

## 第1章 计算机网络概述

本章要点:

1. 计算机网络的发展趋势
2. 计算机网络的定义
3. 计算机网络的组成
4. 计算机网络的功
5. 计算机网络的分类
6. 计算机网络主要实现形式
7. 计算机网络体系结构模型

计算机网络的目的:

1. 解决信息孤岛问题
2. 解决性能极限问题

- ◆ 单机的极限
  - 【运行速度, 存储】
- ◆ 网络的无限
  - 【密码破译】

### 1.1.1 计算机网络的发展

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物

- 一、计算机技术的发展
- 二、通信技术的发展
- 三、交换技术的发展
- 四、计算机网络的发展

■ 60年代中后期, 利用通信线路将远程终端连至主机。不受地域限制地使用计算机的资源。实现了远程访问系统。

- 调制解调器 (Modem)的作用: 数模/模数

转换。

■ 线路控制器(Line Controller)的作用: 它的作用是实行串并转换以及简单的传输差错控制。

例: 1952年, 美国 SAGE (半自动地面防空系统), 雷达——旋风计算机

1960s: SABRE 飞机订票系统 (2000 多台终端)

■ 多重线路控制器: 一个线路控制器可以和多个远程终端相连。(节约硬件成本)这是最简单的联机系统也称面向终端的计算机通信网。

缺点:

1. 主机负担重 (通信+处理)
2. 线路利用率低

改进:

■ 前端处理机(FEP:Front End Processor): 用来完成数据通信任务, 而让主机专门进行数据的处理。简称前端机。

■ 集中器(concentrator): 为节省通信费用, 可在远程终端较密集处加一个集中器。它是一个智能复用器, 可以利用一些终端的空闲时间来传递其他处于工作状态的终端的数据。所用高速线路的容量就可以小于各低速线路容量的总和, 从而降低了通信费用。

2. 第二阶段: 计算机通信网络 (分组交换网络, 面向标准的计算机网络)

3. 第三阶段: 共享资源的计算机网络

第三阶段: 共享资源的计算机网络

4. 第四阶段: 网络

1.1.2 Internet 的发展

■ 因特网的基础结构大体上经历了三个阶段的演进。

■ 但这三个阶段在时间划分上并非截然分开而是有部分重叠的, 这是因为网络的演进是逐渐的而不是突然的。

ARPANET(阿帕网)

60年代初, 美国国防部领导的远景研究规划局 ARPA (Advanced Research Project Agency) 提出要研制一种生存性(survivability)很强的网络。

ARPANET 的特点

资源共享

分散控制

分组交换

分层的网络协议

使用通信控制处理机

1.1.2 Internet 的发展

1.1.2 Internet 的发展

三级结构的因特网

■ 各网络之间需要使用路由器来连接。

三级结构的因特网

■ 主机到主机的通信可能要经过多种网络。

1.1.2 Internet 的发展

今日的多级结构的因特网

■大致上可将因特网分为以下五个接入级

- ◆ 网络接入点 NAP
- ◆ 国家主干网 (主干 ISP)
- ◆ 地区 ISP
- ◆ 本地 ISP
- ◆ 校园网、企业网或 PC 机上网用户

多级结构的因特网

主机到主机的通信可能经过多种 ISP。

用户通过 ISP 上网

**ARPANET 的成功使**

**计算机网络的概念发生根本变化**

■ 早期的面向终端的计算机网络是以单个主机为中心的星形网

◆ 各终端通过通信线路共享昂贵的中心主机的硬件和软件资源。

■ 分组交换网则是以网络为中心, 主机都处在网络的外围。

◆ 用户通过分组交换网可共享连接在网络上的许多硬件和各种丰富的软件资源。

**从主机为中心到以网络为中心**

1.1.2 Internet 的发展

因特网的管理

各种 RFC 之间的关系

1.1.3 计算机网络的发展趋势

**三个主要方向: 高速、移动和安全**

高速传输介质、高速交换与路由技术、高性能协议、服务质量 (QoS) 机制以及新的网络实现技术 ----3W/5W(Whenever,Wherever,Whatever,Whoever,Whomever)

大范围、高速度、稳定的移动性将是计算机网络在相当长时间内最主要的研究课题之一

**网络安全是保证网络可用的前提**

1.1.3 计算机网络的发展趋势

多网融合 (电信网、电视网、计算机网)

智能性

1.1.3 计算机网络的发展趋势

结论:

Everything on IP, IP over Everything

----完善, 而不是废弃 IP

1.2.1 计算机网络的定义

将分散的、具有独立功能的计算机系统, 通过通信设备与线路连接起来, 由功能完善的软件实现资源共享的系统。

**三种观点:**

◆ 广义观点: 远程处理或进一步达到资源共享。

◆ 资源共享观点: 独立计算机共享资源。

◆ 用户透明观点: 象使用单一计算机一样使用网络。

**联机多用户系统是面向终端, 主机与终端不能共享资源, 系统中每个终端分享一台称之为主机的计算机资源。**

**分布式计算机系统是在分布式计算机操作系统支持下, 进行分布式数据库处理和各计算机之间的并行计算工作, 也就是说各互连的计算机可以互相协调工作, 共同完成一项任务, 一个大型程序可以分布在多台计算机上并行运行。**

**计算机网络系统是在网络操作系统支持下, 实现互连的计算机之间的资源共享, 计算机网络系统中的各计算机通常是各自独立进行工作的。**

1.2.3 计算机网络的应用 (功能)

**硬件资源共享 (H1 共享 H2 硬件资源)**

**软件资源共享 (H1 共享 H2 软件资源)**

**数据资源共享 (H1 共享 H2 数据资源)**

**1.3.2 功能组成**

**通信子网: 网络中面向数据传输或者数据通信的部分资源集合, 主要支持用户数据的传输; 该子网包括传输线路、交换机和网络控制中心等硬软件设施。**

**资源子网: 网络中面向数据处理的资源集合、主要支持用户的应用; 该子网由用户的主机资源组成, 包括接入网络的用户主机, 以及面向应用的外设 (例如: 终端)、软件和可共享的数据 (例如: 公共数据库) 等。**

**1.3.3 要素组成**

**基本要素: 计算机、路由器、交换机、网卡、通信线路、调制解调器等**

**要素分为节点与链路两类:**

1. 节点

- ① 服务器: 为用户提供各种信息 (数据)、服务 (功能) ——WWW, FTP, SMTP, POP3/IMAP, DNS, CA...
- ② 客户机: 访问网络的设备
- ③ 路由器: 实现网络互联
- ④ 交换机: 实现多台设备连接组成网络

2. 链路

负责信号变换与传递

也可分为网络边缘与网络核心两类

- 按分布范围
- 按拓扑结构
- 按交换技术
- 按协议

<ul style="list-style-type: none"><li>• 按传输介质</li><li>• 按用途</li><li>• 按信息的共享方式</li><li>• 按节点与信道的连接方式</li></ul> <p>1.4.1 按分布范围分类</p> <p>1. 广域网 WAN (Wide Area Network) : 数 10km 以上 , 广域网使用交换技术</p> <p>2. 城域网 MAN (Metropolitan Area Network) : 一个城 区, 采用广域网的技术, 可以认为是较小的广域网。</p> <p>3. 局域网 LAN (Local Area Network) : 一般 &lt; 2.5km, 使用广播技术</p> <p>4. 个域网 PAN(Personal Area Network): 在个人工作地 方把属于个人使用的电子设备用无线技术连接起来的网络, 范围大约 10m</p> <p>1.4.2 按拓扑结构分类</p> <p>2. 总线型网络 扩展: 树/总线 (树总线)</p> <p>3. 环型网络</p> <p>4. 树型网络</p> <p>5. 网格型网络 (网络型网络)</p> <p>6. 混合型网络</p> <p>1.4.3 按交换技术分类</p> <p>1. 电路交换 (Circuit Switching)</p> <p>5 部电话机两两相连, 需 10 对电线。 <math>N</math> 部电话机两两相连, 需 <math>N(N-1)/2</math> 对电线。</p>	<p>当电话机的数量很大时, 这种连接方法需要的电线对的数量与电话机数的平方成正比。</p> <p>电信网中使用交换机</p> <p>“交换”(switching)的含义</p> <p>转接——把一条电话线转接到另一条电话线, 使它们连通起来。</p> <p>从通信资源的分配角度来看, “交换”就是按照某种方式动态地分配传输线路的资源。</p> <p>电路交换举例</p> <p>A 和 B 通话经过四个交换机</p> <p>通话在 A 到 B 的连接上进行</p> <p>在通话期间, A 和 B 始终占用端到端的传输带宽</p> <p>电路交换的特点</p> <p>电路交换必定是面向连接的</p> <p>三个阶段: 建立连接, 通信, 释放连接</p> <p>专用线路, 独占资源</p> <p>通信线路的利用率很低, 浪费资源</p> <p>时延小</p> <p>2. 报文交换(Message Switching)</p> <p>把要传送的信息整体作为一个报文</p> <p>报文中包含有目的地址</p> <p>存储-转发方式</p> <p>充分利用线路容量</p> <p>报文大小无限制, 交换局要有大容量磁盘</p> <p>时延相当长</p> <p>3. 分组交换(Packet Switching)</p> <p>在发送端, 先把较长的报文划分成较短的、固定长度的数据段, 加上首部构成分组 (包)。</p> <p>采用存储-转发技术, 以分组为单位传送</p> <p>分组首部的重要性</p>	<p>每一个分组的首部都含有地址等控制信息。</p> <p>分组交换网中的结点交换机根据收到的分组的首部中的地址信息, 把分组转发到下一个结点交换机。</p> <p>用这样的存储转发方式, 最后分组就能到达最终目的地。</p> <p>接收端收到分组后剥去首部还原成报文。</p> <p>两种方法</p> <p>数据报 (Datagram)</p> <p>每个分组独立的寻找路径</p> <p>虚电路 (Virtual Circuit)</p> <p>任何分组发送前, 建立一条逻辑连接, 预先计划好路径</p> <p>数据报</p> <p>数据报方式的特点</p> <p>用户间通信不必建立连接</p> <p>每个分组独立寻找路径</p> <p>分组不一定按序到达</p> <p>资源利用率高</p> <p>对故障适应力强</p> <p>时延较大</p> <p>虚电路</p> <p>虚电路方式的特点</p> <p>用户间通信必须建立连接</p> <p>分组按序到达</p> <p>资源利用率高</p> <p>时延较小</p> <p>分组交换的优点</p> <p>高效 动态分配传输带宽, 对通信链路是逐段占用。</p>
--	--	--

灵活 以分组为传送单位和查找路由  
(数据报)。  
迅速 包的平均延迟小  
可靠 完善的网络协议; 自适应的路  
由选择协议使网络有很好的  
生存性。

分组交换带来的问题

分组在各结点存储转发时需要排队, 这就会造成一定的时延。

分组必须携带的首部(里面有必不可少的控制信息)也造成了一定的开销。

三种交换的比较

小结:

■ 电路交换缺点:

① 当线路中某段出现问题, 则无法进行通信。

② 线路的利用率很低, 浪费线路资源。

③ 因各种终端传输速率不一样, 不同类型、不同规格、不同速率的终端很难互相进行通信

■ 电路交换优点: 当传送时间远大于连接建立时间时, 用电路交换最好。

小结:

■ 分组交换与报文交换优点:

① 分组交换和报文交换不需要预先分配传输带宽, 在传送突发数据时可提高整个网络的信道利用率。

② 分组交换比报文交换的时延小, 但其节点交换机必须具有更强的处理能力。

③ 分组交换和报文交换传送数据比电路交

换灵活, 不因为某条线路不能使用而造成通信不能进行。

■ 分组交换与报文交换缺点:

① 在各节点存储转发时需要排队, 会造成一定的延时。

② 分组交换中各分组必须携带控制信息而造成一定的开销。

③ 整个分组交换网需要专门的管理和控制机制。

注意节点交换机有多个端口

交换机

在交换机中的输入和输出端口之间没有直接连线。

交换机处理分组的过程是:

把收到的分组先放入缓存(暂时存储);

查找转发表, 找出到某个目的地址应从哪个端口转发;

把分组送到适当的端口转发出去。

主机和交换机的作用不同

主机是为用户进行信息处理的, 并向网络发送分组, 从网络接收分组。

交换机对分组进行存储转发, 最后把分组交付目的主机。

广域网、城域网、接入网以及局域网的关系

1.4.7 按信息的共享方式分类

C/S 网络(B/S):

分布式

共享信息存放在服务器上

客户机向服务器发出命令或请求; 服务器分析、处理, 把结果送给客户机; 客户机按给定的格

式呈现结果

P2P 网络: 既是客户机, 又是服务器, 地位对等, 会带来一些问题, 如安全问题。

1. 客户服务器方式

客户(client)和服务器(server)都是指通信中所涉及的两个应用进程。

客户-服务器方式所描述的是进程之间服务和被服务的关系。

客户是服务请求方, 服务器是服务提供方。

客户软件的特点

在进行通信时临时成为客户, 但它也可在本地进行其他的计算。

被用户调用并在用户计算机上运行, 在打算通信时主动向远地服务器发起通信。

可与多个服务器进行通信。

不需要特殊的硬件和很复杂的操作系统。

服务器软件的特点

在共享计算机上运行。当系统启动时即自动调用并一直不断地运行着。

被动等待并接受来自多个客户的通信请求。

一般需要强大的硬件和高级的操作系统支持。

专门用来提供某种服务的程序, 可同时处理多个远地或本地客户的请求。

2. 对等连接方式

对等连接是指两个主机在通信时并不区分哪一个是客户请求方还是服务提供方。

只要两个主机都运行了对等连接软件(P2P 软件), 它们就可以进行平等的、对等连接通信。双方都可以下载对方已经存储在硬盘中的共享文档。

对等连接方式的特点

对等连接方式从本质上看仍然是使用客户服务器方式, 只是对等连接中的每一个主机既是客户又同时是服务器。

例如主机 C 请求 D 的服务时, C 是客户, D 是服务器。但如果 C 又同时向 F 提供服务, 那么 C 又同时起着服务器的作用。

1.4.8 按节点与信道的连接方式分类

1.6.1 网络体系结构与层次结构

相互通信的两个计算机系统必须高度协调工作才行, 而这种“协调”是相当复杂的。

“分层”可将庞大而复杂的问题, 转化为若干较小的局部问题, 而这些较小的局部问题就比较容易于研究和处理。

2. 体系结构的层次结构特征

3. 分层原则

4. 分层方法

协议与接口示例

协议功能

接口

网络体系结构是计算机网络中的**层次**、各层的**协议**以及层间的**接口**的集合

在协议的控制下, 两个对等实体间的通信使得本层能够向上一层提供服务

要实现本层协议, 还需要使用下层所提供的服务。

协议是“水平的”, 即协议是控制对等实体之间通信的规则, 服务是“垂直的”, 即服务是由下层向上层通过层间接口提供的

1.6.3 服务与服务质量

服务的分类

服务的类别

(2) 有应答的服务与无应答的服务

(3) 可靠的服务与不可靠的服务

①可靠: 自动应答、出错重传。

例: 文件传输

②不可靠: 尽力而为。

例: ping

服务质量 QoS

网络提供优先服务的一种能力

通常用延迟、带宽等参数衡量

不同的应用对服务质量的要求不尽相同

服务原语

四种原语间的关系

实体、协议、服务和访问点

1. OSI (Open System Interconnect) 模型

ISO 于 1978 年提出, 包括七层。

Application Layer

Presentation Layer

Session Layer

Transport Layer

Network Layer

Data Link Layer

Physical Layer

①各层主要功能

②各层作用范围

2. TCP/IP 模型

TCP/IP 主要协议

沙漏计时器形状的

TCP/IP 协议族

各层作用范围

TCP/IP 四层协议的表示方法举例

3. OSI 与 TCP/IP 的比较

②概念不同

③通用性不同

④服务类型不同

⑤实现与应用不同

虚拟模型: 五层协议的体系结构

应用层(application layer)

运输层(transport layer)

网络层(network layer)

数据链路层(data link layer)

物理层(physical layer)

1.6.5 数据单元 (DU)

计算机 1 向计算机 2 发送数据

数据单元 (DU)