

计算机普及丛书

计算机网络与通信 十日谈

施润身 编 朱亦梅 审



电子工业出版社

计算机普及丛书

计算机网络与通信十日谈

施润身 编
朱亦梅 审

电子工业出版社

内 容 简 介

本书以具有中等文化程度的读者为对象,比较系统地介绍了计算机网络的原理、体系结构、组成技术和实例。全书共十日。第一至三日主要介绍计算机网络的基本概念与技术,包括计算机网络的一般概念、拓扑结构、网络分类、数据通信原理、数据传输技术、计算机通信软硬件;第四至第八日介绍网络体系结构,包括 OSI 参考模型、通信协议、两个典型的计算机网络,即 SNA 和 ARPA 网;第九和第十日介绍计算机局域网的原理、技术和实例。为便于自学,本书在以基本概念为核心的基础上,力求深入浅出,通俗易懂。每日内容尽量以一日可以读完为限,适合广大计算机爱好者使用。

读者对象:高中毕业及相当文化程度,有初步计算机知识的人员。

计算机网络与通信十日谈

施润身 编

朱亦梅 审

责任编辑 杨丽娟

*

·电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱(100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京市顺义李史山胶印厂印刷

*

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:9.875 字数:278 千字

1995 年12月第一版 1995 年12月北京第一次印刷

印数:4000 册 定价:14.00 元

ISBN 7-5053-3279-1/TP-1227

前 言

本书是上海计算机学会普及委员会的建议并组织的计算机普及丛书之一。

近年来,计算机网络在信息管理、决策支持、分布处理及分布式控制等领域的应用迅速增长,发达国家都把建立以计算机网络为基础的信息系统,作为重大战略决策来对待。随着计算机技术和通信技术的高度发展,当今,作为这两种技术结合的产物计算机通信网络在我们的生产和生活领域中发挥着越来越大的作用,特别是多媒体技术的出现,个人计算机进入家庭,使人们对计算机及计算机网络有了新的认识,新的需求,使用计算机的对象已经从专业技术人员扩展到社会的各个阶层,甚至中小学学生也开始学习、使用。

在这样的形势下,各层次希望了解计算机网络有关知识的人员正在迅速增加。应该指出,现在关于计算机及计算机网络方面的优秀书籍或教材是相当丰富的,但主要是针对大学本专科以上程度的读者的,适合具有高中文化程度那一层次的书籍还比较缺乏。为了满足有兴趣学习了解计算机网络知识,并为今后进一步掌握有关技术打下基础的那些非计算机专业的人员的需要,我们参考了有关书籍,编写这本书。

本书以国际标准化机构 ISO 建议的 OSI 开放互连参考模型为中心,结合具体例子,介绍计算机网络的有关基本原理与技术。全书分为三部分,第一至第三日为第一部分,介绍计算机网络的基本概念。第一日为计算机网络的定义、组成、功能、应用和发展趋势等一般性概念;第二日为数据传输基础,这是特别为暂时还缺乏数据通信基础的读者介绍有关数据通信方面的必备知识,包括数据

传输模型、数据通信技术、数据通信方式等内容；第三日为计算机网络的软硬件知识，主要有主机及其与网络的接口，传输介质，数据通信与控制的设备，以及通信系统软件的作用和网络操作系统的简介。第二部分由第四至第八日组成，介绍网络体系结构。其中，第四日详细介绍网络体系结构的概念，第五到第七日分别叙述了物理层的有关接口和协议，数据链路层的功能和协议，网络层有关的数据交换技术、虚电路与数据报服务、路径选择算法以及传输层的端-端协议、报文分组交换网的互连；在高层协议中主要介绍文本压缩技术、虚终端协议及高层次应用系统软件；第八日介绍两个典型网络 SNA 网和 ARPA 网，以便加深对网络体系结构的认识；最后，第三部分由第九和第十日组成，第九日介绍计算机局域网的基本概念及几个典型的局域网，第十日简介了 NOVELL 网，并详细介绍 NetWare 386 文件服务器与工作站的安装方法。

本书的编写是由张吉锋教授倡议，并在他主持的几次讨论中确定了本书的编写宗旨和内容。在编写过程中得到了上海计算机学会的大力支持。上海大学的朱亦梅副教授对本书作了审阅和指导，对书稿提了宝贵的意见。在此，一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限，加之时间仓促，错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

一九九五年三月

目 录

第一日 计算机网络引论	(1)
1.1 计算机网络的发展	(1)
1.2 计算机网络的定义	(5)
1.3 计算机网络的拓扑结构	(16)
1.4 计算机网络的类型与发展趋势	(19)
习 题	(24)
第二日 数据通信基础	(25)
2.1 数据通信的基本概念	(25)
2.2 数据传输模型和方式	(29)
习 题	(58)
第三日 计算机通信的硬件和软件	(59)
3.1 计算机通信网的硬件	(60)
3.2 数据通信的软件	(84)
习 题	(94)
第四日 网络体系结构	(95)
4.1 网络体系结构概述	(95)
4.2 OSI 参考模型	(102)
习 题	(115)
第五日 物理层和数据链路层	(116)
5.1 物理层	(116)
5.2 数据链路层	(126)
习 题	(146)

第六日 网络层协议	(148)
6.1 网络层的服务与功能	(148)
6.2 交换技术	(149)
6.3 虚电路和数据报	(157)
6.4 路径选择与流量控制	(166)
6.5 X.25 型网络协议	(173)
习 题	(188)
第七日 高层协议	(189)
7.1 传输层	(189)
7.2 会话层	(211)
7.3 表示层	(215)
7.4 应用层	(220)
习 题	(224)
第八日 计算机通信网络举例	(225)
8.1 SNA 网络	(225)
8.2 ARPA 网络	(240)
习 题	(252)
第九日 计算机局域网	(253)
9.1 绪论	(253)
9.2 局域网实例	(259)
习 题	(265)
第十日 Novell 网络	(266)
10.1 Novell 网络的体系结构	(266)
10.2 NetWare 协议分层	(276)
10.3 安装 NetWare 386 文件服务器	(279)
参考文献	(309)

第一日 计算机网络引论

1.1 计算机网络的发展

计算机网络是计算机技术和通信技术高度发展并相结合的产物,出现于五十年代初期,其历史虽短,发展极快,特别近年来计算机网络的发展尤其迅速,几乎到了日新月异的程度。为计算机技术开辟了崭新的应用领域,对广大计算机专业人才提出了挑战,也提供了展现身手的大好舞台。一个国家是否具有全国性的大型计算机网络,已经成为衡量该国家科学技术的重要标志。

计算机网络经历了从简单到复杂、从低级到高级的发展过程。按不同的观点,此发展过程可划分为三个阶段或四个阶段,大多数概括为三个阶段:具有通信功能的单机系统,具有通信功能的多机系统以及计算机网络系统。当然,这个演变历史是与计算机技术和通信技术的发展紧密相关的。

一、具有通信功能的单机系统

早期的计算机每次各自处理一个单问题,即使发展了多程序环境,在计算机之间任何信息的交换仍然要通过物理存储介质(如磁盘、磁带等)来完成。即先把要交换的信息转储到磁带或磁盘上,再将该磁带(盘)送到另一台计算机上,供该机使用。由于数据量十分庞大,这是一个缓慢的过程而且操作人员强度很大。早期信息传输的需求主要是科学计算、数据采集和软件程序之间信息交换,解决的办法是在数据收集计算机和主计算机之间建立直接联系,这就是现在称为“终端-计算机”网络系统。例如:美国 50 年代

建立的半自动防空系统(SAGE)就属于这类网络,它把远距离的雷达和其它测量控制设备收集的信息,通过通信线路送到一台旋风型计算机进行控制和,首次实现了计算机技术与通信技术相结合,从这个意义上讲也可称该系统是计算机网络的先驱。

随着计算机能力日益加强,计算机的用途日趋广泛,这促使输入输出功能与主机分离。由一个远端微机执行这些输入输出功能,该微机本身通过电话线或专用线与主机相联结,这种微机称为远程终端,最早的代表是 IBM 的 HASP。

同时,在软件方面也诞生了成批处理系统,这类系统可通过通信线路对分散在各地的数据进行集中处理,具有脱机通信功能的成批处理系统,是由一个脱机的通信装置和远程终端连结而成,脱机通信装置先接收远程终端发来的原始数据或程序等有关信息,在操作人员的干预下送入主计算机处理,再将处理后结果送回远程终端。这种联机系统有两个缺点,而且随着连结的终端数越来越多变得愈加明显:第一,主机负担过重,既要承担本身的数据处理,又要负责通信控制,特别当通信量很大时,使主机本身几乎没有时间处理数据;第二,通信线路利用率较低,由于每台远程终端都要一根通信线路使之与主机相联,随着终端数的增多,线路利用率大大降低。

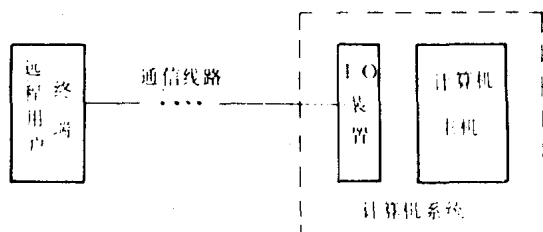


图 1-1 具有通信功能的单机系统

二、具有通信功能的多机系统

为解决上一节中提出的单机系统存在的缺点,采用了增加前置处理机、集中器等技术。

前置处理机又叫通信处理机,它承担通信控制任务,即在一条共享线路上,有选择地连通某一个终端,或者在发生多个终端争用主计算机时,负责解决该争用问题。

集中器的出现使通信网的结构发生了较大变化,即原来是一台计算机直接与若干台远程终端相连,而现在可以把地理位置相近的若干终端用低速通信线路先连至集中器,然后在通过高速通信线路接到主计算机上。

在这方面最典型的例子可数美国 60 年代初建成的美国航空公司飞机订票系统(SABRE)。它由一台主计算机连接了遍布全美的 2000 多个终端。

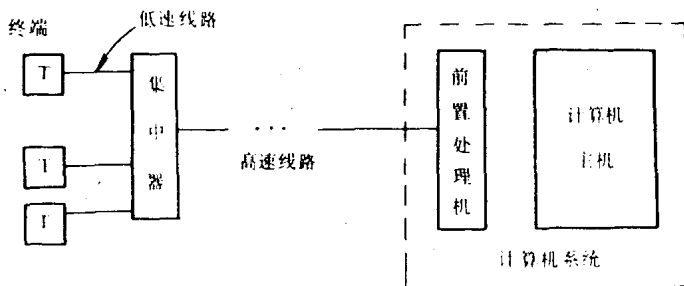


图 1-2 具有通信功能的多机系统

三、计算机-计算机网络

前面讨论的系统基本功能是传输、收集和分配数据,随着应用技术的高度发展,这些功能已不能满足生产实践的需要,如果在若干联机系统中的主计算机之间能互相连接,从而实现资源共享,即一个联机系统的用户希望使用另一个联机系统的资源,例如,系统

A 中的用户需要使用一个应用软件,本系统中没有,但他知道该软件在另一系统中配有,自然希望能够把这个软件调度到自己的系统中来使用,或者他需要使用在另一系统中的某些外部设备,如一台激光打印机,此时当然要把需打印的数据文件送到该系统,以便让激光打印机能打印出所需要的文档。于是产生了用通信线路把主计算机与主计算机连接起来的计算机通信网络系统。

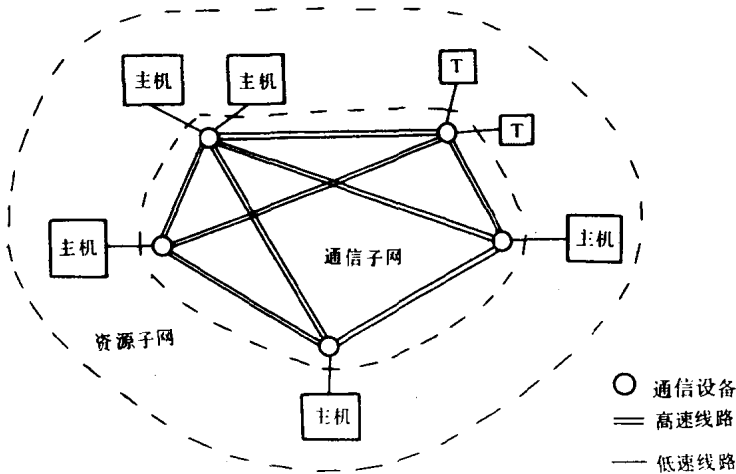


图 1-3 计算机网络系统

另外,由于硬件价格的下降,一个部门或大型公司往往拥有多个主机系统,这些系统完全可能分布在不同的地区,它们之间自然经常要交换信息,进行业务联系,这尽管是一种基于信息传输的资源共享,也需要把多个主机系统连接起来成为计算机通信网络系统。这种网络就是计算机网络的初级形式。70 年代美国国防部研制的 APRA 网就是最早的计算机通信网。

随着计算机通信网的广泛应用,通信网络用户对网络提出更高的要求:真正利用其它计算机系统的软硬件资源,甚至使用网内几个计算机系统共同完成某项任务。从用户观点看,要求整个网络就像一个大的计算机系统,使用网络中资源并不觉察到这些资源

存在地理位置上的差别,就像使用本地资源一样方便。终于诞生了计算机-计算机网络。

1.2 计算机网络的定义

一、什么叫协议

每一个计算机系统都有它独自の存储信息方式及与外界连接的方式。作为一个网络系统,把许多计算机连接在一起,这些计算机系统本身往往不相一致,要使它们正常地发挥作用,必须有一套公共的约定,以便在这些计算机系统间进行信息交换。就好比两支比赛的球队间,要有一个裁判员,他通过双方都能理解的手势,或示意比赛开始,或示意某某犯规等等,这时场上每个队员不仅都能服从(遵守)裁判,而且不论国籍如何,见到手势就能理解,并作出正确的反应,使比赛得以正常进行。作为网络系统远远要比一场比赛复杂,更需要一套各计算机系统公认的规则,就像裁判员的手势那样,可被各计算机系统理解和接受,保证计算机之间的通信正常进行,这套规则就是所谓的“协议”。

事实上最简单的单机系统里,采集数据的终端和主机之间也需要协议,尽管系统中的通讯线路是按专门要求设计的。但它们仍需要“统一”的格式和过程作信息转换。这个格式就是“协议”最早的例子。至于发展到现在的计算机网络系统,协议在其中的作用更加不容置疑了。

关于协议在第四日还要详细介绍。

二、计算机网络的定义

什么是计算机网络?自1970年以来已有几种定义,ARPA网投入运行后,把计算机网定义成“以相互共享资源(硬盘、软件和数据等)方式而连接起来,且各自具备独立功能的计算机系统之集

合”。显然,持这个观点的学者是从共享资源角度出发,着重于应用为目的,并没有指出网的物理结构。另外,随着“终端—通信线路—计算机”系统通信发展到“计算机—计算机”系统通信,又出现一种计算机通信网的定义,即:“在计算机间以传输信息为目的连接起来的计算机系统的集合”,换句话说,计算机通信网是一组物理上相互连接,能够彼此通信的,以共享硬件、软件和数据等资源为目的的计算机系统。

本书给出计算机网络定义如下:分布于各处的多个计算机在物理上互相连接,按照网络协议相互通信,以共享硬件、软件和数据等资源为目的的计算机系统。

这里,强调了计算机网络是在协议控制之下,由通信系统实现物理上互相连接,达到共享资源的目的。

在此,我们再深入讨论一下计算机通信网和计算机网络这两个概念。关于这两个名词,人们经常将它们混同使用,同一个东西,往往有人称之为计算机通信网,另一些人则称之为计算机网络。

图 1-4 给出了用户使用计算机通讯网的例子。在计算机通信网中,用户把整个通信网看作是若干个功能不同的计算机系统的集合,用户为了访问这些资源,首先要了解网络中是否有所需的资源,然后才能调用它们。这就是说用户为了共享网内的资源,必须熟悉网内每个子系统。例如,用户需用 C 编译程序的话,先要了解该编译器安装在哪个子系统中,然后才能通过接口发指令到该子系统中调用 C 编译程序,而到别的子系统访问是调不出所需的 C 编译程序。所以,计算机通信网络的特点是用户必须具体地了解网内某一计算机的资源情况,各个计算机子系统相对独立,形成一个松散耦合的大系统。

在图 1-5 中所示的是用户使用计算机网络的情况。在计算机网络中,用户不需去熟悉所要的资料、文件等资源在哪一个子系统中,而由网络操作系统(NOS)去完成这些任务。用户同样要使用 C 编译程序,他不必关心该编译器在哪个子系统中,只要确定整个系

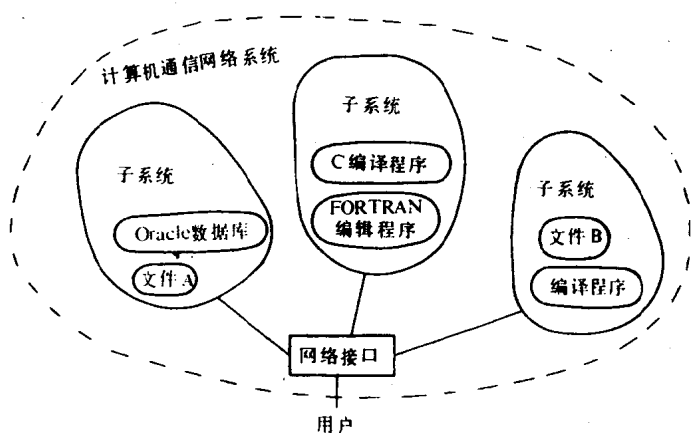


图 1-4 计算机通信网的使用

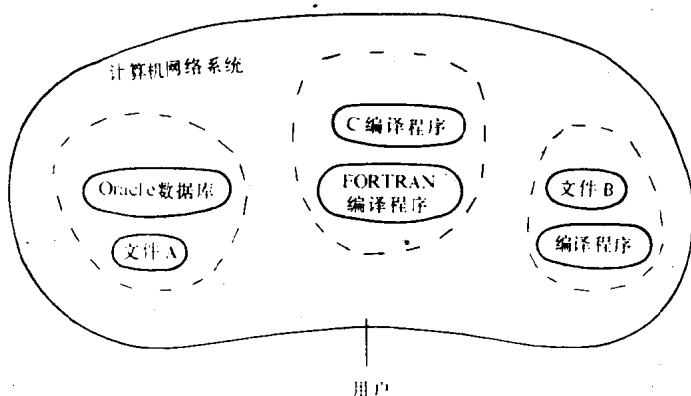


图 1-5 计算机网络的使用

统确有 C 编译器,发命令调用就可以了。实际的调用过程是网络操作系统去安排管理并完成的。所以,计算机网络的特点是用网络操作系统实现资源共享,在逻辑上,把整个网看成一个计算机系统,用 ELOVIDTZ 的话来说:“计算机通信网络是,用户明显地要

参与管理其计算机资源,而在计算机网络中,其资源是由网络操作系统自动地进行管理”。两者的根本区别就在于此。现在,我们就可将它们的关系归纳如下:现有的网络尚未具备完善的网络操作系统,仅实现了一定程度的资源共享,我们把它称为计算机通信网,换句话说,计算机通信网是计算机网络的初级形态,而具备了完善功能的网络才称为计算机网络。

三、计算机网络的组成

计算机网络是由主计算机、终端、网络节点、通信链路等网络单元组成。从逻辑功能上看,一个网络可分成两个子网:资源子网和通信子网。图 1-6 显示了一计算机网络示意图。

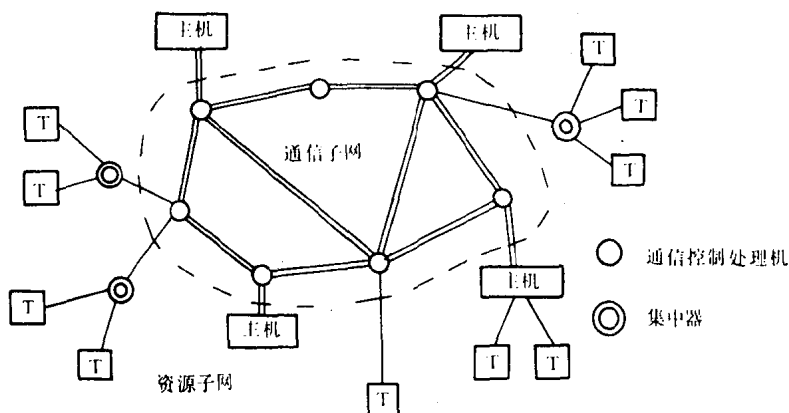


图 1-6 计算机网络组成图

(一)资源子网

资源子网由主计算机、终端及软件等组成,它提供访问网络和处理数据的能力。

主计算机负责数据处理,运行各种应用程序,它通过通信子网的接口与其它主计算机相连接。

终端是网络中用量最大,分布最广的设备,直接面对用户,为

用户提供访问网络资源的接口。

软件是网络中极为重要的一部分,负责管理、控制整个网络系统正常运行,为用户提供各种实际服务。

(二)通信子网 通

通信子网由网络节点、通信链路及信号变换器等组成,负责数据在网络中的传输与通信控制。

网络节点负责信息的发送和接受,信息的转发等功能,它可以连接几个主计算机,也可以通过它将终端直接接入网内。网络节点根据其作用不同,又可分为接口节点和转发节点。接口节点是资源子网和通信子网相连接的必经之路,负责管理和收发本地主机的信息,转发节点则为远程节点送来的信息选择一条合适的链路,并转发出去。

通常网络节点本身就是一台计算机,设置在主计算机与通信链路之间,以减轻主机的负担,提高主机的效率。

通信链路是两个节点之间的一条通信通道,常被称为信道。

信号变换器提供数字信号和模拟信号之间的变换,不同的传输介质采用不同类型的信号变换器,如普通电话线只能传输模拟信号,而计算机输出信号为数字信号,若用电话线作为通信链路,必须在中间加上一种叫做调制解调器的信号变换器。

四、计算机网络系统的功能

(一)计算机网络的基本功能

首先,计算机网络是计算机技术与通信技术高度发展并结合的背景下,为解决实践需要应运而生的,开发每个网络系统都有极强的应用目的,每个不同的计算机网络是为不同目的,解决不同需求而设计的,因此,各个具体网络系统的功能也不尽相同。一般而言,应有如下几种共同的功能。

1. 数据快速传送和集中处理

数据快速传送和集中处理是计算机网络的最基本功能,此项

功能使计算机与终端或计算机与计算机之间快速传送各种信息,对这些信息进行分散、分级或集中管理和处理,得以实现,从而使地理位置分散的生产单位或业务部门可通过计算机网络连接起来进行集中的控制和管理。如国家经济信息系统、气象数据收集系统等都需要计算机网络作为它们的物质基础。

2. 资源共享

资源共享包括共享软件、硬件和数据资源,是计算机网最有吸引力的功能。计算机的许多资源成本是非常昂贵的,例如,大容量存储器,特殊的外部设备,大型数据库等。资源共享指的是网上用户能部分或全部地享受这些资源,使网络中各地区的资源互通有无,分工协作,从而大大提高系统资源的利用率。

3. 提高可用性和可靠性

计算机网络中的各台计算机通过网络连接起来后,当某台计算机负载过重时,网络可将新任务转交网中较为空闲的计算机处理,如此,就能均衡各台计算机的负载,大大提高每台计算机的可用性。

另一方面,通过网络各台计算机可以彼此互为后备机,一旦某台计算机出现故障,该机的任务就可由网中其它计算机代为完成,避免了无后备单机状态下,因故障导致系统瘫痪的情况,提高了系统的可靠性。

4. 易于分布处理

网络中,各用户根据实际情况合理选择网内资源,就近、快速地处理,对大型综合性问题可将任务分交给几台计算机,实现分布处理的目的。对解决大型复杂问题,比用高性能的大、中型机费用要降低许多。

正是由于计算机网络具有上述的功能,使得它在经济、军事、生产管理和科学技术等部门发挥了重要作用,在事务处理和过程控制中扮演了越来越重要的角色。

(二)计算机网络的资源共享