

ZHUANZHU

计算机网络关键技术研究

郭胜召 著

ZHUANZHU

西北工业大学出版社

JISUANJI WANGLUO GUANJIAN JISHU YANJIU
计算机网络关键技术研究

郭胜召 著

西北工业大学出版社

西安

【内容简介】 计算机网络技术是计算机科学与技术领域中发展最迅速的新兴技术,也是计算机应用中最活跃的领域。随着 Internet 的发展和全球信息化进程的推进,计算机网络技术已成为相关人员工作、学习和生活所必须掌握的技能。本书主要介绍网络的基础知识、网络研究的关键技术以及网络的配置与应用等方面的内容。本书可作为高校计算机专业的教科书,也可供对计算机研究有兴趣的人士阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络关键技术研究 / 郭胜召著. — 西安 :
西北工业大学出版社, 2018. 9
ISBN 978 - 7 - 5612 - 6281 - 8

I. 计… II. ①郭… III. ①计算机网络 — 研究
IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 220865 号

策划编辑: 刘宇龙
责任编辑: 刘宇龙

出版发行: 西北工业大学出版社
通信地址: 西安市友谊西路 127 号 邮编: 710072
电 话: (029)88493844 88491757
网 址: www.nwpup.com
印 刷 者: 陕西向阳印务有限公司
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 11
字 数: 280 千字
版 次: 2018 年 9 月第 1 版 2018 年 9 月第 1 次印刷
定 价: 30.00 元



前 言

随着信息技术的高速发展,人类的生活发生了翻天覆地的变化,计算机网络在其中发挥着巨大的作用。掌握计算机网络基本知识和应用技术,使自己具备信息时代所要求的科学素质,已成为现今大学生最基本的要求。

本书凝聚了笔者多年的网络教学经验,全面系统的介绍了计算机网络技术知识,对于学生来说能起到指导性的作用。本书从网络的形成与发展讲起,涵盖了网络的功能、网络的分类、数据通信基础知识、数据传输同步及交换技术、信道复用技术、计算机网络体系结构 OSI 七层模型及 TCP/IP 体系结构、常用网络传输介质、局域网技术、常用网络的硬件设备、IP 地址、子网掩码、子网规划以及网络管理和网络安全方面的知识等。

根据笔者的科研方向,本书还阐述了无线 AdHoc 网络的 QoS 路由算法和拥塞控制算法、入侵检测算法,并给出了一个“互联网+”下移动智慧校园应用体系设计的网络应用的实例。

在本书撰写过程中得到了山东管理学院领导和老师的大力支持,并提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心感谢。撰写本书曾参阅了相关文献资料及网络图片等,在此,谨向其作者深表谢意。

由于笔者水平有限,书中错误或不妥之处,恳请读者指正。

郭胜召
2018 年 4 月

目 录

第一章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的定义	1
1.2 计算机网络的发展历程	1
1.3 计算机网络的组成	3
1.4 计算机网络的功能	4
1.5 计算机网络的分类	4
1.6 网络的性能指标	5
1.7 网络体系结构	7
1.8 网络硬件	9
第二章 物理层	14
2.1 物理层功能	14
2.2 网络的传输介质	14
2.3 数据通信技术	16
第三章 数据链路层	24
3.1 差错控制	24
3.2 流量控制	25
第四章 网络层	28
4.1 IP 地址	28
4.2 地址解析协议 ARP 和逆向地址解析协议 RARP	29
4.3 子网掩码与子网划分	30
4.4 网络路由算法	32
第五章 传输层	34
5.1 传输控制协议 TCP	35
5.2 用户数据报传输协议 UDP	35
5.3 流量控制	36
5.4 拥塞控制	36
第六章 应用层	38
6.1 域名系统	38
6.2 电子邮件系统	40
6.3 WWW	41
6.4 FTP	42

第七章 计算机局域网	44
7.1 介质访问控制方法	45
7.2 CSMA/CD 介质访问控制	45
7.3 令牌环	46
7.4 令牌总线	47
7.5 FDDI	47
第八章 无线网络	49
8.1 无线局域网的优缺点	49
8.2 无线传输介质	50
8.3 无线网络中的常用名词	51
8.4 无线局域网的主要协议标准	52
8.5 移动通信网络	54
第九章 网络安全与管理	68
9.1 网络安全技术	68
9.2 数据加密与数字认证	70
9.3 防火墙技术	73
9.4 虚拟专用网技术	74
9.5 网络病毒防治技术	77
9.6 网络管理技术	78
第十章 无线 AdHoc 网络的 QoS 路由算法	80
10.1 绪论	80
10.2 AdHoc 网络路由协议及分析比较	84
10.3 AdHoc 网络 QoS 指标	89
10.4 AODV 路由协议的改进	92
10.5 仿真实验与分析	101
10.6 结论与展望	110
第十一章 拥塞控制算法	112
11.1 拥塞产生的原因	112
11.2 TCP 拥塞控制的基本方式	112
11.3 TCP 拥塞控制存在的问题	114
11.4 几种改进的拥塞控制方法	114
11.5 TCP 拥塞控制算法研究热点	116
第十二章 入侵检测算法	118
12.1 绪论	118
12.2 入侵检测技术概述	120
12.3 模式匹配算法	129
12.4 基于数据预处理的入侵检测系统模型设计	135
12.5 实验与性能分析	148

12.6 结论与展望	154
第十三章 网络应用——“互联网+”下移动智慧校园应用体系的设计	156
13.1 引言	156
13.2 相关研究	157
13.3 智慧校园设计概况	157
13.4 移动智慧校园功能实现	162
13.5 总结以及展望	164
参考文献	165

第一章 计算机网络概述

在过去的三百多年中,每一个世纪都有一种技术占据主要的地位。18 世纪伴随着工业革命而来的是伟大的机械时代,19 世纪是蒸汽机时代,20 世纪的关键技术是信息的获取、存储、传送、处理和利用,而 21 世纪的一些重要特征就是数字化、网络化和信息化,它是以网络为核心的信息时代。因特网是自印刷术以来人类通信方面最大的变革。现在人们的生活、工作、学习和交往都已离不开因特网。

计算机是 20 世纪人类最伟大的发明之一,它的产生标志着人类开始迈进一个崭新的信息社会,新的信息产业正以强劲的势头迅速崛起。为了提高信息社会的生产力,提供一种全社会的、经济的、快速的存取信息的手段是十分必要的,因而,计算机网络这种手段也应运而生,并且在我们以后的学习生活中,它都起着举足轻重的作用,其发展趋势更是可观。

因特网起源于 20 世纪 60 年代中期由美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Project Agency, ARPA)资助的 ARPAnet。随着后续的发展,网络对科技、社会、生活产生了巨大的影响。

1.1 计算机网络的定义

计算机网络是通信技术与计算机技术密切结合的产物。它最简单的定义是:以实现远程通信为目的,一些互连的、独立自主的计算机的集合。“互连”是指各计算机之间通过有线或无线通信信道彼此交换信息。“独立自主”则强调它们之间没有明显的主从关系)1970 年,美国信息学会联合会发布了计算机网络的定义:以相互共享资源(硬件、软件和数据)方式而连接起来,且各自具有独立功能的计算机系统之集合。此定义有三个含义:一是网络通信的目的是共享资源;二是网络中的计算机是分散且具有独立功能的;三是有一个全网性的网络操作系统。

随着计算机网络体系结构的标准化,计算机网络又被定义为:计算机网络具有三个主要的组成部分:①能向用户提供服务的若干主机;②由一些专用的通信处理机(即通信子网中的结点交换机)和连接这些结点的通信链路所组成的一个或数个通信子网;③为主机与主机、主机与通信子网,或者通信子网中各个结点之间通信而建立的一系列协议。

也有人将计算机网络定义为将一群具有独立功能的计算机通过通信设备及传输媒体被互联起来,在通信软件的支持下,实现计算机间资源共享、信息交换或协同工作的系统。计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物,两者的迅速发展及相互渗透,形成了计算机网络技术。

1.2 计算机网络的发展历程

计算机网络已经历了由单一网络向互联网发展的过程。1997年,在美国拉斯维加斯的全球计算机技术博览会上,微软公司总裁比尔·盖茨先生发表了著名的演说。他在演说中强调:“网络才是计算机!”这一精辟论点充分体现出信息社会中计算机网络的重要基础地位。计算机网络技术的发展越来越成为当今世界高新技术发展的核心之一,而它的发展历程也曲折折,绵延至今。计算机网络的发展分为以下几个阶段。

1. 第一阶段——诞生阶段(计算机终端网络)

20世纪60年代中期之前的第一代计算机网络是以单个计算机为中心的远程联机系统。典型应用是由一台计算机和全美范围内2000多个终端组成的飞机订票系统。终端是一台计算机的外部设备包括显示器和键盘,无CPU和内存。随着远程终端的增多,在主机前增加了前端机(FEP)。当时,人们把计算机网络定义为“以传输信息为目的而连接起来,实现远程信息处理或进一步达到资源共享的系统”,但这样的通信系统已具备网络的雏形。早期的计算机为了提高资源利用率,采用批处理的工作方式。为适应终端与计算机的连接,出现了多重线路控制器。

2. 第二阶段——形成阶段(计算机通信网络)

20世纪六七十年代的第二代计算机网络是以多个主机通过通信线路互联起来,为用户提供服务,兴起于20世纪60年代后期,典型代表是美国国防部高级研究计划局协助开发的ARPAnet。主机之间不是直接用线路相连,而是由接口报文处理机(IMP)转接后互联的。IMP和它们之间互联的通信线路一起负责主机间的通信任务,构成了通信子网。通信子网互联的主机负责运行程序,提供资源共享,组成资源子网。这个时期,网络概念为“以能够相互共享资源为目的互联起来的具有独立功能的计算机之集合体”,形成了计算机网络的基本概念。

ARPA网是以通信子网为中心的典型代表。在ARPA网中,负责通信控制处理的CCP称为接口报文处理机IMP(或称结点机),以存储转发方式传送分组的通信子网称为分组交换网。

3. 第三阶段——互联互通阶段(开放式的标准化计算机网络)

20世纪70年代末至90年代的第三代计算机网络是具有统一的网络体系结构并遵守国际标准的开放式和标准化的网络。ARPAnet兴起后,计算机网络发展迅猛,各大计算机公司相继推出自己的网络体系结构及实现这些结构的软硬件产品。由于没有统一的标准,不同厂商的产品之间互联很困难,人们迫切需要一种开放性的标准化实用网络环境,这样应运而生了两种国际通用的最重要的体系结构,即TCP/IP体系结构和国际标准化组织的OSI体系结构。

4. 第四阶段——高速网络技术阶段(新一代计算机网络)

20世纪90年代到现在的第四代计算机网络,由于局域网技术发展成熟,出现光纤及高速网络技术,多媒体网络,智能网络,整个网络就像一个对用户透明的大的计算机系统,发展为以Internet为代表的互联网。而其中Internet(因特网)的发展也分以下三个阶段。

(1)从单一的APRAnet发展为互联网。

1969年,创建的第一个分组交换网 ARPAnet 只是一个单个的分组交换网(不是互联网)。20世纪70年代中期,ARPA开始研究多种网络互连的技术,这导致互联网的出现。1983年,ARPAnet 分解成两个:一个是实验研究用的科研网 ARPAnet(人们常把1983年作为因特网的诞生之日),另一个是军用的 MILNET。1990年,ARPAnet 正式宣布关闭,实验完成。

(2) 建成三级结构的因特网

1986年,NSF建立了国家科学基金网 NSFNET。它是一个三级计算机网络,分为主干网、地区网和校园网。1991年,美国政府决定将因特网的主干网转交给私人公司来经营,并开始对接入因特网的单位收费。1993年因特网主干网的速率提高到45Mb/s。

(3) 建立多层次 ISP 结构的因特网

从1993年开始,由美国政府资助的 NSFNET 逐渐被若干个商用的因特网主干网(即服务提供者网络)所替代。用户通过因特网提供者 ISP 上网。1994年开始创建了4个网络接入点 NAP(Network Access Point),分别为4个电信公司。1994年起,因特网逐渐演变成多层次 ISP 结构的网络。1996年,主干网速率为155 Mb/s(OC-3)。1998年,主干网速率为2.5 Gb/s(OC-48)。

我国计算机网络起步于20世纪80年代。1980年进行联网试验,并组建各单位的局域网。1989年11月,第一个公用分组交换网建成运行。1993年建成新公用分组交换网 CHINANET。80年代后期,相继建成各行业的专用广域网。1994年4月,我国用专线接入因特网(64kb/s)。1994年5月,设立第一个 WWW 服务器。1994年9月,中国公用计算机互联网启动。目前已建成9个全国性公用计算机网络(2个在建)。2004年2月,建成我国下一代互联网 CNGI 主干试验网 CERNET2 并提供服务(2.5~10Gb/s)。

1.3 计算机网络的组成

从物理连接和逻辑功能两方面进行划分,网络由不同的部分组成。

从物理连接上讲,计算机网络由计算机系统、通信链路和网络节点组成。计算机系统进行各种数据处理,通信链路和网络节点提供通信功能。

计算机网络中的计算机系统主要担负数据处理工作,它可以是具有强大功能的大型计算机,也可以是一台微机,其任务是进行信息的采集、存储和加工处理。

网络节点主要负责网络中信息的发送、接收和转发。网络节点是计算机与网络的接口,计算机通过网络节点向其他计算机发送信息,鉴别和接收其他计算机发送来的信息。在大型网络中,网络节点一般由一台通信处理机或通信控制器来担当,此时的网络节点还具有存储转发和路径选择的功能,在局域网中使用的网络适配器也属于网络节点。通信链路是连接两个节点的通信信道,通信信道包括通信线路和相关的通信设备。通信线路可以是双绞线、同轴电缆和光纤等有线介质,也可以是微波、红外等无线介质。相关的通信设备包括中继器、调制解调器等,中继器的作用是将数字信号放大,调制解调器则能进行数字信号和模拟信号的转换,以便将数字信号通过只能传输模拟信号的线路来传输。

从逻辑功能上看,可以把计算机网络分成通信子网和资源子网,如图1-1所示。

通信子网提供计算机网络的通信功能,由网络节点和通信链路组成。通信子网是由节点处理机和通信链路组成的一个独立的数据通信系统。

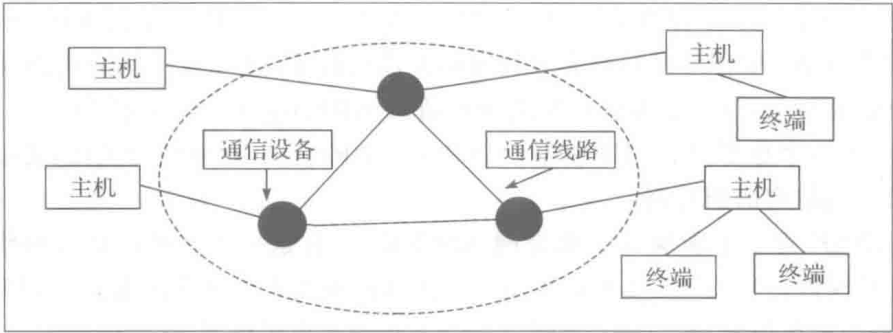


图 1-1 计算机网络的功能

资源子网提供访问网络和处理数据的能力,由主机、终端控制器和终端组成。主机负责本地或全网的数据处理,运行各种应用程序或大型数据库系统,向网络用户提供各种软硬件资源和网络服务;终端控制器用于把一组终端连入通信子网,并负责控制终端信息的接收和发送。终端控制器可以不经主机直接和网络节点相连,当然还有一些设备也可以不经主机直接和节点相连,如打印机和大型存储设备等。

1.4 计算机网络的功能

数据通信

计算机网络能够进行数据通信、实现资源共享,进行分布式处理,提高系统的可靠性。

(1)数据通信是计算机网络的基本功能之一,用于实现计算机之间的信息传送。如在网上传发电子邮件,发布新闻消息,进行电子商务、远程教育、远程医疗,传递文字、图像、声音、视频等信息。

(2)计算机资源主要是指计算机的硬件、软件和数据资源。共享硬件资源可以避免贵重硬件设备的重复购置,提高硬件设备的利用率;共享软件资源可以避免软件开发的重复劳动与大型软件的重复购置,进而实现分布式计算的目标;共享数据资源可以促进人们相互交流,达到充分利用信息资源的目的。

(3)对于综合性大型科学计算和信息处理问题,可以采用一定的算法,将任务分交给网络中不同的计算机,以达到均衡使用网络资源,实现分布处理的目的。

(4)在计算机网络系统中,可以通过结构化和模块化设计将大的、复杂的任务分别交给几台计算机处理,用多台计算机提供冗余,这样可靠性大大提高。当某台计算机发生故障时,不至于影响整个系统中其他计算机的正常工作,使被损坏的数据和信息能得到恢复。

1.5 计算机网络的分类

由于计算机网络的广泛使用,目前在世界上出现了各种类型的计算机网络。对网络的分类方法也有很多。从不同角度观察网络、划分网络,有利于全面了解网络系统的各种特性。

(1)根据网络的覆盖范围划分,可分为局域网、城域网、广域网。局域网(LAN, Local Area Network),一般用微机通过高速通信线路连接,覆盖范围从几百米到几公里,通常用于覆盖一个房间、一层楼或一座建筑物。局域网传输速率高,可靠性好,适用各种传输介质,建设成本低。

城域网(MAN, Metropolitan Area Network), 是在一座城市范围内建立的计算机通信网, 通常使用与局域网相似的技术, 但对媒介访问控制在实现方法上有所不同, 它一般可将同一城市内不同地点的主机、数据库以及 LAN 等互相连接起来。

广域网(WAN, Wide Area Network), 用于连接不同城市之间的 LAN 或 MAN。广域网的通信子网主要采用分组交换技术, 常常借用传统的公共传输网(如电话网), 这就使广域网的数据传输相对较慢, 传输误码率也较高。随着光纤通信网络的建设, 广域网的速度将大大提高。广域网可以覆盖一个地区或国家。国际互联网, 又叫因特网(Internet), 是覆盖全球最大的计算机网络, 但实际上不是一种具体的网络技术, 因特网将世界各地的广域网、局域网等互联起来, 形成一个整体, 实现全球范围内的数据通信和资源共享。

(2)按网络的拓扑结构划分:分为总线型网络、星型网络、环型网络、树状网络和混合型网络等。拓扑是从图论演变而来的, 是一种研究与大小形状无关的点、线、面特点的方法。把网络中的计算机等设备抽象为点, 把网络中的通信媒体抽象为线, 这样就形成了由点和线组成的几何图形, 即采用拓扑学方法抽象出的网络结构, 我们称之为网络的拓扑结构。

总线型网络结构简单灵活、可扩充、性能好。但是由于所有的工作站通信均通过一条共用的总线, 所以实时性差, 并且总线的任何一点故障, 都会造成整个网络的瘫痪。

星型网络的优点是建网容易, 控制相对简单, 其缺点是属于集中控制, 对中心节点依赖性大。

环型网络是局域网中常用的拓扑结构, 可用令牌控制来协调控制各节点的发送。

树型网络结构适用于相邻层通信较多的情况, 典型的应用是低层节点解决不了的问题, 请求中层解决, 中层计算机解决不了的问题请求顶部的计算机来解决。

(3)按传输介质划分, 分为有线网和无线网。有线网采用双绞线、同轴电缆、光纤或电话线作传输介质。采用双绞线和同轴电缆连成的网络经济且安装简便, 但传输距离相对较短。以光纤为介质的网络传输距离远, 传输率高, 抗干扰能力强, 安全好用, 但成本稍高。

无线网主要以无线电波或红外线为传输介质, 联网方式灵活方便, 但联网费用稍高, 可靠性和安全性还有待改进。另外, 还有卫星数据通信网, 它是通过卫星进行数据通信的。

(4)按网络的使用性质划分, 分为公用网和专用网。公用网(Public Network), 是一种付费网络, 属于经营性网络, 由商家建造并维护, 消费者付费使用。

专用网(Private Network), 是某个部门根据本系统的特殊业务需要而建造的网络, 这种网络一般不对外提供服务。例如军队、银行、电力等系统的网络就属于专用网。

1.6 网络的性能指标

1. 速率

比特(bit)是计算机中数据量的单位, 也是信息论中使用的信息量的单位。

“bit”来源于“binary digit”, 意思是一个“二进制数字”, 因此一个比特就是二进制数字中的一个 1 或 0。

速率即数据率(data rate)或比特率(bit rate)是计算机网络中最重要的一个性能指标。速率的单位是 b/s, 或 Kb/s, Mb/s, Gb/s 等

速率往往是指额定速率或标称速率。

2. 带宽

“带宽”(bandwidth)本来是指信号具有的频带宽度,单位是 Hz(或 kHz、MHz、GHz 等)。现在“带宽”是数字信道所能传送的“最高数据率”的同义语,单位是“比特每秒”,或 b/s (bit/s)。

如图 1-2 所示,在时间轴上信号的宽度随带宽的增大而变窄。

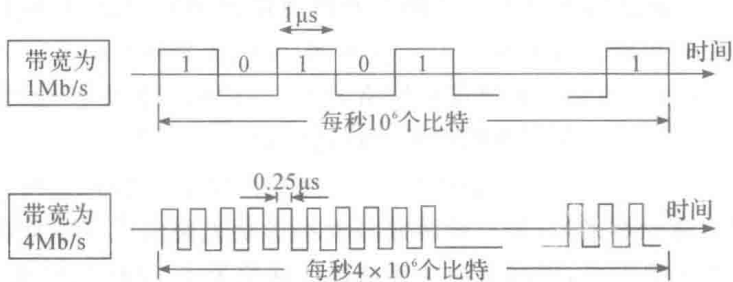


图 1-2 带宽时间轴变化

3. 吞吐量

吞吐量(throughput)表示在单位时间内通过某个网络(或信道、接口)的数据量。

吞吐量更经常地用于对现实世界中的网络的一种测量,以便知道实际上到底有多少数据量能够通过网络。

吞吐量受网络的带宽或网络的额定速率的限制。

4. 时延

传输时延(发送时延):发送数据时,数据块从结点进入到传输媒体所需要的时间。也就是从发送数据帧的第一个比特算起,到该帧的最后一个比特发送完毕所需的时间。

发送时延 = 数据块长度(bit) / 信道带宽(bit/s)

传播时延:电磁波在信道中需要传播一定的距离而花费的时间。

信号传输速率(即发送速率)和信号在信道上的传播速率是完全不同的概念。

传播时延 = 信道长度(m) / 信号在信道上的传播速率(m/s)

处理时延:交换结点为存储转发而进行一些必要的处理所花费的时间。

排队时延:结点缓存队列中分组排队所经历的时延。排队时延的长短往往取决于网络中当时的通信量。

数据经历的总时延就是发送时延、传播时延、处理时延和排队时延之和:

总时延 = 发送时延 + 传播时延 + 处理时延 + 排队时延

如从结点 A 向结点 B 发送数据,四种时延所产生的位置,如图 1-3 所示。

5. 利用率

信道利用率指出某信道有百分之几的时间是被利用的(有数据通过)。完全空闲的信道的利用率是零。

网络利用率则是全网络的信道利用率的加权平均值。信道利用率并非越高越好。

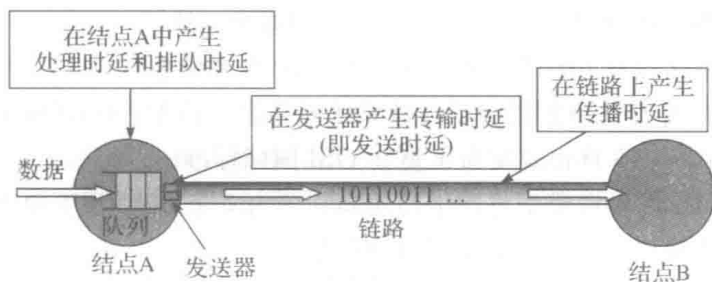


图 1-3 四种时延产生的位置

1.7 网络体系结构

所谓网络体系就是为了完成计算机间的通信合作,把每个计算机互联的功能划分成有明确定义的层次,规定了同层次进程通信的协议及相邻层之间的接口及服务。将这些同层进程通信的协议以及相邻层接口统称为网络体系结构。

数据交换、资源共享是计算机网络的最终目的。要保证有条不紊地进行数据交换,合理地共享资源,各个独立的计算机系统之间必须达成某种默契,严格遵守事先约定好的一整套通信规程,包括严格规定要交换的数据格式、控制信息的格式和控制功能以及通信过程中事件执行的顺序等。这些通信规程我们称之为网络协议(Protocol)。

网络协议主要由以下三个要素组成。

- (1)语法,即用户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,以及完成的动作与做出的响应。
- (3)时序,是对事件实现顺序的详细说明。

网络协议对计算机网络是不可缺少的,一个功能完备的计算机网络需要制定一整套复杂的协议集。

将一个复杂系统分解为若干个容易处理的子系统,然后“分而治之”,这种结构化设计方法是工程设计中常见的手段,分层就是系统分解的最好方法之一。计算机网络系统是一个十分复杂的系统。计算机网络的协议就是分层的,分层有助于网络的实现和维护,有助于技术发展,有助于网络产品的生产,能促进标准化工作。层与层之间相对独立,各层完成特定的功能,每一层都为上一层提供某种服务,最高层为用户提供诸如文件传输、电子邮件、打印等网络服务。

层次结构划分的原则主要有三点:①每层的功能应是明确的,并且是相互独立的。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。

计算机网络的协议是按照层次结构模型来组织的,我们将网络层次结构模型与计算机网络各层协议的集合称为网络的体系结构或参考模型。

计算机网络体系结构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。

不同网络体系结构的共同之处在于它们都采用了分层技术,但层次的划分、功能的分配与

采用的技术术语均不相同,结果导致了不同网络之间难以互连。

常见的网络体系结构有 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型。

(1)1977 年,国际标准化组织提出了开放系统互连参考模型(OSI,Open System Interconnection)的概念,1984 年 10 月正式发布了整套 OSI 国际标准。

如图 1-4 所示,OSI 参考模型将网络的功能划分为 7 个层次,从下向上分别为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。

第七层	应用层
第六层	表示层
第五层	会话层
第四层	传输层
第三层	网络层
第二层	数据链路层
第一层	物理层

图 1-4 网络的 7 个功能层次

OSI 模型各层主要功能简单归纳如下:

应用层:与用户应用进程的接口,即相当于“做什么?”

表示层:数据格式的转换,即相当于“对方看起来像什么?”

会话层:会话的管理与数据传输的同步,即相当于“轮到谁讲话和从何处讲?”

传输层:从端到端经网络透明地传送报文,即相当于“对方在何处?”

网络层:分组交换和路由选择,即相当于“走哪条路可到达该处?”

数据链路层:在链路上无差错的传送帧,即相当于“每一步该怎么走?”

物理层:将比特流送到物理媒体上传送,即相当于“对上一层的每一步应该怎样利用物理媒体?”

OSI 参考模型的网络功能可分为三组,下两层解决网络信道问题,第三、四层解决传输服务问题,上三层处理应用进程的访问,解决应用进程通信问题。

(2)TCP/IP 协议是 1974 年由 Vinton Cerf 和 Robert Kahn 开发的,随着 Internet 的飞速发展,TCP/IP 协议现已成为事实上的国际标准。TCP/IP 协议实际上是一组协议,是一个完整的体系结构。分为 4 个层次:网络接口层、互联层、传输层、应用层(见图 1-5)。

应用层	应用层
会话层	
表示层	
传输层	传输层
网络层	互联层
数据链路层	网络接口层
物理层	

图 1-5 TCP/IP 协议的 4 个层次

(3)OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型比较。TCP/IP 参考模型中没有数据链路层和物理层,只有网络与数据链路层的接口,可以使用各种现有的链路层、物理层协议。

TCP/IP 模型的网际层(也称互联层)对应于 OSI 模型的网络层,包括 IP(网际协议)、

ICMP(网际控制报文协议)、IGMP(网际组报文协议)以及 ARP(地址解析协议),这些协议处理信息的路由以及主机地址解析。

传输层对应于 OSI 模型的传输层,包括 TCP(传输控制协议)和 UDP(用户数据报协议),这些协议负责提供流控制、错误校验和排序服务,完成源到目标间的传输任务。

应用层对应于 OSI 模型的应用层、表示层和会话层,它包括了所有的高层协议,并且不断有新的协议加入。

OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型都采用了层次结构的概念,但二者在层次划分与使用的协议上是有很区别的。

OSI 参考模型概念清晰,但结构复杂,实现起来比较困难,特别适合用来解释其他的网络体系结构。

TCP/IP 参考模型在服务、接口与协议的区别尚不够清楚,这就不能把功能与实现方法有效地分开,增加了 TCP/IP 利用新技术的难度,但经过 30 多年的发展,TCP/IP 模型赢得了大量的用户和投资,伴随着 Internet 的发展而成为目前公认的国际标准。

1.8 网络硬件

常见的网络硬件有网卡、集线器、中继器、网桥、路由器、交换机、网关等。

(1)网卡又叫网络适配器(NIC),是计算机网络中最重要的连接设备之一,一般插在机器内部的总线槽上,网线则接在网卡上(见图 1-6)。它的作用是提供固定的网络地址;接收网线上来的数据,并把数据转换为本机可识别和处理的格式,通过计算机总线传输给本机;把本机要向网上传输的数据按照一定的格式转换为网络设备可处理的数据形式,通过网线传送到网上。

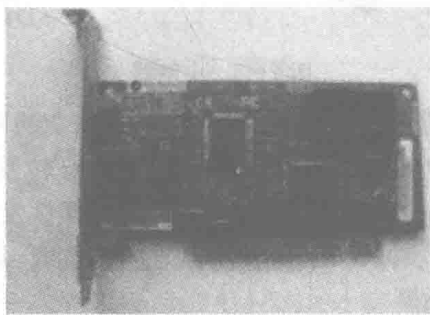


图 1-6 网卡

(2)集线器是计算机网络中连接多台计算机或其他设备的连接设备。集线器主要提供信号放大和中转的功能。一个 Hub 上往往有 4 个、8 个或更多的端口,可使多个用户机通过双绞线电缆与网络设备相连,形成带集线器的总线结构(通过 Hub 再连接成总线拓扑或星形拓扑)。Hub 上的端口彼此相互独立,不会因某一端口的故障影响其他用户。集线器只包含物理层协议。集线器有多种:按带宽的不同可分为 10Mbps、100Mbps 和 10/100Mbps。按照工作方式的不同,可分为智能型和非智能型。按配置形式的不同,可分为固定式、模块式和堆叠式。按端口数的不同,可分为 4 口、8 口、12 口、16 口、24 口和 32 口等(见图 1-7)。

(3)中继器的作用是为了放大电信号,提供电流以驱动长距离电缆,增加信号的有效传输

距离(见图 1-8)。从本质上看可以认为是一个放大器,承担信号的放大和传送任务。中继器属于物理层设备,用中继器可以连接两个局域网或延伸一个局域网,它连起来的仍是一个网络,与集线器处于同一协议层次。



图 1-7 集线器的不同种类

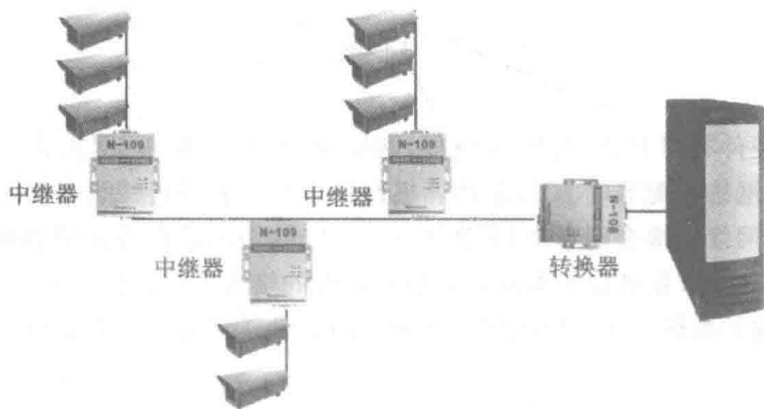


图 1-8 中继器

(4)网桥是网络中的一种重要设备,它通过连接相互独立的网段从而扩大网络的最大传输距离(见图 1-9)。网桥是一种工作在数据链路层的存储-转发设备。作为网段与网段之间的连接设备,它实现数据包从一个网段到另一个网段的选择性发送,即只让需要通过的数据包通过而将不必通过的数据包过滤掉,来平衡各网段之间的负载,从而实现网络间数据传输的稳定和高效。

(5)路由器属于网间连接设备,它能够在复杂的网络环境中完成数据包的传送工作(见图 1-10)。它能够把数据包按照一条最优的路径发送至目的网络。路由器工作在网络层,并使用网络层地址(如 IP 地址等)。路由器可以通过调制解调器与模拟线路相连,也可以通过通道服务单元/数据服务单元(CSU/DSU)与数字线路相连。路由器比网桥功能更强,网桥仅考虑了在不同网段数据包的传输,而路由器则在路由选择、拥塞控制、容错性及网络管理方面做了更多的工作。

(6)交换机发展迅猛,基本取代了集线器和网桥,并增强了路由选择功能(见图 1-11)。交换和路由的主要区别在于交换发生在 OSI 参考模型的数据链路层,而路由发生在网络层。交换机的主要功能包括物理编址、错误校验、帧序列以及流控制等。目前有些交换机还具有对虚拟局域网(VLAN)的支持、对链路汇聚的支持,有的甚至具有防火墙功能。交换机的外观与