TCP可靠传输

前情回顾

前面提过，网络层是不可靠的。IP不保证数据报的交付，不保证数据报的按序交付，也不保证数据报中数据的完整性。

TCP在IP不可靠的尽力服务之上创建了一种可靠数据传输服务。TCP可靠传输服务确保一个进程从其接受缓存中读出的数据流时无损坏、无间隔、非冗余和按序的数据流。即**该字节流和发送方发出的字节流是完全一样的。**

(1) **TCP使用流水线机制**，使得发送方在任意时刻都可以有多个发出但还未确认的报文段存在。

(2) **TCP使用累积确认机制。**

(3) **TCP使用单一重传定时器。**TCP只重传具有最小序号的还未被确认的报文段（即超时重传只重传一个报文段）。只是**每次TCP重传时都会将下一次的超时间隔设置为原来的两倍。**

> 例如，假设当定时器第一次过期时，与最早的未被确认的报文段相关联的过期时间是0.75秒。TCP就会重传该报文段，并把新的过期时间设置为1.5s。如果1.5秒后定时器又过期了，则TCP重传该报文段，并把过期时间设置为3.0秒。因此，超时间隔在每次重传后呈指数型增长。

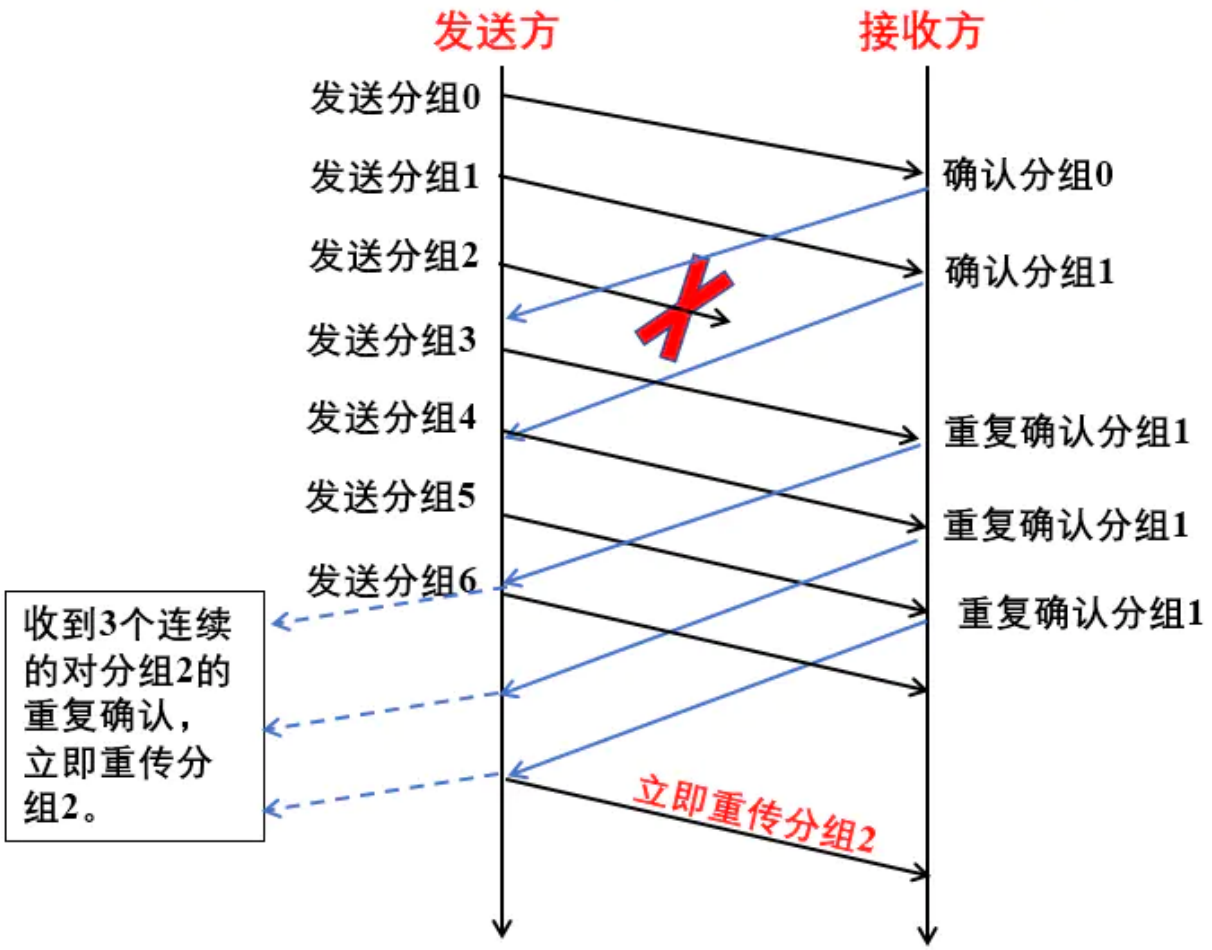
> 定时器过期很有可能是由**网络拥塞**引起的，即太多的分组在传输路径的一台（或多台）路由器的队列中，造成分组丢失或长时间的排队时延。在这种情况下报文段的时延就会增大很多，原来本可以在重传时间内就可以收到确认报文的报文段，由于网络拥塞而没有收到确认，所以就会重传报文段。网络本来就拥塞了，如果此时发送端持续的重传，就会导致拥塞的更严重。所以TCP发送方重传都是经过越来越长的时间间隔后进行的。

(4) TCP使用冗余确认技术（快速重传）

超时触发重传存在一个问题：超时周期可能较长。当一个报文段丢失时，需要等超时时间间隔后才能重发报文段，因而就增加了端到端的时延。所以，TCP通常在超时事件发生前通过**冗余ACK**来检测丢包的情况，这样就可以让发送方尽早知道发生了个别报文段的丢失。

冗余ACK（duplicate ACK）就是再次确认某个报文段的ACK，而发送方先前已经收到对该报文段的确认。**如果发送方连续收到3个冗余的ACK，说明跟在这个已经被确认过3次的报文段之后的那个报文段已经丢失了，TCP会立即执行快速重传。**即在该报文段的定时器过期事前重传丢失报文段。

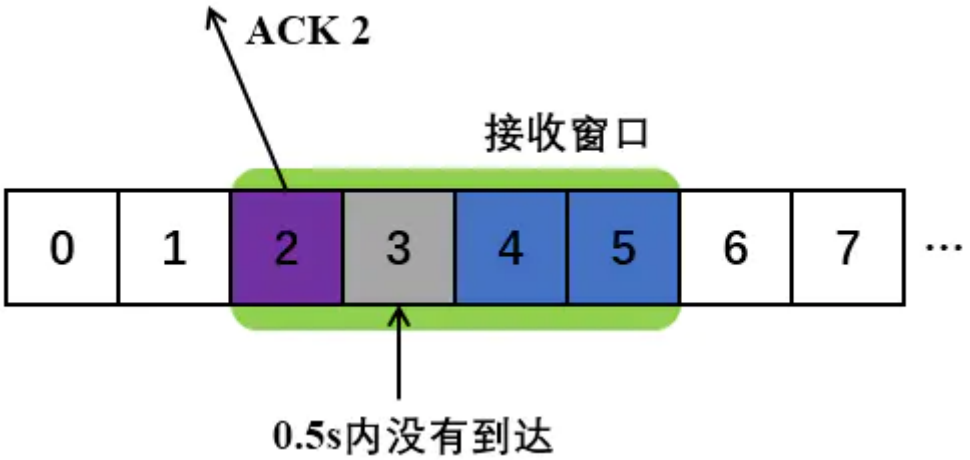
如下图所示，当分组2丢失后，后面的分组到达接收方时，接收方会连续发送确认分组1报文段，当发送方接收到3个冗余ACK（即ACK 1），就知道了分组1之后的分组即分组2丢失了，所以会立即重传分组2。



下面总结一下TCP接收方生成ACK的策略：

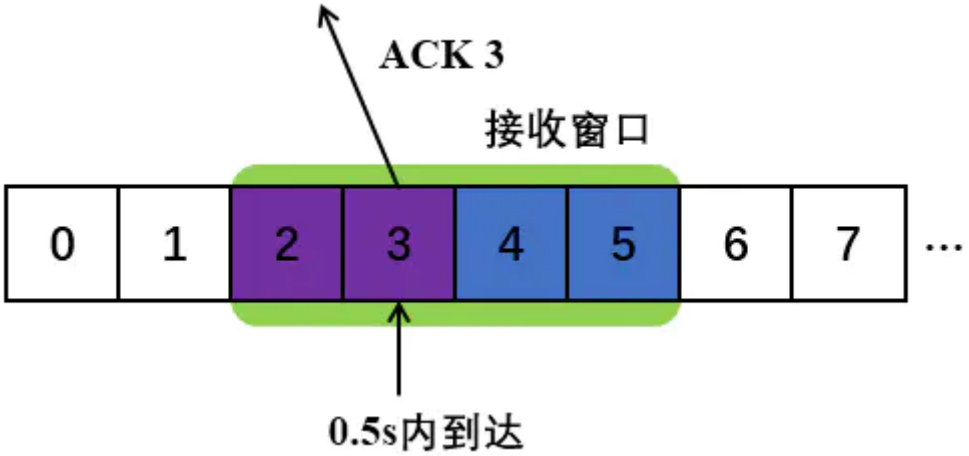
(1) 具有所期望序号的按序报文段到达。所在期望序号以前的数据都已经被确认——延迟的ACK。对另一个按序报文段到达最多等待0.5s，如果下一个按序到达的报文段没在这个规定的时间内到达，则发送一个ACK。、

> 这句话的意思是：假设接收方下一个期望的序号是2号，2号之前的报文段都已经确认过了，如果这时2号报文段到达接收方，接收方不会立即返回对2号报文的确认，而是会等0.5s，因为它觉得3号报文段可能马上就来了，如果在0.5s内3号报文没有到，就不等了，直接返回ACK 3对3号报文段进行确认。



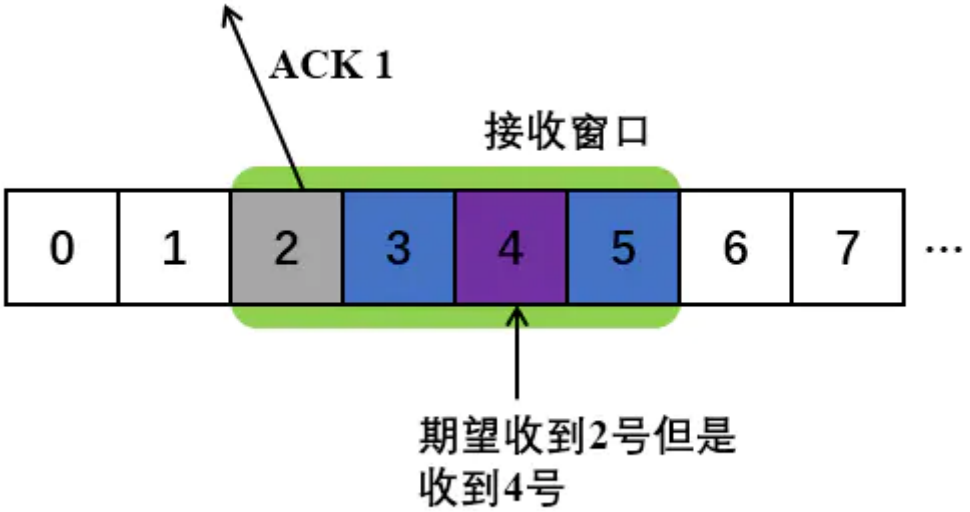
(2) 具有所期望序号的按序报文段到达，另一个按序报文段等待ACK传输——**立即发送单个累积ACK**，以确认两个按序的报文段。

> 还是上面的例子，如果在0.5s内，3号报文段到了，那么就直接发送一个累积的ACK，即ACK 4来确认2号和3号报文段。



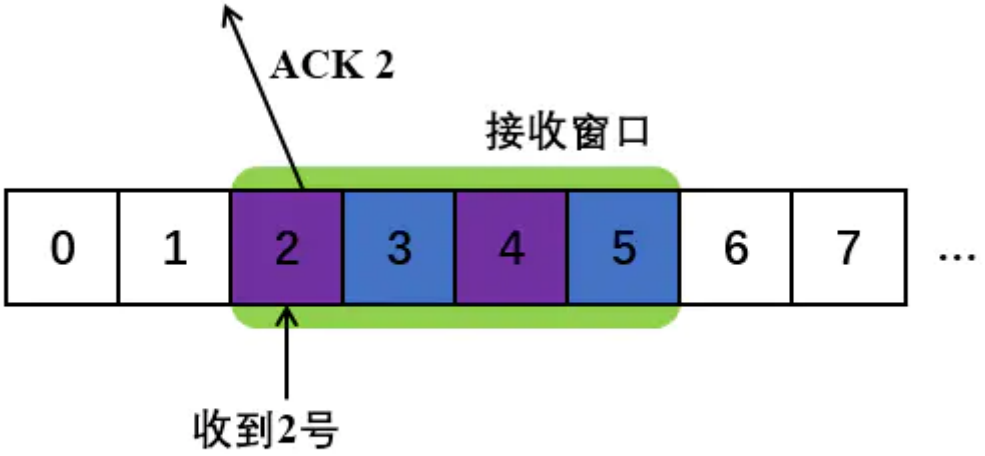
(3) 比期望序号大的乱序报文段到达，检测出间隔——立即发送冗余ACK，指示下一个期待字节的序号（间隔的低端的序号）。

> 如下图，如果期望收到2号报文段，但是却收到了4号报文段（其间隔为2号~3号，间隔的低端是2号，即期望收到的序号），立即发送冗余ACK，即ACK 1。
>
> 注：ACK N表示的是对N号报文段的确认，例如 ACK 1只是表示对1号报文段的确认，其ACK报文段的首部中的确认号是2。只不过ACK N这样比较好表示而已。



(4) 能部分或完全填充接收数据间隔的报文段到达——**倘若该报文段位于间隔的低端，则立即发送ACK。**

> 在(3)的情况下，如果接收到了2号报文段，正好是期望的序号，则立即发送ACK 2对2号报文段确认。如果不是期望的序号，则和(3) 一样发送冗余ACK。



TCP的可靠传输它既不是纯粹的GBN协议也不是纯粹的SR协议，同时它还引入了快速重传等这类新的机制，它是可以看作是GBN和SR协议的混合体。

TCP可靠传输的具体内容都在GNB协议和SR协议中介绍过了，只需要知道TCP使用了它们中的哪些机制以及引入了哪些新的机制。

4.总结