

计算机网络课程书面作业 Hw-01

武桐西 2112515

信息安全一班

2023 年 12 月 4 日

题目 1. 网络结构如图1所示，主机 A 与主机 B 之间通过 3 段链路和 2 台转发设备 (R1 与 R2) 进行连接，每条链路的长度和传输速率在图中标出，R1 与 R2 采用存储转发机制，主机 A 向主机 B 发送一个长度为 6000 字节的报文。设电磁波传播速度为 2×10^8 米/秒，忽略报文在 R1 与 R2 中路由决策与排队的延时。请回答以下 3 个问题：

(1) 如果采用报文交换，请计算报文传输的最小端到端延时 (从主机 A 传输报文第一位开始，到主机 B 接收到报文最后一位为止所用的时间) (15 分)

(2) 如果将报文分成 4 个分组依次传输，请计算完成报文传输的最小端到端延时 (忽略报文封装成分组的开销) (15 分)

(3) 在统计多路复用机制中，端到端延时具有不确定性，请简要分析影响端到端延时的主要因素 (20 分)

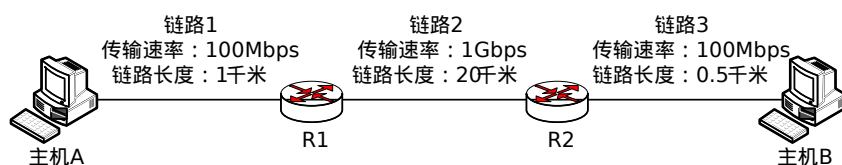


图 1: 题目一



解答. (1)

$$\begin{aligned}
 Latency_{min} &= \sum_{i=1}^3 (Transp_i + Prop_i) \\
 &= \left(\frac{6000 \times 8bit}{100 \times 10^6 bps} + \frac{1 \times 10^3 m}{2 \times 10^8 m/s} \right) \\
 &\quad + \left(\frac{6000 \times 8bit}{1 \times 10^9 bps} + \frac{20 \times 10^3 m}{2 \times 10^8 m/s} \right) \\
 &\quad + \left(\frac{6000 \times 8bit}{100 \times 10^6 bps} + \frac{0.5 \times 10^3 m}{2 \times 10^8 m/s} \right) \\
 &= (10.08 + 1.075) \times 10^{-4} s \\
 &= 1.1155 \times 10^{-3} s \\
 &= 1.1155 ms
 \end{aligned}$$

(2) 由 (1) 已知, 三条线路的总的传播时延 $\sum_{i=1}^3 Prop_i = 1.075 \times 10^{-4} s$, 假设报文平均分组, 设 M 表示报文消息的长度, R_i 表示线路 i 的传输速率。绘制该传输过程的示意图 (比例仅供参考) 如图2所示, 因此

$$\begin{aligned}
 Latency_{min} &= \frac{M}{R_1} + \frac{M}{4R_2} + \frac{M}{4R_3} + \sum_{i=1}^3 Prop_i \\
 &= \frac{6000 \times 8bit}{100Mbps} + \frac{6000 \times 8bit}{4 \times 1Gbps} + \frac{6000 \times 8bit}{4 \times 100Mbps} + 1.075 \times 10^{-4} s \\
 &= (6.12 + 1.075) \times 10^{-4} s \\
 &= 7.195 \times 10^{-4} s \\
 &= 719.5 \mu s
 \end{aligned}$$

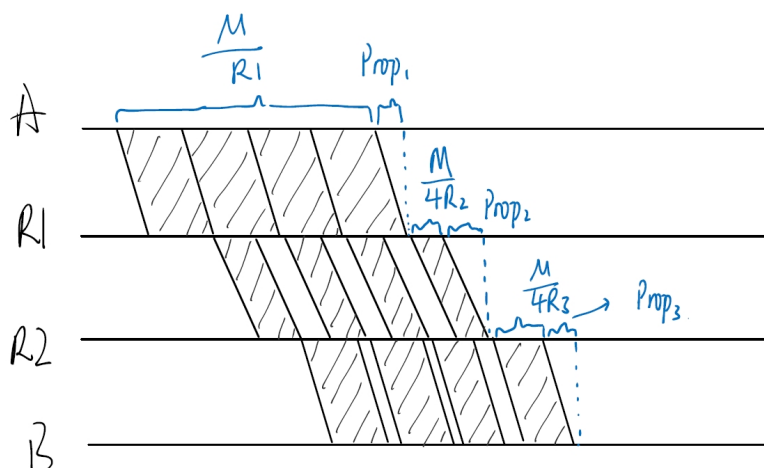


图 2: 传输过程示意图

(3) 在统计多路复用机制中，端到端延时的不确定性涉及多个因素，这些因素会相互影响，导致端到端延时的波动。

1. 统计多路复用的竞争效应:

- 原因：统计多路复用机制允许多个数据流共享同一传输通道。当多个数据流竞争有限的资源时，可能导致某些数据包需要等待，增加了传输的不确定性。
- 影响：数据流之间的竞争会引入排队和等待时间，导致某些数据包的传输延时不稳定。

2. 随机性的网络事件:

- 原因：网络中经常发生随机性事件，如丢包、重传、抖动等。这些事件可能在不同时间点对数据流的传输速度产生不可预测的影响。
- 影响：随机性事件导致数据包的传输可能遇到突发的延时，增加了端到端延时的不确定性。

3. 动态带宽分配:

- 原因：统计多路复用机制可能会根据网络状况动态调整带宽分配，以适应不同数据流的需求。这种调整可能引入不确定性。



- 影响：数据流在传输过程中可能经历带宽的增加或减少，从而导致端到端延时的波动。

4. 统计多路复用算法的自适应性：

- 原因：一些统计多路复用算法具有自适应性，可以根据网络条件进行调整。这种自适应性可能导致传输参数的变化，进而影响端到端延时。
- 影响：算法的自适应性可能在网络条件变化时引入额外的不确定性，使得延时表现不一致。

5. 网络拓扑动态性：

- 原因：网络拓扑结构可能随时间发生变化，例如链路故障、节点故障或网络拓扑的重新配置。
- 影响：当网络拓扑发生变化时，数据包可能需要重新路由，引入额外的延时和不确定性。

6. 协议层的重传机制：

- 原因：统计多路复用在协议层可能会使用重传机制以确保数据的可靠传输。当出现丢包时，重传引入了不确定性。
- 影响：重传机制的触发会导致数据包的重新传输，增加了传输延时，特别是在网络发生故障时。

7. 动态负载均衡：

- 原因：为了优化网络资源利用，统计多路复用系统可能采用动态负载均衡策略，将流量从一个路径转移到另一个路径。
- 影响：负载均衡的变化可能导致某些数据流的传输路径发生变化，从而引入端到端延时的不确定性。

8. 时延抖动的影响：

- 原因：统计多路复用系统中，时延抖动可能导致相邻数据包之间的时延变化，进而引入端到端延时的波动。

- 影响：时延抖动可能导致数据包到达时间的不稳定性，增加了端到端延时的不确定性。

综上所述，这些因素相互作用，使得统计多路复用机制中的端到端延时表现出一定的不确定性。

题目 2. 浏览器访问 Web 服务器的报文交互过程如图3所示。请回答以下 4 个问题：

- (1) 浏览器与 Web 服务器所在主机的 IP 地址分别是什么？（8 分）
- (2) 报文 1 – 3 的整体用途是什么？每个报文的具体用途？（8 分）
- (3) 图中哪些报文是 HTTP 请求报文？每个报文的具体用途？（8 分）
- (4) 使用 Windows 命令行模式提供的nslookup命令查询www.nankai.edu.cn的 IP 地址，给出结果截图，并对返回的结果进行解释。（26 分）

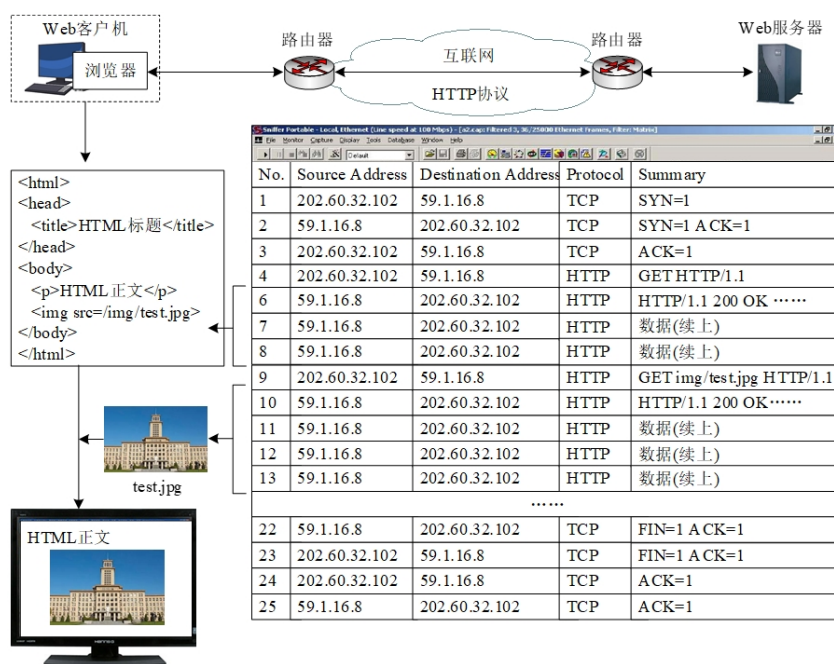


图 3: 题目二

解答. (1) 由图3中三次握手的报文交互（客户端主动向服务器发起建立连接请求）可知，浏览器所在主机的 IP 地址为202.60.32.102，Web 服务器所在主机的 IP 地址为59.1.16.8。

(2) 报文 1 – 3 的整体是用于 TCP 协议的三次握手机制，在客户端与服务器之间建立连接。过程如图4所示。

1. **报文 1:** 客户端主动向服务器端发送SYN报文，表示希望与服务器端建立连接。建立连接过程由客户端主动发起，服务器端被动建立连接。在该报文中，客户端会向服务器通知自己的随机生成的初始序列号 ISN。
2. **报文 2:** 服务器端接收到客户端发送的SYN报文后，向客户端发送SYN + ACK报文，表明服务器端接收到了客户端的建立连接请求，并且同意建立连接。在该报文中，服务器会向客户端通知自己的随机生成的初始序列号 ISN，需要注意的是，这个初始序列号是由服务器自己随机生成的，与客户端发送的 ISN 无关。
3. **报文 3:** 客户端接收到服务器端发送的SYN + ACK报文后，向服务器端发送ACK报文，服务器接收该报文后服务器端正式建立连接成功。需要注意的是，在第三次握手（即报文 3）中，实际上客户端可以携带相关的 HTTP 请求，与ACK报文一起发送给服务器。

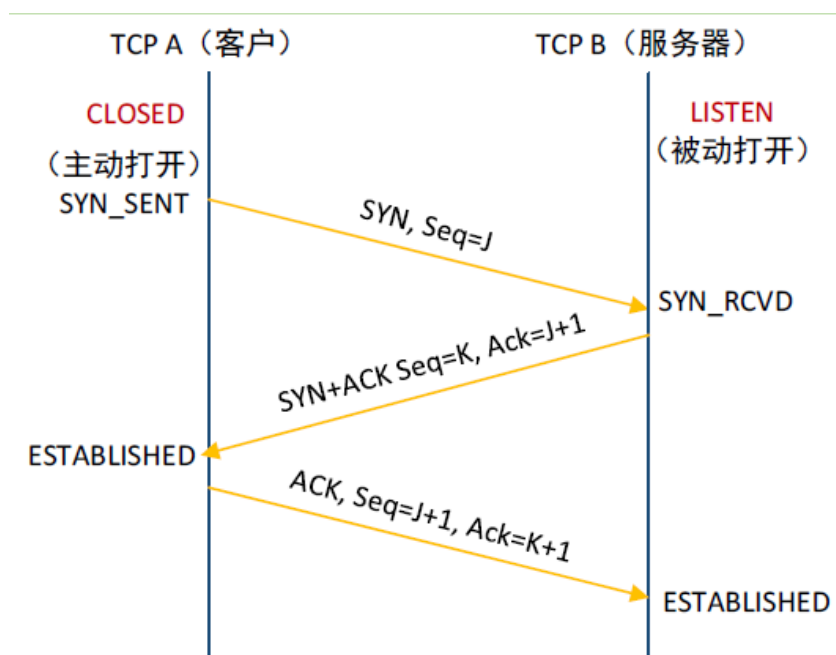



图 4: 三次握手建立连接

(3) 图3中，4,9 为 HTTP 请求报文。

1. **报文 4:** 客户端向服务器端请求要访问的 HTML 页面（即.html之类的文件），请求方式为 GET 请求，使用的是 HTTP/1.1 协议。报文 6,7,8 为其响应报文，状态码为200表示请求成功，其响应体为请求的 HTML 文件的内容。

2. **报文 9:**客户端向服务器请求 HTML 页面中的资源文件,在这里是对图片资源文件的请求,请求方式同样为 GET 请求,使用的是 HTTP/1.1 协议。报文 10, 11, 12, 13 为其响应报文,状态码为200表示请求成功,其响应体为对应图片资源的内容。

(4) 在 Windows 命令行中输入`nslookup www.nankai.edu.cn`, 查询其 IP 地址, 结果如图5所示。

```
C:\Users\lenovo>nslookup www.nankai.edu.cn
服务器:  41.45.30.222.in-addr.arpa
Address:  222.30.45.41

非权威应答:
名称:     www.nankai.edu.cn
Addresses: 2001:250:401:d450::190
           222.30.45.190

C:\Users\lenovo>
```

图 5: nslookup 结果

从返回结果可以得到的信息如下:

DNS 服务器信息:

- **服务器:** 41.45.30.222.in-addr.arpa
- **Address:** 222.30.45.41

这部分提供了执行 DNS 查询的服务器信息。其中,“服务器”是域名解析的服务器名,而“Address”则是该服务器的 IP 地址。

非权威应答:

- **名称:** www.nankai.edu.cn
- **Addresses:**
 - **IPv6 地址:** 2001:250:401:d450::190



– IPv4 地址: 222.30.45.190

关于“非权威应答”的解释：在 DNS 查询中，结果可以被标记为“权威”或“非权威”：

- **权威应答 (Authoritative Answer)**：如果 DNS 服务器提供的是该域名的官方、可信任的答案，则称为“权威应答”。权威 DNS 服务器通常是域名注册商的 DNS 服务器，它们有权提供它们所管理域名的最终答案。
- **非权威应答**：如果 DNS 服务器提供的是从其他 DNS 服务器获取的答案，而非该域名的权威来源，则称为“非权威应答”。