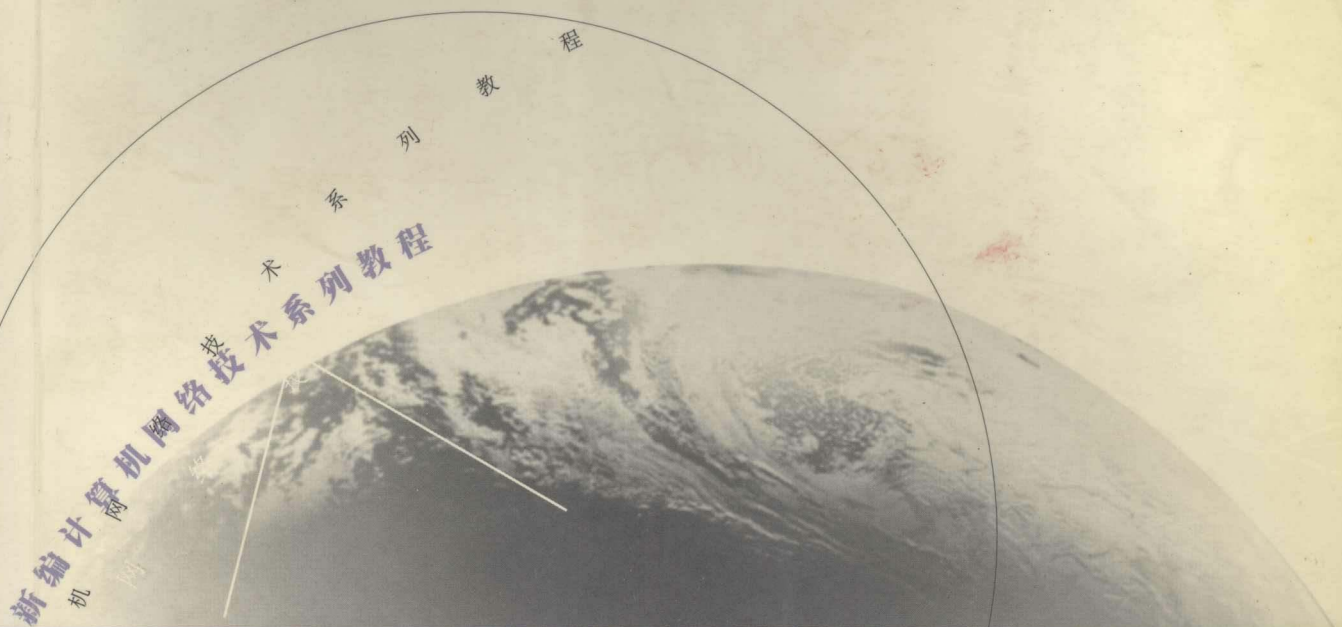


新编计算机网络技术系列教程

计算机网络

吴国新 吉逸 编著



新编计算机网络技术系列教程

东南大学出版社

★ 新编计算机网络技术系列教程

计 算 机 网 络

吴国新 吉 逸

东南大学出版社
·南 京·

内容提要

本书共分9章。第1章概述计算机网络的基础知识,以使读者对计算机网络有个粗略地了解。第2章重点介绍通信原理,相信这些原理性的知识可以始终贯穿于网络技术的发展过程中。第3章介绍计算机网络体系结构,讨论计算机联网可能遇到的问题及解决的措施。第4~6章分别介绍局域网、广域网和网络互连,在讨论技术原理的同时,也介绍应用的现状和发展的趋势。第7章主要讨论因特网技术,实用是本章的目标。第8章讨论网络管理和有关的网络安全技术。第9章讨论网络工程实施的基本方法和步骤,既是对全书的总结,也是使学生学习之后具有基本的组网能力。

本书主要作为本、专科生的计算机网络基础课程教材,也可作为研究生的辅助课本或者有关技术人员的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/吴国新编著. —南京:东南大学出版社,
2000.8
新编计算机网络技术系列教程
ISBN 7-81050-648-X

I.计... II.吴... III.计算机网络-教材
IV.TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 42353 号

东南大学出版社出版发行
(南京四牌楼2号 邮编 210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 河海大学印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:15.25 字数:381千字

2000年8月第1版 2000年8月第1次印刷

印数:2000 定价:21.50元

(凡因印装质量问题,可直接向发行科调换)

前 言

本书适用于本、专科生的计算机网络基础课程教材,也可作为研究生的辅助课本。本书内容按照 48~60 学时编写,如果教学时数不够,部分章节可以从简讲授。

“学以致用”是学习的主要目的。我们正处于新需求、新技术层出不穷的时代,高集成度的芯片、高速的传输媒体、高效的传输技术,导致各种高性能的网络设备纷纷涌现,并不断地更新换代。面对日新月异的技术发展特征,如何才能使得学生在校期间所学的知识不至于较早地“落伍”,答案只有一个:掌握原理,跟踪发展。正是基于这样的思想,本书采用由浅渐深的方法,力求在阐明基本原理的基础上,注重理论与实践的结合,注意有关技术的发展趋势。我们的目的是希望读者通过对本书的阅读和学习,能够了解和掌握计算机网络的有关知识和发展动向,并具有简单网络的组网、规划和设计选型的能力。

本书内容共分 9 章。第 1 章概述计算机网络的基础知识,以使读者对计算机网络有个粗略的了解。第 2 章重点介绍通信原理,这些原理性的知识可以始终贯穿于网络技术的发展过程中。第 3 章介绍计算机网络体系结构,讨论计算机联网可能遇到的问题及解决的措施。第 4 章讨论常用的各种局域网技术,包括 LAN 参考模型,CSMA/CD 媒体访问控制,令牌总线媒体访问控制,令牌环媒体访问控制,时间片环媒体访问控制,光纤分布式数字接口(FDDI)等,这些内容反映了网络技术的应用现状。第 5 章介绍广域网,包括数字同步体系(SDH)、X.25 网络、帧中继、以及综合业务数字网和异步传输模式(ATM)等。第 6 章介绍网络互连的原理及其技术,并讨论实现网络互连采用的各种网络部件,包括转发器、桥接器、路由器等。第 7 章主要讨论因特网(Internet)技术,包括体系结构、各层协议和提供的服务等。第 8 章讨论网络管理和有关的网络安全技术。第 9 章采用系统工程的方法讨论网络工程的实施,包括用户需求分析、可行性分析、网络规划及设备选型、系统的安装及维护等阶段的任务和过程。

本书由吴国新执笔编写第 1、2、4、8、9 章的内容,并通审全书;吉逸执笔编写第 3、5、6 和 7 章的内容。本书的编写得到东南大学计算机系网络研究室教师的支持,顾冠群院士为书稿的确定提出了指导性建议,南京邮电学院张顺颐教授和南京大学杨培根教授主审全书,提出了许多建设性的意见,在此一并表示感谢。

本书于 1998 年作为讲义开始使用,并在教学过程中进行了部分修改和补充,但仍然难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。另一方面,摩尔定理也将在相当长的一段时间内影响着信息技术的发展,本书的部分内容也难免会陈旧,希望选用本书的教师在教学时适时地补充新内容;也希望学生在学习时,能够做到精读本书,又限于本书。

编 者

2000 年 6 月

目 录

1 计算机网络概述	1
1.1 网络的发展	1
1.2 网络的功能	2
1.3 网络的类型	2
1.3.1 按网络的跨度分类	2
1.3.2 按网络的拓扑结构分类	3
1.3.3 按管理性质分类	3
1.3.4 按交换方式分类	4
1.3.5 按功能分类	4
2 数据通信原理	5
2.1 通信系统的基本组成	5
2.2 信道	6
2.2.1 有线信道	6
2.2.2 无线信道	6
2.2.3 模拟信道	6
2.2.4 数字信道	6
2.2.5 信道带宽与信道容量	7
2.2.6 差错率	7
2.3 调制/解调与编码/解码	7
2.3.1 模拟信号和数字信号	7
2.3.2 模拟传输系统	8
2.3.3 数字传输系统	8
2.3.4 调制/解调	8
2.3.5 编码/解码	11
2.3.6 发送和接收	12
2.4 传输编码	12
2.4.1 字符编码	12
2.4.2 通信编码	14
2.5 传输方式	16
2.5.1 并行传输	16
2.5.2 串行传输	16
2.5.3 同步技术	17
2.6 传输形式	17
2.7 传输差错处理	18
2.7.1 反馈重传法(ARQ)	18
2.7.2 前向纠错法(FEC)	18
2.7.3 混合纠错法(HEC)	19

2.8	常用检错码	19
2.8.1	检错码的构造	19
2.8.2	奇/偶校验码	19
2.8.3	正反码	20
2.8.4	循环校验码(CRC)	21
2.9	传输控制规程	23
2.9.1	面向字符型的传输控制规程	24
2.9.2	面向二进制位型的传输控制规程	27
2.10	多路复用与集中传输	32
2.10.1	多路复用	32
2.10.2	集中传输	34
2.11	数据交换	34
2.11.1	线路交换	35
2.11.2	报文交换	36
2.11.3	分组交换	36
2.11.4	线路交换和分组交换的比较	37
2.12	数据报和虚电路	37
2.12.1	数据报(Datagram)	37
2.12.2	虚电路(Virtual Circuit)	37
2.12.3	数据报和虚电路的比较	38
3	计算机网络体系结构和协议	40
3.1	开放系统互连/参考模式的提出	40
3.1.1	建立开放系统互连/参考模型的目的	40
3.1.2	标准化组织	41
3.2	OSI/RM 的设计原理	42
3.2.1	分解	42
3.2.2	抽象	42
3.2.3	子模块(层)划分的原则	42
3.2.4	OSI 的层次	43
3.3	基本术语	43
3.3.1	一般名词	43
3.3.2	服务原语	44
3.3.3	层间通信	44
3.3.4	数据类型	45
3.3.5	数据传输方式	46
3.4	物理层	46
3.4.1	术语	46
3.4.2	物理层功能	46
3.4.3	物理层服务	47
3.4.4	物理层协议	47
3.5	数据链路层	48
3.5.1	基于物理层的问题	48

3.5.2	数据链路层功能	49
3.5.3	数据链路层服务	49
3.5.4	数据链路层协议	49
3.5.5	多链路规程(MLP)	49
3.6	网络层	51
3.6.1	基于 DL 层的问题	51
3.6.2	网络层功能	51
3.6.3	网络地址和路由选择	51
3.6.4	数据链路的复用	52
3.6.5	网络层服务	52
3.6.6	网络层协议	52
3.7	运输层	53
3.7.1	基于网络层的问题	53
3.7.2	术语	53
3.7.3	运输层功能	54
3.7.4	运输层服务	54
3.7.5	运输层协议	54
3.8	会话层	55
3.8.1	基于运输层的问题	55
3.8.2	术语	55
3.8.3	会话层功能	56
3.8.4	会话层服务	56
3.8.5	会话层协议	57
3.9	表示层	58
3.9.1	基于会话层的问题	58
3.9.2	术语	58
3.9.3	表示层功能	58
3.9.4	表示层服务	58
3.9.5	表示层协议	59
3.10	应用层	59
3.10.1	应用层的目的	59
3.10.2	应用服务分类	59
3.10.3	公共应用服务元素(CASE)	60
3.10.4	特定应用服务元素(SASE)	60
3.11	文件传送访问和管理(FTAM)	61
3.11.1	一般概念	61
3.11.2	虚拟文件库	61
3.11.3	FTAM 服务	63
3.11.4	FTAM 协议	64
3.11.5	FTAM 应用举例	65
3.12	电文处理系统(MHS)	67
3.12.1	MHS 的特点	67
3.12.2	MHS 功能模型	68

3.12.3	MHS 的层次模型	70
3.12.4	MHS 处理的数据单元	72
3.13	电子数据交换(EDI)	73
3.13.1	EDI 概述	73
3.13.2	UN EDIFACT 介绍	75
3.13.3	EDI 通信	79
3.14	OSI 实现	81
3.14.1	OSI 通信举例	81
3.14.2	OSI/RM 的物理映射	82
3.15	其他著名的网络体系结构	83
3.15.1	IBM SNA	83
3.15.2	Netware 体系结构	84
3.15.3	Windows NT	85
3.15.4	MAP/TOP 体系结构	88
4	局域网	91
4.1	局域网的基本概念	91
4.1.1	局域网的特点	91
4.1.2	LAN 的拓扑结构	92
4.1.3	传输媒体和传输技术	93
4.1.4	LAN 的逻辑结构	97
4.2	星形网	98
4.2.1	星形网的构造	98
4.2.2	星形网的工作方式	98
4.3	总线局域网	99
4.3.1	总线局域网的结构	99
4.3.2	载波侦听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)	100
4.3.3	以太网	102
4.3.4	令牌总线	109
4.3.5	ARCnet	112
4.4	环形局域网	113
4.4.1	环形局域网的结构	113
4.4.2	令牌环	114
4.4.3	DOMAIN 网	116
4.4.4	IBM 令牌环	117
4.4.5	CSMA/CD 网、令牌总线网和令牌环网的比较	120
4.4.6	时间片环	120
4.4.7	Tornet 网络	122
4.4.8	光纤分布式数字接口(FDDI)	124
4.5	场地总线网	130
4.6	LLC(逻辑链路控制)子层	131
4.6.1	LLC/网络层接口服务规范	131
4.6.2	LLC/LLC 对等协议规程	132

4.6.3	LLC/MAC 接口服务规范	133
4.7	LAN 的网络层及其高层	134
5	广域网	135
5.1	广域网的特点	135
5.2	SONET/SDH	135
5.2.1	SDH 的提出	135
5.2.2	SDH 的原理	137
5.2.3	数字数据网(DDN)	138
5.3	分组交换数据网络	139
5.3.1	分组交换数据网络的组成	139
5.3.2	分组交换数据网的编址方式	141
5.3.3	端用户系统	141
5.3.4	PSDN 可提供的服务	142
5.4	帧中继网络	142
5.4.1	帧中继的提出	142
5.4.2	帧中继的原理	143
5.4.3	帧中继的帧格式	143
5.4.4	帧中继的工作过程	144
5.5	综合业务数字网(ISDN)	145
5.5.1	ISDN 概述	145
5.5.2	ISDN 的组成	145
5.5.3	BRI 分析	146
5.5.4	宽带综合业务数字网(B-ISDN)	147
5.6	异步传输模式(ATM)	147
5.6.1	ATM 的提出	147
5.6.2	ATM 交换的概念	148
5.6.3	ATM 的特征	149
5.6.4	ATM 体系结构	151
5.6.5	ATM 物理层	151
5.6.6	ATM 层	152
5.6.7	ATM 适配层(AAL)	153
5.6.8	ATM 网络的工作过程	155
6	网络互连	157
6.1	网络互连概述	157
6.1.1	网络互连的目的	157
6.1.2	网络互连的准则	158
6.1.3	网络互连应考虑的基本因素	158
6.2	网络互连部件	159
6.3	转发器/集线器(Repeater/HUB)	159
6.4	网桥/交换器(Bridge/Switch)	160

6.4.1	网桥的体系结构	160
6.4.2	网桥的特点	161
6.4.3	网桥的类型	162
6.4.4	网桥的路径选择	162
6.4.5	网桥的应用	164
6.5	路由器(Router)	166
6.5.1	路由器的体系结构	166
6.5.2	路由器的特点	166
6.5.3	路由器的应用	167
6.6	网关(Gateway)	167
7	因特网	169
7.1	因特网简介	169
7.1.1	因特网的提出	169
7.1.2	因特网的规则	171
7.1.3	因特网的结构	171
7.2	因特网地址	172
7.2.1	因特网地址分类	172
7.2.2	IP 地址的表示	173
7.2.3	IP 地址的分配	173
7.2.4	子网掩码(Subnet Mask)	175
7.2.5	域名	175
7.2.6	IP 地址的补充说明	176
7.3	因特网协议集	177
7.4	地址映射	178
7.4.1	IP 地址向物理地址的映射	178
7.4.2	物理地址向 IP 地址的映射	179
7.4.3	域名地址和 IP 地址的映射	179
7.5	IP 协议	181
7.5.1	IP 协议提供的服务	181
7.5.2	IP 路由	181
7.5.3	IP 协议(IRv4)	182
7.5.4	新型 IP 协议(IPv6)	184
7.6	传输控制协议(TCP)	186
7.6.1	TCP 协议的特性	186
7.6.2	TCP 端口和连接	187
7.6.3	TCP 窗口机制	187
7.7	因特网控制报文协议(ICMP)	187
7.7.1	ICMP 报文的传输	188
7.7.2	ICMP 报文的类型	188
7.7.3	ICMP 应用	189
7.8	用户数据报协议(UDP)	190
7.9	应用程序编程接口(API)	190

7.10 基本的应用服务	191
7.10.1 远程登录(Telnet)	191
7.10.2 文件传输(FTP)	192
7.10.3 电子邮件(SMTP)	193
7.10.4 其他应用	196
7.10.5 万维网(WWW)	198
8 网络管理和网络安全	204
8.1 网络管理	204
8.1.1 网络管理的一般概念	204
8.1.2 网络管理中心	205
8.1.3 网络管理数据库	205
8.1.4 网络管理的功能	206
8.1.5 网络管理体系结构	207
8.1.6 网络管理协议举例	208
8.2 网络安全	209
8.2.1 网络安全的必要性	209
8.2.2 网络安全的目标	210
8.2.3 数据加密	211
8.2.4 数字签名	215
8.2.5 密钥管理	216
8.2.6 网络安全体系结构	216
8.2.7 防火墙	217
9 网络工程设计和实施	221
9.1 标准与规范	221
9.1.1 实施原则	221
9.1.2 实施步骤	222
9.2 用户需求分析	222
9.2.1 明确目标	222
9.2.2 描述问题	223
9.3 可行性分析	224
9.3.1 技术可行性分析	224
9.3.2 效益分析	225
9.3.3 社会条件可行性分析	225
9.4 设计与选型	225
9.4.1 产品选择	225
9.4.2 供应商选择	227
9.5 安装与调试	228
9.6 培训和维护	229
参考文献	230

1.1 网络的发展

计算机网络是计算机技术与通信技术发展的结晶,并在用户需求(应用)的促进下得到进一步地发展。通信技术为计算机之间的数据传输和交换提供了必要的手段,而计算机技术又渗透到通信领域,提高了通信网络的性能。

1946年,第一台计算机问世。其后几年,计算机只能支持单用户使用,计算机的所有资源为单个用户所占用,用户使用计算机只能前往某个固定场所(如计算机房)。这种状况一直延续到分时多用户操作系统诞生,分时多用户操作系统支持多个用户利用多台终端共享单台计算机的资源,为了支持这种应用,计算机上设置了多个输入输出端口。随后,人们开始利用通信线路将远程终端连至主机,不受地域限制地使用计算机的资源,并由此发展出了一系列的通信设备,例如:调制解调器(MODEM)将计算机处理的数字信号转换成模拟信号,以适应模拟通信线路远程传输的要求;集中器采用多路复用技术将多个终端通过一条或几条通信线路连至主机,以提高通信线路的利用率和降低通信成本;通信控制器将主机的通信功能独立出来,以保证通信质量和降低主机的通信功耗等。这一时期的“终端-通信设备/线路-主机”系统被称为面向终端的计算机通信系统,其特点是终端本身并不具有智能功能,不是一台“独立自治”的设备。

1968年,美国国防部高级研究计划局(ARPA)与麻省剑桥的BBN公司签定协议,进行计算机之间的远程互连研究,研究的成果组建了著名的ARPANET。ARPANET的研建标志着世界上第一个计算机网络的诞生。

然而,真正促进计算机网络应用的还是在70年代中期,大规模和超大规模集成电路的应用,使得价廉物美的个人计算机(PC)问世了,也使得一个企业或者部门可以很容易地拥有一台或者多台计算机。由于PC机的资源和处理能力有限,用户希望共享资源的要求增加,促进了计算机连网的发展。

计算机网络的发展要求通信技术的支持,计算机网络的应用需求促进了通信技术的发展,反过来,通信技术的发展又促进了计算机网络技术的发展。

目前,计算机网络仍是一大热门课题,应用需求极为广泛。1993年,美国政府提出的“信息高速公路”实质上是用高速的线路将计算机网络延伸至各家各户;我国政府提出的“金”字系列工程(如金卡、金桥、金关等),以及应用面极广的电子商务、远程教育等无一不以计算机网络为基础,支持各行各业的应用要求。同样,一个企业同时拥有多台计算机已不再是不可及的事情,计算机联网和网络技术的应用已成为提高企业经营管理水平不可缺少的主要手段。

随着网络技术和计算机资源的共享,人们提出了“网络就是计算机”、“网络不仅仅是计算机”的概念,计算机网络伴随着计算机已成为家喻户晓的名词。

1.2 网络的功能

30余年的应用和发展,人们对计算机网络的功能逐渐有了深刻的印象。许多专家曾试图对计算机网络本身进行定义,但由于计算机和计算机网络的应用范围是如此广泛,这种定义从来未曾统一过。

本书采纳如下对计算机网络的描述:计算机网络是以共享资源(硬件、软件和数据等)为目的而连接起来的、在协议控制下,由一台或多台计算机、若干台终端设备、数据传输设备等组成的系统之集合。这些计算机系统应当具有独立自治的能力。

资源是指在有限时间内可为用户提供各种服务的软硬件设施。由于经济因素的制约,并非所有的用户都有能力独立拥有所有的资源。计算机网络的最主要功能是突破地域限制,向用户提供资源共享的手段。用户无需考虑自己以及所用资源在网络中的位置,就可通过计算机网络使用所需的资源。资源共享包括硬件共享、软件共享和数据共享。

硬件共享:用户可以使用网络中任意一台计算机所附接的硬件设备,包括利用其他计算机的中央处理器来分担用户的处理任务。

软件共享:用户可以使用远地主机的软件(系统软件 and 用户软件),既可以将相应软件调入本地计算机执行,也可以将数据送至对方主机,执行软件,并返回结果。

数据共享:网络用户可以使用其他主机和用户的数据,包括用户希望通过网络进行的信息交换,例如:数据库查询、情报检索和邮件传递等。

资源共享必须要有相应软件的支持。用户对于网络资源的需求具有突发性的特征,即难以预测用户何时需要何种网络资源,因此,网络资源的合理分配和共享,提高资源共享的效率成为用户和技术人员共同关心的问题,许多专家正在为此而努力。

除此之外,计算机网络作为一种现代化的通信工具和手段得到了人们的认可,利用网络来提供通信的增值服务已成为一种新的经济增长点,此外,利用计算机网络中的冗余设备来提高整个系统的可靠性也被应用部门广泛采纳。

1.3 网络的类型

人们从不同的角度对计算机网络进行了不同的分类。

1.3.1 按网络的跨度分类

网络的跨度是指网络可以覆盖的范围,根据网络覆盖的范围,网络可以分为广域网、局域网等类型。

广域网:广域网有时也称远程网,其覆盖范围通常在数十公里以上,可以覆盖整个城市、国家,甚至整个世界,具有规模大、传输延迟大的特征。广域网通常使用的传输装置和媒体由电信部门提供;但随着市场经济的深入发展,独家垄断的局面必然会被打破,其他部门自行组网的现象也一定会出现。

局域网:局域网也称局部区域网络,覆盖范围常在几千米以内,限于单位内部或建筑物内,常由一个单位投资组建,具有规模小、专用、传输延迟小的特征。局域网只有和局域网或者广域网互连,进一步扩大应用范围,才能更好地发挥其共享资源的作用。

城域网:城域网也称市域网,覆盖范围介于局域网和广域网之间。城域网作为网络技术发展过程中的一个产物,在一段时期被提及,目前这种提法正逐渐淡化。

园区网:园区网又可称为企业网。随着网络技术的发展,新型的网络设备和传输媒体的广泛应用,距离的概念逐渐淡化,局域网以及局域网互连之间的区别也逐渐模糊。同时,越来越多的企业和部门开始利用局域网以及局域网互连技术组建自己的专用园区网络,这种网络覆盖整个企业,范围可大可小。

1.3.2 按网络的拓扑结构分类

网络的拓扑通常是指连接网络设备的物理线缆的铺设形式,常见的有星形、总线形、环形和网状形等网络拓扑结构。

星形网:以一台中心处理机为主而构成的网络,其他入网机器仅与该中心处理机之间有直接的物理链路(包括通过集中器和前端机等),中心处理机采用分时或轮询的方法为入网机器服务,所有的数据必须经过中心处理机向外分发。

总线形网:所有入网设备共用一条物理传输线路,所有的数据发往同一条线路,并能够由附接在线路上的所有设备感知。设备通过专用的分接头接入线路。由于线路对信号的衰减作用,总线形网仅用于有限的区域,常用于组建局域网。

环形网:入网设备通过转发器接入网络,每个转发器仅与两个相邻的转发器有直接的物理线路。环形网的数据传输具有单向性,一个转发器发出的数据只能被另一个转发器接收并转发。所有的转发器及其物理线路构成了一个环状的网络系统。环形网也是局域网的一种主要组成形式。

网状网络:利用专门负责数据通信和传输的结点机构成的网状网络,入网设备直接接入结点机进行通信。网状网络通常利用冗余的设备和线路来提高网络的可靠性,因此,结点机可以根据当前的网络信息流量有选择地将数据发往不同的线路。网状网络主要用于地域范围大、入网主机多(机型多)的环境,常用于构造广域网络。

由于不同拓扑结构的网络往往采用不同的网络控制方法,具有不同的性能,适应不同的应用环境,因此,可以根据不同的应用需求,选择或者混合不同的网络拓扑结构。

需要指出的是,从可靠性及易于维护的角度出发,越来越多的网络转向物理上的星形拓扑结构。但由于历史的原因,在数据流向方面仍然保持原有的特点,因此,目前人们常根据数据流向,从逻辑上对网络进行类似的分类。

1.3.3 按管理性质分类

公用网:由电信部门组建、管理和控制,网络内的传输和转接装置可供任何部门和个人使用。公用网常用于远程网络的构建,支持用户的远程通信。

专用网:由用户部门组建经营的网络,不容许其他用户和部门使用。由于投资的因素,专用网常为局域网或者是通过租借电信部门的线路而组建的广域网络。

目前,也有许多部门直接租用电信部门的通信网络,并配置一台或者多台主机,向社会各界提供网络服务,这些部门构建的应用网络称为增值网络(或称增值网),也即在通信网络的基础上提供了增值的服务。

1.3.4 按交换方式分类

交换通常是针对网络设备而言的。每个网络设备(交换机)一般都具有多个输入/输出端口,交换是指将一个端口的输入信号转发(交换)到另一个端口,并通过附接该端口的线路传输给其他设备。

电路交换网:采用电话工作方式,具有建立链路、数据传输和释放链路三个阶段;通信过程中,自始至终占用该条线路,且不允许其他用户共享其信道容量。

报文交换网:交换机采用具有“存储-转发”能力的计算机,用户数据可以暂时保存于交换机内,等待线路空闲时,再进行用户数据的一次性传输。

分组交换网:类同报文交换技术,但规定了交换机处理和传输的数据长度(称之为分组),不同用户的数据分组可以交织地在网络中的物理链路上传输。

目前,几乎所有的计算机网络(包括广域网和局域网)都采用了分组交换技术,只是分组的体积有所不同,并且在不同的应用场合,分组被赋予不同的名称(如帧、数据报、信元等)。

同时,随着工艺的改进,高质量、大带宽的传输媒体被广泛应用,人们开始采用各种复用技术将一根物理线路划分为多条逻辑链路。并在链路的基础上采用上述的各种交换技术。

1.3.5 按功能分类

计算机网络的最终目的是面向应用,因此计算机网络应同时具有提供信息传输和信息处理的能力。此处的信息处理是为了满足各种应用而在网络内部采取的动作,因而可以从逻辑将传输和处理分为两部分考虑。

通信子网:网络中面向数据传输或者数据通信的部分资源集合,主要支持用户数据的传输;该子网包括传输线路、网络设备和网络控制中心等硬软件设施。

资源子网:网络中面向数据处理的资源集合,主要支持用户的应用。该子网由用户的主机资源组成,包括接入网络的用户主机,以及面向应用的外设(如终端)、软件和可共享的数据(如公共数据库)等。

通信子网和资源子网的划分是一种逻辑的划分,它们可能使用相同或不同的设备。例如:在广域网环境下,由电信部门组建的网络常被理解为通信子网,仅用于支持用户之间的数据传输;而用户部门的人网设备则被认为属于资源子网的范畴。在局域网环境下,网络设备同时提供数据传输和数据处理的能力,因此只能从功能上对其中的软硬件模块进行这种划分。

思考题

- 1 为什么会产生“网络就是计算机”,以及“网络不仅仅是计算机”的提法?
- 2 计算机网络的最主要功能是什么?
- 3 计算机网络中提及的资源通常分为哪几类?
- 4 广域网、局域网、城域网划分的依据是什么?
- 5 网络的拓扑通常指什么?
- 6 电路交换网、报文交换网、分组交换网的区别在哪里?

2.1 通信系统的基本组成

信息是外部客观世界通过人类感官的反映,通信则指信息的传输。为了保证信息传输的实现,通信必须具备三个必要的因素(简称为通信三要素):信源、载体和信宿。

信源:信息的发送者;

载体:信息的传输媒体;

信宿:信息的接收者。

例如,课堂教学是一种通信,其中教师是信息的发送者(信源),学生是信息的接收者(信宿),而空气是信息的传送媒体(载体)。计算机通信(通常又被称为数据通信)也是一种通信,其中计算机(或终端)设备起着信源/信宿的作用,通信线路和必要的转接设备则构成了传送媒体(载体)。

需要指出的是:通信过程中,还应考虑另一个因素,这就是噪声(或称为干扰信号),噪声的存在影响了通信的质量。

系统通常是由具有特定功能、互相作用和互相依赖的若干个单元组成,是完成特定目标的有机整体。日常所指的通信系统是指用电信号(或者光信号)传输信息的系统。通信系统的类型多种多样,按通信业务的不同,可以分为电话、电报、传真和数据通信系统;按线路上传输的信号形式,可以分为模拟通信系统和数字通信系统。对应通信的三要素,无论何种通信系统都具有类似的基本组成部分:信源、信宿、变换器、反变换器和信道(见图 2-1)。



图 2-1 通信系统的基本组成

信源是发出各种信息(语言、文字、图像或者数据)的信息源,可以是人,也可以是机器,如计算机等;

信道是信号的传输载体。从形式上看,主要有有线信道和无线信道两类;从传输方式上看,信道又可分为模拟信道和数字信道两类;

信宿是信息的接收者,可以是人或者机器;

变换器的作用是将信源发出的信息变换成适合在信道上传输的信号,对应不同的信源和信道,变换器有着不同的组成和变换功能。例如:使用电话通信时,作为变换器的送话器,将人发出的语声信息变换成电(或光)信号,再经过必要的处理,使之可靠且有效地通过信道传输;

反变换器提供与变换器相反的功能,将从信道上接收的电(或光)信号变换成信宿可以接收的信息。

同样,通信系统中不能忽略噪声的影响,系统的噪声可能来自于各个部分,包括发送或

接收信息的周围环境、各种设备的电子器件、信道外部的电磁场干扰等。通常为方便分析,将整个系统所受到的干扰均折合到信道中,用噪声源的形式予以表示。

2.2 信道

信道是指信息(或者信号)可以单向传输的途径,它以传输媒体和中继通信设施为基础。

根据传输媒体的类型不同,信道可以分为有线信道和无线信道两类;或者根据传输方式的不同,信道又可分为模拟信道和数字信道。

2.2.1 有线信道

有线信道的传输媒体为导线(双绞线或者光纤等),分别支持电信号和光信号的传输。为了保证电信号的传输,一对(两条)导线构成了环路,形成一个有线信道。

有线信道的特点是:信号沿导线传输,能量相对集中在导线附近,因此具有较高的传输效率。

属于有线信道的传输媒体包括:架空明线、电缆和光缆等。

光缆(光纤通信)具有重量轻、容量大、信号衰减小和无辐射等特点,在数据通信领域具有巨大的应用潜力。

2.2.2 无线信道

无线信道的传输媒体为自由空间。

发送方(信源)使用高频发射机和定向天线发射信号,接收方(信宿)通过接收天线和接收机接收信号。

无线信道的特点是:信号能量相对分散,传输效率较低,安全性较差。

无线信道可分为长波、中波、短波、超短波和微波等多种。卫星通信系统是一种特殊的微波中继系统,信源发出的微波信号通过卫星系统传输给地面接收站,继而转发给信宿。

2.2.3 模拟信道

模拟信道是专为支持模拟信号传输而设计的信道。模拟信号传输的实质是通过改变表征信号的电压或者电流值,使其在信道上传输。根据富里叶分析,任何信号都是由不同频率和幅值的正弦或者余弦电磁波信号叠加而成的。信道的物理特性决定了信道可以不失真地传输模拟信号的频率范围。例如,早期的电话信道专为语音信号的传输而设计,不失真的频率范围在 4 000 Hz 左右,而现在使用的 5 类双绞线的支持频率可达 100 MHz($1\text{M} = 10^6$)。由于线间分布电容等影响,信号能量在传输过程中的损耗,使得模拟信号在信道上传输一段距离之后,信号将会有所衰减,最终导致传输失真。因此为了支持长距离的信号传输,模拟信道每隔一段距离,应当安装放大器,利用放大器使信道中的信号能量得到补充。遗憾的是,放大器也会将传输过程中引入信号的噪声分量加以放大。

2.2.4 数字信道

与模拟信道类似,数字信道是专为数字信号传输而设计的信道。在富里叶信号分解中,数字信号具有从低频到高频的所有分量,因此数字信道应当具有对所有频率的信号都不衰