



第1章 概述

本章学习要求

- (1) 掌握计算机网络的定义；
- (2) 掌握计算机网络的功能与分类；
- (3) 掌握计算机网络的组成与结构；
- (4) 掌握计算机网络的主要技术指标；
- (5) 了解计算机网络的形成与发展过程；
- (6) 了解计算机网络与分布式系统的区别；
- (7) 了解计算机网络的应用。

重点和难点

- (1) 重点：计算机网络的定义、功能和分类。
- (2) 难点：计算机网络主要指标的概念。

计算机网络是计算机技术与通信技术紧密结合的产物,对信息产生和发展有深远的影响,是 IT 行业的一个重要分支。为了使读者对计算机网络的基础知识有一个全面、准确的认识,本章在讨论网络形成与发展的基础上,对网络的定义、功能、分类、组成与结构等问题进行较详细的讨论。

1.1 在信息时代中计算机网络的作用

众所周知,21 世纪的重要特征就是数字化、网络化和信息化,这是一个以网络为核心的信息时代。要实现信息化,必须依靠完善的网络,因为网络可以非常迅速地传递信息。因此,网络成为信息社会的命脉和发展知识经济的重要基础,对社会生活的各个方面以及社会经济的发展产生了极大的影响。我们所说的网络,是指“三网”,即电信网络、有线电视网络和计算机网络。这 3 种网络为用户提供不同的服务。电信网络用户可以得到电话、电报以及传真等服务;有线电视网络用户能够观看各种电视节目;计算机网络可以使用户迅速传送数据文件,以及从网络上查找并获取各种有用的资料,包括图像和视频文件。这 3 种网络在信息化过程中都具有十分重要的作用,其中发展最快并起到核心作用的是计算机网络,这正是本书要讨论的内容。随着技术的发展,电信网络和有线电视网络

逐渐融入现代计算机网络,产生了“网络融合”的概念。

自从 20 世纪 90 年代以后,以因特网(Internet)为代表的计算机网络得到了飞速的发展,它已从最初的教育科研网络逐步发展成为商业网络,并成为仅次于全球电话网的世界第二大网络。不少人认为现在已经是因特网时代,因为因特网改变了人们的工作和生活,给很多国家(尤其是因特网的发源地美国)带来了巨大的好处,并加速了全球信息革命的进程。可以毫不夸大地说,因特网是人类自印刷技术以来通信方面最大的变革。现在,人们的生活、工作、学习和交往都离不开因特网。

计算机网络向用户提供的最重要的功能有两个,即连接和共享。连接,是计算机网络使上网用户之间都可以通信,好像这些用户的计算机彼此连接起来。共享,是计算机网络上许多主机存储了大量有价值的电子文档,可供上网用户自由读取,也叫做资源共享。由于网络的存在,这些资源好像就在我们身边。设想在某一天我们的计算机网络突然出现故障不能工作了,会出现什么结果呢?这时,我们无法购买机票或火车票,因为售票员无法知道还有多少票可以出售;无法到银行存钱和取钱,无法交纳水电费等;股市交易停止;在图书馆,我们无法检索图书资料。网络出了故障,我们既不能上网查询有关资料,也无法使用电子邮件和朋友及时交流信息。总之,这时的社会将是一片混乱。由此可见,人们的生活越依赖于计算机网络,网络的作用就越大,可靠性也就越重要。

1.2 计算机网络的形成与发展

1.2.1 计算机网络的发展阶段

自从计算机网络出现以后,它的发展速度与应用的广泛程度十分惊人。计算机网络的形成、发展到广泛应用,大致经历了 40 多年的时间,大致可划分为以下 4 个阶段。

(1) 第一阶段可以追溯到 20 世纪 50 年代,人们开始将彼此独立发展的计算机技术与通信技术结合起来,完成了数据通信技术与计算机通信网络的研究,为计算机网络的产生做好了技术准备,并奠定了理论基础。

(2) 第二阶段从 20 世纪 60 年代美国的 APPANET 与分组交换技术的发展开始。APPANET 是计算机网络技术发展的一个里程碑,它的研究成果对促进网络技术的发展起到了举足轻重的作用,并为因特网的形成奠定了基础。

(3) 第三阶段大致从 20 世纪 70 年代中期开始。在这个时期,国际上各种广域网、局域网与公用分组交换网发展十分迅速,计算机生产商纷纷发展各自的计算机网络系统,随之而来的是网络体系结构与网络协议的国际标准化问题。国际标准化组织(International Standard Organization, ISO)在推动开放系统互联参考模型网络协议的研究方面做了大量的工作,对网络理论体系的形成与网络技术的发展起到了重要的作用,但同时它面临着 TCP/IP 协议的严峻挑战。

(4) 第四阶段从 20 世纪 90 年代开始。在这个阶段,最有挑战性的是因特网与异步转移模式(Asynchronous Transfer Mode, ATM)技术。因特网作为世界性的信息网络,在当今经济、文化、科学研究、远程教育与人类社会生活等方面发挥着越来越重要的作用。

以 ATM 技术为代表的高速网络技术的发展,为全球信息高速公路的建设提供了技术准备。

1.2.2 计算机网络的形成

追溯计算机网络的发展历史,可分为面向终端的计算机网络、计算机—计算机网络和开放式标准化网络 3 个阶段。

1. 面向终端的计算机网络

众所周知,任何一种新技术的出现都必须具备两个条件:强烈的社会需求与先进技术的成熟。计算机网络的形成与发展也证实了这个规律。1946 年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生时,计算机技术与通信技术没有直接的联系。20 世纪 50 年代初,美国军方对美国半自动地面防空系统(Semi-Automatic Ground Environment Computer, SAGE)进行了计算技术与通信技术相结合的尝试,将远程雷达与其他测量设备测到的信息通过总长度达 241 万千米的通信线路与一台 IBM 计算机连接,集中进行信息处理与控制。

这种简单的“终端—通信线路—计算机”系统即是计算机网络的雏形。严格地说,联机系统与以后发展成熟的计算机网络相比,存在根本区别。这样的系统除了一台中心计算机外,其余的终端没有自主处理功能,还不能算作计算机网络。为了更明确地区别于后来发展的多台计算机互联的计算机网络,称这种系统为面向终端的计算机网络。

2. 计算机—计算机网络

20 世纪 60 年代中期,出现了由多台计算机互联的系统,开创了“计算机—计算机”通信的时代,并呈现多处理中心的特点。20 世纪 60 年代后期,由美国国防部高级研究计划局 ARPA,现称 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)提供经费,联合计算机公司和大学共同研制而发展起来的 ARPA 网,标志着计算机网络的兴起。ARPANET 的主要目标是借助于通信系统,使网内各计算机系统间共享资源。ARPANET 是一个十分成功的系统,它在概念、结构和网络设计方面都为计算机网络的形成奠定了基础。此后,计算机网络得到迅速发展,各大计算机公司相继推出自己的网络体系结构和相应的软、硬件产品。用户只要购买公司提供的网络产品,就可以通过专用或租用的通信线路建立计算机网络。例如,IBM 公司的 SNA(System Network Architecture)和 DEC 公司的 DNA(Digital Network Architecture)就是当时两个著名的网络。凡是按 SNA 组建好的网络都称为 SNA 网,而按 DNA 组建的网络都称为 DNA 网或 DECNET。

3. 开放式标准化网络

虽然已有大量各自研制的计算机网络正在运行和提供服务,但仍存在不少弊病,主要原因是这些各自研制的网络没有统一的网络体系结构,难以实现互联。这种自成体系的系统称为“封闭”系统。为此,人们迫切希望建立一系列国际标准,渴望得到一个“开放”的系统。这也是推动计算机网络走向国际化的一个重要因素。就在这个时候,ISO 于 1984 年正式颁布了称为开放系统互联基本参考模型(Open System Interconnection Basic

Reference Model, OSI/RM)的国际标准 ISO 7498,简称 OSI 参考模型或 OSI/RM。它由 7 层组成,因此也称为 OSI 7 层模型。OSI/RM 的提出开创了一个具有统一的网络体系结构、遵循国际标准化协议的计算机网络新时代。

OSI 不仅确保了各厂商生产的计算机间的互联,也促进了企业竞争。厂商只有执行这些标准,才能确保产品销路。用户也可以从不同的制造厂商获得兼容的开放的产品,从而大大地加快了计算机网络的发展。

1.2.3 计算机网络在我国的发展

下面简单介绍计算机网络在我国的发展情况。

最早着手建设专用计算机广域网的是铁道部。铁道部在 1980 年就开始进行计算机联网实验。1989 年 11 月,我国第一个公用分组交换网 CNPAC 建成运行。CNPAC 分组交换网由 3 个分组节点交换机、8 个集中器和 1 个由双机组成的网络管理中心组成。1993 年 9 月建成新的中国公用分组交换网,并改称为 CHINAPAC,它由国家主干网和各省、区、市的省内网组成,在北京、上海设有国际出入口。

在 20 世纪 80 年代后期,公安、银行、军队以及其他一些部门相继建立了各自的专用网。局域网的价格便宜,其所有权和使用权都属于本单位,因此,它便于开发、管理和维护。局域网的发展很快,对各行各业的管理现代化和办公自动化起到了积极的作用。

这里应当特别提到的是,1994 年 4 月 20 日我国用 64Kb/s 专线正式连入因特网。从此,被国际上正式承认我国接入因特网。同年 5 月,中国科学院高能物理研究所设立了我国的第一个万维网服务器。同年 9 月,中国公用计算机互联网(CHINANET)正式启动。到目前为止,我国陆续建造了基于因特网技术并可以和因特网互联的 9 个全国范围的公用计算机网络,它们是:

- ① 中国公用计算机互联网 CHINANET;
- ② 中国教育和科研计算机网 CERNET;
- ③ 中国科学技术网 CSTNET;
- ④ 中国联通互联网 UNINET;
- ⑤ 中国网通公用互联网 CNCNET;
- ⑥ 中国国际经济贸易互联网 CIETNET;
- ⑦ 中国移动互联网 CMNET;
- ⑧ 中国长城互联网 CGWNET;
- ⑨ 中国卫星集团互联网 CSNET。

此外,还有一个中国高速互联研究实验网 Nsfnet,是中国科学院、北京大学、清华大学等单位在北京中关村地区建造的为研究因特网新技术而创建的高速网络。

上述这些基于因特网技术的计算机网络发展得非常快,几乎每个月都有新的变化,请读者经常在有关网站上查找相关数据(如用户数、网站数、主干网带宽)。

表 1-1 所示是中国互联网络信息中心(CNNIC)公布的我国最近几年来因特网的发展情况。

表 1-1 我国因特网的发展情况

统计时间	上网计算机数 /万	上网用户数 /万	CN 下注册的 域名数	WWW 站 点数	国际线路总容量 /(Mb/s)
1997.10	29.9	62	4066	1500	25.408
1999.1	74.7	210	18 396	5300	143.256
2000.1	350	890	48 695	15 153	351
2001.1	892	2250	122 099	265 405	2799
2002.1	1254	3370	127 319	277 100	7597.5
2003.1	2083	5910	179 544	371 600	9380
2004.1	3089	7950	340 040	595 550	27 216
2005.1	4160	9400	432 077	668 900	74 429

1.3 计算机网络的定义

在计算机网络发展的不同阶段,人们对其提出了不同的定义,它反映了当时网络技术发展的水平,以及人们对网络的认识程度。这些定义可分为 3 类:广义的观点、资源共享的观点和用户透明性的观点。从目前计算机网络的特点看,资源共享观点的定义比较准确地描述了计算机网络的基本特征。相比之下,广义的观点定义了计算机通信网络,而用户透明性的观点定义了分布式计算机系统。讨论计算机网络的定义,主要回答两个问题:计算机网络的基本特征是什么;计算机网络与分布式系统的区别是什么。

1.3.1 计算机网络定义的基本内涵

从资源共享观点出发,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。”

资源共享观点的定义符合目前计算机网络的基本特征,其主要表现在以下几个方面。

(1) 计算机网络建立的主要目的是实现计算机资源的共享。计算机资源主要是指计算机硬件、软件和数据。网络用户不但可以使用本地计算机资源,而且可以通过网络访问联网的远程计算机资源,还可以调用网中多台不同的计算机共同完成某项任务。

(2) 互联的计算机是分布在不同地理位置的多台独立的“自治计算机”。互联的计算机之间可以没有明确的主从关系,每台计算机既可以联网工作,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。判断计算机是否互联成网络,主要是看它们是不是独立的“自治计算机”。如果两台计算机之间有明确的主/从关系,其中一台计算机能控制另一台计算机的开启与关闭,或者控制着另一台计算机,那么,其中一台计算机就不是“自治”的计算机。根据资源共享观点的定义,由一台中心控制单元与多个从站组成的计算机系统不是一个计算机网络。因此,一台带有多个远程终端或远程打印机的计算机系统也不是一个计算机网络。

综上所述,计算机网络的完整定义应该是:在通信协议的控制下,将地理上分散的、

具有独立功能的计算机系统及其终端设备互联起来,实现资源共享的计算机系统的集合。

1.3.2 计算机网络与分布式系统的区别

计算机网络与分布式系统(Distributed System,DS)是两个常被混淆的概念。用户透明性观点定义计算机网络中“存在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的是一种分布式计算机系统。

分布式系统一般具有以下特征:

- ① 系统拥有多种通用的逻辑资源,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信息交换;
- ③ 系统存在一个以全局方式管理系统资源的分布式操作系统;
- ④ 系统中联网的各个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。

由以上的讨论可以看到,计算机网络与分布式系统的共同点是:一般的分布式系统是建立在计算机网络之上的,因此,分布式系统与计算机网络在物理结构上基本是相同的。两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是不同的,因此,它们的结构、工作方式与功能也是不同的。

网络操作系统要求网络用户在使用网络资源时,首先必须了解网络资源的分布情况。网络用户必须了解网络中各种计算机的功能与配置、应用程序的分布、网络文件目录结构等情况。如果用户要读取某个共享的文件,必须知道这个文件存放在哪台服务器中,以及它存放在服务器的哪个目录下。

分布式操作系统是以全局方式管理系统资源,它能自动为用户任务调度网络资源。对于分布式系统来说,多个互联的计算机系统对于用户来说是“透明”的。当用户键入一个命令运行程序时,分布式操作系统能根据用户任务的要求,在系统中选择最合适的处理器,将用户所需要的文件自动传送到该处理器。在处理器完成计算后,再将结果传送给用户。也就是说,在分布式系统中,用户并不知道有多个处理器存在,整个系统就像是一个虚拟的单一处理器,任务在处理器之间的分配以及文件的调用、传送、存储都是自动进行的。

因此,分布式系统与计算机网络的主要区别不在物理结构上,而是在高层软件上。分布式系统是一个建立在网络之上的软件系统,这种软件保证了系统的高度一致性与透明性。分布式系统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。这两者之间存在相互依赖的关系: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的高级阶段。

1.4 计算机网络的功能、分类与应用

1.4.1 计算机网络的功能

计算机网络的主要功能表现在硬件资源共享、软件资源共享和用户间信息交换 3 个方面。

1. 硬件资源共享

硬件资源共享可以在全网范围内提供处理资源、存储资源、输入/输出资源等设备的共享,如对巨型计算机、具有特殊功能的处理部件、高分辨率的激光打印机、大型绘图仪及大容量的外部存储器等的共享,从而使用户节省投资,也便于集中管理和均衡分担负荷。

2. 软件资源共享

允许互联网上的用户远程访问各类大型数据库,可以得到网络文件传送服务、远程进程管理服务和远程文件访问服务,从而避免软件研制上的重复劳动以及数据资源的重复存储,也便于集中管理。

3. 用户间信息交换

计算机网络为分布在各地的用户提供了强有力的通信手段。用户可以通过计算机网络传送电子邮件、发布新闻消息和进行电子商务活动。

除此之外,计算机网络还具有提高系统的可靠性、均衡负载、提供非常灵活的工作环境等功能。

1.4.2 计算机网络的分类

计算机网络可以按许多不同的方法进行分类。这里仅简单讨论按网络的分布范围和按网络的交换方式分类,至于其详细内容,在后面的章节中再讨论。

1. 按网络的分布范围分类

按地理分布范围分类,计算机网络可以分为广域网、局域网和城域网 3 种。

(1) 广域网(Wide Area Network, WAN),也称为远程网,其分布范围可达数百至数千公里,可覆盖一个国家或一个洲,以至全球,例如全世界最大的,也是唯一的因特网。

(2) 局域网(Local Area Network, LAN),是将小区域内的各种通信设备互联在一起的网路,其分布范围局限在一幢大楼或一个校园内,大约在几百米到几公里的范围,主要用于连接个人计算机、工作站和各种外围设备,以实现资源共享和信息交换。局域网的传输速率比较高,通常在 10Mb/s 以上。

(3) 城域网(Metropolitan Area Network, MAN),也称为都市网,其分布范围介于局域网和广域网之间,目的是在大都市较大的地理区域内提供数据、声音和图像的传输。

2. 按网络的交换方式分类

按交换方式分类,计算机网络可分为电路交换、报文交换和分组交换 3 种。

(1) 电路交换(Circuit Switching, CS)方式,它类似于传统的电话交换方式,用户在开始通信前,必须申请建立一条从发送端到接收端的物理信道,而且在双方通信期间始终占用该信道。因此,这种方式信道的利用率低,但实时性和保密性较好,而且可靠。

(2) 报文交换(Message Switching, MS)方式,其数据单元是要发送的一个完整报文,报文长度无限制。报文交换采用存储—转发原理,这好像古代的邮政通信,邮件由途中的驿站逐个存储和转发。报文中含有目的地址,每个中间节点要为途经的报文选择适当的路径,使其能最终到达目的端。报文交换方式不需要建立专用信道,因此,信道利用率高,

传输率也高;但实时性较差,不十分可靠,容易丢失报文信息,而且要求中间交换节点机的内存容量大,使中间节点机的成本提高。

(3) 分组交换(Packet Switching, PS)方式,也称为包交换方式,1969年首次在ARPANET上使用。现在人们都公认 ARPANET 是分组交换网之父,并将分组交换网的出现作为计算机网络新时代的开始。采用分组交换方式通信前,发送端先将数据划分为一个个等长的单位(即分组),这些分组逐个由各中间节点采用存储—转发方式传输,最终到达目的端。由于分组长度有限,可以在中间节点机的内存中进行存储处理,因此其转发速度大大提高;但仍然存在报文交换的缺点,而且分组到达目的端需要组装,给通信带来麻烦,甚至容易出错。

顺便提出,除了以上两种分类方法外,还可以按计算机网络所采用的拓扑结构分为星形网、总线网、环形网、树形网和网形网;按所采用的传输媒体分为双绞线网、同轴电缆网、光纤网和无线网;按信道的带宽分为窄带网和宽带网;按不同用途分为科研网、教育网、商业网、企业通用网和专业网等。

1.4.3 计算机网络的应用

计算机网络出现以后,它在资源共享和信息交换方面所具有的功能,是其他系统所不能替代的。它所具有的高可靠性、高性能价格比和易扩充性等优点,使得它在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、商业、国防以及科学研究等各个领域、各个行业得到了越来越广泛的应用。我国有关部门已制订了“金桥”、“金关”、“金卡”三大工程,并早已付诸实施;还有一些“金字号”工程,都是以计算机网络为基础设施,为促进国民经济早日实现信息化的主干工程,也是计算机网络的具体应用。计算机网络的应用范围非常广泛,这里仅介绍带有普遍意义和典型意义的应用领域。

1. 办公自动化

办公自动化系统(Office Automation, OA),按计算机系统结构看是一个计算机网络,每个办公室的计算机相当于一个工作站。它集计算机技术、数据库、局域网、远距离通信技术以及人工智能、声音、图像文字处理技术等综合应用技术之大成,是一种全新的信息处理系统。办公自动化系统的核心是通信,其所提供的通信手段主要是数据/声音综合服务、可视会议服务和电子邮件服务。

2. 电子数据交换

电子数据交换(Electronic Data Interchange, EDI),是将贸易、运输、保险、银行、海关等行业信息用一种国际公认的标准格式,通过计算机网络通信,实现各企业之间的数据交换,并完成以贸易为中心的业务全过程。EDI在发达国家已获得广泛应用,我国的“金关”工程就是以EDI作为通信平台的。

3. 远程交换

远程交换(Telecommuting)是一种在线服务(Online Serving, OS)系统,也指在工作人员与其办公地点之间的计算机通信方式,按通俗的说法称为家庭办公。在一个公司内,本部与子公司办公室之间也可以通过远程交换系统实现分布式办公。远程交换的作用不

仅仅是工作场所的转移,它大大地加强了企业的活力与快速反应能力。近年来,各大企业本部纷纷采用一种称为“虚拟办公室(Virtual Office,VO)”的技术,创造一种全新的商业环境和空间。远程交换技术的发展,对世界整个经济的运作产生了巨大的影响。

4. 远程教育

远程教育(Distance Education,DE)是一种利用在线服务系统,开展学历或非学历教育的全新的教学模式。远程教育几乎可以提供大学中所有的课程,学员们通过远程教育,同样可以得到正规大学从学士到博士的所有学位。这种教育方式,对于已经工作但仍想完成高学历的人士特别有吸引力。远程教育的基础设施是电子大学网络(Electronic University Network,EUN)。EUN的主要作用是向学员提供课程软件以及主机系统的使用,支持学员完成在线课程,并负责行政管理、协作合同等。这里所指的软件除系统软件之外,还包括CAI课件,即计算机辅助教学(Computer Aided Instruction,CAI)软件。CAI课件一般采用对话和引导的方式指导学生学习。对学生在学习过程中产生的错误和困难,通过回答功能解决。

5. 电子银行

电子银行(Electronic Bank,EB)也是一种在线服务系统,是一种由银行提供的基于计算机网络的新型金融服务系统。电子银行的功能包括:金融贸易卡服务、自动存取款业务、销售点自动转账服务、电子汇款与清算等,其核心为金融交易卡服务。金融交易卡的诞生,标志着人类交换方式从物物交换、货币交换到信息交换的又一次飞跃。当前,电子银行服务又出现了智能卡(Intelligent Card,IC)。IC卡内装有微处理器、存储器及输入/输出接口,实际上是一台不带电源的微型电子计算机。由于使用了IC卡,持卡人的安全性和方便性大大提高了。

6. 电子公告板系统

电子公告板(Bulletin Board System,BBS)是一种发布并交换信息的在线服务系统。BBS可以使更多的用户通过电话线以简单的终端形式实现互联,从而得到廉价的丰富信息,并为其会员提供网上交谈、发布消息、讨论问题、传送文件、学习交流和游戏等的机会和空间。

7. 证券及期货交易

证券及期货交易由于其获利巨大、风险巨大且行情变化迅速,投资者对信息的依赖显得格外重要。金融企业通过在线服务计算机网络提供证券市场分析、预测、金融管理、投资计划等需要进行大量计算工作的服务,提供在线股票经纪人服务和在线数据库服务。

8. 广播分组交换

广播分组交换实际上是一种无线广播与在线系统结合的特殊服务,该系统使用户在任何地点都可使用在线服务系统。广播分组交换可提供电子邮件、新闻、文件等传送服务。无线广播与在线系统可以通过调制解调器,再通过电话局结合在一起。移动式电话也属于广播系统,需要计算机网络的支持。

9. 校园网

校园网(Campus Network,CN)是在大学校园区内用以完成大中型计算机资源及其

他网内资源共享的通信网络。一些发达国家已将校园网确定为信息高速公路的主要分支。无论在国内还是国外,校园网的存在与否,是衡量该院校学术水平与管理水平不可缺少的重要因素。共享资源是校园网最基本的应用,人们通过网络更有效地共享各种软、硬件及信息资源,为众多的科研人员提供一种崭新的合作环境。校园网提供异型机联网的公共计算机环境、海量的用户文件存储空间、昂贵的打印输出设备,用户可以方便地获取图文并茂的电子图书信息,以及为各级行政人员服务的行政信息管理系统和为一般用户服务的电子邮件系统。

10. 信息高速公路

如同现代高速公路的结构一样,信息高速公路也分为主干、分支及树叶。图像、声音、文字转化为数字信号在光纤主干线上传送,由交换电话再送到电话线或电缆分支线上,最终送到具体的用户“树叶”。主干部分由光纤及其附属设备组成,是信息高速公路的框架。

我国政府十分重视信息化事业。为了促进国家经济信息化,提出了“金桥”工程,它是国家公用经济信息网;“金关”工程,它是外贸专用网工程;“金卡”工程,它是电子货币工程。这些工程是规模宏大的系统工程,其中的“金桥”工程是国民经济的基础设施,也是其他“金”字系列工程的基础。

“金桥”工程包含信息源、信息通道和信息处理 3 个组成部分。通过卫星网与地面光纤网开发,并利用国家及各部委、大中型企业的信息资源为经济建设服务。“金卡”工程是在金桥网上运行的重要业务系统之一,主要包括电子银行及信用卡等内容。“金关”工程又称为无纸化贸易工程,其主要实现手段为 EDI,它以网络通信和计算机管理系统为支撑,以标准化的电子数据交换替代了传统的纸面贸易文件和单证。其他的一些“金”字系列工程,如“金税”工程、“金智”工程、“金盾”工程等也在筹划与运作之中。这些重大信息工程的全面实施,在国外引起了强烈反响,开创了我国信息化建设事业的新纪元。

11. 企业网络

集散系统和计算机集成制造系统是两种企业网络系统。

集散系统实质上是一种分散型自动化系统,又称为以微处理器为基础的分散综合自动化系统。集散系统具有分散监控和集中管理两方面的特征,更将“集”字放在首位,更注重于全系统信息的综合管理。20 世纪 80 年代以来,集散系统逐渐取代常规仪表,成为工业自动化的主流。工业自动化不仅体现在工业现场,也体现在企业的事务行政管理上。集散系统的发展及工业自动化的需求,使得一个更庞大、更完善的计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System, CIMS)诞生。

集散系统一般分为 3 级:过程级、监控级与管理信息级。集散系统是将分散于现场的以微机为基础的过程监测单元、过程控制单元、图文操作站及主机集成在一起的系统。它采用了局域网技术,将多个过程监控、操作站和主机互联在一起,使通信功能增强,信息传输速度加快,吞吐量加大,为信息的综合管理提供基础。因为 CIMS 具有提高生产率、缩短生产周期等一系列具吸引力的优点,所以成为未来工厂自动化发展的方向。

12. 智能大厦和结构化综合布线系统

智能大厦(Intelligent Building, IB)是近十多年来新兴的高技术建筑形式,它集计算

机技术、通信技术、人类工程学、楼宇控制、楼宇设施管理为一体,使大楼具有高度的适应性,以满足不同环境与不同客户的需要。智能大厦以信息技术为主要支撑,这也是它具有“智能”的名称的由来。有人认为具有“3A”的大厦,可视为智能大厦。所谓3A,就是通信自动化(Communication Automation,CA)、办公自动化(Office Automation,OA)和楼宇自动化(Building Automation,BA)。总的来说,智能大厦除有传统大厦的功能之外,还具备下列基本构成要素:高舒适的工作环境、高效率的信息管理系统和办公自动化系统、先进的计算机网络、远距离通信网络和楼宇自动化。智能大厦及计算机网络的信息基础设施是结构化综合布线系统(Structure Cabling System,SCS)。

在建设计算机网络系统时,布线系统是整个计算机网络系统设计中不可分割的一部分,它关系到日后网络的性能、投资效益、实际使用效果以及日常维护工作。结构化布线系统是指在一个楼宇或楼群中的通信传输网络能连接所有的语音、楼宇设备,并将它们与交换系统相连,构成一个统一、开放的结构化布线系统。在综合布线系统中,设备的增减、工位的变动,仅需通过跳线简单插拔即可,不必变动布线本身,从而大大方便了管理、使用和维护。

1.5 计算机网络的组成与结构

因为计算机网络要完成数据处理与数据通信两大主要任务,所以它在结构上必然分成两个部分:一部分是负责处理数据的主机与终端,另一部分是负责处理数据通信的通信控制处理机(Communication Control Processor,CCP)与通信线路。从计算机网络组成看,典型的计算机网络从逻辑功能上分为资源子网和通信子网两部分。

计算机网络的基本结构如图 1-1 所示。

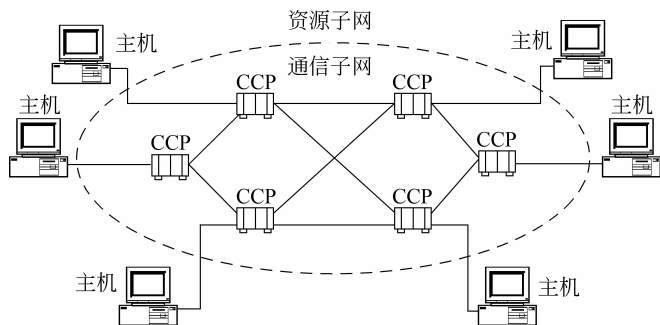


图 1-1 计算机网络的基本结构

1.5.1 资源子网的概念

资源子网由主计算机系统、终端、终端控制器、联网外设、各种软件资源与信息资源组成。资源子网负责处理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. 主计算机系统

主计算机系统简称主机(host),它可以是大型机、中型机、小型机、工作站或微机。主

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相连接。普通用户终端通过主机连入网内。主机要为本地图访问网络其他设备与资源提供服务,同时要为网中远程用户共享本地资源提供服务。随着微型计算机的广泛应用,连入计算机网络的微型计算机日益增多,它可以作为主机的一种类型,直接通过通信控制处理机连入网内,也可以通过联网的大、中、小型计算机系统间接连入网内。

2. 终端

终端(terminal)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器的智能终端。智能终端除具有输入、输出信息的功能外,本身还具有存储与处理信息的能力。终端可以通过主机连入网内,也可以通过终端控制器、报文分组组装与拆装装置通过处理机连入网内。

1.5.2 通信子网的概念

通信子网由通信控制处理机、通信线路与其他通信设备组成,完成网络数据传输、转发等通信处理任务。

1. 通信控制处理机

通信控制处理机在网络拓扑结构中称为网络节点。一方面,它作为与资源子网的主机、终端连接的接口,将主机和终端连入网内;另一方面,它又作为通信子网中的分组存储—转发节点,完成分组的接收、校验、存储和转发等功能,实现将原主机报文准确发送到目的主机的作用。通信子网中的存储—转发节点在多数情况下是一个交换设备。

2. 通信线路

通信线路为通信控制处理机与通信控制处理机、通信控制处理机与主机之间提供通信信道。计算机网络采用多种通信线路,例如电话线、双绞线、同轴电缆、光缆、光纤、无线通信信道、微波与卫星通信信道。

必须指出,广域网可以明确地划分资源子网和通信子网,然而局域网由于采用的工作原理与结构的限制,不能明确地划分子网的结构。

1.6 计算机网络的主要性能指标

衡量一个计算机网络的优劣,主要有两个性能指标:一是带宽,二是时延。下面分别介绍这两个指标。

1.6.1 带宽

带宽(bandwidth),本来是指信号具有的频带宽度。一个信号的带宽,是指该信号所包含的各种不同的频率成分所占据的频率范围。例如,在传统的通信线路上传送的电话信号的标准带宽是 3.1kHz(300Hz~3.4kHz),即语音的主要成分的频率范围。带宽的单位是赫兹(Hz)或千赫兹(kHz)、兆赫兹(MHz)等。

在过去很长的一段时间内,通信的主干线路都是用来传送模拟信号(即连接变化的信

号),因此,表示通信线路允许通过的信号频带范围就称为线路的带宽(或通频等)。

当通信线路用来传送数字信号时,数据传输速率就应当成为数字信道最重要的指标。但习惯上,人们都将“带宽”作为数字信道所能传送的“最高数据传输速率”的同义语,尽管这种叫法不太严格。正是因为数字信道通常使用它所能传送的最高数据传输速率作为数据的发送速率(或传输速率),因此在数字信道上,数据的发送速率(或传输速率)等于数字信道的带宽。

数字信道传送数字信号的数量称为数据传输速率或比特率。比特(bit)是计算机中的数据的最小单元,也是信息量的度量单位。英文 bit 是 binary digit 的缩写,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。这样,网络或链路的带宽的单位就是“比特每秒”,记为 b/s。常用的带宽单位是千比特每秒 Kb/s、兆比特每秒 Mb/s(10^6 b/s)、吉比特每秒 Gb/s(10^9 b/s)或太比特每秒 Tb/s(10^{12} b/s)。现在,人们常用更简单的并且是很不严格的记法来描述网络或链路的带宽,例如“线路的带宽是 10M 或 10G”,而省略了后面的 b/s,表示数据传输速率(即带宽)为 10Mb/s 或 10Gb/s。

正是因为带宽代表数字信号的发送速率,因此,带宽有时也称为吞吐量(throughput)。在实际应用中,吞吐量常用每秒发送的比特数(或字节数、帧数)来表示。

顺便指出,在通信领域和计算机领域中,数量单位“千”、“兆”和“吉”等的英文缩写在某些情况下意思略有不同。例如,计算机中的数据量用字节作为度量单位。1 个字节(byte)代表 8 个比特(bit)。字节的英文符号是 B。“千字节”的“千”用 K 表示,它等于 2^{10} ,即 1024,而不是 1000。同样,在计算机中,1MB 或 1GB 也并不表示 10^6 或 10^9 个字节,而是表示 2^{20} (1 048 576)或 2^{30} (1 073 741 824)个字节。在通信领域,k 表示 10^3 ,即准确的 1000,而不是 1024。但有的书也不这样严格区分,而是用 K 既表示 1000 又表示 1024。

如果我们在网络中的某一个点上观察数字信号流随时间的变化,那么,信号在时间轴上的宽度随着带宽的增大而变窄。例如,当信号为 1 和 0 相同的脉冲时,在带宽为 1Mb/s 的链路上,每一个比特在时间轴上的宽度为 $1\mu\text{s}$;但在带宽为 4Mb/s 的链路上,每一个比特在时间轴上的宽度减少到原来的 1/4,即只有 $0.25\mu\text{s}$,如图 1-2 所示。

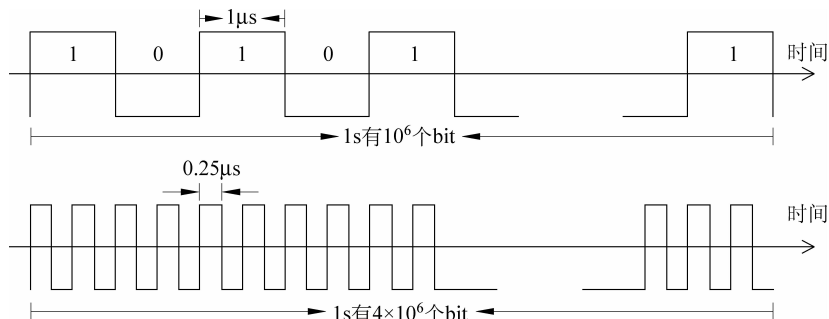


图 1-2 随着带宽的增大,数字信号在时间轴上的宽度变窄

1.6.2 时延

时延(delay 或 latency)是指一个报文或分组从一个网络(或一条链路)的一端传送到

另一端所需的时间。

需要注意的是,时延由以下几个不同的部分组成。

1. 发送时延

发送时延是节点在发送数据时使数据块从节点进入到传输媒体所需要的时间,也就是从数据块的第一个比特开始发送算起,到最后一个比特发送完毕所需的时间。发送时延又称为传输时延,它的计算公式是:

$$\text{发送时延} = \frac{\text{数据块长度}}{\text{信道带宽}} \quad (1-1)$$

信道带宽是数据在信道上的发送速率,也称为数据在信道上的传输速率。

2. 传播时延

传播时延就是电磁波在信道中需要传播一定的距离而花费的时间。传播时延的计算公式是:

$$\text{传播时延} = \frac{\text{信道长度}}{\text{电磁波在信道上的传播速率}} \quad (1-2)$$

电磁波在自由空间的传播速率是光速,即 $3.0 \times 10^5 \text{ km/s}$,在网络传输媒体中的传播速率比在自由空间略低一些:在铜线电缆中的传播速率约为 $2.3 \times 10^5 \text{ km/s}$;在光纤中的传播速率为 $2.0 \times 10^5 \text{ km/s}$ 。例如,1000km 长的光纤线路产生的传播时延大约为 5ms。

从以上讨论可以看出,信号传输速率(即发送速率)和电磁波在信道的传播速率是两个完全不同的概念,因此不能将发送时延和传播时延混淆。

3. 处理时延

这是数据在交换节点为存储—转发而进行一些必要的处理所花费的时间。在节点缓存队列中,分组排队所经历的时延是处理时延中的重要组成部分。因此,处理时延的长短取决于网络中当时的通信量。当网络的通信量很大时,还会发生队列溢出,使分组丢失,这相当于处理时延为无穷大。有时,可用排队时延作为处理时延。

这样,数据经历的总时延就是以上 3 种时延之和,即

$$\text{总时延} = \text{发送时延} + \text{传播时延} + \text{处理时延} \quad (1-3)$$

图 1-3 展示了 3 种时延产生的地方,以便读者更好地理解。

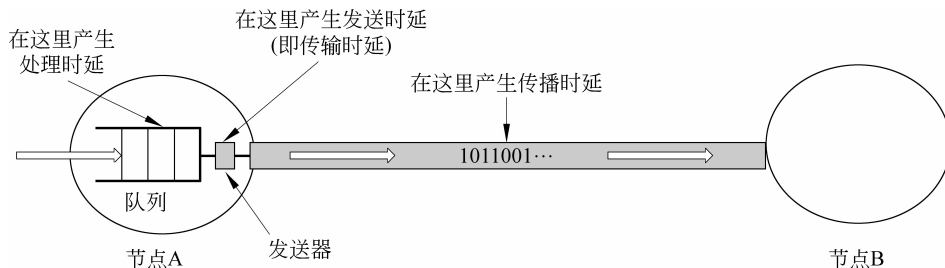


图 1-3 3 种时延产生的地方不一样

在这里要指出,在总时延中,究竟是哪一种时延占主导地位,必须具体分析。现在暂时忽略处理时延,假定有一个长度为 100MB 的数据块(这里的 M 显然不是指 10^6 ,而是指

2^{20} , 即 1 048 576), 在带宽为 1Mb/s 的信道上(这里的 M 是 10^6) 的发送时延是 $100 \times 1\,048\,576 \times 8 \div 10^6 = 838.9(s)$, 即要用近 14 分钟才能把这样大的数据块发送完毕。然而, 若将这样的数据用光纤传送到 1000km 远的计算机, 那么, 第一个比特在 1000km 的光纤上只需用 5ms 就能传送到目的地。因此, 对于这种情况, 发送时延占主导地位。如果将传播距离减小到 1km, 那么传播时延会相应的减小到原来数值的千分之一。然而, 由于传播时延在总时延中的比重是微不足道的, 因此, 总时延的数值基本上还是由发送时延来决定。

再看一个例子。要传送的数据仅有 1 个字节(例如, 从键盘键入一个字符, 共 8 比特)。在 1Mb/s 的信道上的发送时延是 $8 \div 10^6 = 8 \times 10^{-6} = 8(\mu s)$ 。当传播时延为 5ms 时, 总时延为 5.008ms。显然, 在这种情况下, 传播时延决定了总时延。这时, 即使将信道的带宽提高到 1000 倍(即将数据的发送速率提高到 1Gb/s), 总时延也不能减小多少。这个例子告诉我们, 不能笼统地认为: “数据的发送速率越高, 传送得就越快。”这是因为数据传送的总时延是由式(1-3)右端的 3 项时延组成的, 不能仅考虑发送时延这一项。

必须强调指出, 初学网络技术的人容易产生这样错误的概念, 就是“在高速链路(或高带宽链路)上, 比特应当跑得更快些”。这是不对的。我们知道, 汽车在路面质量好的高速公路上可明显提高行驶速度。然而对于高速网络链路, 提高的仅仅是数据的发送速率而不是比特在链路上的传播速率, 载荷信息的电磁波在通信线路上的传播速率(这是光速的数量级)与数据的发送速率并无关系, 或者说, 比特的传播时延与链路的带宽无关, 提高链路带宽只是减小数据的发送时延。还有一点应当注意, 就是数据发送速率的单位是每秒发送多少个比特, 是指某个点或某个接口上的发送速率; 而传播速率的单位是每秒多少千米, 是指传输线路上比特的传播速率。因此, 通常所说的“光纤信道的传输速率高”是指向光纤信道发送数据的速率可以很高, 而光纤信道的传播速率实际上比铜线的传播速率还要略低一点。这是因为经过测量得知, 光在光纤中的传播速率和电磁波在铜线(例如 5 类线)中的传播速率分别为每秒 20.5 万千米和每秒 23.1 万千米。上述这个概念请读者务必弄清。

1.6.3 时延带宽积和往返时延

将以上讨论的网络性能的两个度量传播时延和带宽相乘, 就得到另一个很有用的度量: 传播时延带宽积。

$$\text{时延带宽积} = \text{传播时延} \times \text{带宽} \quad (1-4)$$

用图 1-4 表示时延带宽积。这是一个代表链路的圆柱形管道, 管道的长度是链路的传播时延, 必须注意, 现在以时间作为单位来表示链路长度, 而管道的截面积是链路的带宽。因此, 时延带宽积就表示这个管道的体积, 表示这样的链路可容纳多少个比特。例如, 某段链路的传播时延为 20ms, 带宽为 10Mb/s, 算出时延带宽积 = $20 \times 10^{-3} \times 10 \times$

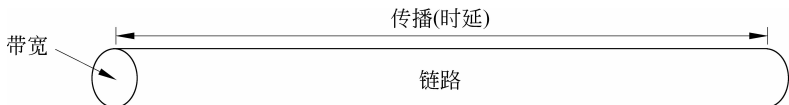


图 1-4 链路像一条空心管道

$10^6 = 2 \times 10^5$ (bit)。这就表示,若发送端连续发送数据,则在发送的第一个比特即将达到终点时,发送端就已经发送了 20 万个比特,都正在链路上传输。因此,链路的时延带宽积又称为以比特为单位的链路长度。

有时候,在发送端和接收端之间相隔好几个网络。发送端发送出去的数据要经过多次转发才能达到接收端。这时,仍然可以使用上面这样的从发送端到接收端的传输管道,以及使用时延带宽积这个度量。这时管道的时延不再仅仅是网络的传播时延,而是从发送端到接收端的所有时延的总和,包括在所有各中间节点引起的处理时延和发送时延。这时的管道只是一种抽象的概念,管道中的比特数表示从发送端发出,但尚未达到接收端的比特。

在计算机网络中,往返时延(Round-Trip Time, RTT)也是一个重要的性能指标,它表示从发送端发送数据开始,到发送端收到来自接收端的确认(接收端收到数据后立即发送确认)总共经历的时延。对于上述例子,往返时延 RTT 是 40ms,而往返时延和带宽的乘积是 4×10^5 (bit)。对于复杂的互联网,往返时延包括各中间节点的处理时延和转发数据时的发送时延。

往返时延带宽积的意义是当发送端连续发送数据时,在收到对方的确认之前,就已经将这么多的比特发送到链路上。对于上述例子,如果数据的目的地节点及时发现了差错,发送端得知这一信息时,即使立即停止发送,也已经发送了 40 万个比特了。

对于一条正在传送数据的链路,只有在代表链路的管道都充满数据时,链路才得到充分的利用。

1.7 计算机网络拓扑结构

1.7.1 计算机网络拓扑定义与分类

1. 计算机网络拓扑定义

计算机网络设计的第一步就是要解决在给定计算机的位置,并保证一定的网络响应时间、吞吐量和可靠性的条件下,通过选择适当的线路、线路容量与连接方式,使整个网络结构合理,成本低廉。为了应付复杂的网络结构设计,人们引入了网络拓扑的概念。

拓扑学是几何学的一个分支,它是从图论演变而来。拓扑学首先把实体的线路抽象成线,研究点、线、面之间的关系。计算机网络拓扑是通过网中节点或节点与通信线路之间的几何关系表示网络结构,反映同一网络中各实体的结构关系。拓扑设计是建设计算机网络的第一步,也是实现各种网络协议的基础,它对网络的性能、系统可靠性与通信费用都有重大影响。计算机网络拓扑主要是指通信子网的拓扑结构。

2. 计算机网络拓扑的分类

计算机网络拓扑结构主要有星形、总线形、环形、树形、混合形及网形,如图 1-5 所示。

(1) 星形拓扑

如图 1-5(a)所示,星形拓扑是由中央节点和通过点到点通信链路接到中央节点的各个站点组成。中央节点执行集中式通信控制策略,因此,星形又称集中形,其中央节点相

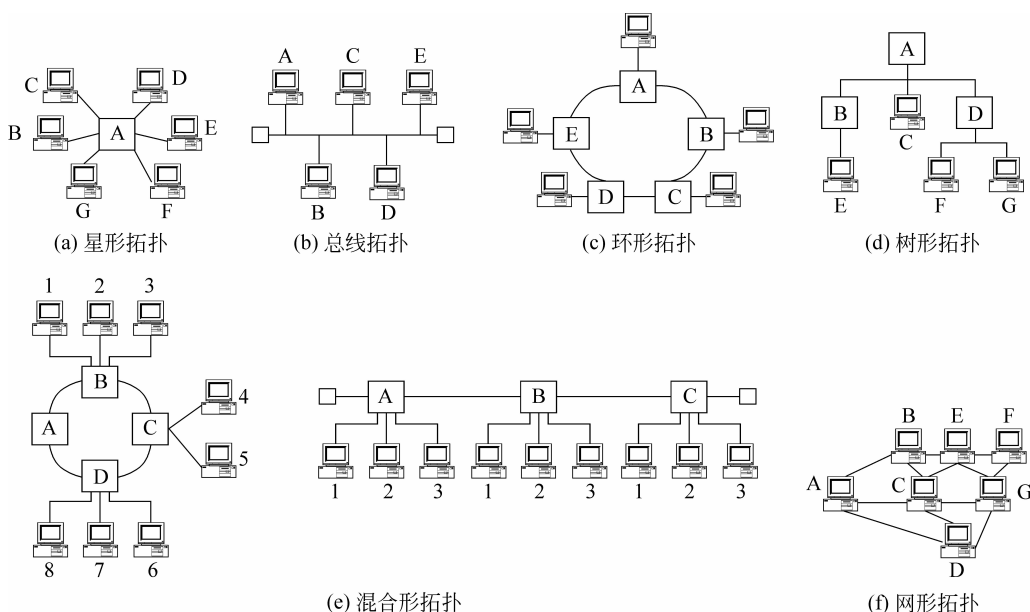


图 1-5 各种网络拓扑结构

当复杂,各个站点的通信处理负担都很小。星形拓扑网采用的交换方式有电路交换和报文交换,其中,尤以电路交换更为普遍。这种结构一旦建立了通道连接,就可以无延迟地在连通的两个站点之间传送数据。目前流行的专用小交换机(Private Branch Exchange, PBX)就是星形拓扑结构的典型实例。

星形拓扑结构的主要优点是:

- ① 控制简单。在星形网络中,任何一个站点只和中央节点相连接,因而媒体访问控制方法简单,也导致访问协议十分简单。
- ② 故障诊断和隔离容易。在星形网络中,中央节点对连接线路可以逐一地隔离开来,进行故障检测和定位,单个连接点的故障只影响一个设备,不会影响全网。
- ③ 方便服务。中央节点可以方便地对各个站点提供服务和对网络提供重新配置。

星形拓扑结构存在的主要缺点是:

- ① 电缆长度和安装工作量可观。因为每个站点都要和中央节点直接连接,因此需要耗费大量的电缆,安装、维护的工作量大增。
- ② 中央节点的负担较重,形成瓶颈效应。中央节点一旦发生故障,则全网受影响。因此,对中央节点的可靠性和冗余度方面的要求很高。
- ③ 各站点的分布处理能力较低。星形拓扑结构广泛应用于网络的智能集中于中央节点的场合。从目前的趋势来看,计算机网络的发展已从集中的主机系统发展到大量功能很强的微型机和工作站,传统的星形拓扑的使用会有所减少。

(2) 总线拓扑

总线拓扑结构采用一条信道作为传输媒体,所有站点都通过相应的硬件接口直接连到这一公共媒体上。公共传输媒体就是总线。任何一个站发送的信号都沿着传输媒体传

播,而且能被所有其他站接收。总线拓扑结构如图 1-5(b)所示。

由于所有站点共享一条公用的传输信道,因此,一次只能由一个设备传输信号。通常采用分布式控制策略来确定哪个站点可以发送。发送时,发送站将报文分组,然后逐个依次发送分组,有时还要与其他站点的分组交替在媒体上传输。当分组经过各站点时,其中的目的站会识别到分组所携的目的地址,然后复制下这些分组的内容。

总线拓扑结构的主要优点是:

- ① 总线结构所需的电缆数量少;
- ② 总线结构简单,是无源工作,有较高的可靠性;
- ③ 易于扩充,增加或减少用户比较方便。

总线拓扑结构的主要缺点是:

- ① 总线的传输距离有限,通信范围受到限制;
- ② 故障诊断和隔离较困难;
- ③ 分布式协议不能保证信息的及时传送,不具备实时功能。

站点必须是智能的,要有媒体访问控制功能,从而增加了站点的硬件和软件开销。

(3) 环形拓扑

如图 1-5(c)所示,环形拓扑网络由站点连接站点的链路组成一个闭合环路。每个站点能够接收从一条链路传来的数据,并以同样的速率串行地把该数据沿环送到另一端链路上。这种链路可以是单向的,也可以是双向的,通常以单向为主。数据以分组形式发送,如图 1-5(c)所示,A 站希望发送一个报文到 C 站,则它先把报文分成多个分组,每个分组除了数据还要加上某些控制信息,其中包含 C 站的地址。A 站把每个分组送到环上,开始沿环传输,当信息传送到 C 站,C 站识别出带有自己地址的分组时,便将其中的数据复制下来。因为许多设备都连接到一个环上,所以需要分布式控制策略来控制。

环形拓扑结构的主要优点是:

- ① 电缆长度短。环形拓扑结构的网络所需的电缆长度与总线拓扑结构网络相似,电缆长度比较短,比星形拓扑结构网络短得多。
- ② 增加或减少工作站时,仅需做简单连接,便可进入工作。
- ③ 可使用光纤作传输媒体。光纤的传输速率很高,既适合环形拓扑的单方向传输,也适合于双环的 2 个方向传输。

环形拓扑结构的主要缺点是:

- ① 节点的故障会引起全网故障。因为环上的数据传输要通过接在环上的每一个节点,一旦环中某一节点发生故障,会引起全网故障。
- ② 故障检测困难。这与总线拓扑结构相似,因为不是集中控制,故障检测需在网上各个节点进行,因此实施起来有困难。
- ③ 环形拓扑结构的媒体访问控制协议都采用令牌方式,当负载轻时,信道利用率低。

(4) 树形拓扑

如图 1-5(d)所示,树形拓扑是从总线拓扑演变而来的,形状像一棵倒生的树,顶端是根,树根以下带分支,每个分支再带分支。由树根接收各站发送来的数据,再广播发送到全网。树形拓扑的特点与总线拓扑相似,但也有其特殊之处。

树形拓扑结构的主要优点是：

① 易于扩展。这种结构可以延伸出很多分支和子分支,这些新节点和新分支都很容易加入网内。

② 故障隔离容易。如果某一分支的节点或线路发生故障,很容易将故障分支与整个系统隔离开来。

树形拓扑结构的主要缺点是：各个节点对根的依赖性太大,如果根发生故障,则全网不能正常工作。由此可见,树形拓扑结构的可靠性类似星形拓扑结构。

(5) 混合形拓扑

如图 1-5(e)所示,它是将上述某两种单一拓扑结构混合起来,取两者的优点构成的拓扑结构,称为混合形拓扑结构。显然,由图可见,一种是由星形拓扑混合成的“星环”式拓扑结构;另一种是由星形拓扑和总线拓扑混合成的“星总”式拓扑结构。其实,这两种混合形在结构上有相似之处,若将总线结构的两个端点连在一起,就形成了环形结构。这种拓扑的配置是由一批接入环中或总线的集中器组成,由集中器再按星形结构连至每个用户站。

混合形拓扑结构的主要优点是：

① 故障诊断和隔离较为方便,一旦网络发生故障,只要诊断出哪个集中器有故障,将该集中器和全网隔离即可。

② 易于扩展。要扩展用户时,可以加入新的集中器;也可以在设计时,在每个集中器留出一些备用的可插入的站点接口。

③ 安装方便。网络的主电缆只要连通这些集中器即可。这种安装和传统的电话系统电缆安装很相似。

混合形拓扑结构的主要缺点是：

① 需要选用智能型的集中器。这是为了实现网络故障自动诊断和故障节点的隔离所必需的。

② 像星形拓扑结构一样,集中器到各个站点的电缆安装长度会增加。

(6) 网形拓扑

如图 1-5(f)所示,网形拓扑结构在广域网中应用广泛,其优点是不受瓶颈问题和失效问题的影响。由于节点之间有许多条路径相连,可以为数据流的传输选择最佳路由,从而避开有故障的部件或过忙的节点。但是,这种结构比较复杂,成本也比较高,提供上述功能的网络协议也较复杂。这种拓扑结构一般在可靠性要求高,不计较成本的场合下使用,例如军用网。

1.7.2 计算机网络拓扑结构的选择

以上分析了几种常用拓扑结构的优缺点。不管是局域网或广域网,其拓扑的选择需要考虑以下因素：

(1) 网络既要易于安装,又要易于扩展。

(2) 网络的可靠性是要考虑的重要因素。要易于故障诊断和隔离,以使网络的主体在局部发生故障时仍能正常运行。

(3) 网络拓扑的选择还会影响传输媒体的选择和媒体访问控制方法的确定,这些因素又会影响各个站点的运行速度和网络软、硬件接口的复杂性。

总之,一个网络拓扑结构应根据需求,综合诸因素,做出合适选择;要整体磨合,不能顾此失彼。

小结

计算机网络技术是计算机技术与通信技术紧密结合的产物,网络技术的进步对当前信息产业的发展产生着深刻的影响。在信息爆炸的时代,计算机网络向用户提供两个最重要的功能:连接和共享。

计算机网络的形成、发展到广泛应用经历了 40 多年的时间,大约分为 4 个阶段:20 世纪 50 年代为计算机网络的产生做好了技术准备,并奠定了理论基础;20 世纪 60 年代 ARPANET 的出现,是计算机网络技术发展中的一个里程碑,为因特网的形成奠定了基础;20 世纪 70 年代,各种广域网、局域网、公用分组交换网发展十分迅速;20 世纪 90 年代是计算机网络发展最具挑战性的阶段,这时的因特网和 ATM 成为热门话题。

计算机网络形成可归纳为面向终端的计算机网络、计算机—计算机和开放式标准化网络 3 个阶段。计算机网络的定义是:在通信协议的控制下,将地理上分散的、具有独立功能的计算机系统及其终端互联起来,实现资源共享的系统的集合。

计算机网络由通信子网和资源子网两部分组成。

计算机网络,按地理分布范围可分为广域网(WAN)、局域网(LAN)和城域网(MAN)3 种,按交换方式可分为电路交换、报文交换和报文分组交换 3 种。计算机网络的应用非常广泛,主要用在办公自动化 OA、电子数据交换 EDI、远程交换、远程教育 DE、电子银行 EB、电子公告板系统 BBS、证件及期货交易、广播分组交换、校园网 CN、信息高速公路、企业网络、智能大厦 IB 和结构化综合布线系统 CSC 等方面。

计算机网络的主要性能指标有带宽和时延。带宽实际上在通信中表示一个信号所包含的各种不同频率成分所占据的频率范围,但是,人们常常将带宽作为数字信道所能传送的“最高数据传输速率”,单位是“比特每秒”(bit/s, b/s);时延是指一个报文或分组从一个网络或一条链路的一端传送到另一端所需的时间。时延由发送时延、传播时延和处理时延三部分组成。

练习与思考

- 1-1 计算机网络的发展可划分为哪几个阶段?
- 1-2 什么叫计算机网络? 根据什么观点给它定义?
- 1-3 计算机网络与分布式系统的区别是什么?
- 1-4 计算机网络的功能有哪些?
- 1-5 按分布范围划分,计算机网络有哪几种? 各有什么特点? 按网络的信息交换方式划分,计算机网络有哪几种? 各有什么特点?