

# 计网第一次书面作业

姓名：齐明杰 学号：2113997 班级：信安2班

## 1 习题1

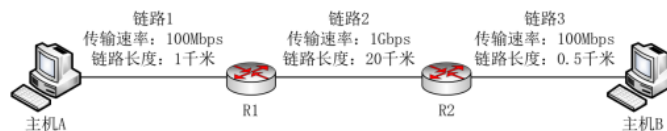
习题1 (50分)

网络结构如下图所示，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 $2 \times 10^8$ 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)

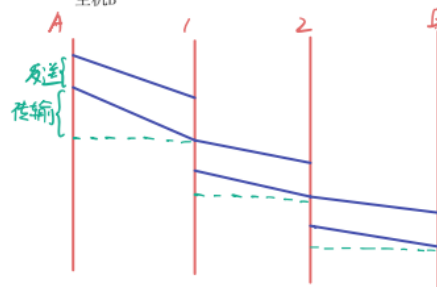


1) ① A→R<sub>1</sub> :

$$\text{发送延时: } t_{\text{trans}} = \frac{6000 \times 8 \text{ bit}}{100 \text{ Mbps}} = 0.48 \text{ ms}$$

$$\text{传播延时: } t_{\text{prop}} = \frac{1000 \text{ m}}{2 \times 10^8 \text{ m/s}} = 0.005 \text{ ms}$$

$$\text{总延时 } t_1 = 0.48 \text{ ms} + 0.005 \text{ ms} = 0.485 \text{ ms}$$



② R<sub>1</sub>→R<sub>2</sub> :

$$\text{发送延时: } t_{\text{trans}} = \frac{6000 \times 8 \text{ bit}}{1 \text{ Gbp}} = 0.048 \text{ ms}$$

$$\text{传播延时: } t_{\text{prop}} = \frac{2 \times 10^4 \text{ m}}{2 \times 10^8 \text{ m/s}} = 0.1 \text{ ms}$$

$$\text{总延时 } t_2 = 0.048 \text{ ms} + 0.1 \text{ ms} = 0.148 \text{ ms}$$

③ R<sub>2</sub>→B :

$$\text{发送延时: } t_{\text{trans}} = \frac{6000 \times 8 \text{ bit}}{100 \text{ Mbps}} = 0.48 \text{ ms}$$

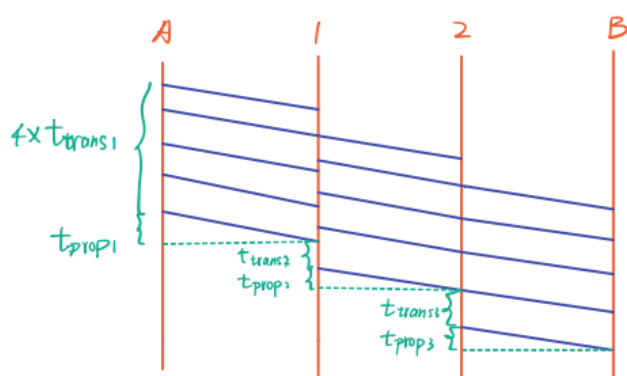
$$\text{传播延时: } t_{\text{prop}} = \frac{500 \text{ m}}{2 \times 10^8 \text{ m/s}} = 0.0025 \text{ ms}$$

$$\text{总延时 } t_3 = 0.48 \text{ ms} + 0.0025 \text{ ms} = 0.4825 \text{ ms}$$

综上所述，最小端到端延时

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 0.485 \text{ ms} + 0.148 \text{ ms} + 0.4825 \text{ ms} = 1.1155 \text{ ms}$$

(2) 使用分组交换, 每个报文  $\frac{6000}{4} = 1500$  字节, 延迟组成如下图所示:



那么我们先分别求出上述值:

$$\textcircled{1} A \rightarrow R_1: \quad t_{\text{trans}1} = \frac{1500B}{100\text{Mbps}} = 1.2 \times 10^{-9}S = 0.12\text{ms}$$

$$t_{\text{prop}1} = \frac{1000m}{2 \times 10^8 m/s} = 0.005\text{ms}$$

$$\textcircled{2} R_1 \rightarrow R_2: \quad t_{\text{trans}2} = \frac{1500B}{1\text{Gbps}} = 1.2 \times 10^{-9}S = 0.012\text{ms}$$

$$t_{\text{prop}2} = \frac{2 \times 10^4 m}{2 \times 10^8 m/s} = 0.1\text{ms}$$

$$\textcircled{3} R_2 \rightarrow B: \quad t_{\text{trans}3} = \frac{1500B}{100\text{Mbps}} = 1.2 \times 10^{-9}S = 0.12\text{ms}$$

$$t_{\text{prop}3} = \frac{500m}{2 \times 10^8 m/s} = 0.0025\text{ms}$$

$$\text{因此 } t_{\Sigma} = 4 \times t_{\text{trans}1} + t_{\text{trans}2} + t_{\text{trans}3} + t_{\text{prop}1} + t_{\text{prop}2} + t_{\text{prop}3}$$

$$= 4 \times 0.12 + 0.012 + 0.12 + 0.005 + 0.1 + 0.0025\text{ms}$$

$$= 0.7195\text{ms}$$

(3) 在统计多路复用 (Statistical Multiplexing) 机制中, 端到端延迟的不确定性主要受以下几个因素的影响:

1. **排队延迟 (Queueing Delay)**: 在统计多路复用中, 数据包在转发设备 (如路由器或交换机) 的队列中等待处理。当网络流量密集时, 队列长度增加, 从而增加了数据包的等待时间。这个延迟是变动的, 取决于网络的拥塞程度。在高流量情况下, 排队延迟可能成为延迟的主要组成部分。
2. **处理延迟 (Processing Delay)**: 指的是路由器或交换机处理数据包所需的时间, 包括检查数据包的头部信息、确定目的地、执行路由选择等。尽管这个延迟通常较短, 但在高速网络环境中, 也可能成为性能瓶颈。

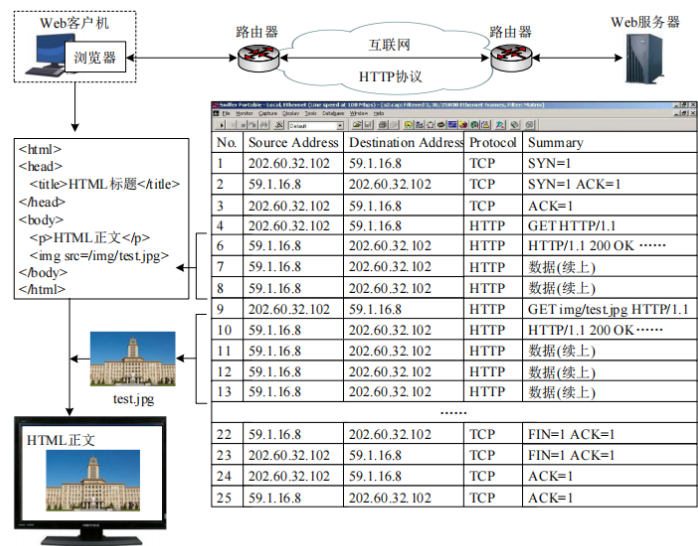
3. **传输延迟 (Transmission Delay)**：是指将数据包的所有比特推送到链路上所需的时间。它由数据包的大小和链路的传输速率决定。在统计多路复用中，由于数据包的大小可能不同，因此传输延迟也会有所变化。
4. **传播延迟 (Propagation Delay)**：是信号在物理介质中传播所需的时间，它取决于链路的长度和信号在介质中的传播速度。在统计多路复用中，尽管传播延迟对于特定链路是恒定的，但在整个网络中，由于链路长度的不同，传播延迟可能有所差异。
5. **缓冲管理 (Buffer Management)**：路由器或交换机中的缓冲区管理策略也会影响延迟。例如，当缓冲区满时，路由器可能需要丢弃数据包，导致重传，从而增加总体延迟。
6. **流量控制和拥塞控制机制 (Traffic and Congestion Control Mechanisms)**：这些机制旨在避免网络过载和减少排队延迟。它们通过控制发送数据包的速率来减少网络拥塞，但同时也可能增加延迟，特别是在网络负载较重时。
7. **多跳网络环境 (Multi-hop Network Environment)**：在多跳网络中，数据包需要经过多个中间节点。每个节点都会引入额外的排队、处理和传输延迟，增加了端到端延迟的不确定性。
8. **网络协议和架构 (Network Protocols and Architecture)**：不同的网络协议和架构在处理和转发数据包时的效率不同，这也会影响端到端延迟。

综上所述，统计多路复用中端到端延迟的不确定性主要源于网络的动态性和复杂性，包括网络流量的波动、设备处理能力的差异、链路的物理特性及网络协议的差异等。

2 习题2

浏览器访问 Web 服务器的报文交互过程如下图所示。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](http://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）



(1)

由于TCP连接的握手为三次握手，第一次由客户端向服务器发送一个SYN包，服务器回SYN-ACK包，因此由前三个包可以看出服务端和客户端的IP：

- **Web服务器：** 59.1.16.8
- **浏览器：** 202.60.32.102

(2)

前三个包为TCP的三次握手机制，在浏览器和Web服务器之间的交互中可以描述如下：

1. **第一个报文：SYN（同步）步骤：** 首先，浏览器向Web服务器发送一个SYN（同步序列编号）报文。这个动作标志着浏览器希望建立一个连接，并且在该报文中指定了浏览器的初始序列号（ISN），用于序列号的同步。
2. **第二个报文：SYN-ACK（同步应答）步骤：** 接收到SYN报文后，Web服务器回应一个SYN-ACK报文。这个报文不仅确认了浏览器的初始序列号（即浏览器的ISN加1），还包含了Web服务器自己的初始序列号。
3. **第三个报文：ACK（确认）步骤：** 最后，浏览器收到Web服务器的SYN-ACK报文后，会发送一个ACK报文作为响应。这个ACK报文确认了Web服务器的初始序列号（即Web服务器的ISN加1）。这一步完成后，TCP连接被正式建立，从而使浏览器和Web服务器能够开始数据传输。

通过这个三步握手机制，浏览器和Web服务器之间建立了一个稳定可靠的连接，为后续的数据交换提供了基础。

(3)

由图中可以看出**第四条**和**第九条**报文是HTTP请求报文，用途分别如下：

- **第四条报文**

在这条报文中，客户端使用**HTTP1.1**版本的协议向Web服务器**发送GET请求**，请求HTML页面的内容，在下一条报文服务器返回了**状态码200**，表示请求成功，之后的第7，8个数据包是响应体，是客户端所请求得到的HTML内容。

- **第九条报文**

这条报文同样使用了**HTTP1.1**版本的协议，由客户端向服务端**发送GET请求**，可以看到给出了一个**url路径**，请求了一个**图片资源**，位于 `/img/test.jpg`。在这条报文之后，第10条报文是响应头，回复状态码200表示请求成功，之后三个报文是响应体，是图片资源的具体内容。

(4)

通过 `nslookup www.nankai.edu.cn` 命令，结果如下图所示：

```
管理员: 命令提示符
Microsoft Windows [版本 10.0.19045.3693]
(c) Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\Administrator>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\Administrator>
```

具体解释如下:

- **"服务器"和"Address"行:** 这两行显示了处理我的 DNS 查询的本地 DNS 服务器的信息。"服务器"行显示了我的查询是通过哪个 DNS 服务器处理的, 即 `41.45.30.222.in-addr.arpa`, 这通常是由我的网络服务提供商指定的。"Address"行显示了该 DNS 服务器的 IP 地址, 即 `222.30.45.41`。这说明了我的 DNS 查询请求是通过这个特定的服务器来解析的。
- **"非权威应答":** 这个标签意味着我收到的回答是基于本地 DNS 服务器的缓存数据, 而不是直接从管理 `www.nankai.edu.cn` 域名的权威 DNS 服务器获取的。非权威应答通常足够准确, 但可能不是最新的数据。
- **"名称":** 显示了我查询的确切域名, 即 `www.nankai.edu.cn`。
- **"Addresses":** 这一部分列出了与 `www.nankai.edu.cn` 域名关联的 IP 地址。这里列出了两个地址: 一个 IPv6 地址 `2001:250:401:d450::190` 和一个 IPv4 地址 `222.30.45.190`。这表明该网站可以通过两种类型的网络地址访问, 提供了更广泛的兼容性和访问性。IPv6 地址提供了更大的地址空间, 而 IPv4 仍然是目前互联网中最广泛使用的协议。