

P6. 本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  $m$  (m)，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  $L$  (bit) 的分组。

- 用  $m$  和  $s$  来表示传播时延  $d_{\text{prop}}$ 。
- 用  $L$  和  $R$  来确定该分组的传输时间  $d_{\text{trans}}$ 。
- 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  $t=d_{\text{trans}}$ ，该分组的最后一个比特在什么地方？
- 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？
- 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？
- 假定  $s=2.5 \times 10^8$  m/s,  $L=120$  bit,  $R=56$  kbps。求出使  $d_{\text{prop}}$  等于  $d_{\text{trans}}$  的距离  $m$ 。

P8. 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。）

- 当使用电路交换时，能够支持多少用户？
- 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。
- 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。）
- 求出有 21 个或更多用户同时传输的概率。

P9. 考虑 1.3 节关于“分组交换与电路交换的对比”的讨论，其中给出了一条 1Mbps 链路的例子。用户在忙时以 100kbps 的速率产生数据，但忙时仅以  $p = 0.1$  的概率产生数据。假定用 1Gbps 链路替代 1Mbps 的链路。

- 当采用电路交换技术时，能被同时支持的最大用户数量  $N$  是多少？
- 现在考虑分组交换和有  $M$  个用户的情况。给出多于  $N$  个用户发送数据的概率公式（用  $p$ 、 $M$ 、 $N$  表示）。

P13. a. 假定有  $N$  个分组同时到达一条当前没有分组传输或排队的链路。每个分组长为  $L$ ，链路传输速率为  $R$ 。对  $N$  个分组而言，其平均排队时延是多少？

b. 现在假定每隔  $LN/R$  秒有  $N$  个分组同时到达链路。一个分组的平均排队时延是多少？

P19. 梅特卡夫 (Metcalfe) 定律：计算机网络的價值正比于与该系统连接的用户数量的平方。令  $n$  表示某计算机网络中的用户数量。假设每个用户向每个其他用户发送一个报文，将要发送多少个报文？你的答案支持梅特卡夫定律吗？

P25. 假定两台主机 A 和 B 相隔 20 000km，由一条直接的  $R=2\text{Mbps}$  的链路相连。假定跨越该链路的传播速率是  $2.5\times 10^8\text{m/s}$ 。

- 计算带宽-时延积  $R \cdot t_{\text{prop}}$ 。
- 考虑从主机 A 到主机 B 发送一个 800 000bit 的文件。假定该文件作为一个大的报文连续发送。在任何给定的时间，在链路上具有的比特数量最大值是多少？
- 给出带宽-时延积的一种解释。
- 在该链路上一个比特的宽度（以米计）是多少？它比一个足球场的长度更长吗？
- 用传播速率  $s$ 、带宽  $R$  和链路  $m$  的长度，推导出比特宽度的一般表示式。

P24. 假设你希望从波士顿向洛杉矶紧急传送  $40 \times 10^{12}$  字节数据。你有一条 100Mbps 专用链路可用于传输数据。你是愿意通过这条链路传输数据，还是愿意使用 FedEx 夜间快递来交付？解释你的理由。

P27. 考虑习题 P24, 但此时链路的速率是  $R=1\text{Gbps}$ 。

- 计算带宽-时延积  $R \cdot d_{\text{prop}}$ 。
- 考虑从主机 A 到主机 B 发送一个 800 000bit 的文件。假定该文件作为一个大的报文连续发送。在任何给定的时间, 在链路上具有的比特数量最大值是多少?
- 在该链路上一个比特的宽度 (以米计) 是多少?



P31. 在包括因特网的现代分组交换网中，源主机将长应用层报文（如一个图像或音乐文件）分段为较小的分组并向网络发送。接收方则将这些分组重新装配为初始报文。我们称这个过程为报文分段。图 1-27 显示了一个报文在报文不分段和报文分段情况下的端到端传输。考虑一个长度为  $8 \times 10^6 \text{ bit}$  的报文，它在图 1-27 中从源发送到目的地。假定在该图中的每段链路是 2Mbps。忽略传播、排队和处理时延。

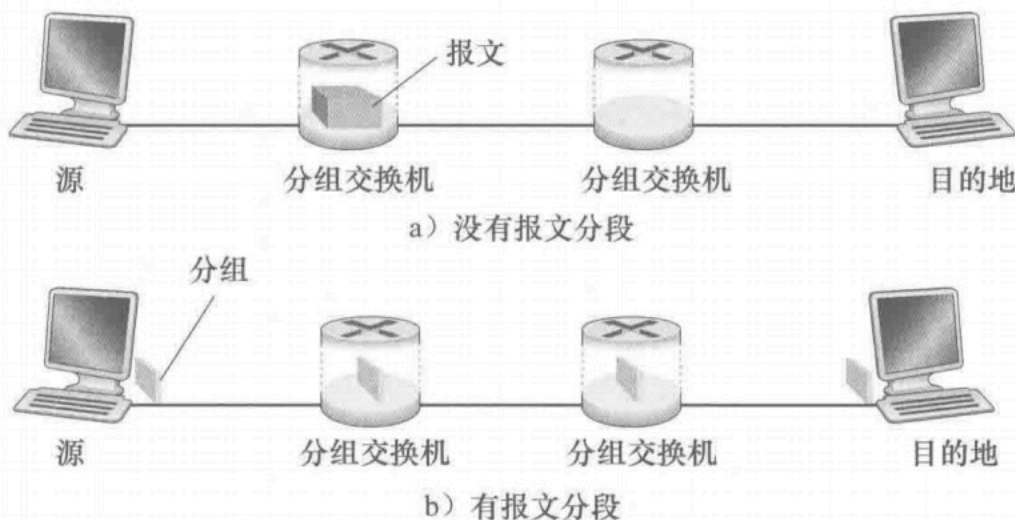


图 1-27 端到端报文传输

- 考虑从源到目的地发送该报文且没有报文分段。从源主机到第一台分组交换机移动报文需要多长时间？记住，每台交换机均使用存储转发分组交换，从源主机移动该报文到目的主机需要多长时间？
- 现在假定该报文被分段为 800 个分组，每个分组 10 000bit 长。从源主机移动第一个分组到第一台交换机需要多长时间？从第一台交换机发送第一个分组到第二台交换机，从源主机发送第二个分组到第一台交换机各需要多长时间？什么时候第二个分组能被第一台交换机全部收到？
- 当进行报文分段时，从源主机向目的主机移动该文件需要多长时间？将该结果与 (a) 的答案进行比较并解释之。
- 除了减小时延外，使用报文分段还有什么原因？
- 讨论报文分段的缺点。