

第一章作业

P6 (Page 48)

这个习题开始探讨传播时延和传输时延，这是数据网络中的两个重要概念。考虑两台主机A和B由一条速率为 R bps 的链路相连。假定这两台主机相隔 m 米，沿该链路的传播速率为 s m/s。主机A向主机B发送长度 L 比特的分组。

- 用 m 和 s 来表示传播时延 d_{prop} 。
- 用 L 和 R 来确定该分组的传输时间 d_{trans} 。
- 忽略处理和排队时延，得出端到端时延的表达式。
- 假定主机A在时刻 $t = 0$ 开始传输该分组。在时刻 $t = d_{trans}$ ，该分组的最后一个比特在什么地方？
- 假定 d_{prop} 大于 d_{trans} ，在时刻 $t = d_{trans}$ ，该分组的第一个比特在何处？
- 假定 d_{prop} 小于 d_{trans} 。在时刻 $t = d_{trans}$ ，该分组的第一个比特在何处？
- 假定 $s = 2.5 \times 10^8$ ， $L = 120$ 比特， $R = 56$ kbps。求出使 d_{trans} 等于 d_{prop} 的距离 m 。

a. $d_{prop} = m / s$

b. $d_{trans} = L / R$

c. 端到端的时延 $d = d_{prop} + d_{trans}$

d. 在时刻 $t = d_{trans}$ ，该分组最后一个比特传输完成，刚离开主机A在链路开头

e. $d_{prop} > d_{trans}$ ，在时刻 $t = d_{trans}$ ，该分组第一个比特还在两台主机的链路上

f. $d_{trans} < d_{prop}$ ，在时刻 $t = d_{trans}$ ，该分组第一个比特已经到达主机B

g. $d_{trans} = L / R$

$d_{prop} = m / s$

$\therefore d_{trans} = d_{prop}$

$\therefore m = \frac{L \cdot s}{R} = \frac{120 \times 2.5 \times 10^8}{56 \times 10^3} \text{ m} = 5.36 \times 10^5 \text{ m}$

P8 (Page 48)

假定用户共享一条 **3Mbps** 的链路。又设每个用户传输时要求 **150kbps**，但是每个用户仅有 10% 的时间传输。（参见 1.3 节中关于“分组交换与电路交换的对比”的讨论。）

a. 当使用电路交换时，能够支持多少用户？

b. 对于本习题的后续小题，假定使用分组交换。求出某给定用户正在传输的概率。

c. 假定有 120 个用户。求出在任何给定时刻，实际有 n 个用户在同时传输的概率。（提示：使用二项式分布。）

d. 求出有 21 个或更多用户同时传输的概率。

a. 电路交换须在所有时间为每个用户预留 150 kbps，所以该电路交换链路能支持用户为 $3\text{Mbps} / 150\text{kbps} = 20$ (个)

b. 每个用户仅有 10% 的时间传输，故某给定用户正在传输的概率为 $p = 10\%$

c. 由 b 可得

$$P = C_{120}^n p^n (1-p)^{120-n}$$

d. 有 21 个或更多用户同时传输的概率为

$$1 - \sum_{n=0}^{20} C_{120}^n p^n (1-p)^{120-n}$$

设 X 为同时传输的用户数，则 $X \sim B(120, 0.1)$

由中心极限定理

$$Z = \frac{X - np}{\sqrt{np(1-p)}} \sim N(0, 1)$$

则

$$\begin{aligned} P(X < 21) &= P\left(Z < \frac{21 - 120 \times 0.1}{\sqrt{120 \times 0.1 \times 0.9}}\right) \approx P\left(Z < \frac{9}{3.2863}\right) \\ &= P(2.73) = 0.997 \end{aligned}$$

$$P(X \geq 21) = 1 - P(X < 21) = 1 - 0.997 = 0.003$$