

计算机网络

Jisuanji Wangluo

主编 © 姜秀柱



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

计算机网络

主 编 姜秀柱

副主编 高 璟 刘 鹏

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了计算机网络技术的形成和发展,以及物理层、数据链路层、网络层、传输层、应用层等模型层次的基本知识和所采用的基本技术;同时介绍了计算机网络的安全管理、设计、测试以及计算机网络技术发展的最新动向。

本书适用于本科计算机专业学生使用,也可以作为研究生参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/姜秀柱主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2010.7

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0670 - 1

I. ①计… II. ①姜… III. ①计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 087334 号

书 名 计算机网络

主 编 姜秀柱

责任编辑 孙 浩 黄运涛

责任校对 徐 玮

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市解放南路 邮政编码 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 22.75 字数 539 千字

版次印次 2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

定 价 29.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

经过大家一年多的共同努力,《计算机网络》一书终于完稿了。

本书是由中国矿业大学计算机学院网络工程系相关教师集体合作编纂而成。全书共十章,分四个部分。其中,第一章为第一部分,概述计算机网络技术的形成与发展,以及计算机网络技术的主要内涵。第十章是本书的第四部分,介绍计算机网络的新技术,将已经成熟应用的现代网络技术总结到书本中来,让学生及时了解和掌握计算机网络技术发展最新动向,避免课本知识与迅速发展的网络技术脱节。第二部分和第三部分是本书的核心,书中对应将它们分别划分为上篇和下篇两大块。上篇命名为计算机网络的通信子网,着重介绍计算机网络的物理层、数据链路层和网络层的基本技术,共分四章。下篇命名为计算机网络的资源子网,着重介绍计算机网络的传输层、应用层和服务器的基本技术,并将应用层的计算机网络管理和安全以及网络的设计与测试合并单列一章,归入下篇。整个下篇也分四章。

本书在编纂过程中,力图突出以下四个特点:

1. 结构新颖,一目了然。为突出计算机网络的核心构成和边缘构成观念,将整个计算机网络技术知识体系分为通信子网和资源子网上、下两个篇章。

2. 通俗简单,易教易学。从物理连接、传输信号、携带数据、数据编码、遵守协议、信息传输,到资源存储、资源管理、资源共享,按照简单自然的逻辑思维安排内容顺序。

3. 内容丰富,适应面宽。既有开放系统参考模型的七层结构对应各个层次的功能描述,又有实用标准 TCP/IP 的核心技术阐述,以及核心网和边缘网的各种实用网络技术。

4. 增加实践,兼顾纳新。增加了网络规划设计和测试技术内容,加强了本书的实践指导作用,及时将最新的软交换和无线网络等内容组织进来,以增强本书的实用性和前瞻性。

全书由姜秀柱、高璟、刘鹏负责主要编写,廖红梅、杨文嘉、张瑾、杨东平、徐秀分工参编。其中第一、二、三、四章由姜秀柱编写,第五、十章由刘鹏编写,第六、七章和第八章的一部分由高璟编写,第八章其余部分由廖红梅编写,第九章由杨文嘉、张瑾、杨东平、徐秀等编写。最后由姜秀柱负责统稿,高璟、刘鹏负责审核。

目 录

前言	1
1 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的定义	1
1.2 计算机网络的特征	3
1.3 计算机网络的组成	4
1.4 计算机网络的分类	7
1.5 计算机网络的体系结构	9
1.6 计算机网络的发展	18

上篇 通信子网

2 通信子网概述	21
2.1 通信子网的任务	21
2.2 通信子网的组成	22
3 通信子网的物理层	24
3.1 物理层概述	24
3.2 物理层比特流传输模式	25
3.3 通信介质	28
3.4 传输信道	35
3.5 传输编码	48
3.6 典型物理层协议	53
4 通信子网的链路层	61
4.1 链路层概述	61
4.2 数据交换技术	63
4.3 数据的可靠传输	66
4.4 数据传输的流量控制	70

4.5	数据的同步传输控制	77
4.6	数据的封装与解封装	79
4.7	典型链路层协议	80
5	通信子网的网络层	100
5.1	网络层概述	100
5.2	虚电路与数据报	102
5.3	数据传输路径的描述	105
5.4	路径选择方法	122
5.5	典型路由协议	133
5.6	数据传输的服务质量保障(QoS)	153
5.7	网络运行状况的监测	157
5.8	典型网络层协议	162

下篇 资源子网

6	资源子网概述	177
6.1	资源子网的任务	177
6.2	资源子网的组成	178
7	资源子网的传输层	181
7.1	传输层的功能	181
7.2	传输层的服务	197
7.3	典型的传输层协议	200
8	资源子网的应用层	207
8.1	网络应用概述	207
8.2	典型的网络应用及其协议	216
8.3	资源子网的服务器技术	232
8.4	典型服务器及其配置	242
9	计算机网络管理	251
9.1	计算机网络管理的基本知识	251
9.2	网络管理协议	256
9.3	网络管理关键技术	259
9.4	计算机网络管理的体系结构	262
9.5	基于 Web 的网络管理模式	278

9.6 计算机网络安全	281
9.7 计算机网络设计	312
9.8 计算机网络的测试	320
10 计算机网络新技术	326
10.1 IPv6	326
10.2 无线网络.....	337
10.3 软交换技术.....	348
参考文献	355

1 计算机网络概述

今天,计算机网络已成为我们生活的一部分。无论是工作、学习还是休息,我们时刻都在使用网络。

1.1 计算机网络的定义

计算机网络,顾名思义,它是由若干台计算机,彼此互连构成的网络。所谓网络就是连接线和节点的集合。计算机网络的节点就是计算机,连接线就是信号传输线路,其形状如图 1-1 所示。显然,计算机与计算机之间的相互连接是构成计算机网络的两个最基础的组成要素。

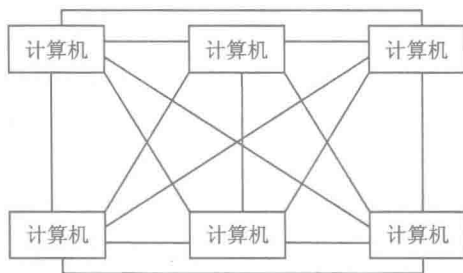


图 1-1 计算机网络抽象图

但实际中的计算机网络无论是从最初诞生的形式还是发展到如今的规模,都不是像图 1-1 所表示的那样。事实上,图 1-1 所示的计算机网络形状是计算机网络的一种理想形状:任意两台计算机之间都有直接连接,这样的网络速度最快。其代价是: n 台计算机构成的网络,每台计算机都需要有 $n-1$ 个接口,通过 $n-1$ 条线路和其他 $n-1$ 台计算机相连。这 $n-1$ 个接口和 $n-1$ 条线路恰是实现过程中的难点。它不仅在成本上是耗费巨大的,而且从设计技术到实现技术上,当 n 超过一定数量时,或计算机彼此分布超过一定距离时,这种形状几乎是不可能实现的。

计算机网络的起源可以追溯到 20 世纪 20 年代美国空军在加拿大部署的防空雷达联机系统。但现代意义上的计算机网络概念,则是伴随着互联网(Internet,也称因特网)的诞生而形成的。最初的计算机网络,也就是最初的因特网,它是由美国国防部高级研究计划署(ARPA)在 20 世纪 60 年代末建立的。它是为了实现远距离计算机之间的数据通信和资源共享而构建的,其组成如图 1-2 所示。

最初的计算机网络是个广域范围的网络。从图 1-2 可以看出,网络从一开始出现,就清晰地分出终端计算机及其通信前置装置和通信线路及其中继设备两个组成部分。终端计算

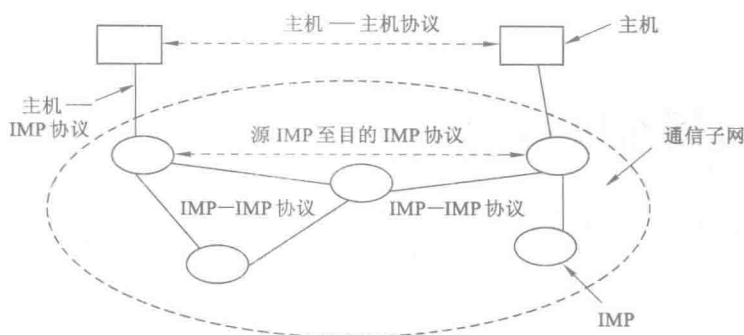


图 1-2 最初的 ARPA net

机及其通信前置装置负责信息的产生、存放、发送和接收,以及为了异地传输而必须进行的数据处理。通信线路及其中继设备则负责信息的正确传输,保证信息能可靠送达目的地。这两部分后来被分别称作为组成现代计算机网络的资源子网和通信子网。

因特网最初是通过专门的接口信息处理机(IMP)和专门的通信线路相互连接的。专门的通信线路是完全借用已有的公共电信系统线路及其设备,通过租用专门的线路或信道,实现异地计算机的连通。

这时的计算机网络的定义就是:多个独立计算机通过通信子网互联起来,为了实现资源共享而组成的系统。

随着计算机的快速发展,特别是微型计算机和个人计算机的相继进入人们的工作和生活中。两个异地计算机既然可以通过通信线路互连而实现信息数据传输和共享,那么同在一个房间或一个楼内的计算机,通过线缆互连起来,也可以实现计算机之间的数据传输和共享。这就是后来广为大家熟悉的计算机局域网。

这时的计算机网络的定义就是:分布在局部范围内的多个独立计算机互连组成的系统。这也是最初局域网的定义,在早期的局域网内通常至少有一台计算机存放着共享资源专门为大家提供服务,这台计算机被称作服务器计算机,简称服务器。

计算机局域网的主要特征是它不需要租用公共电信线路和设备,其互联线路和中继设备完全独立设置,且为建设单位所完全拥有。

由于微型计算机的迅速普及,带动了局域网的快速发展,市场上很快出现了各种不同的计算机局域网。由于用户对不同网络互连的要求,及市场对产品互换使用的要求,催生了标准化网络的诞生。那将计算机网络定义为:遵循标准网络体系结构构建的,以共享资源为目的,地理位置分散的独立计算机通过通信系统互连起来构成的集合。

随着大规模集成电路技术和计算机软件技术的迅速发展,计算机的性能和通信系统的组成技术及通信系统的性能都得到极大提升。现代通信系统的组成设备全部由计算机组成。因此它已从最初只是计算机广域网的构成部分,而发展为自身也是由计算机网络构成。从此人类的信息通讯完全进入数字化时代,信息的表示、存储和传输都完全依赖于数字化技术,依赖于计算机及计算机组成的网络。

随着大规模集成电路技术的突飞猛进,CPU 的运算速度很快发展到每秒万亿次的水

平,计算机的性能大幅提高,使得信息在计算机通信网络内的停留处理和传输时间大幅缩短,计算机网络进入宽带高速时代。宽带高速网络的主要特征就是任意多个用户同时上网享受任何形式的网络资源而不感到受任何约束。简单而言,就是用户可以在宽带高速的网络中充分自由地享受各种资源。

计算机网络从最初诞生到今天的广泛应用经历了“共享资源计算机网络”、“标准化计算机网络”和“宽带高速计算机网络”三个发展阶段。许多书上将计算机网络发展描述为四个阶段,他们将“主机—终端系统”看作计算机网络发展的第一阶段。但严格意义上讲,“主机—终端系统”的终端不是一个独立的计算机系统,因此它不能称作计算机网络。

计算机网络发展到今天,其比较完整的定义可以这样描述:计算机网络是利用通信手段,把地理上分散的相互独立的自主计算机系统,按照标准协议规范互连起来,以供用户充分地共享各种资源为目的而构成的系统。

计算机网络概念的核心是自主计算机、互连和资源共享。自主计算机意味着网络中的各个用户计算机都是相互独立、彼此无主从关系。它可以自主地使用或提供资源,也可以自主地加入或退出网络。互连意味着任意两个节点之间都必须是相互直接或间接连通的,承担这种连接的可以是任何能够运载信号的物理介质,可以是各种电导体,也可以是光导体,或任何其他形式的信号导体;可以有线的,也可以是无线的。资源共享意味着计算机网络的目的,以区别于其他形式的计算机互联系统。

1.2 计算机网络的特征

计算机网络的特征就是上述计算机网络定义中的三个核心概念,即自主计算机系统、互连和共享资源。而互连则又是这三个核心概念中最重要的核心。因为无论是自主计算机系统还是共享资源,都与互连概念相关。作为独立的计算机系统只有具有互连成为网络节点的能力时,才称其为自主计算机系统。如果没有互连能力,则永远只是个独立计算机系统,自主计算机系统中自主的含义是相对于其互连成为网络节点后的表现特征而言的。而资源只有在首先实现互连的前提下,才能被多个用户共享。因此资源要成为共享资源必须具有加入互连网络的能力,即共享资源是通过互连关系被访问的资源。而资源本身通常只是一个独立的数据文件、一个独立的硬件设备或线路,要使得其能够被共享,必须使其具有互连入网的能力。

互连有两个含义,一个是物理上的连通,另一个是逻辑上相互之间的沟通。物理连通是指互连的两个节点与某一共同介质同时相互接触;逻辑沟通则是物理连通的两个节点,彼此能够识别,从而成为网络的两个节点(具有信息集结能力的节点)。无论是物理连通还是逻辑沟通,都需要遵循一定的规范,而这个双方共同遵守的规范,就称作协议。因此协议是互连的基础。

协议有通用和专用之分,通用协议是任意两节点间遵循的规范;专用协议则是特定节点间遵循的规范。

独立计算机要成为自主计算机,只要具有协议遵循能力即可;同样独立资源要成为共享资源也需具有协议遵循能力。即协议是独立计算机成为自主计算机,独立资源成为共享资源的必要条件。由于资源是客观、被动的事物,所以独立资源通常通过置于自主计

算机系统而拥有连接入网能力,从而成为共享资源。而专门用来放置资源的自主计算机系统则称为服务器。换言之,服务器一定是一个自主计算机系统,它是网络中存放和提供资源的节点。

那么,协议是怎样构成的?怎样才算是具有协议遵循能力?

协议由一系列的概念定义和一系列的程序规范构成。因此其存在形式,首先是一个文本;其次,这个文本中的内容是要在计算机网络的节点互连过程中被遵循的,所以它在计算机系统中的应用形式就是一系列的程序文件,也就是一种由一系列命令代码构成的可执行文件。只要计算机系统中安装了可执行协议文件,该计算机系统就具有了协议遵循能力,就可以接入计算机网络。

协议在节点的另外一种存在形式,是一系列的功能电路,即节点的物理电路是按照协议的规范而设计的。

协议存在于计算机网络中的任何一个节点上,每个计算机网络的节点都具有且必须具有协议的执行能力。

按照计算机网络的定义,计算机网络中的节点都应该是自主计算机系统,但事实上不是。这是因为计算机网络的定义只是个概念定义而非组成定义。定义中的节点,概念上指的要么是信息的源节点,要么是信息的宿节点,而不是指构成网络的任意节点。

从组成上讲,节点是两路以上传输线路的交汇处。而今天计算机网络中许多传输线路的交汇处,并不是信息的源节点或宿节点,更多的是中继节点。作为中继节点,其作用是实现信息的远距离传输或改变传输线路,它并不需要具有复杂功能的自主计算机系统。但随着对中继节点信息处理能力和转发速度要求的不断提高,以及网络自身不断进行的动态变化和对网络节点实现远程管理的需要,现在的中继节点多是由具有复杂处理能力的专用自主计算机系统构成。

计算机网络的本质特征就是协议,协议是支撑其他网络概念的基石。可以简单地讲,计算机网络就是按照协议实现信息交互的节点及其传输线路的集合。而计算机网络的外在特征就是资源共享,人们通过网络可以实现各种形式的信息资源的共同使用。因而可以说,计算机网络就是实现信息资源共享的节点及其传输线路的集合。

1.3 计算机网络的组成

由计算机网络的定义和内外特征,可知计算机网络的物理构成,就是节点和传输线路的集合。但构成计算机网络的节点是各种各样的,其所处的位置和所起的作用也是互不相同的。同样,构成计算机网络的传输线路也是各种各样的,其物理形态和性质也是互不相同的。正是这些相异性构成了各种不同形式的计算机网络。

但不论是什么形式的计算机网络,又都具有共同的组成特征。

首先组成计算机网络的节点通常都是具有信息处理能力的自主计算机系统,所以都可分解为硬件组成部分和软件组成部分。其次不论是什么传输线路都是用来传输信号的,都有信号的发送部分和接收部分,以及连接发送和接收部分的信号传输通道,即信道。因此传输线路可以看成是由信号收发部件和信道组成的。由于信号收发部件和信道具有物理特征,所以也将其归并为硬件组成。于是整个计算机网络可以像自主计算机系统一样看成是

由硬件部分和软件部分组成的。

对于每个上网用户来说,他直接感受到的只是他所使用的个人计算机的存在,以及因为他从个人计算机的输出设备——屏幕、打印机、音箱或硬盘上,欣赏来自异方的资源,因而感受到共享资源所在节点的存在。但资源是如何从共享资源所在的节点来到他的个人计算机,这对他来说是完全透明的(即不可知的)。从用户的角度来看,计算机网络是由资源使用节点(用户个人计算机)和资源提供节点互连构成的。通常将用户感受到的计算机网络称作计算机的资源子网;而用户不可知的实现资源从提供方正确传输到使用方的那些线路和设备构成的集合,就被称作为通信子网。通信子网完成了信息的快速、正确的传输。整个通信子网可以看作为资源子网的一个核心节点,如图 1-3 所示。

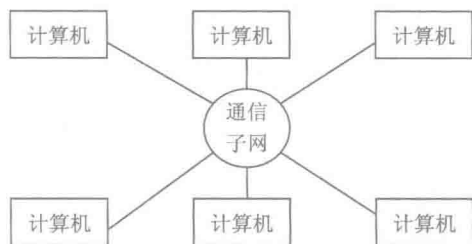


图 1-3 资源子网示意图

由图 1-3 可知,资源子网实际上是把通信子网当作一个核心节点时的整个计算机网络。任何计算机网络都可简单表示为图 1-3 的形式,通常通信子网用一个云图(任意多边形)来表示。

正因为通信子网的存在,计算机资源子网的构成才变得简单,且资源子网的节点构成也变得简单,只要一个自主计算机系统外加一个连接通信子网的硬件接口即可。

因此,计算机网络的整个复杂部分集中在通信子网内,也正因为如此,有时将计算机网络课程视作计算机网络通信课程(简称为网络通信)。

通信子网虽然复杂,但其功能却十分简单,就是实现信息快速、准确地传输。资源子网虽然组成简单,但其功能却十分复杂,资源子网要实现对资源的采集、存储并安全合理地使用,以及提供丰富多彩的使用方式和表现方式。

通信子网的复杂表现在通信子网的多样性上,通信子网的多样性是由通信子网的不同节点类型和节点的不同连接方式,以及传输线路所用的不同传输介质所形成的。

通信子网的节点类型有信号中继节点、接入节点、交换节点、路由节点、复接节点和安全防范节点。

通信子网的传输介质类型有有线介质和无线介质。有线介质又分为电缆和光缆。无线介质又分为无线电波、微波、红外线等。

通信子网的硬件就是作为各种节点的专用计算机和其接口电路以及传输介质,软件就是安装于节点计算机上的嵌入式操作系统软件和各种不同功能的协议软件。

计算机网络的组成可以从两个角度进行描述,一个角度是计算机网络是由资源子网和通信子网组成的,其描述如图 1-4 所示。

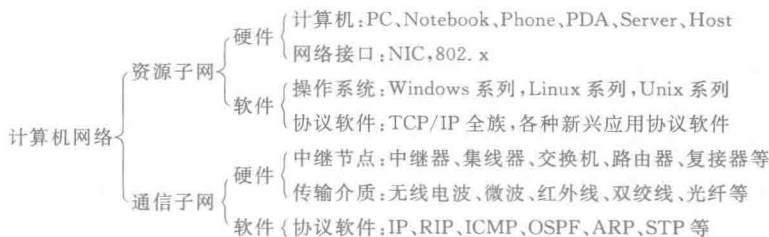


图 1-4 计算机网络的资源子网和通信子网

要说明的是,通信子网的节点虽然也是自主计算机系统,但它与资源子网节点的自主计算机系统不同,资源子网节点的自主计算机系统多是通用计算机系统,脱离网络后可做任何其他用途。

通信子网节点的自主计算机系统一般都是嵌入式计算机系统,多为专门用途,虽然可以自由加入和离开网络,但它离开网络后只可以在别处继续担当它原来的作用,不能用作其他用途。

探讨计算机网络组成的另一个角度就是把计算机网络看成是由计算机网络硬件和计算机网络软件组成的,其描述如图 1-5 所示。



图 1-5 计算机网络的硬件和软件

计算机网络在最初的学科归类时,是把它放在计算机应用科目下的。即将计算机网络看作是一个大型计算机应用系统。像所有计算机应用系统的构成一样,计算机网络的构成也可分为硬件和软件两大部分。只是无论是网络硬件还是网络软件,都是地理上分散的,这是计算机网络构成特点之一。从整个网络来看,计算机网络的硬件包括三大部分:端节点系统设备、转接节点系统设备和通信线路。

计算机网络的端节点(End)是指那些构成计算机资源子网的节点。端节点硬件系统包括三个组成部分:主机(Host)、网卡(Network Interface Card)和调制解调器(Modem)。其中主机指各种类型的计算机,它们可以是提供各种共享资源的服务器,或者使用资源的各种个人计算机(PC)、个人数字助理(PDA)以及其他各种数字终端装置。网卡有各种不同规格总线的网卡,如 ISA 网卡、PCI 网卡、PCMCIA 网卡、USB 网卡、无线网卡等;也有支持各种不同网络协议的网卡,如 Ethernet 网卡、Token Ring 网卡、FDDI 网卡等。调制解调器是将端节点接入远程通信网的通信设备,有插入计算机主机内扩展总线的内部调制解调器,也有外接专门电源供电通过标准 RS-232 串口接入的外置调制解调器;还有支持各种宽带接入技术的宽带调制解调器,如 ADSL 调制解调器、ISDN 调制解调器等。

计算机网络的转接节点是指那些构成计算机通信子网的节点。转接节点系统设备是计算机网络硬件系统中的基础设备,是构成通信子网的基础。包括中继器(Relay)、网桥

(Bridge)、集线器(HUB)、网关(Gate)、路由器(Router)、交换机(Switch)、通信处理机(Communication Computer)及各种复接器(Mux)等。其中中继器是为了延长网络传输距离而接入网络线路中的信号整形放大装置,在局域网中,由于功能单一,已被集线器所淘汰。网桥是连接两个网段的装置,具有隔离网段和查找网段内端节点的功能。网桥可以简单地认为是两个或多个网络之间的链路。网桥处理从一个 LAN 到另一个 LAN 的数据报路由。网桥能同时处理许多 LAN,但是它们必须使用相同的协议。也就是说网桥是具有相同网络协议的网络间的连接设备。集线器最初是个多端口的中继器,现在发展为具有中继功能、自动隔离故障节点功能以及级联拓展网络节点数量规模的多功能联网装置,有独立式、堆叠式、模块式、智能式等类型。网关是连接不同类型网络的装置,所谓不同类型网络是指采用了不同网络协议的两个网络,所以网关是具有协议转换功能的联网设备。网关能在许多不同的协议之间进行翻译,网关常常同时为多于 2 个的协议服务。有的网络系统也通过网关进行文件格式转换或处理加密解密等。路由器是连接多个网络的装置,具有路径选择功能,它们的功能是把报文转发到目的地。路由器在网络级的操作可以多一些也可以少一些。目前的路由器多将网桥、网关、路由的功能集于一体。交换机是为了增加网络传输带宽,采用交换方式连接不同节点、不同网段、不同网络的装置,可具有中继、网桥、网关、路由等功能。由于交换机功能强大,速度快,所以是目前应用较多,并逐渐取代传统联网设备的新型联网设备。通信处理机是具有网络管理职能的通信子网中的节点设备,多用于上层主干网络的节点上。

通信线路即传输介质(Physical Media)包括有线介质和无线介质。有线介质有同轴电缆、双绞线、光纤等。无线介质有无线电波、微波、红外线等。

计算机网络软件是计算机网络功能的最终实现者。按其存在形式来分,可分为网络操作系统、交换和路由软件以及网络应用软件三大类。其中网络操作系统是运行于资源子网节点计算机上的那些提供和管理共享资源的软件,目前比较流行的有 Unix 及类 Unix 系统、Windows NT 系统和 Novell NetWare 系统。交换和路由软件则由各交换机路由器的生产厂家给出,用来实现各种交换和路由功能,目前比较流行的有 Cisco 系统、3Com 系统及国内的华为、中兴和大唐等兼容系统。网络应用软件是计算机网络软件中最丰富、最庞大的软件群,而且随着网络应用的发展变化,它将不断地推陈出新。比较典型的应用软件有:浏览器软件、电子邮件软件、文件传输软件、BBS 软件、网络管理软件等。

1.4 计算机网络的分类

计算机网络的分类是根据网络的差异性,从不同角度认识计算机网络。

从资源共享的观点看,计算机网络可分为专用网络和通用网络。专用网络是指专门资源的共享,通常是各个行业自我建设的专用网络,如远程医疗网络、银行网络、海关网络、国家统计局系统网络等。通用网络是可以共享任意资源的网络,最典型的就是因特网,即世界范围内的互联网。有时专用网络也可通过通用网络实现。

除了上述分类角度以外,下面的计算机网络分类实际上都是基于计算机通信子网的分类,即根据通信子网中的差异性对计算机网络进行的划分。

(1) 根据网络中数据传输的交换技术进行分类。

网络的设计者常常根据网络所使用的交换技术将网络分为电路交换网、报文交换网、分组交换网、帧中继网和 ATM 网等。

(2) 根据网络中节点互连形成几何形状——拓扑结构进行分类。

根据网络中自主计算机之间互连的拓扑形式,可把计算机网络分为星型网、树形网、总线型网、环形网、网状网和混合网等。

(3) 根据网络的控制方式进行分类。

这是网络的管理者非常关心的网络控制方式。按网络的控制方式划分,可以分为集中式网络、分散式网络和分布式网络。

(4) 根据网络的作用范围进行分类。

很多情况下人们经常从网络的作用地域范围对网络进行分类。

① 广域网 WAN(Wide Area Network),作用范围通常为几十到几千千米。广域网有时也称为远程网。

② 局域网 LAN(Local Area Network),一般用微型计算机通过高速通信线路相连,但在地理上则局限在较小的范围(如 1 km 或几千米),一般是一幢楼房或一个单位内部。

③ 城域网或市域网 MAN(Metropolitan Area Network),其作用范围在广域网和局域网之间,例如作用范围是一个城市,其作用距离为 5~50 km。

(5) 根据网络的介质访问控制方式进行分类。

在局域网中,常根据对介质的访问控制方式分为以太网(Ethernet)、令牌网(Token Ring)和令牌总线网(Token Bus)等。

(6) 根据网络的操作系统或采用的网络协议进行分类。

使用中,为了强调网络管理方面的特点或通信方面的特点,按网络使用的操作系统或通信协议来分类网络,如 Novell 网络、Windows NT 网络和 TCP/IP 网络等。

其他网络的分类方法。例如从网络的使用环境可以分为企业网、校园网等;从网络的带宽和传输能力可分为窄带网和宽带网(多媒体网)等。

不同的网络分类,帮助我们从不同角度认识和理解网络,使得我们对网络的构成与机理能够更全面地把握。在以上众多的分类中,根据网络的作用范围进行分类的方法,是我们讨论分析网络技术时最常用的方法。这是因为用这种方法分类的三种类型的网络,包含了全部各种网络,其他网络分类方法常常与这种方法密切相关,用其他方法分类的网络都可归属于这三种类型网络中。局域网、广域网和城域网虽然字面上看只是从网络的作用范围来分类的,但由于作用范围的差别,使得网络中采用的各种技术差别很大。这些不同技术的应用正是作用范围的不同所要求的,所以作用范围成了分类网络的最常用的依据。

有一种称之为“企业内部网”,简称为“企业网”或“内部网”(Intranet)的网络,它是集 LAN、WAN 和数据服务为一体的一种网络。它采用 Internet 的相关技术将基于计算机的基础网络结构与各个用户连接起来,从而建立起企业内部网络。它基于 TCP/IP 通信协议和 WWW 技术规范,集成各类已有系统。它是一个开放、分布、动态的双向信息交流环境,是对现有网络平台、应用技术和信息资源的重组与集成。

Intranet 的主要用途有 3 个:一是企业信息内容的发布,如电话目录、员工手册、技术文件等;二是提供以交易为目的的解决方案,如与采购单、EDI 相结合;三是建立公司内部“社区”,经由讨论组、布告栏或谈话软件,让企业内部充分沟通,提高生产力及创造力。

Intranet 有许多优点,例如简单易用、用户培训负担轻;系统建立容易,规模小的系统甚至数天即可完成;系统建立成本低;标准化程度高,容易集成各类信息系统等。Intranet 是一种网络化的管理信息系统(MIS)。

1.5 计算机网络的体系结构

网络的作用只有一个,就是使分散在不同地理位置的各种信息资源能为分散在不同地理位置各个不同用户安全合理地共享使用。而要实现这一最终目标,构成网络的各个组成部分必须能够合作完成下面的一系列功能。

(1) 将用户所在节点和资源所在节点物理上连接起来,并能实现信号的传递和沟通。

(2) 当信息表示成数据,而数据又转化为信号在节点中进行传输时,应能保证收发节点间的数据的一致,即保证数据在节点间传输的可靠性。

(3) 在用户所在节点和资源所在节点之间有多个连接线路的情况下,应能找到一条最佳的路径。为了寻找路径,必须对节点和路径进行科学标识,以便作为寻找路径的依据并对路径进行描述。

(4) 如果发送数据的节点和接收数据的节点的发送速率和接收速率是不一致的,应能调整发送或接收速率,使收发速率一致。

(5) 如果信息数据在传输的过程中出现了错误但没有在传输的过程中被发现,信息数据到达目的端后应还能被发现和处理,以保证最终用户得到的信息数据是可信赖的。

(6) 当用户所在节点和资源所在节点都是多用户进程的自主计算机系统时,应能识别信息是哪个用户进程发送的,以及该信息应由哪个用户进程接收,为此必须对用户进程进行科学标识,以便识别收发信息数据的进程。

(7) 用户对收到的信息数据的理解应和信息资源节点送出的信息数据所表达的原意一致,并能正确再现信息数据所表达的信息。

上述 7 项功能是网络必须实现的功能,任一项功能的缺失,都会使通过网络实现异地用户对异地资源的正确共享成为不可能。分析这 7 项功能我们可以发现它们之间存在一定的依赖关系。

功能一是所有其他功能实现的前提,没有节点物理上的沟通,就没有数据的传输,也没有以后各项功能的需求和实现,所以它是整个网络功能实现的基础。

功能二是其他功能的前提保障,因为没有数据逐点的正确传输,也就没有其他信息的正确传输,路径的描述和选择的正确与否,进程的描述和选择的正确与否,都将是不可保障的,所以功能二是它以后各项功能实现的基础。

功能三是在存在多条路径的前提下,进行正确路径选择的功能。显然它是将数据从源方正确送达宿方的前提,只有路径对了,数据的传输才不会送错,用户对数据的最终接收和识别功能才可以展开,所以功能三又是它以后各项功能实现的前提。要说明的是,如果在信源和信宿之间只存在一条路径,则该项功能是不需要的。

功能四是它以后各项功能实现的保证,因为只有确认到达信宿节点的数据,最终是正确的,以后其他各项功能处理才有意义。功能四被称为数据可靠性的最后保障,也称为端到端的可靠性措施。

功能五是当信源和信宿之间收发速率不一致时所必需的功能,否则快速发自信源的信息数据由于到达慢速接收的信宿时,不能被及时处理,而被不断地丢弃。

功能六是当信源和信宿都是多用户进程的自主计算机系统时必需的功能。而现在的计算机系统几乎都是多用户系统,所以这是现在的网络必须具有的进程标识和识别功能。即正确到达信宿节点的信息必须由正确的用户进程接收,才可能被正确地再现。

功能七是网络资源实现正确共享的最后一道功能,它要求信息资源的收发进程,应具有一致的信息识别能力。但其实现的前提是上述各项功能的正确实现,即它是在前述各项功能完整无误实现的基础上才能实现。

上述各项功能的依赖关系,可用层次关系来描述。必须先实现的功能,被称作为下层功能,而依赖于其他功能实现自己才可实现的功能称作上层功能。上层功能依赖下层功能,下层功能是为上层功能的实现而服务的。

如果上述功能,每个功能被称作一个层次,则整个网络就被划分为 7 层功能。这就是网络层次概念的由来。所谓计算机网络的层次是完全人为定义的用于描述网络功能的抽象概念,没有任何物理意义。这种层次的定义,以及相邻层次间的依赖和服务关系被称作为计算机网络的层次结构,它的实质是计算机网络的功能结构。

网络的功能划分并不是唯一的,因而网络的层次也不是唯一的。上述 7 项功能可以对某项功能进一步分解,也可将相邻功能进行合并,从而得出网络更多的层次结构或更少的层次结构。

那么这 7 项功能如何实现呢?从前面所述的现代网络的组成中我们可以知道,它是通过组成网络的软硬件共同合作完成的。针对每层功能需求,分别设计一个实现该层功能的硬件电路或软件程序,而每种功能电路和功能软件,都一定是成对的,分别实现于信息数据的源节点和宿节点。

为了使得上述功能可以在任意源节点和宿节点间实现,就要为每个功能制定统一的描述,这个可为任意源节点和宿节点合作实现的统一的功能描述,就称为网络体系结构规范。网络体系结构规范是对网络功能的标准化描述。由于这个规范是任意双方共同遵守的,所以也称为功能协议。

功能协议只规定了某层功能要求,并没有规定它实现的具体方法,所以功能协议本身只具有指导意义,而具体实现电路或程序,则可“八仙过海,各显神通”,设计者可以自由选择,自由设计。

因此现实中的各种网络协议,是网络功能协议的实现协议。每一种网络协议都对应一种网络功能的实现。网络协议主要由 3 个要素组成:语义、语法和规则。语义:协议元素的定义;语法:协议元素的结构与格式;规则(时序):协议事件执行顺序。

由于网络协议一定是作用于不在同一个节点位置的两个对等实体的,也就是说其作用过程是建立在通信的基础上的,所以网络协议又被称作通信协议。所谓对等实体就是作用相同、过程对应的两个异地程序或异地硬件电路。

1.5.1 开放系统互连参考模型(OSI/RM)

网络协议是随网络的诞生而产生的。因此网络发展到今,网络中各种协议很多,且名目繁杂。现存网络中的各种协议大都由开发网络软硬件产品的公司提出并制定。为了规范网络产品的开发,统一标准,国际标准化组织(ISO)于 20 世纪 80 年代初提出了计算机网络开