

新
版

21世纪

高职高专系列教材

计算机网络实用教程

◎贾永江 主编

 提供电子教案增值服务



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高职高专系列教材

计算机网络实用教程

贾永江 主编

宋 来 闫利平 杨延军 朱艳红 等参编



机械工业出版社

本书作者结合多年的教学经验,高职“计算机网络”课程教学的实际需求而编写的。书中介绍了计算机网络的基本概念、通信技术的基础知识、局域网的体系结构与标准、局域网设备与系统集成、Windows Server 2003 和 Linux 组网、交换机和路由器的配置以及网络安全等内容。教学中可根据学校“计算机网络”课程的学时安排、实验环境及具体情况作适当的删选。

本书前几章主要介绍网络的基础知识,较为系统并容易理解,以适应高职高专的教学要求;后几章侧重设备介绍、布线、组网及网络安全等应用性内容,以培养学生的动手操作能力。本书可作为高职高专院校计算机及相关专业的教材,也可作为其他计算机网络技术学习者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实用教程/贾永江主编. —北京:机械工业出版社,2007.7

(21 世纪高职高专系列教材)

ISBN 978-7-111-21671-1

I. 计… II. 贾… III. 计算机网络—高等学校:技术学校—教材

IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 089415 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划:胡毓坚

责任编辑:张 化

责任印制:杨 曦

三河市国英印务有限公司印刷

2007 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·16.5 印张·404 千字

0001—5000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-21671-1

定价:23.00 元

凡购本书,如有缺页,倒页,脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379739

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专计算机专业系列教材

编委会成员名单

主 任 周智文

副主任 周岳山 林 东 王协瑞 赵佩华
程时兴 吕何新 陈付贵 朱连庆
陶书中

委 员 (按姓氏笔画排序)

马 伟	马林艺	卫振林	于恩普
王养森	王 泰	王德年	刘瑞新
余先锋	陈丽敏	汪赵强	姜国忠
赵国玲	赵增敏	顾可民	贾永江
顾 伟	陶 洪	龚小勇	眭碧霞
曹 毅	鲁 辉	翟社平	

秘书长 胡毓坚

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“21世纪高职高专系列教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- (1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- (2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- (3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- (4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- (5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

计算机网络的广泛应用,要求越来越多的人掌握计算机网络的基本知识、维护计算机网络、为计算机网络使用者提供技术支持或组建网络。本书讲述了计算机网络的基本概念、通信技术的基础知识、局域网技术、网络设备、网络操作系统等内容。读者通过学习本书,能够较系统地掌握网络基本知识,学会设计和组建简单的计算机网络,能够进行基本的网络维护。这是本书编写的初衷,也是本书力求要达到的目标。

全书共分 8 章。第 1 章重点介绍了网络的基本概念和网络体系结构;第 2 章介绍了通信技术的基础知识;第 3 章介绍了局域网技术和标准;第 4 章介绍了局域网设备和组网技术;第 5 章介绍了 Windows Server 平台下的组网技术;第 6 章介绍了 Linux 组网技术;第 7 章介绍了交换机和路由器的基本配置;第 8 章介绍网络安全技术。

本书紧密结合高职高专教学的特点,以理论够用为度,突出实际应用,力求用简练通俗的语言,结合直观的图形说明,循序渐进地、系统地进行讲解,使读者容易学习和掌握。

本书由贾永江主编,参加编写的还有宋来、闫利平、杨延军、朱维璐、刘玉章、宋宏伟、朱艳红、张文辉、李文艳、王辉等。本书的编写工作得到了 21 世纪高职高专系列教材编委会和机械工业出版社的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,书中难免有不当之处,敬请广大读者和专家批评指正。

为了配合本书的教学,机械工业出版社为读者提供了电子教案,读者可在 www.cmpbook.com 上下载。

编者

目 录

出版说明

前言

第1章 计算机网络概述 1

1.1 计算机网络的概念 1

1.1.1 计算机网络的发展 1

1.1.2 计算机网络的定义 5

1.2 计算机网络的组成 5

1.2.1 资源子网的概念 6

1.2.2 通信子网的概念 6

1.3 计算机网络的体系结构 7

1.3.1 协议与层次体系结构 7

1.3.2 OSI的体系结构 9

1.3.3 TCP/IP的体系结构 13

1.4 计算机网络的拓扑结构 18

1.5 计算机网络的分类 21

1.5.1 按通信方式分类 21

1.5.2 按网络的地理覆盖范围分类 21

1.6 计算机网络的作用与影响 22

1.6.1 计算机网络的功能 22

1.6.2 计算机网络的影响 23

1.7 习题 24

第2章 数据通信基础 26

2.1 数据通信的基本概念 26

2.1.1 通信模型 26

2.1.2 信息、数据与信号 27

2.1.3 通信方式 28

2.2 基带传输与频带传输 30

2.2.1 基带传输 30

2.2.2 频带传输 31

2.2.3 调制解调器 33

2.3 传输介质及其主要特性 35

2.3.1 传输介质的主要类型 35

2.3.2 双绞线 35

2.3.3 同轴电缆 36

2.3.4 光缆 38

2.3.5 无线传输介质 39

2.3.6 几种传输介质的比较与选择 40

2.4 多路复用技术 41

2.4.1 时分多路复用 TDM 42

2.4.2 频分多路复用 FDM 43

2.4.3 波分多路复用 WDM 43

2.4.4 码分多路复用 CDMA 44

2.5 数据交换技术 44

2.5.1 线路交换 44

2.5.2 存储转发 46

2.5.3 数据报 47

2.5.4 虚电路 48

2.6 差错控制技术 49

2.6.1 差错类型 50

2.6.2 误码率的定义 50

2.6.3 差错控制与差错控制编码 51

2.6.4 几种常见差错控制码 52

2.6.5 差错控制机制 54

2.7 习题 55

第3章 局域网技术 58

3.1 局域网概述 58

3.1.1 局域网的定义和技术特点 58

3.1.2 局域网的拓扑结构 59

3.2 局域网体系结构 60

3.2.1 IEEE 802 参考模型 60

3.2.2 IEEE 802 标准 61

3.3 共享式局域网的基本工作

原理 62

3.3.1 CSMA/CD 62

3.3.2 令牌环(Token Ring) 65

3.3.3 令牌总线(Token Bus) 67

3.3.4 三种局域网的比较 70

3.4 高速局域网 71

3.4.1 快速以太网技术 71

3.4.2 光纤分布式数据接口 73

3.4.3 千兆位以太网	75	5.4.2 客户机设置	129
3.5 交换式局域网	76	5.4.3 用户管理与访问控制	131
3.5.1 交换式局域网概述	76	5.4.4 网络打印机的安装与管理	134
3.5.2 局域网交换机工作原理	77	5.5 DNS 的配置	137
3.5.3 虚拟局域网	78	5.5.1 DNS 的基本概念	137
3.6 习题	79	5.5.2 配置 DNS	137
第 4 章 网络设备与局域网组网	82	5.6 DHCP 的配置	141
4.1 组网设备	82	5.6.1 DHCP 的基本概念	141
4.1.1 网络服务器	82	5.6.2 配置 DHCP	142
4.1.2 工作站	85	5.7 FTP 服务的配置	148
4.1.3 网卡	86	5.7.1 FTP 服务概述	148
4.1.4 集线器	88	5.7.2 配置 FTP 服务器	148
4.1.5 交换机	90	5.8 WWW 服务的配置	149
4.1.6 路由器	94	5.8.1 WWW 服务概述	149
4.2 局域网组网	95	5.8.2 配置 WWW 服务器	150
4.2.1 基带同轴电缆组网	95	5.9 习题	155
4.2.2 双绞线组网	96	第 6 章 Linux 组网	158
4.3 综合布线技术	102	6.1 TCP/IP 网络配置	158
4.3.1 综合布线技术概述	102	6.1.1 以命令行方式启动网络配置	158
4.3.2 综合布线系统的组成	106	6.1.2 以图形方式配置网络	159
4.3.3 综合布线系统组网部件	109	6.2 DNS 服务器	159
4.3.4 综合布线系统标准	109	6.2.1 DNS 服务器的设置	159
4.3.5 综合布线系统的设计等级	110	6.2.2 启动 DNS 服务器	162
4.3.6 综合布线系统的设计方法	111	6.2.3 测试 DNS	163
4.4 习题	112	6.3 DHCP 服务器	163
第 5 章 Windows Server 2003 组网	114	6.4 FTP 服务器	168
5.1 Windows 2003 概述	114	6.5 Apache 服务器	174
5.2 Windows 2003 的安装	115	6.5.1 Apache 简介	174
5.2.1 安装前的准备	115	6.5.2 Apache 2.0 的安装	174
5.2.2 Windows 2003 的安装	115	6.5.3 rfcache 服务器的配置	175
5.2.3 启动和关闭 Windows Server 2003	117	6.6 习题	182
5.2.4 卸载 Windows 2003	118	第 7 章 交换机与路由器	185
5.3 对等网络的配置	118	7.1 交换机基本配置与升级	185
5.3.1 组建对等网的硬件、软件要求	118	7.1.1 中低端交换机配置方式	185
5.3.2 工作组设置	120	7.1.2 中低端交换机常用配置命令	190
5.3.3 共享目录设置与访问	121	7.1.3 中低端交换机的软件升级 方法	195
5.4 非对等网络配置	124	7.2 交换机的端口配置	197
5.4.1 服务器设置	124	7.2.1 交换机端口常用配置	197

7.2.2 配置端口聚合	199	第 8 章 网络安全技术	220
7.3 VLAN 的配置	200	8.1 网络的攻击与威胁分析	220
7.3.1 VLAN 的基本配置	200	8.1.1 使用 tracert 命令检测路由和拓扑结构信息	220
7.3.2 PVLAN 的配置	204	8.1.2 使用工具进行网络监测和扫描	222
7.4 STP 的配置	205	8.1.3 网络监听攻击	228
7.5 路由器基本配置与升级	206	8.1.4 拒绝服务攻击	233
7.5.1 通过 Console 口配置路由器	207	8.2 操作系统的安全	237
7.5.2 通过 Telnet 方式配置路由器	208	8.2.1 操作系统的基本安全配置	237
7.5.3 路由器基本配置命令	208	8.2.2 利用注册表完善系统的安全配置	240
7.5.4 路由器升级配置	210	8.2.3 关闭不需要的端口	241
7.6 路由协议配置	211	8.3 网络安全与防火墙	244
7.6.1 静态路由配置	211	8.3.1 防火墙的基本知识	244
7.6.2 RIP 协议配置	212	8.3.2 防火墙的基本配置	248
7.7 广域网协议配置	214	8.4 习题	251
7.7.1 PPP 协议配置	215	参考文献	253
7.7.2 HDLC 配置	216		
7.7.3 Frame Relay 配置	216		
7.7.4 帧中继子接口配置	217		
7.8 习题	218		

第 1 章 计算机网络概述

本章要点

- 计算机网络发展的四个阶段及各阶段的技术特点
- 计算机网络的定义、基本知识和基本概念
- 计算机网络体系结构的基本概念
- OSI 和 TCP/IP 参考模型的层次结构、各层基本功能、相关协议
- IP 地址的概念、IP 地址分类及子网掩码
- 域名系统及相关概念
- 计算机网络拓扑结构
- 计算机网络的类型
- 计算机网络的功能

1.1 计算机网络的概念

1.1.1 计算机网络的发展

计算机网络的发展经历了一个从简单到复杂的过程。从为解决远程计算机信息的收集和而形成的联机系统开始,发展到以资源共享为目的而互联起来的计算机网络。计算机网络的发展历史,大致可以划分为四个阶段。

1. 面向终端的计算机通信网

1946 年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生时,计算机技术与通信技术并没有直接的联系。1954 年,人们开始使用一种叫做收发器的终端。该设备是一种具有通信功能的输入/输出设备,它可以通过电话线路与远程的计算机连接起来,把数据传给远程的计算机,远程的计算机处理完数据,再将结果传回终端。和计算机连接时,必须在计算机上增加一个称为线路控制器的设备,作为计算机与远程终端的接口,用于在计算机和电话系统间进行必要的数据转换和控制。另外,还需要调制解调器(Modem)连接电话系统和计算机、电话系统和终端,使数字数据能通过电话线进行传输。这种可以远程使用计算机的系统称为具有通信功能的单机系统或远程终端系统,如图 1-1 所示。美国半自动地面防空系统是其典型的应用,它将远程雷达与其他测量设施测到的信息通过通信线路与一台 IBM 计算机连接,进行集中的防空信息处理与控制。

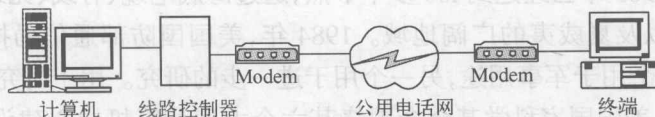


图 1-1 远程终端系统

20 世纪 60 年代初,随着远程终端数量的增多,为避免一台计算机连接多个线路控制器,出现了多重线路控制器。它可以和多个远程终端相连接。这种多终端联机系统属于远程多终端系统,如图 1-2 所示。

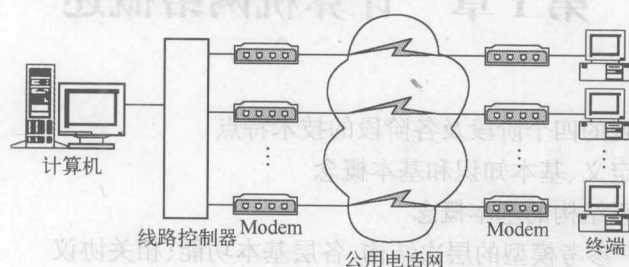


图 1-2 使用多重线路控制器的远程多终端系统

当计算机的远程终端不断增加时,计算机用于同远程终端进行通信的开销也会大大增加,这会影响到计算机处理用户信息。为此,专门设置一台性能较差的计算机,用于处理计算机和终端的通信,称为前端处理机。主计算机主要进行数据处理。这种带有前端处理机的系统被称为多主机系统。

上述计算机与通信结合的产物,称为面向终端的计算机通信网络。按现代计算机网络的定义,还算不上是计算机网络,只能叫做计算机网络发展的雏形。在此阶段完成了数据通信技术与计算机通信网络的研究,为计算机网络的产生做好了技术准备。

2. 分组交换网

这一阶段从 20 世纪 60 年代中期开始到 70 年代初,主要成果是对分组交换技术的理论研究以及分组交换实验网的成功运行。

通常,我们将要发送的整个数据块称为一个报文。在发送报文之前,先将报文划分成若干小的等长数据段,在每一个数据段前面,加上首部,就构成了一个分组。分组也称为“包”,而分组的首部也可称为“包头”。首部中包含了目的地址、源地址和一些重要控制信息,非常重要。分组交换网只有从分组的首部才能获知此分组来自何处,应该发往何处。

相对于面向终端的计算机通信网采用的线路交换技术,分组交换更适合于计算机的突发数据,而且允许多个用户数据共享通信线路、动态决定传输路由等,具有线路利用率高、数据格式灵活、传输速度快、传输可靠等优点,成为 20 世纪 70 年代计算机网络的主要形式。

这一时期的典型代表是美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Projects Agency, ARPA)的 ARPAnet(通常称为 ARPA 网)。因为冷战的需要,1969 年美国国防部高级研究计划局提出将多台计算机互联的课题,设计目标是当网络的一部分遭受敌方打击被破坏时,其余部分仍能正常运行。1969 年 12 月,只有 4 个节点的 ARPAnet 投入运行,到 1973 年,ARPAnet 发展到 40 个节点,1983 年已经达到 100 多个节点,通过海底电缆、有线、无线通信线路,覆盖了从美国本土到欧洲以及夏威夷的广阔地域。1984 年,美国国防部通信局把 ARPAnet 拆分成两个独立的网络,一个用于军事用途,另一个用于进一步的研究。用于研究的部分仍然被称为 ARPAnet。1985 年,美国国家科学基金会围绕其六个大型计算机中心建设计算机网络,称为 NSFnet,覆盖了全美的主要大学和研究所。在随后的年代里,NSFnet 逐渐替代了 ARPAnet 成

为网络主干,并最终形成覆盖全球、影响巨大的 Internet。

3. 计算机网络系统结构的形成

20 世纪 70 年代,随着分组交换网技术成熟和对计算机局域网应用的研究,计算机网络迅速发展并得到更广泛应用。一些大的计算机公司纷纷开展计算机网络研究与产品开发工作,各自提出了不同的网络体系结构与网络协议,例如 IBM 公司的 SNA(System Network Architecture)、DEC 公司的 DNA(Digital Network Architecture)与 UNIVAC 公司的 DCA(Distributed Computer Architecture)等。

不同公司的网络体系结构的出现,使得同一家公司所生产的各种设备能够很容易地互连成网,但与其他公司的产品互连就成了问题。这种情况显然有利于一家公司垄断自己已有的产品市场。用户一旦购买了某个公司的网络产品,当需要扩容升级时,就只能继续购买这个公司的产品。否则,由于网络体系结构的不同,互相之间就难以连通。到 70 年代后期,人们逐步认识到这个问题在计算机网络发展中的重要性,那就是网络体系结构与协议标准的不统一,最终会阻碍计算机网络自身的发展和应用。

为了解决标准不一,不同厂家的产品不能互连的问题,国际标准化组织信息处理系统技术委员会(ISO TC 97)于 1978 年成立了分委员会(SC 16)专门进行研究。不久,他们提出了一个试图使各种计算机在世界范围内都能互连成网的标准框架,即著名的开放系统互连参考模型 OSI/RM(Open Systems Interconnection Reference Model),简称为 OSI。1983 年正式批准为国际标准,即 ISO 7498。在 80 年代,ISO 与 CCITT 等国际标准组织分别为参考模型的各个层次制定了一系列的协议标准,组成了一个庞大的 OSI 基本协议集,网络互连已成为计算机网络领域中的一个重要研究内容。尽管人们对 OSI 参考模型的评价褒贬不一,也没有一个实际的产品完全符合 OSI 模型,但 ISO 的 OSI 参考模型与协议的研究成果对推动网络体系结构理论的发展起了很大的作用。

20 世纪 70 年代初,随着计算机的广泛应用,一些大学和研究机构为了实现局部区域内多台计算机共享资源,开始了计算机局域网互连的研究,为局域网技术的发展奠定了基础。80 年代,微型计算机的普及和迅速发展,极大地推动了局域网技术的发展。出现了 Xerox、DEC、Intel 合作推出的以太网(Ethernet)、IBM 公司的令牌环网(Token Ring)等典型局域网产品。1980 年 2 月,美国电气和电子工程师学会(IEEE)成立了局域网标准化委员会(即 IEEE 802 委员会),专门从事局域网标准化工作,随后提出了局域网的体系结构,即著名的 IEEE 802 参考模型并形成了一系列的标准,称为 IEEE 802 标准。1984 年,IEEE 802 标准被采纳为国际标准,称为 ISO 8802 标准。

4. Internet 时代

20 世纪 80 年代末以来,计算机网络应用领域最引人关注的莫过于 Internet 的快速发展。20 世纪 60 年代后期,美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Projects Agency, ARPA)承担了开发一个不易遭破坏的实验性的计算机通信网络系统的任务,这个网络被称为 ARPAnet。系统的基本设计目标是保证网络上每个节点具有独立的功能并具有等同的地位,资源共享,异种计算机能实现通信。目标是保证通信系统某一部分被击毁时其他部分仍能发挥作用。该网络使用分组交换技术,当网络的一部分出现问题时,数据仍能通过未被破坏的网络连接送达目的地。

1969 年 ARPAnet 问世时,只有四个节点,即加州大学洛杉矶分校(UCLA)、加州大学圣巴巴拉分校(UCSB)、犹他大学(UTSB)和斯坦福研究所(SRI)。1971 年,ARPAnet 发展到 15 个站点,23 台主机。新接入的站点包括哈佛大学、斯坦福大学、林肯实验室、麻省理工学院、卡内基·梅隆大学、美国航空航天局等,采用由加州大学洛杉矶分校的斯蒂夫·克洛克设计的网络控制协议 NCP(Network Control Protocol),此协议包括了远程登录以及远程文件传输的协议和电子邮件,从而形成了 ARPAnet 的基本服务。1973 年 ARPAnet 扩展成国际互联网,第一批接入的有英国和挪威。1974 年,ARPA 的鲍勃·凯恩和斯坦福的温登·泽夫合作,提出 TCP/IP 协议和网关结构,其重要之处在于该协议独立于网络和计算机硬件,并提出网络上的全局连接性。1981 年,TCP/IP 4.0 版本正式成为 ARPAnet 的标准协议。1982 年 TCP/IP 加入 UNIX 内核中,商业电子邮件服务在美国 25 个城市开始启动。1982 年,美国国防部以命令方式要求所有接入 ARPAnet 的网络必须采用 IP 协议互联,并于 1983 年初完成了向 Internet 技术的转换,Internet 的称谓便从此而生。1984 年 ARPAnet 一分为二,一个仍归军方,称为 MILnet;另一个为民用科研网,仍称为 ARPAnet。1985 年,美国国家科学基金会(National Science Foundation,NFS)在美国建立了六个超级计算机中心,1986 年,NFS 以这六个超级计算机中心为基础,采用 TCP/IP 协议,建立 NFSnet。从此,NFSnet 逐渐取代了 ARPAnet,成为免费的 Internet 的主干网络,对各大学和科研机构开放,用于非盈利性教学和研究方面,成为推动科学研究和教育发展的重要工具。到了 1990 年,鉴于 ARPAnet 的实验任务已经完成,ARPAnet 正式宣布关闭。

1989 年,欧洲核子研究中心的物理学家蒂姆·贝纳斯·李(Tim Berners Lee)研制出 World Wide Web,推出世界上第一个超文本浏览器/编辑器。1991 年明尼苏达大学推出 Gopher,使用户十分容易地存取 Internet 上的各种信息资源。1992 年 Internet 协会成立。1993 年互联网信息中心 Internet NIC 成立。

1993 年,美国政府公布国家信息基础设施(National Information Infrastructure,NII)建设计划,被形象地称为信息高速公路计划。美国政府进一步加强对 Internet 的资金支持,在全世界掀起信息高速公路的建设热潮。1995 年,Internet 主干网转由企业支持,实现了商业化运营。

最初,NSFnet 主干网的速率不高,仅为 56Kbit/s。在 1989~1990 年,NSFnet 主干网的速率提高到 1.544Mbit/s,即 T1 的速率,并且成为 Internet 中的主要部分。1993 年 Internet 主干网的速率提高到 45Mbit/s。到 1996 年,速率为 155Mbit/s 的主干网建成。目前有些主干线路速率达 622Mbit/s,还有些试验线路速率高达 1Gbit/s。

Internet 已经成为世界上规模最大和增长速率最快的计算机网络,没有人能够准确说出 Internet 究竟有多大。有的专家估计联网的计算机有两三亿之多,网络用户接近十亿,几乎覆盖全球的各个角落。1996 年,美国一些大学和研究机构提出第二代 Internet 的设想,同年,美国总统克林顿宣布实施“下一代 Internet 计划”(Next Generation Internet Initiative)。

第二代 Internet 的目标是:以比现在的 Internet 高几百甚至上千倍的速率传送数据,主干带宽达到 Gbit/s 数量级甚至几百 Gbit/s 数量级。能使用更加先进的网络服务技术并开发许多革命性的应用,如远程医疗、远程教育、有关能源和地球系统的研究、高性能的全球通信、高质量的视频传输、自然灾害预警、环境监测和预报、应急处理等。另外网络管理和信息的可靠

性、安全性方面也会有很大的改进。

1.1.2 计算机网络的定义

在计算机网络发展的不同阶段,人们给计算机网络提出了不同的定义,从一个侧面反映了相应阶段计算机网络技术的发展水平,以及当时对计算机网络的認識。这些定义可以分为三类:

第一类从信息传输的广义观点出发,将计算机网络定义为:以传输计算机信息为目的连接起来的、实现远程信息处理或进一步实现资源共享的系统。面向终端的计算机通信网,即计算机网络发展的第一个阶段,就符合这个定义。

第二类从用户透明的观点出发,将计算机网络定义为:由网络操作系统自动管理的、自动分配执行用户任务和完成用户任务所需软硬件资源的、整个网络对用户透明的系统。这种观点定义了分布式计算机系统。

第三类从资源共享观点出发,将计算机网络定义为:以能够共享资源的方式连接起来的、自治的计算机系统的集合。从目前的计算机网络来看,这种观点比较准确地描述了计算机网络的基本特征,为人们广为接受。

从定义看,资源共享观点的计算机网络具有以下特征:

- 以共享资源为目的。计算机网络连接是为了进行互相的软件、硬件、信息的共享和协同的信息处理。
- 有两台或两台以上自治的计算机连接在一起。所谓自治的计算机指的是不需其他系统帮助,能够独立工作的完整的计算机系统。两台以上这样的计算机连在一起,才可能构成计算机网络。
- 计算机和计算机之间的物理连接。两台或两台以上的计算机要交换信息共享资源,就要有通信的通道。就是说,必须要有一个物理上的连接。进行连接的介质可以是铜线、光纤等有线介质,也可以是微波、红外线等无线媒介。
- 相连的计算机必须遵守相同的协议。计算机之间要进行信息交换,仅有物理连接是不行的,还要有交换信息的规则和约定,比如采用什么编码,交换过程使用什么规程等。这些就是通信的协议。

符合上述特征的计算机系统集合就称为计算机网络。

1.2 计算机网络的组成

计算机网络要完成两大基本功能:一是数据处理,二是数据通信。那么从逻辑功能上,就可将其分成两个部分:负责数据存储和处理的计算机与终端;负责数据通信的通信控制处理机与通信线路。我们将这两部分称为资源子网和通信子网。即从计算机网络组成的角度来看,计算机网络由资源子网和通信子网两部分组成。需要指出的是:这是一个逻辑上的概念。当计算机网络的发展出现了分组交换网时,已经能明确地划分出资源子网和通信子网;但在局域网中,由于结构的限制和工作原理的不同,不能物理地划分资源子网和通信子网,只能从功能上逻辑划分。计算机网络的两级子网结构如图 1-3 所示。

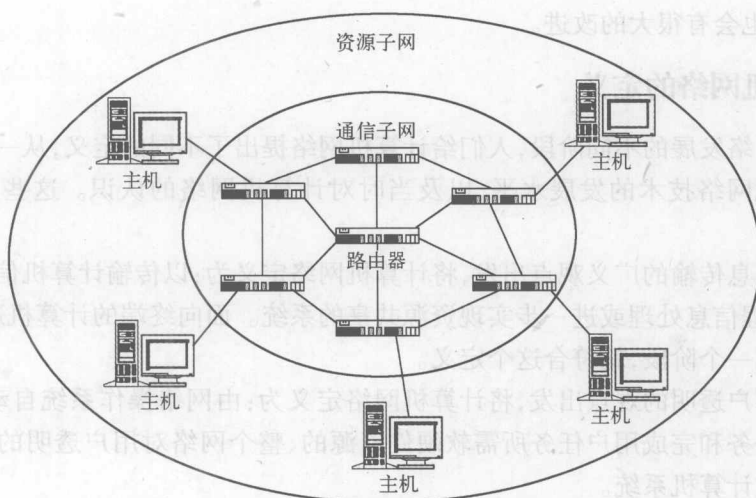


图 1-3 计算机网络的两级子网结构

1.2.1 资源子网的概念

资源子网由计算机系统、终端、终端控制器等设备和驻留在计算机、终端上的各种软件资源、信息资源组成。资源子网负责网络的数据处理和数据存储,向网络上的用户提供各种网络资源和网络服务。网络资源包括软件资源、数据资源、硬件资源等,网络服务包括远程登录服务、文件传输服务、代理服务等。

1. 计算机系统

因为早期计算机网络上连接的大多是大型主机系统,习惯上仍简称为主机(Host),它可以是大型机、中型机、小型机、工作站或微机。主机是资源子网的主要组成单元,它通过高速通信线路与通信子网的通信控制处理机相连接。主机要为本地用户访问网络其他主机设备和资源提供服务,同时要为网中远程用户访问本地资源提供服务。随着微型机的广泛应用,联入计算机网络的微型机数量日益增多,它可以作为主机的一种类型,直接通过通信控制处理机联入网内,也可以通过联网的其他计算机系统代理间接联入网内。

2. 终端

终端是人机交互的设备。终端可以是简单终端,只有输入输出功能,也可以是带有微处理器的智能终端,除输入输出功能外,本身具有存储与处理信息的能力。终端可以通过主机联入网内,也可以通过终端控制器、报文分组组装与拆卸装置或通信控制处理机联入网内。随着微型计算机的普及、计算机硬件及联网设备的价格下降,终端和终端联网这种方式已比较少见。

1.2.2 通信子网的概念

通信子网由通信控制处理机、通信线路与其他通信设备组成。如交换机、路由器等设备以及各种通信线路就属于通信子网。通信子网完成网络中主机之间的数据传输、交换、控制等通信处理任务。

通信控制处理机在网络拓扑结构中被称为网络节点。它一方面作为资源子网接入通信子

网的接口;另一方面作为通信子网中的存储转发节点,完成数据分组的接收、差错校验、转换数据格式、数据缓存、选择路由、转发数据等功能,实现报文从源主机到目的主机的传送。路由器就是一个常见的通信控制机。Internet 可以认为是由路由器将成千上万个网络互联起来的一个互联网络。

通信线路为通信控制处理机之间、通信控制处理机与主机之间提供通信信道。计算机网络采用了多种通信线路,如双绞线、同轴电缆、光纤、微波及卫星通信等。

1.3 计算机网络的体系结构

1.3.1 协议与层次体系结构

1. 网络协议

计算机网络是以共享网络资源为目的逐渐形成的。不管是共享硬件资源还是软件资源,计算机之间都需要进行通信以交换数据和必要的控制信息。要实现正确无误的通信,通信的双方必须遵守事先规定的通信规则,如传送数据的格式、交换数据的时间顺序、如何进行同步等。这些为实现网络上数据的正确交换而制定的约定、规则和标准的集合,称为网络协议(Protocol)。网络协议由三个要素组成:

- 语法:即数据与控制信息的结构与格式。
- 语义:即需要发出何种控制信息,以及完成何种动作与做出何种响应。
- 时序:即对通信实现顺序的详细说明。

在日常生活中,也存在着许多这样的约定和规则。例如,老师授课实现的是从老师到学生的信息传送过程,在我国一般使用汉语来讲授,汉语是母语,老师和学生都熟知汉语的语法规义等规则(或者说都遵守汉语言交流的协议),信息的交流不会有问题。特殊的情况,比如在英语学校或上英语课,会用英语授课,老师和学生的交流也没有问题,此时一定是受过训练(或者说学习),老师和学生已经熟知英语的语法规义等使用规则,能够遵守和使用英语的语言协议。

我们经常讲到的另一个例子是邮政系统。按照约定俗成的规则,我们写信时将收信人的地址和邮政编码写在信封的左上角,寄信人的地址和邮政编码写在右下角;而英文信件则是在左上角写寄信人的地址和邮政编码,右下角写收信人的地址和邮政编码。显然,用国内中文信件的规则去处理国际英文信件,是无法正确邮寄的。这是因为两种信件采用了不同的书写格式约定,即不同的信封格式协议,所以不能通信。

广义上讲,人们相互之间的交流也是信息传输的过程,也必须遵循语言、书写规范等约定俗成或事先确定的规则与约定。在计算机网络中,计算机之间要正确地交换数据,实现资源共享,就必须制定相应的通信协议并共同遵守相同的协议,才能保证正确的数据传送和信息共享。

2. 层次与接口

划分层次是人们对复杂问题处理的方法。人们对于一些难以处理的复杂问题,通常划分为若干层次模块,分解为较小问题分别进行处理,这样解决问题会比较容易。比如邮政系统提供的信件传递服务,是一个涉及全国乃至世界各地亿万人民之间信件传送的复杂问题。它解决的方法是:将邮政系统总体要实现的许多功能分配在不同的层次模块中,每个层次要完成

的服务及服务实现的过程都有明确规定;不同地区的系统分成相同的层次;不同系统的同等层具有相同的功能;高层使用低层提供的服务时,并不需要知道低层服务的具体实现方法。

例如,远在海南的小张要给北京的父母写封信,非常简单,将信写好后投入当地邮局的信箱里就可以了;邮递员从信箱收集信件送到邮政分局;邮政分局将信件送中心局进行分拣;中心局根据信件邮递目的地,分拣打包并通过运输工具送出。这样,小张给父母的信就随着到北京的邮包一同送到了北京。在北京的中心局将信件分拣后送各个邮政分局;邮递员再将信件投递到用户的信箱里;从自己的信箱里,小张父母就可以拿到小张给他们的信了。这里,小张和父母只需要知道邮政系统能提供保证质量的传递服务就行了,而信件的收集、分拣、运输、投递等邮政系统的工作细节不需要知道。也就是说,对小张和父母这个用户应用层次来说,只需要调用邮政系统提供的服务,实现互相之间的信件传递,至于邮政系统内部如何工作没有必要知道,对用户是透明的。服务的调用通过层次间的接口进行。邮箱就是用户调用邮政系统服务的接口。如图 1-4 所示。

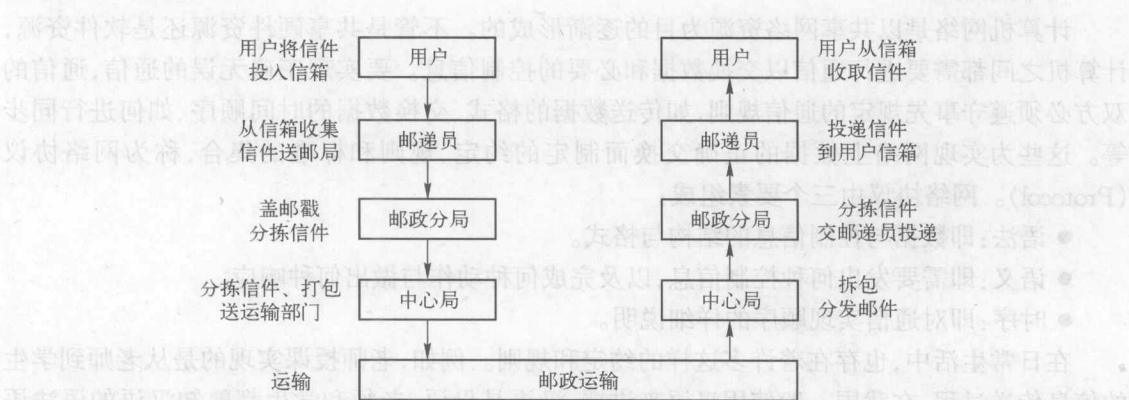


图 1-4 邮政系统的层次结构和各层功能

从上述例子可以看到分层可以带来很多好处：

- 各层是相对独立的:某一层并不需要知道它的下层是如何实现的,而仅仅需要知道该层通过接口所提供的服务。由于每一层只实现一种相对独立的功能,可将复杂问题分解为若干较容易处理的更小一些的问题,整个问题就比较容易解决。
- 更好的灵活性:当某一层设备或技术发生变化时,只要层间接口关系保持不变,则在这层以上或以下各层,均不受影响。对某一层提供的服务可进行修改。当某一层提供的服务不再需要时,还可以将这层取消。
- 结构上可分割:各层都可以采用最合适的技术来实现。
- 易于实现和维护:每一层功能相对单一,实现容易。
- 易于标准化:因为每个实体都有相同的层次,每一层的功能都比较单一,所提供的服务也比较明确。

计算机网络作为一个复杂的系统,也采用层次化的体系结构。我们将计算机网络的层次结构及各层协议的集合,称为计算机网络的体系结构(Architecture)。1974年,IBM公司提出了世界上第一个网络体系结构,这就是著名的SNA(System Network Architecture)。此后,DEC、UNIVAC等公司各自提出自己的网络体系结构。这些网络体系结构都采用了分层方