

## CS144 计算机网络导论

期中考试 — 2023年5月11日 (周四)

规则：允许2页笔记，闭卷，禁止上网，关闭电脑

你的姓名： \_\_\_\_\_

SUNet ID: \_\_\_\_\_@stanford.edu

以我的荣誉，遵照斯坦福荣誉准则的文字和精神，我在本次考试中既未接受也未提供任何帮助。

本考试共4道题，总分58分。

你有90分钟完成。

请保持答案简洁。如果正确答案中包含了不正确或无关的信息，可能会扣分。

请将最终答案用方框框出。

## I TCP

1. [19分]:

Alice与Bob建立TCP连接, 并希望传输12字节的流"Good morning" (包括空格), 使用尽可能少的段。Bob想向Alice传输5字节的流"Hello", 也使用尽可能少的段。这些字符串代表每个对等方想要发送的整个流。Alice假设Bob的初始窗口大小为1。这是Alice发送给Bob的第一个段:

```
seqno=10      ACK=false
SYN=true     ackno=■
data=""      window size=4
FIN=false
```

(a) Bob应如何回复Alice? 请填写空白。

```
seqno=42      ACK=true
SYN=true     ackno=____
data=____    window size=3
FIN=____
```

(b) 他们接下来应交换的两个段是什么? 假设没有数据包被丢弃。

来自Alice:

```
seqno=____   ACK=____
SYN=____    ackno=____
data=____   window size=4
FIN=____
```

来自Bob:

```
seqno=____   ACK=____
SYN=____    ackno=____
data=____   window size=3
FIN=____
```

(c) 当Alice和Bob都收到对方FIN标志的确认时, 认为连接完成。如果Alice始终通告窗口大小为4, Bob始终通告窗口大小为3, 那么: Alice最少可以发送多少个段(包括第一个段和任何仅确认段)才能完成连接? Bob呢?

Alice发送: \_\_\_\_ 个段

Bob发送: \_\_\_\_ 个段

(d) 如果Alice假设Bob的初始窗口大小为1000, 并且Alice在其发送的段中通告窗口大小为1000, 那么在整个连接中每一方最少可以发送多少个段?

Alice: \_\_\_\_

Bob: \_\_\_\_

## II 分组交换

在这个问题中，我们将考虑单一流经过两跳网络路径的情况。路由器是“正常的”，将每个数据包作为一个单元处理。

$$r_1 = 10 \text{ Mbit/s}, r_2 = 1 \text{ Mbit/s}$$

$$l_1 = 1 \cdot 10^7 \text{ m}, l_2 = 2 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$c_1 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}, c_2 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

发送方 -> 路由器 -> 接收方

$$\text{算术辅助: } 10^7 \text{ m} / (2 \cdot 10^8 \text{ m/s}) = 10^{-1} / 2 \text{ s} = 0.05 \text{ s} = 50 \text{ ms}$$

2. [15分]:

(a) 假设网络中没有其他流量。如果发送方向接收方发送一个大小为 10 kbit 的单个数据包，数据包完全到达需要多长时间？请用毫秒表示你的答案。

(b) 如果发送方连续发送两个数据包，大小均为 10 kbit，第二个数据包完全到达接收方需要多长时间？请用毫秒表示。

(c) 在(b)题中，数据包p2在路由器处经历的排队延迟是多少（以毫秒为单位）？

### III 拥塞控制

让我们再次考虑同一条两跳网络路径上的单个流。假设总传播延迟是对称的，因此确认从接收方返回发送方的延迟等于前向路径传播延迟（即反向路径中没有排队延迟），并且任何单个数据包的大小可忽略不计。

$$r_1 = 10 \text{ Mbit/s}, r_2 = 1 \text{ Mbit/s}$$

$$l_1 = 1 \cdot 10^7 \text{ m}, l_2 = 2 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$c_1 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}, c_2 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

发送方 -> 路由器 -> 接收方

3. [12分]:

(a) 如果发送方使用恒定的拥塞窗口大小，它应选择的"理想"窗口大小是多少？（保持链路完全利用且零排队的值。）请用千比特表示你的答案。

(b) 假设发送方使用我们在课堂上学到的加性增乘性减（AIMD）拥塞控制方法。遇到丢包时，发送方将拥塞窗口大小减半。收到新数据的确认时，发送方缓慢增加窗口大小（每个RTT增加1个完整大小的段）。

鉴于此，路由器的"理想"缓冲区大小是多少（丢包前的最大队列占用量），使得链路始终保持完全利用，但排队尽可能小？请用千比特表示你的答案。

(c) 你预期发送方在经历丢包之前有多少数据"在飞行中"？请用千比特表示你的答案。

## IV 路由

4. [12分]:

请参见下面的网络图。节点代表路由器，每条链路旁边的数字代表链路的成本。在以下问题中，你可以将"最短"和"最长"分别解释为"最低成本"和"最高成本"。

网络图：节点 A, B, C, D, E, F。链路成本：A-B:5, A-F:1, B-C:5, B-F:4, C-D:3, D-E:2, E-F:2

- (a) 哪对路由器之间的最低成本路径最大？请以路由器名称对的形式给出答案；例如 (A, B)。
- (b) 这条路径的成本是多少？请给出一个正整数作为答案。
- (c) 最少需要多少条链路同时故障才能阻止一对路由器之间的通信？
- (d) 假设此网络使用Bellman-Ford算法的简化形式来构建路由表。如果所有路由器从零开始，网络需要多少步才能达到最终路由表配置？请给出一个正整数作为答案。