述.....	241
8.3.5 滑动窗口与流量控制.....	199	10.5.2 ISO 网络管理模式.....	242
复习思考题.....	200	10.5.3 公共管理信息协议 CMIP.....	243
第 9 章 应用层	201	10.5.4 简单网络管理协议 SNMP.....	244
9.1 应用层概述.....	201	10.6 网络安全与管理实例.....	246
9.2 域名解析协议 DNS.....	202	10.6.1 个人电脑网络安全策略.....	246
9.2.1 域名系统.....	202	10.6.2 Outlook Express 的 安全设置.....	247
9.2.2 域名解析.....	204	10.6.3 Foxmail 的安全问题.....	247
9.3 文件传输协议.....	205	10.6.4 电子邮件的安全问题.....	248



复习思考题	249
第 11 章 Internet 接入技术	250
11.1 拨号上网	250
11.1.1 准备工作	250
11.1.2 创建拨号连接步骤	253
11.2 宽带上网	255
11.2.1 宽带上网的四种方式	255
11.2.2 ADSL 宽带上网简介	257
11.3 局域网接入 Internet	260
复习思考题	262
第 12 章 下一代因特网协议 IPv6	263
12.1 IPv6 的产生	263
12.1.1 IPng 的设计目标	263
12.1.2 针对 IPng 的设计 目标提案	264
12.1.3 IPv6 成为 IPng 的标准	265
12.1.4 IPv6 和 IPng 的区别	265
12.2 IPv6 的主要优点	265
12.3 IPv6 协议技术要点	267
12.3.1 IPv6 的基本首部	267
12.3.2 IPv6 的扩展首部	268
12.3.3 IPv6 的地址空间	273
12.3.4 地址自动配置技术	276
12.3.5 域名解析技术	277
12.3.6 邻居发现	279
12.3.7 超长数据传送	280
12.3.8 路由技术	281
12.3.9 移动 IPv6	281
12.3.10 IPv4 向 IPv6 的转换	284
12.4 IPv6 的发展战略和规划	285
12.4.1 下一代网络与 IPv6 的关系	285
12.4.2 未来 IPv6 的发展趋势	286
12.4.3 我国要发展 IPv6	286
12.5 IPv6 试验网络	287
12.5.1 目前全球的 IPv6 实验网 和商用网	287
12.6.2 中国的 CNGI 项目	289
复习思考题	290
参考文献	291

第1章

计算机网络概述



学习目标

本章将重点介绍计算机网络的定义与分类方法，计算机网络的组成与结构，计算机网络拓扑结构的定义以及分类与特点等内容。



学习要求

- **了解：**计算机网络的形成与发展过程；计算机网络的定义与分类方法。
- **掌握：**计算机网络的组成与结构的基本概念；计算机网络拓扑结构的定义、分类与特点。

1.1 计算机网络的形成与发展

计算机网络的发展大致分为以单台计算机为中心的远程联机系统，构成面向终端的计算机网络；多个主机互连，并且各主机相互独立，无主从关系的计算机网络；具有统一的网络体系结构，遵循国际标准化协议的计算机网络；网络互联与高速网络等4个阶段。

1.1.1 面向终端的计算机网络

计算机网络出现的历史虽然不长，但发展很快，经历了一个从简单到复杂的演变过程。1946年，世界上第一台电子计算机 ENIAC 在美国诞生时，计算机和通信之间并没有什么联系。早期的计算机系统是高度集中的，所有设备安装在单独的大房间中。最初，一台计算机只能供一个用户使用。随着技术的发展出现了批处理和分时系统，一台计算机虽然可同时为多个用户服务，但若不和数据通信相结合，分时系统所连接的多个终端都必须紧挨着主计算机，用户必须到计算中心的终端室去使用(这显然是不方便的)。后来，许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上。用户可以在自己办公室内的终端上键入程序，通过通



信线路送入中心计算机,进行分时访问并使用其资源来进行处理,处理结果再通过通信线路送回到用户的终端上显示或打印出来。这样,就出现了第一代计算机网络。

第一代计算机网络实际上是以单台计算机为中心的远程联机系统。这样的系统除了一台中心计算机外,其余的终端都不具备自主处理功能,在系统中主要是终端和中心计算机间的通信。虽然历史上也曾称它为计算机网络,但为了更明确地与后来出现的多台计算机互联的计算机网络相区分,现在也称为面向终端的计算机网络。

在远程联机系统中,随着系统中远程终端数量的增多,中心计算机要承担的与各终端间通信的任务也必然加重,使得以数据处理为主要任务的中心计算机增加了许多额外的开销,导致实际工作效率下降。由此,出现了数据处理和通信的分工,即在中心计算机前面增设一个前端处理机 FEP(Front End Processor,有时也简称为前端机)来完成通信工作,而让中心计算机专门进行数据处理,这样可显著地提高效率。另一方面,若每台远程终端都用一条专用通信线路与中心计算机连接,则线路的利用率低,且随着终端个数的增多,线路费用将达到难以负担的程度。因而,后来通常在终端比较集中的点设置终端控制器 TC(Terminal Controller)。终端控制器首先通过低速线路将附近各终端连接起来,再通过高速通信线路与远程中心计算机的前端机相连。它可以利用一些终端的空闲时间来传送其他处于工作状态的终端的数据,提高了远程线路的利用率,并且降低了通信费用。典型的结构如图 1-1 所示。

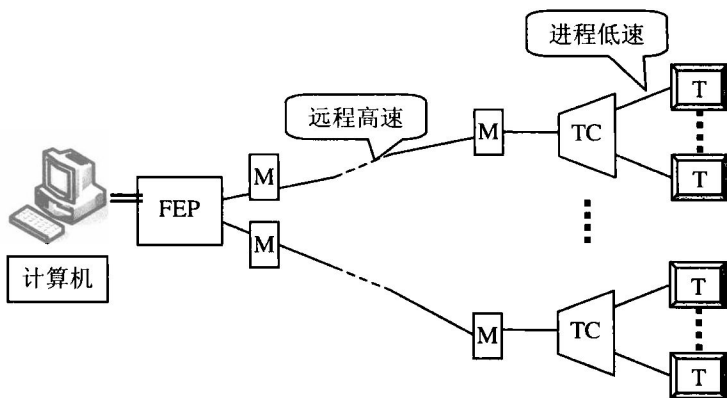


图 1-1 远程联机系统

如图 1-1 所示,远程高速线路两端是调制解调器 M(Modem),它是利用模拟通信线路远程传输数字信号必须附加的设备;近程低速线路末端是终端 T(Terminal)。前端机和终端控制器也可以采用比较便宜的小型计算机或微型机来实现。这样的远程联机系统可以认为是计算机和计算机间通信的雏形。

1.1.2 计算机——计算机网络

第二代计算机网络是多台主计算机通过通信线路互连起来为用户提供服务(即所谓计算机——计算机网络)。第二代计算机网络是 20 世纪 60 年代后期开始兴起的,此类网络和以单台计



计算机为中心的远程联机系统的显著区别在于：第二代计算机网络中的多台主计算机都具有自主处理能力，它们之间不存在主从关系。这样的多台主计算机互连的网络才是我们目前通称的计算机网络。在这种系统中，终端和中心计算机间的通信已发展到计算机和计算机间的通信，用单台中心计算机为所有用户需求服务的模式被分散而又互连在一起的多台主计算机共同完成的模式所替代。

第二代计算机网络的典型代表是 ARPA 网(ARPAnet)。20 世纪 60 年代后期，美国国防部高级研究计划署 ARPA(目前称为 DARPA)提供经费给美国许多大学和公司，以促进对多台主计算机互连网络的研究，最终一个实验性的 4 结点网络开始运行并投入使用。ARPA 网后来扩展到连接数百台计算机，从欧洲到夏威夷，地理范围跨越了半个地球。目前我们有关计算机网络的许多知识都与 ARPA 网有关，ARPA 网中提出的一些概念和术语至今仍被引用。

ARPA 网中互连的运行用户应用程序的主计算机称为主机(Host)。在 ARPA 网中，主机之间并不是通过直接的通信线路互连，而是通过称为接口报文处理机 IMP(Interface Message Processor)的装置连接后实现互连的，如图 1-2 所示。当某台主机上的用户要访问网络上的另一台主机时，该主机首先将信息送至本地直接与其相连的 IMP，通过通信线路沿着适当的路径，经若干 IMP 中途转接后，最终传送至目标 IMP，并送入与其直接相连的目标主机。这种方式类似于邮政信件的传送，称为存储转发。就远程通信而言，目前通信线路仍然是较昂贵的资源。采用存储转发方式的好处在于通信线路不为某对通信所独占，因此大大提高了通信线路的有效利用率。

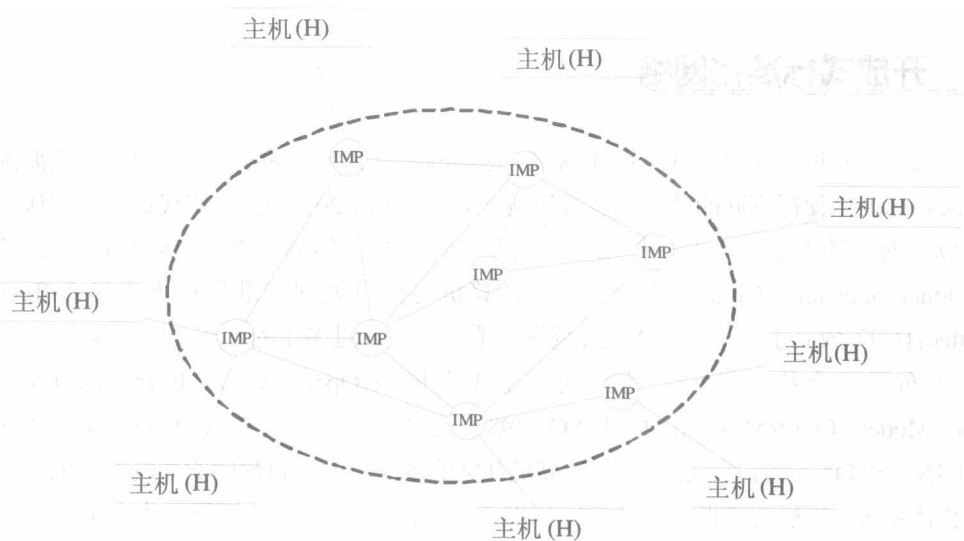


图 1-2 存储转发的计算机网络

如图 1-2 所示 IMP 和它们之间互联的通信线路一起负责完成主机之间的数据通信任务，构成了通信子网(Communication Subnet)。通过通信子网互联的主机负责运行用户应用程序，向网络用户提供可供共享的软硬件资源，它们组成了资源子网。ARPA 网采用的就是这种两级子网的结构。ARPA 网中存储转发的信息基本单位称为分组(Packet)。以存储转发方式传输分组的通



信子网又被称作为分组交换网(Packet Switching Network)。IMP 是 ARPA 网中使用的术语,在其他网络或文献中也称为分组交换结点(Packet Switch Node)。IMP 或分组交换结点通常也是由小型计算机或微型机来实现的,为了和资源子网中的主机相区别,也被称作为结点机(或简称结点)。

比较图 1-1 和图 1-2 可见,作为第一代计算机网络的远程联机系统和第二代计算机网络的差别之一是:前者是以各终端共享的单台计算机为中心,而后者以通信子网为中心,用户共享的资源子网则在通信子网的外围。

20 世纪 70 年代和 80 年代第二代计算机网络得到了迅猛发展,在这段时期内,各大计算机公司都陆续推出自己的网络体系结构,以及实现这些网络体系结构的软硬件产品。用户购买计算机公司提供的网络产品,自己提供或租用通信线路,就能自己组建计算机网络。IBM 公司的 SNA(System Network Architecture)和原有 DEC 公司的 DNA (Digital Network Architecture)就是两个例子(凡是按 SNA 结构组建的网络都可称为 SNA 网,而凡是按 DNA 结构组建的网络都可称为 DNA 网或 DECNET)。

当前世界上仍有不少第二代计算机网络在运行和提供服务。但是,第二代计算机网络有不少弊病,并不能适应信息社会日益发展的需要。第二代计算机网络最主要的缺点是:第二代计算机网络大都是由研究单位、大学应用部门或计算机公司各自研制的,没有统一的网络体系结构,如果 need 实现更大范围内的信息交换与共享,把不同的第二代计算机网络互联起来十分困难。因此,计算机网络必然要向更新的一代发展。

1.1.3 开放式标准化网络

第三代计算机网络是开放式标准化网络,这类网络具有统一的网络体系结构,遵循国际标准化协议。标准化使得不同的计算机能方便地互联在一起。20 世纪 70 年代后期人们认识到第二代计算机网络的不足后,开始提出发展新一代计算机网络的问题。国际标准化组织 ISO (International Standards Organization)下属的计算机与信息处理标准化技术委员会(Technical Committee)TC97 成立了一个专门研究此问题的委员会。经过多年的工作,ISO 制定并在 1984 年正式颁布了一个称为开放系统互连基本参考模型(Open System Interconnection Basic Reference Model, OSI/RM)的国际标准 ISO 7498。这里,“开放系统”是相对于第二代计算机网络(如 SNA 和 DNA 等)中只能和同种计算机互联的每个厂商各自封闭的系统而言的,它可以和任何其他系统(当然要遵循同样的国际标准)通信而相互开放。该模型分为七个层次,有时也称为 OSI 七层模型。OSI 模型目前已被国际社会普遍接受,并公认为计算机网络体系结构的基础。

20 世纪 80 年代,以 OSI 模型为参照,ISO 以及当时的国际电话电报咨询委员会 CCITT(法文 Comite Consultatif International de Telegraphique et Telephonique 的缩写)等为各个层次开发了一系列的协议标准,组成了一个庞大的 OSI 基本标准集。CCITT 是联合国国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)下属的一个组织(目前已被撤消),该组织更名为



ITU-TSS(Telecommunication standardization Sector-国际标准化部)或简称为 ITU-T。由 CCITT 制定的标准都称为建议。虽然现在已没有了 CCITT,但有些资料习惯上仍称其为 CCITT 建议。最著名的 CCITT 建议是在公用数据网中广泛采用的,它们是 X.25, X.28, X.29 和 X.75 等。

遵循公开标准组建的网络通常都是开放的。遵守上述 CCITT X 系列建议组建的公用分组交换数据网,是开放式标准化网络的一个典型例子。许多国家都有自己的公用分组交换数据网,例如加拿大的 DATAPAC 和法国的 TRANSPAC,德国的 DATEX-P,日本的 DDX-P,以及我国已于 1989 年开通并正式对外提供服务的 CHINAPAC 等。虽然这些网络内部的结构、采用信道及设备不尽相同,但它们向外部用户提供的界面是相同,互联的界面也是相同的,因而,也易于互通。另一个开放式标准化网络的著名例子就是因特网(Internet。它是在原 ARPAnet 技术上经过改造而逐步发展起来的,它对任何计算机开放,只要遵循 TCP/IP 协议的标准并申请到 IP 地址,就可以通过信道接入 Internet。这里 TCP 和 IP 是 Internet 所采用的一套协议中最核心的两个,分别称传输控制协议(Transmission Control Protocol, TCP)和网际协议或互联网协议(Internet Protocol, IP)。它们虽然不是某个国际官方组织制定的标准,但由于被广泛采用,已成为事实上的国际标准。

1.1.4 网络计算的新时代

近年来,随着信息高速公路计划的提出与实施,Internet 在地域、用户数量、功能和应用等多方面的不断拓展,Internet 技术越来越广泛的应用,计算机的发展已进入了网络计算机的新时代,换句话说就是以网络为中心的时代。现在,任何一台计算机都可以以某种形式联网,以共享信息或协同工作,否则就无法充分发挥其效能。计算机网络本身的发展也进入了一个新的阶段。当前计算机网络的发展有若干引人注目的方向。首先,是计算机网络向高速化发展。早期的以太网(Ethernet)的数据速率只有 10Mb/s,即每秒传送一千万的比特(即二进制位),目前速度高十倍的 100Mb/s 的以太网已相当普及,而速度再提高十倍,达 Gb/s(即 1000Mb/s)的产品也亦很多。从远距离网络来看,早期按照 CCITT X 建议组建的公用分组交换数据网的数据速率只有 64Kb/s。后来采用了帧中继(Frame Relay)技术,已可提高至 2Mb/s。近年来出现的异步传输模式 ATM(Asynchronous Transfer Mode)可达到 155Mb/s、622Mb/s,甚至 2.5Gb/s 的数据速率。更新的波分多路复用 WDM(Wave Division Multiplexing)技术已开始展露其姿容,将可达到几十 Gb/s,甚至更高的数据传输速率。其次,早期计算机网络中传输的主要是数字、文字和程序等数据,随着应用的扩展,提出了越来越多的图形、图像、声音和影像等多媒体信息在网络中传输的需求,这不但要求网络有更高的数据传输速率,而且对延迟时间(实时性)、时间抖动(等时性)、服务质量等方面都提出了更高的要求。目前,电话、有线电视和数据等都有各自不同的网络,随着多媒体网络的建立和日趋成熟,三网融合甚至多网融合将是未来重要的发展方向。

未来的计算机网络结构处于核心的是能传输各种多媒体信息的高速宽带主干网,它外连许多汇聚点(Point Of Presence, POP)。端用户(User)可以通过电话线、电视电缆、光缆、无线信道



等不同的传输媒体进入由形形色色的技术组成的不同接入网(Access Network),再由汇聚点集中后接入主干网。由于因特网的巨大影响及成功运行,在整个网络中,核心协议将采用 Internet 的网际协议 IP,通过它把各种各样的通信子网互联在一起,并向上支持多种多媒体应用。这就是所谓的统一的 IP 网(即 IP over every thing 和 Every thing on IP)。网络覆盖的地理范围将不断扩大,向全球延伸,并逐步深入到每个单位,每个办公室以至于每个家庭。有人描述未来通信和网络的目标是实现 5W 的个人通信,即任何人(Whoever)在任何时间(Whenever),任何地方(Wherever)都可以和任何另一个人(Whomever)通过网络进行通信,传送任何信息(Whatever),这是很诱人的发展前景。

1.2 计算机网络的概念

1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络是为满足应用的需要而发展起来的,从其本质上说,它以资源共享为主要目的,并且发挥分散的各不相连的计算机之间的协同功能。据此,对计算机网络可做如下定义:将处于不同地理位置,并具有独立计算能力的计算机系统经过传输介质和通信设备相互连接,在网络操作系统和网络通信软件的控制下,实现资源共享的计算机的集合。

一般说来,计算机网络是一个复合系统,它是由各自具有自主功能而又通过各种通信手段相互连接起来以便进行信息交换、资源共享或协同工作的计算机组成的。

从上面的描述中可以看出三重含义:首先,一个计算机网络中包含了多台具有自主功能的计算机,所谓具有自主功能是指这些计算机离开了网络也能独立运行与工作;其次,这些计算机之间是相互连接的(有机连接),所使用的通信手段可以形式各异,距离可远可近,连接所用的媒体可以是双绞线(如电话线),同轴电缆(如闭路有线电视所用的电缆)或光纤,甚至还可以是卫星或其他无线信道,信息在媒体上传输的方式和速率也可以不同;最后,计算机之所以要相互连接是为了进行信息交换,资源共享或协同工作。

从概念上说,计算机网络由通信子网和资源子网两部分构成(如图 1-3 所示),图 1-3 中的 H 代表主机(Host),图 1-3 中所示通信子网(如图 1-4 所示)负责计算机间的数据通信,也就是信息的传输。通信子网覆盖的地理范围可能只是很小的局部区域,甚至就在一幢大楼内或一个房间中;也可能是远程的,甚至跨越国界,直至洲际或全球。因为信号在传输过程中有衰减,因此要传输很远的距离时,中间要增加结点(如中继器),结点只负责通信、传递信号。通信子网中除了包括传输信息的物理媒体外,还包括诸如转发器,交换机之类的通信设备。信息在通信子网中的传输方式可以从源出发,经过若干中间设备的转发或交换最终到达目的地。通过通信子网互联在一起的计算机则负责运行对信息进行处理的应用程序,它们是网络中信息流动的源与宿,向网络用户提供可共享的硬件、软件和信息资源,构成了资源子网。

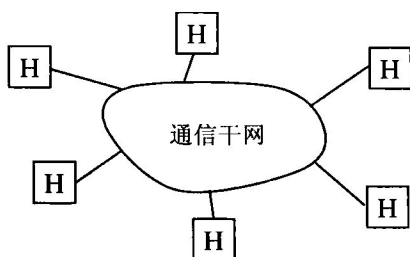


图 1-3 计算机网络的构成

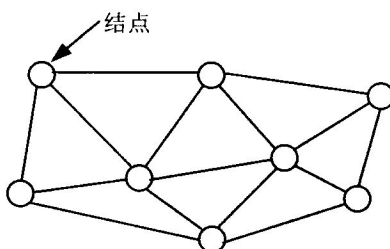


图 1-4 通信子网

对计算机网络的概念,不同的书中有不同的定义,但不管怎样都离不开以下4个基本要素:

- 两台以上的计算机。
- 连接计算机的线路和设备。
- 实现计算机之间通信的协议。
- 按协议制作的软件、硬件。

1.2.2 计算机网络的特点

计算机网络具有较强的数据通信能力,成本低、效益高,易于分布处理,系统灵活性高、适应性强,其中的各计算机既相互联系,又相互独立。

例如,利用电子邮件人们能够在计算机之间收发私人信件和公文。电子邮件系统把信息存储在磁盘上,以便于用户读取。收发信息的电子方式——电子邮件的迅猛发展使有些人相信它将最终会取代邮政服务,虽然这在可预见的未来似乎不太可能,但是电子邮件确实在现实生活和工作中被广泛使用。同时,随着万维网的出现,越来越多的人开始使用电子邮件技术。

通过电子邮件,用户可以身处家中的某一角落,而把信息发送到远方。家里有一台计算机和一台调制解调器,用户就能访问公司或因特网服务商的计算机。这样用户的计算机就接入了一个局域网,可以给网上的其他人发信息。同时,该局域网还联接着一个广域网,通过它用户可以给外地甚至外国发送信息。另一端的局域网接收到信息后,把它传送给所连的计算机。同样,只要有一台计算机和一台调制解调器,通信对方就能进行信息接收。

根据预测,今后计算机网络将具有以下几个特点:

- 开放式的网络体系结构,使具有不同硬件环境、不同网络协议的网络可以互联,使计算机网络真正达到资源共享、数据通信和分布处理的效果。
- 向高性能发展,追求高速、高可靠和高安全性,采用多媒体技术、提供文本、声音、图像等综合性服务。
- 计算机网络的智能化,多方面提高网络的性能和综合的多功能服务,并更加合理地进行网络各种业务的管理,真正以分布和开放的形式向用户提供服务。



1.2.3 计算机网络的功能与应用

人类社会已进入信息化时代, 社会信息量在迅猛增长, 信息的计算和处理从集中化(组织计算中心)向分散化发展, 单机在许多方面很难满足应用要求, 这就使计算机网络成为信息革命中最先进、最理想的技术。

1. 计算机网络的功能

计算机网络的功能可归纳为资源共享、提供人际通信手段、提高可靠性、节省费用、便于扩充、分担负荷及协同处理等方面。这些方面的功能本身也是相辅相成的, 本节将分别进行介绍。

计算机网络最早是从消除地理距离的限制以共享资源而发展起来的。在第一代面向终端的计算机网络中, 多个终端通过通信线路共享中心计算机的资源。在第二代计算机网络中资源子网中的所有主机都可成为网络用户共享的资源。这里资源可以是硬件, 诸如巨型计算机, 具有特殊功能的处理部件(如快速傅里叶变换处理器), 高性能的输入/输出设备(如高分辨率的激光打印机, 大型号绘图仪等)。在一段时间内, 曾经有一些局部区域网就是逻辑上以提供共享的硬盘和打印机的服务器为中心连接若干简单的计算机构成的。共享的资源可以是软件或数据, 从而既避免了软件研制上的重复劳动以及数据资源的重复存储, 也便于集中管理。通过 Internet 可以检索许多联机数据库, 包括专利索引、文献索引、新书书目、期刊杂志、读者指南以及许多著名图书馆的馆藏书目等。

计算机网络为分布在各地的用户提供了强有力的人际通信手段。通过计算机网络传送电子邮件和发布新闻消息已经得到了普遍的应用。当生活在不同地方的人们进行合作时, 若其中有人修改了某些文件, 那么其他人通过网络立即可看到这个变化, 这样就大大地缩短了过去靠信件来往所需要的时间。效率的提高可以轻易地实现过去不可能的合作。电子邮件长期以来是 Internet 上一项最重要的应用功能之一, 现在许多人的名片上不仅有邮政地址, 电话和传真号码, 还有电子邮件(E-mail)地址。电子邮件的使用极大地缩短了人际通信的时间和空间距离。Internet 上还有许多特殊兴趣组, 加入了某一组后就能和分布在世界各地的许多人就某一共同感兴趣的课题不断交换意见, 并展开讨论。用户既可以通过网络了解别人的看法, 也可以通过网络对别人的看法进行评论与注解以及随时发表自己对有关问题的观点。网络公告牌系统 BBS 从某种意义上也有类似的功能, 其作用如其名, 这个网络上的电子公告栏既可供网络中的用户阅读, 也可张贴布告。

计算机网络中拥有可替代的资源提高了整个系统的可靠性。例如, 存储在某一计算机中的文件若被偶然破坏, 在网络中其他计算机中仍可找到副本供使用。又如, 某一计算机失效了, 网络中的其他计算机就可承担起它所处理的任务, 虽然有时处理性能会降低一些, 但整个系统不会崩溃。这种在故障情况下仍可降格运行的性能对某些(如军事, 银行等)实时控制要求可靠性高的应用场合是非常重要的。

一般说来, 小型计算机比大型计算机有更高的性能价格比。例如, 大型计算机的速度和处



理能力可能是微型计算机的数十倍,但价格可能千倍以上。一百个用户每人拥有一台微型计算机,互联成网络而共享某些资源,就比他们分时共享一台大型计算机的资源要合算得多,并且既方便又节省费用。

随着工作负荷的不断增长,计算机系统常需要不断扩充。单个计算机系统扩充达到某种极限时,就不得不以更大的计算机来取代它。计算机网络中的主机资源是通过通信线路松耦合的系统,不受共享存储器,内部系统总线互连等紧耦合系统所受到的能力限制,易于扩充。

计算机网络管理可以在各资源主机间分担负荷,使得在某时该负荷特重的主机可以将任务送给远地空闲的计算机去处理。尤其对于地理跨度大的远程网,还可利用时间差来均衡日夜负荷的不均现象。

2. 计算机网络的应用

正因为计算机网络有如此的功能,使得它在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、商业、国防以及科学研究等领域获得越来越广泛的应用。工厂企业可利用计算机网络来实现生产的监测、过程控制、管理和辅助决策。铁路部门可用计算机网络来实现报表收集、运行管理和行车调度。邮电部门可利用计算机网络来提供世界范围内快速而廉价的电子邮件、传真和 IP 电话服务。教育科研部门可利用计算机网络的通信和资源共享来进行资料的检索、计算机辅助教育和计算机辅助设计、科技协作、虚拟会议以及远程教育。计划部门可利用计算机网络来实现普查、统计、综合、平衡和预测等。国防工程能利用计算机网络来进行情报的快速收集、跟踪、控制与指挥。商用服务系统可利用网络实现制造企业、商店、银行和顾客间的自动电子销售转帐服务或更广泛意义下的电子商务。计算机网络的应用范围是如此广泛,难以逐一列举。下面将仅举一个航空方面的例子,介绍一下计算机网络这样一个现代化的信息处理和传输工具。

航空公司在世界范围内的主要城市都设有售票点,各地的售票员应能在旅客未到的情况下了解他所要求的航班的机座情况,这样售出的机票才不会冲突。当旅客不能直达目的地时,还需要及时了解其所在航空公司的信息以安排转机。航空公司还可能需要安排到达和离开机场的地面交通,转机旅客的旅馆和货运的调度。为了航班的正确运行,必须随时掌握气象情况,飞机燃料及其他用品的供应,机组人员的搭配和维护日程的安排。当某目标机场因气象原因而被关闭时,必须及时通知机长改变降落地点并通知机场作好相应的准备。航空公司可能还需要及时了解客流、计算盈亏、掌握营业情况,以确定增减航班及调整飞机的大小。所有这一切都需要有远程快速和精确的信息收集、传递、处理和控制在,这些离开了计算机网络是难以完成的。

从以上所述可见,计算机网络的应用已经深入到社会的各个方面。还可以举出许多例子。例如,我国在政府上网方面迈进一大步。这一方面可以将许多政务信息、政策法规、办事制度通过网络更快更广泛地向民众宣传,向民众公开;另一方面也可以更及时地获得民众的反馈意见,进一步缩短政府和民众间的距离。而且,通过政府内部网络实现政务办公自动化,逐步向无纸办公的方向发展,也可大大提高政府部门的办事效率,从而更好更有效地为人民服务。