

第三章：运输层

掌握

1. 计算机网络向用户提供的最重要的两大功能:连通和共享。
2. UDP 和 TCP 通过检验和来实现差错检测。（掌握检验和的计算。）
3. 流水线方式中，允许发送方连续发送多个分组而不需确认，但它也受限于在流水线中未确认的分组数不能超过某个设定的最大值 N。N 又称为窗口长度。流水线方式的协议又称为滑动窗口协议。流水线方式的协议的分组序号承载在分组首部的一个固定长度的字段中。序号空间使用模 2K 运算。
4. 窗口长度小于等于序号空间的一半。
5. 应用程序通过套接字传递数据流，TCP 将这些数据引导到一个发送缓存区，TCP 可从缓存取出并放入报文段中的数据数量受限于最大报文段长度 (MSS)。MSS 通常根据本地的链路层的最大传输单元 (MTU) 来设置。
6. TCP 往返时延估计

$$\text{EstimatedRTT} = (1 - \alpha) * \text{EstimatedRTT} + \alpha * \text{SampleRTT}$$

7. 重传超时间隔

$$\text{DevRTT} = (1 - \beta) * \text{DevRTT} + \beta * |\text{SampleRTT} - \text{EstimatedRTT}|$$

$$\text{TimeoutInterval} = \text{EstimatedRTT} + 4 * \text{DevRTT}$$

8. 掌握 TCP 可靠数据传输时，其序号随着协议的运行时，是如何变化的。
9. 掌握 TCP 三次握手，首部各字段的交互的过程。
10. TCP 拥塞控制发送方通过维护 CongWin 的大小来 限制其发送速率: $\text{LastByteSent} - \text{LastByteAked} \leq \min\{\text{CongWin}, \text{RecWin}\}$
11. TCP 拥塞控制发送方通过 丢包事件来感知网络拥塞的，丢包事件包括：超时或者 3 个重复 ACK。
12. 掌握 P184 页图 3-52 所描述的 TCP 拥塞控制的 FSM 描述。
- 13.

理解

14. 应用进程之间的通信又称为端到端的通信。
15. 一个进程有一个或多个套接字，它相当于从网络向进程传递数据和从进程向网络传递数据的门户。因此，在接收主机中的运输层实际并没有直接将数据交付给进程，而是将数据交付给了一个中间的套接字。
16. 运输层的一个很重要的功能就是复用和分解。在接收主机中的分解，就是将接收到的段交付给正确的套接字。在发送主机中的复用，就是从多个套接字收集数据，用首部封装后，交由下面的网络层传输的过程。
17. UDP 套接字由二元组标识：目的地 IP 地址，目的地端口号。具有不同的源 IP 地址且/或源端口号，但具有相同的目的地 IP 地址和目的地端口号的 IP 报文段指向同样的套接字。TCP 套接字由四元组标识：源 IP 地址、源端口号、目的 IP 地址、目的端口号。
18. 进程和套接字，并不总是一一对应关系，一个进程可能有多个套接字。
19. GBN 改善了信道效率，但仍然有不必要重传问题。
20. TCP 是点到点的协议：一个发送方，一个接收方；面向连接：在进行数据交换前，初始化发送方与接收方状态，进行握手(交换控制信息)；连接状态只在双方端系统中保持，不为路由器所知，沿途分组交换机交换机不知道该连接的存在。全双工数据收发：同一连接上的双向数据流。
21. 最大报文段长度 (MSS)是指报文段里应用层数据的最大长度，不是指包括 TCP 首部的 TCP 报文段长度。
22. TCP 报文段的首部是由 20 字节的固定长度首部和长度可变的选项字段构成。其最低长度为 20 字节，最多可以有 60 字节的长度。
23. TCP 连接建立和拆除的过程。

判断

1. TCP 面向流是面向流的协议，提供可靠、有序的字节流传输，没有“报文边界”。（√）
2. TCP 连接的端点不是主机，不是主机的 IP 地址，不是应用进程，也不是运输层的协议端口。TCP 连接的端点叫做套接字(socket)。（√）

简述：

1. 什么是应用程序体系结构？主要有哪几种类型？它和网络体系结构有何区别？

应用程序体系结构：规定如何在各种端系统上组织应用程序，由研发者设计。

三种类型：客户机/服务器、对等 (P2P)、客户机/服务器与 P2P 的混合

应用程序的体系结构不同于网络的体系结构：对应用程序开发者来说，网络体系结构是固定的，并为应用程序提供了特定的服务集合。而应用程序体系结构由研发者设计，规定如何在各种端系统上组织应用程序，由研发者设计。

2. 简单描述可靠数据传输机制中，检验和、定时器、序号、确认、窗口的作用。

答：检验和：用于检测在一个传输分组中的比特错误。

定时器：用于检测超时/重传一个分组。

序号：用于为从发送方流向接收方的数据分组按顺序编号。所接收分组的序号间的空隙可使该接收方检测出丢失的分组。具有相同序号的分组可使接收方检测出一个分组的冗余拷贝。

确认：接收方用于告诉发送方一个分组或一组分组已被正确地接收到了。

窗口：通过对窗口长度的设置，可以限制发送方发送数据的速率。

3. 实现可靠数据传输需解决哪几个问题？各使用何种技术？

解决三个问题：

分组出错；

乱序；

包丢失；

各自解决方法：

错误校验+回复确认+序号；

序号；

倒计时定时器。

4. UDP 提供的是不可靠的运输服务，简单为什么有些程序会选择 UDP 协议？

无连接创建(它将增加时延)

简单：在发送方、接收方无连接状态

段首部小

无拥塞控制: UDP 能够尽可能快地传输

5. 简述 TCP 和 UDP 协议的主要特点。

答：TCP 的主要特点是：

(1) 面向连接，提供了可靠的建立连接和拆除连接的方法，还提供了流量控制和拥塞控制的机制。

(2) 可靠交付，提供了对报文段的检错、确认、重传和排序等功能。

(3) 报文段头部长，传输开销大。

UDP 的主要特点是：

(1) 传送数据前无需建立连接，没有流量控制机制，数据到达后也无需确认。

(2) 不可靠交付，只有有限的差错控制机制。

(3) 报文头部短，传输开销小，时延较短。

6. 简单描述面向连接的服务运行时的三个阶段。

建立连接（握手过程）：客户机程序和服务器程序之间互相交换控制信息，在两个进程的套接字之间建立一个 TCP 连接。

传输报文：连接是全双工的，即连接双方的进程可以在此连接上同时进行报文收发。

拆除连接：应用程序报文发送结束。

7. 简单描述 GBN 协议和 SR 协议的区别。

都采用流水线协议，允许发送方连续发送多个分组而不需确认，但它也受限于在流水线中未确认的分组数不能超过某个设定的最大值 N。

GBN 接收方只对按序接收的分组进行确认，是累计确认方式。而 SR 接收方分别

确认所有正确接收的报文段。

对于正确接收但失序的分组 GBN 接收方予以丢弃，而 SR 接收方将缓存这些正确接收但失序的分组，以便最后按序交付给上层。

GBN 发送方对每个传输中的分组的用同一个定时器，该定时器对第一个发送未被确认的报文定时。SR 发送方对每个没有确认的分组计时，即每个分组需要设置一个定时器。

若超时，GBN 发送方重传窗口中的分组 n 及所有更高序号的分组。SR 发送方只重传没有收到 ACK 的分组。

SR 相对于 GBN 具有更高的传输效率，但是实现起来更复杂。

8. 流量控制和拥塞控制的区别

都是通过抑制发送方的发送速率来实现，但是其实现的目的不同：

流量控制:是为了使得发送方不能发送太快，而淹没接收方。

拥塞控制:是通过抑止发送方速率来防止过分占用网络资源。

9. TCP 流控工作原理

TCP 流控工作原理:接收方在报文段接收窗口字段中通告其接收缓冲区的剩余空间 RcvWindow。发送方要限制未确认的数据不超过 RcvWindow。

10. TCP 建立连接时，三次握手的过程。

步骤 1: 客户机向服务器发送 TCP SYN 报文段

指定初始序号

没有数据

步骤 2: 服务器收到 SYN 报文段, 用 SYNACK 报文段回复

服务器为该连接分配缓冲区和变量

指定服务器初始序号

步骤 3: 客户机接收到 SYNACK, 分配缓冲, 用 ACK 报文段回复,可能包含数据。

11. 描述 TCP 的拥塞控制过程？

当 CongWin 低于阈值，发送方处于慢启动阶段，窗口指数增长。

当 CongWin 高于阈值，发送方处于拥塞避免阶段，窗口线性增长..

当三个重复的 ACK 出现时,阈值置为 CongWin/2 并且 CongWin 置为阈值加上 3 个 MSS 并进入快速恢复阶段,此时每收到一个重复的 ACK 拥塞窗口增加 1MSS, 如果收到新的 ACK 则拥塞窗口置成阈值)。

当超时发生时，迁移到慢启动阶段，阈值置为 CongWin/2 并且 CongWin 置为 1 MSS。

12. TCP 可靠数据传输过程；

- 发送方设置一个发送窗口，表示可以连续发送但未被确认的最大报文数，发送方收到确认报文后，则窗口向后移动到未收到确认的报文段的位置，并设置定时器；
- 发送方在某一个报文的定时器超时之前没有收到确认报文，则发送方重传该报文，并重置定时器。
- 接收方有一个接收窗口，表示能够接收的数据的最大数量，接收方在接收一个新报文时如果之前所有接收的报文都已经被确认，则等待 500ms，如果在 500ms 之内再次接收一个新报文，则返回累计确认，如果在 500ms 之内没有接收到新报文，则返回对该报文的确认。
- 接收方如果接到一个失序的报文则保存该报文，并重发正确接收的最高序号的报文段的确认。如果接收到的报文能够填充所有未被确认的报文序列，则返回最高序号的累计确认。

13. 校验和计算方法；

按特定位数分割数据；

累加求和；

进位回卷到累加和末尾再次累加；

最后的累加和按位变反生成校验和。

14. 请用文字简述停-等协议 RDT3.0 的实现机制。

答题要点：

使用 0、1 两个序号对分组进行循环编号；

发送方发送一个分组后必须等到该分组的确认后才能发送下一个分组；

发送方对当前发送的分组启动一个定时器，只有定时器超时没有收到确认才重发该分组；

接收方收到正确的分组返回当前分组序号的确认，若收到错误的分组则返回上一个分组序号的确认。

15. 简单描述，intel 运输层所提供的服务？哪些主要服务没有提供？

通过 TCP 提供面向连接的可靠传输服务，提供拥塞控制和流量控制。不确保最小传输速率；不提供时延保证，数据传输的时间不确定。不提供数据安全性服务。

16. 试述 TCP 拥塞控制中慢启动、拥塞避免、快速恢复三个状态的转换过程。

当 CongWin 低于阈值，发送方处于慢启动阶段，窗口指数增长

当 CongWin 高于阈值，发送方处于拥塞避免阶段，窗口线性增长

当三个重复的 ACK 出现时，阈值置为 $\text{CongWin}/2$ 并且 CongWin 置为阈值加上 3 个 MSS 并进入快速恢复阶段，此时每收到一个重复的 ACK 拥塞窗口增加 1MSS，如果收到新的 ACK 则拥塞窗口置成阈值

当超时发生时，迁移到慢启动阶段，阈值置为 $\text{CongWin}/2$ 并且 CongWin 置为 1 MSS