

计算机网络 基础及应用

Computer Network Foundation & Application

主 编 白以恩 王 晨
副主编 裴述军 孙长松
主 审 王书达 王维导



哈尔滨工业大学出版社

计算机网络基础及应用

Computer Network Foundation & Application

主 编 白以恩 王 晨

副主编 裴述军 孙长松

主 审 王书达 王维导

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书系统地阐述了计算机网络的基本原理和应用技术。主要分成五篇十二章。第一篇简述了网络基本概念及数据通信的基本原理；第二篇讲述了 ISO 网络七层协议；第三篇介绍局域网和广域网技术，其中包括网络互连技术及 Internet 基本技能；第四篇讲述了计算机网络操作系统，它们是 Windows NT、Novell Netware 及现在日渐流行的 Linux；第五篇重点介绍计算机的组网和网管技术。

本书既着重基本原理和基本概念的阐述，又力图反映计算机网络技术的最新发展。本书可作为本科生或研究生的计算机网络教材，也可作为从事计算机网络工程、计算机网络研究人员、计算机自动控制及信息工程等专业技术人员学习的参考书。

计算机网络基础及应用

Ji suan ji wang luo ji chu ji ying yong

主 编 白以恩 王 晨

副主编 裴述军 孙长松

主 审 王书达 王维导

*

哈尔滨工业大学出版社出版发行

哈尔滨市工大节能印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 20 字数 462 千字

2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—1 000

ISBN 7-5603-1436-8/TP•133 定价 28.50 元

前 言

值此新千年开始之际,展现在我们面前的是一个计算机网络技术突飞猛进发展的年代,电子邮件、Web 服务器、网络电话以及网上购物等新生事物层出不穷。随着新产品、新技术不断涌现,人们想学习计算机网络的热情空前高涨,这一切都推动着科学技术的迅速进步。本教材着重讲解计算机网络基本原理及应用。

本教材主要内容可分为五篇十二章。

第一篇 包括第一、二章。简述网络基本概念及数据通信的基本原理。

第二篇 包括第三、四、五章。讲解 ISO 的七层协议,它们是物理层、数据链路层、网络层及高层协议。这一部分是计算机网络中重要的基础理论。

第三篇 包括第六、七章。介绍局域网和广域网技术,其中包括网络类型及互连。本书主要以 Internet 体系结构中的 TCP/IP 协议为主,重点讲述构成 Internet 的主要产品——路由器、交换机的工作原理。同时,本篇也介绍集线器、网桥等其它网络互连设备与技术。

第四篇 包括第八、九、十章。主要讲述计算机网络软件的核心部分——网络操作系统。本篇主要介绍 Windows NT、Novell Netware 及现在流行的 Linux 网络操作系统。

第五篇 包括第十一、十二章。介绍计算机网络的组网与网管技术。本篇重点是应用与管理,包括组建校园网,从规划设计到关键设备的选择及结构化布线技术,网络安全与管理技术。每章后面都附有适量的习题,作为学生的课外作业和复习参考之用。

本书可作为本科生或研究生的计算机网络教材,也可作为从事计算机网络建设、计算机自动控制及信息工程等各类专业技术人员学习计算机网络的参考书。

本书由黑龙江商学院、哈尔滨师范大学、哈尔滨理工大学、黑龙江大学及哈尔滨工程大学多年从事计算机网络教学和校园网络建设的同志共同编写;其中,第一章、第六章、第十至十二章和附录由白以恩编写,第七章至第九章由王晨编写,第三章至第五章由裴述军编写,第二章由孙长松编写。成稿后由白以恩、王晨进行统编;王书达、王维导主审。

本书一方面着重阐述计算机网络中的基础理论和应用技术;另一方面也紧跟计算机网络的发展潮流,注意吸收新理论、新技术。但由于计算机网络近年来的发展太快,加之时间仓促且水平有限,本书难免有疏漏和不当之处,敬请各位专家和读者批评指正。

本书在编写过程,得到黑龙江商学院副院长唐林德教授、哈工大网络中心蒋重响教授的关心和支持。此外,张丽慧、康成顺、周安宁、于宁、王贵尧等同志在整理资料、校对数据、模拟实验等工作中都付出了艰辛的劳动,在此谨向上述各位表示衷心感谢。

编 者

2000 年 3 月

目 录

第1篇 网络与通信基础	1
第1章 计算机网络概述	2
1.1 计算机网络的产生与发展	2
1.2 计算机网络类型、组成与功能	8
1.3 网络体系结构	16
习 题	21
第2章 数据通信基础	22
2.1 数据通信理论基础	22
2.2 数据传输信道	27
2.3 数据传输方式	34
2.4 多路复用技术	40
2.5 数据交换技术	43
习 题	45
第2篇 OSI 七层协议	46
第3章 物理层与数据链路层	47
3.1 物理层	47
3.2 数据链路层	49
3.3 数据链路控制规程	54
习 题	70
第4章 网络层	72
4.1 网络层的基本概念	72
4.2 路由算法	75
4.3 流量控制和拥塞控制	80
4.4 X.25协议	85
习 题	93
第5章 高层协议	94
5.1 传输层	94
5.2 会话层	103
5.3 表示层	107
5.4 应用层	112
5.5 TCP/IP协议	118
习 题	121
第3篇 局域网与广域网	122
第6章 计算机局域网	123
6.1 局域网概述	123
6.2 网络互连设备	127
6.3 局域网类型	134
习 题	144
第7章 网络互连与Internet	145

7.1 互连网络	145
7.2 Internet的接入	153
7.3 Internet的典型服务	160
7.4 网页制作简介	182
习 题	186
第4篇 网络操作系统	188
第8章 NetWare 网络操作系统	189
8.1 概述	189
8.2 NetWare 网络安装	192
8.3 NetWare 文件系统	197
8.4 NetWare 网络安全	202
8.5 规划网络环境	209
习 题	217
第9章 Windows NT 网络操作系统	218
9.1 Windows NT 概述	218
9.2 Windows NT 系统安装	220
9.3 Windows NT 的管理	223
9.4 服务器管理器与打印机管理器	231
9.5 容错设计	235
9.6 网络管理	240
习 题	243
第10章 网络操作系统 Linux	245
10.1 Linux 概述	245
10.2 Linux 系统安装与配置	248
10.3 Linux 的管理	253
10.4 网络文件及应用程序	266
习 题	274
第5篇 计算机网络工程与管理	275
第11章 计算机网络工程	276
11.1 计算机网络系统工程	276
11.2 校园网建设实例	281
11.3 结构化布线技术	289
习 题	293
第12章 计算机网络管理	294
12.1 网络管理概述	294
12.2 网络管理技术	298
习 题	304
附录 常用术语表	305
参 考 文 献	314

第1篇 网络与通信基础



第1章 计算机网络概述

当世界进入21世纪的时候,展现在人类面前的是一个崭新的信息化时代。信息化时代要求人们把反映各种活动的数字、文字、声音、图像或影像都以数字化的形式通过计算机网络来传输和处理。所谓计算机网络,就是把地理位置不同而又具有独立功能的计算机系统,通过通信设备和线路连接起来,在网络操作系统的控制下,按照约定的通信协议进行信息交换,实现资源共享的系统。计算机网络是20世纪最伟大的科学技术成就之一,计算机网络的发展速度超过了世界上任何一种其它科学技术的发展速度。今天,越来越多的人在谈论互联网(Internet),学习互联网,互联网已成为信息革命和信息技术发展的代名词。它把政府部门、军事、商业、金融、文化教育、家庭以及社会的各个领域联接在一起,正在改变着人们的生活方式和影响着大众的思想意识。

1.1 计算机网络的产生与发展

1.1.1 计算机网络发展历史

1. 计算机网络的产生

计算机网络的概念最早起源于1964年8月美国兰德公司的一篇有关分布式通信的研究报告。该报告引起了美国军方一些高层人士对通信系统的新设想:即建立一个类似于蜘蛛网(Web)的通信系统,使得在现代战争中,如果网络中的某一个交换节点被破坏之后,系统能够自动地寻找另外的路径保证通信的畅通和计算机中信息资源的共享。

1968年,美国国防部高级计划研究局(DARPA, Defense Advanced Project Research Agency)把这个项目交给了加州大学洛杉矶分校的贝拉涅克领导的研究小组。该小组于1969年8月成功地推出了由4个交换节点组成的分组交换式计算机网络系统ARPANET。从此,世界进入了网络技术的时代。

事实上,计算机网络技术的发展与计算机操作系统的发展有着相当密切的关系。1969年,AT&T成功地开发了多任务分时操作系统UNIX,而最初的ARPANET所有的4个节点处理机IMP(Interface Message Processor)就是采用装有UNIX操作系统的PDP11小型机。由于UNIX系统的开放性以及ARPANET的出现所带来的新曙光,许多学术机构和科研部门纷纷加入该网络,使得ARPANET在短时期就得到了较大的发展。

比ARPANET稍晚开发成功的是为了在近距离内共享计算机信息的局域网(LAN, Local Area Network)。1972年,美国施乐公司(Xerox)开发成功了著名的以太网(Ethernet),使得在500米范围内的计算机可以通过电缆与网卡(Network Interface Card)连接起来进行每秒10M比特速率传输的数据通信。

1972年,世界上第一封电子邮件在ARPANET内传输成功。而1973年,ARPANET又实行了和卫星通信系统SAT网络的连接。更重要的是1974年塞尔夫和卡恩共同设计开发成功了著名的TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)通信协议,并将其

插入了UNIX系统内核中,从而为各种不同类型的计算机通信子网的相互连接提供了标准与接口。

2. ISO/OSI 参考模型

ARPANET在刚刚开始时并未得到工业界的认可。各计算机公司从70年代初期开始纷纷加大在计算机网络方面的研究与开发力度,并提出自己的网络体系结构。其代表有IBM公司的SNA(System Network Architecture)网络,DEC公司的DNA(Digital Network Architecture)网络等。网络体系结构主要指网络中协议软件的层次划分即每层协议所完成的功能。但是,由于不同的网络体系结构中的计算机主机之间无法互相连接和通信,因此,在70年代末期,国际标准化组织(ISO, International Standard Organization)成立了开放系统互连(OSI, Open System Interconnection)分委员会,提出了称作ISO/OSI开放系统互连网络体系结构参考模型,也就是人们常说的OSI参考模型,以便各计算机厂商能够遵循该模型开发相应的网络软件产品,从而便于不同厂商的计算机网络软硬件产品能够互相连接和通信。

3. 互联网与TCP/IP协议

OSI参考模型的提出,对计算机网络理论与技术的研究和发展起了巨大的推动作用。但是,由于OSI参考模型所规定的网络体系结构在实现上的复杂性和ARPANET与UNIX系统的迅速发展,TCP/IP协议逐渐得到了工业界、学术界以及政府机构的认可,TCP/IP协议是1983年由伯克利加州大学首先推出的。它是一种网络通用语言,可使不同计算机平台互相连接。TCP/IP的迅速传播,形成了今天席卷全球的Internet网络。

1986年,ARPANET正式分成两大部分:美国国家基金会资助的NSFNET和军方独立的国防数据网。由于美国国家基金会的支持,许多地区和院校的网络开始使用TCP/IP协议和NSFNET连接,Internet的名字作为使用TCP/IP协议连接的各个网络的总称被正式采用。美国Cisco公司也在1986年开发成功了世界上首台多协议路由器,为互联网网络产品的开发和发展提供了产业基础。

1989年,日内瓦欧洲粒子物理实验室开发成功万维网(WWW, World Wide Web),为在互联网存储、发布和交换超文本的图文信息提供了强有力的工具。

从1986年至1989年,互联网的用户主要集中在大学和有关研究机构。OSI参考模型无论是在学术界还是工业界和政府部门都具有相当大的影响力。美国政府还专门制订了有关OSI协议的实现标准GOSEP,学术界的人也大都认为互联网与TCP/IP协议将向OSI参考模型转换。当时,几乎所有的计算机网络教科书都是基于OSI参考模型的。这一时期,互联网处于推广阶段。

4. 日益扩大的互联网

从1990年开始进入互联网的普及阶段,电子邮件、FTP、消息组等互联网应用越来越受到人们的欢迎。TCP/IP协议在UNIX系统中的实现更进一步推动了这一发展。

由于互联网的规模日益扩大,不同地域和国家之间开始建立相应的交换中心,互联网的管理中心也开始把相应的IP地址分配权向各地区交换中心转移。

1993年是互联网发展史上重要的一年。美国伊利诺依大学国家超级计算中心开发成功了网上浏览工具Mosaic,进而发展成Netscape,使得互联网用户可以使用Mosaic或Netscape自由地在互联网浏览和下载WWW服务器上发布和存储的各种软件与文件,WWW与Netscape的结合引发了互联网的第二次大发展。各种商业企业、机关团体、政府部门和个人开始大量进入互联网,并在互联网上大作Web主页广告,进行网上商业活动,一个网络上的新型交流信息的多维场所(Cyberspace)开始形成。

1.1.2 我国的互联网

我国的互联网的发展始于1986年,中国科学院等一些单位通过长途电话拨号方式进行国际联机数据库检索。1990年,中国科学院高能所、电子工业部十五所等单位开始把计算机与ChinaPAC(X.25)相连接,利用欧洲的计算机作网关,在X.25网与Internet间进行转接,实现了中国用户和国际互联网用户间的电子邮件服务。1993年3月2日,中国科学院高能所开通一条64Kbps的国际数据信道,和美国斯坦福线性加速器中心连通。1994年4月中国科技网首次开通可以全功能访问国际互联网的专线,标志着我国正式连入国际互联网。

通过几年的发展,中国开始拥有了一批商业互联网服务商ISP(Internet Service Provider)和一些专门从事网站内容的服务商ICP(Internet Content Provider)。免费电子邮件、免费个人主页、搜索引擎、网上论坛、网上购物等概念逐渐被中国互联网用户所熟悉。进入90年代以来,我国计算机网络技术的发展突飞猛进、日新月异。据中国互联网信息中心(CNNIC)在1999年7月发布最新的《中国Internet发展状况统计报告》,截止1999年6月底,我国上网用户人数已达400万,上网计算机共146万台,已注册的CN域名29045个,WWW站点9906个,我国的国际线路总容量为241M。

我国目前有四大全国性的商用互联网服务提供商,它们是信息产业部电信总局建设和管理的Chinanet;信息产业部吉通公司建设和管理的ChinaGBN,又称金桥网;国家教育部建设和管理的全国性科研教育用互联接入服务网CERNET;中国科学院建设与管理的科研用的STNET等。现在,全国的各个行业都在建设或已经建成自己的行业专用网和与互联网相连接的全国性网络,例如金融信息网、医疗信息网、农业信息网、建材信息网、商业信息网以及金税网等。电子商务(E-business)、CALS(Commerce At Light Speed)、计算机支持的协同工作CSCW(Computer Supported Cooperative Work)、虚拟大学、虚拟城市等打破时间和空间限制的网上应用正在不断涌现,物理空间和时间正在迅速地向计算机网络空间转化。无可争议,计算机网络正在成为信息化社会的基础。“网络就是计算机!”,网络是一个国家综合国力强弱的标志之一,这些已经正在成为人们普遍接受的事实。我国于1994年初提出了建设国家信息公路基础设施的三金工程(金桥、金卡、金关),并于1998年初成立了信息产业部。这些都极大地推动了我国互联网的研究、开发与应用。我国信息化建设遵循“统筹规划,国家主导;统一标准,联合建设;互联互通,资源共享”24字指导方针,到2010年,将建立起健全的、具有相当规模的、先进的国家信息体系。

1.1.3 计算机网络的发展

1. 互联网的发展

(1) CTI 技术

CTI (Computer Telecommunication Integration) 计算机与通信技术集成是目前在互联网上发展最快的一项技术。这项技术的核心是把电话的通信功能和计算机数据处理集成在一起, 实现用户增值通信的需求。CTI 把现在的信息处理系统如语音信箱、传真和电子邮件组合成单一的多媒体信箱。在统一处理服务器、用户交换机和局域网的支持下, 联网的 PC 机可以综合的接入各种信息系统, 例如, 住宅电话系统及无线通信系统, 各种信息 (语音、传真、电子邮件及多媒体邮件等) 显示在屏幕上供用户选取。用户可以利用电话机与 PC 机接收和发送各种消息。

CTI 技术支持交互式的语音应答 (IVR, Interactive Voice Response) 可以在呼叫后, 提示主叫以按键的形式进行选择通信, 在语音识别系统和支持下, 可以识别几种不同的民族语言, 并以相应的语言来应答。IVR 的优势在于节省时间并解放劳动力。避免由于人的因素带来的服务质量问题。例如用户在查询账目时可能发生业务人员读错数据。CTI 与网络数据库相结合, 用户可以直接访问查询数据库, 从而使信息的利用率、数据的准确度都大大提高。

近年来 CTI 技术中的 IP 电话有了长足的发展, 有资料表明 IP 电话的年增长率在 100%。CTI 技术的广泛应用不但可以节省设备和通信费用, 而且便于各种通信业务的统计管理。IP 电话网的出现给传统的电信业带来了巨大的冲击, 影响了整个通信网络的结构, 具有十分深远的意义。

(2) 交互式影视服务

互联网络的核心问题之一是带宽问题。宽带网络应该说是信息高速公路的关键技术, 互联网的高速发展暴露出网络上的一个严重薄弱环节, 不用说交互式影视服务, 就是通过传统的模拟调制解调器从互联网上下载文字数据, 速度也是慢得使人不堪忍受。因此, 如何规划宽带网络是网络建设者必须正视的问题。1997年100多位知名的互联网络专家聚集在美国弗吉尼亚州的维也那市, 研究有关下一代互联网的问题。专家们认为, 对于下一代互联网的期望应该是传送具有电视品质的音响和影像, 也就是说实现计算机、电视和电话三网合一正在成为新一代信息技术发展和应用的核心。

新一代互联网络将不再局限于个人计算机的连接, 它将要连接的可能是数以亿计的计算机、电视和移动电话, 而且要提供从科研到商业, 从教学到医疗, 从通信到娱乐的全新服务。新一代的软件产业也不再是以计算机为中心的软件产业, 而是涵盖通信、计算机和信息服务业的以多媒体技术为中心的软件产业。例如, 将通信软件与传统的电视结合在一起, 以便提供具有双向交互功能的计算机电视服务。扩充传统的以数据库为基础的软件产业, 使其朝着面向对象的方向发展, 可存取声音和影视文件。

用有线电视网传输数据信息是一种大有前途的技术。电视的普及率比电话要高, 有线电视网延伸到千家万户。由于有线电视网属于共享介质, 它的布线系统比电话网要简单, 而使用的频率带宽比电话线高得多。我国的有线电视传输系统的高频区可达947MHz。

数据传输可以利用线缆调制解调器 (Cable Modem)。线缆调制解调器将数据调制后, 在有线网的一个频率范围内进行传输, 接收方再在同一个频率范围内对已调制的信号进行解调, 解析出数据, 传送给接收方。Cable Modem一般有一个接有线电视的射频RF接口, 还有以太网接口、电话线接口等, 它是宽带网的数据中心控制器。Cable Modem的参数包括IP地址的设置, 可以控制访问数据的服务质量, 还可以用SNMP协议进行网络管理。利用多媒体数据流、带宽预约协议及多点广播等都是交互式影视领域的新技术。在宽带网络上为用户传输数据信息是开创交互式影视服务的一场革命性的变化, 它改变了长期以来广播电视单向传播的模式, 使用户能主动地收看、收听电视和广播节目。

(3) 下一代的IP协议

互联网还有一个必须马上面对的问题是IP地址问题。由于Internet 的发展大大出乎开始设计者们的预料, 谁也不曾想到会发展成今天这样如此巨大的网络。现在使用的IPv4的IP地址, 其长度是32位, 也就是说, 最大的地址范围只有 2^{32} 个。然而, 从世界范围来看, 当前, ISP (Internet Service Provider) 根本无法从相应的IP地址的管理机构中申请到A类地址, 就是B类地址也很困难。人们预计在2005年前后, IP地址将完全枯竭, 人们将无法再获得新的IP地址。

IPv6的开发始于1992年, 在INET'92 Internet 年会上, 人们提出了解决IPv4地址问题的下一代的IP协议, 即 IPng (IP next generating)。IETF于1994年确定 IPv6 作为下一代IPng 的标准。IPv4与 IPv6的主要区别是, IPv6的IP地址将IPv4的原来的32位扩展到128位。IPv6取消了IPv4的地址分类的概念。删除了IPv4中一些不常用的功能。

IPng 的五条基本原则:

- 结构简单。既能与各种复杂的高层协议连接, 又能与种种不同低层网络互连。
- 广泛支持多种传输协议。
- 能用20年以上的时间。
- 可扩展性。对应各种不同的新技术的发展能提供相应的支持。
- 与其它技术协调, 非垄断。

2. 网络技术的发展

进入21世纪, 网络技术在以下几方面会有长足的发展:

(1) 光交换 (Photo Switching) 方式

目前采用光纤作为传输介质的通信网已很多, 如能进一步实现光交换技术, 光交换与光传输结合为一体, 将具有更宽的频带。光交换技术现尚处于研究阶段, 预计在21世纪会逐步进入实用阶段。

(2) 移动通信技术

可移动的无线网的需求将日益增加, PDA (Personal Data Assistants) 与HPC (Handed Personal Computer) 等移动式设备将成为计算机产品的主流。原因是人们在使用固定的台式机通信之后, 势必会产生在出差、旅游以及其它移动环境下对通信和获取信息的需求, 这正如电话从固定方式向移动电话发展的道理一样。目前, 在一个地域内已可提供无线局域网 (Wireless LAN) 的使用, 速率可达10Mbps。无线数字局域网类似于移动电话网, 人们随时随地可将计算机接入网内, 发送和接收数据。但是目前的移动电话网是

建立在模拟广播技术基础上的,需利用调制解调器进行变换,故数字数据传输效率不高。为了发展无线数字网,必须发展新的技术。无线数字网的发展前景是十分可观的。

(3) 网络智能化

目前网络智能化主要指网络管理方面的智能化。操作一个大型计算机网络是十分复杂的,当网络中设备数增加时,复杂度则按指数上升,使得检测和修复故障十分困难。因此将人工智能技术和专家系统引入网络管理方面就十分必要了。网络智能管理主要是将专家知识放入数据库,使系统能自动地进行故障检测、诊断和排除。网络智能化还表现在网络智能体(Agent)的研究。网络智能体是最近几年发展起来的一种新型智能工具。其目的是代替网络用户完成网上信息搜索、翻译、日程安排、各种资源预定以及其它用户指定的有关工作。网络智能体可以看作用户在计算机中的代理或电子秘书等。近年来的网络智能体的研究正在和软件构件技术、主动式网络等新技术相结合。例如,网络端主机上的智能体正在变得越来越智能化,它能根据用户的习惯和要求调用相应的软件构件来编制和形成新的执行程序,并和用户协商与协调用户与网络系统之间的要求和服务。

(4) 网络标准化

国际标准化组织ISO制定的开放系统互连OSI参考模式是国际上公认的开放系统结构,是实现网络互连的基础。OSI解决了分布计算环境的连接性和协议的互操作性,但是开放系统环境除了OSI通信要求外,还包括标准数据交换格式、标准操作系统接口、公共用户接口、图形接口、标准应用程序接口(API, Application Programming Interface)、公共数据模型和存储、标准目录、管理和安全方法等。有关ATM的协议标准也待全面完成。从市场来看,将有更多的厂家和公司产品符合OSI标准。可以肯定,网络标准化是网络发展的必然趋势。

(5) 网络应用

应用是推动计算机网络技术发展的最重要部分。任何先进的技术,没有应用市场的支持,最终也将会变为空中楼阁,这就是人们为什么强调市场驱动的原因。事实上,计算机网络的许多技术进步与发展都是与应用需求分不开的。网络应用涉及各行各业,除了万维网、电子邮件等传统的网络应用之外,比较著名的网络应用有电子商务(Electronic Commerce)、远程教育、远程医疗、远程电视会议以及以EDI(Electronic Data Interchange)、数据库技术和网络技术为基础的CALS技术、虚拟大学(Virtual University)和虚拟城市(Virtual Cities)等,这些应用的出现和发展必将推动Internet技术更加迅猛的发展。随着分布式多媒体应用,例如电视会议、WEB服务器、视频点播等的迅速发展,人们对网络的传输速度和服务质量(QoS, Quality of Service)的要求越来越高。服务质量指的是用户和网络之间、用户和用户之间关于质量的约定,其中包括延迟时间、失真度、抖动以及传输画面的帧数等。当前的Internet无法按照用户的质量要求提供相应的服务。

1.2 计算机网络类型、组成与功能

1.2.1 计算机网络类型

由于计算机网络的广泛使用,目前在世界上已出现多种形式的计算机网络,可以从不同的角度对它们进行分类,如根据其地理覆盖范围的大小,可将计算机网络分成广域网和局域网;根据网络拓扑结构的不同,又可将网络分成星型网、树型网、总线型网、环型网和网状型网等,还可从交换方式或控制方式等方面进行分类。

1. 按交换方式分类

计算机网络的设计者们常按交换方式的不同而将网络分成以下三种:

(1) 线路交换 (Circuit Switching)

线路交换是最早出现在电话系统中的一种交换方式,目前仍广泛地应用于自动电话系统中。源用户通过拨号接通某些开关来建立所要求的通信路径,使源用户和目标用户之间能直接进行通信。在通信期间始终使用该路径,不允许其它用户使用它。通信结束后便断开所建立的通信路径。早期的计算机网络,如面向终端的计算机网络,都广泛利用这种交换方式的电话网络来传输数据。但在将计算机连接到线路交换网上时,应通过调制解调器,以便将数字信号变换为适合于在线路交换网中传输的模拟信号,以及接收时的反变换。

(2) 报文交换 (Message Switching)

报文交换是在数字式网络中,每当源主机要和目标主机通信时,网络中的中继结点交换器总是先将源主机发来的一份完整报文存储在交换器的缓冲区中,并对该报文做适当处理,然后再根据报头中的目标地址,选择一条相应的输出链路。若该链路空闲,便将报文转发至下一个中继结点或目标主机;若输出链路忙,则将装有输出信息的缓冲区排在输出队列的末尾等候,这种先存储后转发的传输方式被称为存储-转发方式,由于这种网络以报文为基本传输单位,所以,也称为报文交换网。

(3) 分组交换 (Packet Switching)

在分组交换网中同样是采取存储-转发方式,与报文交换不同的是先将一份报文划分为若干个定长的报文分组,以分组作为传输的基本单位。因此,当源主机要发送一份报文时,需首先进行报文分解,然后再逐个分组地发送。网络的中继结点先将分组接收下来,存储在定长的缓冲区中,然后再选择一条适当的传输路径将分组转发出去。以分组为单位进行的传输,不仅大大简化了对计算机存储器的管理,而且还加速了信息在网络中的传输。由于分组交换网与报文交换网和线路交换网相比,具有一系列的优点,所以,它已成为计算机网络的主流。

2. 按网络拓扑结构分类

为分析和研究复杂的计算机网络系统,通常采用拓扑学中一种与大小、形状无关的点、线特性的研究方法。把网络单元定义为结点,两个结点间的连线称为链路,这样从拓扑学观点看,计算机网络是由一组结点和链路组成的,网络结点和链路组成的几何图

形就是网络拓扑结构。网络中的结点有两类：转接结点和访问结点。通信处理机、集中器和终端控制器等属于转接结点，它们在网中只是转接和交换传送信息，主计算机和终端等是访问结点，它们是信息传送的源结点和目标结点，通信网络的拓扑结构主要有星形、树形、总线形、环形和网状拓扑结构等，如图1-1所示。

(1) 星形拓扑结构

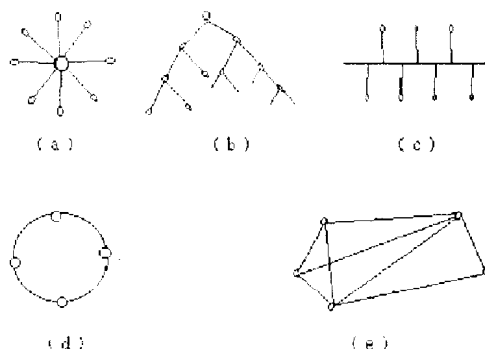


图1-1 计算机网络拓扑结构

(a) 星形 (b) 树形 (c) 总线形 (d) 环形 (e) 网状

星形拓扑结构由中心站点、分站点和它们之间的链路组成。目前较为流行的是在中心站点处配置集线器，然后向外伸出许多分支电缆，每个人网设备通过分支电缆连到集线器上，星形拓扑结构采用集中通信控制策略。为便于网络管理，现多数集线器具有一定智能，可执行简单网管协议SNMP（Simple Network Management Protocol）。采用双绞线的以太网，目前大多采用星形结构。星形网络可采用线路交换和报文交换两种方式，尤以线路交换方式为多。ATM（Asynchronous Transfer Mode）交换机组成的网络是星形结构的另一个例子。ATM交换机是星形网络的控制中心，计算机通过相应的ATM网卡或接口设备与其连接，像通过PBX(Private Branch eXchange)交换机连接的局域网系统等。

星形结构的主要优点有：

- 维护、管理容易。由于星形网络的所有数据通信都要经过中心站点，通信状况在中心站点被收集，所以维护、管理比较容易。
- 重新配置灵活。通过集线器连成的星形结构，若移去、增加或改变一个设备配置，仅涉及被改变的那台设备与集线器某个端口的连接，因此改变起来比较容易，适应性强。
- 故障隔离和检测容易。由于各分站点都直接连向集线器，因此故障容易检测和隔离，可以很方便地将有故障的站点从系统中删除。

星形结构的主要缺点是：

- 安装工作量大。星形结构的布线，在智能大楼建设中，通常与大楼施工一起进行。相对来说，星形拓扑结构的安装工作量大，连线长，增加了电缆的费用。

- 依赖于中心站点。如果连接各个分站点的集线器出现故障，则全网瘫痪，故对集线器的可靠性和冗余度都要求很高。

以往人们认为，随着微机和工作站的发展，星形拓扑结构的使用会减少，但在双绞线大量使用和帧中继与信元交换技术发展之后，星形结构又表现出了巨大潜力。

(2) 树形拓扑结构

树形拓扑结构为分层结构，其具有根结点，是星形结构的扩充，适用于分级管理和控制系统。相对来说，星形网中各分站点的通信处理信号经电缆再通过集线器转送至其它电缆段的设备上。在目前流行的智能大楼双绞线布线技术中，一般是在每个楼层设置集线器，以连接足够数量的站点设备，楼层间的集线器再通过总集线器连接起来。

树形拓扑结构的主要优点是：

- 易于扩展。树形结构可以延伸出很多分支和子分支，因此扩展容易，即新分支或新站点容易加入网内。
- 故障隔离容易。如果某一线路或某一分支站点出现故障，也只是影响局部区域，故能比较容易地将故障部位从整个系统中隔离开来。

其主要缺点和星形类似，若在根结点出现故障，就会引起全网不能正常工作。

(3) 总线形拓扑结构

总线形结构在逻辑上由一根共享电缆以及与其连接的计算机组成，这是局域网中最常用的结构之一。世界上大约有70%以上的计算机网络采用总线结构。各站点通过相应的网络接口卡连到总线上，能执行介质访问控制协议。信号沿介质进行广播式传送。一般来说，由于总线数据分组是用基带信号传送，因此，传输距离较近，如果要扩展传输距离则应使用信号增幅设备中继器。经过30年的发展变化，总线形网络的物理形态上也有了较大的变化。采用公共总线作为传输介质的以太网大多已用传输率相当的集线器代替。

总线形拓扑结构的主要优点是：

- 安装容易。安装时一般只需简单地将总线从一处拉到另二处即可，故安装相当容易。
- 布线容易。因为所有站点都接到公共总线上，只需很短的电缆，因此布线容易、易于维护、安装费用较少。
- 可靠性高。由于总线是无源介质，结构简单，故十分可靠。
- 增删容易。如需增加和删除站点，只需在总线的任何点将其接入或删除，相当方便；如需增加长度，可通过中继器加上一个附加段即可。

总线形拓扑的主要缺点是：由于采用分布式控制，故障检测需在各站点进行，不易管理，因此故障诊断和隔离比较困难。

(4) 环形拓扑结构

环形结构也是一种常用的局域网拓扑结构。采用电缆或光纤把一台台计算机串接起来形成一个封闭的环，计算机也必须装有（NIC）网络接口卡，各站点通过中继器连入网内，各中继器的链路由点到点首尾相接，信息单向沿环路逐点传送。

环形拓扑的主要优点是：

- 初始安装容易。由于按环形连接,故传输线路短,只比总线形拓扑结构略长些,但远远短于其它拓扑结构。
- 故障诊断定位比较准确。由于每一个入网站点都唯一的对应于一个中继器,故可以比较容易地找到介质或设备上的故障点。
- 适合光纤传输介质。局域网的例子有令牌环网(Token Ring)、FDDI环网。令牌环网是IBM公司70年代的开发成功的。由于造价高,在中国较少采用。FDDI环网,传输率较高(100Mbps),在快速以太、千兆以太等高速以太网出现之前的80年代和90年代受到普遍的欢迎,许多高校选FDDI做主干网(Backbone)。

(5) 网状拓扑结构

网状拓扑结构主要用于广域网,它是网络协议中最复杂和成本最高的一种网络。网状拓扑结构的主要优点是:

- 信息传输线路有较多冗余,其容错性能较好。
- 故障诊断比较准确。由于网状拓扑结构的每根传输介质相互独立,因而可比较容易地确定出故障所在。

网状拓扑结构的主要缺点是:

- 网状拓扑结构复杂,其安装和重新配置都比较困难。
- 信息传输具有较大延时。

3. 按网络控制方式分类

按网络所采用的控制方式,可把计算机网络分为集中式和分布式两种:

(1) 集中式

集中式网络的处理和控制功能都高度集中在一个或少数几个结点上,所有的信息流都必须经过这些结点之一,因此,这些结点是网络的处理和控制中心,而其余大多数结点则只有较少的处理和控制中心功能。前面所介绍的星形网络和树形网络都是典型的集中式网络。

集中式网络的主要优点是实现简单,其网络操作系统很容易从传统的分时操作系统经适当地扩充和改造而成。所以,早期的计算机网络都属于集中式网络,目前仍被广泛采用。但它们都存在着一系列的缺点,如实时性差、可靠性低、缺乏较好的可扩充性和灵活性。应当指出,在80年代所推出的大量商品化的局域网中,用于提供网络服务和网络控制功能的软件主要都驻留在网络服务器上,因而也把它们归于集中式控制网络,但它们具有分布处理功能。

(2) 分布式

在分布式网络中,不存在一个管理和控制中心,网络中的任何一个结点都至少和另外两个结点相连接,信息从一个结点到另一个结点时,可能有多条路径。同时网络中的各个结点均以平等地位相互协调工作和交换信息,并可共同完成一个大的任务。分布式网络有分组交换网,网关型网络均属于分布式网络,这种网络具有信息处理的分布性、可靠性高、可扩充性及灵活性好等一系列优点,因此它是网络发展的方向,目前大多数广域网中的主干网都做成分布式的控制方式,并采用较高的通信速率,以提高网络性能,而对大量非主干网为了降低建网成本,则仍采取集中控制方式及较低的通信速率。