

CH1 绪论

一、因特网

1. 具体构成描述

各种互联网设备被称为**主机**或**端系统**。

端系统通过**通信链路**和**分组交换机**连接到一起。

通信链路：同轴电缆、铜线、光纤、无线电频谱

传输速率：bit/s (bps)

分组：一台端系统向另一台端系统发送数据时，发送端系统将数据分段，并为每段加上首部字节。

分组交换机：**路由器**和**链路层交换机**

一个分组所经历的一系列通信链路和分组交换机称为通过该网络的**路径**。

端系统通过**因特网服务提供商(ISP)**接入因特网。

端系统、分组交换机和其他因特网部件都要运行一系列**协议**，这些协议控制因特网中信息的接收和发送。

2. 服务描述

涉及多个相互交换数据的端系统的应用程序称为**分布式应用程序**。

套接字接口(socket interface)规定了不同端的应用程序互相交换数据的方式。

3. 协议

标准定义：协议，定义了在两个或多个通信实体之间交换的报文的格式和顺序，以及报文发送和/或接收一条报文或其他时间所采取的动作。

二、网络端

主机=端系统，划分为**客户端**和**服务器**。

提供搜索结果、电子邮件、web页面和视频的服务器都属于**大型数据中心(data center)**

1. 接入网

边缘路由器：端系统连接到其他任何远程端系统的路径上的第一台路由器。

接入网：端系统物理连接到边缘路由器的网络。

2. 两种网

WAN：广域网

LAN：局域网

三、网络核心

1. 分组交换

端系统彼此交换**报文**。

存储转发传输：输入端使用，在交换机能开始向输出链路传输该分组的第一个比特之前，必须接收到整个分组。

通过由N条速率均为R的链路组成的路径（N-1台路由器），从s到t发送一个分组，端到端时延为：

$$d_{EtoE} = N \frac{L}{R} \quad (L \text{ 和 } R \text{ 单位分别为 bit、bit/s})$$

输出缓存（输出队列）：用于存储路由器准备发往链路的分组。

排队时延：由输出缓存产生。

分组丢包：输出缓存占满。

每个端系统具有一个**IP地址**，每台路由器有一个**转发表**（将目的地址映射成输出链路）

2. 电路交换

传统电话实现方式。

网络在两台主机间建立一条专用的**端到端连接**。

然后才发送数据。

3. 频分复用和时分复用

频分复用(FDM)：所有用户无时不刻能够使用网络，即并行使用，但是性能与使用用户数成反比

时分复用(TDM)：所有用户根据时间片轮流使用网络，即并发使用，瞬时性能不受影响，但是平均速度依然与使用用户数成反比

统计多路复用：不严格按照时间片轮转切换使用用户

4. 分组交换和电路交换的性能比较

对于1Mb/s的链路，假设每个用户10%的时间是活动的，则分组交换允许 $1 \div 10\% = 10$ 个用户同时使用。

若采用分组交换，如果假设有N个用户在使用网络，超过10个用户使用的概率为

$$P(x > 10) = 1 - \sum_{i=0}^9 \mathbb{C}_{35}^i p^i (1-p)^{35-i} = 0.0004$$

此时使用分组交换性能明显高于电路交换。

四、网络性能

1. 时延

(1) 处理时延 d_{proc}

检查分组首部并决定将该分组导向何处，基本可以忽略。

(2) 排队时延 d_{queue}

分组在链路上等待传输

(3) 传输时延 d_{trans}

将分组的所有比特推向链路所需要的时间，等于 $\frac{L}{R}$ ，即分组大小除以链路传输速率(mbps)

(4) 传播时延 d_{prop}

从链路起点到链路终点的所需要的时间，等于 $\frac{d}{s}$ ，即距离除以链路传播速率(m/s)

节点的总时延 $d_{nodal} = d_{proc} + d_{queue} + d_{trans} + d_{prop}$

2. 丢包

a =到达队列的平均速率 (分组/秒)

L =分组平均大小

流量强度 $=\frac{aL}{R}$

衡量排队时延： a 为到达速率， R/L 为发送速率，如果到达速率大于等于（不存在理想情况）发送速率，则队列中产生堆积

流量强度接近1时会出现丢包。

3. 端到端时延

没有排队时延

$d_{end-end} = N(d_{proc} + d_{trans} + d_{prop})$ (N条路径)

4. 吞吐量

端到端吞吐量为 $\min\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$

5. 带宽-时延积

$R \cdot t_{prop}$

单位为bit。含义为一条链路上最多能承载的bit长度。

五、协议层次及其服务模型

应用层：网络应用 (FTP, SMTP, HTTP, DNS)

传输层：主机之间的数据传输 (TCP, UDP)

网络层：为数据报从源到目的选择路由 (IP)

链路层：相邻两个网络节点间的数据传输 (PPP, wifi, Ethernet)

物理层：在线路上传输比特