

中国计算机软件专业技术水平考试指定用书

计 算 机 网 络

(高 级)

中国计算机软件专业技术资格和水平考试中心 组织编写

胡道元 主编

清 华 大 学 出 版 社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书是中国计算机软件专业技术水平考试的指定用书。全书包括数据通信、局域网与广域网、Internet 与 Intranet 三部分。数据通信部分讲述:数据通信模型与传输、数据调制与编码、多路复用技术、数据交换技术、以及数据链路控制协议。局域网与广域网部分讲述:局域网体系结构及协议、高速局域网、网络互连、网络性能评价、广域网与高速广域网、通信体系结构与协议、网络计算环境,以及网络管理技术。Internet 与 Intranet 部分讲述:协议分层与 IP 协议、用户数据报与可靠数据传输协议、路由选择算法与协议、Internet 地址和域名系统、企业网络计算、Intranet 与新经济、Internet 与 Intranet 信息服务、信息系统安全、网络安全技术,以及 DCE 安全技术。

本书也适用于高等院校计算机专业与数据通信专业的计算机网络教科书或参考书,也可用于从事计算机网络建设、管理和应用的高级工程技术人员和管理人员的培训教材。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络:高级/胡道元主编. —北京:清华大学出版社,1999

中国计算机软件专业技术水平考试指定用书

ISBN 7-302-03574-1

.计... .胡... .计算机网络-水平考试-自学参考资料 .TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 19503 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者:北京昌平环球印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:23.25 字数:546 千字

版 次:1999 年 8 月 第 1 版 1999 年 8 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-03574-1/TP·1967

印 数:00001 ~ 31000

定 价:34.00 元

序

科学技术的日新月异,信息化时代的来临,使计算机技术为基础的信息科学在经济和社会生活各个领域得到了极为广泛的应用,其发展水平成为衡量国家经济与科技实力的重要标志已是不争之事实。各国都把培养大量高水平计算机专业人才作为 21 世纪经济和科技发展的重要战略目标之一,一些经济发达国家通过开展对计算机专业人才的教育培训,尤其是开展不同层次、不同规模的计算机水平测试吸引、储备了大量计算机高级人才,为迎接日趋激烈的科技竞争奠定了坚实基础。这些国家的成功经验值得我们学习、借鉴。

中国计算机软件专业技术资格和水平考试自 1991 年开始实施至今已走过了 8 年的历程,共有近 40 万人参加考试,在国内外已产生较大影响。特别是 1999 年度中国计算机软件专业技术水平考试将由原来的一个专业扩展为程序设计、软件工程、数据库技术、计算机网络、多媒体技术五个专业,这无疑是中国计算机软件专业技术水平考试发展的一个质的飞跃,必将把中国计算机软件专业技术水平考试推向新的阶段。

我相信,新近编写出版的《中国计算机软件专业技术水平考试指定用书》能对广大应试者起到很好的指导作用。

我更加希望,在世纪之交,中国计算机软件专业技术水平考试能够抓住机遇,迎接竞争与挑战,为促进我国科教兴国战略的贯彻实施做出应有的贡献。

编者的话

计算机的发展史至今只有 50 多年,但它已经经历了 3 个重要发展阶段。1945 年第一台计算机的诞生在人类科学发展史上是一个重要的里程碑;20 世纪 80 年代微型计算机的出现,开始了计算机普及使用的时代;第三个重要发展阶段乃是网络,人们称网络就是计算机,深刻地反映了网络在计算机发展史中极为重要的作用和影响。

21 世纪是信息社会的时代,技术、科学和社会的发展正在迎接这个时代的到来。当前信息网络的发展有三个动向:

- (1) 国家信息基础设施(NII)和全球信息基础设施(GII)的规划和建设。
- (2) 全世界最大的互联网(Internet)的规模和应用正在飞速地发展。
- (3) 商业化的网络服务已经成为一个很大的市场,并正在被大力开拓。

其中 Internet 的影响尤为显著,Internet 是未来 NII 和 GII 的雏型,它对信息技术的发展、信息市场的开拓以及信息社会的形成起着十分重要的作用。

在我国积极推进国民经济信息化的进程中,各行业都在规划、建设和推广应用计算机网络,迫切需要大批建网、管网和用网的人才。本书作为计算机网络水平考试高级教程,是一本适用于高级工程技术人员和管理人员的网络教材。

本书分数据通信、局域网与广域网、Internet 与 Intranet 三篇,共二十四章。三篇的内容分别和考试大纲的三个模块大致相对应,但也有部分交叉。

第一篇数据通信的内容有:

第 1 章讲述数据通信模型、传输概念、模拟数据传输和数字数据传输,以及传输损害等原理。

第 2 章讲述调制与编码原理、模拟数据的模拟信号调制、数字数据的模拟信号调制、数字数据的数字信号编码,以及模拟数据的数字信号编码。

第 3 章讲述多路复用技术原理及常用的三种多路复用技术,即频分多路复用(FDM)、时分多路复用(TDM)和统计时分多路复用(STM)三种多路复用技术。

第 4 章讲述各种数据交换技术,包括线路交换技术、分组交换技术、帧中继交换以及信元交换技术。

第 5 章讲述数据链路控制技术,包括流控技术、差错检测与控制、高级数据链路控制以及其他数据链路控制协议。

第二篇局域网与广域网的内容有:

第 6 章讲述局域网体系结构及协议,主要有 LAN 参考模型、逻辑链路控制协议、CSMA/CD 介质访问控制协议,以及标记环介质访问控制协议。

第 7 章讲述网络性能评价,主要包括建模和性能评价的基本原理、LAN 的性能及影响性能的主要因素以及两种典型局域网的性能评价。

第 8 章讲述发展高速局域网的驱动因素以及多种高速局域网技术,包括 FDDI 网、基于交换技术的局域网、Gigabites 网、ATM 局域网,以及无线局域网。

第 9 章讲述网络互连, 包括网络互连的要求和结构方案、网桥、X. 75 协议、网间协议 IP、协议转换以及 IEEE 802 网络互连规范。

第 10 章讲述典型的广域网系统, 包括计算机交换分机 CBX、ISDN 交换系统, 以及 X. 25 分组交换网。

第 11 章讲述发展高速广域网的驱动因素及两种流行的高速广域网, 即帧中继网与 ATM 网。

第 12 章讲述通信体系结构与协议的基本原理, 开放系统互连参考模型, 传送层、会话层、表示层、应用层服务及协议。

第 13 章讲述网络计算模式的发展、客户机/服务器计算模式、网络操作系统以及分布计算环境 DCE。

第 14 章讲述网络管理功能和标准、网络管理解决方案、简单网络管理协议 SNMP、流行的网络管理系统, 以及网络的日常管理和维护。

第三篇 Internet 与 Intranet 有:

第 15 章讲述 TCP/IP 协议的分层模型与分层工作原理、IP 协议机制与 IP 数据报, 以及差错与控制报文协议 ICMP。

第 16 章讲述用户数据报协议 UDP、可靠数据流传输、传输控制协议 TCP, 以及基于套接字的进程之间通信。

第 17 章讲述核心路由器体系结构和自治系统的概念、距离矢量路由选择算法与链路状态路由选择算法、内部网关协议, 以及外部网关协议。

第 18 章讲述 Internet 地址结构和映射、Internet 域名系统、Internet 地址空间的扩展, 以及新一代的 IP 协议——IP v6。

第 19 章讲述企业网络计算的开放系统、分布计算技术和企业网络计算基本组成、企业网络计算体系结构及集成技术。

第 20 章讲述 Internet 与新经济, 包括信息基础设施、智能联网年代的技术革命及新经济的主要特征, 以及 Intranet 的形成及建立。

第 21 章讲述 Internet 与 Intranet 的信息服务, 包括环球信息网 WWW、动态 Web 文档与 CGI 技术、活动 Web 文档与 Java 技术、Gopher 服务, 以及广域信息服务 WAIS。

第 22 章讲述 ISO/OSI 安全体系的安全服务及安全机制、信息系统安全体系结构、信息系统安全评估准则、密码学基本原理, 以及评估增长的安全操作代价。

第 23 章讲述网络安全层次模型及各层的网络安全技术, 包括防火墙技术、IP 加密、传输层 SSL、应用层安全技术及 WWW 安全技术。

第 24 章讲述 DCE 安全技术及基于 DCE 的 WebST 技术, 包括 DCE 安全服务、安全模型、安全服务器、安全 RPC、访问控制列表, 以及 WebST 安全服务模型、系统组成、安全机制。

本书由胡道元教授主编。参加本书编写工作的有朱亚清、朱爽、陆明、徐刚。梁萍萍为本书原稿的打印、编排做了大量的工作。

胡道元

1999 年 4 月于清华园

目 录

第一篇 数据通信

第 1 章 数据通信与传输	1	第 4 章 数据交换.....	26
1.1 数据通信模型.....	1	4.1 线路交换技术	26
1.2 传输概念.....	2	4.1.1 空分交换	26
1.2.1 时域概念.....	2	4.1.2 时分交换	28
1.2.2 频域概念.....	4	4.2 分组交换技术	32
1.2.3 数据率和频带的关系.....	5	4.2.1 分组交换的原理	32
1.3 模拟数据传输和数字数据传输.....	7	4.2.2 分组交换技术	33
1.4 传输损害.....	8	4.2.3 外部的和内部的操作	36
1.4.1 传输损害分类.....	8	4.3 帧中继交换	37
1.4.2 信噪比.....	9	4.3.1 帧中继原理	37
第 2 章 数据调制与编码.....	10	4.3.2 帧中继的应用	38
2.1 调制与编码原理	10	4.4 信元交换技术	38
2.2 模拟数据的模拟信号调制	10	4.4.1 异步转移模式(ATM)	
2.3 数字数据的模拟信号调制	12	基本原理	38
2.4 数字数据的数字信号编码	13	4.4.2 ATM 交换和控制	40
2.5 模拟数据的数字信号编码	14	第 5 章 数据链路控制.....	43
第 3 章 多路复用.....	16	5.1 流控技术	43
3.1 多路复用技术	16	5.1.1 停-等流控	43
3.2 频分多路复用	17	5.1.2 滑动窗口流控	44
3.2.1 频分多路复用技术	17	5.2 差错检测	46
3.2.2 FDM 的其他应用.....	18	5.2.1 奇偶校验	46
3.3 时分多路复用	21	5.2.2 循环冗余检错(CRC)	47
3.3.1 时分多路复用技术	21	5.3 差错控制	48
3.3.2 隔位扫描技术	22	5.3.1 停-等 ARQ	49
3.3.3 隔字符扫描技术	22	5.3.2 Go-Back-N ARQ	49
3.3.4 数字信号分级	23	5.3.3 Selective-Reject ARQ	50
3.3.5 T1 多路复用器.....	24	5.4 高级数据链路控制(HDLC)	51
3.3.6 SONET/SDH	24	5.4.1 基本特征	51
3.4 统计时分多路复用	25	5.4.2 帧结构	51
		5.4.3 HDLC 操作	53

5.5 其他数据链路控制协议	55	5.5.3 逻辑链路控制(LLC)	56
5.5.1 LAP B	55	5.5.4 帧中继	57
5.5.2 LAP D	55	5.5.5 异步传输模式(ATM)	57

第二篇 局域网与广域网

第6章 局域网体系结构及协议	58	7.2.3 吞吐率特性	90
6.1 LAN 参考模型	58	7.2.4 最大数据率的计算	92
6.2 逻辑链路控制协议	63	7.2.5 延迟特性	93
6.2.1 网络层/LLC 子层界面 服务规范	64	7.2.6 延迟-吞吐率特性	95
6.2.2 LLC 子层/MAC 子层界面 服务规范	65	第8章 高速局域网	99
6.2.3 LLC 协议数据单元结构 PDU ...	66	8.1 发展高速局域网的驱动因素	99
6.2.4 LLC 协议的型和类	66	8.2 FDDI 网	99
6.2.5 LLC 协议的元素	66	8.2.1 数据编码	100
6.3 CSMA/CD 介质访问控制协议	71	8.2.2 时钟偏移	101
6.3.1 MAC 服务规范	72	8.2.3 可靠性	101
6.3.2 介质访问控制的帧结构	72	8.2.4 FDDI 帧格式	101
6.3.3 介质访问控制方法	73	8.2.5 容量分配	102
6.3.4 CSMA/CD 介质访问控制 方法的形式描述	74	8.3 基于交换技术的网络	104
6.3.5 介质访问控制子层和邻近 层的接口	77	8.3.1 交换网结构	104
6.4 标记环介质访问控制协议	78	8.3.2 全双工以太网	106
6.4.1 MAC 服务规范	79	8.3.3 多媒体	107
6.4.2 介质访问控制帧结构	79	8.4 千兆位以太网	108
6.4.3 介质访问控制方法	82	8.4.1 千兆位以太网规程和标准	108
6.4.4 MAC 有限状态机	82	8.4.2 交换式 LAN 结构的千兆位 以太网	109
第7章 网络性能评价	83	8.5 ATM 局域网	111
7.1 建模和性能评价	83	8.6 无线局域网	113
7.1.1 两种基本方法	83	8.6.1 IEEE802.11 体系结构	113
7.1.2 局域网特性	83	8.6.2 物理介质规范	113
7.1.3 单服务器队列	84	8.6.3 介质访问控制	114
7.1.4 排队网络模型	84	8.6.4 分布协调功能(DCF)	114
7.1.5 建模基本结果	85	8.6.5 点协调功能(PCF)	116
7.2 LAN 的性能评价	88	第9章 网络互连	117
7.2.1 基本参量	88	9.1 网络互连的要求和结构方案	117
7.2.2 传播延迟和数据率的效应	88	9.1.1 网络互连的要求	117
		9.1.2 结构方案	118
		9.2 网桥	119

9.2.1 局域网互连的需要.....	119	11.4.1 ATM LAN 仿真原理	161
9.2.2 桥的工作原理.....	120	11.4.2 协议结构.....	162
9.2.3 路径选择算法.....	123	11.4.3 仿真 LAN	163
9.2.4 性能评价.....	125		
9.3 X.75 协议	126	第 12 章 通信体系结构与协议.....	166
9.4 网间协议 IP	128	12.1 网络体系结构及协议	166
9.4.1 IP 操作	128	12.1.1 协议和体系结构.....	166
9.4.2 网间协议——IP	130	12.1.2 开放系统互连 OSI 模型	166
9.5 协议转换.....	132	12.2 传送层服务及协议	168
9.6 IEEE802 互联网规范	134	12.2.1 ISO 传送层标准.....	169
9.6.1 单个局部网络.....	134	12.2.2 传送层服务.....	169
9.6.2 两个局部网络互连.....	135	12.2.3 协议格式.....	170
9.6.3 局部网络和远程网络互连.....	136	12.2.4 协议机制.....	170
9.6.4 两个局部网通过远程网互连.....	136	12.3 会话层服务及协议	171
第 10 章 广域网.....	138	12.3.1 会话层服务.....	171
10.1 计算机交换分机(CBX)	138	12.3.2 会话层协议.....	173
10.1.1 CBX 的发展	138	12.4 表示层服务与协议	175
10.1.2 CBX 的结构	139	12.4.1 表示层功能.....	175
10.2 ISDN 交换系统	141	12.4.2 表示层服务.....	176
10.2.1 ISDN 协议参考模型	141	12.4.3 表示层协议.....	177
10.2.2 ISDN 交换系统	142	12.5 应用层服务及协议	178
10.3 X.25 分组交换网.....	144	12.5.1 应用层模型.....	178
10.3.1 X.25 分层协议	144	12.5.2 公共应用服务元素	
10.3.2 虚电路服务.....	144	(CASE)	179
10.3.3 分组格式.....	146	12.5.3 特定应用服务元素	
第 11 章 高速广域网.....	149	(SASE)	179
11.1 发展高速广域网的驱动因素	149	第 13 章 网络计算环境.....	184
11.2 帧中继网	149	13.1 网络计算模式的发展	184
11.2.1 帧中继协议结构.....	149	13.1.1 以大型机为中心的	
11.2.2 帧中继呼叫控制.....	150	计算模式.....	184
11.2.3 用户数据传输.....	154	13.1.2 以服务器为中心的	
11.2.4 网络功能.....	156	计算模式.....	184
11.3 ATM 网	157	13.1.3 小型化和客户机/服务器	
11.3.1 ATM 协议参考模型图	157	计算模式的出现	184
11.3.2 ATM 层	158	13.2 客户机/服务器计算模式的特点.....	186
11.3.3 ATM 物理层	159	13.2.1 客户机的特点.....	186
11.3.4 ATM 适配层	160	13.2.2 服务器的特点.....	187
11.4 ATM LAN 仿真	161	13.2.3 客户机/服务器计算模式	
		的特点.....	187

13.3	客户机/服务器模式的中间件.....	189	14.2	简单网络管理协议(SNMP)	204
13.3.1	中间件产生的背景	189	14.2.1	SNMP 网络管理模型	205
13.3.2	中间件的功能与作用	189	14.2.2	抽象语法表示(ASN.1).....	205
13.4	客户机/服务器类型.....	190	14.2.3	管理信息结构(SMI)	215
13.5	网络操作系统的发展方向与选择 ...	191	14.2.4	常用管理信息库(MIB)	218
13.5.1	网络操作系统的发展方向	191	14.2.5	SNMP 协议数据模式与 工作模式.....	219
13.5.2	选择网络操作系统的准则	192	14.3	网络管理系统	221
13.5.3	服务器操作系统的选择	193	14.3.1	HP 的 OpenView	221
13.6	分布计算环境(DCE)	194	14.3.2	IBM 的 NetView	222
13.6.1	DCE 的定义	194	14.3.3	Sun 的 SunNet Manager	223
13.6.2	DCE 的特征	195	14.3.4	Cabletron 的 SPECTRUM ...	224
第 14 章	网络管理技术.....	196	14.4	网络管理和维护	226
14.1	网络管理解决方案	197	14.4.1	VLAN 管理	226
14.1.1	网络管理功能.....	197	14.4.2	WAN 接入管理	227
14.1.2	网络管理模式与管理体制	200	14.4.3	网络故障诊断和排除.....	228
14.1.3	网络管理的标准.....	203	14.4.4	网络管理工具	230

第三篇 Internet 与 Intranet

第 15 章	协议分层与 IP	232	16.1	用户数据报协议(UDP)	242
15.1	TCP/IP 的分层	232	16.1.1	UDP 协议功能	242
15.1.1	TCP/IP 分层模型	232	16.1.2	UDP 报文格式	242
15.1.2	TCP/IP 分层工作原理	233	16.1.3	UDP 的协议分层与封装	243
15.1.3	TCP/IP 模型的分界线	234	16.1.4	UDP 的复用、分解与端口	243
15.1.4	复用和分解.....	234	16.2	可靠的数据流传输	244
15.2	IP 协议	235	16.2.1	可靠数据流传输 服务特性.....	244
15.2.1	Internet 体系结构	235	16.2.2	可靠数据流传输服务 的实现.....	245
15.2.2	IP 数据报	235	16.3	传输控制协议(TCP)	246
15.2.3	IP 数据报选项	236	16.3.1	TCP 功能	246
15.3	IP 数据报的路由选择	237	16.3.2	TCP 报文格式	247
15.3.1	IP 数据报的直接传送和 间接传送.....	237	16.3.3	TCP 的操作	248
15.3.2	IP 路由选择表与算法	237	16.4	基于套接字的进程之间通信	249
15.4	差错与控制报文协议(ICMP).....	239	16.4.1	客户/服务器模式的通信	249
15.4.1	ICMP 机制	239	16.4.2	进程通信基本概念	250
15.4.2	ICMP 报文格式	240	16.4.3	进程通信的系统调用 和库程序.....	252
第 16 章	用户数据报与可靠数据 传输协议.....	242			

第 17 章 路由选择算法与协议.....	261	开发和运行环境	286
17.1 核心路由器体系结构	261	19.4.2 信息系统与网络计算.....	286
17.2 路由选择算法	262	19.4.3 开放系统对用户策略	
17.2.1 距离矢量路由选择	262	的影响.....	288
17.2.2 链路状态路由选择	262	19.5 开放系统环境应用可移植框架	289
17.3 自治系统	262	19.6 向企业网络计算环境过渡	290
17.4 内部网关协议	263	第 20 章 Intranet 与新经济	291
17.4.1 路由选择信息协议(RIP)	264	20.1 智能联网年代的核心——信息	
17.4.2 开放最短路径优先		基础设施	291
协议 OSPF	264	20.1.1 信息基础设施是信息社会最	
17.5 外部网关协议	267	重要的基础设施	291
17.5.1 外部网关协议(EGP)	267	20.1.2 信息产业是现代社会最	
17.5.2 边界网关协议(BGP)	269	重要的产业	291
第 18 章 Internet 地址和域名系统	272	20.1.3 电子信息文化是人类文化	
18.1 Internet 地址	272	发展的第四个里程碑.....	292
18.1.1 Internet 地址结构	272	20.1.4 什么是国家信息基础设施.....	292
18.1.2 Internet 地址映射	273	20.1.5 NII 的基本组成	293
18.2 Internet 域名系统	274	20.1.6 NII 的层次结构	293
18.2.1 域名系统原理.....	274	20.2 智能联网年代的技术革命	294
18.2.2 域名的分级.....	275	20.2.1 从模拟信号到数字信号.....	294
18.2.3 Internet 域名	275	20.2.2 从传统的半导体到	
18.2.4 域名和地址的映射	276	微处理器	295
18.3 Internet 地址空间的扩展	277	20.2.3 从主机系统结构到客户机/	
18.3.1 IP 的更新	277	服务器结构	295
18.3.2 IPv6 数据报格式	277	20.2.4 网络容量从窄频到宽频.....	295
18.3.3 IPv6 地址空间	278	20.2.5 访问设备从笨设备到	
第 19 章 企业网络计算.....	281	信息设备	296
19.1 企业网络计算的背景和挑战	281	20.2.6 从单媒体到多媒体	297
19.2 企业网络计算的组成和特性	282	20.2.7 从专用系统到开放系统.....	297
19.2.1 企业网络计算的组成.....	282	20.2.8 从无智能网络到智能网络.....	298
19.2.2 企业网络计算的特性	282	20.2.9 从手工式的软件开发到面向	
19.3 开放系统	283	目标的计算	298
19.3.1 开放系统定义.....	283	20.2.10 从 GUI 到 MUI, MUD	
19.3.2 驱动开放系统发展的		和 MOO	298
基本要素.....	283	20.3 智能联网年代形成的新经济	
19.3.3 开放系统标准.....	284	主要特征	299
19.4 企业网络开放系统集成技术	286	20.3.1 新经济主要特征	299
19.4.1 FRAMEWORK——应用		20.3.2 数字化经济的强大生命力.....	301
		20.3.3 网络化经济的新模式	302

20.4	Intranet 的形成	303	22.1.2	Intranet 网络安全需求	325
20.5	Intranet 的建立	304	22.2	信息系统安全体系结构	327
20.5.1	Intranet 建立的两种模式	304	22.3	信息系统安全评估准则	327
20.5.2	建立 Intranet	306	22.4	密码学基本原理	329
			22.5	评估增长的安全操作代价	331
第 21 章 Internet 与 Intranet 信息服务			第 23 章 网络安全技术.....		
21.1	环球信息网 WWW (又称万维网)	310	23.1	网络安全层次模型	333
21.1.1	环球信息网(WWW) 的特点	310	23.2	防火墙技术	334
21.1.2	环球信息网的基本概念	311	23.3	IP 层安全性	335
21.2	动态 Web 文档与 CGI 技术	314	23.4	传输层安全性	337
21.2.1	Web 文档的三种基本形式 ...	314	23.5	应用层的安全性	338
21.2.2	动态文档的实现	315	23.6	WWW 应用安全技术	341
21.2.3	通用网关接口(CGI)	315	第 24 章 DCE 安全技术		
21.3	活动 Web 文档和 Java 技术	316	24.1	DCE 安全服务概述	344
21.3.1	活动文档技术	316	24.2	DCE 安全模型	345
21.3.2	Java 技术	316	24.3	DCE 安全服务器组成	346
21.4	Gopher 服务	317	24.4	凭据(ticket)和身份认证标记 (authenticator)	347
21.4.1	Gopher 服务	317	24.5	安全 RPC	348
21.4.2	Gopher 协议	317	24.6	访问控制列表(ACL)	350
21.4.3	Gopher 协议支持的服务	319	24.7	基于 DCE 的 WebST 技术	351
21.5	WAIS(广域信息服务)	320	24.7.1	WebST 的客户机和 服务器模型	351
21.5.1	WAIS 系统基本概念	320	24.7.2	应用服务器	352
21.5.2	Free WAIS 系统	321	24.7.3	WebST 网关和代理 服务器	353
第 22 章 信息系统安全			24.7.4	WebST RPC 和防火墙	356
22.1	安全服务及安全机制	325			
22.1.1	ISO/OSI 的安全服务及 安全机制	325			

第一篇 数据通信

第 1 章 数据通信与传输

自 20 世纪 80 年代以来计算机科学和数据通信的融合,大大改变了技术和产品,以及计算机-通信产业。计算机-通信产业已经产生了以下几个明显的趋向:

计算机的数据处理和数据通信没有什么本质的差别。

数据、声音和视频通信没有什么本质的区别。

单处理器计算机、多处理器计算机、局域网、城域网和远距离网之间的界线已变得难以区别了。

这些趋向使得正在融合的计算机通信产业从元件装配发展到系统集成,而集成系统又发展成能传输和处理多种形式的数据和信息。技术和技术标准组织正在走向一个能够集成所有通信的单一公共系统,使得全球所有的数据和信息源能方便地、用相同的方式访问和获取。

本章讲述数据通信模型、传输概念、模拟数据传输和数字数据传输以及传输损害等原理,后续章节将进一步讲述数据通信的各个方面。

1.1 数据通信模型

图 1.1(a)是一个简单的通信模型,通信系统的基本作用是在两个实体间交换数据。图 1.1b 是通信系统的一个实例,工作站通过公共电话网和一个服务器通信,也可在公共电话网之间交换声音信号。在这个模型中的关键部分是:

源:产生要发送的数据的设备。

发送器:对信号进行转换或编码以产生能在特定传输系统中传输的电磁信号。

传输系统:连接源和目的地的传输线或复杂的网络。

接收器:从传输系统接收信号并转换成目的站设备能处理的信号。

目的站:从接收器输入数据的设备。

数据通信系统要完成一系列的关键任务,这些任务包括:

(1) 传输系统利用率:要有效的使用传输设施,这些设施通常是由很多的通信设备共享的。因此要有效的分配传输介质的容量,如多路复用技术;要协调传输服务的要求以免系统过载,如拥挤控制技术。

(2) 接口:为了通信,设备必须和传输系统接口,使产生的信号特性(如信号形式和信

图 1.1 简单的通信模型

号强度)能适应传输系统传输,以及在接收端能对数据解释。

(3) 同步:传输系统和接收设备之间,发送器和接收器之间都需要同步,接收器必须确定何时信号开始,何时信号结束,以及每个信号的间距。

(4) 交换管理:在两个实体进行通信期间各种协调管理。

(5) 差错检测和校正:对通信过程中产生的差错检测和校正,并且还需要流控的功能以防接收器来不及接收信号。

(6) 寻址和路由:决定信号到达的目的地的路程。

(7) 恢复:不同于差错检测和校正,发生在因某种原因系统被中断、需要对系统进行恢复时。

(8) 报文格式:两个对话实体进行协商,使报文格式一致。

(9) 安全:保证正确地、完整地、不被泄漏地将数据从发送器传输至接收器。

(10) 网络管理:对复杂的通信系统进行配置、监控、故障处理等管理。

1.2 传输概念

如图 1.1 所示,信号由发送器发送,通过传输系统传输至接收器。传输的信号是时间的函数,但也可被表示成频率的函数,即信号由不同的频率成分组成。下面分别讲述时域概念和频域概念。

1.2.1 时域概念

从时域概念分析,信号是时间的函数,可分成连续信号和离散信号两种,如图 1.2 所示。

不管是连续信号还是离散信号,如相同的信号形式能周期性地重复则称为“周期信号”,如图 1.3 所示。

周期信号的数学表达式为

$$S(t+T) = S(t) \quad -\infty < t < +\infty$$

式中 T 为信号周期。

图 1.2 连续信号和离散信号

图 1.3 周期信号

正弦波是基本的连续信号,它可用三个参量表示,即幅度(A)、频率(f)和相位(ϕ)。因此正弦波可表示为

$$S(t) = A \sin(2\pi ft + \phi)$$

图 1.4 是三个参数的不同组合。图 1.4(a) 频率为 1Hz, 周期 T 为 1 秒; 图 1.4(b) 频率和相位同图 1.4(a), 但幅度为 1/2; 图 1.4(c) f 为 2, 周期为 1/2; 图 1.4(d) 相位为 $\pi/4$ 即 45°; 图 1.4 横坐标表示时间, 而图形表示在给定时间的信号值。

在两个正弦波间存在两个简单的关系, 一个是时间关系, 一个是空间关系。定义波长为 λ , 即 1 个周期的距离。假定信号传播速度为 v , 即 $\lambda = vT$, 或表示成 $f = v/\lambda$ 。当 v 等于光速 c 时, 即 $\lambda = 3 \times 10^8$ 米/秒, 是 f 的特例。

图 1.4 $S(t) = A\sin(2\pi f_1 t + \phi)$

1.2.2 频域概念

信号可由多个频率成分组成,如图 1.5 所示。

$$S(t) = \sin(2\pi f_1 t) + 1/3 \sin(2\pi (3f_1)t)$$

图 1.5 多个频率成分组成的信号

它是由频率 f_1 和频率 $3f_1$ 合成,后者是前者的整数倍。频率 f_1 是合成信号的基本频率成分。而信号周期也等于基本频率信号的周期,都等于 T 。

因此,每个信号是一个时域函数 $S(t)$,表示在每一瞬时信号的幅度。也可以是一个频域函数 $S(f)$,表示信号的频率组成。图 1.6 是信号的频域表示,图 1.6(a) 是图 1.5(c) 的信号的频域函数, $S(f)$ 是离散函数。图 1.6(b) 表示单个方波脉冲,在 $-X/2$ 和 $X/2$ 区间内,幅值为 1,其他区间,幅值均为 0。这种情况下的 $S(f)$ 是连续函数。

图 1.6 频域表示

一个信号的频谱是它包含的频率范围。对图 1.5(c)的信号, 频谱范围从 f_1 到 $3f_1$ 。一个信号的绝对频宽是它的频谱的宽度。图 1.5(c) 的频宽是 $2f_1$, 而图 1.6(b)的信号有无限频宽, 但大部分的信号能量包含在相对窄的频带内, 这个频带称有效频带或频带。

图 1.7 是包含有直流成分的信号, 即在图 1.5(c) 的信号上叠加一个直流成分, 图 1.7(b)表示在 $f = 0$, 有一个非 0 的幅值。

图 1.7 具有直流成分的信号

1.2.3 数据率和频带的关系

有效频带是指信号的大部分能量集中在此频带内。虽然一个波形可能覆盖很宽的频带, 但实际上, 任何传输介质只能适应于有限的频带, 也就是在传输介质上能传输的数据率是有限制的。

为了解释数据率和频带的关系, 以图 1.3(b)的方波为例, 正脉冲代表 1, 负脉冲代表 0, 方波代表二进制系统 1010.....。每个脉冲的间距是 $1/2f_1$, 因此数据率为每秒 $2f_1$ 位。为了考察方波的频率成分, 让我们再来观察一下图 1.5(c), 它是由频率 f_1 和 $3f_1$ 两个正弦波叠加而成, 图 1.5(c) 的波形和方波类似。如在图 1.5(c) 的波形上再加一个 $5f_1$ 的正弦波, 构成图 1.8(a)的波形; 再加一个 $7f_1$ 的正弦波, 构成图 1.8(b)的波形。如不断将奇数倍的 f_1 波形加上, 构成的波形就越加接近方波。可用下面表达式表示:

$$S(t) = A \times \sum_{k=1} \frac{1}{k} \sin(2kf_1t) \quad k \text{ 为奇数}$$