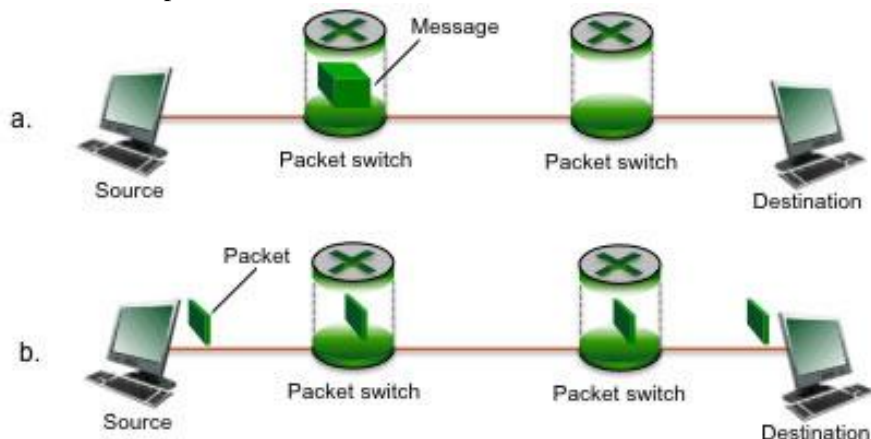


作业四：

1. 在目前的报文交换网络中（如 Internet），主要采用存储转发式交换。源主机通常将应用层较长的消息（例如，图像、视频等）分成小的报文段在网络中进行传输，接收端再将报文段组合成原始的消息，提交给应用层。下面我们给出了消息直接传输（不分报文段）和分成报文段传输的示意图，假设消息长度为 8×10^6 bits，每条链路的传输速率为 2Mbps，忽略传播延时、排队延时和处理时间。请回答下列问题：



1) 如图 a 所示，如果消息不进行分段直接进行传输，每台交换设备均采用存储转发式交换，请计算消息从源主机发出到目的主机完全接收所需的时间；

$$t = \frac{\text{packetlength}}{\text{transmission rate}} \times \text{hops} = \frac{8 \times 10^6 \text{bits}}{2 \times 10^6 \text{bps}} \times 3 = 12s$$

2) 如图 b 所示，如果消息被分成 800 个报文段进行传输（忽略各层的封装），每个报文段长 10000 bits，请计算消息从源主机发出到目的主机完全接收所需的时间；

$$t = \frac{1 \times 10^4 \text{bits}}{2 \times 10^6 \text{bps}} \times (800 + 2) = 4.01s$$

3) 比较消息交换和报文交换的优缺点，除了传输延时方面的考虑，采用报文交换还有哪些其他方面的考虑？

1. 保序性：

消息交换方式能够确保所发送的消息的内部顺序；

而报文交换需要其他的手段来确保消息的按序接受。

2. 分段开销：

消息交换方式能够避免对消息分段所导致的额外机器硬件性能的开销；

相反的，报文交换带来了额外的报文头的开销。

3. 网络中有效信息的比例：

消息交换方式减少额外的报文封装的开销的同时，也提高了网络中所传递的有效信息的占比；

相反的，报文交换又带来了额外的报文头的开销。

4. 容错代价：

消息交换方式的容错代价较高，只要有 1 位错误就需要重传整个信息；

如果报文交换方式的传输过程中有错误，只需要重传对应的一段或几段就好，代价较小。

5. 硬件需求：

6. 消息交换方式需要缓存区更大的路由器，否则很容易因为由于报文过大，超过路由器的缓冲区剩余空余空间而导致丢包；

报文交换方式数据段一般较小，对路由器缓存区的大小要求更低。

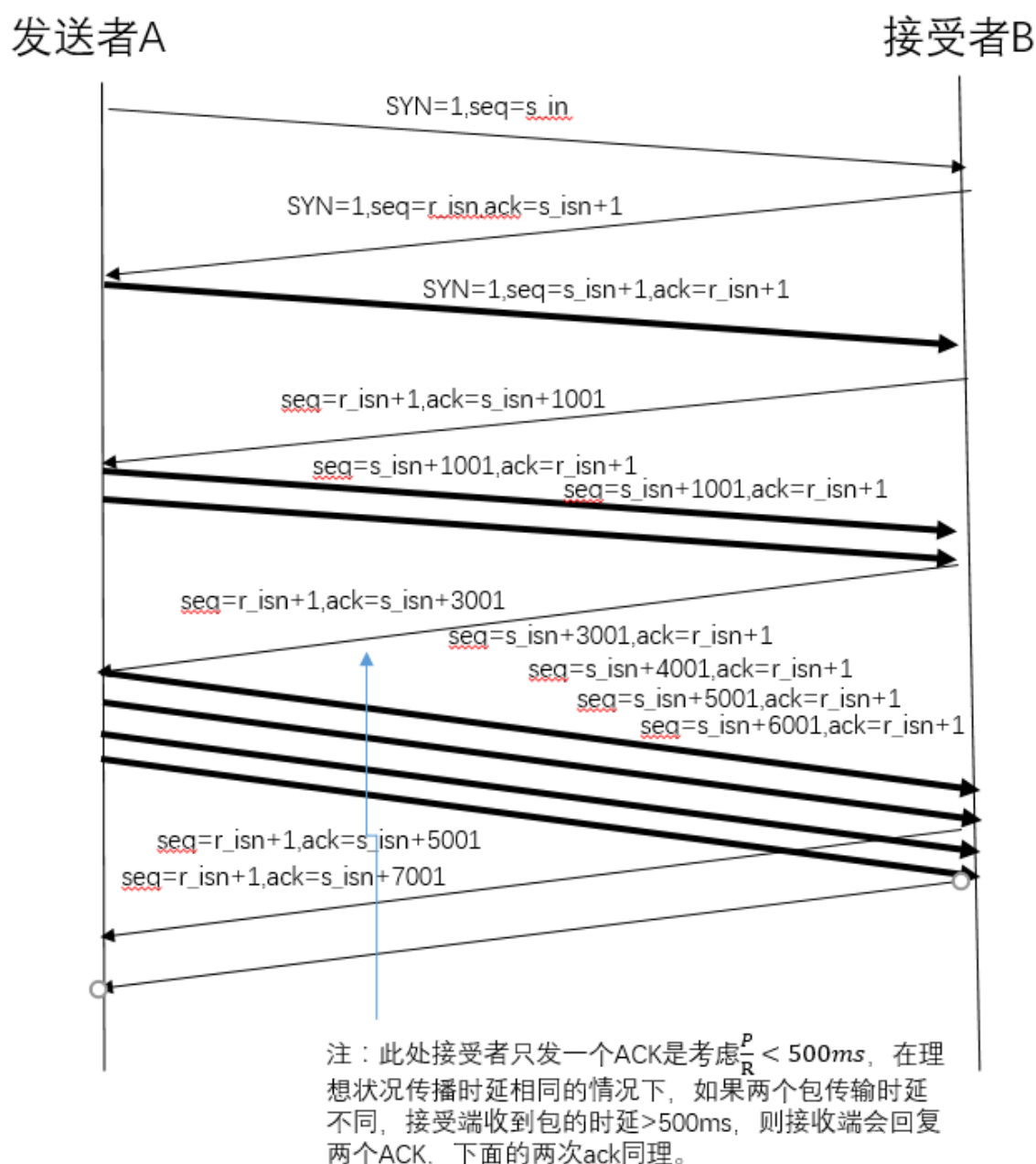
2. 发送者A和接收者B之间使用TCP协议进行通信（A发送数据，B回送ACK）。假设TCP连接建立之后A立

即开始发送数据（第一个数据段随三次握手中的最后一个ACK一同发送，初始序列号为1）。链路带宽（传输速率）为100 Mbps，往返延迟RTT为10ms，MSS为1000字节，最初的拥塞窗口设为1个MSS，假设接收端有足够大的缓存空间，拥塞控制的初始阈值设为64。试回答下列问题：

1) 假设A缓冲区中有7000字节数据要向B发送，发送的每个数据段均包含1000字节数据，请画出A、B之间的交互过程（左图已画出了第一次交互过程），并计算所需的时间（从发起连接开始计算，要求给出计算过程）。

a) 由于并没有指定初始序列号，故在图中用s_isn和r_isn分别表示发送端和接收端的初始序列号；

b) 图中粗线表示的是一个数据段的发送过程，其传输时延为 $\frac{P}{R} = \frac{1000 \times 8 \text{ bits}}{1 \times 10^8 \text{ bps}} = 8 \times 10^{-5} \text{ s}$



由上知：

$$\frac{P}{R} = 8 \times 10^{-5} s$$

$$RTT = 10ms = 1 \times 10^{-2} s$$

又由上图可知，所需的时间总共为 $4 \times RTT$ 和7个 $\frac{P}{R}$

$$t = 4 \times RTT + 7 \times \frac{P}{R} = 40.56ms$$

- 2) 快速重传机制是对TCP性能的优化，考虑第一问中的传输情况，如果传输过程中有数据段丢失，那么第几个数据段的丢失有可能触发A的快速重传？解释原因

答：只有第4数据段的丢失可能触发A的快速重传

解析：快速重传的启动依靠的指示是“TCP发送方接收到对相同数据的3个冗余ACK”。

如果第1个数据段丢失，则不会有ACK发挥，所以发送端会一直阻塞直至定时器超时，才会对第一个数据段进行超时重传。

当第2、第3个数据段中任意一个发生丢失时，拥塞窗口会变成1MSS并回到慢启动过程，不可能有更多的冗余ACK激发快速重传。

只有第4个数据段发生丢失时，若第5、第6、第7个数据段都正常到达，则会返回3个对第3个数据段的冗余ACK，可能触发快速重传。

而当第5、第6、第7个数据段发生丢失时，由于发送端总共只需要发送7个数据段，则不可能有超过2个冗余ACK发回，所以发送端无法启动快速重传，只能等待计时器超时重传数据段。

- 3) 假设发送端发送一系列数据段（1、2、3.....n），但A一直未收到任何确认（ACK），正常情况下，第一个数据段的重传定时器会首先超时，A将TCP的拥塞窗口设置成1个MSS，并重传第一个数据段。如果我们现在修改TCP协议，在上述情况下不重传第一个数据段，而改为发送第n+1个数据段，请你分析在什么情况下这种做法有利，在什么情况下不利。

答：定时器超时有两种可能，一种是当前网络中传输时延较大（相应的，也可以是当前重传定时器间隔设置过短），在这种情况下，数据段1实际上仍然在传输的网络中，只是尚未到达；另一种情况是数据段1可能已经在路由器中被丢包。

在第一种可能性下，所有的数据都会在一定时间后传输的到接收端，所以此时直接发送第n+1个数据段能够避免冗余数据段的发送，提高网络的传输效率、避免网络阻塞，是更好的选择。

而在第二种可能性下，之前的数据段最终无法到达接收端，则重传第1个数据包是更合理的选择。