



计算机网络概述

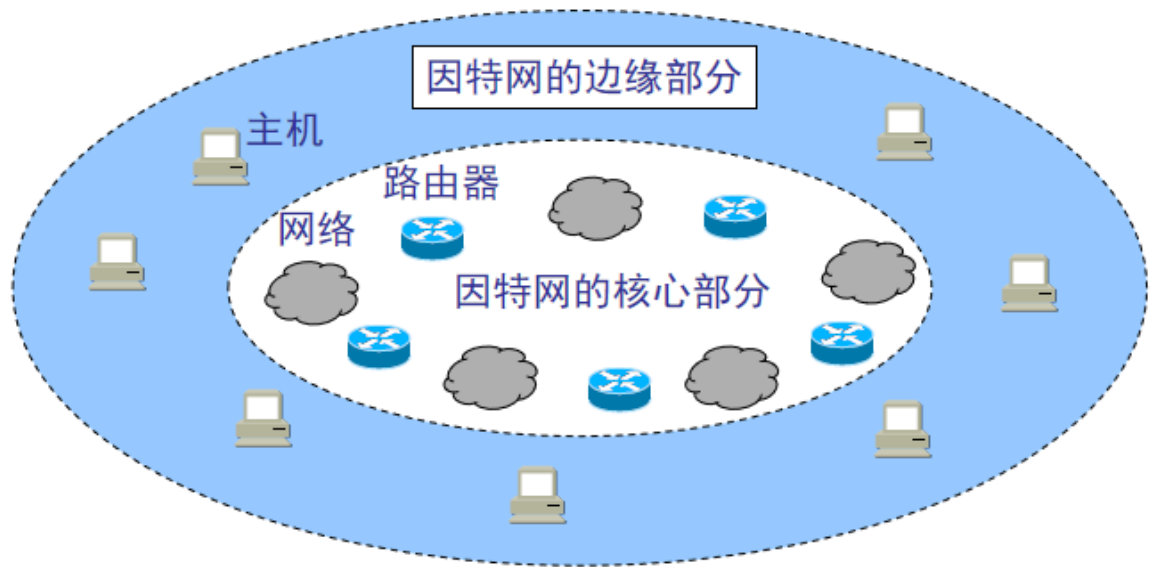
1.1 计算机网络的概念

计算机网络是一个将中众多分散的、自治的计算机系统，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和信息传递的系统。

- 计算机网络是由若干节点和连接这些节点的链路组成的。节点可以是计算机、集线器、交换机、或路由器等。
 - 网络之间还可以通过路由器连接起来，构成一个覆盖范围更广的计算机网络、这样的网络称为**互连网**
 - **internet(互连网)**:是一个通用名词、泛指多个计算机网络互连而成的计算机网络。这些网络之间可以使用任意的通信协议，不局限与TCP/IP协议。
 - **Internet(互联网)**:是一个专用名词、特指当前全球最大的、开放的、由众多网络互连而成的特定计算机网络。它采用TCP/IP协议作为通信的规则。
-

1.2 计算机网络的组成

- **组成部分**: 计算机网络主要由**硬件、软件、协议**三大部分组成。
 - 硬件主要由主机(端系统)、通信链路(如双绞线、光纤)、交换设备（路由器、交换机等）和通信处理机（如网卡）等组成。
 - 软件包括网络操作系统、网络应用软件等。
 - **协议是计算机网络的核心**，协议规定了网络传输数据时所遵循的规范
- **工作方式**: 计算机网络(这里主要指Internet)分为**边缘部分**和**核心部分**。
 - 边缘部分^[1]: 由所有连接到互联网上的供用户直接使用的主机构成，用来进行数据通信和资源共享。
 - 核心部分: 由大量网络和连接这些网络的路由器组成，它为边缘部分提供连通性和交换服务。



- **功能组成：** 计算机网络由**通信子网**和**资源子网**组成。^[2]
 - **通信子网：** 由各种传输介质、通信设备和相应的网络协议组成，它使网络具有数据传输、交换、控制和存储的能力，实现数据通信的功能。
 - **资源子网：** 资源子网是实现资源共享功能的设备及其软件的集合，向网络用户提供共享其他计算机上的硬件资源、软件资源和数据资源的能力。

1.3 计算机网络的功能

计算机网络的主要有五大功能：

1. **数据通信：** 计算机网络中**最基本**和**最重要**的功能，用来实现联网计算机之间各种信息的传输，并联系分散在不同地理位置的计算机
2. **资源共享：** 资源共享是计算机网络提供的最重要功能，是计算机网络存在的主要原因。资源共享包括硬件资源、软件资源和数据资源。
3. **负载均衡：** 负载均衡是指将工作任务均匀地分配到多个计算机上，以充分发挥网络中计算机的潜力，提高计算机系统的整体性能。
4. **分布式处理：** 分布式处理是指将一个需要大计算量的任务，分配到网络中的多台计算机上，由多台计算机共同完成计算工作，从而提高计算速度。
5. **提高可靠性：** 通过计算机网络，可以将多台计算机连接起来，形成一个冗余系统，以提高系统的可靠性，可通过网络互为替代机，当某一个计算机出现问题时，可由

另一个代替。

1.4 电路交换、报文交换和分组交换

- **电路交换：** 电路交换分为三步：**连接建立、数据传输和连接释放**。电路交换是通信双方在通信前先建立一条专用的物理通路（即专用的物理电路），然后在线路上进行通信，通信结束后再释放该物理电路。电路交换的特点是通信双方在整个通信过程中始终占用该物理电路。例如传统电话网。^[3]
- **报文交换：** 数据交换的单位是报文，用户数据加上源地址、目的地址等信息后封装成报文。报文交换是通信双方在通信前不需要建立专用的物理电路，而是将报文发送到交换机，交换机根据报文的地址查找转发表，将报文转发到下一个交换机，直到报文到达目的主机。即**存储交换**的技术。报文交换的特点是通信双方在整个通信过程中不占用专用的物理电路，而是共享网络中的通信资源。^[4]
- **分组交换：** 报文交换的优化，如果报文过长，则划分为若干较小的等长数据段，在每个数据段前添加一些必要的控制信息（如源地址、目标地址和编号信息等）组成的首部，构成分组。^[5]

1.5 计算机网络的分类

- **按交换技术分类：** 计算机网络按交换技术可分为**电路交换网、报文交换网和分组交换网**。
 - **按网络拓扑结构分类：** 计算机网络按网络拓扑结构可分为**总线型、星型、环型和网状型**。
 - **按传输介质分类：** 计算机网络按传输介质可分为**有线网和无线网**。
 - **按覆盖范围分类：** 计算机网络按覆盖范围可分为**局域网^[6]、城域网^[7]、广域网^[8]和个人区域网^[9]**。
 - **按使用者分类：** 计算机网络按使用者可分为**公用网和专用网**。
 - **按传输技术分类：** 计算机网络按传输技术可分为**广播式网络和点对点网络**。
-

1.6 计算机网络的性能指标

常用的性能指标如下：

1. **速率**：连接在计算机网络上的主机在数字信道上传送数据位数的速率，也称为比特率或比特速度，单位是比特/秒(bps)。
2. **带宽**：带宽是指数字信道所能通过的最高数据率，单位是比特/秒(bps)。
3. **吞吐量**：吞吐量是指在单位时间内通过某个网络（或信道、接口）的数据量，单位是比特/秒(bps)。
4. **时延**：时延是指数据从网络（或信道）的一端传送到另一端所需的时间，单位是秒(s)。[10]
5. **时延带宽积**：时延带宽积是指网络中某段链路的长度，单位是比特。
6. **往返时延 (RTT)**：往返时延是指数据从网络（或信道）的一端传送到另一端，再从另一端传回原端所需的时间，单位是秒(s)。
7. **利用率**：利用率分为**信道利用率**和**网络利用率**。信道利用率是指某信道有数据通过的时间与总时间之比，网络利用率是指全网络的信道利用率的加权平均。

注意

$$1 \text{ Byte} = 8 \text{ bit}$$

$$1 \text{ TB} = 2^{10} \text{ GB} = 2^{20} \text{ MB} = 2^{30} \text{ KB} = 2^{40} \text{ B}$$

$$1 \text{ Tb} = 10^3 \text{ Gb} = 10^6 \text{ Mb} = 10^9 \text{ Kb} = 10^{12} \text{ b}$$

B就是Byte，字节的意思，换算成bit就是B*8

脚注

-
1. 通信方式分为两大类：**客户-服务器方式(C/S方式)**和**对等连接方式(P2P方式)**

- **客户-服务器方式(C/S方式)**: 客户是服务请求方, 服务器是服务提供方。客户程序向服务器程序发出请求, 服务器程序处理请求后, 将结果返回给客户程序。例如: 浏览器/服务器(B/S)方式。
- **对等连接方式(P2P方式)**: 对等连接是指两台计算机彼此交互, 地位平等, 没有明确的客户端和服务端之分,既可以当服务器也可以当客户端

↩

2. 在osi参考模型中, 通信子网对应于OSI参考模型的低三层, 即物理层、数据链路层和网络层。资源子网对应于OSI参考模型的高三层, 即会话层、表示层和应用层。

↩

3. 电路交换的优缺点如下:

- **优点**: 通信时延小、有序传输、没有冲突、适用范围广、实时性强、控制简单
- **缺点**: 建立连接时间长、线路利用率低、灵活性差、难以规格化、难以实现差错控制

↩

4. 报文交换的优缺点如下:

- **优点**: 无需建立连接、动态分配线路、线路可靠性高、线路利用率高、提供多目标服务
- **缺点**: 转发时延高、缓存开销大、错误处理低效

↩

5. 分组交换的优缺点如下:

- **优点**: 无建立时延、线路利用率高、简化了存储管理、加速传输、减小了出错概率、和重发数据量
- **缺点**: 存在存储转发时延、需要传输额外的信息量、当分组交换网采用数据报服务时, 可能出现失序、丢失或重复分组的情况

↩

6. **局域网 (Local Area Network, LAN)** 一般用主机通过高速线路连接、覆盖范围小、直径通常为几十到几千米的区域, 使用广播技术

↩

7. **城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)** 一般用光纤和无线电波连接、覆盖范围在5到50km, 采用以太网技术

↩

8. **广域网 (Wide Area Network, WAN)** 一般用长距离的通信线路连接、覆盖范围可从几十到几千千米, 广域网是互联网的核心部分

↩

9. **个人区域网 (Personal Area Network, PAN)** 一般用短距离的无线信道连接, 如平板电脑、手机等 ↩
10. 四大类时延:
- 1.发送时延:** 发送时延也称为传输时延, 是指主机或路由器发送数据帧所需要的时间, 即从发送数据帧的第一个比特算起, 到发送完最后一个比特所需要的时间。
 - 2.传播时延:** 传播时延是指电磁波在信道中传播所需要的时间, 即从发送端发送数据帧的第一个比特算起, 到该比特到达接收端所需要的时间。传播时延的计算公式为: $\text{传播时延} = \text{信道长度} / \text{电磁波在信道中的传播速度}$ 。
 - 3.处理时延:** 处理时延是指主机或路由器在收到数据帧后, 进行必要的处理所需要的时间, 如进行差错校验、查找路由表等。
 - 4.排队时延:** 排队时延是指数据帧在路由器或交换机的输入队列中等待被处理的时间, 即从数据帧到达路由器或交换机的输入队列算起, 到该数据帧被处理所需要的时间。
- 处理时延和排队时延一般在路由器内部** ↩