



辽宁装备制造职业技术学院

EQUIPMENT MANUFACTURE COLLEGE

计算机网络应用技术

第一章 概述

第
1
章

主讲教师：宋巍

1.6 计算机网络 的性能

1.6.1

计算机网络的性能指标

1.6.2 征

计算机网络的非性能特



1.6.1 计算机网络的性能指标

计算机网络的性能一般是指它的几个重要的性能指标，主要包括：

- 速率
- 带宽
- 吞吐率
- 时延
- 时延带宽积
- 往返时间 RTT
- 利用率



1. 速率

- 比特 (bit) 是计算机中数据量的单位 , 也是信息论中使用的信息量的单位。
- 比特 (bit) 来源于 binary digit , 意思是一个 “二进制数字” , 因此一个比特就是二进制数字中的一个 1 或 0 。
- 速率是计算机网络中最重要的一个性能指标 , 指的是数据的传送速率 , 它也称为数据率 (data rate) 或比特率 (bit rate) 。
- 速率的单位是 bit/s , 或 kbit/s、 Mbit/s、 Gbit/s 等。
例如 4×10^{10} bit/s 的数据率就记为 40 Gbit/s 。
- 速率往往是指额定速率或标称速率 , 非实际运行速率。



2. 带宽

两种不同意义：

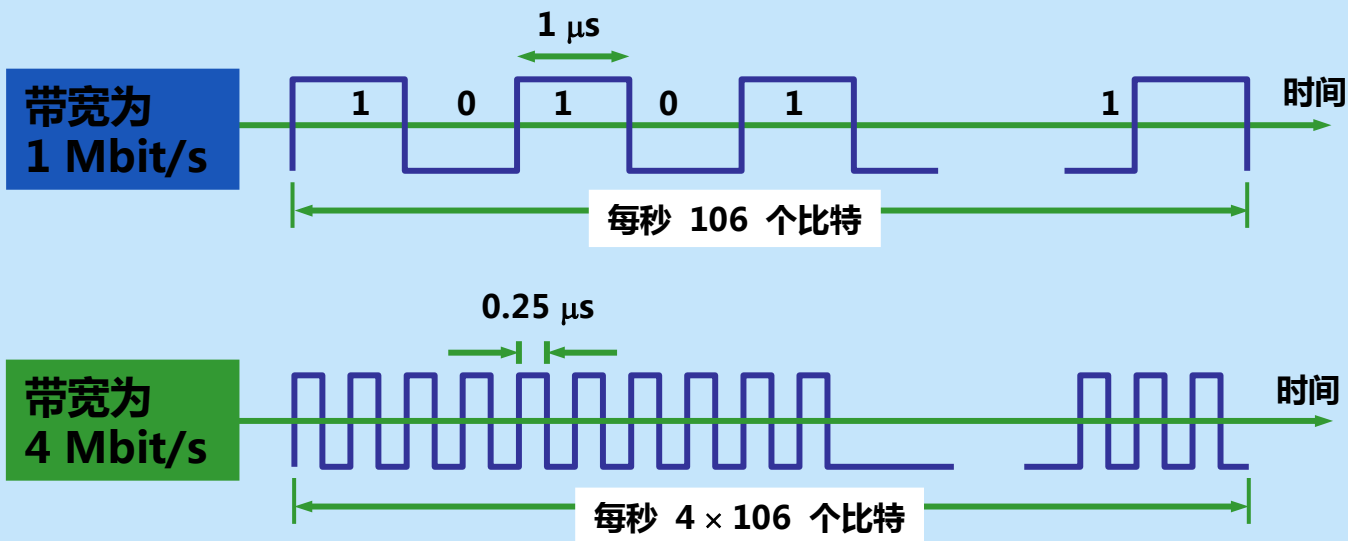
- “带宽” (bandwidth) 本来是指信号具有的频带宽度，其单位是赫（或千赫、兆赫、吉赫等）。
- 在计算机网络中，带宽用来表示网络中某通道传送数据的能力。表示在单位时间内网络中的某信道所能通过的“最高数据率”。单位是 bit/s，即“比特每秒”。

在“带宽”的上述两种表述中，前者为频域称谓，而后者为时域称谓，其本质是相同的。也就是说，一条通信链路的“带宽”越宽，其所能传输的“最高数据率”也越高。



数字信号流随时间的变化

在时间轴上信号的宽度随带宽的增大而变窄。



3. 吞吐量

- 吞吐量 (throughput) 表示在单位时间内通过某个网络 (或信道、接口) 的数据量。
- 吞吐量更经常地用于对现实世界中的网络的一种测量 , 以便知道实际上到底有多少数据量能够通过网络。
- 吞吐量受网络的带宽或网络的额定速率的限制。



4. 时延

- 时延 (delay 或 latency) 是指数据 (一个报文或分组 , 甚至比特) 从网络 (或链路) 的一端传送到另一端所需的时间。
- 有时也称为延迟或迟延。
- 网络中的时延由以下几个不同的部分组成 :
 - ① 发送时延
 - ② 传播时延
 - ③ 处理时延
 - ④ 排队时延



4. 时延

① 发送时延

- 也称为传输时延。
- 发送数据时，数据帧从结点进入到传输媒体所需要的时间。
- 也就是从发送数据帧的第一个比特算起，到该帧的最后一个比特发送完毕所需的时间。

$$\text{发送时延} = \frac{\text{数据帧长度 (bit)}}{\text{发送速率 (bit/s)}}$$



4. 时延

② 传播时延

- 电磁波在信道中需要传播一定的距离而花费的时间。
- 发送时延与传播时延有本质上的不同。
- 信号发送速率和信号在信道上的传播速率是完全不同的概念。

$$\text{传播时延} = \frac{\text{信道长度 (米)}}{\text{信号在信道上的传播速率 (米 / 秒)}}$$



4. 时延

③ 处理时延

- 主机或路由器在收到分组时，为处理分组（例如分析首部、提取数据、差错检验或查找路由）所花费的时间。

④ 排队时延

- 分组在路由器输入输出队列中排队等待处理所经历的时延。
- 排队时延的长短往往取决于网络中当时的通信量。



4. 时延

数据在网络中经历的
总时延就是发送时延
、传播时延、处理时
延和排队时延之和。

$$\begin{aligned}\text{总时延} &= \text{发送时延} \\ &+ \text{传播时延} \\ &+ \text{处理时延} \\ &+ \text{排队时延}\end{aligned}$$

必须指出，在总时延中，究竟是哪一种时延占主导地位，必须具体分析。



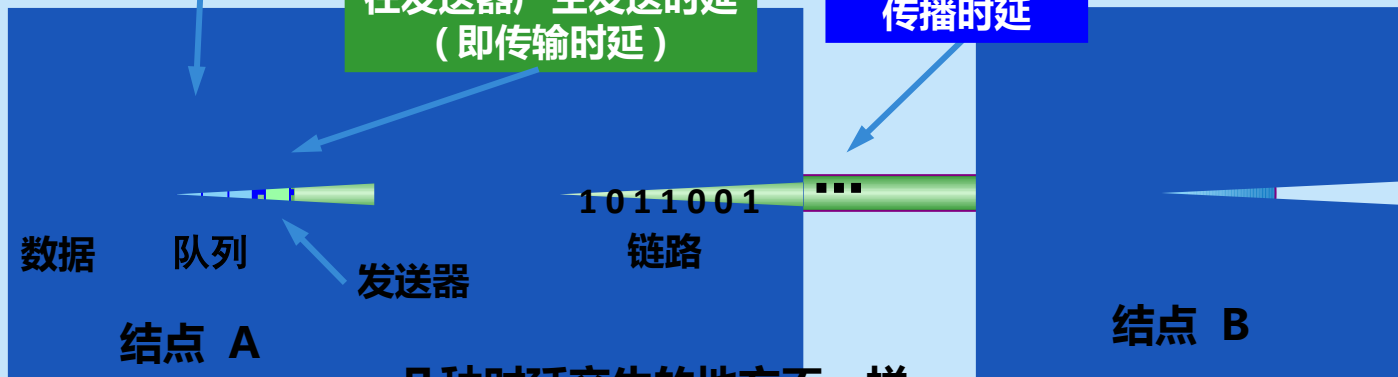
四种时延所产生的地方

假设从结点 A 向结点 B 发送数据

在结点 A 中产生
处理时延和排队时延

在发送器产生发送时延
(即传输时延)

在链路上产生
传播时延



几种时延产生的地方不一样



容易产生的错误概念

- 对于高速网络链路，我们提高的仅仅是数据的发送速率而不是比特在链路上的传播速率。
- 提高链路带宽减小了数据的发送时延。

以下说法是错误的：

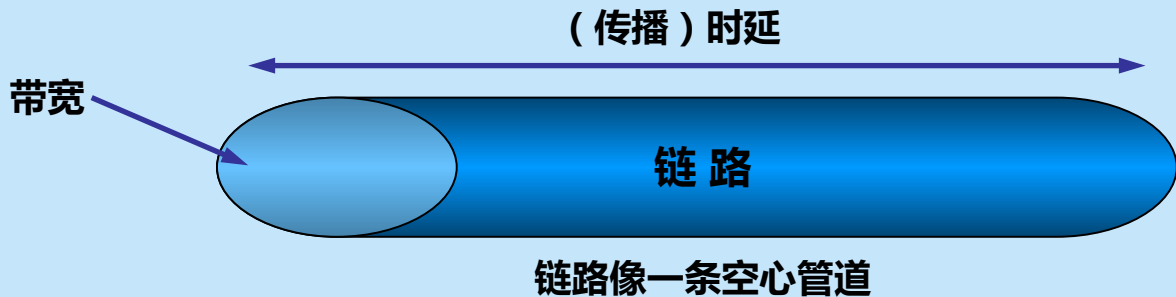
“在高速链路（或高带宽链路）上，比特会传送得更快些”。



5. 时延带宽积

链路的时延带宽积又称为以比特为单位的链路长度。

$$\text{时延带宽积} = \text{传播时延} \times \text{带宽}$$



只有在代表链路的管道都充满比特时，
链路才得到了充分利用。



6. 往返时间

- 互联网上的信息不仅仅单方向传输，而是双向交互的。因此，有时很需要知道双向交互一次所需的时间。
- 往返时间 RTT (round-trip time) 表示从发送方发送数据开始，到发送方收到来自接收方的确认，总共经历的时间。
- 在互联网中，往返时间还包括各中间结点的处理时延、排队时延以及转发数据时的发送时延。
- 当使用卫星通信时，往返时间 RTT 相对较长，是很重要的一个性能指标。



7. 利用率

- 分为信道利用率和网络利用率。
- 信道利用率指出某信道有百分之几的时间是被利用的（有数据通过）。
- 完全空闲的信道的利用率是零。
- 网络利用率则是全网络的信道利用率的加权平均值。
- 信道利用率并非越高越好。当某信道的利用率增大时，该信道引起的时延也就迅速增加。

时延与网络利用率的关系

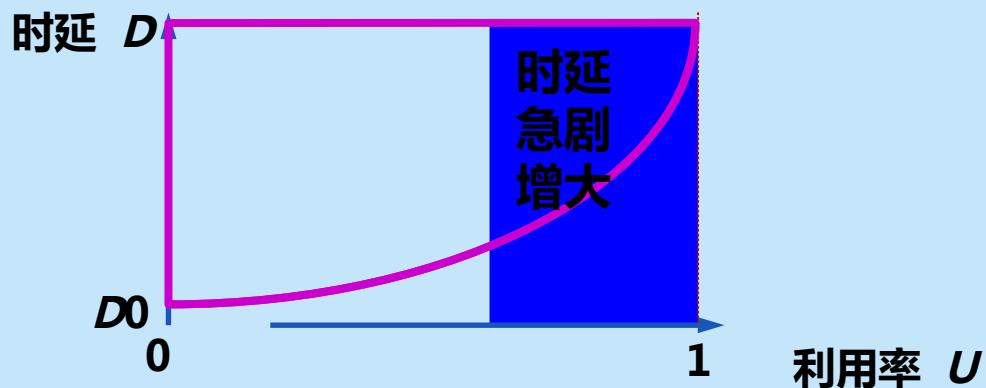
- 根据排队论的理论，当某信道的利用率增大时，该信道引起的时延也就迅速增加。
- 若令 D_0 表示网络空闲时的时延， D 表示网络当前的时延，则在适当的假定条件下，可以用下面的简单公式表示 D 和 D_0 之间的关系：

$$D = \frac{D_0}{1 - U}$$

其中： U 是网络的利用率，数值在 0 到 1 之间。



时延与网络利用率的关系



当信道的利用率增大时，该信道引起的时延迅速增加。



1.6.2 计算机网络的非性能特征

一些非性能特征也很重要。它们与前面介绍的性能指标有很大的关系。
主要包括：

- 费用
- 质量
- 标准化
- 可靠性
- 可扩展性和可升级性
- 易于管理和维护

