

# homework 2

---

**P20.**  $Throughput = \min\{R_s, R_c, R/M\}$

**P21.** 如果服务器仅能用一条路径发送数据，那么最大吞吐量是  $\max\{\min\{R_1^k, R_2^k, \dots, R_N^k\}\} (k = 1, 2, \dots, M)$ ；如果服务器能使用所有路径发送数据，那么最大吞吐量是  $\sum_{k=1}^M \min\{R_1^k, R_2^k, \dots, R_N^k\}$ 。

**P23.**

**a.** 两个分组抵达目的地的时间差是  $L/R_s$ 。记时间为  $t$ ，则在第一个  $L/R_s$  的时间里，分组一被推向链路一，然后在  $(L/R_c + 2d_{prop})$  的时间后到达目的地。从  $t = L/R_s$  的时刻开始，分组二将同样花  $L/R_s$  被推向链路一、再在  $(L/R_c + 2d_{prop})$  的时间后到达目的地。因此，两个分组抵达目的地的时间差是  $L/R_s$ 。

**b.** 如果紧密相连地发送，分组二会在链路二的输入队列中排队；当服务器发送两个分组的时间间隔  $T \geq L/R_c - L/R_s$  时，可以确保第二段链路之前没有排队。记时间为  $t$ ，则在  $t = L/R_s + d_{prop}$  的时刻，分组一开始被推入链路二；在  $t = L/R_s + L/R_c + d_{prop}$  的时刻，分组一被推入链路二。而分组二从  $t = L/R_s$  开始被推向链路，在  $t = 2L/R_s + d_{prop}$  进入链路二的等待队列。因为链路二是瓶颈，所以分组一还没完全推入链路二，分组二就已经抵达链路二的等待队列。由以上讨论可知， $T \geq L/R_c - L/R_s$ 。

**P24.** 用  $100Mbps$  的专用链路传送  $40 \times 10^{12}$  字节数据，需要  $(40 \times 10^{12} \times 8)/(100 \times 10^6) = 3.2 \times 10^6 s = 37.01 days$ ，即需要一个多月；而使用 FedEx 夜间快递可以次日送达。因此使用 FedEx 夜间快递来交付明显更好。

**P31.**

**a.** 从源主机到第一台分组交换机的时间也就是链路的传输时延，即

$(8 \times 10^6)/(2 \times 10^6) = 4s$ 。从源主机到目的主机需要  $3 \times 4 = 12s$ 。

**b.** 从源主机移动分组一到第一台交换机需要  $10000/(2 \times 10^6) = 0.005s$ 。在分组一离开  $0.005 + 0.005 = 0.01s$  后，分组二被第一台交换机全部收到。(中文教材) 从第一台交换机移动分组一到第二台交换机、从源主机发送分组二到第一台交换机也各需要  $10000/(2 \times 10^6) = 0.005s$ 。

**c.** 由于b问中所述的同时性，容易得到从源主机向目的主机移动整个文件的时间是  $(800 + 2) \times 0.005 = 4.01s$ 。使用报文分段所需时间是不使用报文分段需要时间的  $1/3$  左右。这是因为，报文分段允许不同的分组在同一时间各自在不同链路上传输，从而在大多数时间保证路径上的三条链路都在传输，效率提升到将近3倍。

**d.** 报文分段将不同文件抽象成统一的分组，从而将文件传输模块化，更加灵活；同时，报文分段有利于提升传输的可靠性，即使传输中发生错误，分段机制确保了大多数分组的正常

传输，需要重传的仅仅是部分分组。

**e.** 不恰当的报文分段可能会延长传输时延。比如，单个分组的首部/控制信息可能会造成较大的overhead开销；传输前分段、目的地组装也可能导致较长时延。

**P33.** 类似P31c，所需时间 $t(S) = (F/S + 2) \times (80 + S)/R$ 。 $t(S)$ 在 $S = \sqrt{40F}$ 时取到最小值 $4\sqrt{40F}$ ，即所求 $S$ 取值是 $\sqrt{40F}$ 。

**P34.** VoIP协议实现了语音呼叫通过因特网与电话网。VoIP协议的网关连接起Internet与电话网，将电话声音信号与数据分组互相转换。