



高等学校计算机专业
“十三五”规划教材

计算机网络技术导论

(第二版)

马素刚 赵婧如 陈彦萍 编著 ■

COMPUTER

COMPUTER

COMPUTER



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校计算机专业“十三五”规划教材

计算机网络技术导论

(第二版)

马素刚 赵婧如 陈彦萍 编著
王宣政 主审

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是学习计算机网络原理和掌握网络应用技术的入门级教材。本书仍然沿用第一版“半理论、半实践”的编写方式,在介绍计算机网络基础知识的同时,引入相关的应用或操作实例,以网络应用为导向,注重理论与实践的紧密结合,实践内容实用性强,对学习者解决身边的实际问题具有指导意义。

全书共分为7章,首先介绍了计算机网络的发展与基本概念、网络传输介质及其连接、网络设备及其使用、TCP/IP协议基础知识等,其次通过实例说明了如何组建简单局域网以及共享Internet接入,最后介绍了Internet提供的常见服务与目前比较流行的因特网新技术。各章均附有习题。

本书可作为本科网络工程等计算机类专业“计算机网络导论”课程的教材,亦可作为非计算机专业(如经管类)“网络及应用”、“计算机网络技术基础”等课程的教材。本书对网络工程技术人员也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术导论/马素刚,赵婧如,陈彦萍编著.2版—西安:

西安电子科技大学出版社,2016.1

高等学校计算机专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5606-3927-7

I.①计… II.①马… ②赵… ③陈… III.①计算机网络—高等学校—教材 IV.①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第006491号

策划编辑 云主实

责任编辑 阎 彬 刘莉莉

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029) 88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2016年1月第2版 2016年1月第4次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 14.5

字 数 339千字

印 数 10001~13000册

定 价 25.00元

ISBN 978-7-5606-3927-7/TP

XDUP 4219002-4

*****如有印装问题可调换*****

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版

前言

在计算机网络技术飞速发展的今天,掌握常用的网络应用技术已经成为人们迫切需要的基本技能。当然,并不是所有学习网络知识的人都打算成为网络方面的专家,更多的人只是希望掌握一定的网络操作技能,能够解决生活和工作中遇到的网络问题。本书主要面向网络技术初学者。与“计算机网络”教材不同的是,本书以简明的理论指导实践,以丰富的实践支撑理论,引导学习者在“学”中“用”,在“用”中“学”,使其具备良好的网络应用与操作能力,并为进一步学习各类网络技术课程奠定基础。

计算机网络技术发展日新月异,本书第一版的许多内容已显陈旧,已不能适应当前的教学要求。为了紧随网络技术发展的步伐,更好地满足现阶段和今后一定时期内的教学要求,同时结合广大读者反馈的意见和建议,我们对第一版内容作了较大幅度的修改。第一,调整了全书整体结构,如删除了本书第一版集线器的部分内容,增加了光纤接入设备、无线设备及防火墙的介绍;删除了本书第一版“第5章 网络检测与维护”和“第6章 Internet接入”的内容,增加了“第5章 简单局域网组建与共享接入”和“第7章 因特网新技术”;删除了本书第一版“4.1 NetBEUI与IPX/SPX简介”的内容,丰富了TCP/IP协议基础知识等。第二,对第一版教材中涉及的网络软硬件环境进行了升级,所有操作步骤均在目前主流的软硬件环境中验证通过。第三,增加了因特网新技术,使读者及时了解目前不断涌现的网络新技术。修订改版后,全书共分为七章。

第1章介绍了计算机网络的产生与发展、定义与组成、体系结构、分类等基础知识,同时介绍了ITU、ISO/IEC、IEEE等Internet相关权威组织。

第2章首先介绍了三种传输介质的结构、分类及使用,包括双绞线、同轴电缆和光纤,然后介绍了无线传输方式。实例部分阐述了双绞线的制作与测试以及信息模块的端接等操作方法。

第3章详细介绍了常见网络设备及其使用方法,包括网络适配器、调制解调器、光纤接入设备、中继器与集线器、交换机、路由器、无线设备、防火墙等。实例部分说明了网卡的安装、调制解调器的连接、FTTH光纤接入终端与连接、实验室局域网的组建、使用路由器实现网络互连等操作方法。

第4章介绍了TCP/IP协议的基础知识,主要包括IP、ICMP、ARP、TCP、UDP、DHCP等六种协议。实例部分说明了ping、tracert、arp、ipconfig等基本网络测试命令的使用方法,并阐述了如何用Wireshark软件对协议进行分析。

第5章主要介绍了如何组建简单局域网以及共享Internet接入,阐述了NAT、代理服务器等基本概念。实例部分详细说明了通过双绞线或无线网卡实现双机直连、Windows Server 2008中NAT配置、利用代理服务器(CCProxy)共享Internet接入等操作方法。

第6章介绍了WWW、E-mail、FTP和DNS等四种常见的Internet服务，实例部分说明了FTP命令的使用方法。

第7章介绍了目前比较流行的因特网新技术，包括搜索引擎、P2P技术、社交网络、移动互联网、物联网、云计算、大数据分析技术等内容。

选用本书作为教材的课程一般在较低年级开设，参考学时数为48学时。

本书由王宣政担任主审，马素刚、赵婧如、陈彦萍编著。其中，马素刚编写了第4、5章，并对全书进行了定稿与初审；赵婧如编写了第1、2、3章；陈彦萍编写了第6、7章。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2015年9月

目 录

第1章 计算机网络概述	1	2.5.1 电磁频谱	45
1.1 计算机网络的产生与发展	1	2.5.2 红外线和激光通信	46
1.1.1 计算机网络的诞生	1	2.5.3 无线电通信	48
1.1.2 ARPANet和分组交换	2	习题	50
1.1.3 网络体系结构的标准化	4	第3章 网络设备	52
1.1.4 Internet时代	4	3.1 概述	52
1.1.5 下一代互联网发展	5	3.2 网络适配器	53
1.2 计算机网络的定义与组成	5	3.2.1 网络适配器与MAC地址	53
1.3 计算机网络的体系结构	6	3.2.2 网络适配器的类型	57
1.3.1 OSI参考模型	6	3.2.3 实例：网络适配器的安装	64
1.3.2 TCP/IP参考模型	7	3.3 调制解调器	67
1.4 计算机网络分类	8	3.3.1 调制解调器的作用	67
1.4.1 按网络拓扑结构分类	8	3.3.2 拨号调制解调器	68
1.4.2 按网络的作用范围分类	11	3.3.3 ADSL调制解调器	69
1.5 Internet相关的权威组织	13	3.3.4 实例：ADSL Modem的连接	71
习题	16	3.3.5 电缆调制解调器	72
第2章 网络传输介质	17	3.3.6 实例：Cable Modem的连接	75
2.1 概述	17	3.4 光纤接入设备	76
2.2 同轴电缆	18	3.4.1 光纤接入概述	76
2.2.1 同轴电缆的结构	18	3.4.2 EPON与GPON简介	78
2.2.2 同轴电缆的分类	18	3.4.3 实例：FTTH光纤接入终端与连接	79
2.2.3 以太网与基带同轴电缆	18	3.5 中继器与集线器	81
2.3 双绞线	22	3.5.1 中继器	81
2.3.1 双绞线的结构与分类	22	3.5.2 集线器与共享式以太网	81
2.3.2 双绞线的规格型号与识别	24	3.6 交换机	82
2.3.3 RJ-45插头与插槽	27	3.6.1 交换机概述	82
2.3.4 实例：双绞线的制作与测试	28	3.6.2 交换机的分类	84
2.3.5 实例：信息模块的端接	35	3.6.3 交换机的级联与堆叠	86
2.4 光纤	39	3.6.4 实例：组建一个实验室局域网	89
2.4.1 光纤的结构与工作原理	39	3.7 路由器	91
2.4.2 光纤的分类与特点	41	3.7.1 路由器概述	91
2.4.3 光纤网络的组件	42	3.7.2 路由器的分类	92
2.5 无线传输	45	3.7.3 路由器的端口与连接	94

3.7.4 实例：使用路由器实现网络互连	98	5.1.2 实例：通过无线网卡实现双机直连	168
3.8 无线设备	102	5.2 Internet接入共享	172
3.8.1 无线个域网技术与设备简介	102	5.2.1 网络地址转换NAT	173
3.8.2 无线局域网技术与设备简介	106	5.2.2 实例：Windows Server 2008中 NAT配置	174
3.8.3 无线城域网技术与设备简介	108	5.2.3 代理服务器介绍	180
3.9 防火墙	111	5.2.4 实例：利用代理服务器共享 Internet接入	181
习题	113	习题	186
第4章 TCP/IP协议基础	114	第6章 Internet服务	187
4.1 网络协议概述	114	6.1 万维网WWW	187
4.2 IP协议	115	6.1.1 万维网简介	187
4.2.1 IP协议概述	115	6.1.2 万维网核心标准	187
4.2.2 IP数据报格式	116	6.1.3 万维网工作过程	189
4.2.3 IP地址	117	6.2 电子邮件E-mail	190
4.3 ICMP协议	122	6.2.1 电子邮件简介	190
4.3.1 ICMP协议概述	122	6.2.2 电子邮件工作过程	191
4.3.2 ICMP报文	123	6.2.3 电子邮件客户端软件	191
4.3.3 实例：ping命令的使用	124	6.3 文件传输协议FTP	192
4.3.4 实例：tracert命令的使用	129	6.3.1 认识FTP	192
4.4 ARP协议	131	6.3.2 FTP工作过程	193
4.4.1 ARP协议概述	131	6.3.3 实例：FTP常用命令的使用	194
4.4.2 ARP分组格式	133	6.4 域名系统DNS	197
4.4.3 实例：arp命令的使用	133	6.4.1 DNS介绍	197
4.5 TCP与UDP协议	135	6.4.2 DNS操作	198
4.5.1 端口	136	习题	199
4.5.2 TCP协议	137	第7章 因特网新技术	200
4.5.3 UDP协议	139	7.1 搜索引擎	200
4.6 TCP/IP协议配置	140	7.1.1 搜索引擎概述	200
4.6.1 实例：TCP/IP协议静态配置	140	7.1.2 搜索引擎工作原理及分类	201
4.6.2 实例：ipconfig命令的使用	141	7.1.3 常用搜索引擎简介	203
4.6.3 实例：DHCP及TCP/IP协议 动态配置	144	7.2 P2P技术	206
4.7 TCP/IP协议分析	154	7.2.1 P2P技术概述	207
4.7.1 以太网帧结构	154	7.2.2 P2P技术应用	208
4.7.2 嗅探器工作原理	154	7.3 社交网络	211
4.7.3 实例：Wireshark软件的使用	155	7.3.1 社交网络概述	211
习题	161	7.3.2 社交网络应用	212
第5章 简单局域网组建与共享接入	163	7.4 移动互联网技术	214
5.1 双机直连	163	7.4.1 移动互联网技术概述	214
5.1.1 实例：通过双绞线实现双机直连	163		

7.4.2 移动互联网的特点	215	7.6.2 云计算的服务形式	219
7.5 物联网	217	7.7 大数据分析技术	220
7.5.1 物联网概述	217	7.7.1 大数据概述	220
7.5.2 物联网特征与常见应用	218	7.7.2 大数据分析技术常见应用	221
7.6 云计算	219	习题	222
7.6.1 云计算概述	219	参考文献	223

第1章 计算机网络概述

随着网络技术的飞速更新以及互联网行业的全面发展,基于计算机网络的应用已渗透到人们生活的方方面面。本章首先介绍计算机网络的产生与发展,然后阐述计算机网络的定义,并简要地介绍计算机网络的体系结构以及计算机网络的典型分类,最后介绍若干因特网相关的权威组织。通过本章的学习,读者应该对网络的发展、体系及分类有初步的认识。

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物。计算机网络的发展大致可以划分为面向终端的计算机联机系统、以分组交换网为中心的计算机网络、体系结构标准化的计算机网络和因特网时代四个阶段。

1.1.1 计算机网络的诞生

1946年世界上第一台电子数字计算机ENIAC在美国诞生,当时的计算机技术与通信技术没有直接的联系,是独立发展的两个领域。20世纪50年代初,由于美国军方的需要,美国半自动地面防空系统(SAGE)进行了计算机技术和通信技术相结合的尝试。在SAGE系统中,远程雷达与其他测量设施测到的信息通过总长度达 $2.41 \times 10^6 \text{ km}$ 的通信线路与一台IBM计算机连接,进行集中的防空信息处理与控制。

通过计算机技术与通信技术的结合,可以将地理位置分散的多个终端通过通信线路连接到中心计算机。但是早期计算机是为成批处理数据而设计的,并没有考虑通信功能,如何将计算机与通信线路连接起来呢?

这个问题可以通过增加一个接口元件——线路控制器来解决。线路控制器主要功能是将计算机中数据的并行传输方式转换为通信线路上的串行传输方式,但是线路控制器并不承担所有通信任务,在发送和接收数据时,通信事务的处理由计算机来完成,这就给计算机带来了额外的负担,影响了计算机的数据处理能力。为了减轻计算机的负担,节省开销,人们又设计了前端处理机(Front-End Processor, FEP)来代替线路控制器。FEP类似现在的网卡,它不仅提供了通信接口,而且几乎包揽了所有的通信任务,让计算机可以专门进行数据处理,从而显著提高了计算机数据处理的效率。

由于当时公用电话网已发展成熟而且是当时主要的通信资源,因而人们首先想到利用它来实现计算机之间的数据通信。但是公用电话网是模拟传输系统,而计算机产生的是数字信号,因此还需要完成数字信号与模拟信号之间的相互转换,这一功能由调制解调器来实现。

计算机与通信线路连接的完成,实现了计算机与远程终端的通信。可以用图 1.1 来表示这一阶段的网络模型。图中的主机(host)表示能够与其他设备进行通信的计算机。集中器(Concentrator)用来将多条低速线路上的通信量汇集到一条高速线路中,一般在终端密集的地方使用,各低速终端通过调制解调器及高速线路与远程中心计算机的前端处理机相连。使用集中器的连接方式节约了线路的投资,提高了线路的利用率,而且省去了给每个终端安装调制解调器的开销。但是这并不是真正意义上的计算机网络,而是一个面向终端的计算机联机系统。

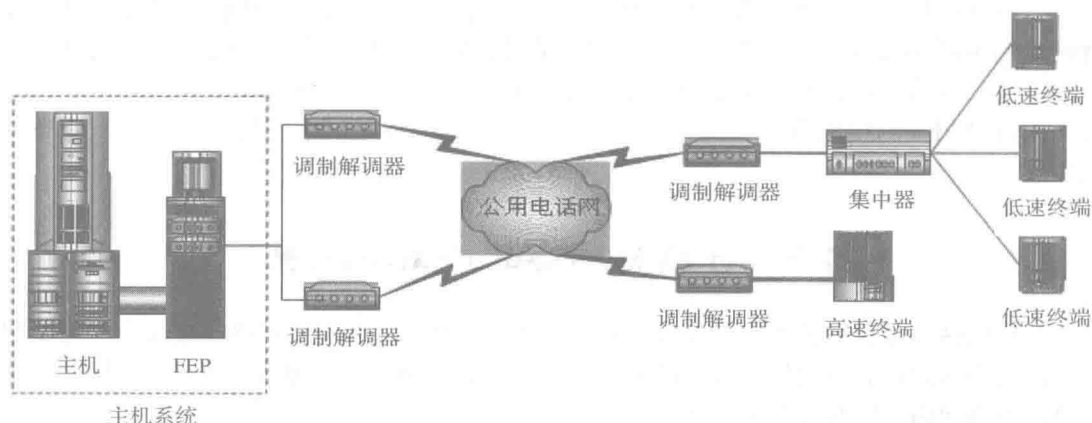


图 1.1 面向终端的计算机联机系统

1.1.2 ARPANet和分组交换

面向终端的以单个计算机为中心的远程联机系统实现了计算机与大量地理位置分散或集中的终端之间的连接。随着计算机应用的发展,出现了计算机与计算机之间连接的需求,这种需求意在使用户不仅可以使本地计算机的软硬件与数据资源,而且也可以使用其他计算机上的资源,即达到计算机资源共享的目的。

要实现计算机与计算机的互连,需要解决的一个问题是采用怎样的数据交换方式。这里所说的交换是指按照某种方式动态地分配传输线路的资源。

与联机系统一样,可以考虑直接将公用电话系统中的电路交换方式应用于计算机之间的数据交换,电路交换的特点是用户拨号呼叫对方,呼叫成功就意味着双方之间建立了一条连接,通话过程中双方始终占有这条连接,通话结束即语音数据传输完毕后,用户挂机便释放了先前建立的连接。而计算机之间的通信过程与此不同,计算机用户并不确定何时要发送数据到另一台计算机,而且数据的多少也是不确定的。所以计算机的数据往往是间歇性、突发性地出现在通信线路上。而且计算机绝大部分的时间是在进行数据处理,通信事务的处理所占时间比例甚微,比如用户在本地编辑处理一个文件用了 20 分钟,而发送文件可能只需一两秒钟。如果使用电路交换来传送计算机数据,连接建立后,由于链路的利用率较低,反而白白浪费了所占用的带宽。如果改为只在每次发起通信前建立连接,也会因频繁地建立和断开连接而引入大量的时延开销。另外,电路交换无法适应不同类型计算机系统之间的差异。所以电路交换并不适合直接用于计算机之间的数据交换,必须寻找新的适合于计算机通信的数据交换技术。

20世纪60年代初,美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Project Agency, ARPA)提出了将多个大学、研究机构中的多台计算机互连的课题,他们希望在战争中,当网络中的部分通信结点或通信线路遭到攻击被损坏时,网络依然可以正常工作,并希望网络能够满足实时数据传输的各种应用需求。1969年底,实验性的ARPANet开通,当时ARPANet选择了洛杉矶的加利福尼亚州大学洛杉矶分校、加州大学圣巴巴拉分校、斯坦福大学、犹他州大学四所大学的四台不同型号、不同操作系统和不同数据格式的大型计算机,采用新的数据交换技术——分组交换,通过专门的接口报文处理机(Interface Message Processor, IMP)和专门的通信线路实现了这四台计算机的互连。

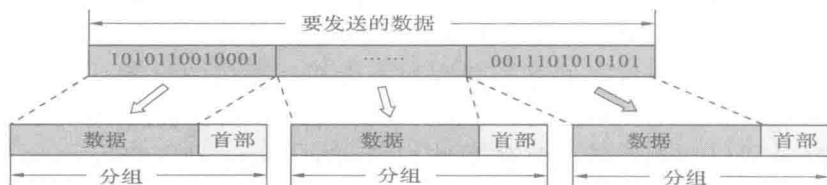


图1.2 分组的概念

采用分组交换,在发送前计算机将某种应用产生的数据(比如一封邮件、一张图片等)划分成更小的数据单元,并附加包含通信控制信息的首部,构成“分组”,如图1.2所示。计算机将这些分组直接发送到网络中,无需事先建立连接,当分组到达接收端后,接收端会将分组首部去掉,抽出数据部分,还原为原始数据。

分组交换采用存储转发策略,即网络中的转发结点收到分组后会将分组存储下来,对分组进行分析处理以后再转发出去。每个分组是一个独立的数据单元,中转结点为每个到达的分组独立地选择路由,即同一个计算机发出的不同分组在网络中所经历的路径可能不同。这一特点使分组交换能很好地适用于恶劣的战区环境。与分组交换相比,电路交换需要事先建立连接,一旦连接中的某个结点遭到破坏,整个连接就不能再使用了,只能重新建立新的连接。而分组交换的路径选择是动态的,具有很大的灵活性。

以分组交换网为中心的计算机网络实现了计算机与计算机的连接,如图1.3所示,分组交换网的通信处理机也称为通信结点或交换结点。

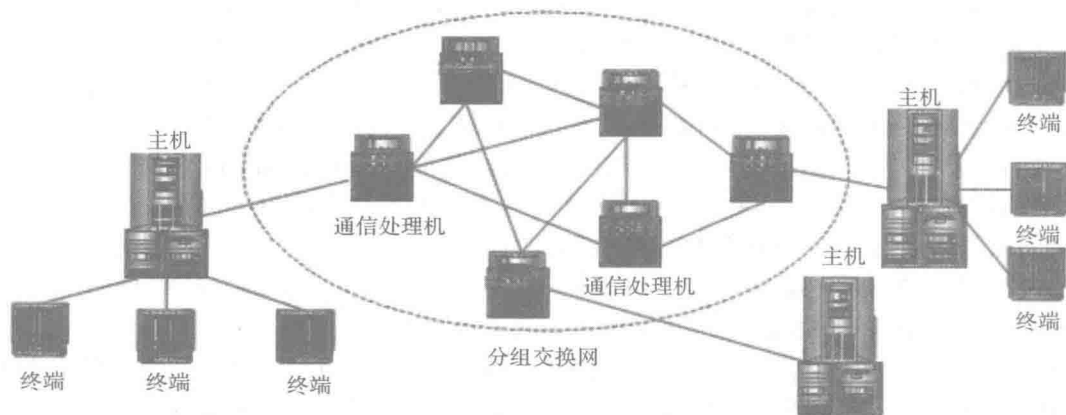


图1.3 以分组交换网为中心的计算机网络

1.1.3 网络体系结构的标准化

20世纪80年代早期,网络的大小和数量开始迅速增长。各大公司都逐渐认识到借助网络技术可以节省资金和提高生产效率,新网络的增加和网络规模的扩展几乎和新的网络技术、产品出现的速度同样快。社会的发展迫使符合不同规范的计算机网络通过互连来满足不同网络的用户相互交换信息的需求。然而各大公司同时也感受到扩展网络所带来的困难,因为两个具有不同的体系结构、使用不同的设备规范的网络,兼容性和互操作性较差,这使得两个网络间的互连很难实现。于是,人们意识到必须摒弃先前的专用网络系统。因为“专用”意味着一个公司或者一些公司组成的团体控制着对技术的使用和改进。专用网络系统由个别公司自己研发、拥有和控制,并不被所有供应商所支持。

为了解决不同网络系统之间互不兼容和不能相互通信的问题,国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)成立了专门机构,研究了不同的网络方案,如IBM公司研制的系统网络体系结构(Systems Network Architecture, SNA),数字设备公司(Digital Equipment Corporation, DEC)推出的基于数字网络体系结构(Digital Network Architecture, DNA)的分层网络体系结构DECNet等。基于这些研究,ISO于1984年提出了著名的开放系统互连基本参考模型OSI/RM(Open System Interconnection Reference Model),简称为OSI。只要遵循OSI标准,任何系统都可以实现互连,进行通信。

1.1.4 Internet时代

Internet的起源可以追溯到ARPANet时期。ARPANet最初开发的网络控制协议(Network Control Protocol, NCP),是一个控制主机间通信的网络协议,只适用单个网络,而无法解决网络互连问题,而且该协议没有真正的差错控制机制,这在当时质量较差的通信环境中引发了不少问题。因此,人们迫切需要有一套可以解决这些问题的新的网络协议。1975年ARPANet发展到几十个结点,并移交美国国防部的国防通信局试运行。其间,在总结前一阶段实验经验的基础上,开始了第二代网络协议的设计工作。1982年,第一次提出了关于互连网络的定义,将“internet”定义为互连网,意为网络的网络。而首字母大写的“Internet”则特指基于TCP/IP协议连接而成的“internet”。1983年1月1日起,第二代网络协议——TCP/IP协议(Transmission Control Protocol/Internet Protocol, 传输控制协议/网际协议)成为了ARPANet上的标准协议。1984年,ARPANet分解成了两个网络,一个是民用科研网,仍然沿用ARPANet这个名称,用于进一步的研究工作。另一个是著名的美国军用计算机网络MILNet(Military Network),并入1982年建立的美国国防数据网。

20世纪70年代,美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)认识到了ARPANet对科学研究工作的重大影响,但当时并不是所有大学和科研机构都有入网机会,一般要求连入ARPANet的机构要与美国国防部有合作研究项目。为了让更多的大学和科研机构可以共享ARPANet的资源,1986年,NSF建立了国家科学基金网NSFNet,其主干网速率为56 kb/s。NSFNet采用与ARPANet基本相同的硬件技术,并从一开始就使用了TCP/IP协议。自此,一些大学和科研机构连入到NSFNet中,NSFNet主干网通过高速链路 with ARPANet连接。随着网络规模的扩大,NSFNet主干网逐渐成为了Internet的主要部分。NSF认识到Internet要继续扩大其范围,而且不能仅限于大学和科研机构。1987年,NSF

将NSFNet主干网的管理权移交给Merit网络公司,后来Merit公司与IBM公司和MCI公司联合成立了美国高级网络与服务公司ANS,所有接入Internet的单位开始向网络服务公司交纳费用。1988年NSFNet主干网速率升级到T1(1.544 Mb/s)。自NSFNet建成以后,其他国家和地区陆续与NSFNet主干网建立连接,我国于1994年通过与NSFNet主干网的连接正式连入Internet。1995年,NSFNet恢复成为学术网络,美国大部分的主干网业务由互联的网络服务提供商办理。任何个人和单位用户只要向Internet服务提供商(Internet Service Provider, ISP)交纳费用便可以通过该ISP接入Internet。

随着商业网络和大量商业公司进入Internet,网上商业应用取得了高速的发展,同时也使Internet能为用户提供更多的服务,Internet迅速普及和发展起来。现在Internet已经向多元化发展,不仅仅为科研服务,也已经渗透到日常生活的各个领域,使Internet在规模和结构上都已经发展成为一个名副其实的“全球互联网”。

1.1.5 下一代互联网发展

美国是第一代互联网全球化进程的推动者和受益者,而且在下一代互联网的发展中也扮演着领跑角色。1996年,美国政府发布了一项称为NGI(Next-Generation Internet)的下一代Internet战略计划,NGI的实质是通过一些革命性的技术发展,解决目前互联网在管理、安全、服务质量以及规模和性能可扩展性方面存在的问题。

1998年,美国从事下一代互联网研究的大学联盟UCAID(University Corporation for Advanced Internet Development)成立,启动了Internet2计划。而继NGI计划结束之后,美国政府立即启动了旨在推动下一代互联网产业化进程的LSN计划。2001年,欧盟正式启动下一代互联网研究计划,建立了横跨三十多个国家的学术主干网GéANT,并以此为基础全面进行下一代互联网各项核心技术的研究和开发。2003年10月,美国军方正式公布了IPv6计划,目前很多国外电信运营商已经建立IPv6网络,并开始提供接入服务。我国也在2003年启动了中国的下一代互联网(China Next-Generation Internet, CNGI)工程,以促进NGI在中国的普及与发展。2004年1月,在布鲁塞尔欧盟总部,包括CERNet在内的全球八大下一代互联网学术组织共同宣布,正式向社会各界提供IPv6服务。2004年12月25日,CNGI核心网CERNet2正式开通,这是世界上规模最大的纯IPv6互联网,引起了世界各国的高度关注。2014年,为推动IPv6的发展,我国工信部联合产业相关部门持续推进网络与网站的改造进程,推动下一代互联网示范城市的建设工作,加快互联网IPv6商用化进程。自此,中国下一代互联网建设进入快车道。

1.2 计算机网络的定义与组成

1. 计算机网络的定义

关于计算机网络的定义,最简单的描述是互相连接在一起的、有自治能力的多个计算机系统的集合。计算机网络的基本特征主要表现在:

(1) 计算机网络是一个互连的计算机系统的群体。这些计算机在地理上是分散的,可能在一个房间内,在一个公司的楼群里,在一个或几个城市里,甚至跨越国界。

(2) 这些计算机是自治的,即连入网络的计算机可以在网络协议的控制下协同工作,

但其自身可以不依赖于网络中其他计算机而独立工作。

(3) 计算机系统的互连通过通信介质和通信设备来实现。

(4) 系统通过通信设施进行信息交换, 实现资源共享、互操作和协作处理, 以满足各种应用要求。这需要一种机制来支持网络中异构计算机系统之间的通信。

因此, 计算机网络可以定义为: 把分布在不同地理位置的计算机系统, 通过通信系统连接起来, 在协议的控制下, 实现资源共享和相互通信。

2. 计算机网络的组成

一个计算机网络通常包含以下几个基本组成部分: 端系统、通信结点与链路、网络协议。

1) 端系统

个人计算机(PC)、便携式计算机、工作站、专业服务器、中大型计算机等都是传统意义上的计算机, 而PDA (Personal Digital Assistant, 个人数字助理)、智能手机、平板电脑(Tablet PC)、智能家居设备、电视机顶盒等智能终端可视为非传统计算机。我们通常将连入网络的传统或非传统计算机统称为端系统(end system)。众多网络功能与网络服务是由端系统上运行的软件来实现的。用户直接使用端系统进行通信、资源共享和服务交互。

2) 通信结点与链路

为了区别于端系统, 通常将负责转发网络分组的交换机、路由器等设备称为通信结点或交换结点。将连接各种网络设备的物理媒体称为链路。通信结点与链路作为通信基础设施, 为端系统之间的通信提供连通性和数据交换服务。

3) 网络协议

网络协议是指通信双方通过网络进行通信和数据交换时必须遵循的规则、标准或约定。网络协议用于控制端系统之间、端系统与通信结点之间以及通信结点之间的通信。

1.3 计算机网络的体系结构

计算机网络通信的全过程是一个十分复杂的过程, 涉及到太多的技术问题。如果把计算机网络看作一个整体来研究, 那么分析它的工作过程将会是一件非常困难的事。为了将一个庞大而复杂的系统问题转化为多个易于研究和处理的局部问题, 计算机网络研究中采用了分层的体系结构, 即把整个网络系统划分为一系列的层, 每一层负责网络通信的一个特定部分, 完成相对独立的功能, 每个分层只与它的上、下层进行交互, 若改变某个层次的实现方法并不会影响到其他层次。计算机网络的各层及其协议规范的集合就构成了网络体系结构。

1.3.1 OSI参考模型

在计算机网络体系结构的国际化阶段, ISO推出的OSI参考模型采用了七层结构, 如图1.4所示。OSI参考模型对每一层规定了功能、要求、技术特性等, 但没有规定具体的实现方法。网络开发者可以依据OSI标准开发网络系统, 制定网络协议; 网络用户可以借助OSI标准来考察网络系统, 分析网络协议。事实上, 没有哪个产品完全遵照OSI参考模型去实现, 但是该模型是目前帮助人们



图1.4 OSI参考模型

认识和理解关于计算机网络通信过程的最好工具。

1) 物理层(Physical Layer)

物理层是整个OSI参考模型的最低层,它为激活、维持和释放系统间的物理连接定义了物理接口的机械、电气、规程和功能特性,其作用是使原始的数据比特流能在物理媒体上传输。物理层具体涉及接插件的规格,“0”、“1”信号的电平表示,收发双方的协调等内容。

2) 数据链路层(Data Link Layer)

数据链路层负责在两个相邻结点之间(主机和路由器或两个路由器之间)以“帧”的形式传输数据。帧是数据链路层的协议数据单元,帧中包含地址、长度、数据及校验码等信息。数据链路层可通过差错检测机制将不可靠的物理链路转变为对网络层来说无比特差错的数据链路。

3) 网络层(Network Layer)

网络层属于OSI中的较复杂的层次,负责将数据包从发送方经网络传输到接收方,其主要功能是路径选择,即选择到达目标主机的最佳路径,并沿该路径传送数据包。

4) 传输层(Transport Layer)

传输层向高层屏蔽了底层传输细节,利用差错控制和流量控制来提供可靠的端到端的数据传输。

5) 会话层(Session Layer)

会话层用来建立、管理和终止两个通信主机之间的会话。会话可能是一个用户通过网络登录到一个主机或一个正在建立的用于传输文件的会话。会话层的功能主要有:会话连接到传输连接的映射、数据传送、会话连接的恢复和释放以及会话管理等。

6) 表示层(Presentation Layer)

表示层提供格式化的表示和转换数据服务。表示层确保一个系统的应用层发送的信息能够被另一个系统的应用层正确读取。如果通信双方用不同的数据表示方法,则不能互相理解,而表示层可以屏蔽这些差异。表示层的功能主要有:数据语法转换、语法表示、表示连接管理、数据加密和数据压缩等。

7) 应用层(Application Layer)

应用层是OSI参考模型的最靠近用户的层次,提供网络与用户应用软件之间的接口服务。应用层包含用户应用程序执行通信任务所需要的协议和功能。

1.3.2 TCP/IP参考模型

1983年,ARPANet的实验人员规定连入ARPANet的计算机都必须采用TCP/IP协议。随着ARPANet逐渐发展成为Internet,TCP/IP系列协议成为了建立Internet架构的技术基础。TCP/IP虽不是法律上的国际标准,但它是为全世界广大厂商和用户所接受的事实上的国际标准。

TCP/IP是一组通信协议的代名词,是由一系列协议组成的协议簇。TCP/IP参考模型是一个为TCP/IP协议栈量身制作的抽象的分层模型。这个模型中,所有的TCP/IP系列网络协议都被归类到四个层次中,分别是:应用层(Application Layer)、传输层(Transport Layer)、网际层(Internet Layer)和网络接口层(Network Interface Layer)。

如图1.5所示是TCP/IP参考模型与OSI参考模型的比较。其中TCP/IP参考模型中的网络接口层虽然与OSI参考模型的物理层和数据链路层对应,但TCP/IP并没有定义任何

物理层和数据链路层协议，它允许底层使用任何的标准协议或专用协议，只要这些协议支持TCP/IP即可，这使得TCP/IP几乎能适应所有软硬件平台。一个支持TCP/IP的网络可以是局域网、城域网或者广域网，例如：Ethernet（以太网），X.25，FR（帧中继），ATM，SONET，SDH等。

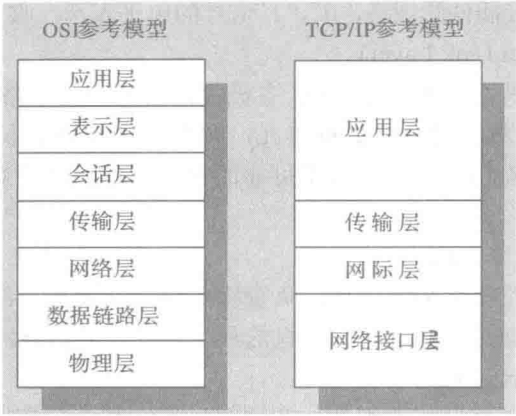


图1.5 TCP/IP参考模型与OSI参考模型的比较

如图1.6所示，在网际层，TCP/IP参考模型规定了网际协议IP（Internet Protocol）；在传输层，TCP/IP参考模型主要定义了两大协议：传输控制协议TCP（Transmission Control Protocol）和用户数据报协议UDP（User Datagram Protocol）；在应用层，TCP/IP参考模型定义的协议更是异常丰富，各种各样的网络应用都有相应的网络协议支持，如Web应用使用的HTTP协议，电子邮件应用使用的SMTP协议等。

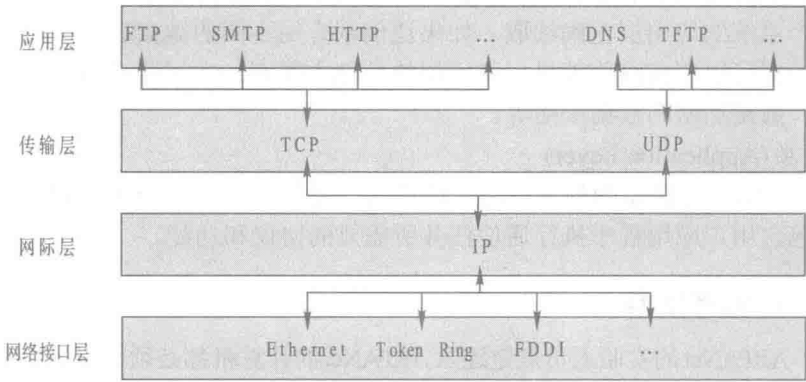


图1.6 TCP/IP协议栈

1.4 计算机网络分类

1.4.1 按网络拓扑结构分类

拓扑学是几何学的一个分支，由图论演变而来。拓扑学把研究对象抽象成与其大小、形状无关的点，将研究对象之间的连接抽象成线，进而研究各点之间的关系。

计算机网络拓扑通过网络中结点与通信线路之间的几何关系表示网络结构,它反映出网络中各实体间的结构关系。换句话说,网络拓扑描述了通信线路和网络设备的布局及数据传输时可以通过的路径。拓扑设计是建设计算机网络的第一步,它对网络性能、系统的可靠性与通信费用都有重大影响。

各种网络设备需要以一定的结构方式进行连接,这种连接方式就叫做“网络拓扑结构”。网络拓扑结构通常包括总线型、星型、环型和网状等结构形式。以下在讨论拓扑结构时,将网络中的设备称为结点,结点间的通信线路称为链路。

1. 总线型

总线型网络是将所有结点通过专门的连接器连到一根电缆上,即所有结点共享一个公共传输通道(也称为公共总线)。在总线型网络中,任何设备可以随机地发送数据,但某一时刻只允许一个设备发送数据,否则同时发出的数据会在传输通道上发生碰撞从而导致发送失败。总线型网络采用广播通信方式,即一个结点发送的信号会被总线上所有的结点检测到。每个结点会检查线路上数据的目的地址与自己的地址是否相同,如果相同,结点会接收数据,如果不相同,结点不会对到来的数据做接收处理,这就好像一个人拿到某快递包裹,若其上的收件人不是自己,便不会拆包查看。局域网技术中多使用同轴电缆作为公共总线,其结构如图1.7所示。

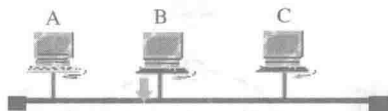


图1.7 总线型网络

总线型网络具有以下几个特点:

- (1) 结构简单,但是安装操作复杂,网络扩展不够灵活。
- (2) 连接结点的数目有限,并且因为所有结点是共享总线带宽的,所以数据传输速度会随着接入网络的用户数量的增多而下降。
- (3) 故障诊断困难,故障点的检测和维修可能会影响网络中的其他正常结点,一旦发生总线故障则会殃及全网。
- (4) 由于只有一个公共传输通道,同一时刻仅能允许一个结点发送数据,其他结点必须等待。

2. 星型

星型拓扑是现在局域网中最常使用的拓扑结构。星型网络由中心结点和通过点到点链路接到中心结点的各分结点组成,分结点间的通信必须通过中心结点进行。星型网络的结构如图1.8所示。

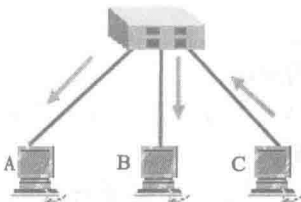


图1.8 星型网络