



清华大学

Tsinghua University

习题解析

《计算机网络原理》教学团队

2025年1月

主要内容

Contents

■ 作业6



6.8

8. 请从协议超时的角度解释在数据链路层使用滑动窗口协议与在传输层使用滑动窗口协议的区别。

超时的时间限制：数据链路层上的延迟通常较小，可能在 $\mu\text{s} \sim \text{ms}$ 量级；传输层上的延迟可能很大，达到 $\text{ms} \sim \text{s}$ 量级。这影响了滑动窗口协议的超时的时间限制。此外，传输层上的超时时间限制通常是动态的，根据 RTT 动态设置。

例：PCIe 的 Replay Timer 超时时间是 μs 级别；TCP 的 Retransmission 超时时间是 s 级别

超时后的重传行为：传输层上超时情况相对常见，适合比较复杂的超时重传机制；数据链路层上超时情况相对罕见，可以用比较简单的超时重传机制，也是为了简化硬件实现的复杂度



6.13

13. 在拥塞控制的公平性方面有一些其他的策略,它们是加法递增加法递减 (Additive Increase Additive Decrease, AIAD)、乘法递增加法递减 (Multiplicative Increase Additive Decrease, MIAD)、乘法递增乘法递减 (Multiplicative Increase Multiplicative Decrease, MIMD)。请从收敛性和稳定性两个方面讨论这 3 个策略。

这三种策略都将在效率线上振荡。没有一个会收敛到一个公平的分配 (除非他们从一个开始的机会很少)。AIAD 和 MIMD 不会收敛到一个明确定义的分配,最终会根据它们的开始位置进行不同的分配。MIAD 将偏离公平分配,将所有带宽分配给一个用户 (即最初具有更多带宽的用户)。

其他答案, 若有合理解释, 都可酌情给分



6.14

14. 考虑一个采用了加法递增平方根递减 (Additive Increase Square Root Decrease, AISRD) 的传输层协议。这个版本会收敛到公平的带宽共享上吗？

会收敛，因为当前带宽高的用户经过平方根缩减后减少的带宽比当前带宽小的减少的要多，相当于让出了更多的带宽，公平性能够得到保障。



6.15

15. 两台主机并发地通过一个容量为 1Mb/s 的网络发送数据。主机 A 使用 UDP, 每 1ms 传输一个 100 字节的数据包。主机 B 以 600kb/s 的速率产生数据, 使用 TCP。哪台主机获得更高的吞吐量?

A 主机需要 0.8Mbps; B 主机需要 0.6Mbps

因此, 流量 $A + B >$ 网络容量 (1Mbps)。当发生丢包 (拥塞) 时, 由于 TCP 的拥塞控制, 主机 B 需要减小拥塞窗口大小。然而, 主机 A 只使用 UDP, 会继续以 0.8Mbps 的速率发送数据, 不需要有 ACK。因此, 主机 A 可以占用更多的链路容量。

若回答主机 A, 解释 UDP 不需等 ACK 或 overhead 较低, 也对
若回答主机 B, 有合理解释, 可酌情给分



6.16

16. 为什么会存在 UDP？让用户进程发送原始的 IP 数据包还不够吗？

观察 UDP 头部有哪些字段：

UDP datagram header																																	
Offsets	Octet	0								1								2								3							
Octet	Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0	Source port																Destination port															
4	32	Length																Checksum															

相比 IP 添加了：源端口、目的端口、长度和校验和
其中：

- 源端口和目的端口：UDP 特有的
- 长度：在 IPv4 和 IPv6 头部中都有，非特有
- 校验和：对载荷进行校验，但其他层也可能有校验，例如数据链路层

核心是端口号！



6.20

20. UDP 和 TCP 在传递消息时都使用端口号标识目标实体。请给出两个理由说明为什么这些协议要发明一个新的抽象 ID(端口号),而不使用进程 ID? 在设计这两个协议的时候,进程 ID 早已经存在了。

三个理由:

1. 进程 ID 是特定于操作系统的 (OS specific)。使用进程 ID 会使这些协议依赖于操作系统; 为了完成通信, 甚至可能要将操作系统信息再写进协议。
2. 单个进程可能会建立多个通信渠道。不能使用单个进程 ID (每个进程) 作为目标标识符来区分这些渠道。举例: 微信聊天进程又要收发群聊消息, 又要进行视频通话。
3. 让进程监听 well-known 的端口 (如邮件发送端口) 很容易, 但是监听 well-known 进程 ID 是不可能的。



6.26

26. 主机 1 上的一个进程已经被分配了端口 p , 主机 2 上的一个进程已经被分配了端口 q , 这两个端口之间有可能同时存在两个或者多个 TCP 连接吗?

回答错: TCP 连接由四元组 (源 IP, 源端口, 目的 IP, 目的端口) 唯一确定, 主机 1 和 主机 2 都只有唯一的 IP 地址, 因此不可能存在两个或者多个 TCP 连接

回答对: TCP 连接由四元组 (源 IP, 源端口, 目的 IP, 目的端口) 唯一确定, 主机 1 和 主机 2 可以有多个的 IP 地址, 因此可以存在两个或者多个 TCP 连接; 或者回答主机之间通过 IPv4 和 IPv6 分别存在 TCP 连接。



6.32

32. 请考虑在一条往返时间为 10ms 的无拥塞线路上使用慢速启动算法的效果。接收窗口为 24KB, 最大段长为 2KB。需要多长时间才能让第一个满窗口的数据被发送出去?

注意 10 毫秒是往返时间! 前四次突发传输:

第一个 10 毫秒: 传输 2KB 的数据

第二个 10 毫秒: 传输 4KB 的数据

第三个 10 毫秒: 传输 8KB 的数据

第四个 10 毫秒: 传输 16KB 的数据

此时 (经过 40 毫秒) 可以满窗口地把 24 KB 的数据发送出去
也可以回答 40 毫秒+把 24KB 数据发送出去的时间。



6.33

33. 假设 TCP 的拥塞窗口被设置为 18KB, 并且发生了超时。如果接下来的 4 次突发传输全部成功, 该拥塞窗口将是多大? 假设最大段长为 1KB。

超时后, 慢启动再次开始, 拥塞窗口为 1 段, 阈值为 $18/2=9$ KB。第一次传输将是 1 个最大段大小, 或 1 KB。在此突发之后, 窗口将为 1 KB, 直到确认返回并导致窗口加倍。随着连接缓慢启动, 随后的突发将是 2、4 和 8 段。所以, 如果接下来的 4 次突发全部传输成功, 窗口将是 8 KB。

如果定义“突发传输全部成功”为传输并所有确认返回, 那么第四次突发传输成功, 会得到 8 个段的 ACK: 第一个段的 ACK 使得窗口大小从 8 KB 增加到 9 KB, 剩下七个段的 ACK 使得窗口大小从 9 KB 增加到 $9KB + 7/9$ KB。



6.36

36. 一台 TCP 主机正在通过一条 1Gb/s 的信道发送满窗口的 65 535 字节数据,该信道的单向延迟为 10ms。可以达到的最大吞吐量是多少? 线路的效率是多少?

单向延迟为 10 ms, 则每 20 ms 可以发送一个窗口;
满窗口时每发送一次数据都需要等待确认, 在 1Gbps 的信道上发送 65535 字节的数据需要 0.52428ms, 则一次发送—接收都需要 20.52428ms, 实际发送数据的速率为 $65535 \times 8 / 20.52428 \text{ms} = 25.54 \text{Mbps}$, 故信道利用率为 2.554%。



清华大学

Tsinghua University

谢谢