

5-22:

**【5-22】** 主机 A 向主机 B 发送一个很长的文件，其长度为  $L$  字节。假定 TCP 使用的 MSS 为 1460 字节。

- (1) 在 TCP 的序号不重复使用的条件下， $L$  的最大值是多少？
- (2) 假定使用上面计算出的文件长度，而运输层、网络层和数据链路层所用的首部开销共 66 字节，链路的数据率为 10 Mbit/s，试求这个文件所需的最短传输时间。

**解答：** 分别求解如下：

(1) 可能的序号共  $2^{32} = 4294967296$  个。TCP 的序号是数据字段的每一个字节的编号，而不是每一个报文段的编号。因此，这一小题与报文段的长度无关，即用不到题目给出的 MSS 值。这个文件  $L$  的最大值就是可能的序号数，即 4294967296 字节。若  $1 \text{ GB} = 2^{30} \text{ B}$ ，则  $L$  的最大值是 4 GB。

(2)  $2^{32} / 1460 = 2941758.422$ ，需要发送 2941759 个帧。

帧首部的开销是  $66 \times 2941759 = 194156094$  字节。

发送的总字节数是  $= 2^{32} + 194156094 = 4489123390$  字节。

数据率  $10 \text{ Mbit/s} = 1.25 \text{ MB/s} = 1250000$  字节/秒。

发送 4489123390 字节所需时间为： $4489123390 / 1250000 = 3591.3$  秒，即 59.85 分，约 1 小时。

5-23:

**【5-23】** 主机 A 向主机 B 连续发送了两个 TCP 报文段，其序号分别是 70 和 100。试问：

- (1) 第一个报文段携带了多少字节的数据？
- (2) 主机 B 收到第一个报文段后发回的确认中的确认号应当是多少？
- (3) 如果 B 收到第二个报文段后发回的确认中的确认号是 180，试问 A 发送的第二个报文段中的数据有多少字节？
- (4) 如果 A 发送的第一个报文段丢失了，但第二个报文段到达了 B。B 在第二个报文段到达后向 A 发送确认。试问这个确认号应为多少？

**解答：** 分别求解如下：

(1) 第一个报文段的数据序号是 70 到 99，共 30 字节的数据。

(2) B 期望收到下一个报文段的第一个数据字节的序号是 100，因此确认号应为 100。

(3) A 发送的第二个报文段中的数据的字节数是  $180 - 100 = 80$  字节。

(4) B 在第二个报文段到达后向 A 发送确认，其确认号应为 70。

5-30:

**【5-30】** 设 TCP 使用的最大窗口为 65535 字节, 而传输信道不产生差错, 带宽也不受限制。若报文段的平均往返时间为 20 ms, 问所能得到的最大吞吐量是多少?

**解答:** 在发送时延可忽略的情况下, 每 20 ms 可发送  $65535 \times 8 = 524280$  bit。

最大数据率 =  $(524280 \text{ bit}) / (20 \text{ ms}) \approx 26.2 \text{ Mbit/s}$ 。

5-31:

**【5-31】** 通信信道带宽为 1 Gbit/s, 端到端传播时延为 10 ms。TCP 的发送窗口为 65535 字节。试问: 可能达到的最大吞吐量是多少? 信道的利用率是多少?

**解答:** 发送一个窗口的比特数为  $65535 \times 8 = 524280$  bit。

所需时间为  $(524280 \text{ bit}) / (1000000000 \text{ bit/s}) = 0.524 \times 0.001 \text{ s} = 0.524 \text{ ms}$ 。

往返时间为 20 ms。

最大吞吐量为  $(0.524280 \text{ Mbit}) / (20 \text{ ms} + 0.524 \text{ ms}) = (0.524280 \text{ Mbit}) / (20.524 \text{ ms}) \approx 25.5 \text{ Mbit/s}$ 。

信道利用率为  $(25.5 \text{ Mbit/s}) / (1000 \text{ Mbit/s}) = 2.55\%$ 。

5-33:

**【5-33】** 假定 TCP 在开始建立连接时, 发送方设定超时重传时间  $\text{RTO} = 6\text{s}$ 。

(1) 当发送方收到对方的连接确认报文段时, 测量出 RTT 样本值为 1.5s。试计算现在的 RTO 值。

(2) 当发送方发送数据报文段并收到确认时, 测量出 RTT 样本值为 2.5s。试计算现在的 RTO 值。

**解答:** RTO 值计算如下:

(1) 当第一次测量到 RTT 样本时,  $\text{RTT}_S$  值就取为这个测量到的 RTT 样本值。

因此,  $\text{RTT}_S = 1.5 \text{ s}$ 。

根据 RFC 2988 的建议, 当第一次测量时,  $\text{RTT}_D$  值取为测量到的 RTT 样本值的一半。

因此,  $\text{RTT}_D = (1/2) \times 1.5 \text{ s} = 0.75 \text{ s}$ 。

根据教材上的式(5-5),  $\text{RTO} = \text{RTT}_S + 4 \times \text{RTT}_D$   
 $= 1.5 \text{ s} + 4 \times 0.75 \text{ s} = 4.5 \text{ s}$

(2) 新的 RTT 样本 = 2.5 s

根据式(5-4), 新的  $\text{RTT}_S = (1 - \alpha) \times (\text{旧的 } \text{RTT}_S) + \alpha \times (\text{新的 RTT 样本})$   
 $= (1 - 1/8) \times 1.5 \text{ s} + 1/8 \times 2.5 \text{ s} = 1.625 \text{ s}$

根据式(5-6), 新的  $\text{RTT}_D = (1 - \beta) \times (\text{旧的 } \text{RTT}_D) + \beta \times |\text{RTT}_S - \text{新的 RTT 样本}|$   
 $= (1 - 1/4) \times 0.75 \text{ s} + 1/4 \times |1.625 \text{ s} - 2.5 \text{ s}| = 0.78125 \approx 0.78 \text{ s}$

根据式(5-5),  $\text{RTO} = \text{RTT}_S + 4 \times \text{RTT}_D$   
 $= 1.625 \text{ s} + 4 \times 0.78 \text{ s} \approx 4.75 \text{ s}$