

★
高等院校信息管理与信息系统专业
精品规划教材
★

计算机网络及应用



李文正 周亦鹏 万月亮 编 著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TP393/671

2009

高等院校信息管理与信息系统专业精品规划教材

计算机网络及应用

李文正 周亦鹏 万月亮 编著

机械工业出版社

本书对计算机网络的基本概念及体系结构、TCP/IP、局域网技术、网络规划和设计、网络管理与安全、网络应用模式与服务以及 Internet 接入方式与应用服务器的配置进行了系统全面的介绍。

本书有以下特点:①采用目标驱动方式撰写,从目标出发,培养解决问题的能力。②内容新颖,基本反映了计算机网络技术与应用的最新发展。

本书层次分明,概念清晰,内容丰富,注重理论与实践相结合,适合读者循序渐进地学习。本书可以作为高等学校信息类相关专业本科生的教材,也可供从事计算机网络与应用以及信息技术的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络及应用/李文正,周亦鹏,万月亮编著. —北京:机械工业出版社, 2009. 5

(高等院校信息管理与信息系统专业精品规划教材)

ISBN 978 - 7 - 111 - 26796 - 6

I. 计… II. ①李…②周…③万… III. 计算机网络 - 高等学校 - 教材
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 052455 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:张宝珠

责任编辑:张宝珠 王 师

责任印制:洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2009 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 14.25 印张 · 346 千字

0001 - 3000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 26796 - 6

定价:25.00 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 68993821

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

编辑热线电话:(010)88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版

高等院校信息管理与信息系统专业 精品规划教材编委会

(按姓氏笔划排名)

万常选	江西财经大学
王 雯	北京工商大学
王鲁滨	中央财经大学
边小凡	河北大学
卢志刚	天津财经大学
朱建明	中央财经大学
李文正	北京工商大学
陈恭和	对外经济贸易大学
杨小平	中国人民大学
杨一平	首都经济贸易大学
周山芙	中国人民大学
侯炳辉	清华大学
姜同强	北京工商大学
赵星秋	对外经济贸易大学
雷 明	北京大学

出版说明

信息管理是信息技术应用中非常重要的一个领域。信息技术行业专业技术人才知识更新工程的实施,对于促进信息技术人才适应科学技术飞速发展的形势,更好地服务于我国社会和经济发展有着非常重要的意义。

当前信息管理与信息系统等专业的毕业生社会需求量很大,就业形势良好,各大学相关专业都开设信息管理的相关课程,其对应的教材的需求量非常大。为此,机械工业出版社推出了这套“高等院校信息管理与信息系统专业精品规划教材”。其目标是推出一批符合信息管理人才培养目标的、适合相关专业人才培养模式的系列精品教材。为国家各级管理部门、信息产业、工商企业、金融经贸、科研院所等行业培养具备现代信息管理基础知识、计算机信息处理技术,能从事信息资源管理与开发、信息网络管理应用、信息系统开发与管理等方面的现代高级信息管理人才。

本系列教材系统全面地介绍了信息系统与信息管理的理论、技术知识,强调体系结构的合理性和实际应用能力的培养。

机械工业出版社

前 言

计算机网络及应用技术是计算机技术与通信技术高度发展、紧密结合的产物。怎样全面表达和处理现代计算机网络及应用问题的基本方法,清晰表述现代计算机网络及应用技术最基本的工作原理以及研究问题的基本方法,以面对不断变化的新技术是作者编写本书的主要目的。

作者根据多年来对计算机网络技术与通信技术的研究成果,结合多年从事本科生、研究生计算机网络及应用课程的教学实践编写了本书。

全书共分8章。第1章在介绍计算机网络的基本概念及其发展过程的基础上,对计算机网络的定义、组成、分类以及网络体系结构等问题进行了系统讨论,并对下一代网络的基本概念与发展趋势进行了探讨。第2章介绍了Internet的基础即TCP/IP,讨论了子网和超网以及网络互联技术,以帮助读者理解IP的精髓。第3章介绍了局域网的基本概念和体系结构,然后重点对以太网技术,尤其是交换式以太网的工作原理进行介绍,并从工程应用的角度介绍了局域网的扩展方法,并对快速以太网、高速以太网和无线局域网技术进行了简要的探讨。第4章在从多个角度对网络建设的需求分析的基础上,根据网络规划和设计的原则与步骤,介绍了如何进行网络需求分析和网络通信分析,如何规划网络的拓扑结构和IP地址分配,以及如何选择合适的网络设备。第5章、第6章系统地分析了网络安全的基本概念、网络安全技术以及网络管理技术,分析了计算机网络安全技术和防护手段以及计算机网络的的基本概念、协议和方法。第7章讨论了如何分配计算功能和使用共享资源即网络应用模式问题,重点介绍了DNS、WWW、电子邮件、FTP、Telnet和网络搜索引擎的应用模式和工作原理。第8章系统地介绍了利用拨号线路、ADSL Cable Modem和光纤等技术接入到Internet的方法。然后,以典型的Web服务、电子邮件服务、FTP服务和全文索引服务软件为例,介绍主要的Internet应用服务器的配置方法。

全书由李文正教授、周亦鹏博士和万月亮博士编写,在编写过程中得到了武汉大学石岗教授、中国人民大学杨小平教授的帮助,他们提出的宝贵意见,使编者受益匪浅。在此谨表衷心感谢!限于编者的学术水平,书中难免有错误和不妥之处,敬请同行和读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 计算机网络概论	1
1.1 计算机网络的发展、定义以及组成	1
1.1.1 计算机网络的发展过程	1
1.1.2 计算机网络的定义	2
1.1.3 计算机网络的功能	3
1.2 网络协议与体系结构	3
1.2.1 协议及体系结构的概念	3
1.2.2 分层的网络体系结构及其划分原则	5
1.2.3 OSI 参考模型	6
1.2.4 TCP/IP 参考模型	8
1.2.5 一种建议参考模型	9
1.3 计算机网络分类	9
1.4 网络技术的发展及其关键技术	12
1.4.1 数字语音多媒体“三网合一”	12
1.4.2 无线网络	18
1.4.3 下一代网络及其发展	20
1.5 网络标准化组织	22
1.5.1 美国国家标准协会	22
1.5.2 电子工业协会	22
1.5.3 电气电子工程师协会	23
1.5.4 国际标准化组织	23
1.5.5 国际电信联盟	23
1.5.6 Internet 管理与标准化组织	23
1.6 小结	23
1.7 习题	24
第 2 章 TCP/IP	25
2.1 网络接口层	26
2.2 网际互联层	27
2.2.1 网际 IP	27
2.2.2 IP 地址及其结构	30
2.2.3 地址解析协议	36
2.2.4 IP 路由选择协议	38

2.2.5	互联网控制报文协议	44
2.2.6	拥塞控制	46
2.2.7	服务质量	49
2.3	传输层	50
2.3.1	传输层的功能	50
2.3.2	传输层的端口	51
2.3.3	用户数据报协议	52
2.3.4	传输控制协议	53
2.4	应用层	64
2.5	小结	64
2.6	习题	64
第3章	局域网技术	66
3.1	局域网概述	66
3.1.1	局域网的特点	66
3.1.2	局域网的拓扑结构	66
3.1.3	局域网的媒体访问控制方法	67
3.2	局域网系统结构	68
3.3	以太网技术	70
3.3.1	以太网概述	70
3.3.2	以太网的工作原理	71
3.3.3	传统以太网的连接方法	75
3.4	以太网交换技术	76
3.4.1	传统以太网的局限性	76
3.4.2	以太网交换机和交换式以太网	77
3.4.3	虚拟局域网	79
3.5	局域网扩展	80
3.5.1	在物理层扩展局域网	80
3.5.2	在数据链路层扩展局域网	83
3.6	快速以太网技术	85
3.7	1 Gbit/s 高速以太网技术	86
3.7.1	千兆以太网的物理层协议	86
3.7.2	千兆以太网的 MAC 子层	87
3.7.3	千兆以太网的特点	87
3.8	无线局域网技术	88
3.8.1	无线局域网概述	88
3.8.2	IEEE 802.11	88
3.8.3	其他无线局域网技术	90
3.9	小结	91
3.10	习题	92

第4章 网络规划和设计	93
4.1 概述	93
4.1.1 网络规划的原则	93
4.1.2 网络的设计和实施步骤	94
4.2 网络需求分析	95
4.2.1 网络业务分析	96
4.2.2 网络通信分析	97
4.3 网络设计	100
4.3.1 网络拓扑结构设计	100
4.3.2 IP 地址规划	101
4.3.3 网络设备的选择	102
4.4 小结	110
4.5 习题	111
第5章 网络管理	112
5.1 网络管理概论	112
5.1.1 网络管理功能	113
5.1.2 网络管理技术的发展	116
5.1.3 网络管理框架结构	118
5.2 简单网络管理协议	119
5.2.1 SNMP 简介	119
5.2.2 数据收集机制	124
5.2.3 SNMP 局限性	124
5.2.4 网络管理平台	125
5.2.5 统一网管系统平台	127
5.3 小结	129
5.4 习题	129
第6章 网络安全	130
6.1 网络安全概论	130
6.2 网络安全目标	131
6.3 网络安全框架	133
6.4 加密技术	136
6.4.1 密码学基础	137
6.4.2 数字签名	138
6.4.3 认证技术	139
6.4.4 密钥管理	141
6.5 TCP/IP 安全	143
6.6 防火墙	144
6.6.1 防火墙的概念	144
6.6.2 防火墙结构	147

6.6.3 防火墙基本技术	149
6.7 小结	152
6.8 习题	152
第7章 网络应用模式与服务	154
7.1 网络应用模式	154
7.1.1 网络应用模式概述	154
7.1.2 集中式应用模式	154
7.1.3 分布式应用模式	155
7.1.4 Web 应用模式	157
7.2 Internet 服务	158
7.2.1 DNS	158
7.2.2 WWW 服务	161
7.2.3 电子邮件系统	166
7.2.4 文件传输服务	170
7.2.5 远程登录服务 Telnet	171
7.2.6 网络搜索引擎服务	171
7.3 小结	172
7.4 习题	173
第8章 Internet 接入方式与应用服务器的配置	174
8.1 Internet 接入方式	174
8.1.1 拨号接入技术	174
8.1.2 ADSL 接入技术	175
8.1.3 数字数据网	178
8.1.4 Cable Modem 接入	178
8.1.5 光纤接入网	179
8.2 Internet 应用服务器的配置	179
8.2.1 Web 服务器的配置	179
8.2.2 电子邮件服务器的配置	190
8.2.3 FTP 服务器的配置	195
8.2.4 Windows 全文索引服务的配置	211
8.3 小结	214
8.4 习题	214
参考文献	215

第1章 计算机网络概论

本章在介绍计算机网络基本概念和网络发展过程的基础上,对计算机网络的定义、组成、分类以及网络体系结构等问题进行了系统讨论,并对下一代网络的基本概念与发展趋势进行了探讨。

本章学习要求:

- 了解计算机网络的形成与发展过程。
- 掌握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。
- 掌握计算机网络的体系结构与参考模型的基本概念。
- 了解计算机网络的发展趋势与下一代网络的基本概念。

1.1 计算机网络的发展、定义以及组成

1.1.1 计算机网络的发展过程

当前,世界经济正在从工业经济向知识经济转变,而知识经济的两个重要特点就是信息化和全球化。因此进入21世纪,人们就迎来了一个以网络为核心的信息时代。网络技术已经成为信息社会的关键技术和发展知识经济的重要基础。

计算机网络技术涉及到计算机和通信两个领域,计算机网络正是计算机强大的计算能力和通信系统的远距离传输能力相结合的产物。从20世纪70年代以主机为中心的主机——终端模式,到20世纪80年代客户机/服务器、基于多种协议的局域网方式,再到现在以Internet TCP/IP为基础的网络计算模式,短短的三十多年间,计算机网络技术得到了迅猛的发展。全世界的计算机都联接在一起。任何人,从任何地方,在任何时间都可以以任何方式共享全人类所共有的资源。计算机网络技术已经成为最令人激动的、革命性的、改造世界的力量,人类正在经历一次全新的技术革命,进入一种全新的计算模式——网络计算模式。

20世纪60年代末建立的ARPAnet提出了一种新的网络交换方式——分组交换,改变了以往电话系统使用的电路交换方式,成为现代计算机网络的技术基础。传统的电路交换方式对于不同类型、不同速率的计算机终端很难实现互相通信,而且线路使用率低,开销大。分组交换网络的出现标志着现代计算机网络的诞生。此后,ARPAnet获得了迅猛的发展,并成为日后Internet的基础。

进入20世纪90年代以后,以Internet为代表的计算机网络得到了飞速的发展。借助无处不在的无线和有线网络,人们之间的沟通变得更方便、更快捷。人们可以在网上交友、冲浪、浏览、购物、休闲娱乐,可以享受即时通信,接受远程教育,发行电子刊物,而电子银行、电子商务、网上图书馆的便利更是不言而喻。可以说,当今世界已经进入Internet时代。Internet正在改变着人们工作和生活的各个方面,并加速了全球信息革命的进程。

从计算机网络形成与发展的历史来看,计算机网络是计算机技术与通信技术高度发展、紧密结合的产物,是伴随着人类对信息传递和共享的需求日益增强而不断发展起来的。

计算机网络的形成和发展历史可总结为 4 个阶段。

第 1 阶段可以追溯到 20 世纪 50 年代。数据通信技术与计算机通信网络的研究,为计算机网络的诞生奠定了理论基础。

第 2 阶段开始于 20 世纪 60 年代美国的 ARPAnet 与分组交换技术的研究。ARPAnet 是计算机网络技术发展中的一个里程碑,它的研究成果对促进计算机网络技术和理论体系的研究产生了重要作用,并为 Internet 的形成奠定了基础。

第 3 阶段开始于 20 世纪 70 年代中期,网络体系结构和网络协议的研究对网络体系结构的形成和网络技术的发展起到了关键性的作用。

第 4 阶段从 20 世纪 90 年代起。Internet 的广泛应用和各种热点技术的研究与不断发展,使计算机网络发展到了一个新的阶段。

1.1.2 计算机网络的定义

计算机网络是计算机技术和通信技术结合的产物,这种结合对计算机系统的组织方式产生了深远的影响。为了实现数据交换和资源共享,就得将计算机互连起来,这样原来的“计算机中心”的形式,即由一台计算机来处理整个组织中所有计算需求的模型,就被新的计算机互连模型取代。这种互连模型就是计算机网络。计算机网络的发展历程实际是计算机、通信和网络逐步结合的过程。计算机网络与计算机通信网络在学术上,或者说在计算机网络发展不同阶段,具有不同含义。由于计算机网络的复杂性并且处在不断的发展变化当中,很难用一个精确并统一的定义来描述,不同的定义反映当时计算机网络技术发展的水平,以及人们对网络的认识程度。其中,资源共享的定义比较客观地描述了计算机网络的基本特征。即业界普遍认为,计算机网络是利用通信设备和线路将地理位置不同的、功能独立的多个计算机系统互连起来,实现网络中资源共享和信息传递的自治系统。也可以说,计算机网络是以能够相互共享资源的方式互相连接的自治计算机系统的集合。它由资源子网和通信子网组成,如图 1-1 所示。

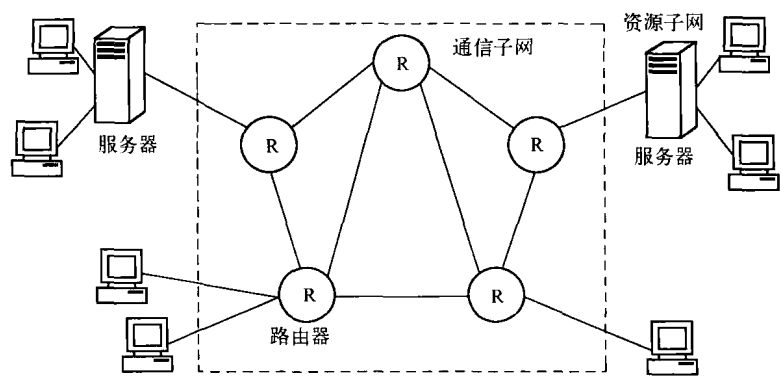


图 1-1 计算机网络组成

1.1.3 计算机网络的功能

计算机网络的功能很多,其中最主要的3个方面分别是数据通信、资源共享和分布式处理。

数据通信是计算机网络最基本的功能。它用来快速传输主机与终端、主机与主机之间的各种信息,包括文字信息、图像视频资料和语音等。利用这一功能,可以实现将分散在不同地理位置的计算机用网络联系起来,进行统一的调配、控制和管理。

计算机网络中的资源包括硬件资源、软件资源、数据资源和通信信道资源。资源共享可以使网络中的用户都能够部分或全部地享有这些资源。通过资源共享,所有用户可以共用某些资源,既提高了资源的利用率又大大降低了系统的成本。

随着计算机应用的不断深化,一些大型综合性问题,如航空航天、地球大气等复杂问题也对计算机的计算处理能力提出了更高的要求。对于解决这样的复杂问题来讲,多台联网的计算机构成的高性能的计算机体系,通过协同工作、并行处理,既提高了整体的计算能力,又比单独购置一台高性能的大型计算机要便宜得多。同时,利用分布式处理,也可以将大量的处理请求均衡地分担给网络上的多台计算机来完成,这样也可以大大提高处理的实时性。因此,建立在计算机网络基础之上的分布式处理技术也已经成为计算机网络的一个重要功能。

计算机网络的具体应用:

- 1) 信息共享与办公自动化。
- 2) 电子邮件。
- 3) 电子公告与广告。
- 4) IP 电话。
- 5) 在线新闻。
- 6) 在线游戏。
- 7) 网上交友与实时聊天。
- 8) 电子商务及商业应用。
- 9) 虚拟时空。
- 10) 文件传输。
- 11) 网上教学与远程教育。
- 12) 超并行计算机系统。
- 13) 网格计算机系统。

1.2 网络协议与体系结构

1.2.1 协议及体系结构的概念

计算机网络是一个非常复杂的系统,首先必须解决数据传输问题,包括数据传输方式、数据传输中的误差与出错、传输网络的资源管理、通信地址以及文件格式等问题。解决这些问题需要互相通信的计算机之间以及计算机与通信网之间进行频繁的协商与调整,这些协商与调整以及信息的发送与接收可以用不同的方法设计与实现。在计算机网络中一系列的通信规则

称为网络协议,如数据的格式是怎样的;以什么样的控制信号联络;具体传送方式是什么;发送方怎样保证数据的完整性、正确性;接收方如何应答等。这一系列工作就是网络协议需要完成的功能。常见的网络协议有 IPX/SPX, TCP/IP 等。例如,

- 发起通信的计算机必须将数据通信的通路激活。所谓“激活”就是要发出一些信令,保证要传输的数据能够在这条通路上正确地发送和接收。
- 必须告诉网络如何识别接收数据的计算机。
- 发起通信的计算机必须确定对方的计算机是否已经准备好接收数据,是否已经做好文件接收和存储的准备工作。
- 若双方计算机的文件格式不兼容,则还需要完成格式的转换功能。

由此可见,相互通信的计算机系统需要高度协调地工作,而这种“协调”也是相当复杂的。为了设计如此复杂的系统,人们提出了分层的设计方法。“分层”是人类解决复杂问题的一种有效手段。它可以将庞大而复杂的问题转化为若干较小的、易于研究和处理的局部问题。这种层次的划分和各层协议的集合就构成了计算机网络的体系结构。人们将计算机网络的各层以及其协议的结合,称为网络的体系结构。换言之,计算机网络的体系结构是使这个计算机网络及其部件所应该完成的功能的精确定义。需要强调的是,这些功能究竟由何种硬件或软件完成,则是一个遵循这种体系结构的实现的问题。可见体系结构是抽象的,是存在于纸上的,而实现是具体的,是运行在计算机软件和硬件之上的。

网络体系结构的概念中包含着两层含义,一个是“协议”,另一个则是“分层”。

首先来看协议是什么。通过通信信道和设备互连起来的多个不同地理位置的计算机系统,要使其能协同工作实现信息交换和资源共享,它们之间必须具有共同的语言。交流什么、怎样交流及何时交流,都必须遵循某种互相都能接受的规则。这些为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定即称为网络协议。网络协议主要有以下 3 个要素组成:

- 1) 语法,即数据与控制信息的结构或格式。
- 2) 语义,即需要发出何种控制信息,完成何种动作以及做出何种应答。
- 3) 同步,即事件实现顺序的详细说明。

下面是一个简单邮件传输协议 SMTP 的示例,有关 SMTP 的具体内容将在应用层协议一章详细介绍。这里描述的是电子邮件客户端(C)和邮件服务器(S)之间为传输电子邮件而进行的一系列数据交换。通过这个例子可以帮助人们理解协议及其三要素的概念。

```
C: HELO btbu. edu. cn
S: 250 OK
C: MAIL FROM: <zhouyp@ btbu. edu. cn >
S: 250 zhouyp@ btbu. edu. cn... Sender ok
C: RCPT TO: <ypzhou@ ustb. edu. cn >
S: 250 ypzhou@ ustb. edu. cn. Recipient ok
C: DATA
S: 354 Enter mail, end with “.”
C: This is a test.
C: It illustrates the process of SMTP
C: .
```

S: 250 Message accepted for delivery
 C: QUIT
 S: 221 ustb.edu.cn closing connection

SMTP 协议规定客户机和服务器之间通过交换一系列的命令来完成电子邮件的传输。这些命令和响应信息需要遵循一定的格式。每条命令由 4 个字母组成,其后可以有参数,如“HELO...”、“MAIL...”等;响应信息的格式为“3 位数字的响应码 + 响应信息”,如“250 OK”等。这些都属于协议语法所规定的内容。

SMTP 协议规定了 14 条命令和 21 种响应信息,每条命令和响应代码都代表不同的意义,如“MAIL”命令说明发信人的地址,“RCPT”命令说明收信人的地址,“DATA”命令说明其后将发送邮件的正文。这些都属于协议语义所规定的内容。

1.2.2 分层的网络体系结构及其划分原则

网络协议是计算机网络必不可少的,一个完整的计算机网络需要有一套复杂的协议集合,组织复杂的计算机网络协议的最好方式就是层次模型。层次结构是指将一个复杂的系统设计问题分成层次分明的一组组容易处理的子问题,各层执行自己所承担的任务。计算机网络结构采用结构化层次模型,有如下优点:

- 各层之间相互独立,即不需要知道低层的结构,只要知道是通过层间接口所提供的服务。
- 灵活性好,是指只要接口不变就不会因层的变化(甚至是取消该层)而变化。
- 各层采用最合适的技术实现而不影响其他层。

层次结构一般以垂直分层模型来表示,在图 1-2 所示的一般分层结构中,将整个网络的功能划分为若干个层次,每个层次完成特定的局部功能。每个层次若要完成其功能,必须利用和它相邻的下一层所提供的服务,同时它也向相邻的上一层提供服务。如图 1-2 所示,第 n 层既是第 $n-1$ 层的用户,又是第 $n+1$ 层的服务提供者。 $n+1$ 层虽然只直接使用了第 n 层提供的服务,实际上它通过第 n 层还间接地使用了 $n-1$ 层以及以下所有各层的服务。

层次结构的好处在于使每一层实现一种相对独立的功能。分层结构还有利于交流、理解和标准化。这种分层的网络体系结构的特点是:

- 以功能作为划分层次的基础。
 - 第 n 层的实体在实现自身定义的功能时,只能使用第 $n-1$ 层提供的服务。
 - 第 n 层在向第 $n+1$ 层提供的服务时,此服务不仅包含第 n 层本身的功能,还包含由下层服务提供的功能。
 - 仅在相邻层间有接口,且所提供服务的实现细节对上一层完全屏蔽。
- 此外,在理解层次结构概念的时候,还需要注意以下几点:
- 除了在物理媒体上进行的是实际通信之外,其余各层的对等实体间进行的都是虚通信。
 - 对等层的虚通信必须遵循该层的协议。

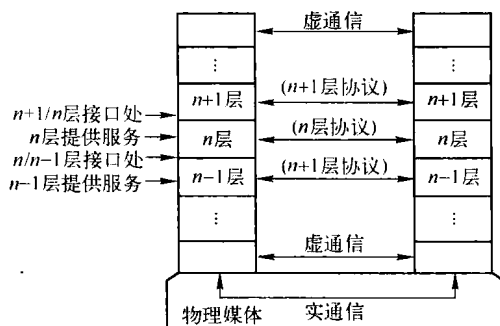


图 1-2 分层的网络体系结构

- 第 n 层的虚通信是通过 $n/n-1$ 层间接口处 $n-1$ 层提供的服务以及 $n-1$ 层的通信(通常也是虚通信)来实现的。

在层次结构模型中,了解数据的实际传输过程和虚通信的概念是十分有必要的。那么网络中的数据到底是如何流动的呢?如图 1-3 所示,发送进程发送给接收进程的数据,实际上是经过发送方各层从上到下传递到物理媒体,然后通过物理媒体传输到接收方后,再经过从下到上各层的传递,最后到达接收进程的。在发送方从上到下逐层传递的过程中,每层都要加上适当的控制信息,即图中的 H4、H3、H2、H1 统称为报头。到底层成为由“0”或“1”组成的数据比特流,然后再转换为电信号在物理媒体上传输至接收方。接收方在接收数据后向上传递时过程正好相反,每层在接收到数据后要根据该层所对应报头中的内容对数据进行一定的处理,然后剥去该层的报头,将其余的部分交给它上面层次的实体进行相应的处理。

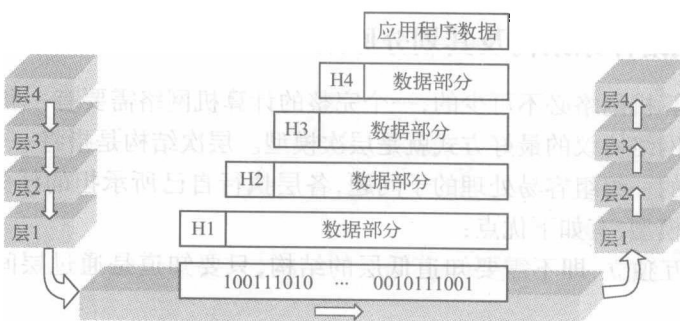


图 1-3 数据的封装

由于接收方不会收到底下各层的控制信息,也不关心高层的控制信息,所以每一层的实体只处理发送方相应层次实体所添加的报头信息,并进行相应的协议操作。发送方和接收方的对等实体看到的信息是相同的,因此就好像是同一层的实体间在进行通信,即所谓的虚通道。

在设计计算机网络体系结构的时候,如何进行层次的划分是非常重要的,通常需要遵循以下几项原则:

- 每层的功能应是明确的,并且是相互独立的。当某一层的具体实现方法更新时,只要保持上、下层的接口不变,便不会对邻居产生影响。
- 层间接口必须清晰,跨越接口的信息量应尽可能少。
- 层数应适中。若层数太少,则造成每一层的协议太复杂;若层数太多,则体系结构过于复杂,使描述和实现各层功能变得困难。

1.2.3 OSI 参考模型

开放系统互连(Open System Interconnection, OSI)参考模型是由国际标准化组织(ISO)制定的标准化开放式计算机网络层次结构模型,又称 ISO's OSI 参考模型。“开放”这个词表示能使任何两个遵守参考模型和有关标准的系统进行互连。

OSI 包括了体系结构、服务定义和协议规范三级抽象。OSI 的体系结构定义了一个 7 层模型,用以进行进程间的通信,并作为一个框架来协调各层标准的制定;OSI 的服务定义描述了各层所提供的服务,以及层与层之间的抽象接口和交互用的服务原语;OSI 各层的协议规范,精确地定义了应当发送何种控制信息及何种过程来解释该控制信息。

需要强调的是,OSI 参考模型并非具体实现的描述,它只是一个为制定标准机而提供的概念性框架。在 OSI 中,只有各种协议是可以实现的,网络中的设备只有与 OSI 和有关协议相一致时才能互连。

如图 1-4 所示,OSI 7 层模型从下到上分别为物理层 (Physical Layer, PH)、数据链路层 (Data Link Layer, DL)、网络层 (Network Layer, N)、传输层 (Transport Layer, T)、会话层 (Session Layer, S)、表示层 (Presentation Layer, P) 和应用层 (Application Layer, A)。

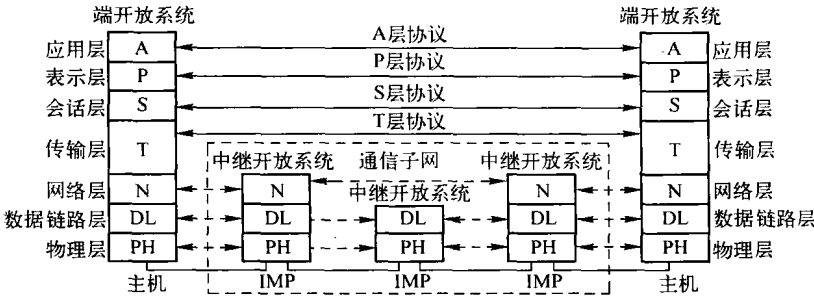


图 1-4 OSI 参考模型

从图 1-4 中可见,整个开放系统环境由作为信源和信宿的端系统及若干中继系统通过物理媒体连接构成。这里的端系统和中继系统相当于资源子网中的主机和通信子网中的节点机 (IMP)。只有在主机中才可能需要包含所有 7 层的功能,而在通信子网中的节点机一般只需要低 3 层甚至只要低两层的功能就可以了。

各层功能简要介绍:

1) 物理层:定义了为建立、维护和拆除物理链路所需的机械的、电气的、功能的和规程的特性,其作用是使原始的数据比特流能在物理媒体上传输。具体涉及接插件的规格、“0”和“1”信号的电平表示、收发双方的协调等内容。

2) 数据链路层:比特流被组织成数据链路协议数据单元(通常称为帧),并以其为单位进行传输,帧中包含地址、控制、数据及校验码等信息。数据链路层的主要作用是通过校验、确认和反馈重发等手段,将不可靠的物理链路改造成对网络层来说无差错的数据链路。数据链路层还要协调收发双方的数据传输速率,即进行流量控制,以防止接收方因来不及处理发送方来的高速数据而导致缓冲器溢出及线路阻塞。

3) 网络层:数据以网络协议数据单元(分组)为单位进行传输。网络层关心的是通信子网的运行控制,主要解决如何使数据分组跨越通信子网从源传送到目的地的问题,这就需要在通信子网中进行路由选择。另外,为避免通信子网中出现过多的分组而造成网络阻塞,需要对流入的分组数量进行控制。当分组要跨越多个通信子网才能到达目的地时,还要解决网际互联的问题。

4) 传输层:是第一个端一端,也即主机—主机的层次。传输层提供的端一端的透明数据传输服务,使高层用户不必关心通信子网的存在,由此用统一的传输原语书写的高层软件便可运行于任何通信子网上。传输层还要处理端一端的差错控制和流量控制问题。

5) 会话层:是进程—进程的层次,其主要功能是组织和同步不同的主机上各种进程间的通信(也称为对话)。会话层负责在两个会话层实体之间进行对话连接的建立和拆除。在半