

- P11. 在上述习题中, 假定 $R_1 = R_2 = R_3 = R$ 且 $d_{\text{proc}} = 0$ 。进一步假定该分组交换机不存储转发分组, 而是在等待分组到达后立即传输它收到的每个比特。这时端到端时延是多少?
- P12. 一台分组交换机接收一个分组并决定该分组应当转发的出链路。当某分组到达时, 另一个分组正在该出链路上被发送到一半, 还有 4 个其他分组正等待传输。这些分组以到达的次序传输。假定所有分组是 1500 字节并且链路速率是 2Mbps。该分组的排队时延是多少? 在更一般的情况下, 当所有分组的长度是 L , 传输速率是 R , 当前正在传输的分组已经传输了 x 比特, 并且已经在队列中有 n 个分组, 其排队时延是多少?
- 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?
- P14. 考虑路由器缓存中的排队时延。令 I 表示流量强度; 即 $I = La/R$ 。假定排队时延的形式为 $IL/R(1-I)$, 其中 $I < 1$ 。
a. 写出总时延公式, 即排队时延加上传输时延。
b. 以 L/R 为函数画出总时延的图。
- P15. 令 a 表示在一条链路上分组的到达率 (以分组/秒计), 令 μ 表示一条链路上分组的传输率 (以分组/秒计)。基于上述习题中推导出的总时延公式 (即排队时延加传输时延), 推导出以 a 和 μ 表示的总时延公式。
- P16. 考虑一台路由器缓存前面的一条出链路。在这个习题中, 将使用李特尔 (Little) 公式, 这是排队论中的一个著名公式。令 N 表示在缓存中的分组加上被传输的分组的平均数。令 a 表示到达链路的分组速率。令 d 表示一个分组历经的平均总时延 (即排队时延加传输时延)。李特尔公式是 $N = a \times d$ 。假定该缓存平均包含 10 个分组, 并且平均分组排队时延是 10ms。该链路的传输速率是 100 分组/秒。使用李特尔公式, 在没有丢包的情况下, 平均分组到达率是多少?
- P17. a. 对于不同的处理速率、传输速率和传播时延, 给出 1.4.3 节中式 (1-2) 的一般表达式。
b. 重复 (a), 不过此时假定在每个结点有平均排队时延 d_{queue} 。
- P18. 在一天的 3 个不同的小时内, 在同一个大陆上的源和目的地之间执行 Traceroute。
a. 在这 3 个小时的每个小时中, 求出往返时延的均值和方差。
b. 在这 3 个小时的每个小时中, 求出路径上的路由器数量。在这些时段中, 该路径发生变化了吗?
c. 试图根据源到目的地 Traceroute 分组通过的情况, 辨别 ISP 网络的数量。具有类似名字和/或类似的 IP 地址的路由器应当被认为是同一个 ISP 的一部分。在你的实验中, 在相邻的 ISP 间的对等接口处出现最大的时延了吗?
d. 对位于不同大陆上的源和目的地重复上述内容。比较大陆内部和大陆之间的这些结果。
- P19. a. 访问站点 www.traceroute.org, 并从法国两个不同的城市向位于美国的相同的目的主机执行 Traceroute。在这两个 Traceroute 中, 有多少条链路是相同的? 大西洋沿岸国家的链路相同吗?
b. 重复 (a), 但此时选择位于法国的一个城市和位于德国的另一个城市。
c. 在美国挑选一个城市, 然后向位于中国的两个不同城市的主机执行 Traceroute。在这两次 Traceroute 中有多少链路是相同的? 在到达中国前这两个 Traceroute 分开了吗?
- P20. 考虑对应于图 1-20b 吞吐量的例子。现在假定有 M 对客户-服务器而不是 10 对。用 R_s 、 R_c 和 R 分别表示服务器链路、客户链路和网络链路的速率。假设所有的其他链路都有充足容量, 并且除了由这 M 对客户-服务器产生的流量外, 网络中没有其他流量。推导出由 R_s 、 R_c 、 R 和 M 表示的通用吞吐量表达式。
- P21. 考虑图 1-19b。现在假定在服务器和客户之间有 M 条路径。任两条路径都不共享任何链路。路径 k ($k=1, \dots, M$) 是由传输速率为 R_1^k 、 R_2^k 、 \dots 、 R_N^k 的 N 条链路组成。如果服务器仅能够使用一条路径向客户发送数据, 则该服务器能够取得的最大吞吐量是多少? 如果该服务器能够使用所有 M 条路径发送数据, 则该服务器能够取得的最大吞吐量是多少?