

第 1 章 计算机网络概述



本章主要介绍计算机网络的概念、发展、应用、功能与分类，以及 Internet 的组成与应用。学习本章，要重点理解计算机网络的概念、应用、功能、分类方法；了解计算机网络的发展历程和趋势；了解 Internet 的组成与典型应用。



- 计算机网络的概念、发展、应用。
- 计算机网络的功能与分类。
- Internet 的组成与典型应用。

1.1 计算机网络的概念与发展

从 20 世纪 80 年代末开始，计算机网络进入新的发展阶段，光纤通信被应用于计算机网络；90 年代至 21 世纪初，计算机网络进入高速发展时期，Internet 的广泛应用推动了计算机网络向更高层次的发展；进入 21 世纪，计算机网络的发展趋势向着综合化、宽带化、智能化和个性化的方向发展。

1.1.1 计算机网络的概念

计算机网络是现代通信技术与计算机技术相结合的产物，对“计算机网络”概念的定义，在不同时期从不同角度出发有各种不同的理解。从应用角度出发，计算机网络被定义为“以相互共享（硬件、软件和数据）资源的方式连接起来，且各自具有独立功能的计算机系统的集合”。从物理结构角度出发，计算机网络是“利用通信设备和线路将地理位置不同、功能独立的多个计算机系统互连起来，以功能完善的网络软件（即网络通信协议、信息交换方式及网络操作系统等）实现网络中资源共享和信息传递的系统”。从用户角度出发，计算机网络是“存在着一个能为用户自动管理的网络操作系统，而整个网络像一个大的计算机系统一样，对用户是透明的”。

人们对计算机网络的精确定义并未统一，目前关于计算机网络比较好的定义是：计算机网络主要由一些通用的、可编程的硬件互连而成，这些可编程的硬件不只专门用来实现某一特定目的，除了传输数据或视频信号，还能够用来传输多种不同类型的数据，并能支持广泛的、日益增长的应用。

该定义说明：

- (1) 计算机网络所连接的硬件，并不局限于一般的计算机，而是包括了智能手机。

(2) 计算机网络并非专门用来传输数据，还能够支持多种应用（包括今后可能出现的各种应用）。

需要注意的是，“可编程的硬件”指包含中央处理器的硬件。

计算机网络起初是用来传输数据的，但随着网络技术的发展，其应用范围不断增大，不仅能够传输音频和视频文件，而且应用的范围已经远远超过一般通信的范畴。

1.1.2 计算机网络的产生和发展

计算机网络的发展过程大致可以分为下述 5 个阶段。

1. 面向终端的计算机通信网

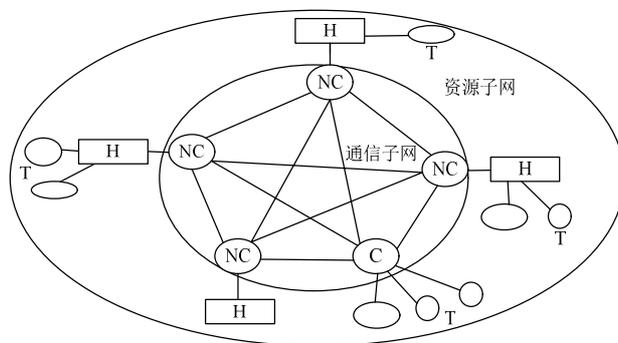
早期，计算机技术与通信技术并没有直接的联系，但随着工业、商业与军事部门使用计算机的深化，他们迫切需要将分散在不同地方的数据进行集中处理。为此，1954 年人们制造了一种被称为收发器的终端设备，这种终端设备能够将穿孔卡片上的数据通过电话线路发送到远地的计算机。这种“终端设备—通信线路—计算机”的系统就是计算机网络的雏形。其特点是：计算机是网络的中心和控制者，终端设备围绕中心计算机分布在不同地理位置，各终端设备通过通信线路共享主机的硬件资源和软件资源，计算机的主要任务是进行批处理。20 世纪 60 年代出现的分时操作系统使主机具有交互式处理和批量处理的能力。

2. 分组交换网的出现

随着计算机应用的发展，人们希望将分布在不同地点的计算机通过通信线路互连成计算机—计算机网络。这一阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划署于 1969 年 12 月投入运行的 ARPANET（阿帕网），该网络是一个典型的以实现资源共享为目的的具有通信功能的多机系统，其核心通信技术是分组交换技术，它为计算机网络的发展奠定了基础。

ARPANET 的实验成功使计算机网络的概念发生了根本的变化，计算机网络完成数据处理与数据通信两大基本功能，结构上分成两个部分：负责数据处理的计算机与终端；负责数据通信的通信控制处理机与通信线路。网络共享采用排队方式，即由节点的分组交换机负责分组的存储转发和路由选择，并动态分配用户通信的传输带宽，从而大大提高了通信线路的利用率，适合突发式的计算机数据传输。

这一阶段，在计算机通信网络的基础上完成了网络体系结构与协议的研究，形成了计算机网络，其逻辑结构如图 1-1 所示。



H—主机；T—终端或客户机；NC—通信处理机；C—通信设备

图 1-1 计算机网络的逻辑结构

3. 计算机网络体系结构的形成

随着计算机网络技术的发展和广泛应用,人们对计算机网络的技术、方法和理论的研究日趋成熟。但计算机网络是一个非常复杂的系统,相互通信的计算机系统必须高度协调工作。而这种“协调”是相当复杂的,为了更好地解决设计复杂性,早在最初的 ARPANET 设计时就提出了“分层”的方法,即将庞大而复杂的问题转化为若干个比较易于研究和处理的较小的局部问题。典型地,1974年 IBM 公司宣布了它按照分层的方法制定的系统网络体系结构(System Network Architecture, SNA)。

为了使不同体系结构的计算机网络都能互联,国际标准化组织(ISO)提出了一个能使各种计算机在世界范围内互联成网的标准框架——开放系统互连参考模型(Open System Interconnection Reference Model, OSI/RM)。只要遵循 OSI 标准,一个系统就可以和位于世界上任何地方的遵循同一标准的其他任何系统进行通信。

从此开始了第三代计算机网络。这个阶段,产生了开放系统互连参考模型与协议,促进了符合国际标准的计算机网络技术的发展。

4. 高速网络阶段

该阶段计算机网络采用高速数据通信技术、综合业务数字网、多媒体和智能网络等技术,具有高速、支持多媒体应用等特点,计算机网络得到了广泛而深入的应用。

该阶段互联网络技术迅猛发展,主要表现在以下几个方面:

(1) TCP/IP 体系结构已在 Internet 上获得极大的成功。随着 IP 电话、视频会议、视频广播、无线通信等技术的日趋成熟和在 Internet 上的广泛应用, TCP/IP 体系结构已成为全球的网络技术标准。高速计算机网络技术中, IP 协议下的网络互连技术仍是研究重点, Ethernet、IP over SDH/SONET、IP over WDM/DWDM 等高速计算机网络互连技术得到深入研究、开发和广泛使用。

(2) 光通信已经得到长足发展。波分复用(WDM)技术和密集波分复用(DWDM)技术的出现使光传输的速度大大加快。全光网络的研究与应用得到深入发展,例如光通信已经达到 $160 \times 10\text{GHz}$ 的带宽水平,这足以支持吉比特乃至太比特网络传输的需求。

(3) 路由交换速率提高。以前网络路由器的路由功能大多用软件来实现,影响了其性能。第三层交换技术的发展使高速路由不再成为网络互连的瓶颈。用在广域主干网的高速交换式路由器(Switch Router)的吞吐量已经达到 100Mb/s 以上,主要用在城域网或局域网的高速路由交换机(Routing Switch)的吞吐量已经达到 2000Mb/s 以上。

(4) Ethernet 技术成熟,工业标准已形成,其产品 in 局域网领域已得到广泛应用;在广域网领域已经实现了几十千米以上的点到点高速传输,成为与 IP over SDN/SONET 竞争的技术。

(5) 产业界采用的协议和技术规范与国际标准接近统一。目前推出的高速路由/交换产品一般都严格遵从国际标准和规范,对于尚未达成标准的也都遵从 Internet 协议标准。这就基本保证了目前各种高速计算机网络产品之间的良好互操作性。

5. 下一代互联网

第一代互联网使用的是 IPv4 (互联网通信协议第四版), IPv4 提供 32 位地址编码,能够提供的 IP 地址为 2^{32} (约 43 亿) 个, 2011 年 IPv4 地址已分配殆尽。下一代互联网的核心为 IPv6, 它提供 128 位地址编码,能够提供的 IP 地址为 2^{128} 个。地址资源极为丰富,有人比喻,世界上的每一粒沙子都会有一个 IP 地址。下一代互联网是一个建立在 IP 技术基础上的新型公

共网络,能够容纳各种形式的信息,在统一的管理平台下实现音频、视频、数据信号的传输和管理,提供各种宽带应用和传统电信业务,是一个真正实现宽带窄带一体化、有线无线一体化、有源无源一体化、传输接入一体化的综合业务网络。

2004年,由清华大学等25所高校承担建设的我国第一个下一代互联网CNGI-CERNET2建成。CNGI-CERNET2主干网以2.5~10GHz的带宽连接了我国20个城市的25个核心节点,传输速度达到2.5~10Gb/s。在CNGI-CERNET2的建设中,我国开创性地建成了世界上第一个纯IPv6网,加速了世界下一代互联网发展的步伐;开创性地提出了IPv6源地址认证,为下一代互联网的安全应用研究奠定了基础;支持“IPv4 over IPv6”的过渡技术方案,为第一代互联网与第二代互联网的过渡提供了重要解决方案。另外,首次在全国主干网中大规模使用国产IPv6路由器,为CNGI-CERNET2的建设提供了重要的试验环境及平台,加速了我国在IPv6核心路由器技术上的发展和成熟,彻底摆脱了我国在互联网建设上对国外技术的依赖,具有重要的战略意义。

美国从1996年开始进行下一代高速互联网及其关键技术的研究。美国科学基金会设立了“下一代Internet研究计划(NGI)”,支持大学和科研单位建立高速网络试验床(very High Speed Backbone Network Service, vBNS),进行高速计算机网络及其应用的研究。1998年美国100多所大学联合成立UCAID(University Corporation for Advanced Internet Development),从事Internet2研究计划。UCAID建设了另一个独立的高速网络试验床Abilene,并于1999年1月开始提供服务。

英国、德国、法国、日本、加拿大等发达国家目前除了拥有政府投资建设和运行的大规模教育和科研网络,也都建立了研究高速计算机网络及其典型应用技术的高速网络试验床。

超高速的光通信技术、高速无线通信技术、光计算和生物计算技术的研究进展将使计算机互联网络技术产生新的飞跃,从而导致目前的网络环境和应用方式发生巨大变化,朝着“更大、更快、更安全、更及时、更方便”的方向发展。信息社会和正在逐渐形成的全球化知识经济形态对计算机互联网络提出了新的要求,需要人们对计算机的功能结构做出新的思考,构造出新的高速计算机互联网络功能模型、协议体系结构和一系列新型的关键协议和单元技术理论。新一代的高速计算机网络体系结构应该是安全的,具有主动性、适应性、可扩展性和服务的可集成性等特征。新的高速计算机互联网络理论和方法将突破传统理论的限制,能够处理在规模和复杂性发生量级变化时的网络信息交换问题和网络安全问题。

1.1.3 计算机网络的应用

现代计算机网络提供了资源共享和信息交换等功能,具有高可靠性、高性能、低价格和易扩充等优点,在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、商业、国防、科学研究各个领域、各个行业获得了广泛的应用。计算机网络的应用主要包括下述几个方面。

1. 企业信息网络

企业信息网络是指专门用于企业内部信息管理的计算机网络,它一般为一个企业所专用,覆盖企业生产、经营、管理的各个部门,在整个企业范围内提供硬件、软件和信息资源的共享。

2. 联机事务处理

联机事务处理是指利用计算机网络将分布于不同地理位置的业务处理计算机设备或网络与业务管理中心网络连接,以便于在任何一个网络节点上都可以进行统一、实时的业务处理活

动或客户服务。

3. POS 系统

销售时点信息 (Point Of Sales, POS) 系统是基于计算机网络的商业企业管理信息系统, 它将柜台上用于收款结算的商业收款机与计算机系统联成网络, 对商品交易提供实时的综合信息管理和服务。

4. 电子邮件系统

电子邮件系统是在计算机及计算机网络的数据处理、存储和传输等功能基础之上构造的一种非实时通信系统。目前, 电子邮政有替代传统信件投递系统的趋势, 成为人们广泛应用的非实时通信手段。

5. 电子数据交换系统

国际标准化组织将电子数据交换系统 (Electronic Data Interchange, EDI) 描述成“将贸易 (商业) 或行政事务处理按照一个公认的标准变成结构化的事务处理或信息数据格式, 从计算机到计算机的电子传输”。它将商贸业务中的贸易、运输、金融、海关和保险等相关业务信息, 用国际公认的标准格式, 通过计算机网络, 按照协议在贸易合作者的计算机系统之间快速传递, 完成以贸易为中心的业务处理过程。

6. 联机会议

人们使用 PC 机或终端通过计算机网络参加会议, 使其能随时、随地 (无须聚集在一起) 一起制订计划、讨论解决问题。这种工作模式无须与会人员的长途奔波, 充分节省了企业资金、资源, 使会议更加灵活、及时。

7. 访问远程数据库

通过访问远程数据库, 人们在家里就能向世界上的任何地方预订机票、车票等, 向旅馆、饭店、影剧院等订座。国内许多大的图书馆都设有国际联机检索服务, 利用该服务人们可以查询到一个具体课题目前所有的研究论文。另外, 人们也可以在家里阅读电子报纸等。

综上所述, 计算机网络的应用已经深入社会的各个方面。中国互联网络信息中心 (CNNIC) 2023 年 3 月 2 日发布的《第 51 次中国互联网络发展状况统计报告》显示, 截至 2022 年 12 月, 我国网民人数达到了 10.67 亿, 互联网普及率达 75.6%, 我国域名总数达 3440 万个, IPv6 地址数量达 67369 块/32, 可有力支撑下一代互联网规模部署。

报告同时显示, 截至 2022 年 12 月, 短视频用户规模首次突破十亿, 用户使用率高达 94.8%。2018—2022 五年间, 短视频用户规模从 6.48 亿增长至 10.12 亿, 年新增用户均在 6000 万以上, 其中 2019 年和 2020 年, 受技术、平台发展策略等多重因素的影响, 年新增用户均在 1 亿以上。同时, 用户使用率从 78.2% 增长至 94.8%, 增长了 16.6 个百分点, 与第一大互联网应用 (即时通信) 使用率间的差距由 17.4 个百分点缩小至 2.4 个百分点。

1.2 计算机网络的功能与分类

1.2.1 计算机网络的功能

计算机网络的功能主要包括数据通信、资源共享、提高系统的可靠性、分布处理、分散数据的综合处理等。

1. 数据通信

计算机网络是现代通信技术和计算机技术结合的产物,数据通信是计算机网络最基本的功能,实现各计算机之间快速可靠地互相传输数据、进行信息处理,如传真、电子邮件(E-mail)、电子数据交换(EDI)、电子公告牌(BBS)、远程登录(Telnet)与信息浏览等通信服务。同时利用这一功能可以实现将分散在各个地区的单位或部门使用的计算机网络联系起来,实现信息通信交换,并进行统一的资源调配、控制和管理。

2. 资源共享

资源共享是计算机网络的主要目的,让网络上的用户,无论处于何处,也无论资源的物理位置在哪里,都能使用网络中的程序、设备,尤其是数据。也就是说,用户使用千里之外的数据就像使用本地数据一样。

资源共享包括共享计算机系统的硬件、软件和数据资源 3 个部分。

(1) 硬件资源的共享。共享硬件资源是共享其他资源的基础,共享的硬件资源包括高速打印机、大型绘图仪、高速处理器、大容量存储设备和昂贵的专用外部设备等。

(2) 软件资源的共享。共享的软件资源包括各种语言处理程序、服务程序、应用程序和网络软件。例如昂贵的计算机辅助设计软件 CAD 可以安装在网络服务器上(支持多用户版本)供大家使用,而无须每台计算机上安装一个软件副本。

(3) 数据资源的共享。共享的数据资源包括各种数据库、数据文件等,如电子图书库、成绩库、档案库、新闻、科技动态等,这些都可以放在网络数据库或文件里供大家查询使用。

3. 提高系统的可靠性

通过计算机网络系统,可以将大的、复杂的任务分别交给几台计算机处理,当网络中的某一处理机发生故障时,可通过其他路径传输信息或转到其他系统中代为处理,以保证整个系统的正常运转,即不因局部故障而导致系统瘫痪,依靠可替代的资源来提高系统可靠性。例如,集群服务器通过网络连接在一起,可以提供高可靠性。这在军事、银行、航空、公安、税收等领域具有极为重要的应用价值。

4. 分布处理

分布处理是指把同一任务分配到网络中地理上分布的节点机上协同完成。一方面,对于综合性的大型复杂问题可采用合适的算法,将任务分散到网络中不同的计算机上去执行,各计算机协同完成各种处理任务,这种协同工作、并行处理要比单独购置高性能的大型计算机经济。另一方面,当网络内某一计算机负载过重时,通过网络调度可将任务转给其他较空闲的计算机去处理,从而达到均衡使用网络资源,实现分布处理的目的。分布处理的典型应用包括网格计算、应用负载均衡等。

5. 分散数据的综合处理

网络系统可有效地将分散在各地的计算机中的数据信息收集起来,从而达到对分散数据进行综合分析处理,并把分析结果反馈给相关的各计算机的目的。

1.2.2 计算机网络的分类

计算机网络可以按不同标准进行分类,从不同的角度观察、划分网络系统有利于全面了解网络系统的特性。通常按网络覆盖的地理范围、传输介质和网络的使用者对计算机网络进行分类。

1. 按网络覆盖的地理范围分类

根据计算机网络所覆盖的地理范围、信息的传递速率及其应用目的，计算机网络可以分为个人局域网、局域网、城域网、广域网。

(1) 个人局域网 (Personal Area Network, PAN)。个人局域网就是在个人工作的地方把属于个人使用的电子设备 (如便携式计算机、平板电脑、便携式打印机等) 用无线技术连接起来的自组网络, 因此也常称为无线个人局域网 (Wireless PAN, WPAN), 其范围很小, 大约在 10m。WPAN 可以是一个人使用, 也可以是若干人共同使用, 这些电子设备可以很方便地进行通信, 就像用普通电缆连接一样。但 WPAN 和 PAN 并不完全等同, 因为 PAN 不一定是使用无线连接的。

(2) 局域网 (Local Area Network, LAN)。局域网是指在有限的地理区域内构成的规模相对较小的计算机网络, 一般用微型计算机或工作站通过高速通信线路相连 (速率通常在 10Mb/s 以上), 但地理上则局限在较小的范围 (如 1km 左右)。局域网常被用于连接公司办公室、中小企业、政府机关或一个校园内分散的计算机和工作站。在局域网发展的初期, 一个学校或工厂往往只拥有一个局域网, 但现在局域网已被广泛地使用, 学校或企业大都拥有多个互连的局域网 (这样的网络常称为校园网或企业网)。

(3) 城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)。城域网可以理解作为一种大型的 LAN, 通常使用与 LAN 相似的技术, 但是传输介质和布线结构更复杂。其覆盖范围为一个城市或地区, 距离在几十千米到几百千米。城域网中可以包含若干个彼此互连的局域网, 每个局域网可以有自己独立的功能, 可以采用不同的系统硬件、软件和通信传输介质。城域网使不同类型的局域网之间能有效地共享信息资源。城域网多采用光纤或微波作为传输介质, 可以支持数据和多媒体应用。当前城域网的一个重要用途是用作骨干网, 通过它可以位于同一城市内不同地点的主机、数据库以及 LAN 等互相连接起来, 例如一个多校区大学可以通过城域网 (运营商提供的) 将多个校区连接起来。

(4) 广域网 (Wide Area Network, WAN)。广域网又称远程网, 其覆盖的地理范围非常大, 是一种跨越城市、国家的网络。广域网常常借用传统的公共传输网进行通信, 可以把众多的城域网、局域网连接起来。目前, 很多全国性的计算机网络就属于这类网络, 如中国邮电电信总局的 CHINANET (中国公网)、教育部的 CERNET (中国科研教育网)、中国科学院的 NCFC (科技网) 和电子部的 CHINAGBN (经济网) 等。广域网联网结构如图 1-2 所示。

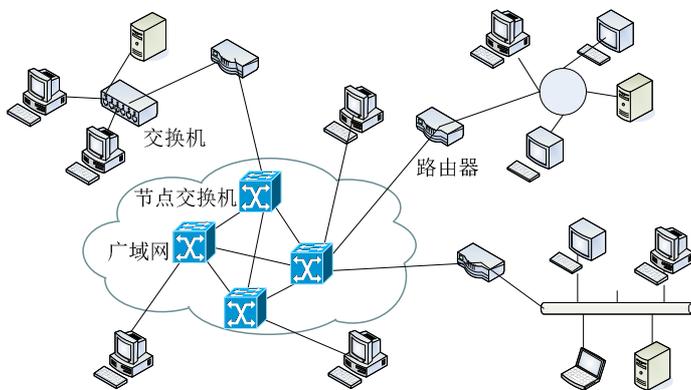


图 1-2 广域网联网结构

2. 按传输介质分类

根据采用传输介质的不同，计算机网络可分为两种：有线网络和无线网络。

(1) 有线网络。传输介质采用有线介质连接的网络称为有线网络。常用的有线介质包括双绞线、同轴电缆和光导纤维，具体内容可以参见第4章。

(2) 无线网络。采用无线介质连接的网络称为无线网络，典型的无线介质有以下几种：

1) 微波通信。微波通信是使用波长在 $0.1\text{mm}\sim 1\text{m}$ 之间的电磁波——微波进行的通信。当两点间的直线距离内无障碍时就可以使用微波通信，它具有容量大、质量好、传输距离远、抗灾性能好等特点，普遍用于各种专用通信网。微波通信用途广泛，可以用于各种电信业务的传输，如电话、电报、数据、传真、彩色电视等。

2) 卫星通信。卫星通信是地球上（包括陆地、水面和低层大气中）无线电通信站之间利用人造卫星作为中继站而进行的空间微波通信，是地面微波接力通信的继承和发展。微波信号是直线传播的，因此可以把卫星通信看作微波中继通信的一种特例，它只是把中继站放置在空间轨道上。它利用地球同步卫星作中继站来转发微波信号，一个地球同步卫星可以覆盖地球 $1/3$ 以上的表面，3 个地球同步卫星就可以覆盖地球上的全部通信区域。卫星通信具有覆盖区域大、通信距离远、通信质量好、可靠性高、通信频段宽、容量大等优点，是目前远距离越洋电话和电视广播的主要手段。

3) 红外线传输。红外线传输利用发光二极管产生红外光波发送信号，采用光电管接收信号，生活中各种电器所使用的遥控器基本上都是使用红外线进行信号传输的。红外线与微波传输之间的重要差异是前者不能穿透墙壁，但是在微波系统中遭遇的安全和干扰问题这里不再出现。红外线信号在 $10^{12}\sim 10^{14}\text{Hz}$ 的范围内传输，所以能获得较高的数据吞吐量。红外线传输方式分为点到点传输和广播传输。红外线一般局限在很小的区域内，并且要求发送器直接指向接收器；不过红外线相关设备价格相对较便宜，并且不需要天线。

3. 按网络的使用者分类

根据网络使用者的不同，计算机网络可分为两种：公用网和专用网。

(1) 公用网 (Public Network)。公用网指电信公司（国有或私有）出资建造的大型网络，“公用”的意思就是所有愿意按电信公司的规定交纳费用的人都可以使用这种网络，因此公用网也可称为公众网。

(2) 专用网 (Private Network)。专用网指某个部门为满足本单位的特殊业务工作的需要而建造的网络。这种网络不向本单位以外的人提供服务。例如军队、铁路、银行、电力等系统均有本系统的专用网。

计算机网络还有一种常见的分类方法，是按计算机网络的拓扑结构来划分网络的类型，有关内容可以参见 3.1.2 节。

1.3 Internet 的组成与应用

1.3.1 Internet 的组成

Internet 在地理上覆盖了全球，拓扑结构非常复杂，根据其工作方式可划分为两大部分，如图 1-3 所示。

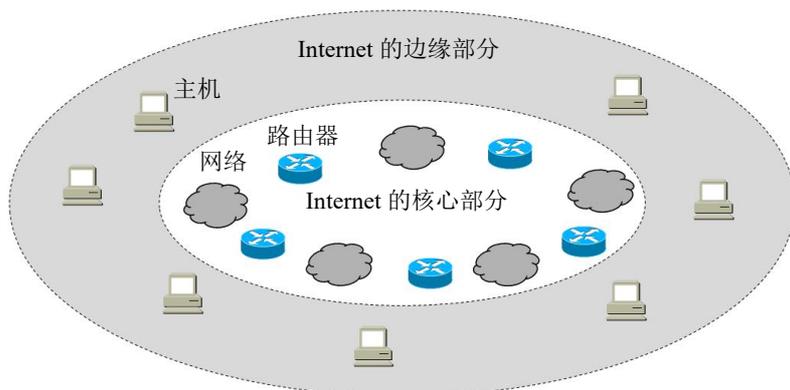


图 1-3 Internet 的组成

1. 边缘部分

Internet 的边缘部分由所有连接在 Internet 上的主机组成，这部分是用户直接使用的，用来进行通信（传输数据、音频、视频）和资源共享。处在 Internet 边缘的部分就是连接在其上的所有主机，这些主机又称端系统。端系统在功能上可能有很大的差别，小的端系统可以是一台普通 PC 和具有上网功能的智能手机，甚至是一个很小的网络摄像头；而大的端系统则可以是一台非常昂贵的大型计算机。端系统的拥有者可以是个人，也可以是单位，还可以是某个网络服务提供商（Internet Service Provider, ISP）。边缘部分利用核心部分所提供的服务使众多主机之间能够互相通信并交换或共享信息。

2. 核心部分

Internet 的核心部分由大量网络和连接这些网络的路由器组成，这部分是为边缘部分提供服务的（提供连通性和交换）。核心部分是 Internet 中最复杂的部分，因为其要向网络边缘中的大量主机提供连通性，使边缘部分中的任何一台主机都能够与其他主机通信。在核心部分起特殊作用的是路由器，它是一种专用计算机。路由器是实现分组交换的构建部分，其任务是转发收到的分组，这是网络核心部分最重要的功能。

1.3.2 Internet 的典型应用

Internet 是一个全球性的计算机互联网络，中文名称为“互联网”“因特网”，它是将不同地区、规模大小不一的网络互相连接而成的。它不仅是全球最大的计算机互联网，更是全球最大的信息资源库。

Internet 实际上是一个应用平台，在它的上面可以开展很多种应用，如电子邮件、远程登录、文件传输、客户机服务器连接、网络电话、网络传真、网络视频会议等。其中最典型的应用有万维网（WWW）、文件传输、电子邮件（E-mail）、远程登录（Telnet）等，下面主要介绍前 3 种应用。

1. 万维网（WWW）应用

WWW（World Wide Web）简称“3W”，有时也称为 Web，中文译名为“万维网”或“环球信息网”等。WWW 最早于 1989 年由欧洲核子研究中心（CERN）研制，目的是让全球范围的科学家利用 Internet 方便地进行通信、信息交流和信息查询。

WWW 是建立在客户机/服务器模型之上的，它以超文本标记语言（Hyper Text Markup

Language, HTML) 和超文本传输协议 (Hyper Text Transfer Protocol, HTTP) 为基础, 提供面向 Internet 服务的、一致用户界面的信息浏览系统。其中 WWW 服务器采用超文本链路来链接信息页, 这些信息页既可放置在同一主机上, 也可放置在不同地理位置的主机上; 链路由统一资源定位器 (Uniform Resource Locator, URL) 维持, WWW 客户端软件 (即浏览器) 负责信息显示和向服务器发送请求。典型的浏览器软件如微软公司的 Internet Explorer 和网景公司的 Netscape Navigator。

Internet 采用超文本和超媒体的信息组织方式, 将信息的链接扩展到整个 Internet。目前, 用户利用 WWW 不仅能访问到 Web 服务器上内容丰富、形式多样的主页信息, 而且可以访问 FTP、Telnet 等网络服务。它已经成为 Internet 上应用最广的信息服务, 在商业领域发挥着重要的作用。

WWW 浏览提供界面友好的信息查询接口, 用户只需提出查询要求, 至于到什么地方查询、如何查询则由 WWW 自动完成。因此, WWW 为用户带来的是世界范围的超级文本服务。用户只用操纵鼠标, 就可以通过 Internet 从全世界任何地方调来所需的文本、图像、声音等信息。WWW 让非常复杂的 Internet 使用起来异常简单。

2. 文件传输应用

文件传输协议 (File Transfer Protocol, FTP) 是 Internet 上使用广泛的一种通信协议。它是由支持 Internet 文件传输的各种规则所组成的集合, 这些规则使 Internet 用户可以把文件从一个主机拷贝到另一个主机上, 为用户提供了极大的方便。

一般来说, 用 Internet 的首要目的就是实现信息共享, 文件传输是信息共享的重要内容之一。早期在 Internet 上实现传输文件, 并不是一件容易的事, Internet 是一个非常复杂的计算机环境, 有 PC、工作站、大型机等, 这些计算机运行不同的操作系统和文件系统, 如运行 UNIX 的服务器, 运行 Linux、Windows 的计算机等, 各种操作系统之间的文件交流需要建立统一的文件传输协议。基于不同的操作系统有不同的 FTP 应用程序, 而所有这些应用程序都必须遵守共同的规则, FTP 就是用来在客户机和服务器之间进行文件传输以实现文件交换、共享的协议。

与大多数 Internet 服务一样, FTP 也是一个客户机/服务器系统。用户通过一个支持 FTP 的客户机程序, 连接到在远程主机上的 FTP 服务器程序。用户通过客户机程序向服务器程序发出命令, 服务器程序响应并执行用户所发出的命令, 并将执行结果返回到客户机。例如, 用户发出一条命令, 要求服务器向用户传输某一个文件的一份拷贝, 服务器会响应这条命令, 将指定文件送至用户的机器上。客户机程序代表用户接收到这个文件, 将其存放在用户目录中。

使用 FTP 经常遇到两个术语: “下载” (Download) 和 “上传” (Upload)。“下载” 文件就是从远程主机复制文件至自己的计算机上; “上传” 文件就是将文件从自己的计算机中复制到远程主机上, 如图 1-4 所示。

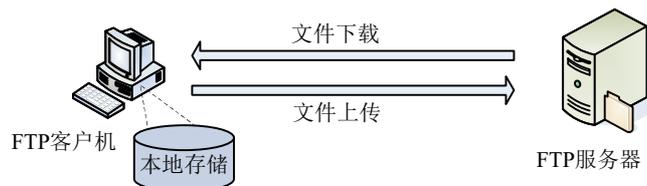


图 1-4 FTP 客户机/服务器模型

FTP 是一个通过 Internet 传输文件的系统,使用 FTP 时要求用户首先登录远程主机并获得相应的权限,方可上传或下载文件。也就是说,要想同哪一台计算机传输文件,就必须具有该台计算机的适当授权。用户必须在 FTP 服务器上进行注册,即建立用户账号,拥有合法的登录用户名和密码后才有可能进行有效的 FTP 连接和登录,否则无法传输文件。当然,为了更好地支持网络应用的开放性,FTP 提供匿名服务,此时 FTP 服务器系统管理员为用户建立一个特殊的用户 ID,名为 anonymous,Internet 上的任何人在任何地方都可使用该用户 ID 登录 FTP 服务器,该用户 ID 的口令可以是任意的字符串。习惯上,用户使用自己的 E-mail 地址作为口令,使系统维护程序能够记录下来谁在存取这些文件。

值得注意的是,匿名 FTP 不适用于所有 Internet 主机,它只适用于那些提供了这项服务的主机。当远程主机提供匿名 FTP 服务时,会指定某些目录向公众开放,允许匿名存取,系统中的其余目录则处于隐匿状态。作为一种安全措施,大多数匿名 FTP 主机都允许用户从其下载文件,而不允许用户向其上传文件。即使有些匿名 FTP 主机确实允许用户上传文件,用户也只能将文件上传至某一指定上传目录中,从而有效保护远程主机的安全。

3. 电子邮件 (E-mail) 应用

电子邮件 (Electronic Mail, E-mail) 是 Internet 应用最广的服务。通过网络上的电子邮件系统,可以用非常低廉的价格,以非常快速的方式 (几秒之内可以发送到世界上任何指定的目的地),与世界上任何一个角落的网络用户进行联络,这些电子邮件可以包含文字、图像、声音等各种信息。同时,可以得到大量免费的新闻、专题邮件,并实现轻松的信息搜索。正是由于电子邮件的使用简易、投递迅速、收费低廉、易于保存、全球畅通无阻的特点,使其被广泛地应用,极大地改变了人们的交流方式。

使用 E-mail,用户首先必须拥有一个电子信箱,它是由 E-mail 服务提供者为其用户建立在 E-mail 服务器磁盘上的专用于存放电子信件的存储区域,并由 E-mail 服务器进行管理。E-mail 服务器是用来存放用户所发送和接收的电子邮件的服务器。用户所发送的电子邮件信息,并不是立即就到达了对方的电子信箱,而是存放在发送用户所注册的 E-mail 服务器中,然后电子邮件的内容在 E-mail 服务器之间传输,最终到达目标用户注册的 E-mail 服务器上,并被投入其邮件存储区。

一般来说,电子邮件系统支持以下基本功能:撰写、传输、报告、显示和处理等。除了这些基本功能,大多数电子邮件系统还提供多种高级功能,如电子邮件的转发、检索;信件的转储、管理和归纳;电子邮件的保密等。

电子邮件系统工作涉及以下协议:

(1) 简单邮件传输协议 (Simple Mail Transport Protocol, SMTP)。SMTP 提供了一种直接的端到端的传输方式。其建立在 TCP/IP 协议基础之上,规定每一台计算机在发送 (或中转) 信件时如何找到下一个目的地。SMTP 是面向文本的网络协议,即它只支持文本形式的电子邮件的传输。如果通过 E-mail 系统来传输二进制数据或文件,则要使用一种称为多用途互联网邮件扩展的协议。

(2) 多用途互联网邮件扩展 (Multipurpose Internet Mail Extensions, MIME) 协议。MIME 是当前广泛应用的一种电子邮件技术规范,其扩充了基本的面向文本的 Internet 邮件系统,支持在消息中包含二进制附件。

(3) 邮局协议 (Post Office Protocol, POP)。POP 有 POP2 和 POP3 两个版本, 基本功能是实现邮件客户端系统到服务器上去下载邮件, 该协议说明了客户机如何与 Internet 上的邮件服务器连接, 以及如何下载邮件。POP3 允许用户从服务器上把邮件存储到本地机, 同时删除邮件或把邮件保存在服务器上。这样用户就可以脱机阅读邮件了。

电子邮件的工作过程遵循客户机/服务器模式。每份电子邮件的发送都涉及发送方与接收方, 发送方构成客户端, 而接收方构成服务器, 服务器含有众多用户的电子信箱。发送方通过邮件客户程序将编辑好的电子邮件发送给邮件服务器 (SMTP 服务器)。邮件服务器识别接收者的地址, 并向管理该地址的邮件服务器发送消息。邮件服务器将消息存放在接收者的电子信箱内, 并告知接收者有新邮件到来。接收者通过邮件客户程序连接到服务器后就会看到服务器的通知, 进而打开自己的电子信箱来查收邮件。

电子邮件在发送与接收过程中都要遵循 SMTP、POP3 等协议, 这些协议确保了其在各种不同系统之间的传输。其中, SMTP 负责电子邮件的发送, 而 POP3 用于客户机接收邮件服务器上的电子邮件。电子邮件发送与接收过程如图 1-5 所示。

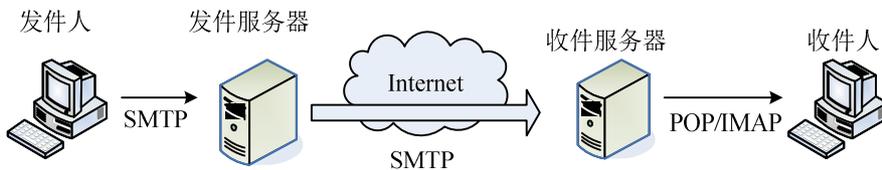


图 1-5 电子邮件发送与接收过程

通常 Internet 上的个人用户不能直接接收电子邮件, 而是通过申请网络服务提供商 (Internet Service Provider, ISP) 主机的一个电子信箱, 由 ISP 主机负责电子邮件的接收。一旦有用户的电子邮件到来, ISP 主机就将邮件移到用户的电子信箱内, 并通知用户有新邮件。

电子邮件信箱地址采用标准 Internet 地址的形式, 即“用户名@域名”。其中, 域名指示用户信箱所在的 E-mail 服务器的地址; 用户名就是用户电子信箱的名称, 是由用户自己命名的。当用户登录到自己的电子信箱后, 就可以收发电子邮件了。

上面介绍了常用的 Internet 应用, 当然 Internet 的应用远不止这些, 还包括数据库应用、多媒体网络应用等。

本章小结

计算机网络是现代通信技术与计算机技术相结合的产物, 数据通信和资源共享是计算机网络最基本的功能, 计算机网络在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、商业、国防、科学研究等各个领域、各个行业均获得了广泛的应用。按网络覆盖的地理范围分类, 计算机网络可分为个人局域网、局域网、城域网、广域网; 按传输介质分类, 计算机网络可分为有线网络和无线网络; 按网络的使用者分类, 计算机网络可分为公用网和专用网。Internet 的发展提供了丰富的信息服务, 如 WWW、FTP、E-mail 等, 它们广泛应用于社会生活的各个领域。

习 题

1. 什么是计算机网络？
2. 计算机网络的发展可以划分为几个阶段？每个阶段有哪些特点？
3. **Internet** 由哪几部分组成？各有什么特点？
4. 下一代互连网络的主要技术特征是什么？
5. 计算机网络可从哪几个方面进行分类？试比较不同类型网络的特点。
6. 局域网、城域网、广域网的主要特征是什么？
7. 计算机网络主要具有哪些功能？
8. 试举出几个日常生活中应用计算机网络的例子。
9. 常用的网络传输介质有哪些？
10. 查阅资料，了解计算机网络发展的最新动态和主要技术等？