



高职高专通用系列规划教材

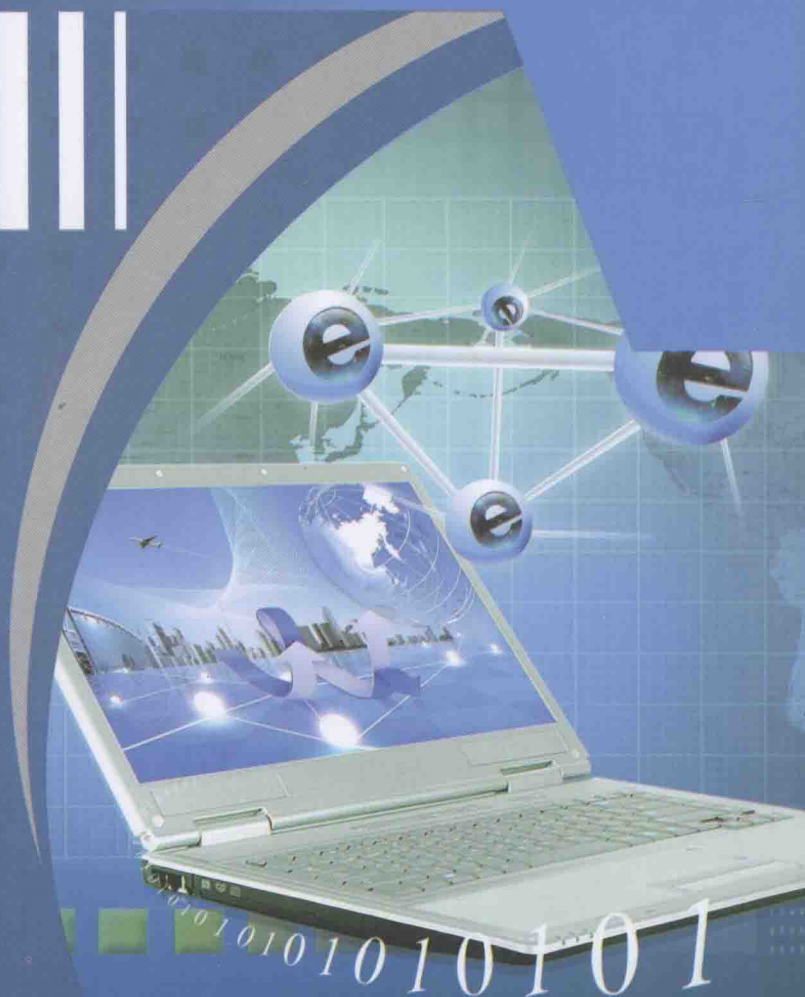
GAOZHI GAOZHUAN TONGYONG XILIE GUIHUA JIAOCAI

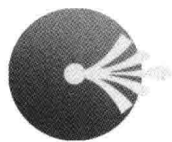
计算机网络基础

JISUANJI WANGLUO JICHU

主编 刘智涛 顾润龙

HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press





高职高专通用系列规划教材

GAOZHI GAOZHUAN TONGYONG XILIE GUIHUA JIAOCAI

计算机网络基础

主 编 刘智涛 顾润龙

副主编 高兰德 牛红霞 武晶晶 曹亚萍 刘 文

常州大学图书馆
藏书章

内 容 简 介

本书从计算机网络概论引入,比较全面的介绍了数据通信基础知识、计算机网络体系结构与网络协议、数据链路层、网络层、运输层与高层协议、应用层、网络安全、无线网络和下一代因特网等内容。全书共分为10章,每章包括学习目标、本章小结和练习题。本书的特点是概念准确、论述严谨、内容新颖、图文并茂。在突出阐述基本原理和基本概念的同时,遵循高职高专理论知识“适度、够用”的教学原则,力求实用性、丰富性,将理论知识与实践操作结合起来,注重培养学生实践操作能力。

本书可作为高职高专院校计算机类、电子信息类等相关专业的学生教材,也可作为技术参考书或培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础/刘智涛,顾润龙主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2012.5
ISBN 978-7-5661-0350-5

I. ①计… II. ①刘… ②顾… III. ①计算机网络 -
高等职业教育 - 教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 076913 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省委党校印刷厂
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 13.75
字 数 330 千字
版 次 2012 年 5 月第 1 版
印 次 2012 年 5 月第 1 次印刷
定 价 30.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn



计算机网络是当今计算机科学与技术领域中最重要学科之一,也是对当前社会和经济影响最大的领域之一。计算机网络是计算机技术与通信技术相互渗透且密切结合而形成的一门交叉学科。计算机网络的发展,特别是 Internet 的普及,使人们的学习、工作和生活方式发生了根本变化,与计算机网络的联系也越来越密切。计算机网络系统提供了丰富的资源以使用户共享,具有更高的灵活性和便捷性。我国现代化建设和发展需要一批掌握计算机网络与通信技术的实践技能型人才,因此,计算机网络已经成为高职高专院校计算机专业学生学习的一门重要课程,也是从事计算机网络应用、维护、研究等人员需要掌握的重要技术之一。

本教材的参考学时数约为 60 学时,共分为 10 章,具体结构如下。

第 1 章:计算机网络概论。主要介绍了计算机网络的发展简史和趋势、计算机网络的概念和计算机网络的结构。

第 2 章:数据通信基础知识。主要介绍了数据通信系统模型、物理传输媒体、传输技术和物理层接口标准举例。

第 3 章:网络体系结构与网络协议。主要介绍了计算机网络体系结构概述、ISO/OSI 开放系统互连参考模型、TCP/IP 参考模型和 TCP/IP 与 ISO/OSI 模型比较。

第 4 章:数据链路层。主要介绍了其定义与功能、成帧、差错检测和纠正、差错控制与流量控制、数据链路层通信协议和其设备与组件。

第 5 章:网络层。主要介绍了网络层概述、传统交换方式、路由选择、拥塞控制和网络互联。

第 6 章:运输层与高层协议。主要介绍了运输层协议概述、TCP/IP 体系中的运输层、用户数据报协议 UDP、传输控制协议 TCP 和高层协议。

第 7 章:应用层。主要介绍了域名系统、电子邮件、万维网和多媒体。

第 8 章:网络安全。主要介绍了网络安全概述、密码学、对称密钥算法、公开密钥算法、数字签名、公钥的管理、通信安全、认证协议、电子邮件安全、Web 安全和社会问题。

第 9 章:无线网络。主要介绍了无线网络概述、无线局域网、无线个人区域网和无线城域网。

第 10 章:下一代因特网。主要介绍了下一代网际协议 IPv6、多协议标记交换 MPLS 和 P2P 文件共享。

本书由刘智涛、顾润龙担任主编,高兰德、牛霞红、武晶晶、曹亚萍和刘文担任副主编,全书由刘智涛统稿。在编写过程中编者参考了互联网上的相关资料,由于互联网上资料较多,引用复杂,无法一一注明出处,故在此声明,原文版权属于原作者。其他参考文献在本书后列出,并对文献的原作者表示感谢。

本书可作为高职高专院校计算机类、电子信息类等相关专业的学生教材,也可作为技术参考书或培训教材。

由于计算机网络技术发展迅速,加之作者水平有限,书中难免存在疏漏和错误之处,恳请广大读者批评指正,以期修订更新。

刘智涛

2011 年 10 月于天水



第1章 计算机网络概论	1
1.1 计算机网络的发展简史	1
1.2 计算机网络的发展趋势	4
1.3 计算机网络的概念	6
1.4 计算机网络的结构	9
第2章 数据通信基础知识	14
2.1 数据通信系统模型	14
2.2 物理传输媒体	17
2.3 传输技术	22
2.4 物理层接口标准举例	28
第3章 网络体系结构与网络协议	36
3.1 计算机网络体系结构概述	36
3.2 ISO/OSI 开放系统互连参考模型	39
3.3 TCP/IP 参考模型	48
3.4 TCP/IP 与 ISO/OSI 模型的比较	55
第4章 数据链路层	59
4.1 概述	59
4.2 成帧(帧同步)	62
4.3 差错检测和纠正	65
4.4 差错控制与流量控制	72
4.5 数据链路层通信协议	77
4.6 数据链路层的设备与组件	86
第5章 网络层	90
5.1 网络层概述	90
5.2 传统交换方式	92
5.3 路由选择	95
5.4 拥塞控制	100
5.5 网络互连	104
第6章 运输层与高层协议	116
6.1 运输层协议概述	116
6.2 TCP/IP 体系中的运输层	117
6.3 用户数据报协议 UDP	119
6.4 传输控制协议 TCP	122
6.5 高层协议	128
第7章 应用层	133
7.1 域名系统(DNS)	133
7.2 电子邮件	135
7.3 万维网	138



CONTENTS

7.4 多媒体	140
第8章 网络安全	142
8.1 概述	142
8.2 密码学	143
8.3 对称密钥算法	148
8.4 公开密钥算法	152
8.5 数字签名	155
8.6 公钥的管理	158
8.7 通信安全	160
8.8 认证协议	163
8.9 电子邮件安全	164
8.10 Web 安全	167
8.11 社会问题	169
第9章 无线网络	175
9.1 概述	175
9.2 无线局域网 WLAN	175
9.3 无线个人区域网 WPAN	188
9.4 无线城域网 WMAN	190
第10章 下一代因特网	193
10.1 概述	193
10.2 下一代网际协议 IPv6 (IPng)	193
10.3 多协议标记交换 MPLS	205
10.4 P2P 文件共享	211
参考文献	214



第1章 计算机网络概论

【学习目标】

1. 了解计算机网络的定义
2. 认识计算机网络的发展史
3. 了解计算机网络的发展趋势
4. 理解计算机网络的概念
5. 理解计算机网络的分类
6. 掌握计算机网络的结构

所谓计算机网络,就是把地理位置分散的自治计算机通过各种连接设备互联在一起的计算机的集合。而从应用角度来说,就是将具有独立功能的多台计算机或者计算机终端连接在一起,实现各计算机之间信息数据的交换。通过网络,用户可以和其他连到网络上的用户共享网络资源,如磁盘上的文件及打印机等,也可以和其他用户互相交换数据信息并且即时通信。这一章主要介绍计算机网络的相关基础知识。

1.1 计算机网络的发展简史

计算机网络(Computer Networks)涉及计算机和通信两个领域,是这两种技术密切结合的产物,它已经成为计算机应用中一个必不可少的部分,近年来获得了飞速的发展,对整个社会的进步作出了重大的贡献。

计算机通信以及 Internet 已成为社会结构的一个重要组成部分。网络已被应用于工商业的各个方面,包括电子银行、电子商务、现代化的企业管理、信息服务业等。从学校远程教育到政府日常办公乃至现在的电子社区,很多方面都离不开网络技术。下面将深入地介绍计算机网络在各个时间段的发展情况。

1.1.1 历史回顾

计算机网络历史不长,但发展很快,经历了一个从简单到复杂、由低级到高级的演变过程。

1. 第一代计算机网络

1946 年,世界上第一台电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator) 在美国诞生。当时计算机和通信之间并没有什么关系。随着多重线路控制器的出现,多个终端可以通过电话网连接到计算机上,这就形成了最基本的第一代计算机网络。

2. 第二代计算机网络

1969 年,美国国防部的高级研究计划局建立了 ARPAnet 网(阿帕网),它就是 Internet 最早的雏形。它是由多个主机系统连接起来且以传输信息为主要目的的计算机群,称为计算机通信网络,它是计算机网络的低级形式,也称为第二代计算机网络。

3. 第三代计算机网络

1971年,最受欢迎的分布网络信息传送程序——电子邮件(E-mail)被开发成功,从此人们开始通过互联网进行交流。

1972年,第一届国际计算机通信会议在美国华盛顿举行,会议决定成立 Internet 工作组,负责建立一种能保证计算机之间进行通信的标准规范,即“通信协议”。

1974年,用于定义在计算机网络间传送报文(文件或命令)的方法的传输控制协议 TCP (Transfer Control Protocol) 和网际协议 IP (Internet Protocol) 被制定。随后,美国国防部决定向全世界无条件地免费提供 TCP/IP,即向全世界公布解决计算机网络之间通信的核心技术,TCP/IP 核心技术的公开最终促进了 Internet 的发展。

1976年,贝尔实验室在 UNIX 群体中发布了 UUCP (Unix to Unix Copy) 协议,从此 UNIX 系统主机可以通过互联网进行交流。网络规模迅速扩大,开始向全球用户开放。

1980年,世界上存在着多种网络,不同的网络可能使用着不同的通信协议,而不同的通信协议之间要沟通很难。为了将这些不同的网络连接起来,美国人温顿·瑟夫(Vinton Cerf)提出:在每个网络内部各自使用自己的通信协议,在和其他网络通信时使用 TCP/IP 协议。这个设想确立了 TCP/IP 协议在网络互联方面不可动摇的地位。

1991年,由 Berners 和 Lee 开发的 WWW 浏览器在 CERN 发布,WWW 方式的用户界面开始出现,大量知识信息(如电子邮件信息、文本信息、电子书籍、各种帖子、代码、图片、声音以及数据库等)在网络中开始出现。

1.1.2 计算机网络的产生

计算机网络发展很快,经历了一个从简单到复杂的演变过程。20世纪50年代,计算机的生产数量很少,价格十分昂贵,对于计算机的运行和维护,一般都要成立一个计算机中心。在这个时期的计算机主要进行科学计算,由于计算机系统没有提供管理程序与操作系统,人们只能亲自携带程序和数据,并采用手工方式上机,这种工作方式对于远程用户显然是极不方便的。

20世纪60年代初期,计算机系统开始采用批处理方法:用户使用作业控制语言编写上机操作说明,并将程序与数据一起输入到计算机,计算机自动完成所要求的计算任务。与此同时,当时的工业、商业与军事部门迫切要求将部门信息数据化,在计算机的使用效率提高的前提下,它们需要将分散在不同地方的数据进行集中处理,这大大促进了批处理系统的发展,从而可以让远程用户不需要亲自到计算中心上机。但是由于这种“脱机”方式需要操作员来干预远程输入及输出过程,其工作效率也是比较低的。

“脱机”是人工处理的方式,烦琐且效率低下,所以,寻求自动通信的新方法就显得格外重要。于是人们在计算机中增加了通信控制设备,远程用户的输入/输出设备通过通信线路和通信控制设备直接与计算机连接。这样用户可以在不需要操作员干预的情况下,边输入数据边接收计算机的处理结果。

随着计算机的应用不断发展,除了信息处理之外,开始与其他领域的设备相结合,可以完成很多任务。如在控制领域的自动控制与自动检测,在化工领域的质量检测等,都要求计算机可以与各种检测控制设备相连。

于是人们除了研究以上用于科学计算与信息处理的通用输入/输出设备之外,又研制了大量能与计算机连接的监测、控制设备,也就是人们常说的能通过通信线路与计算机连接的



终端设备。

还有一种更为复杂的联机系统是实时控制或分时处理系统,它们需要一台主计算机和与之相连的多台终端设备,这种连接称为远程批处理系统、远程分时处理系统或远程实时控制系统。早期的联机系统多是利用专用的点到点通信线路,将多个终端与主机连接起来。这种系统中所使用的专用通信线路的造价很高,通信线路的利用率却很低;而且系统中的主机除了要完成数据处理任务之外,还要承担繁重的通信管理任务,工作量非常大。

1.1.3 计算机网络的发展阶段

计算机网络的发展可以归结为以下四个阶段。

1. 面向终端的计算机网络

面向终端的计算机网络于 20 世纪 60 年代初出现,主机是网络的中心和控制者,终端与主机相连并分布在各处,即用户通过本地的终端(键盘、显示器等)来使用远程的主机,但子网之间不可以通信。

2. 计算机通信网络

20 世纪 60 年代中期出现多个主机互联,实现计算机与计算机之间的通信。它由通信子网和用户资源子网构成,用户通过终端可以共享本主机和其他通信子网中的主机上的软硬件资源。但它缺乏成熟的网络操作系统来管理网络的资源,只是网络的初级阶段,因此被称为计算机通信网络(也称两级结构的计算机网络)。20 世纪 70 年代初,ARPAnet 研制成功。1983 年,该网络发展到 200 个节点,连接数百台计算机,由于网络覆盖面较广,因此是广域网阶段。

3. 网络互联阶段

20 世纪 70 年代,局域网诞生并以以太网为主进行推广使用。随着计算机网络技术的发展,各大公司为了促进计算机和网络产品的开发,纷纷制定了自己的网络技术标准。如 IBM 公司的 SNA(System Networks Architecture)标准、DEC 公司的 DNA(Digital Networks Architecture)标准、UNIWAC 公司的 DCA(Distributed Communication Architecture)标准等,但这些标准只是对某一公司自己的产品有效。

1977 年,国际标准化组织(ISO)为了适应网络向标准化发展的需要,在研究和吸收各计算机厂家网络技术标准的基础上,制定了开放系统互联参考模型 OSI/RM(Open System Connection/Reference Model),简称 OSI。

20 世纪 80 年代到 90 年代初是互联网飞速发展的时期。今天的 Internet 就是从 ARPAnet 逐步演变而来的,今天 Internet 上运行的也依然是 ARPAnet 使用的 TCP/IP 协议。Internet 的飞速发展和广泛应用使计算机网络进入了一个崭新的阶段,它已经深入到政府、金融、商业、企业、公司、教育部门和家庭等领域。

4. 宽带综合业务数字网(千兆位网络)

千兆位网络的发展将使人类真正步入多媒体通信的信息时代。20 世纪 90 年代,美国政府将建设“信息高速公路”作为振兴美国经济的新举措,各公司开始研制高速网络产品。例如 ATM 技术、千兆以太网和 ISDN 技术的诞生、发展以及逐步推广,使得计算机网络逐步向信息高速公路的方向发展。最终将实现全球有线网与无线网的互联,邮电通信网与电视通信网的互联,固定通信与移动通信的结合,使人们在任何地方任何时间都能使用各种通信服务,并最终走向“全球一网”。

1.2 计算机网络的发展趋势

计算机网络最早是以数据传输为主要的目标。数据传输最主要的要求是准确、可靠,而对实时性没有很高的要求。现在的计算机网络不仅传输数据,而且还融合了信息采集、存储、传输、处理和利用一些先进信息技术,是具有新功能的新系统。

网络的出现,改变了人们使用计算机的方式;而 Internet 的出现,又改变了人们使用网络的方式。Internet 使计算机用户不再被局限于分散的计算机上,同时,也使他们脱离了特定网络的约束。任何人只要进入了 Internet,就可以利用网络中的丰富资源。

1.2.1 计算机网络的关键技术

“IP 技术 + 光网络”将是计算机网络架构发展的方向,光网络将演变成全部使用光缆的网络。在网络的服务层面上看将是 IP 的世界;从传输层上看将是一个光传输的世界;从接入层上看是一个有线和无线的多元化的世界。为此,目前比较关键的技术主要有软交换技术、IPv6 技术、光交换与智能光网络技术、宽带接入技术和 3G 或 4G 的移动通信系统技术等。

1. 软交换技术

软交换技术是为了把服务控制功能和网络资源控制功能与传输功能完全分开,根据新的网络功能模型分层,将计算机网络分为接入与传输层、媒体层、控制层以及网络服务层,从而对各种功能作不同程度的集成,非常灵活地将业务传送和控制规约结合,实现业务融合与业务转移,尤其适用于不同网络并存互通的需要,也适用于从语音网向数据网和多业务多媒体网的演进。

2. IPv6 技术

IPv4 技术在地址空间方面已经不能满足网络发展的需要。未来的网络将是基于 IPv6 技术,在服务质量、传输速度、安全性、支持移动性与多播等方面都有长足的进步,但也面对很多问题。

(1)在技术方面 IPv6 还没有一个能彻底统一解决问题的标准,需要考虑不同的环境和客户紧密性,以及不同的适配和技术组合;

(2)从业务开展模式上看,首先要解决好用户的接入、认证、管理和计费等工作;

(3)IPv6 的真正大量应用应该是在家庭网络、家居安保、传感器网络、3G 和 NGN 等领域,应有效地开展上述 IPv6 应用,逐步、有效、平滑地升级 IPv6 的功能。

3. 光交换与智能光网络技术

尽管波分复用光纤通信系统有着巨大的传输容量,但也只能提供原始带宽,还需要有灵活的光网络节点实现更加有效与更加灵活的组网能力。

当前组网技术正从具有上下光路复用(OADM)和光交叉连接(OXC)功能的光联网向由光交换机构成的智能光网络发展;从环形网向网状网发展,从光—电—光交换向全光交换发展,在光联网中引入自动波长配置功能,也就是自动交换光网络(ASON),使静态的光联网走向动态。

4. 宽带接入技术

计算机网络必须要有宽带接入技术的支持,各种宽带服务与应用才有可能开展。因为



只有把接入网的带宽的瓶颈打开,核心网和城域网的容量潜力才能真正发挥。尽管当前带宽接入技术有很多,但只要不是与光纤或光结合的技术,就是过渡的技术,而不是下一代网络的应用技术。目前基于以太网的无源光网络(EPON)的光纤到户技术和自由空间光系统(FSO)技术将被更多用户使用。

5.3G 移动通信系统技术

相比现在的 2.5G 系统,3G 具有容量大、灵活性高等特点。它主要以多媒体业务为基础,使用更高更宽的频带,传输容量会更上一层楼。它能在不同网络间提供无缝隙连接,提供满意的服务;网络可以自行组织,终端可以重新配置和随身携带,是一个包括卫星通信在内的端到端的 IP 系统,可与其他技术共享一个 IP 核心网。它们都是构成下一代移动互联网的基础设施。

1.2.2 计算机网络的研究热点

1. 下一代 Web 技术

下一代的 Web 研究涉及四个重要方向:Web 服务、Web 数据管理、语义互联网和网格。Web 服务的目标是基于现有的 Web 标准,如 XML,SOAP,WSDL 和 UDDI,为用户提供开发配置、交互和管理全球分布的电子资源的开放平台。Web 数据管理建立在广义数据库理论的基础上,在 Web 环境下,能对复杂信息进行有效组织与集成,方便而准确地进行信息查询与发布。

从技术上讲,Web 数据管理融合了 WWW 技术、数据库技术、信息检索技术、移动计算技术、多媒体技术以及数据挖掘技术,是一门综合性很强的新兴研究领域。语义互联网是通过使用本体和标准化语言,如 XML,RDF 和 DAML,使 Web 资源的内容能被机器所理解,向用户提供智能索引、基于语义内容检索和知识管理等服务。

网络计算机初期主要集中在高性能科学计算领域,提升计算能力,并不关心资源的语义,故不能有效地管理知识,目前网格已从计算网络发展成为面向服务的网格,语义就成为提供有效服务的主要依据。

2. 移动通信

便携式智能终端(PCS)使用无线技术,在任何地方以各种速率与网络保持联络。用户利用 PCS 进行个人通信,可以在任何地方接收到发给自己的呼叫。PCS 系统可以支持语音、数据和报文等各种业务。PCS 网络和无线技术将改进人们的移动通信水平,成为未来信息高速公路的重要组成部分。

3. QoS 服务

能否保证 QoS 服务是 IP 网络是否能成为未来统一平台的关键。目前基于分组承载的各种 QoS 解决方案主要关注于承载网络设备的 QoS 处理能力,更多的是基于分组承载网络设备的实现技术(如 CAR、整形、队列调度、优先级标记及 DiffServ 等),这些具体的技术是所有 QoS 实施的基础以及 IP QoS 关注的重点。IP 网络需要从网管、资源方面实施相应的 QoS 控制策略,因此需要有一个全网的 QoS 解决方案。

4. 网络计算

网络已经渗透到人们工作和生活的每个角落,Internet 汇集了大量的数据资源、软件资源和计算资源,各种数字化设备和控制系统共同构成生产、传播和使用知识的重要载体。信息处理也已步入网络计算(Network Computing)的时代。

网络计算有四种典型的形式:企业计算、网格计算(Grid Computing)、对等计算(P2P, Peer-to-Peer Computing)和普适计算(Ubiquitous Computing)。其中 P2P 与分布式已经成为当今计算机网络的两大主流。

1.3 计算机网络的概念

计算机网络是把地理上分散的计算机通过各种通信手段连在一起,达到相互通信而且共享软件、硬件和数据等资源的系统。它的功能有实现交互通信、资源共享、信息交换、协同工作以及在线处理等。

计算机网络按其分布范围的大小通常被分为局域网、城域网和广域网。计算机网络的发展,导致网络之间各种形式的连接。采用统一协议实现不同网络的互联,使互联网络很容易得到扩展。因特网就是用这种方式完成网络之间连接的网络。目前世界最大的和最流行的国际性网络——因特网就是采用 TCP/IP 协议作为通信协议,将世界范围内的计算机网络连接在一起。

1979 年,国际标准化组织(ISO)提出了开放系统互联参考模型(Open Systems Interconnection,简称 OSI),它把每部计算机互联的功能划分成定义明确的层次,规定了同层进程通信的协议及相邻层之间的接口和服务。它的出现解决了在计算机网络产生之初各个计算机厂商网络体系结构之间不兼容的问题,成为当代计算机网络技术体系的核心。该模型将网络功能划分为七个层次:物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。

随着 Internet 的发展,“地球村”已不再是一个遥不可及的梦想。人们可以通过 Internet 获取各种信息、查找各种数据库,如文献期刊、教育论文、产业信息、留学计划、求职求才、气象信息、海外学讯、论文检索等,甚至可以坐在电脑前到白宫进行一次虚拟旅游。

1.3.1 计算机网络的定义

迄今为止计算机网络的定义并未统一,下面是从不同范围、不同角度出发对计算机网络的定义。

(1)从资源共享的观点出发,可将计算机网络定义为以能够相互共享资源的方式互联起来的自治计算机系统的集合。

(2)从计算机与通信技术相结合的广义观点出发,把计算机网络定义为计算机技术与通信技术相结合,实现远程信息处理和进一步达到资源共享的系统。

(3)从用户透明性的观点出发,定义计算机网络为存在着一个能为用户自动管理资源的网络操作系统,由它调用完成用户任务所需要的资源,而整个网络像一个大的计算机系统一样对用户是透明的。严格地说,用户透明性观点的定义所论述的是一种分布式计算机系统。

(4)从物理结构出发,计算机网络又可以被定义为在协议控制下,由若干计算机、终端设备、数据设备和通信控制处理机等组成的系统集合。它强调计算机是在协议控制下,通过通信系统实现计算机之间的连接。

一般认为,计算机网络是利用各种通信线路,把地理上分散的、自治的多台计算机系统连接起来,在通信协议的控制下进行通信,实现软硬件和信息资源共享的系统。其中计算机



可以是巨型、大型、小型、微型等各种类型的计算机,并且至少有两台以上的计算机才能构成计算机网络。

也有人认为计算机网络就是把分布在不同地理区域的、具有独立功能的多台计算机系统相互连接在一起,在网络操作软件的支持下,进行数据通信,互联成一个规模大、功能强的网络系统,从而使众多的用户通过计算机网络可以方便地相互传递信息,共享硬件、软件、数据信息等资源。

1.3.2 计算机网络的基本功能

计算机网络具有以下功能。

(1) 数据传送。数据传送是计算机网络最基本的功能之一。它使终端与主机、主机与主机之间能够互相传送数据和交换信息。

(2) 资源共享。资源共享是计算机最有吸引力的功能。它包括了计算机软件、硬件和数据的共享。用户能在自己的终端上部分或全部地使用网络中的硬件、软件或数据。

(3) 提高计算机的可用性和可靠性。计算机网络中的每台计算机都可以通过网络互相协助并相互成为后备机。一旦网络中某台计算机执行任务负担过重时,网络可以将任务交给网中较空闲的计算机,提高了每台计算机的可用性。当网络中某台计算机出现故障时,它的任务又可由其他计算机代为完成,从而提高了系统的可靠性。

(4) 分布式处理。分布式处理是指当需要计算机处理一些大型的综合性问题时,通过一些算法将这些问题分成几个部分并交给不同的计算机进行处理,使用户根据需要合理选择网络资源,就近快速地进行处理。另外,利用网络技术将多台计算机连成具有高性能的计算机系统来解决大型问题,也比用同样性能的大中型计算机节省费用。

(5) 均衡负荷功能。当某个处理系统的负荷过载时,可以将新的作业通过网络转送至其他主机系统处理,以便均衡负荷,减轻局部负担。

(6) 集中处理功能。通过计算机网络,将某个组织的信息进行分散、分级,或集中处理与管理,这是计算机网络的最基本功能。

(7) 综合信息服务的功能。通过计算机网络向全社会提供各种经济信息、科技情报和咨询服务,例如,医疗、教育、多媒体信息等。

(8) 提高系统的性能价格比,维护方便,扩展灵活。大型计算机的处理能力强,运算速度快,但价格昂贵。许多系统设计者则用多台功能较强的个人计算机来组成计算机网络,性能价格比明显提高。当系统工作负荷增大时,只要增加更多的个人计算机,就能逐步改善系统的性能。

1.3.3 计算机网络的分类

随着网络技术的发展,出现了多种类型的网络分类方法,概括起来主要有以下五种。

1. 按地理范围分类

通常根据网络范围和计算机之间的距离将计算机网络分为局域网(Local Area Network, LAN)、城域网(Metropolitan Area Network, MAN)、广域网(Wide Area Network, WAN)和因特网(Inter Network, Internet)等。各种网络所具有的特征如表 1-1 所示。

表 1-1 各种网络特征

网络分类	缩写	分布距离数	机位范围	传播速率范围
局域网	LAN	10 m	房间	4 Mb/s ~ 2 Gb/s
		100 m	建筑物	
		1 km	校园	
城域网	MAN	10 km	城市	50 kb/s ~ 100 Mb/s
广域网	WAN	100 km	国家	9.6 kb/s ~ 45 Mb/s
因特网	Internet	1 000 km	世界	

(1)局域网。局域网指在有限的地理区域内构成的计算机网络,通常以一个单位或一个部门为限。这种网只能容纳有限数量(几台或几十台)的计算机,它的覆盖范围一般不超过几十千米。在局域网中,计算机的相对位置分为对等式和客户机/服务器两种基本形式。

①对等网络模式。在整个网络中没有专门文件服务器,连在网上的计算机既是客户机又是服务器,网上的每台计算机都是以相同的地位访问其他计算机和处理数据的,彼此之间没有主次之分。

②客户机/服务器模式。大多数局域网采取客户机/服务器模式,它是由一台或多台单独的、高性能和大容量的主机作为服务器,另外与多台客户机相连。

a. 服务器。服务器有文件服务器和通信服务器等。服务器是局域网中的核心设备,一般使用具有大容量内存、硬盘以及高速 CPU 的高档主机。服务器上装有网络操作系统(如 Windows Server 2003, Linux, UNIX, NetWare 等),用户可以共享服务器上的网络资源。有的服务器兼作互联网中的路由器,是互联网上的有源节点。

b. 客户机。客户机一般是指 PC 机、图形工作站、小型机等。客户机也称为工作站,是局域网中的主要部分,用户通过它访问服务器上的软件资源以及网络上的硬件资源。

(2)城域网。城域网是范围介于局域网和广域网之间的一种高速网络。随着局域网的广泛使用,将一个个局域网连接起来,形成一个规模较大的城市范围内的网络势在必行。城域网的设计思路是要满足几十千米范围内的大量企业、机关、公司与社会服务部门计算机的联网,并以实现大量用户、多种信息传输为目标的综合信息网络。但实际上城域网技术并没有在世界各国得到迅速推广,而是被广域网技术所取代。

(3)广域网。广域网也称为远程网,由距离较远的局域网或城域网互联而成。比如中国教育科研网就是广域网,它将分布在全国各地教育部门的局域网和城域网用邮电部门的数字专线互联在一起。广域网通常除了计算机设备以外还要涉及一些数据通信方式。广域网的通信方式有以下四种。

①公用电话网(Public Switched Telephone Network, PSTN)。公用电话网用户端的接入速度是 2.4 kb/s,通过编码压缩,一般可达 9.6 ~ 56 kb/s,它需要异步调制解调器和电话线。使用调制解调器和电话上网投资少、安装调试容易,常常被用作拨号访问方式。通常家庭访问 Internet 多采用此种方式。

②综合服务数字网(Integrated Service Digital Network, 简称 ISDN)。ISDN 的用户使用普通电话线加上一个专用设备连接 Internet,但需要电信提供 ISDN 业务。它的特点是数字传



输、拨通时间短,费用约为普通电话的4倍,可与电话共用一条电话线。ISDN的人网费、通信费较高,用户还要购买一个接入设备,因此适合于单位接入Internet时使用。

③DDN (Digital Data Network) 专线。DDN 专线速度为 $64 \text{ kb/s} \sim 2.408 \text{ Mb/s}$,它需要配同步调制解调器。比如,中国教育科研网的主干就租用了信息产业部的DDN 专线。

④帧中继。帧中继的速度为 $64 \text{ kb/s} \sim 2.408 \text{ Mb/s}$,它采用一点对多点的连接方式、分组交换,其前提是大多数连接使用光缆。

(4)因特网。因特网也称为国际互联网,网络分布在世界各地。它将成千上万个局域网和广域网互联形成一个规模空前的超级计算机网络。

所谓“互联”,一方面指物理连接,即连接网络的硬件设备,另一方面指网络逻辑连接,即中间连接设备在实现两个之间的信息交换时所涉及到的路由选择和协议转换等问题,是一种高层技术。目前,世界上发展最快、最热门的网络就是Internet,它是世界上最大的、应用最广泛的网络。

2. 按网络结构分类

计算机网络的结构,是网络信道分布的拓扑结构。在计算机网络中,常常把网络的组成形式称之为拓扑结构。常见的拓扑结构有5种:总线型、星型、环型、树型和网状型。

3. 按速率和带宽分类

用网络带宽和传输速率来描述网络的传输速率。网络带宽的单位为Hz,传输速率的单位为b/s。根据带宽可以将网络分成窄带网和宽带网;根据传输速率可将网络分为低速网、中速网和高速网。例如以太网的传输速率为 $100 \sim 110 \text{ Mb/s}$,高速以太网的传输速率可以达到几Gb/s。

4. 按传输介质分类

根据网络的传输介质,可以将网络分为有线网和无线网。有线网根据线路的不同分为同轴电缆网、双绞线网和光纤网,还有最新的全光网络;无线网有卫星无线网和使用其他无线通信设备的网络。

5. 按通信方式分类

根据网络通信方式,可将网络分为点对点通信方式网和广播式结构网。点对点通信方式网采用的是点对点的连接方式,这种方式没有信道竞争,几乎不存在信道访问控制的问题。

广播式结构网利用一个共同的传播介质把各个计算机连接起来,所有主机共享一条信道,某主机发出的数据,所有其他主机都能收到。在广播信道中,由于信道共享而容易引起信道访问冲突,因此信道访问控制是首先必须解决的问题。

1.4 计算机网络的结构

1.4.1 网络组成

计算机网络主要由通信子网和资源子网组成。在通信子网中,通信设备之间要有一定的通信方式,数据传送要通过一定的交换方式。

1. 通信子网

通信子网又叫数据通信子网,也称数据通信提供者。如果按照协议层次划分,通信子网

包括网络层在内的低层协议。

通信子网主要由通信设备和通信线路组成,不同的网络会由不同的通信子网组成,其任务是在端节点之间传送由信息组成的报文。

在局域网中,通信子网由传输介质和主机网络接口板组成。以以太网为例,传输介质为同轴电缆或双绞线等;网络接口板为 3COM 公司 3C50X 系列的以太网卡或 Novell 公司的 NE2000 系列的以太网卡。

在广域网中,通信子网除了传输介质和主机网络接口板外,还包括通信处理机,通常为—台专用计算机,作为信息转发部件。它可以通过 8 个、16 个甚至 64 个通信接口与主机相连或与另外的通信设备相连。通信设备之间的连接方式由用户选择不同的网络而定,通常可以用专线、电话线、微波,或通过卫星等。

2. 资源子网

资源子网又叫数据处理子网,它是网络通信服务的使用者。资源子网是由网络上的用户主机组成。从网络层次上区分,传输层及以上各层为资源子网。但网络上的任意一台主机都要包括网络协议的各个层次或部分层次。

通信子网部分用于主机与通信子网的连接,资源子网部分用于数据处理和资源共享。

1.4.2 拓扑结构

网络中各节点相互连接的方法和形式称为网络拓扑。计算机网络的拓扑结构,是信道分布的拓扑结构。不同的拓扑结构其信道访问技术、网络性能、设备开销等各不相同,分别适合于不同场合。它影响着整个网络的设计、功能、可靠性和通信费用等方面,是研究计算机网络的主要环节之一。

计算机网络的拓扑结构是指网络节点的地理分布和互连关系上的几何构形,一般可分为以下几种:总线型、星型和环型三种,另外还有树型和网状型等。

1. 总线型

总线型的拓扑结构,是用一条公共线即总线作为传输介质,所有的节点都连接在总线上,如图 1-1 所示。总线网络具有布线简单、维护方便、建设成本低等优点,但存在网络竞争、易出错和检测困难等缺点。局域网中的以太网就是一种总线型拓扑结构的网络。

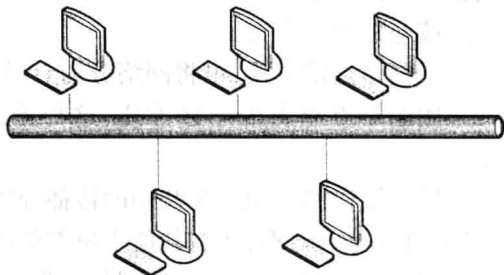


图 1-1 总线型拓扑结构示意图

2. 星型

星型拓扑结构的网络是一个中心节点和若干个外围节点相连接的计算机网络,如图 1-2 所示。

星型结构网络的优点是使用的网络协议简单,错误容易检测、隔离。缺点是中心节点的负荷较重,容易出现网络的瓶颈,一旦中心节点发生故障,将导致整个网络瘫痪。客户机和主机的联机系统采用的就是星型拓扑结构,属于集中控制式网络。

3. 环型

环型拓扑结构是网络上所有节点都在一个闭合的环路上,网络上的数据按照相同的、单一的方向在环路上传输,如图 1-3 所示。

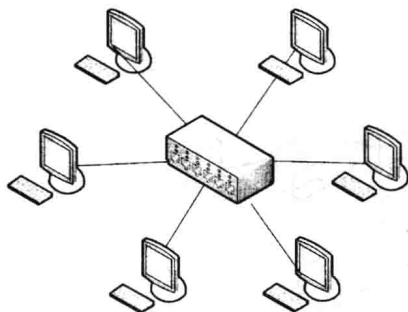


图 1-2 星型拓扑结构示意图

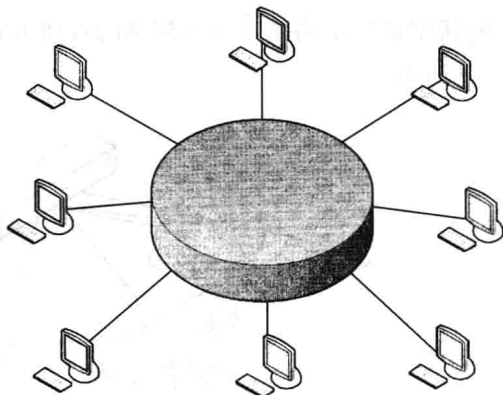


图 1-3 环型拓扑结构示意图

这种方式由于信号单向传递,适宜使用光纤,可以构成高速网络。虽然环型结构简单,传输延迟固定,较好地解决了网络竞争,但是如果网络上的一个节点出现故障,将会影响到整个网络。环型节点的添加和撤销的过程都很复杂,网络扩展和维护不方便。IBM 令牌环网就是一种环型结构网络。

4. 树型

树型拓扑结构网络又称为分级的集中式网络,是星型结构的扩展。它采用分层结构,具有一个节点和多层分支节点。其特点是网络成本低,结构简单,如图 1-4 所示。在网络中,任意两个节点之间不产生回路,每个链路都支持双向传输,网络中的节点扩充方便灵活,查询链路路径比较方便。但在这种结构的网络系统中,除节点及相连的链路外,任何一个工作站及其链路产生故障都可能会影响网络系统的正常运行,适用于分级管理的场合,或者是控制型网络的使用。

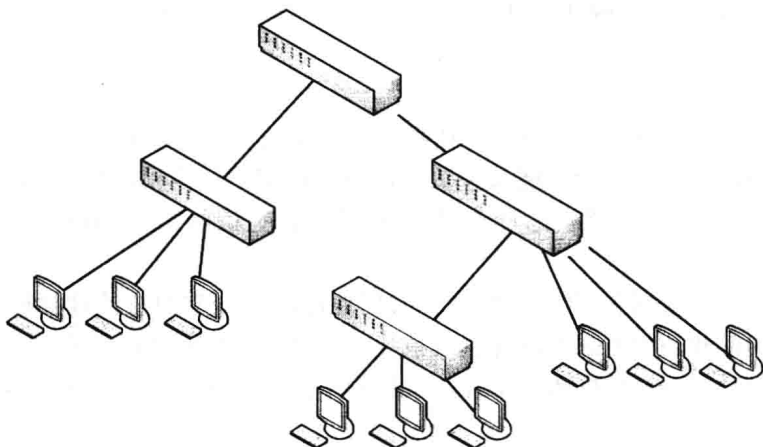


图 1-4 树型拓扑结构示意图