

高等学校计算机系列丛书

计算机网络技术

张明新 莫 林 主编



重庆大学出版社

3.4
x/1

计算机网络技术

张明新 莫 林 主编

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书以微机局域网的基本知识为主要内容,以 Novell 网为产品代表,系统叙述微机局域网的有关概念和基本知识。全书内容包括:计算机网络概论,数据通信基础,网络体系结构与网络协议,计算机局域网技术,Novell 网的构成、安装和使用,网络互联技术,网络技术发展等。

本书适合于高等院校计算机专业学生及相关专业的本、专科学生学习使用,也可供从事计算机网络技术工作的工程技术人员参考。

JS270/12

计算机网络技术

张明新 莫 林 主编

责任编辑 谭敏

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆电力印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16 字数:399 千

1997 年 6 月第 1 版 1998 年 2 月第 2 次印刷

印数:6001—11000

ISBN 7-5624-1326-6/TP·105 定价:19.00 元

序

面对知识爆炸,社会学家们几乎都开出了一个相同的药方:计算机。计算机也深孚众望,以其强大的功能,对人类作出了巨大的贡献,取得了叹观止矣的成就。自它1946年2月14日在美国费城诞生以来,至今已过“知天命”的年龄了。现在,计算机已是一个庞大的家族。如果说,它的成员占据了世界的每一个角落和每一个部门也并不过分,甚至找不到这样一个文明人,他的生活不直接或间接与计算机有关。目前,全世界计算机的总量已达数亿台,而且,现在正以每年几千万台的速度增长。

作为计算机在信息传递方面的应用,计算机加上网络,被认为是和能源、交通同等重要的基础设施。这种设施对信息的传递起着异常重要的作用。西方发达国家和我们国家对此都非常重视。例如,美国的信息高速公路计划,全球通讯的“铍”计划,我国也开始实行一系列“金”字头的国民经济管理信息化计划。这些计划中唱主角的设备便是计算机。计算机在各个方面的应用不胜枚举,我们每个人都自觉不自觉地处于计算机包围中。

计算机对社会生产来说是一个产业大户,对每个现代人来说是一种工具,对学生们来说,它是一个庞大的知识系统。面对计算机知识的膨胀,面对计算机及其应用产业的膨胀,计算机各个层次的从业人员的需要也在不断膨胀,计算机知识的教育也遍及从小学生到研究生的各个层次。

为了适应计算机教学的需要,重庆大学出版社近几年出版了大量的计算机教学用书,这一套教材就是一套适应专科层次的系列教材。我们将会看到,这一套教材以系列、配套、适用对路,便于教师和学生选用。如果再仔细研究一下,将会发现它的一系列编写特色:

1. 这些书的作者们是一些长期从事计算机教学和科研的教师,不少作者在以前都有大量计算机方面的著作出版。例如本系列书中的《Visual Fox Pro 中文版教程》的作者,十年前回国后最早将狐狸软件介绍到祖国大陆,这一本书已是他的第八本著作了。坚实的作者基础,是这套书成功的最根本的保证。

2. 计算机科学是发展速度惊人的科学,内容的先进性、新颖性、科学性是衡量计算机图书质量的重要标准,这一套书的作者们在这方面花了极大的功夫,力求让读者既掌握计算机的基础知识,又让读者了解最新的计算机信息。

3. 在内容的深度和知识结构上,从专科学学生的培养目标出发,在理论上,从实际出发,满足本课程及后续课程的需要,而不刻意追求理论的深度。在知识结构上,考虑到全书结构的整体优化,而不过分强调单本书的系统性。这样,在学过这一套系列教材后,学生们就可在浩瀚的计算机知识中,建立起清晰的轮廓,就会知道这些知识的前因后果,就会了解这些知识的前接后续。使学生们能在今后的工作实践中得心应手。

4. 计算机是实践性很强的课程,仅靠坐而论道是学习不了这些知识的。所以从课程整体设置来讲,包括有最基本的操作技能的教材。对单本书来说,在技术基础课和专业课中,都安排有一定的上机实习或实验,这样可使学生既具备一定的理论知识以利今后发展和深造,又掌握实际的工作技能胜任今后的实际工作。

编写一套系列教材,这是一个巨大的工程。这一套书的作者们,重庆大学出版社的领导和编辑们,都为此付出了辛勤的劳动。作为计算机工作者,以此序赞赏他们的耕耘,弘扬他们的成绩。

周明凡

1997年6月15日

前 言

计算机网络与数据通信技术是当今计算机科学和工程中迅速发展新兴技术之一,也是计算机应用中一个空前活跃的领域。计算机网络是计算机技术与通信技术相互渗透、密切结合而形成的一门交叉学科,目前计算机网络已广泛应用于办公自动化、企业管理与生产过程控制、金融与商业电子化、军事、科研、教育、信息服务、医疗卫生等领域。国际互联网络 Internet 发展迅速,全球性信息高速公路建设的浪潮正在兴起。人们已经认识到:计算机网络正在改变着人们的工作与生活方式,网络与通信技术已成为影响一个国家与地区经济、科学与文化发展的重要因素之一。计算机网络作为支持未来全球信息基础结构 GII 的主要技术之一,已经引起了社会广泛的关注。我国的信息技术与信息产业的发展需要大量掌握计算机网络与通信技术的人才。因此计算机网络已经成为计算机专业学生学习的一门重要课程,也是从事计算机应用的技术人员应该掌握的重要知识之一。

计算机网络作为一门交叉学科,它涉及计算机技术与通信技术两个学科。网络技术经过近 30 年的发展已经形成了自身较为完善的体系结构。目前该技术发展迅速,应用广泛,知识更新快。为了适应网络课程学习的要求,作者根据多年教学实践经验编写此书。

本书以微机局域网的基本知识为主要内容,以 NOVELL 网为产品代表,系统叙述微机局域网的有关概念和基本知识。全书由七章组成。第一章介绍计算机网络发展史、微机局域网拓扑结构、网络操作系统、网络组成及应用等基本知识,这是全书学习的基础。第二章叙述计算机通信基础,为初学者奠定数字通信技术基础。第三章讨论了 ISO/OSI 参考模型,介绍了网络体系结构的基本概念及各层主要功能。第四章、第五章讨论了局域网技术和局域网操作系统,并以目前广泛应用的 NOVELL 网络为例,全面叙述 NOVELL 网的各个方面,包括网络 NetWare 性能、安装、文件服务器管理、工作站管理等主要内容、命令和方法。第六章叙述网络互联、网际协议等内容。第七章对目前网络发展的几个主要技术问题,如: FDDI、ATM、CLIENT/Server、Internet、结构化布线等,进行了讨论。

本书按照“基础理论以够用为度、突出应用性、精选内容、从浅入深、以利教学”的原则编写。全书叙述最基础的内容和操作,目的是使初学者尽快掌握微机局域网的基本概念、组网知识和基本工程技术。

全书由张明新主编,莫林任副主编,其中第一、七章由张明新编写;第三、六章由莫林编写;第五、六章及附录一、二由张礼达编写;第二章及附录三由姚绍文编写。

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中缺点错误必定不少,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

第一章 计算机网络概论	1
§ 1.1 计算机网络的发展与演变过程	1
§ 1.2 计算机网络的定义	8
§ 1.3 计算机网络的结构与组成	9
§ 1.4 计算机网络拓扑结构	11
§ 1.5 计算机网络的分类	12
§ 1.6 计算机网络的主要功能与应用	13
§ 1.7 计算机网络的体系结构	14
§ 1.8 开放系统互联基本参考模型	18
§ 1.9 实例	23
习题	28
第二章 数据通信基础	29
§ 2.1 数据通信系统	29
§ 2.2 通信线路的联接方式和通信方式	32
§ 2.3 数据通信系统的主要技术指标	34
§ 2.4 数据传输原理	36
§ 2.5 数据交换	42
§ 2.6 调制解调器	49
§ 2.7 数据传输介质	66
习题	72
第三章 网络体系结构与网络协议	73
§ 3.1 网络体系结构基本概念	73
§ 3.2 OSI 参考模型的基本概念	74
§ 3.3 物理层与物理接口协议	77
§ 3.4 数据链路	84
§ 3.5 网络层	90
§ 3.6 传输层	95
§ 3.7 高层协议	99
习题	103
第四章 计算机局域网技术	105
§ 4.1 局域网的拓扑结构和分类	105
§ 4.2 局域网的介质访问技术	107
§ 4.3 局域网的标准及协议	109
§ 4.4 局域网的组成	120

§ 4.5 典型局域网介绍	125
习题.....	131
第五章 Novell 网的构成、安装和使用	132
§ 5.1 Novell 网概述	132
§ 5.2 NetWare 的体系结构	134
§ 5.3 Novell 网的组成	152
§ 5.4 Novell 网的安装	156
§ 5.5 Netware 网络的使用与管理	176
习题.....	184
第六章 网络互联技术.....	185
§ 6.1 网络互联模型	185
§ 6.2 网络互联设备	188
§ 6.3 TCP/IP 协议简介	195
§ 6.4 网络互联的实现	199
习题.....	206
第七章 网络技术发展.....	207
§ 7.1 100 Mbps 以太网	208
§ 7.2 FDDI	209
§ 7.3 包交换网络技术(Switching)	211
§ 7.4 异步传送模式——ATM	213
§ 7.5 局域网结构化布线技术	215
§ 7.6 客户/服务器结构.....	217
§ 7.7 Internet 及应用	220
习题.....	223
附录一 制订、颁布数据通信和计算机网络标准的标准化组织	224
附录二 常用的数据通信和计算机网络标准.....	225
附录三 2 网络技术术语汇编	234

第一章 计算机网络概论

计算机网络是计算机技术和通信技术密切结合的产物,已成为计算机应用中一个必不可少的方面。正由于它还是一个迅猛发展中的事物,故很难像数学概念那样对“计算机网络”下一个严格的定义,国内外各种文献上的讲法也不尽一致。一般说来,可以把计算机网络看成是由各自具有自主功能,而又通过通信手段相互联接起来的计算机组成的复合系统。阅读了本章的概述后,读者将对这段话有更深入的了解。

当前已进入信息时代。计算机和通信在信息的收集、存贮、处理、传输和分发中扮演了极其重要的角色。近年来,计算机技术和通信技术都迅猛发展、相互渗透而又密切结合。一方面,计算机技术应用到通信领域,改造更新旧的通信设备,大大地提高了通信系统的性能,促进了通信由模拟向数字化并最终向综合服务的方向发展。另一方面,通信技术又为多个计算机之间信息的快速传输、资源共享和协调合作提供了必要的手段,促进了计算机网络的发展。计算机网络综合了两方面的新技术,涉及面宽,应用范围广,对信息技术的发展有着深刻的影响,已经越来越引起人们的极大兴趣和高度重视。

为了有助于对什么是计算机网络有更确切的认识,了解网络的发展历史及其功能和应用是十分重要的,这将在本章的 § 1.1 加以介绍。§ 1.7 中将引进计算机网络的层次体系结构,这是学习和掌握计算机网络技术的一个基本概念。在 § 1.8 中叙述国际标准化的计算机网络层次模型。第三章以此模型为线索逐层分析和讲解。本章最后的 § 1.9 则简略地列举了一些目前世界上实际传行的计算机网络的例子,希望能帮助读者更深入地了解计算机网络及其应用。本章的另一个附带的目的是对某些常见的术语作初步的介绍。

§ 1.1 计算机网络的发展与演变过程

计算机网络出现的历史不长,但发展很快,经历了一个从简单到复杂的演变过程。1946年,世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生时,计算机和通信之间并没有什么关系。早期的计算机系统是高度集中的,所有的设备安装在单独的大房间中。开始时,一台计算机只能供一个用户使用。后来发展了批处理和分时系统,一台计算机虽然可同时为多个用户服务,但若不和通信相结合,分时系统所联接的多个终端都必须紧挨着主计算机,用户都必须到计算中心的终端室去使用,显然仍是不方便的。50年代中,美国半自动地面防空系统 SAGE 开始进行计算机技术和通信技术相结合的尝试,将远距离的雷达和其它测量控制设备的信息通过通信线路汇集到一台 IBM 计算机里进行集中的处理和控制在。接着,许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路联接在一台中心计算机上。用户可以在自己办公室内的终端上键入程序,通过通信线路送入中心计算机,分时访问和使用其资源来进行处理,处理结果再通过通信线路送回到用户的终端上显示或打印出来。这样就出现了第一代的计算机网络。

第一代计算机网络实际上是以单个计算机为中心的远程联机系统。这样的系统中除了一

台中心计算机外,其余的终端都不具备自主处理的功能。在系统中主要存在的是终端和中心计算机间的通信。虽然历史上也曾称它为计算机网络,但现在为了更明确地与后来出现的多个计算机互联的计算机网络相区分,也称为面向终端的计算机网络。60 年代初期美国航空公司投入使用的由一台中心计算机和全美范围内 2000 多个终端组成的预订飞机票系统 SABRE I 就是这种远程联机系统的一个代表。

在远程联机系统中,随着所联远程终端个数的增多,中心计算机要承担的和各终端间通信的任务也必然加重,使得以数据处理为主要任务的中心计算机增加了许多额外的开销,实际工作效率下降。由此出现了数据处理和通信的分工,即在中心计算机前面增设一个前端处理机 FEP(Front End Processor,有时也简称为前端机)来完成通信的工作,而让中心计算机专门进行数据处理,这样可显著地提高效率。另一方面,若每台远程终端都用一条专用通信线路与中心计算机联接,则线路的利用率低,且随着终端个数的不断增大,通信费用将达到难以负担的程度。因而,后来通常在终端比较集中的地点设置终端控制器 TC(Terminal Controller)。它首先通过低速线路将附近各终端联接起来,再通过高速通信线路与远程中心计算机的前端机相联。它可以利用一些终端的空闲时间来传送其它处于工作状态的终端的数据,提高了远程线路的利用率,降低了通信费用。典型的结构如图 1.1 所示。图中的 M 代表调制解调制(Modem),是利用模拟通信线路远程传输数字信号所必须附加的设备。前端机和终端控制器也可以采用比较便宜的小型计算机或微型机来实现。这样的远程联机系统已经具备了计算机和计算机间通信的雏形。

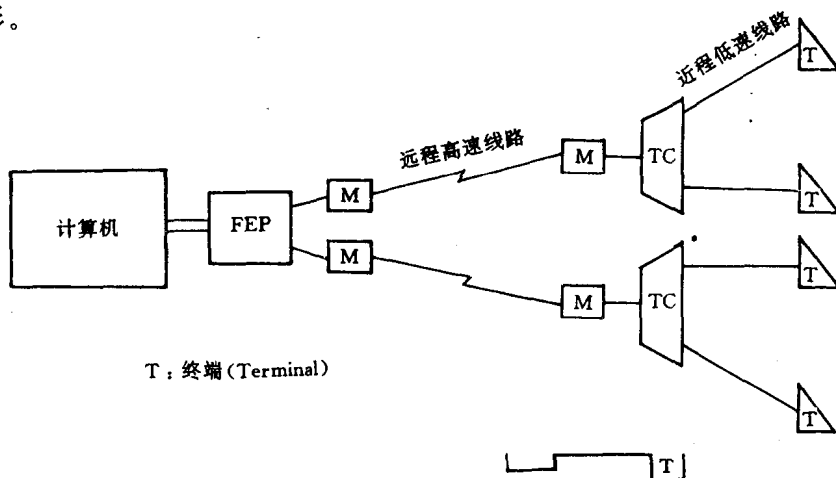


图 1.1 以单计算机为中心的远程联机系统

第二代计算机网络是多个主计算机通过通信线路互联起来,为用户提供服务。这是 60 年代后期开始兴起的。它和以单个计算机为中心的远程联机系统的显著区别在于,这里的多个主计算机都是具有自主处理能力的,它们之间不存在主从关系。这样的多个主计算机互联的网络才是目前常称的计算机网络。这种系统中,终端和中心计算机间的通信已发展到计算机和计算机间的通信,用单台中心计算机为所有用户需求服务的模式,被大量分散而又互联在一起的多台主计算机共同完成的模式所替代。第二代计算机网络的典型代表是 ARPA 网 (ARPANET)。60 年代后期美国国防部高级研究计划局 ARPA(现在称为 DARPA——Defense Advanced Research Projects Agency)提供经费给美国许多大学和公司,以促进多个主计算机互联网络的研究,并最终导致一个实验性的 4 节点网络开始传行并投入使用。目前

ARPA 网仍在传行之中,已经扩展到联接数百台计算机,从欧洲到夏威夷,地理范围跨越了半个地球。目前有关计算机网络的许多知识都与 ARPA 网的研究结果有关。ARPA 网中提出的一些概念和术语至今仍被引用。

ARPA 网中互联的传行用户应用程序的主计算机称为主机(Host),但主机之间并不是通过直接的通信线路,而是通过称为接口报文处理 IMP(Interface Message Processor)的装置转接后互联的,如图 1.2 所示。当某个主机上的用户要访问远地另一个主机时,主机首先将信息送至本地直接与其相联的 IMP,通过通信线路沿着适当的路径经若干 IMP 中途转接后,最终传送到远地的目标 IMP,并送入与其直接相联的目标主机。例如,图 1.2 中主机 H_2 上的某个用户要将信息送往主机 H_1 ,则首先将该信息送至 IMP_2 ,然后沿图中粗黑线指出的路径,中间经 IMP_4 和 IMP_3 转接,最终传送到目标 IMP_1 ,再送入主机 H_1 。转接是这样进行的, IMP_2 将主机 H_2 送来的信息接收并存储起来,在 IMP_2 和 IMP_4 之间的通信线路有空时,将其传送到 IMP_4 , IMP_4 也是将该信息接收并存储起来,直至 IMP_4 和 IMP_3 之间的通信线路空闲时,再将它转发到 IMP_3 ,……。这种方式类似于邮政信件的传送方式,叫做存贮转发(store and forward)。就远程通信而言,目前通信线路仍然是个较昂贵的资源。采用存贮转发方式的好处在于通信线路不为某对通信所独占,因而大大提高了通信线路的有效利用率。比如说,图 1.2 的例子中,当从主机 H_2 送往 H_1 的信息仍在 IMP_2 和 IMP_4 间的通信线路上传输时, IMP_3 和 IMP_4 间的通信线路就可被由 H_3 经 IMP_3 、 IMP_4 和 IMP_5 送往 H_5 的另外的信息传输所使用。而一旦从主机 H_2 送往 H_1 的信息已为 IMP_2 接收并存储后, IMP_2 和 IMP_4 之间的通信线路又可为其它的,比如说 H_4 和 H_2 之间的信息传输服务。

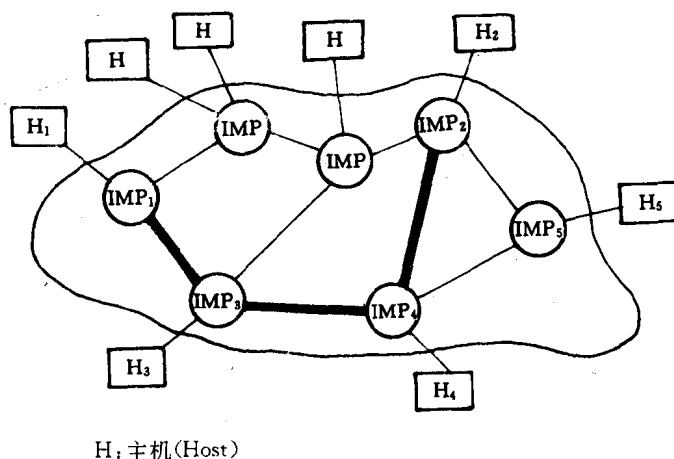


图 1.2 存贮转发的计算机网络

图 1.2 中 IMP 和它们之间互联的通信线路一起负责完成主机之间的通信任务,构成了通信子网(communication subnet)。通过通信子网互联的主机负责传行用户应用程序,向网络用户提供可供共享的硬件资源,它们组成了资源子网。ARPA 网采用的就是这种两级子网的结构。把网络中纯通信的子网与应用部分的主机分离开来,就可使得这两部分单独设计,从而使整个网络的设计简化。一个通信子网可以由政府部门(比如说邮电部)或某个电信经营公司所拥有,但向社会公众开放服务,如同电话交换网的情况那样。拥有主机资源的单位希望联网的

话,只要遵循子网所要求的接口标准,提出申请并付一定的费用,都可接入该通信子网,利用其提供的服务来实现特定资源子网的通信任务。这类通信子网叫做公用网(public network)。公用网中传输的是数字化的数据,为了与电话交换网这类模拟网区分,有时也被称作公用数据网PDN(Public Data Network)。

目前世界上传行的远程通信子网几乎都采用了存贮转发的方式。ARPA 网中存贮转发的信息基本单位叫做分组(packet)。以存贮转发方式传输分组的通信子网则又被称作作为分组交换网。分组交换的概念在本书后面的章节中将再详细讨论。IMP 是 ARPA 网中使用的术语,在其它网络或文献中也称为分组交换节点(packet switch node)。IMP 或分组交换节点通常也是由小型计算机或微型机来实现的,为了和资源子网中的主机相区别,也被称作作为节点机,或简称节点。

两个计算机间通信时对传送信息内容的理解、信息表示形式以及各种情况下的应答信号都必须遵循一个共同的约定,称为协议(protocol)。在 ARPA 网中将协议按功能分成了若干的层次。如何分层,以及各层中具体采用的协议的总和,称为网络的体系结构(architecture)。体系结构是个抽象的概念,其具体实现是通过特定的硬件和软件来完成的。

比较图 1.1 和图 1.2 可见,作为第一代计算机网络的远程联机系统和第二代计算机网络的区别之一是,前者以被各终端共享的单个计算机为中心,而后者以通信子网为中心,用户共享的资源子网则在通信子网的外围。

以 ARPA 网以及英国国家物理实验室 NPL 的分组交换网为先驱,70 年代和 80 年代中第二代计算机网络得到了迅猛的发展。其中,有些是主要研究试验性的网络,如 IBM 沃森研究中心、卡内基——梅隆大学和普林斯顿大学合作开发的 TSS 网以及加利福尼亚大学欧文分校研制的 DCS 网等;有些是个别用户为特定目的(如资源共享)而自行研制和使用的网络,如加利福尼亚大学劳伦斯原子能研究所建立的 DCTOPUS 以法国信息与自动化研究所负责发展的 CYCLADES 网等;有些是由用户联营为一定范围内应用而建立的网络,如国际气象监测网 WWWN(World Weather Watch Network)和欧洲情报网 EIN(European Information Network)等;有些是公用分组交换数据网,如美国的 TELENET、加拿大的 DATA PAC 和欧共体的 EURONET 等;有些是商用的提供增值通信服务的网络,如美国 Tym share 公司的 TYMNET 和通用电气公司的 GE 信息服务网等。在这段时期内,各大计算机公司都陆续推出自己的网络体系结构,以及实现这些网络体系结构的软硬件产品。用户购买计算机公司提供的网络产品,自己提供或租用通信线路,就可自己组建计算机网络。IBM 公司的 SNA(System Network Architecture)和 DEC 公司的 DNA(Digital Network Architecture)就是两个最著名的例子。凡是按 SNA 组建的网络都可称为 SNA 网,而凡是按 DNA 组建的网都可称为 DNA 网,或 DECNET。

当前世界上已有大量的第二代计算机网络正在传行和提供服务。但是,第二代计算机网络仍有不少弊病,适应不了信息社会日益发展的需要。其中最主要的缺点是,第二代计算机网络大都是由研究单位、大学、应用部门或计算机公司各自研制的,因而没有统一的网络体系结构。为实现更大范围内的信息交换与共享,要把不同的第二代计算机网络互联起来十分困难。比如说,只要增购一些网络产品把一台 IBM 公司的计算机接入一个 SNA 网是不困难的,但要把一台 DEC 公司生产的计算机接入 SNA 网就不是一件容易的事情。同样,要把一台 IBM 公司生产的计算机接入 DECNET 也不是容易的。要把 SNA 和 DECNET 互联起来就更困难。要把多

种不同的计算机和网络互联在一起就更难以实现了。因而,计算机网络必然要向更新的一代发展。

第三代计算机网络是国际化的网络,它具有统一的网络体系结构、遵循国际化的协议。标准化将使得不同的计算机能方便地互联在一起。标准化还将带来大规模生产、产品 VLSI 化和成本降低等一系列的好处。

70 年代后期人们认识到第二代计算机网络的不足后,已开始提出发展新一代计算机网络的问题。国际标准化组织 ISO(International Standards Organization)下属的计算机与信息处理标准化技术委员会(Technical Committee)TC97 成立了一个专门研究此问题的分委员会(Sub Committee)SC16(1984 年由于技术分工的变化,SC16 已解散,其原有工作分别由 SC6 和 SC21 接替)。经过若干年卓有成效的工作,ISO 制定并在 1984 年正式颁布了一个称为“开放系统互联基本参考模型”(Open System Interconnection Basic Reference Model)的国际标准 ISO7498。这里“开放系统”是相对于第二代计算机网络中,如 SNA 和 DNA 等只能和同种计算机互联的每个厂商各自封闭的系统而言的,它是可以和任何其它系统(当然要遵循同样的国际标准)通信而相互开放的。该模型分为七个层次,有时也称为 OSI 七层模型。OSI 模型目前已被国际社会所普遍接受,并公认为新一代计算机网络的体系结构的基础。

80 年代中,以 OSI 模型为参照,ISO 以国际电话咨询委员会 CCITT 等为各个层次开发了一系列的协议标准,组成了一个庞大的 OSI 基本标准集。为了推动 OSI 技术与标准的应用,美、欧、日和加拿大等主要工业化国家的官方联合成立了一个国际委员会,从 1983 年在巴黎开始,几乎每年负责召开一次 OSI 标准应用的国际会议。我国国家计委和原国家标准局在 1986 年联合发布与试行的“国家经济信息系统设计与应用标准化规范”中也明确指出“选定 OSI 标准作为我国网络建设的主攻方向”,其它已开发的非 OSI 信息系统要“有组织、有步骤、有计划地过渡到符合 OSI 标准的系统,进而最终实现与 OSI 标准完全兼容或全盘 OSI 标准化的信息系统”。这段话实际上也概括地反映了世界范围内计算机网络的发展方向。OSI 标准不仅确保了各厂商生产的计算机间的相互联接,同时也促进了企业间的竞争。现在各大计算机公司都相继宣布支持 OSI,并争相开始研制 OSI 产品。各种符合 OSI 标准的试验性网络和研究课题也已在各国普遍进行。

已经存在的 OSI 基本标准为 OSI 技术的实施和应用奠定了基础。但仅有基本标准还不能保证系统间的互联,因为基本标准集过于庞大,而且每个基本标准为了具有通用性一般也较大而全。基本标准内部常有不同的等级类别、选项与参数。在具体产品实现时很难也没有必要遵循全部的基本标准。此外,各个基本标准间的关系错综复杂,有的互相兼容、有的相互包含、有的互为补充。各个基本标准间也不是都能任意组合使用的。因此,在实施与应用时必须根据具体的情况和需要,从众多的基本标准中选择一个适当的子集,并尽可能明确所选基本标准中未定的等级类别、选项和参数等,才构成真正实现的标准,称之为功能标准或轮廓(Profile)。如图 1.3 所示,功能标准不是新制定的标准,而是从已有的基本标准中进行适当的选取与裁剪。一个功能标准可以包含多个基本标准,但不一定包含所含基本标准的全部。OSI 的应用和产品最终实现的是功能标准。例如适合于生产制造自动化/办公自动化领域应用的制造自动化协议/技术办公协议 MAP/TOP(Manufacturing Automation Protocol/Technical and Office Protocols)都可看成是功能标准。目前世界上已经有许多国家和组织进行了功能标准的研究。即使大家都承认与接受基本标准,若各自实现的功能标准不一样,仍然不能保证这些实现和产品之

间能够互联在一起。在这方面进行国际间的协调与合作是十分必要的。1987 年底,ISO 和国际电技术委员会 IEC 成立了一个联合技术委员会 ISO/IEC JTC1,下面就有一个专门组织负责协调国际标准化的轮廓 ISP(International Standardized profile)的制定与发布。

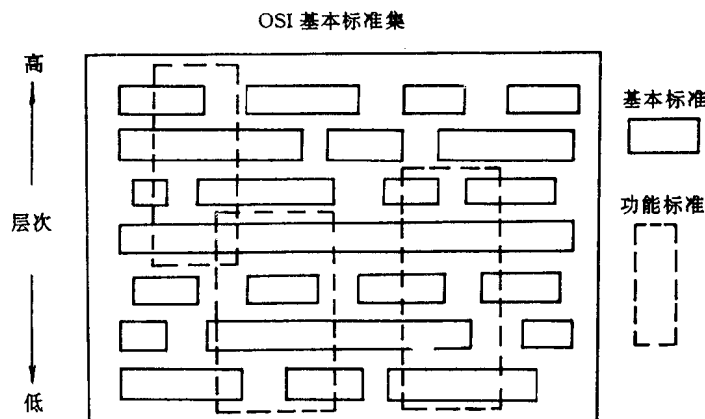


图 1.3 OSI 基本标准与功能

虽然有了公认的标准,若没有一种手段来检查和验证,进而宣称与某标准相符的产品或实现的确和该标准要求相一致的话,那么再好的标准或漂亮的宣称都是一纸空文,仍然不能保证真正的互联。美国国家标准局 NBS(National Bureau of Standards)曾对 13 家计算机公司实现某标准协议的软件进行了测试。结果表明由于协议标准是用自然语言描述的,而且本身又较复杂,即使是有名的计算机厂商提供的软件也可能在不同程度上存在与所实现的协议标准不一致的问题。因而,必须由产品的提供者和用户以外的第三者来提供一种检查与验收产品的实现是否和相应的标准一致的手段,这种测试被称为一致性测试(Conformance Testing)。功能标准和一致性测试的研究和实施是当前 OSI 技术进一步走向产品化和进一步应用过程中两个热门的课题。展望未来,一个类似于电话系统或邮政系统那样的一个世界范围内标准化的计算机网络网络时代的到来已是指日可待了。

在讲计算机网络的演变和发展时有必要专门提一下局部区域网 LAN(Local Area Network),或简称为局域网。早期的计算机网络大多为远程网络(long haul network),通常通过公用电话网络或公用事业部门提供的线路将跨越城市、地区甚至国家的若干计算机联接起来,其作用的地理范围从几十公里到数千公里。后来,随着超大规模集成电路(VLSI)的成本不断下降、集成度不断提高、个人计算机大量涌现,计算机不再是稀有而昂贵的资源。在一个局部地理范围内,比如说几十米到几十公里左右,也就是说一幢楼房、一个单位或一个校园就可能有许多计算机,通过专用的通信线路将它们联接起来就构成了局域网。与“局域网”这个名词相对应,远程网目前又被称为广域网 WAN(Wide Area Network)。局域网不利用公用事业部门提供的传输媒体,也无需公用远程通信管理部门的介入,完全可以由一个单位经营管理与使用。它可以使用相对来说便宜得多的线路驱动设备来代替复杂的远程公用模拟传输网所需要的调制解调器,在较短的距离内,达到比远程网高得多的数据速率。数据速率(data rate)通常以比特/秒(bits per second)为单位来度量,简记为 bps。广域网的数据速率通常在数 Mbps 以下,一般为数百至数千 bps,而局域网的数据速率则通常在数 Mbps 以上,甚至高达数十 Mbps。图 1.4 显示了在地理距离/数据速率平面上,LAN 和 WAN 之间,以及它们和通过存贮器或高速

并行信道更紧密耦合的多处理机系统间,覆盖范围的不同。该图并不是严格的定量区分,只是示意性的。特别是近年来出现了许多新的高速网络技术。例如,作为光纤局域网的 FDDI(Fiber Distributed Data Interface),其速率已可达 100Mbps,又如,对于广域网来说,有帧中继服务(Frame Relay Services),异步传送模式(Asynchronous Transfer Mode)提供的快速分组交换,都可达到数百 Mbps 的数据速率。实际上,还正在发展一种介于局域网和广域网之间的城域网 MAN(Metropolitan Area Network),可在一定距离内达到相当高的数据速率。

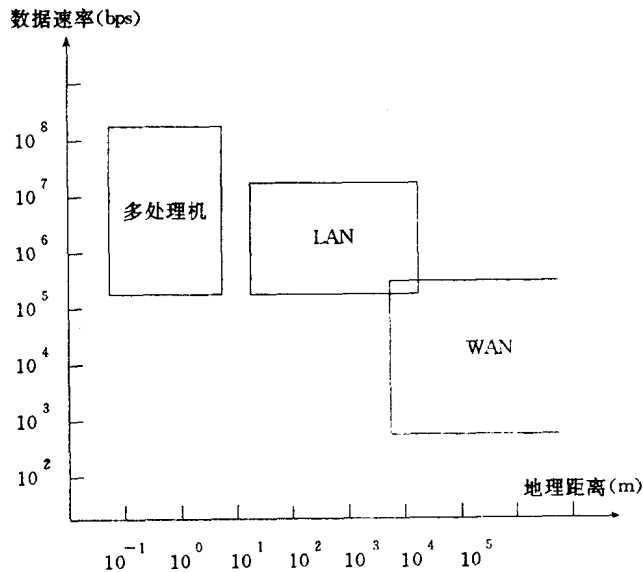


图 1.4 LAN、WAN 和多处理机系统的比较

70 年代以后局域网由于投资少、方便灵活而得到了广泛的应用和迅猛的发展。它作为计算机网络的一个分支,和广域网具有共性,例如分层的体系结构等,但是它又有一些与广域网不同的特性,比如说,局域网由于距离较近,并为了节省费用,通常不采用存贮转发的方式,即不采用由若干个点到点的信道(point-to-point channel)通过中途转发的 IMP 将源和目标联接起来,而是由单个的广播信道(broadcast channel)来联接局域网上的所有计算机。在广播信道上发送的信息是带有目标地址的,虽然在广播信道上的所有计算机都能收到该信息,但只有和目标地址相符的计算机才能真正接收它。就好像某人在有许多房间的走廊上大叫:“王某某,听电话”,虽然大家都听到了,但只有王某某去接电话。既然只有一个广播信道为大家所共享,就必然存在一个如何在多对通信之间分配信道,避免冲突的问题。如上述例子中,若某人在走廊上大叫“王某某,听电话”的同时,又有另一人也在叫:“李某某,有人找。”那么可能他们两个人的讲话都无法被听清楚,这就是要设法解决的冲突(collision)现象。第四章专门详细讨论包括信道访问方法在内的各种局域网特殊特性。

现在了解了计算机网络的发展与演变过程,在此基础上介绍计算机网络基础知识。

§ 1.2 计算机网络的定义

在计算机网络发展过程中,人们对计算机网络提出了不同的定义。这些定义可分为三类:广义的观点、资源共享的观点与用户透明性观点。从目前计算机网络的特点看,采用资源共享观点的定义比较确切。而广义观点定义了计算机通信网络,用户透明性观点定义了分布式计算机系统。因此讨论计算机网络的定义实际上是回答两个问题:

什么是计算机网络?

计算机网络与计算机通信网、分布式计算机系统的区别是什么?

一、计算机网络定义的基本内容

资源共享观点将计算机网络定义为“以能够相互共享资源的方式联接起来,并且各自具备独立功能的计算机系统的集合”。

资源共享观点的定义符合目前计算机网络的基本特征,这主要表现在:

1. 计算机网络建立的主要目的是实现计算机资源的共享。计算机资源主要指计算机硬件、软件与数据。网络用户可以使用本地计算机资源,可以通过网络访问远程联网计算机资源,也可以调用网中几台计算机共同完成某项任务。

2. 联网计算机是分布在不同地理位置的多台独立的计算机系统,它们之间可以没有明确的主从关系,每台计算机可以联网工作,也可以脱网独立工作,联网计算机可以为本地用户提供服务,也可以为远程网络用户提供服务。

3. 联网计算机必须遵循全网统一的网络协议。

二、计算机网络与计算机通信网络的区别

广义的观念产生于计算机网络发展的第一阶段向第二阶段过渡的时期,比资源共享观点的定义提出得早。远程联网系统的发展为计算机应用开辟了新的领域。随着计算机应用的发展,一个大公司或一个部门常常会拥有多台计算机系统,而且这些计算机系统分散在不同的地点,它们之间要经常进行信息业务交换。各地区子公司的计算机将局部地区的数据汇集后传送到总公司计算机。广义的观点描述了这种以传输信息为主要目的、用通信线路将多个计算机联接起来的计算机系统的集合,将它定义为计算机通信网。计算机通信网络在物理结构上具有了计算机网络的雏形,但它以相互间的数据传输为主要目的,资源共享能力弱,是计算机网络的低级阶段。

三、计算机网络与分布式系统的区别

分布式系统(Distributed System)与计算机网络是两个常被混淆的概念。用户透明性观点定义计算机网络“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描述了一个分布式系统。

Enslow 在对分布式系统定义时强调了分布式系统的五个特征:

1. 系统拥有多种通用的物理和逻辑资源,可以动态地给它们分配任务;
2. 系统中分散的物理和逻辑资源通过计算机网络实现交换;
3. 系统存在一个全局方式管理系统资源的分布式操作系统;
4. 系统中联网各计算机既合作又自治;
5. 系统内部结构对用户是完全透明的。

从以上讨论中可以看出,二者的共同之处表现在大部分分布式系统是建立在计算机网络之上的;二者的区别主要表现在分布式操作系统与网络操作系统的设计思想、结构、工作方式与功能不同。组建一个计算机网络需要有网络硬件与网络系统软件,把网络系统软件称作网络操作系统。目前计算机网络操作系统要求网络用户在使用网络资源时必须了解网络资源分布情况。在共享某一台计算机资源时,首先要在这台计算机上登录,在成为这台计算机的合法用户后,才能进行允许的资源共享操作。而分布式操作系统以全局方式管理系统资源,自动为用户任务调度网络资源。分布式系统的用户不必关心网络环境中资源的分布情况,以及联网计算机的差异,用户的作业管理与文件管理过程对用户是透明的。计算机网络是一种松耦合系统,而分布式系统是一种紧耦合系统。分布式系统与计算机网络的差别主要不在于它们的物理结构,而是在高层软件。计算机网络为分布式系统研究提供了技术基础,而分布式系统是计算机网络技术发展更高级的形式。

§ 1.3 计算机网络的结构与组成

计算机网络要完成数据处理与数据通信两大基本功能,那么从它的结构上必然可以分成两个部分:负责数据处理的计算机和终端,负责数据通信的通信控制处理机 CCP(Communication Control Processor)、通信线路。从计算机网络组成角度,典型的计算机网络从逻辑功能上可以分为两个子网:资源子网和通信子网,其结构如图 1.5 所示。

一、资源子网

资源子网由主计算机系统,终端,终端控制器,联网外设,各种软件资源与数据资源组成。资源子网负责全网的数据处理业务,向网络用户提供各种网络资源与网络服务。

1. 主计算机(Host)

在网络中主计算机可以是大型机,中型机,小型机,工作站或微型机。主计算机是资源子网的主要组成单元,它通过高速通信线路与通信子网的通信控制处理机联接。普通用户终端通过主计算机就可入网。主计算机要为网中其它用户(或主机)共享本地资源提供服务。随着微型机的广泛应用,联入各种计算机网络的微型机数量日益增多,它可以作为主机的一种类型,直接通过通信控制处理机联入网内,也可以通过联网到大、中、小型计算机系统,间接联入网内。

2. 终端(Terminal)

终端是用户访问网络的界面。终端可以是简单的输入、输出终端,也可以是带有微处理机的智能终端。智能终端除具有输入、输出信息的功能外,本身具有存贮与处理信息的能力,转达可以通过主机联入网内,也可以通过终端控制器,报文分组组装/拆卸装置 PAD 或通信控制处理机联入网内。