

面向 **21** 世纪高等学校电子信息类教材

计算机通信网基础

● 顾尚杰 薛 质 编著

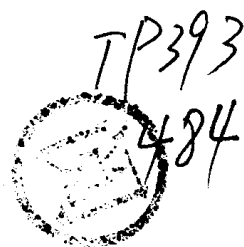


电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

00112430



面向 21 世纪高等学校电子信息类教材

计算机通信网基础

顾尚杰 薛 质 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



北航 C0530684

内 容 简 介

本书主要介绍计算机通信网的基本概念和基本原理,以 OSI 参考模型为基础和线索组织内容,全面系统地讲述分层次的网络体系结构。鉴于 TCP/IP 是目前被广泛接受的事实上的工业标准,所以兼顾 OSI 和 TCP/IP 两大体系,阐述它们的共性问题。内容涵盖了局域网、广域网、互联网(以 Internet 为典型)、ATM 和 B-ISDN 等网络体制,突出了通信子网与资源子网的概念,详细讨论了用于计算机通信的各类通信交换技术,并尽可能地反映较新的进展,如平流层通信等,同时也重视必要的理论分析。书中各章节都附有习题,目的是作为课堂教学的巩固和延续,其中的一些设计性习题可供学生开展讨论。

本书适用于高等学校电子信息类相关专业作为计算机网络教材,亦可供通信领域的科技工作者和对计算机通信感兴趣的读者作为参考资料。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机通信网基础/顾尚杰,薛质编著. —北京:电子工业出版社,2000.9

面向 21 世纪高等学校电子信息类教材

ISBN 7-5053-6055-8

I. 计... II. 顾... III. 计算机通信网-高等学校-教材 IV. TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 65078 号

从书名:面向 21 世纪高等学校电子信息类教材

书 名:计算机通信网基础

编 著 者:顾尚杰 薛 质

责任编辑:卢先河

特约编辑:朱 宇

排版制作:电子工业出版社计算机排版室监制

印 刷 者:北京兴华印刷厂

装 订 者:三河市双峰装订厂

出版发行:电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:27.75 字数:696 千字

版 次:2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-6055-8

TN·1362

印 数:6000 册 定价:32.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;

若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版说明

目前,高校正处于教改时期,新的专业目录已出台,从 99 年秋季开始,各院校开始按新的专业设置进行招生。这样,原来的教材体系结构就很难适应当前调整后的专业需要,因而需要对教材进行相应的改革。为了适应当前教材改革与教材建设的需要,1996 年教育部正式启动了“面向 21 世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划”,许多高等院校经数年的研究与实践,取得了许多重要成果。

为了配合全国各类高校电子信息类专业的教学改革与课程建设,推进高校电子信息类专业新教材的出版工作,在有关专家的倡议和有关部门的大力支持下,组织成立了全国高等学校电子信息类教材编委会;组织参加教育部组织的“电气信息类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究和实践”和“电工电子系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”两项课题的若干著名大学和其他高校的有关教师,讨论怎样尽快落实和实施面向 21 世纪的新教材的编写与出版工作,制定了新的教材出版规划。参加教材编写和编审的学校有:东南大学、北京邮电大学、西安电子科技大学、中国科技大学、华中理工大学、上海交通大学、西安交通大学、南京航空学院、天津大学、解放军信息工程大学等。

编委会一致认为,规划教材应该能够反映当前教学改革的需要,要有特色和一定的前瞻性。规划的教材由个人申报或各校推荐,经编委会认真评审,最后由出版社审定出版。这批规划教材都是教学改革力度大、有创新精神、有特色风格的教材和质量高、可读性好、可教性好的优秀教材,可满足各类高等学校 21 世纪初电子信息类专业及相关专业的教学需要。

限于我们的水平和经验,这批教材在编审、出版工作中还可能存在不少缺点和不足,希望使用本教材的教师、同学和其他广大读者提出批评和建议,以使教材质量不断提高,共同为建设电子信息类专业面向 21 世纪的新教材而努力。

全国高等学校电子信息类教材编委会
电子工业出版社

面向 21 世纪高等学校电子信息类教材编审委员成员名单

主任委员:林金桐

副主任委员:傅丰林 邹家骅 赵尔沅 沈永朝

委 员:林金桐 赵尔沅 乐光新 白中英

邹家骅 沈永朝 刘京南 沈嗣昌

傅丰林 廖桂生 史小卫 李建东

张传生 殷勤业 徐国治 徐佩霞

严国萍 朱定华 王 殊 邓建国

序

计算机通信是现代通信技术领域中的一个重要组成部分。所谓计算机通信网是指多台计算机系统经过通信系统互连起来,使得任何一台计算机可以按其需要随时与其他任何一台或多台计算机相互交换信息,以达到计算机软、硬件及信息资源的共享。当前,计算机通信已经超出了传统意义上的数据通信的范畴,随着计算机信息业务的多样化和综合化,计算机通信系统已经能够传输和交换语音、数据、图像乃至多媒体信息业务。

近年来,计算机通信网有了飞速的发展,Internet 上互连的终端与计算机的数量以及传输和交换的业务量都呈指数增长,它已经给人们的社会生活产生了并将继续产生深远的影响。作为一门高新技术,计算机通信的研究与开发、应用领域的挖掘与扩展,都离不开掌握其技术要领的人才。为了适应电子信息类及相关专业人才培养的需要,顾尚杰和薛质两位老师根据他们多年担任计算机通信网课程教学工作积累的资料和经验,并结合相关研究工作的体会,合作编写了本书,以供通信与电子系统以及计算机、信息处理等专业的研究生和本科高年级学生的教学参考之用。

新世纪中,人才培养很重要的一个方面是他们创新能力的培养。课堂教学中应当着重讲清楚基本概念和基本原理,要注意理论联系实际,同时也要指出学科的发展动态。从本书的内容安排来看,基本符合以上要求。书中强调了基本原理和概念,而简化了协议规范及其细节。全书以 OSI 参考模型为主要线索组织内容,并且结合当前使用比较广泛的 TCP/IP 协议模型,这样有利于对计算机通信体系结构及其原理的叙述和理解。本书把用于计算机通信的各类通信网及相应的交换技术原理单独置于一章中进行讨论,从而突出了通信子网与资源子网的概念,这是本书的特点之一。另外,本书还强调了网络互连技术,对常用的网络互连设备的基本原理作了比较详细的叙述。书中各章末尾都列出了一些习题,其中有些题目是设计性或思考性的。习题部分的内容实际上是课堂教学内容的延续和补充,是整个课程教学中的一个重要环节。建议读者在学习本课程的过程中不要忽略习题这一教学环节,并在整个教学过程中都要努力做到独立思考。

本书内容经我校电子工程系的计算机通信网课程试用多年,受到电子信息类相关专业广大学生的欢迎,甚至其他专业的学生也来修读这门课程。本书也可作为对计算机通信感兴趣的科技工作者的参考资料。



中国科学院资深院士

上海交通大学电子工程系名誉主任、教授

2000 年 4 月于上海

前 言

自从 20 世纪 60 年代末世界上第一个分组交换的计算机通信网 ARPANET 投入运行以来,计算机通信网及其应用得到了飞速的发展,并且已经成为当今信息社会中人的各项社会活动中的有力工具。这种发展的势头还在进一步延续。作为现代通信技术一个组成部分的计算机通信及其网络技术的研究、开发和应用,需要大批掌握其基本原理并具有创新能力的专业人才,而人才的培养是高等院校的主要任务之一。上海交通大学电子工程系自 1984 年起为研究生及本科高年级学生开设了相应的计算机通信网课程。本书是在我们十多年来不断修改补充教学内容的基础上,考虑到学科发展的现状并吸纳了我们自己的部分研究结果编写而成的。

在十多年的教学过程中,我们深切地体验到计算机通信及网络技术发展速度之迅猛,以及它所涉及的学科面之广泛,从而也让我们充分地感受到把本课程浩瀚的内容组织到一本有限学时数课程的教科书中是一项十分困难的任务。根据我们的体会,本课程的教学应重点讲述其基本原理和基本概念。协议对于计算机通信网的运作有决定性的影响,然而若要在课堂上讲述那些枯燥乏味的协议标准不仅学生不易理解而且也是不适宜的。本书中只对一些主要协议所涉及的基本理论基础进行讨论。编写过程中我们努力做到理论与实际兼顾,并尽可能反映较新的进展。

计算机通信网的体系结构有多种,有一点却是共同的,即采用分层的体系结构,其中又以国际标准化组织的开放系统互连参考模型(OSI/RM)和美国 DoD 模型(通常称作 TCP/IP 协议模型)为两大具有代表性的体系结构。OSI/RM 提供了对网络内部结构及运作原理清晰的描述,因此本书以 OSI/RM 为基础和线索组织内容,但又不拘泥于它所定义的七个层次,目的是希望读者能运用 OSI/RM 的概念去认识和理解其他体系结构的原理。TCP/IP 是被广泛接受的一种事实上的工业标准。本书在讨论计算机通信网原理时,兼顾 OSI 和 TCP/IP 两大体系,力图阐述它们的共性问题。

纵观目前世界上所有的计算机通信网,用于载送计算机数据乃至多媒体信息(即通常所说的应用进程)的通信平台包括了从电路交换的电话网、局域网到 ATM 宽带综合通信网的所有现有的通信网络。本书中,采用并突出了通信子网与资源子网的概念,把用于计算机通信的各类通信交换技术单独列于一章中讨论。目前,Internet 还在以超常的速度发展。事实上,Internet 是由许许多多各种不同的网络互联而成的,网络互联技术是使 Internet 不断延伸和扩展的重要手段。为了呼应这种发展趋势,本书中也给网络互联及其基本原理以充分的重视。网络管理和网络安全问题是有关计算机通信网高效地运行和安全方便地使用中很重要,并日益受到重视的两个问题,然而它们所涉及的理论基础除部分与网络有关以外,主要属于其他相关的学科范畴,甚至可以成为独立的课程,因此,本书中只在最后一章给予简单的介绍而不作深入讨论。

本书可以作为通信与电子系统及相关专业的研究生及本科高年级学生相应课程的教材,亦可作为通信及计算机类和其他对计算机通信感兴趣的科技工作者的参考资料。书中

各章节都附有习题,习题不仅仅是为了便于学生复习思考,更主要的是作为课堂教学的一种延续。书中所附的某些设计性习题可用来组织学生进行讨论。

我们要真诚地感谢许多关心、支持编写本书的人们。首先,我们要感谢中国科学院资深院士、上海交通大学电子工程系名誉主任张煦教授,他十多年来始终关心本课程的教学工作,热诚地鼓励我们在教学中更新课程内容、改革教学方法,并对本书的编写给予积极的支持和指导,还为本书写了序。其次,我们要感谢上海交通大学电子工程系主任徐国治教授为积极推荐和联系本书出版而付出的努力和帮助。还要感谢上海交通大学电子工程系前任系主任、通信与信息系统首席责任教授、现代通信研究所所长诸鸿文教授所给予的关心、支持和帮助。书中部分章节采用了刘益林博士的学位论文内容,感谢刘博士的慷慨。在本书的出版过程中,得到了电子工业出版社卢先河博士的大力支持,在此致以诚挚的谢意。这里还要特别提出感谢的是,中国科技大学徐佩霞教授和北京邮电大学石柏铭教授在百忙之中仔细审阅了书稿,提出了宝贵的意见。

限于时间及编著者的学识水平,书中不当之处恳望指正。

编 著 者

2000 年 8 月

于上海交通大学

目 录

第 1 章 计算机通信网概述	(1)
1.1 计算机通信和计算机通信网的概念	(1)
1.1.1 计算机通信和通信网	(1)
1.1.2 计算机网络与分布系统	(4)
1.1.3 计算机通信网的组成	(4)
1.1.4 网络结构	(6)
1.2 网络硬件	(8)
1.2.1 传输技术	(8)
1.2.2 网络规模	(8)
1.2.3 LAN、MAN、WAN 和互联网的基本结构	(9)
1.3 网络软件及协议体系结构	(11)
1.3.1 通信协议	(12)
1.3.2 协议的分类	(13)
1.3.3 协议的三个要素	(14)
1.3.4 分层的协议体系结构	(14)
1.3.5 协议体系结构实例	(15)
1.4 主要设计问题	(25)
1.4.1 解决设备的非兼容性	(25)
1.4.2 协调发送和接收	(26)
1.4.3 提高可靠性,减小差错	(27)
1.4.4 优化性能	(27)
1.4.5 网络管理	(28)
1.4.6 各层的设计问题	(28)
1.5 本书的主要内容	(29)
复习题	(29)
思考与讨论	(30)
第 2 章 协议分层的基本原理	(31)
2.1 OSI/RM 概述	(31)
2.1.1 OSI/RM 的目的	(31)
2.1.2 开放系统的基本概念	(31)
2.1.3 开放系统互连环境	(33)
2.2 分层原理	(34)
2.2.1 层的概念	(35)
2.2.2 虚拟通信与实信息流	(36)

2.2.3 服务与服务访问点	(37)
2.2.4 N 实体、 (N) SAP 与 $N+1$ 实体传递服务的规则	(38)
2.2.5 N 协议	(39)
2.2.6 标识符	(40)
2.2.7 地址映射	(41)
2.3 连接及其操作	(43)
2.3.1 N 连接	(43)
2.3.2 连接的建立与释放	(44)
2.3.3 连接的复用与分用	(45)
2.4 数据传送	(46)
2.4.1 数据单元及其组成	(46)
2.4.2 正常数据、加速数据和特权数据	(49)
2.4.3 数据单元的分与合	(50)
2.5 服务原语	(51)
2.5.1 原语及其主要类型	(51)
2.5.2 原语交互时序	(52)
2.5.3 服务原语与 PDU	(54)
2.6 ISO 选择 OSI/RM 层次的原则	(54)
2.7 OSI/RM 与 TCP/IP 模型的比较	(55)
2.7.1 两者的比较	(55)
2.7.2 对 OSI 模型和协议的批评	(56)
2.7.3 对 TCP/IP 模型的批评	(58)
复习题	(59)
思考与讨论	(59)
第 3 章 现代通信网及其交换技术	(60)
3.1 电话网与电路交换	(60)
3.1.1 电话网的分级结构	(60)
3.1.2 电路交换基本原理	(61)
3.1.3 交换结构	(62)
3.2 数据网与分组交换	(67)
3.2.1 电路交换不适合计算机通信	(67)
3.2.2 存储-转发机制	(67)
3.2.3 从报文交换到分组交换	(68)
3.2.4 异步复用、标记交换与虚电路	(73)
3.2.5 电路交换与分组交换的比较	(76)
3.3 分组最佳长度	(78)
3.4 其他通信网简介	(80)
3.4.1 数据通信网	(80)
3.4.2 综合业务数字网(ISDN)	(87)

3.4.3 宽带综合业务数字网(B-ISDN)与 ATM	(91)
3.4.4 无线数据通信网	(97)
3.4.5 平流层通信	(104)
复习题.....	(109)
思考与讨论.....	(110)
第4章 数据链路层	(111)
4.1 数据链路层的设计问题	(111)
4.1.1 向网络层提供的服务	(111)
4.1.2 帧的构成	(113)
4.1.3 差错控制	(115)
4.1.4 流量控制	(116)
4.2 差错检测和纠正	(116)
4.2.1 差错检测的基本概念	(117)
4.2.2 奇偶校验码	(119)
4.2.3 循环冗余码	(120)
4.3 反馈重发差错控制的基本原理	(123)
4.3.1 三种 ARQ 方案	(124)
4.3.2 通信效率	(133)
4.3.3 最佳分组长度	(136)
4.4 滑动窗口式流量控制	(137)
4.4.1 采用帧确认的滑窗式流控	(138)
4.4.2 采用许可证的滑窗式流控	(143)
4.4.3 采用信用证的滑窗式流控	(144)
4.5 协议的描述方法	(146)
4.5.1 协议开发过程	(146)
4.5.2 协议的形式描述	(147)
4.6 数据链路层协议实例	(159)
4.6.1 高级数据链路控制(HDLC).....	(160)
4.6.2 Internet 中的 PPP 协议	(169)
复习题.....	(172)
思考与讨论.....	(173)
第5章 介质接入控制	(174)
5.1 广播信道的分配问题	(174)
5.1.1 静态分配法	(174)
5.1.2 动态信道分配	(175)
5.2 查询技术	(177)
5.2.1 两种最常用的查询方法	(177)
5.2.2 查询系统性能分析.....	(178)
5.2.3 自适应查询——适应树搜索协议	(182)

5.3 随机接入:纯 ALOHA 和时隙 ALOHA	(185)
5.3.1 纯 ALOHA	(185)
5.3.2 时隙 ALOHA	(186)
5.3.3 预约 ALOHA	(188)
5.4 随机接入:CSMA	(189)
5.4.1 CSMA 原理和基本方式	(190)
5.4.2 CSMA/CD 方式	(191)
5.4.3 不同 CSMA 方式的性能分析	(192)
5.5 无冲突协议	(195)
5.5.1 预约类协议	(195)
5.5.2 令牌类协议	(196)
5.6 关于 IEEE 802 标准	(198)
5.6.1 IEEE 802.3 标准及以太网	(201)
5.6.2 IEEE 802.4 标准:令牌总线	(203)
5.6.3 IEEE 802.5 标准:令牌环	(207)
5.6.4 三种局域网标准的比较	(211)
5.7 无线局域网	(213)
复习题	(216)
思考与讨论	(217)
第 6 章 路由选择与网络拥塞控制	(219)
6.1 概述	(219)
6.1.1 网络层的任务	(219)
6.1.2 向传输层提供的服务	(219)
6.1.3 网络层的内部结构	(223)
6.2 路由选择算法	(226)
6.2.1 关于路由选择	(226)
6.2.2 简单路由选择算法	(230)
6.2.3 最短路径法	(232)
6.2.4 自适应路由选择	(239)
6.3 网络流量控制	(243)
6.3.1 流量控制的作用	(243)
6.3.2 流量控制的主要功能	(244)
6.3.3 流量控制所经历的层次	(245)
6.3.4 流控技术——集中式流控	(246)
6.3.5 流控技术——分布式流量控制	(247)
6.4 宽带网络中的拥塞控制机制	(248)
6.4.1 概念	(248)
6.4.2 ABR 业务的拥塞控制机制	(250)
6.4.3 ATM 流量控制机制的性能评价	(253)

6.5 TCP/IP 的拥塞控制机制	(254)
6.6 网络层标准实例——X.25 简介	(257)
6.6.1 X.25 产生的背景及其层次结构	(257)
6.6.2 X.25 的分组格式与流量控制	(259)
复习题	(264)
思考与讨论	(264)
第 7 章 网络互联	(265)
7.1 网络互联的概念	(265)
7.1.1 网络互联的要求	(265)
7.1.2 互联设备的类型	(265)
7.1.3 网络互联应考虑的问题	(267)
7.1.4 网络之间的差别	(267)
7.2 网桥	(269)
7.2.1 网桥的定义	(269)
7.2.2 使用网桥的优缺点	(271)
7.2.3 生成树网桥(透明网桥)	(272)
7.2.4 源路由网桥	(276)
7.2.5 802 网桥的比较	(278)
7.3 路由器和网关	(279)
7.3.1 X.75	(280)
7.3.2 DoD 的 IP 协议	(281)
7.3.3 ICMP、ARP 和 RARP 协议简介	(286)
7.3.4 ISO 的 IP 协议	(287)
7.4 互联网路由选择	(288)
7.5 一种多协议路由器的架构	(289)
7.5.1 多协议路由器的互联方案	(289)
7.5.2 多协议路由器的互联拓扑与特点	(293)
7.5.3 IP 流交换与 IP 数据包转发	(293)
复习题	(295)
思考与讨论	(296)
第 8 章 传输层	(297)
8.1 传输层的一般概念	(297)
8.1.1 传输层的功能	(298)
8.1.2 网络服务类型和传输协议等级	(298)
8.2 传输层处理的独特问题	(300)
8.2.1 端到端差错控制	(300)
8.2.2 端到端传输连接管理	(301)
8.2.3 传输层超时和拥塞控制	(303)
8.3 传输服务	(304)

8.3.1 传输服务分类与功能	(305)
8.3.2 传输服务质量(QoS)	(306)
8.3.3 传输服务原语	(307)
8.3.4 状态转移图	(314)
8.4 传输协议	(315)
8.4.1 TPDU 的确定	(315)
8.4.2 传输协议的规程要素	(321)
8.4.3 寻址	(325)
8.5 传输协议实例	(327)
8.5.1 Internet 的传输控制协议 TCP	(327)
8.5.2 用户数据报协议 UDP	(333)
复习题	(334)
思考与讨论	(334)
第9章 计算机通信网的高层	(335)
9.1 会话层简介	(336)
9.1.1 会话层服务的功能单元	(337)
9.1.2 对话管理与对话同步	(338)
9.1.3 活动管理	(340)
9.1.4 会话服务原语	(341)
9.1.5 会话协议	(344)
9.2 表示层简介	(346)
9.2.1 表示层的概念与功能	(347)
9.2.2 语法转换	(348)
9.2.3 表示上下文	(350)
9.2.4 表示服务原语和协议	(351)
9.3 应用层简介	(352)
9.3.1 应用实体的模型	(353)
9.3.2 应用服务元素 ASE	(354)
9.3.3 OSI 应用层协议和 Internet 应用层	(356)
9.4 支持应用的两个重要方面	(356)
9.4.1 网络安全	(356)
9.4.2 网络管理	(363)
9.5 OSI 的应用服务元素	(371)
9.5.1 联系控制服务元素(ACSE)	(371)
9.5.2 可靠传送服务元素(RTSE)	(374)
9.5.3 远程操作服务元素(ROSE)	(377)
9.5.4 托付、并发和恢复(CCR)	(381)
9.6 ASN.1 简介	(384)
9.6.1 抽象语法表示法 1——ASN.1	(384)

9.6.2	ASN.1 的基本编码规则	(391)
9.7	专用服务元素举例:MHS 与目录服务	(394)
9.7.1	X.400 MHS 体系	(394)
9.7.2	SMTP 与电子邮件	(401)
9.7.3	目录服务 DS 与域名系统 DNS	(405)
9.8	其他专用服务元素	(411)
9.8.1	FTAM 与 FTP	(411)
9.8.2	虚拟终端(VT)与远程登录(Telnet)	(416)
9.8.3	WWW 系统与 HTTP	(421)
	复习题	(423)
	思考与讨论	(424)
	主要参考书目	(425)

第 1 章 计算机通信网概述

计算机的出现,带来了一场伟大的信息化的变革,计算机的应用现在已经遍及各行各业、千家万户。在计算机应用发展的过程中,产生了计算机与计算机之间进行信息交换的要求,于是就出现了计算机通信。

计算机通信,实际上可以追溯到 20 世纪 50 年代的军事应用,例如连接各种传感装置、武器系统、指挥控制中心等。美国在 50 年代初设计的 SAGE(Semi-Automatic Ground Environment System)就是一种典型的例子。它们在主机与外设之间进行通信,而主机之间不直接进行信息交换。而 60 年代末开始研究与建立的 ARPANET,第一次把主机与主机之间的通信作为研究的主要目标。目前,计算机通信的应用已经深入到银行金融系统、订票系统、商店、办公自动化、工厂自动化和家庭等各个领域,共同的特点是要求在各自的计算机(或计算机系统)之间互换信息。如图 1-1 所示。

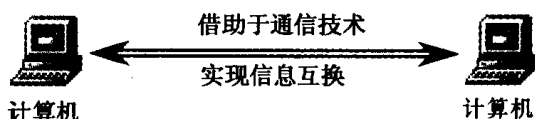


图 1-1 计算机之间的通信

若要求交换信息的计算机有三台或三台以上,则它们之间必须通过通信网络,并以彼此相互协调(高度合作)的方式来传递信息。

本书的主要内容就是讨论如何才能将要求相互通信的计算机互连起来,并实现有序的信息交换,使它们最大限度地表现出良好的性能,以满足日益发展的应用需求。

1.1 计算机通信和计算机通信网的概念

1.1.1 计算机通信和通信网

计算机通信是由两个主要的技术领域发展演变而来的,一是计算机技术,另一个是通信技术。计算机与通信的相互结合主要有两个方面。一方面,通信网络为计算机之间的数据传递和交换提供了必要的手段;另一方面,数字计算技术的发展渗透到通信技术中,又提高了通信网络的各种性能。现代的 Telecommunication 一词可以说包括了这两方面的技术,计算机通信也从属于 Telecommunication 的范畴。

为了协同工作的目的,在两台或多台“自治的”计算机之间经由数据通路(包括通信网络)进行的信息交换,通常称作计算机通信。关于“自治”,可理解为如果一台计算机能够强

迫启动、关闭或控制另一台计算机,则它们不是自治的计算机。所谓计算机通信网是指能够互换信息且独立自治的计算机及通信子网的集合,可以形式化地描述为:

$$\text{计算机通信网} = \{ \text{计算机主机, 通信子网, 协议} \mid \text{自治的主机按协议经通信子网互连} \}$$

从这个简单定义来看,计算机通信网涉及三个方面的问题:

- (1)必须有两台(或两台以上)自治的计算机互相连接起来才能构成网络;
- (2)需要一条通道(或通信子系统)才能把两台或两台以上的计算机连接起来;
- (3)计算机之间要交换信息,彼此之间就需要有某些规定和约定,这就是通信协议(protocol)。

计算机通信网以传输信息为主要目的。人们对计算机通信网的研究主要集中在网络中的信息如何高效、可靠地传输;为实现网络中的计算机之间的通信应遵从什么样的传输协议;对网络中的通信设备如何控制和管理等。至于网络中传送的信息具有什么含义则是次要的。

与计算机通信网类似的概念是计算机网络,在计算机网络中,人们关心的是如何共享网络中的资源,这也是当初把计算机互连成网的主要目的。在计算机通信和计算机网络的发展过程中,人们也从不同侧面给出了有关的解释,但至今尚未对这两个概念给出过确切的定义。以下简要地说明这些解释与本书中讨论的计算机通信网之间的关系。

从信息传输的广义观点出发,将计算机网络的概念解释为“以计算机之间传输信息为目的而相互连接起来,实现远程信息处理的系统”。这种观点不仅包括端计算机(主机),而且也包括用于处理通信和控制主机的计算机,如集中器、复用器、终端控制单元等,因此其涵盖面超出了本书所要讨论的计算机通信网的范畴。

从资源共享的观点出发,计算机网络被解释为“以能够相互共享资源(硬件、软件和数据)的方式连接起来,并且各自具备独立功能的计算机系统的集合体”。这种观点不着眼于通信本身,主要考虑的是计算机系统的互连和共享资源的管理。网络中的资源由网络操作系统统一管理,网络操作系统为用户提供了操纵网络、共享资源的统一接口。而网络操作系统是在计算机通信网之上运行的,因此比单机应用环境中的操作系统要复杂得多。从这个角度说,计算机通信给计算机网络的运作提供了支撑,为其创造了信息互通和资源共享的环境。

从数据通信的角度出发,计算机网络可认为是“由一个网络操作系统自动管理用户任务所需的资源,而使整个网络就像对广大用户是透明的计算机大系统”。这种观点较接近于面向终端的分布式计算机系统(即多台主机连接多个远程或本地终端),但近来已经不属于计算机通信网的研究范畴。

为了更好地理解计算机通信的概念,下面从计算机技术和通信技术相互发展、相互渗透的角度来进一步阐述这两者的关系。

(1) 从通信到计算机

提供话音、数据、图像和视频传输服务的通信设备对于数字技术和计算机系统的依赖正在不断地增加。我们以电话网这一最常见的通信系统为例,来考察通信向计算机技术渗透的趋势。这主要表现在两个方面,其一是电话网的不断发展和演变,另一方面是用户业务需求的不断增长。

目前网络设计者正不断地把数字技术用于传输和交换,原先的电话网都是采用模拟技