

## 计算机网络及应用（2020 秋）第二周作业

1、考虑一个应用程序以稳定的速率传输数据（例如，发送方每  $k$  个时间单元产生一个  $N$  比特的数据单元，其中  $k$  较小且固定）。另外，当这个应用程序启动时，它将连续运行相当长一段时间。回答下列问题，简要论证你的回答：

a. 是分组交换网还是电路交换网更适合这种应用？为什么？

电路交换网更适合这种应用，因为这个应用会连续运行较长时间，而且对带宽的需求（发送数据的速率）比较稳定，不会有突发的请求，这样采用电路交换就不会浪费太多资源。虽然电路交换中建立连接需要一段的时间，但是平摊到每次数据传输中可以忽略不计。

b. 假定使用了分组交换网，并且该网中的所有流量都来自上述的这种应用程序。此外，假定该应用程序数据传输速率的总和小于每条链路的各自容量。需要某种形式的拥塞控制吗？为什么？

不需要。即使在最坏情况下，即各个应用程序同时建立连接进行通信时，由于该应用程序数据传输速率的总和小于每条链路的各自容量，所以每条链路不会被填满，也就不会出现排队现象，就不需要拥塞控制了。

2、考虑在图 1-13（中文第七版教材第 19 页）中的电路交换网。回想在每条链路上有四条链路，以顺时针方向标记的四台交换机 A、B、C 和 D。

a. 在该网络中，任何时候都能够进行同时连接的最大数量是多少？

16 条。相邻的两个交换机之间可以建立 4 条连接，所以共有 16 条连接。

b. 假定所有连接都位于交换机 A 和 C 之间。能够进行同时连接的最大数量是多少？

8 条。A 可以通过 B 连接到 C，形成 4 条连接；也可以通过 D 连接到 C，又能形成 4 条连接。

c. 假定所有连接都位于交换机 A 和 B 之间。能够进行同时连接的最大数量是多少？

8 条。其中 4 条连接，我们可以安排为 A 与 B 直接连接；另外 4 条链接，我们可以安排为通过 C、D 连接。

d. 假定我们要在交换机 A 和 C 之间建立 4 条连接，在交换机 B 和 D 之间建立另外 4 条连接。我们能够让这些呼叫通过这 4 条链路建立路由以容纳所有 8 条连接吗？

可以。对于 A、C 之间的 4 条连接，我们安排其中 2 条通过 B，另外 2 条通过 D；对于 B、D 之间的 4 条连接，我们安排其中 2 条通过 A，另外 2 条通过 C。

3、假定用户共享一条 5Mbps 的链路。又设每个用户传输时要求 200kbps，但是每个用户仅有 10%的时间传输。

a. 当使用电路交换时，能够支持多少用户？

由于每个用户使用的带宽不能共享，所以能支持  $5\text{Mbps}/200\text{kbps}=25$  个用户。

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。

由于每个用户仅有 10%的时间在传输，所以  $p=1/10=0.1$ 。

c. 假定有 100 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。）

$$p = C_{100}^n 0.1^n 0.9^{100-n}$$

d. 求出有 25 个或更多用户同时传输的概率。

$$p = 1 - \sum_{n=0}^{24} C_{100}^n 0.1^n 0.9^{100-n}$$

这个式子很难算出精确值，除非利用数学软件。不过可以用中心极限定理近似，这

样计算起来方便得多。设  $P(X_i = 1) = 0.1$  表示第  $i$  个用户正在传输的概率， $P(X_i = 0) = 0.9$  表示第  $i$  个用户不在传输的概率，则

$$p = 1 - P\left(\sum_{i=1}^{100} X_i \leq 24\right) = 1 - P\left(\frac{\sum_{i=1}^{100} X_i - 10}{\sqrt{100 * 0.1 * 0.9}} \leq \frac{24 - 10}{\sqrt{100 * 0.1 * 0.9}}\right)$$

$$\approx 1 - \Phi\left(\frac{14}{3}\right) \approx 1.5306 * 10^{-6}$$

$p$  值非常接近于 0，几乎可以忽略不计，这就说明几乎不可能会有 25 个或更多用户同时传输的情况发生。

- 4、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 发送长度为  $L$  比特的分组。

- a. 用  $m$  和  $s$  来表示传播时延  $d_{\text{prop}}$ 。

$$d_{\text{prop}} = \frac{m}{s}$$

- b. 用  $L$  和  $R$  来确定该分组的传输时延  $d_{\text{trans}}$ 。

$$d_{\text{trans}} = \frac{L}{R}$$

- c. 忽略处理和排队时延，得出端到端时延的表达式。

$$d_{\text{end-to-end}} = \frac{L}{R} + \frac{m}{s}$$

- d. 假定主机 A 在时刻  $t = 0$  开始传输该分组。在时刻  $t = d_{\text{trans}}$ ，该分组的最后一个比特在什么地方？

此时这个分组刚被完全推向网络，所以说最后一个比特刚刚离开 A。

- e. 假定  $d_{\text{prop}}$  大于  $d_{\text{trans}}$ 。在时刻  $t = d_{\text{trans}}$ ，该分组的第一个比特在何处？

此时这个分组刚被完全推向网络，但是由于传播时延较长，还不足以让第一个比特到达 B，所以第一个比特应该在 A、B 之间。

- f. 假定  $d_{\text{prop}}$  小于  $d_{\text{trans}}$ 。在时刻  $t = d_{\text{trans}}$ ，该分组的第一个比特在何处？

此时这个分组刚被完全推向网络，但是由于传播时延较短，第一个比特已经到达 B。

- g. 假定  $s = 2.5 \times 10^8$ ， $L = 100$  比特， $R = 50$  kbps。求出使  $d_{\text{prop}}$  等于  $d_{\text{trans}}$  的距离  $m$ 。

$$m = \frac{L}{R} s = \frac{100}{50 * 10^3} * 2.5 * 10^8 = 5 * 10^5 m$$