

世纪精品 · 计算机等级考试书系

计算机网络技术与应用



《计算机网络技术与应用》编委会 编
胡维华 张文祥 主编

浙江科学技术出版社

世纪精品 · 计算机等级考试书系

计算机网络技术与应用



《计算机网络技术与应用》编委会 编
胡维华 张文祥 主编

浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术与应用/胡维华,张文祥主编:《计算机网络技术与应用》编委会编. —杭州:浙江科学技术出版社,2007.8

(世纪精品·计算机等级考试书系)

ISBN 978-7-5341-3106-6

I. 计… II. ①胡…②张…③计… 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(2007)第 088020 号

丛 书 名 世纪精品·计算机等级考试书系
书 名 计算机网络技术与应用
编 著 者 《计算机网络技术与应用》编委会
主 编 胡维华 张文祥

出版发行 浙江科学技术出版社
杭州市体育场路 347 号 邮政编码: 310006
联系电话: 0571-85152486
E-mail: zsj@zkpress.com

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司
印 刷 杭州杭新印务有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 13
字 数 320 000
版 次 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5341-3106-6 定价 19.50 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题,本社负责调换)

责任编辑 张祝娟 封面设计 金 晖
责任校对 顾 均 责任印务 田 文

《计算机网络技术与应用》

编 纂 委 员 会

主 任 胡维华

委 员 (以姓氏笔画为序)

方永平 何钦铭 陈庆章

赵建民 胡维华 项小仙

俞瑞钊 凌 云 蒋联海

楼程富 雷 炜

主 编 胡维华 张文祥

前 言

计算机网络技术与应用的发展不仅极大地促进了计算机科学技术的发展,而且明显地加快了经济信息化与社会信息化的进程。计算机网络已与人们的工作、生活密切相关,具备计算机网络知识与能力已成为 21 世纪人才的基本素质之一,学会使用计算机网络已是人们广泛而又迫切的现实需求。

高等学校是培养 21 世纪人才的主阵地。计算机网络课程不仅是高等学校计算机专业的主干课程,也是非计算机专业一门重要的公共基础课程。后者的学生数约占全体大学生的 95% 以上。我们在努力提高计算机专业教学质量与水平的同时,还必须十分重视非计算机专业计算机基础教学的质量与水平。本书专门为高等学校非计算机专业的计算机网络课程而编写。

计算机网络是一个极其庞大而又复杂的系统,掌握其设计思想及其实现技术被公认为是一件非常不易的事情,网络的飞速发展使得新的技术与标准不断问世。编写计算机网络教材最难的就是内容的取舍与论述的通俗。

为了能理性地认识与应用计算机网络,一些计算机网络的基本原理必须保留,而且必须讲述清楚。本书精选了网络体系结构、数据编码与传输、局域网工作原理、路由器工作原理、Internet 工作原理、IP 地址系统、子网掩码、ADSL 接入模式、VPN 技术、网络安全技术等内容,并力求概念准确、论述严谨。

非计算机专业学生学习计算机网络的直接目的是能较好地应用计算机网络,所以本书在内容的取舍上主要侧重于应用技术的介绍。本书共分 8 章,第 1 章介绍了网络的概况及其应用模式;第 2 章包含有当前网络应用的热门技术——无线通信;第 3 章在介绍构成局域网的一些硬件设备与相关协议标准基础上,重点介绍了局域网的组建技术;第 4 章接入 Internet 与 VPN、NET 等技术则是充分利用 Internet 的高级组网技术;第 5 章在详细介绍 Windows 网络配置的同时,还介绍了 Linux 网络的配置技术,Linux 系统在网络环境中有良好的应用前景;第 6 章就目前计算机网络一些最广泛、最典型与最新颖的应用作了系统介绍,这一章的篇幅较大,目的就是想让读者能充分地掌握最新的 Internet 应用技术;第 7 章的杀毒软件与防火墙是安全应用计算机网络的基本技术;第 8 章的内容已使网络应用上升到网络应用程序的开发,包括使用 ADO 技术对数据库进行访问与操作,学好了这一章,几乎可以成为网络编程高手。本书在论述上我们力争做到由浅入深,循序渐进,尽量避开一些复杂的计算公式和难以理解与记忆的专业名词;对于一些比较抽象的概念,尽量用图示的方法进行讲述,因为网络的概念是基于连接与传输的,使用插图要比使用文字更容易理解;只要是合适的,我们就用例子来阐明书中给出的概念,在每一章都放进一些实际生活中的应用,以利于读者学习。纵观全书,处处体现出计算机网络应用知识与应用能力的培养。“应用”是本书的主线。

本书主要为非计算机专业的在校大学生编写,也可作为感兴趣的人员自学指导书。本书的

编写,得到了浙江省高校计算机教学指导委员会、浙江省高校计算机教学研究会的支持。本书共分8章,第1章主要由胡维华编写,第2章主要由张文祥编写,第3、4章主要由肖四友编写,第5章主要由陈天洲编写,第6章主要由戴鸿君编写,第7章主要由刘春英编写,第8章主要由郑厚天与张文祥编写。全书由杭州电子科技大学胡维华教授与浙江万里学院张文祥教授担任主编,拟定编写大纲并最后修改定稿。浙江工业大学陈庆章教授担任主审并提出不少中肯、切实的修改意见;杭州电子科技大学王相林教授也提出一些宝贵的意见。另外,浙江工业大学胡同森教授、杭州电子科技大学韩建平副教授与童孟军副教授、浙江大学城市学院颜晖教授、浙江师范大学瞿有甜副教授、浙江工商大学金海卫副教授、杭州师范大学周炯副教授等对本书的编写工作也提出了许多有益的建议。在此一并向他们表示衷心的感谢。

本书为任课教师配有PPT与部分习题的参考答案,需要者可通过电子邮件索取,邮箱地址:hzuhm@yahoo.com.cn。

由于信息技术发展很快,本书涉及的新内容比较多,加之作者水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

《计算机网络技术与应用》编委会

2007年5月

目 录



第一章 概 论 1

第一节 计算机网络的功能与分类	1
第二节 计算机网络的发展历史与趋势	2
第三节 计算机网络的构成	5
第四节 计算机网络的拓扑结构	6
第五节 网络体系结构	8
第六节 计算机网络的应用模式	14
习 题	16



第二章 数据通信基础 18

第一节 数据通信概述	18
第二节 数据的编码与调制	21
第三节 通信介质	23
第四节 数据传输技术	26
第五节 同步技术、多路复用和交换技术	31
习 题	35



第三章 局域网 36

第一节 局域网概述	36
第二节 局域网常用连接设备	37
第三节 IEEE 802.x 体系模型与以太网	44
第四节 无线局域网	50
第五节 高速局域网与虚拟局域网	53
第六节 局域网的组建技术	55
习 题	58



第四章 Internet 及其接入技术 62

第一节 Internet 概述	62
第二节 Internet 接入技术	69



目 录

第三节 高级网络互联技术应用	74
习 题	78



第五章 计算机网络操作系统

81

第一节 网络操作系统概述	81
第二节 Windows 的网络配置	83
第三节 Linux 的网络配置	96
习 题	106



第六章 计算机网络典型应用

107

第一节 Web 应用	107
第二节 Ftp 应用	108
第三节 多线程下载工具	114
第四节 电子邮件应用	116
第五节 互联网络高级应用	119
习 题	135



第七章 计算机网络安全与管理

139

第一节 安全基本概念	139
第二节 数据加密	142
第三节 病毒基本原理与防火墙	145
第四节 网络管理基础	156
习 题	160



第八章 网络编程基础

162

第一节 ASP 编程基础	162
第二节 动态网页中脚本语言	176
第三节 数据库开发基础	183
习 题	198

第一章 概 论

人类正进入信息化时代,社会的进步和生产力的发展,在很大程度上依赖于人类对信息的获取和处理能力,依赖于信息技术的进步。计算机网络是计算机技术与现代通信技术紧密结合的产物,是信息技术进步的象征。本章主要介绍计算机网络的一些基本概念,为全书学习做好铺垫。

第一节 计算机网络的功能与分类

简单地讲,计算机网络是指利用通信设备和通信媒体将地理位置分散、功能独立的多个计算机系统互连起来,以功能完善的网络软件来实现各种数据处理设备之间的信息交换、资源共享和协同工作的系统。

一、计算机网络的主要功能

1. 数据通信

利用计算机网络可实现计算机之间快速可靠地互相传送数据,进行信息处理,如传真、电子邮件(E-mail)、电子数据交换(electronic data interchange, EDI)、电子公告牌(bulletin board service, BBS)、远程登录(telnet)与信息浏览等通信服务。数据通信是计算机网络最基本的功能。

2. 资源共享

“资源”指的是网络中所有的硬、软件和数据资源,“共享”指的是网络中的用户都能够部分或全部地享受这些资源。有了计算机网络,我们就可以共享一些昂贵的硬件资源,如高速打印机、高性能服务器、大容量存储器等,从而实现一些重要的处理与存储能力;也可以共享网络中的软件与数据资源,如财务决策软件、航空订票信息等。

3. 分布式处理

计算机网络的组建,使得原来单个计算机无法处理的工作,现在可以通过数台到几十万台计算机共同完成。一方面,对于一些大型任务,可以通过网络分散到多个计算机上进行分布式处理,也可以使各地的计算机通过网络资源共同协作,进行联合开发、研究等;另一方面,计算机网络促进了分布式数据处理和分布式数据库的发展。

4. 综合信息服务

计算机网络的发展使应用日益多元化,即在一套系统上提供集成的信息服务,包括来自社会、政治、经济等各方面的信息资源,同时还提供多媒体信息,如图形、图像、语音、动画等。

二、计算机网络的分类

1. 按网络的作用范围和计算机之间的相互距离分类

可将计算机网络分为局域网、城域网和广域网。



局域网(local area network, LAN),一般用微机或工作站通过高速通信线路相连,速率通常在 10Mbps 以上,但地理上则局限在较小范围内,如 1km 左右。

城域网(metropolitan area network, MAN),其使用范围是一个城市,可跨越几个街区直至整个城市。城域网可以为一个或几个单位所拥有,也可以是一种公共设施,用来将多个局域网相连。城域网因为要和多个局域网连接,因此必须适应多种业务、多种网络协议及多种数据传输速率。

广域网(wide area network, WAN),其使用范围通常为几十到几千 km,其任务是长距离(例如,跨越不同的国家)传输数据。连接广域网各结点交换机的链路一般都是高速链路,具有较大的通信容量。广域网是因特网的核心部分。

2. 按网络的数据传输与交换系统的所有权分类

可将计算机网络分为公用网和专用网。

公用网是由国家电信等部门组建、经营管理、提供公众服务的网络。任何单位部门,甚至个人的计算机和终端都可以接入公用网,利用公用网提供的数据通信服务设施来实现本行业的业务,如中国宽带互联网。

专用网往往是由一个政府部门、行业或一个公司等组建经营,未经许可,其他部门和单位不得使用,其组网方式可以是自行架设的通信线路建网,也可以用公用网建设“虚拟网络”,如中国教育和科研计算机网(cernet)。

3. 按网络的拓扑结构分类

可将计算机网络分为总线型网络、星型网络、环型网络、树型网络和网状型网络。具体的结构形式将在本章第四节介绍。

第二节 计算机网络的发展历史与趋势

一、计算机网络的发展历史

计算机网络诞生于 20 世纪 50 年代中期。它的发展已经过四代:

第一代,面向终端的计算机网络。它由具有通信功能的主机系统和终端构成,即所谓的联机系统,如图 1.1 所示。这是计算机网络发展的第一阶段,被称为第一代计算机网络。

1954 年,收发器(transceiver)终端出现,实现了将穿孔卡片上的数据从电话线上发送到远地的计算机。用户可在远地的电传打字机上键入自己的程序,计算机计算出来的结果由计算机传

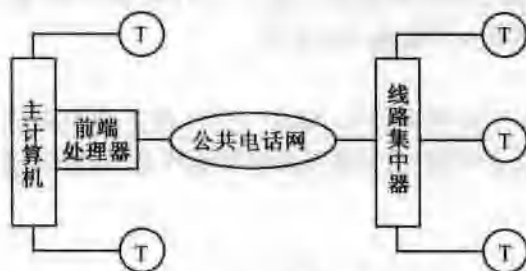


图 1.1 面向终端的计算机网络

送到远地的电传打字机上打印出来。计算机网络的概念也就这样产生了。

20 世纪 60 年代初,美国建成了全国性航空飞机订票系统,用一台中央计算机联结 2000 多个遍布全国各地的终端,用户通过终端进行操作。这些应用系统的建立,构成了计算机网络的雏形。

在第一代计算机网络中,计算机是网络的中心和控制器,各个终端围绕中心计算机分布在各处,而计算机的任务是进行成批处理。

面向终端的计算机网络采用了线路集中器、前端处理机等通信控制设备连接多个终端(简记为 T),使昂贵的通信线路为若干个分布在同一远程地点的相近用户分时共享使用。

第二代,共享资源的计算机网络。它由多台主计算机(host)通过通信线路连接起来,相互共享资源,如图 1.2 所示。



图 1.2 以资源共享为目的的计算机网络

第二代计算机网络的典型代表是 ARPA 网络。ARPA 网络的建成标志着现代计算机网络的诞生。ARPA 网络试验的成功使计算机网络的概念发生了根本性的变化,很多有关计算机网络的基本概念都与 ARPA 网络的研究成果有关,如分组交换、网络协议、资源共享等。

第三代,标准化的计算机网络,即局域网时代的蓬勃发展时期。

20 世纪 70 年代以后,局域网得到了迅速发展。美国 Xerox、DEC 和 Intel 三公司推出了以 CSMA/CD 介质访问技术为基础的以太网(ethernet)产品。其他大公司也纷纷推出自己的产品。但各家网络产品在技术、结构等方面存在着很大差异,没有统一的标准,因而给用户带来了很大的不便。

1974 年,IBM 公司宣布了网络标准按分层方法研制的系统网络体系结构 SNA。网络体系结构的出现,使得一个公司所生产的各种网络产品能够很容易地互联成网。但不同公司生产的产品,由于网络体系结构不同,仍很难相互连通。

1984 年,国际标准化组织(international organization for standardization,ISO)正式颁布了一个使各种计算机互联成网的标准框架——开放系统互连参考模型(open system interconnection reference model,简称 OSI/RM 或 OSI)。20 世纪 80 年代中期,ISO 等机构以 OSI 模型为参考,开发制定了一系列协议标准,形成了一个庞大的 OSI 基本协议集。OSI 标准确保了各厂家生产的计算机和网络产品之间的互联,推动了网络技术的应用和发展,这就是第三代计算机网络。

第四代,全球化的计算机网络。

20 世纪 90 年代,计算机网络发展成了全球的网络——因特网,计算机网络技术和网络应用得到了迅猛的发展。

Internet 最初起源于 ARPA 网络。由 ARPA 网络研究而产生的一项非常重要的成果就是

传输控制协议/互联网协议(transmission control protocol/internet protocol, TCP/IP 协议),使得连接到网上的所有计算机能够相互交流信息。1986 年建立的美国国家科学基金会网络 NSF-NET 是 Internet 的一个里程碑。

二、计算机网络的发展趋势

伴随着计算机网络系统的体系结构及网络工程技术的快速更新,计算机网络正向着开放性、一体化、多媒体和智能化的方向发展。

1. 开放性

Internet 是开放的,不属于任何个人和组织,只要能联接就是其中的一员。Internet 之所以能够风靡全球,正是因为它所依据的 TCP/IP 协议已经成为事实上的国际标准。标准化始终是发展计算机网络开放性的一项基本措施,除了网络通信协议的标准,还有许多其他有关标准,如应用系统编程接口 API 标准、数据库接口标准、计算机操作系统接口标准以及应用系统与用户使用的接口标准等。符合标准就能接入 Internet。这种全球开放性必然引起网络系统容量需求的极大增长,从而推动计算机网络向更加广域、宽带、高速和大容量方向发展。

2. 一体化

一体化是指从系统整体性出发,对系统重新设计、构建,从而达到进一步增强系统功能、提高系统性能、降低系统成本和方便系统使用的目的。计算机网络发展初期是由计算机之间通过通信系统互连而实现的。随着计算机网络应用范围的扩大和对网络功能、性能要求的不断提高,网络中的许多成分将根据系统整体优化的要求重新分工与组合,甚至可能产生新的成分。目前,计算机网络系统的这种一体化发展方向正沿着两条不同的路径展开:一是重新安排网络系统内部元素的分工协同关系,例如客户/服务器结构、各种专用浏览器、“瘦客户机”、网络计算机、无盘工作站等,服务器面向网络共享的服务,被设计得更专门化、高效化,如各种 Web、DNS、NetMeeting 服务器、计算服务器、文件服务器、磁盘服务器、数据库服务器、SMTP、POP3、IMAP 电子邮件服务器、打印服务器、访问服务器等。计算机网络系统的通信功能从计算机结点中分离出来形成各种专用的网络互连通信设备,如各种路由器、桥接器、集线器、交换机等,这是网络一体化分工协作的表现。二是基于虚拟技术,通过硬件的重新组织和软件的重新包装所构成的各种网络虚拟系统,各种透明结点的分布应用服务,如分布文件系统、分布数据库系统、分布超文本查询系统等,用户看到的是一个虚拟的文件系统、数据库系统和信息查询系统,而看不到网络内部结构和操作细节,进而网络的各种具体应用系统,如办公自动化系统、银行自动汇兑系统、自动售票系统、指挥自动控制系统、生产过程自动化系统等,实际上都是更高层次的网络虚拟系统。未来计算机网络将使网络内部进一步优化分工,而网络外部用户可以更方便、更透明地使用网络。

3. 多媒体

多媒体技术实质上是对各种形式的信息(如文字、语音、图像、视频等)进行综合采集、传输、处理、存储和控制利用的技术。现在,计算机网络系统中多媒体技术与网络技术的结合日益密切。如手写输入、语音声控输入、数码相机、扫描仪等各种多媒体信息采集技术以及大容量光盘、面向对象数据库、超媒体查询等多媒体控制技术和 TTS 语音合成、虚拟现实(VR)技术、智能机器人等多媒体控制技术的发展,为多媒体计算机网络的形成和发展提供了有力的技术支持。如今,电信网、电视网和计算机网络的“三网合一”在更高层次上体现了多媒体计算机网络系统的发展趋势。

4. 智能化

人工智能技术在传统计算机基础上进一步模拟人脑的思维活动能力,包括对信息进行分析、归纳、推理、学习等更高级的信息处理能力,在社会信息化的过程中,人工智能技术与计算机网络技术的结合,必将构成具有更强思维能力的智能计算机网络。目前,基于计算机网络系统的分布式智能决策支持系统、分布式专家系统、分布式知识库系统、分布式智能代理技术、分布式智能控制系统以及智能网络管理技术的发展,都是智能网络的发展趋势。

第三节 计算机网络的构成

计算机网络使用通信线路和网络连接设备将分布在不同地点的多台独立的计算机系统互相连接,按网络协议进行数据通信,实现资源共享,为网络用户提供各种应用服务。计算机网络的构成可按系统功能和系统组成进行分类。

1. 按系统功能分类

一个计算机网络可分为用户资源子网和通信子网两大部分。

用户资源子网主要负责全网的信息处理,为网络用户提供网络服务和资源共享等功能。它主要包括网络中的所有的主计算机、终端、网络协议、网络软件和数据库等。

通信子网主要负责全网的数据通信,为网络用户提供数据传输、转接、加工和变换等通信处理工作。它主要包括通信线路(双绞线、电缆、光缆、电磁波等)、网络连接设备(如网络接口设备、通信控制处理机、网桥、路由器、交换机、网关、调制解调器、卫星地面接收站等)、网络通信协议和通信控制软件等。

在局域网中,用户资源子网主要是由网络的服务器和工作站组成;通信子网主要是由传输介质、集线器、交换机和网卡等组成。一个典型的局域网如图 1.3 所示。

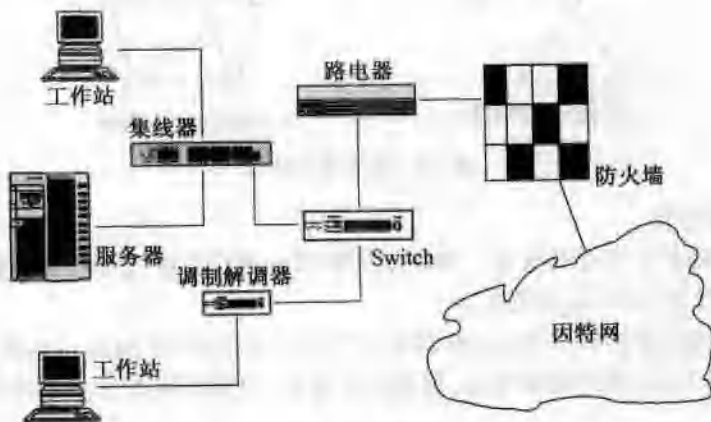


图 1.3 计算机局域网结构图

2. 按系统组成分类

一个计算机网络由硬件系统与软件系统组成。

网络硬件系统包括资源硬件和通信硬件。资源硬件包括构成网络主要成分的各种计算机、服务器、工作站和输入输出设备,通信硬件负责将各种资源硬件设备连接起来,在网络协议的支

持下实现数据通信与资源共享。通信硬件主要有网卡、通信线路和各种网络设备(中继器、集线器、网桥、路由器、交换机及网关等)。

网络系统中,网络上的每个用户都可以享有系统中的各种资源,系统必须对用户进行控制,否则就会造成系统混乱、数据的破坏与丢失。为了协调系统资源,系统需要通过软件工具对网络资源进行全面的、管理和分配,并采取一系列的安全保密措施。网络软件包括网络协议和协议软件、网络通信软件、网络操作系统、网络管理软件和网络应用软件。

第四节 计算机网络的拓扑结构

计算机网络的拓扑结构是指网络中计算机或其他数据处理设备与传输媒介形成的结点与线的物理构成模式所抽象出来的几何图形。网络的结点有两类:一类是转换和交换信息的转接结点,包括结点交换机、集线器和终端控制器等;另一类是访问结点,包括主计算机和终端等。线则代表各种传输媒介,包括有形的和无形的。计算机网络的拓扑结构主要有:总线型拓扑结构、星型拓扑结构、环型拓扑结构、树型拓扑结构和网状型拓扑结构等,具体的结构形式如图 1.4 所示。

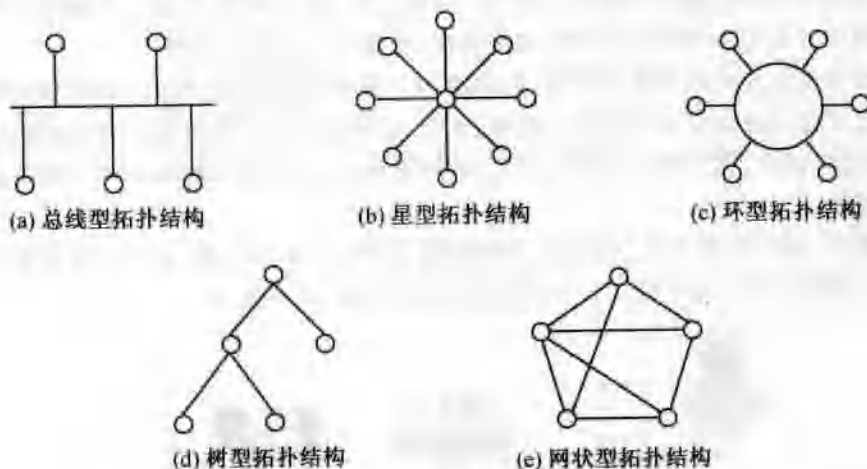


图 1.4 各种拓扑结构

1. 总线型拓扑结构

用一根总线连接各个结点的设备。网络中的各结点通过总线进行信息传输。作为总线的通信线路可以是同轴电缆,也可以是光缆等。

总线型拓扑结构的突出优点为:结构简单、可扩充、性能好;网络的可靠性较高、结点间响应速度快、共享资源能力强;网络的成本低、设备投入量少、安装使用方便。总线的性能和可靠性对网络产生重要影响。

其缺点是:存在单点故障,即在主干的线路上如果出现故障,整个网络都会瘫痪。总线型拓扑结构是使用较普遍的一种网络。

2. 星型拓扑结构

这种结构是一种以中央结点为中心,把若干个外围结点连接起来的辐射式互连结构,中央结点对各设备间的通信和信息交换进行集中控制和管理。

星型拓扑结构的主要优点为：中央结点可以方便地控制和管理网络，并及时发现和处理系统故障；只要中央结点不出现故障，系统的可靠性较高；容易扩充。

其缺点是需要的连接线路比总线型拓扑结构要多，中央结点负担过重，容易形成系统的“瓶颈”，线路的利用率也不高。

3. 环型拓扑结构

环型拓扑结构由各结点首尾相连形成一个闭合环型线路。环型网络中的信息传送是单向的，即沿一个方向从一个结点传到另一个结点；每个结点需安装中继器，以接收、放大、发送信号。这种结构的优点是结构简单，建网容易，便于管理，可以实现数据传送的实时控制，可预知网络的性能。

其缺点是当结点过多时，将影响传输效率，不利于扩充。

4. 树型拓扑结构

这种结构是从星型拓扑结构派生出来的，各结点按一定层次连接起来，形状像一颗倒置的树，最顶端只有一个结点。在树型拓扑结构的网络中有多个中心结点，形成一种分级管理的集中式网络。树型拓扑结构的优点是连接容易、管理简单、维护方便，适合于分主次或分等级的层次型管理系统。

5. 网状型拓扑结构

这种结构中各结点通过传输线相互连接起来，并且任何一个结点都至少与其他两个结点相连，因此网状型拓扑结构的网络具有较高的可靠性，但其实现起来费用高、结构复杂、不易管理和维护。

网状型拓扑结构一般在局域网中很少使用，广域网基本上都是采用网状型拓扑结构。一般来说，一个较大的网络都不是单一的网络拓扑结构，而是将多种拓扑结构混合而成，充分发挥各种拓扑结构的优点。图 1.5 是一个实际网络的拓扑结构。

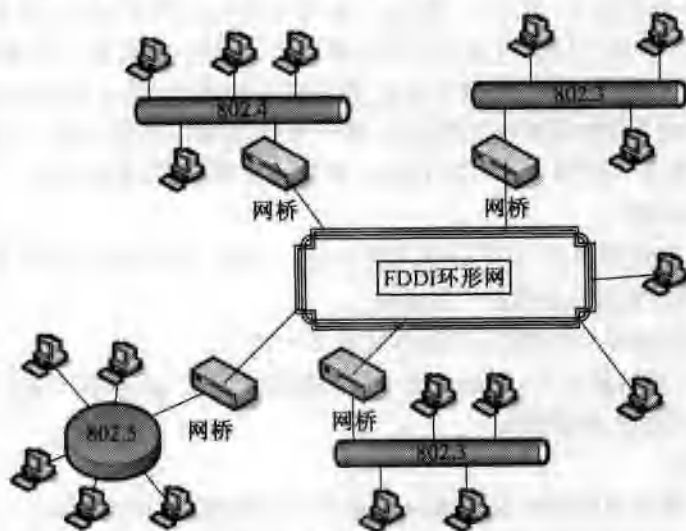


图 1.5 一个实际网络的拓扑结构

第五节 网络体系结构

网络体系结构是指为了协调计算机间的相互通信与资源共享,把非常复杂的协调工作划分成有明确定义、相对简单的各层次工作,并规定同层次进程通信的协议及相邻层之间的接口及服务。将这些同层次进程通信的协议及相邻层之间的接口系统统称为计算机网络体系结构。

网络体系结构的特点是:

- (1) 以功能作为划分层次的基础。
- (2) 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。
- (3) 第 n 层在向第 $n+1$ 层提供服务时,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。
- (4) 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。

一、网络协议

协议代表着标准化,这是一组规则的集合,是进行交互的双方必须遵守的约定。在计算机网络系统中,为了保证数据通信双方能正确而自动地进行通信,针对通信过程的各种问题,制定了一整套约定,即网络系统的通信协议。通信协议是一套语义和语法规则,用来规定有关功能部件在通信过程中的操作。通信协议具有可靠性和有效性,如果通信协议不可靠就会造成通信混乱和中断,只有通信协议有效,才能实现系统内各种资源共享。

1. 网络协议具有层次性

在计算机网络体系结构中,把每个计算机互连的功能划分成有明确定义的层次,因此通信协议也被分为多个层次,在每个层次内又可以被分成若干子层次,协议各层次有高低之分。

协议的层次特点:除了在物理媒体上进行的是实通信之外,其余各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,第 n 层的虚通信是通过第 n 与第 $n-1$ 层间接接口处第 $n-1$ 层提供的服务以及第 $n-1$ 层的通信(通常也是虚通信)来实现的。

协议的层次划分原则:

- (1) 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,便不会对邻层产生影响。
- (2) 层间接口必须清晰,跨越接口的信息量应尽可能少。
- (3) 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。

2. 网络协议组成

(1) 语义。语义是指对构成协议的协议元素含义的解释,也即“讲什么”。不同类型的协议元素规定了通信双方所要表达的不同内容。如在基本型数据链路控制协议中规定,协议元素 SOH 的语义表示所传输报文的报头开始,而协议元素 ETX 的语义,则表示正文结束。

(2) 语法。语法是用于规定将若干个协议元素和数据组合在一起来表达一个更完整的内容时所应遵循的格式。即对所表达内容的数据结构形式的一种规定,也即“怎么讲”,如数据帧格

式、编码和数据压缩等。

(3) 规则。规则是规定了事件的执行顺序。例如,在双方通信时,首先由源站发送一份数据报文,如果目标站收到的是正确的报文,就应遵循协议规则,利用协议元素 ACK 来回答对方,以使源站知道其所发出的报文已被正确接收;如果目标站收到的是一份错误报文,便应按规定用 NAK 元素做出回答,以要求源站重发刚刚发过的报文。

综上所述可见,网络协议实质上是实体间通信时所使用的一种语言。

二、OSI 模型

1947 年,国际标准化组织成立,它是个多国团体,专门就一些国际标准达成世界范围的一致。覆盖网络的所有方面的 ISO 标准就是 OSI 参考模型,它最初是 20 世纪 70 年代后期间世的。开放系统是指许多协议的集合,它使两个不同系统能够通信,而不管它们底层体系结构是什么样子。OSI 模型的目的就是为了使两个不同的系统能够较容易地通信,而不需要改变底层的硬件或软件的逻辑。OSI 模型并不是协议,它是个灵活的、稳健的和可相互操作的模型,用来了解和设计网络体系结构。

OSI 模型由 7 个有序的层组成,如图 1.6 所示:第 1 层为物理层,第 2 层为数据链路层,第 3 层为网络层,第 4 层为传输层,第 5 层为会话层,第 6 层为表示层,第 7 层为应用层。

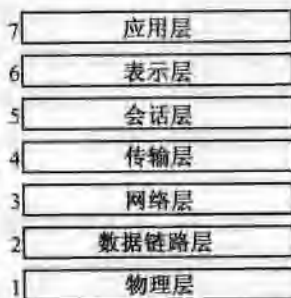


图 1.6 OSI 模型

在单个的机器中,每一个层调用紧挨着它底下的一层的服务。例如,第 3 层使用第 2 层提供的服务,同时向第 4 层提供服务。在机器之间则是在一个机器中的第 X 层与另一个机器中的第 X 层通信。这种通信是由一些协议来控制的,而协议就是事先都同意的一组规则和约定。在每一个机器的某个给定层上进行通信的进程为对等进程。因此,在机器之间的通信就是使用某个给定层的协议的对等进程之间的通信。

图 1.7 表示设备 A 把一个报文发送到设备 B 时所涉及到的一些层。位于中间的结点一般只涉及到 OSI 模型中的三层:物理层、数据链路层和网络层。

在物理层的通信是直接的,在图 1.7 中,设备 A 将比特流发送给设备 B。但在更高的层,通信必须先通过设备 A 的各层向下移动,到了设备 B 后再经过各层向上移动。在发送的设备中的每一层,它从紧挨着的上层收到报文时添加本层的信息,然后将整个包装好的报文传递给紧挨着的下层。

在第 1 层,整个报文包要转换成可以向接收设备传送的形式。在接收机器上,报文要逐层被打开,每一个进程接收数据,然后把对该层有意义的数据拿走。例如,第 2 层把对第 2 层有意义的信息数据拿走后,把其余部分传递给第 3 层。第 3 层把对它有意义的信息数据拿走后,再把其余部分传递给第 4 层等。