

计算机网络及应用（2020 秋）第 8 周作业

请大家通过网络学堂以 pdf 格式提交，命名为：学号_姓名_班.pdf。

作业纪律：禁止抄袭，抄袭双方都记 0 分。迟交作业最终分数=卷面评分*(1-0.1*迟交天数)。

1、考虑一种简化的 TCP 的 AIMD 算法，其中拥塞窗口长度用报文段的数量来度量，而不是用字节度量。在加性增中，每个 RTT 拥塞窗口长度增加一个报文段。在乘性减中，拥塞窗口长度减小一半（如果结果不是整数，向下取整）。假设两条 TCP 连接 C1 和 C2，它们共享一条速率为每秒 60 个报文段的单一拥塞链路。假设 C1 和 C2 均处于拥塞避免阶段。连接 C1 的 RTT 是 50ms，连接 C2 的 RTT 是 100ms。假设当链路中的数据速率超过了链路的速率时，所有 TCP 连接经受数据报文段丢失，即不考虑冗余 ACK 的影响。

a) 如果在时刻 t_0 ，C1 和 C2 具有 10 个报文段的拥塞窗口，在 1000ms 后它们的拥塞窗口为多长？

按照助教在群里的说法，虽然 C2 的发送速率调整间隔为 100ms，但是只要刚才的 100ms 内有丢包，就会引发控制机制。

$t-t_0$	C1 窗口大小	C1 吞吐量	C2 窗口大小	C2 吞吐量
0	10	200	10	100
50	5	100	10	100
100	2	40	5	50
150	1	20	5	50
200	1	20	2	20
250	2	40	2	20
300	3	60	3	30
350	1	20	3	30
400	2	40	1	10
450	3	60	1	10
500	1	20	1	10
550	2	40	1	10
600	3	60	2	20
650	1	20	2	20
700	2	40	1	10
750	3	60	1	10
800	1	20	1	10
850	2	40	1	10
900	3	60	2	20
950	1	20	2	20
1000	2	40	1	10

- b) 经长时间运行, 这两条连接将取得共享该拥塞链路的相同的带宽吗? 如果存在, 请指出在哪些时间段, 两条连接共享相同的带宽?

不会。可以看出每 300ms 为一个周期, 一个周期内, C1 的平均吞吐量为 40, 而 C2 的平均吞吐量为 40/3, 为 3 倍关系。不过某些时间段内, 两条连接会有相等的吞吐量, 例如 $t-t_0=950\text{ms}$ 时。

2、考虑从一台主机经一条没有丢包的 TCP 连接向另一台主机发送一个大文件。

- a) 假定 TCP 使用不具有慢启动的 AIMD 进行拥塞控制。假设每当收到一批 ACK 时, cwnd 增加一个 MSS, 并且假设往返时间大约恒定, cwnd 从 6MSS 增加到 18MSS 要花费多长时间 (假设没有丢包事件)?

每个 RTT 时间内, 增加 1 个报文段数。一开始为 6MSS, 结束时为 18MSS, 所以需要 $(18-6)\text{RTT}=12\text{RTT}$ 时间。

- b) 对于该连接, 到时间=12RTT, 其平均吞吐量是多少 (用 MSS 和 RTT 表示)?

第 1 个 RTT 内发送了 6MSS; 第 2 个 RTT 内发送了 7MSS, 以此类推, 第 12 个 RTT 内发送了 17MSS。12RTT 内共发送了 $(6+17)*12/2=138\text{MSS}$, 平均吞吐量为 $138/12=11.5\text{MSS}$ 。

3、考虑仅有一条单一的 TCP 连接使用一条 11.2Mbps 链路, 且该链路没有缓存任何数据。假设这条链路是发送主机和接收主机之间的唯一拥塞链路。假定某 TCP 发送方向接收方有一个大文件要发送, 而接收方的接收缓存比拥塞窗口要大得多。另假设: 每个 TCP 报文段长度为 1500 字节; 该连接的双向传播时延是 150ms; 并且该 TCP 连接总是处于拥塞避免阶段, 即忽略了慢启动, 一旦发生丢包事件, 拥塞窗口就会被设置为原来的一半。

- a) 这条 TCP 连接能够取得的最大窗口长度 (以报文段计) 是多少 (提示: 如果发送速率大于链路的传输速率就会发生丢包事件, 应当避免丢包事件的发生, 同时最大化链路的利用率)?

一个 RTT 里 TCP 连接会发送 w 个报文段, 每个具有 MSS 个字节, 所以最大的发送速率为

$$w * \frac{\text{MSS}}{\text{RTT}} = 11.2\text{Mbps}$$

解得 w 最大为 140。

- b) 这条 TCP 连接的平均窗口长度 (以报文段计) 和平均吞吐量 (以 bps 计) 是多少? 注意, 请说明原因。

一旦 w 达到 140，就会发生丢包，从而减半到 70，所以平均窗口长度为 $(140+70)/2=105$ ，平均吞吐率为 $105*MSS/RTT=8.4Mbps$ 。

c) 这条 TCP 连接在从丢包恢复后，再次到达其最大窗口要经历多长时间？

每个 RTT 时间内，增加 1 个报文段数，一开始窗口长度为 70，最终窗口长度为 140，所以需要 70 个 RTT 时间，共 10.5s。

4、考虑使用 8 比特主机地址的某数据报网络。假定一台路由器具有 4 条链路，编号为 0~3，分组能被转发到如下的各链路接口：

- a) 提供一个具有 4 个表项的转发表，使用最长前缀匹配，转发分组到正确的链路接口。

目的地址范围	链路接口
00000000 到 00111111	0
01000000 到 01011111	1
01100000 到 01111111	2
其他	3

前缀	链路接口
00	0
010	1
011	2
1	3

- b) 描述你的转发表是如何为具有以下目的地址的数据报决定适当的链路接口的。

目的地址	链路接口
00001000	0
10010001	3
01000000	1
11000011	3
00010001	0
01110111	2
10000000	3
01100001	2