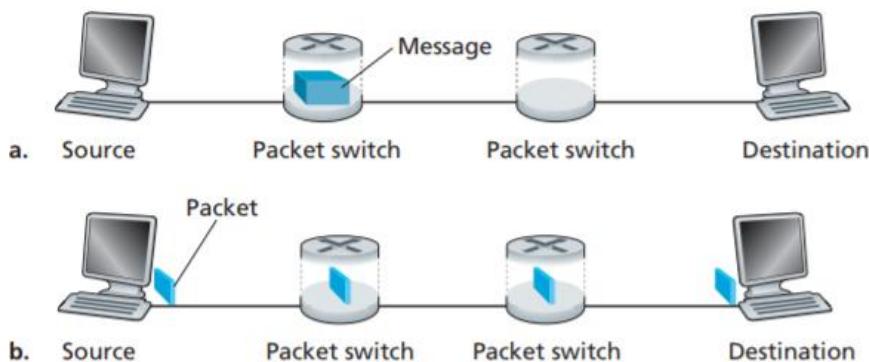


## 概述

1. 在现代分组交换网络中，包括互联网，源主机将较长的应用层消息（例如图像或音乐文件）划分为更小的分组，并将这些分组发送到网络中。接收方随后再将这些分组重新组装成原始消息。我们将这一过程称为消息分段。下图展示了在有和没有消息分段的情况下，消息的端到端传输过程。假设有一条长度为  $8 \cdot 10^6$  位的消息需要从图中的源主机发送到目的主机。假设图中每一条链路的带宽为 2 Mbps。忽略传播时延、排队时延和处理时延。
- 考虑在没有进行消息分段的情况下，从源主机向目的主机发送消息。将整个消息从源主机传输到第一个分组交换节点需要多长时间？请注意，每个交换节点使用存储-转发的分组交换方式。从源主机到目的主机，总共需要多长时间？
  - 现在假设该消息被分段为 800 个分组，每个分组为 10,000 位。从源主机将第一个分组传输到第一个交换节点需要多长时间？当第一个分组正从第一个交换节点传输到第二个交换节点时，第二个分组正从源主机传输到第一个交换节点。第二个分组在第一个交换节点完全接收的时间是什么时候？
  - 在使用消息分段的情况下，将整个文件从源主机传输到目的主机总共需要多长时间？请将此结果与你在第 a 问中的答案进行比较，并作出评论。



**Figure 1.27** End-to-end message transport: (a) without message segmentation; (b) with message segmentation

$$a: \frac{8 \times 10^6}{2 \times 10^6} = 4s ; \frac{8 \times 10^6}{2 \times 10^6} \times 3 = 12s ;$$

$$b: 10000 / (2 \times 10^6) = 0.005s; 0.005s \times 2 = 0.01s$$

c: 当第一个分组到目的主机后，每隔 0.005s 就会有一个新的分组到达目的主机，所以总时间  $T = 0.005s \times 3 + 799 \times 0.005s = 4.01s$

## 网络层

- 假设节点 A、B 和 C 都通过各自的适配器连接到同一个广播局域网（LAN）。如果 A 向 B 发送了成千上万个 IP 数据报，并且每个封装帧的目标 MAC 地址都是 B 的 MAC 地址，那么 C 的适配器会处理这些帧吗？如果会，C 的适配器会将这些帧中的 IP 数据报传递给 C 的网络层吗？如果 A 发送的是 MAC 广播地址的帧，你的答案会

有怎样的变化？

不会，C 的适配器会直接扔掉目的 MAC 地址与自身不符的帧；会，由于是广播地址，适配器会将收到的帧传给网络层解析

2. 假设网络如下图（图 1）所示。假设主机 111.111.111.111 发送一条消息，目标是让主机 222.222.222.222 接收到。

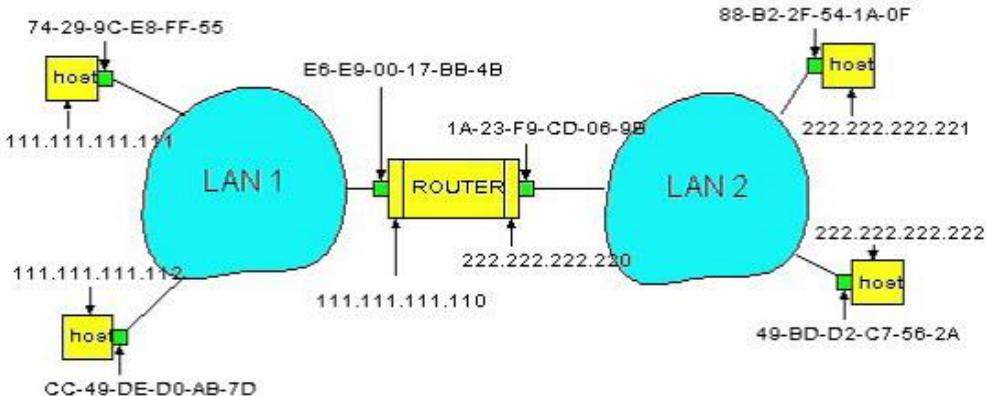


fig 1

a) 它在消息中应使用什么网络层地址？（源 IP 和目的 IP）

源 IP: 111.111.111.111

目的 IP: 222.222.222.222

b) 它在消息中应使用什么链路层地址？

源 MAC 地址: 74-29-9C-E8-FF-55

目的 MAC 地址: E6-E9-00-17-BB-4B

c) 如果消息的接收者是 111.111.111.112，它应使用哪些网络层和链路层地址？

源 IP: 111.111.111.111

目的 IP: 111.111.111.112（或使用广播地址 111.111.111.255）

源 MAC 地址: 74-29-9C-E8-FF-55

目的 MAC 地址: CC-49-DE-D0-AB-7D（或使用广播地址 FF-FF-FF-FF-FF-FF）

d) 节点是如何知道应使用哪个链路层地址的？

通过 ARP，查找目的 ip 对应的 MAC 地址，如果同在一个子网，则 MAC 地址直接填写目的 ip 对应的 MAC 地址，若不在同一子网，则 MAC 地址为第一跳路由器的与 node 相连的接口的 MAC 地址

3. 如图 2 所示，有一台新主机接入网络。因此，该新主机必须从运行在路由器上的 DHCP 服务器获取 IP 地址。请列出该主机在获取 IP 地址 192.168.1.4 之前所发送或接收的报文顺序。

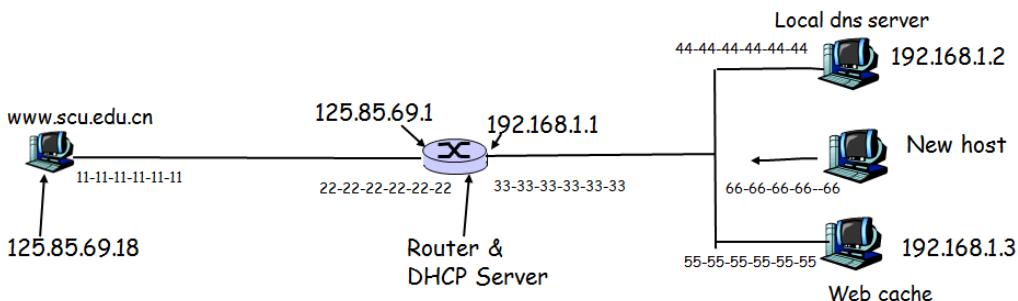


fig 2

a) 请指出每个报文的源 MAC 地址、目的 MAC 地址、源 IP 地址、目的 IP 地址、源端口号和目的端口号。

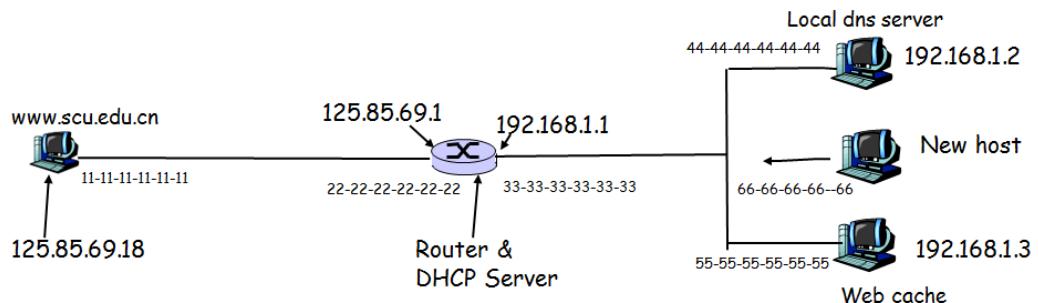
<i>Source MAC</i>	<i>Destination MAC</i>	<i>Source IP</i>	<i>Destination IP</i>
66-66-66-66-66-66	FF-FF-FF-FF-FF-FF	0.0.0.0	255.255.255.255
33-33-33-33-33-33	66-66-66-66-66-66	192.168.1.1	255.255.255.255
66-66-66-66-66-66	FF-FF-FF-FF-FF-FF	0.0.0.0	255.255.255.255
33-33-33-33-33-33	66-66-66-66-66-66	192.168.1.1	255.255.255.255

b) 在获得 IP 地址 192.168.1.4 之后，新主机的本地 DNS 服务器和 Web 代理服务器分别被设置为 192.168.1.2 和 192.168.1.3。此时，新主机的用户想要访问 Web 服务器 [www.scu.edu.cn](http://www.scu.edu.cn) 上的一个 URL。幸运的是，本地 DNS 服务器的 DNS 缓存中已经缓存了该域名的资源记录 (RR)。另一方面，图 3 中所有节点的 ARP 表均为空。

请列出新主机发送/接收的所有数据包顺序，以及图中其他节点发送/接收的任何数据包。请指出每个数据包的源 MAC 地址、目的 MAC 地址、源 IP 地址和目的 IP 地址。

packet	Source ip	source MAC	dest ip	dest MAC
New host sent	192.168.1.4	66-66-66-66-66	192.168.1.3	FF-FF-FF-FF-FF-FF
Web cache received from New host and sent	192.168.1.3	55-55-55-55-55-55	192.168.1.2	FF-FF-FF-FF-FF-FF
local dns server received from Web cache and sent	192.168.1.2	44-44-44-44-44-44	192.168.1.3	55-55-55-55-55-55
Web cache received from Local dns server and sent	192.168.1.3	55-55-55-55-55-55	125.85.69.18	FF-FF-FF-FF-FF-FF
Router received from Web cache and sent	125.85.69.1	22-22-22-22-22-22	125.85.69.18	FF-FF-FF-FF-FF-FF
<a href="http://www.scu.edu.cn">www.scu.edu.cn</a> received from Router and sent	125.85.69.18	11-11-11-11-11-11	125.85.69.1	22-22-22-22-22-22
Router received from	125.85.69.18	33-33-33-33-33-33	125.85.69.1	55-55-55-55-55-55

<a href="http://www.ecu.edu.cn">www.ecu.edu.cn</a> and sent				
web cache received from Router and sent	192.168.1.3	55-55-55-55-55-55	192.168.1.4	66-66-66-66-66-66



packet	Source ip	dest ip	source MAC	dest MAC
arp	1.4	1.3	66	ff
arp 响应	1.3	1.4	55	66
tcp syn	1.4	1.3	66	55
tcp synack	1.3	1.4	55	66
http request	1.4	1.3	66	55
arp	1.3	1.2	55	ff
arp	1.2	1.3	44	55
dns	1.3	1.2	55	44
dns	1.2	1.3	44	55
arp	1.3	1.1	55	ff
arp	1.1	1.3	33	55
tcpsyn	1.3	69.18	55	33
arp	69.1	69.18	22	ff
arp	69.18	69.1	11	22
tcp syn	69.1	69.18	22	11
tcp syn ack	69.18	69.1	11	22
tcp syn ack	69.18	1.3	33	55
http request	1.3	69.18	55	33
http request	69.1	69.18	22	11
http response	69.18	69.1	11	22
http response	69.18	1.3	33	55
http response	1.3	1.4	55	66

4. 请考虑如下网络拓扑图。假设主机 A 要向主机 B 发送一个数据报。主机 A 在端口 4000 上运行一个 TCP 客户端，主机 B 在端口 8000 上运行一个 TCP 服务器。所有主机的 ARP 表都是最新的。请列举从主机 A 向主机 B 发送 SYN 段时的所有步骤。

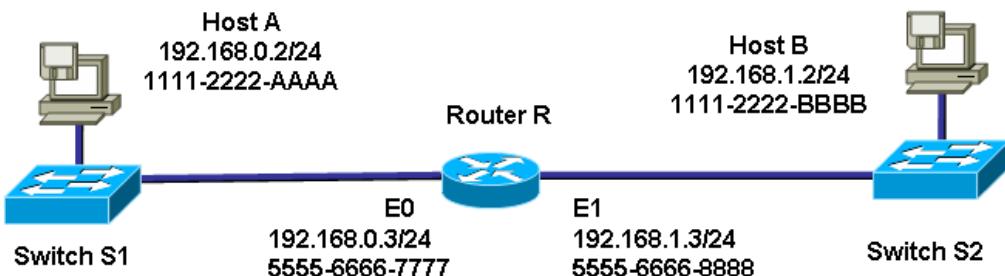


fig 3

- [1] Host A 的运输层收到上层生成 SYN 报文段, source port number:4000, dest port number:8000
- [2] Host A 的网络层接收上层报文段, 生成数据报, source ip:192.168.0.2, dest ip:192.168.1.2
- [3] Host A 的链路层接收上层数据报, 生成帧, source MAC:1111-2222-AAAA,dest MAC:5555-6666-7777
- [4] Host A 的物理层接收上层帧, 传送到 Switch S1
- [5] Switch S1 收到帧, 增强, 向其他所有接口传输
- [6] Router R 物理层接口 E0 接收到帧, 传给上层链路层
- [7] Router R 链路层解析帧, 发现 dest MAC 与接口 MAC 符合, 将解析出的数据报传给上层网络层
- [8] Router R 网络层解析数据报, 根据路由协议路由, 更新数据报, source ip: 192.168.1.3, 更新端口号, 传送给下一层链路层
- [9] Router R 链路层接收数据报, 根据 ARP 得出 dest ip 对应的 dest MAC 以及对应接口 E1, 生成帧, source MAC:5555-6666-8888, 传给下一层物理层
- [10] Router R 物理层收到上层帧, 传给 Switch S2
- [11] Switch S2 收到帧, 增强, 向其他所有接口传输
- [12] Host B 物理层收到帧, 传给上层链路层
- [13] Host B 链路层解析帧, 发现 dest MAC 与接口 MAC 符合, 将解析出的数据报传给上层网络层
- [14] Host B 网络层解析数据报, 发现 dest ip 与自身 ip 相同, 解析数据报, 将报文段传给运输层
- [15] Host B 运输层收到 Host A 发送的 SYN 报文段

5. 请重复问题 (4), 现在假设发送方主机的 ARP 表为空 (而其他主机的 ARP 表仍然是最新的)。

- [1] Host A 的运输层收到上层生成 SYN 报文段, source port number:4000, dest port number:8000
- [2] Host A 的网络层接收上层报文段, 生成数据报, source ip:192.168.0.2, dest ip:192.168.1.2
- [3] Host A 的链路层接收上层数据报, 生成帧, source MAC:1111-2222-AAAA,dest MAC:FFFF-FFFF-FFFF
- [4] Host A 的物理层接收上层帧, 传送到 Switch S1
- [5] Switch S1 收到帧, 增强, 向其他所有接口传输
- [6] Router R 物理层接口 E0 接收到帧, 传给上层链路层
- [7] Router R 链路层解析帧, 发现 dest MAC 是广播地址, 将解析出的数据报传给上

层网络层

- [8] Router R 网络层解析数据报，根据路由协议路由，更新数据报，source ip: 192.168.1.3，更新端口号，传送给下一层链路层
- [9] Router R 链路层接收数据报，由于 dest MAC 为广播地址，所以决定向除了 E0 外所有接口发送，生成帧，source MAC:5555-6666-8888，传给下一层物理层
- [10] Router R 物理层收到上层帧，向除了 E0 外所有接口发送
- [11] Switch S2 收到帧，增强，向其他所有接口传输
- [12] Host B 物理层收到帧，传给上层链路层
- [13] Host B 链路层解析帧，发现 dest MAC 是广播地址，将解析出的数据报传给上层网络层
- [14] Host B 网络层解析数据报，发现 dest ip 与自身 ip 相同，解析数据报，将报文段传给运输层
- [15] Host B 运输层收到 Host A 发送的 SYN 报文段

6. 请回忆 CSMA/CD 协议中，适配器在发生碰撞后会等待  $K \times 512$  比特时间，其中 K 是随机选取的整数。若  $K = 100$ ，对于以下情况，适配器在返回步骤 2 之前会等待多长时间？  
1 Mbps 的以太网？10 Mbps 的以太网？

$$100 * 512 / (1 * 10^6) = 0.0512 \text{ s}$$

$$100 * 512 / (10 * 10^6) = 0.00512 \text{ s}$$

7. 假设节点 A 和 B 处在同一个 10 Mbps 的以太网总线上，A 与 B 之间的传播延迟为 225 个比特时间。假设 A 和 B 同时开始发送帧，帧发生碰撞后，A 和 B 根据 CSMA/CD 算法选择了不同的退避参数 K。假设没有其他节点处于活动状态，A 和 B 的重传是否还可能发生碰撞？

为了说明这一点，请分析以下示例：

假设 A 和 B 在  $t = 0$  比特时间 开始发送；它们都在  $t = 225$  比特时间 侦测到碰撞；它们在  $t = 273$  比特时间（即  $225 + 48$ ，发送完 jam 信号）完成 jam 信号发送；设 A 的退避值  $KA = 0$ ，B 的退避值  $KB = 1$ ；

请回答：

B 的重传调度在什么时间？

A 在什么时间开始发送？

A 的信号在什么时间到达 B？

B 会不会在它预定的时间发出重传？是否会因为检测到 A 的信号而避免？

Time, $t$	Event
0	A and B begin transmission
225	A and B detect collision
273	A and B finish transmitting jam signal
$273 + 225 = 498$	B's last bit arrives at A ; A detects an idle channel
$498 + 96 = 594$	A starts transmitting
$273 + 512 = 785$	B returns to Step2 B must sense idle channel for 96 bit times before it transmits
$594 + 225 = 819$	A's transmission reaches B

8. 假设节点 A 和 B 位于同一个 10 Mbps 的以太网总线上，A 与 B 之间的传播延迟为 225 个比特时间。假设节点 A 开始发送一个帧，而在它还未完成时，节点 B 也开始发送一个帧。

问题：A 能否在侦测到 B 发送之前完成其帧的发送？为什么能或不能？

提示：假设 A 在  $t=0$  比特时间 开始发送。在最坏情况下，A 发送的是一个最小帧，大小为  $512 + 64 = 576$  比特时间；所以 A 会在  $t = 576$  比特时间 发送完成。如果 B 的信号在此之前到达 A，那么 A 就能检测到碰撞。问题转换为：在最坏情况下，B 的信号在什么时候能到达 A？

假设在  $t=0$  时刻 A 开始传输。考虑到以太网的最短帧长为 576bit，最早在  $t=576$  时刻，A 可以完成传输。最坏情况下，B 在  $t=224$  时刻开始传输，此时 B 不知道 A 在传输。在  $224+225=449$  时刻，B 的第一个 bit 到达的 A， $449 < 576$ ，A 在完成分组传输之前中断。A 不能在他察觉到 B 的传输之前完成传输。

9. 假设两个节点 A 和 B 连接在一根 500 米长的电缆两端，它们每个都有一个 1,000 位（包括所有头部和前导码）的帧要发送给对方。两个节点都在  $t=0$  秒开始尝试发送。电缆之间存在 四个中继器（repeater），每个引入 20 位时间的延迟。传输速率为 100 Mbps，使用 CSMA/CD 协议，回退时间单位为 512 位的倍数。在第一次碰撞之后，A 选择了  $K = 0$ ，B 选择了  $K = 1$ 。忽略 jam 信号和 96-bit 延迟。

a) A 到 B 的单程传播延迟是多少秒？（包括中继器的延迟，假设信号传播速度为  $2 \times 10^8$  米/秒）

$$500/(2 \times 10^8) + (20 * 4)/(100 * 10^6) = 0.0000033s = 3.3ms$$

b) 在什么时间（单位：秒），A 的数据包会被完整地传送到 B？

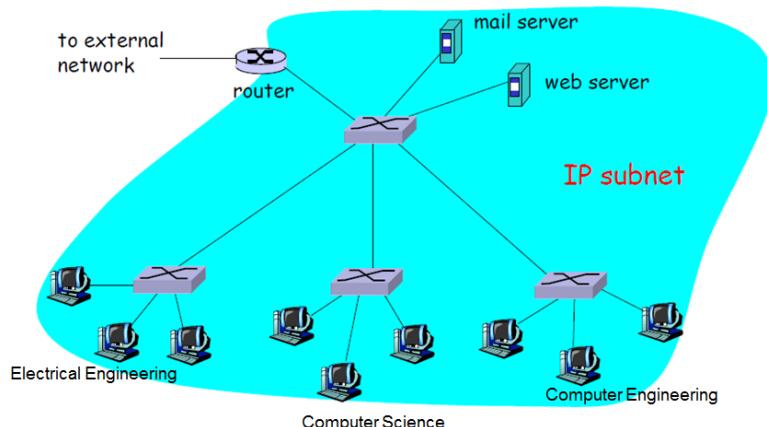
$$0.0000033 + 0.0000033 + 1000/(100 * 10^6) = 0.0000166s = 16.6ms$$

（第一个 3.3ms，传播延时，AB 都侦测到碰撞。由于没有 jam signal，A 不需要传输一个 jam 且等待一个传播延时，又因为  $K=0$ ，且不用再等 96bit 延时，A 直接重发，耗时是一个传播延时+传输延时）

c) 现在假设只有 A 有一个数据包，并且中继器被替换为 交换机（switch），每个交换机引入 20-bit 的处理延迟，并使用 存储-转发机制。A 的数据包在什么时间（单位：秒）被传送到 B？

$$1000/(100 * 10^6) * 5 + (20 * 4)/(100 * 10^6) + 0.0000033 = 0.0000541s = 54.1ms$$

10. 请考虑图 4。假设所有链路的速率均为 10 Mbps。在该网络中的 14 个终端系统之间，所能实现的最大总吞吐量是多少？为什么？



因为所有节点的最大传输速度是 10Mbps，所以，最大总吞吐量为  $14 * 10 = 140Mbps$

11. 假设图 4 中的三个部门交换机被替换为集线器，且所有链路速率均为 10 Mbps。那

么在该网络中 14 个终端系统之间所能实现的最大总吞吐量是多少？为什么？

换成集线器，节点传输时会产生碰撞，所以最好的情况下，总吞吐量为 10Mbps

12. 请参考下方图 3 所示的网络拓扑。网络中有 1 个路由器、4 个交换机和 11 个主机。假设所有交换机的转发表和所有主机的 ARP 表最初都是空的。

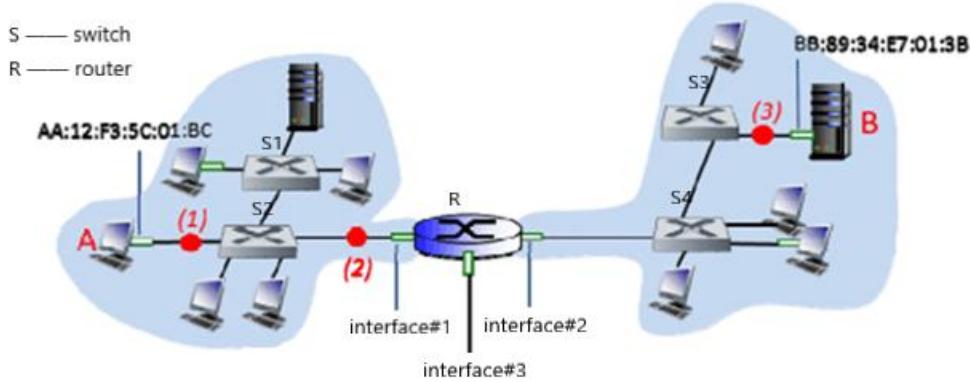


Figure 3

a) 假设路由器 R 的接口 #1 的 IP 地址为 202.115.32.1，接口 #2 的 IP 地址为 202.115.32.65。请给包含主机 A 和主机 B 的子网分配 IP 地址范围，并给主机 A 和 B 分配在该范围内的 IP 地址。你所使用的子网地址应尽可能节省地址空间。(4 分)

b) 路由器可以向外部广告哪些 IP 地址范围，以覆盖上述两个子网中可达的所有主机？(2 分)

c) 假设主机 A 要发送数据报给主机 B，由于 A 的 ARP 表为空，因此需要发出 ARP 请求。网络中有多少台主机会收到 A 发出的 ARP 请求？简要说明你的理由。(2 分)

d) 完成 ARP 查询后，主机 A 开始发送数据报给主机 B。网络中有多少台主机会收到 A 发出的帧（frame）？简要说明你的理由。(2 分)

e) 考虑从 A 到 B 发送一个 IP 数据报，所有链路都使用以太网作为链路层协议。请写出该 IP 数据报在以太网帧封装中，在下列三个传输点的：(i) 以太网源地址和以太网目的地址 n(ii) IP 源地址和 IP 目的地址。三个传输点为：(1) 从 A 到第一台交换机；(2) 从路由器接口 #1 到接口 #2；(3) 从接口 #2 到主机 B (共 10 分)

Packet at (1)

Source MAC	Destination MAC	Source IP	Destination IP
		A's IP	

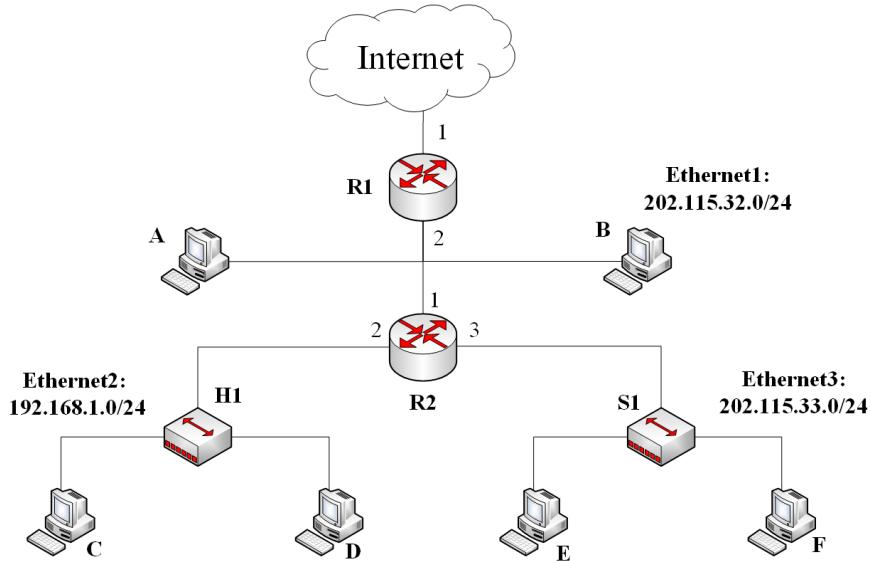
Packet at (2)

Source MAC	Destination MAC	Source IP	Destination IP

Packet at (3)

Source MAC	Destination MAC	Source IP	Destination IP
			B's IP

13. 考虑图 2 中所示的校园网络，其中有两个路由器 R1 和 R2，一个集线器 H1 和一个交换机 S1，连接了 3 个以太网 LAN。路由器旁边的数字（1、2 或 3）表示它们的口号，Ethernet 附近的 IP 地址块（例如 128.101.0.0/18）表示分配给该以太网的 IP 地址段（即连接在该以太网上的主机地址段）。(共 20 分)



- 1) 为了确保每个主机(从 A 到 F)都能访问 Internet, R2 需要提供哪些服务? (2 分)
- 2) 通过路由聚合, R1 向 Internet 传播了谁的可达性信息? (2 分)
- 3) 假设主机 E 想要向主机 F 发送一个 IP 数据报。主机 E 会发送如下格式的数据包。主机 E 是如何知道可以直接将数据包转发给主机 F, 而不是请求其默认网关 R2 来转发的? (2 分)

*The packet from E to F*

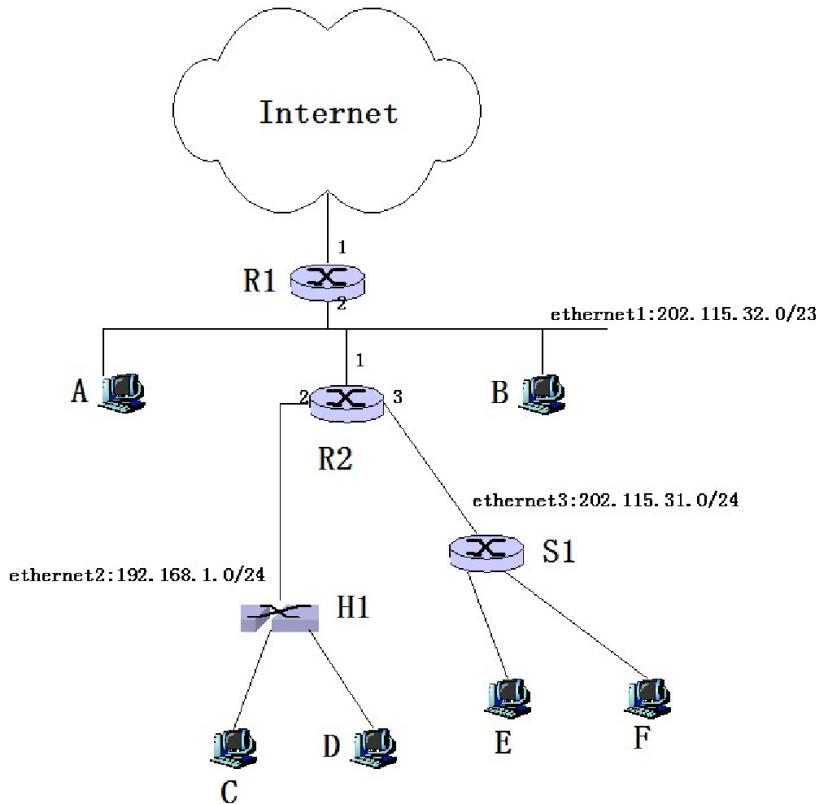
Source MAC	Destination MAC	Source IP	Destination IP
E's MAC address	F's MAC address	E's IP address	F's IP address

- 4) R2 的接口 3 会收到来自 E 到 F 的数据包吗? 请解释你的答案。(2 分)
- 5) 如果 D 向 C 发送一个数据包, R2 的接口 2 会收到这个数据包吗? 请解释你的答案。(2 分)
- 6) 现在假设主机 E 想向主机 A 发送一个 IP 数据报。假设此时网络中所有主机的 ARP 缓存为空, 而路由器 (R1 和 R2) 已经缓存了所有需要的 ARP 记录。请列出从 E 向 A 传输该 IP 数据报的所有帧的源和目的 IP 与 MAC 地址。(6 分)

Source MAC	Destination MAC	Source IP	Destination IP

- 7) 现在假设主机 C 想向主机 A 发送一个 IP 数据报, 写出由主机 C 发送的帧中的源和目的 IP 与 MAC 地址, 以及主机 A 接收到的帧中的源和目的 IP 与 MAC 地址。(4 分)

14. 考虑图 2 中所示的校园网络，其中有两个路由器 R1 和 R2，一个集线器 H1 和一个交换机 S1，连接了 3 个以太网 LAN。路由器旁边的数字（1、2 或 3）表示它们的接口号，以太网附近的 IP 地址块（例如 128.101.0.0/18）表示分配给该以太网的 IP 地址段（即连接在该以太网上的主机地址段）。



- a) 为了确保每个主机(从 A 到 F)都能访问 Internet, R2 需要提供哪些服务? (2 分)
- b) 假设主机 E 想要向主机 F 发送一个 IP 数据报。主机 E 会发送如下格式的数据包。主机 E 是如何知道可以直接将数据包转发给主机 F, 而不是请求其默认网关 R2 来转发的? (2 分)

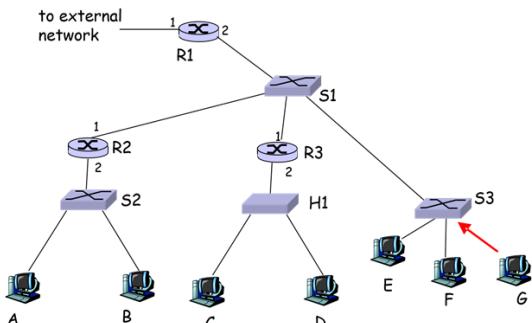
*The packet from E to F*

Source MAC	Destination MAC	Source IP	Destination IP
E's MAC address	F's MAC address	E's IP address	F's IP address

- c) 现在假设主机 E 想向主机 A 发送一个 IP 数据报。假设网络中所有节点的 ARP 缓存均为空。请列出在将该 IP 数据报从 E 传递到 A 的过程中, 所有帧的源和目的 IP 及 MAC 地址。(12 分)

- d) 现在假设主机 C 想向主机 A 发送一个 IP 数据报, 请写出 C 所发送帧中的源和目的 IP 及 MAC 地址, 以及 A 接收到帧中的源和目的 IP 及 MAC 地址。(4 分)

15. 考虑图中的网络，其中三个路由器 R1、R2 和 R3，一个集线器 H1，以及三个交换机 S1、S2 和 S3 连接了 6 台主机（从 A 到 F）。路由器旁边的数字（1 或 2）表示它们的接口。R1 上运行着一个 DHCP 服务器。



1) 假设主机 A 想要发送一个 IP 数据报包到主机 B。主机 A 会发送如下格式的数据包。主机 A 是如何知道它可以直接将该包转发给主机 B，而不是请求默认网关 R2 来帮助传递的？(2 分) 数据包从 A 到 B 的信息如下：

Source MAC	Destination MAC	Source IP	Destination IP
A 的 MAC 地址	B 的 MAC 地址	A 的 IP 地址	B 的 IP 地址

2) 假设一台新主机 G 通过交换机 S3 连接到该网络。主机 G 需要发送一个 DHCP Discover 消息来请求一个 IP 地址。请列出此 DHCP Discover 消息的源和目标 MAC 地址及 IP 地址。(2 分) DHCP Discover 消息的格式如下：

Source MAC	Destination MAC	Source IP	Destination IP

3) 网络中哪些节点将接收到 DHCP Discover 消息？(2 分)

4) 一旦收到此 DHCP Discover 消息，R1 上的 DHCP 服务器会发送一个 DHCP Offer 消息。请列出此 DHCP Offer 消息的源和目标 MAC 地址及 IP 地址。(2 分)

DHCP Offer 消息的格式如下：

Source MAC	Destination MAC	Source IP	Destination IP

5) 网络中哪些节点将接收到 DHCP Offer 消息？(2 分)

6) 现在假设主机 C 向主机 G 发送一个数据包，时机是在主机 G 完成 DHCP 流程并获得 IP 地址之后。由于主机 C 的 ARP 表为空，需要进行 ARP 查询。请列出主机 C 发送的 ARP 查询数据包中的源和目的 MAC 地址以及 IP 地址。(2 分)

ARP 查询数据包格式如下：

Source MAC	Destination MAC	Source IP	Destination IP

7) 请列出主机 C 发送的数据帧中的源和目的 MAC 地址及 IP 地址。(2 分)

主机 C 发送的数据帧格式如下：

Source MAC	Destination MAC	Source IP	Destination IP

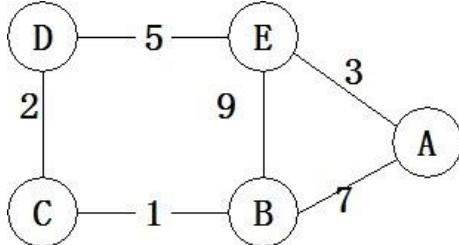
8) 网络中哪些节点将接收到主机 C 发送的上述数据帧？(2 分)

9) 参见第 7 题，请列出主机 G 接收到的数据帧中的源和目的 MAC 地址及 IP 地址。(2 分) 主机 G 接收到的数据帧格式如下：

Source MAC	Destination MAC	Source IP	Destination IP

10) 网络中哪些节点将接收到主机 G 接收到的上述数据帧？(2 分)

16. 请考虑下图中由 5 个路由器组成的网络，链路代价已标注。假设使用的是带毒性逆转（poisoned reverse）的距离向量（Distance Vector）算法。假设每个节点最初只知道与邻居之间的代价。此外，假设该 DV 算法以同步方式工作，即所有节点同时接收来自邻居的距离向量，计算新的距离向量，并在其向量发生变化时通知邻居。



a) 请写出 节点 E 的距离向量条目。

From	To	A	B	C	D	E
E		3	9	$\infty$	5	0
A		$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
B		$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
D		$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$

From	To	A	B	C	D	E
E		3	9	7	5	0
A		0	7	$\infty$	$\infty$	3
B		7	0	1	$\infty$	9
D		$\infty$	$\infty$	2	0	5

From	To	A	B	C	D	E
E		3	8	7	5	0
A		0	7	8	8	3
B		7	0	1	3	9
D		8	3	2	0	5

From	To	A	B	C	D	E
E		3	8	7	5	0
A		0	7	8	8	3
B		7	0	1	3	8
D		8	3	2	0	5

b) 在距离向量算法收敛之后，节点 C 和 D 之间的链路代价从 2 增加到 10。一旦检测到这个变化，节点 C 必须更新其距离向量，并将新的距离向量发送给 B。C 发送给 B 的新的距离向量是什么？

From	To	A	B	C	D	E
C		8	1	0	10	7

c) 一旦 B 收到 C 的更新，B 会重新计算自己的距离向量。如果 B 计算出了新的距离向量，它会将该向量告知 C。B 会更新它的距离向量吗？如果会，B 会发送给 C 的

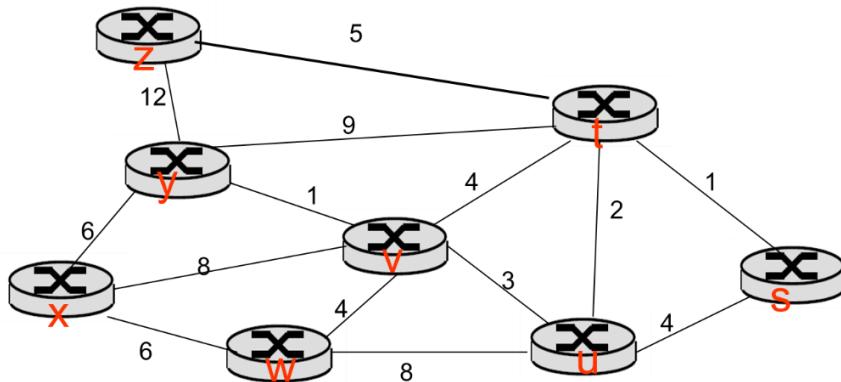
新的距离向量是什么？

From	To	A	B	C	D	E
B		7	0	1	11	8

d) 假设图 1 中的网络是 Internet 中的一个自治系统 (AS)，AS 号为 0。节点 A 是该 AS 的 BGP 网关。A 是该网络中唯一同时运行 BGP 和距离向量 (DV) 算法的路由器吗？

并不是，AS 内部各路由器间的也有 BGP 会话，即内部 BGP 会话

4.32 请考虑下图所示的网络。根据图中所标注的链路代价，使用 Dijkstra 最短路径算法计算从 节点 x 到所有网络节点的最短路径。请通过构造一个计算过程表格来展示该算法的工作过程。



步骤	N'	D(s)	p(s)	D(t)	p(t)	D(u)	p(u)	D(v)	p(v)	D(w)	p(w)	D(y)	p(y)	D(z)	D(z)
0	x	$\infty$		$\infty$		$\infty$		8	x	6	x	6	x	$\infty$	
1	xw	$\infty$		$\infty$		14	w	8	x			6	x	$\infty$	
2	xwy	$\infty$		15	y	14	w	7	y					18	y
3	xwyv	$\infty$		12	v	11	v							18	y
4	xwyvu	18	u	12	v									18	y
5	xwyvut	13	t											18	y
6	xwyvuts													18	y
7	xwyvutsz														

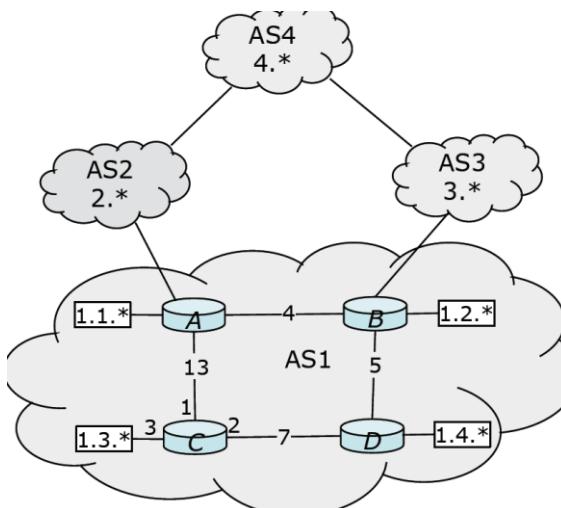
4.31 请考虑一个前缀为 101.101.101.64/26 的子网。请给出一个可以分配给该网络的 IP 地址示例（格式为 xxx.xxx.xxx.xxx）。假设某 ISP 拥有地址块 101.101.128.0/17。它希望将该地址块划分为 4 个子网，且每个子网拥有相同数量的 IP 地址。这四个子网的前

缀（格式为 a.b.c.d/x）分别是什么？

101.101.101.65/26——101.101.101.128/26 都可以

101.101.128.0/19, 101.101.160.0/19,

101.101.192.0/19, 101.101.224.0/19



4.33 图 1 显示了 Internet 的一部分，其中包含 四个自治系统 (AS)，其中一个 AS 显示有 四个路由器，每个路由器有一个 /16 的子网。注意其余每个 AS 都拥有一个 /8 的子网。

- a) 假设 AS1 使用 链路状态 (LS) 算法 作为其内部 AS 路由算法，并且每个节点最初都知道其与邻居之间的代价。请展示 节点 C 计算到其他所有节点最短路径的过程。

步骤	N'	D(A)	p(A)	D(B)	p(B)	D(D)	p(D)
0	C	13	C	$\infty$		7	C
1	CD	13	C	12	D		
2	CDB	13	C				
3	CDBA						

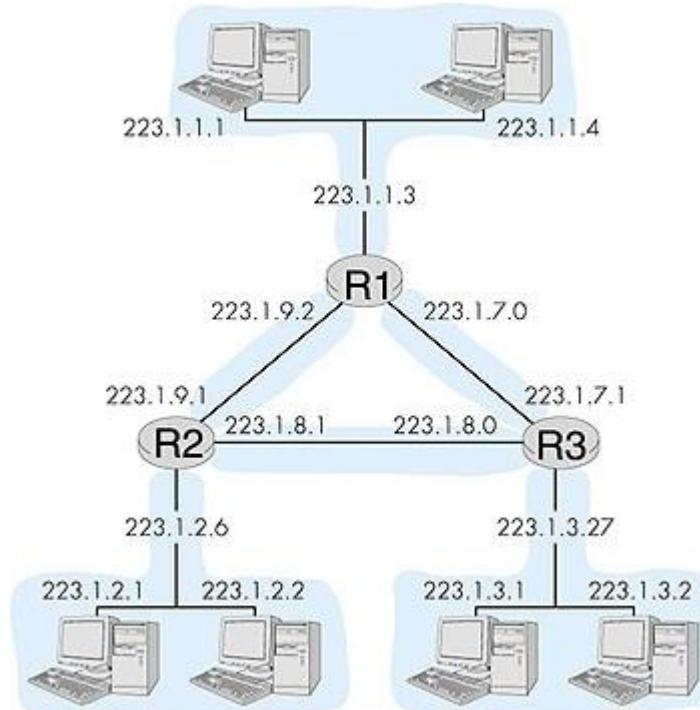
- b) 假设 AS 之间使用 BGP 作为外部路由协议，且没有任何策略限制。请完成节点 C 的转发表。

prefix	Output link
1.1.*	1
1.2.*	2
1.3.*	3
1.4.*	2
2.*	1
3.*	2
4.*	2

- c) 假设 连接路由器 B 和 AS3 的链路断开，那么 哪些条目会发生变化，以及它们将如何变化？

prefix	Output link
1.1.*	1
1.2.*	2
1.3.*	3
1.4.*	2
2.*	1
3.*	1
4.*	1

4.34 Answer the following questions for the figure (fig 2.) shown below:



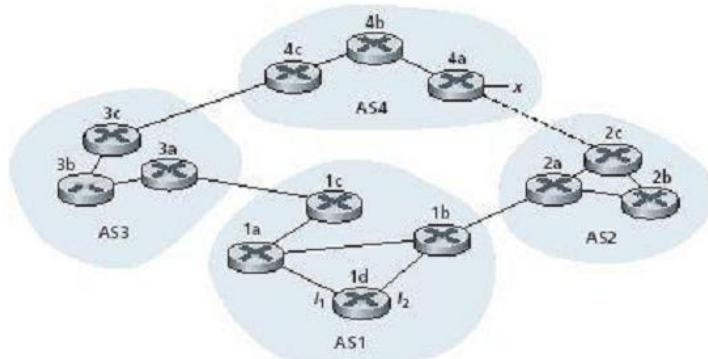
a) 假设我们想在顶部的 LAN 中添加一个新的主机（该 LAN 通过接口 223.1.1.3 连接到路由器 R1）。那么可以分配给该新主机的一个有效 IP 地址是什么？

223.1.1.0, 223.1.1.2, 223.1.1.5-223.1.1.255

b) 假设我们希望顶部的 LAN 有足够的地址来支持 60 个接口。请给这个 LAN 分配一个网络地址。提示：分配格式应为 a.b.c.d/x

给顶头的 LAN 分配地址块：223.1.1.192/26

4.37 请参考下图所示的网络。假设 AS3 和 AS2 运行 OSPF 作为它们的内部 (intra-AS) 路由协议，AS1 和 AS4 运行 RIP 作为它们的内部路由协议。假设 eBGP 和 iBGP 用于自治系统之间的路由协议 (inter-AS)。最初假设 AS2 和 AS4 之间没有物理连接。



a) 路由器 3c 是通过哪种路由协议学习到前缀 x 的？是 OSPF、RIP、eBGP 还是 iBGP？  
eBGP

b) 路由器 3a 是通过哪种路由协议学习到前缀 x 的？iBGP

c) 路由器 1c 是通过哪种路由协议学习到前缀 x 的？eBGP

d) 路由器 1d 是通过哪种路由协议学习到前缀 x 的？iBGP

4.35 请参考下方所示的网络场景，假设主机的 MAC 地址为 00-15-c5-c1-5e-28，其 IP 地址为 10.2.128.100（私有地址）。图 5-1 是网络拓扑结构；图 5-2 是主机请求一个位于 Internet 上的 Web 服务器网页时，所封装的 HTTP 请求消息前 80 字节帧的内容（以十六进制和 ASCII 表示）；图 5-3 是以太网帧结构；图 5-4 是 IPv4 数据报头格式。

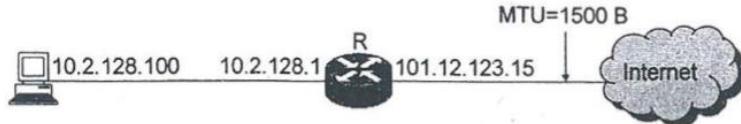


Figure 5-1 Network Topology

0000	00	21	27	21	51	ee	00	15	c5	c1	5e	28	08	00	45	00	.!`!Q...	..^(..E.
0010	01	ef	11	3b	40	00	80	06	ba	9d	0a	02	80	64	40	aa	...;@...	.....d@.
0020	62	20	04	ff	00	50	e0	e2	00	fa	7b	f9	f8	05	50	18	b ...P..	..{...P.
0030	fa	f0	1a	c4	00	00	47	45	54	20	2f	72	66	63	2e	68	.....GE T /rfc.h	
0040	74	6d	6c	20	48	54	54	50	2f	31	2e	31	0d	0a	41	63	tm1	HTTP /1.1..Ac

Figure 5-2 the First 80 bytes of an Ethernet Frame

Dest. MAC (6B)	Source MAC (6B)	Type (2B)	DATA (16~1500B)		CRC (4B)
----------------	-----------------	-----------	-----------------	--	----------

Figure 5-3 Ethernet Frame Structure

Version(4b)	Hlen. (4b)	Type of Service(4b)	Datagram Length(16b)	
Identifier(16b)		flags	Fragmentation offset(13b)	
Time-to-live(8b)	Upper layer protocol(8b)	Header Checksum(16b)		
Source IP address				
Destination IP address				

Figure 5-4 IPv4 Datagram Header

a) 主机访问的 Web 服务器的 IP 地址是多少？

10.2.128.1

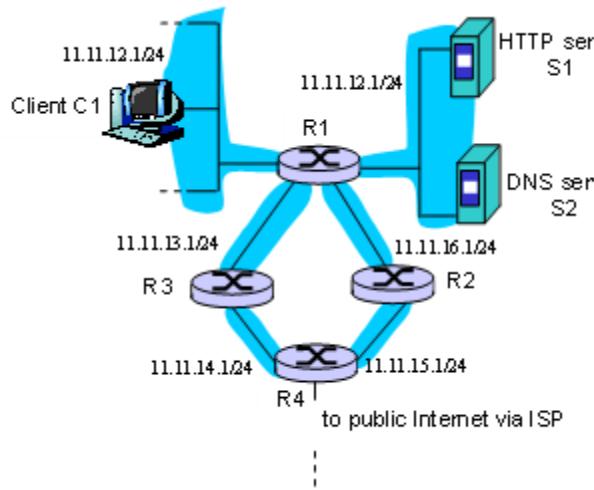
b) 假设 HTTP/1.1 使用持久连接（persistent connections），不使用管道化（pipelining），而 rfc.html 中引用了 5 个 jpeg 图片，那么从发送请求开始，获得所有对象总共需要多少次 RTT（往返时延）？

$$1 + 1 + 5 = 7$$

c) 当路由器 R 转发封装在帧中的数据报时，数据报头中的哪些字段会被更新？

Identifier, Flag, Fragmentation, Time-to-Live, Header Checksum, Source IP Address, Destination IP Address

4.36 通过 R4 连接的网络中的所有主机和路由器（例如 SCU 网络）都属于同一个自治系统（AS），并通过路由器 R4 与 Internet 上的其他 AS 相连。



- a) 假设用户在主机 C1 上的浏览器中输入一个文档的 URL，文档保存在服务器 S1 上，且通过名称（如 S1.cs.scu.edu.cn）引用。该文档从 S1 返回给用户 C1，同时包含一个嵌入的 URL，该 URL 指向另一个站点（例如 www.remotesite.com），该站点位于该自治系统之外。请问：在解析 S1.cs.scu.edu.cn 这个域名时，C1、S1、R1 - R4 中哪个元素会向 DNS 服务器 S2 发出查询？（3 分）

C1

- b) 在 C1、S1、S2、R1 - R4 中，哪些必须运行 TCP 协议？请解释你的答案。（3 分）

S1, S1 是 HTTP 服务器，专门提供 HTTP 服务，HTTP 使用 TCP 连接

C1 是客户端，可以按照意愿使用各类协议

S2 是 DNS 服务器，可以使用 UDP 协议

R1-R4 是路由器，不具有传输层，无法使用传输层协议

- c) 请在上图中识别出每一个独立的网络（从 IP 地址划分的角度）。并为每个网络中的一个接口指定一个互联网地址。（3 分）

11.11.12.1/24: 接口地址可以是 11.11.12.1--11.11.12.254

11.11.13.1/24: 接口地址可以是 11.11.13.1--11.11.13.254

11.11.14.1/24: 接口地址可以是 11.11.14.1--11.11.14.254

11.11.15.1/24: 接口地址可以是 11.11.15.1--11.11.15.254

11.11.16.1/24: 接口地址可以是 11.11.16.1--11.11.16.254

- d) 在 C1、S1、S2、R1 - R4 中，哪些运行域内路由协议(intra-domain routing protocol)？（3 分）

R1-R4, 他们是路由器，且同在一个 AS 内

- e) 在 C1、S1、S2、R1 - R4 中，哪些运行域间路由协议(inter-domain routing protocol)？

根据你在第 3 小题中的答案，向该网络外的 AS 广告的地址前缀是什么？

R4, R4 是网关路由器

除 11.11.12.0/24-11.11.16.255/24 以外的地址，都是外部 AS 地址

4.38 参考前一个问题,一旦路由器 1d 学到前缀 x,它会在其转发表中添加一条条目 (x, l)。

a) Will l be equal to l1 or l2 for this entry? Explain why in one sentence.

等于, 每个接口只能有一个地址

b) 现在假设 AS2 和 AS4 之间有一条物理链路, 如图中虚线所示。假设路由器 1d 学到前缀 x 既可以通过 AS2 也可以通过 AS3 到达。此时 l 会被设置为 l1 还是 l2? 请用一句话解释理由。

l2,无论是通过 AS2 还是通过 AS3 直到可到达子网 x, AS-Path 相同, 又因为 AS1 使用 RIP 作为自治系统内部路由的路由选择, 1d 到 2a 的跳数小于 1d 到 3a 的跳数, 所以根据 BGP 路由选择, 选择 l2

c) 现在假设存在另一个自治系统 AS5, 它位于 AS2 到 AS4 的路径之间(图中未显示)。假设路由器 1d 学到前缀 x 可通过路径 AS2 → AS5 → AS4 以及 AS3 → AS4 到达。此时 \*\*l 会被设置为 l1 还是 l2? \*\*请用一句话解释理由。

L1, 根据 BGP 路由选择, 选择 AS-PATH 最短的路径

## 运输层

3.1 The client A wants to request a Web page from Server B. Suppose the URL of the page is 172.16.0.200/experiment, and also it wants to receive French version of object. The time-sequence diagram is shown below, please fill in the blanks.

Packet 1 to Packet 3 are TCP connection's segment, then:

Packet 1: SYN flag bit = a) 1

ACK flag bit = b) 0

Sequence number = 92

Packet 2: SYN flag bit = 1

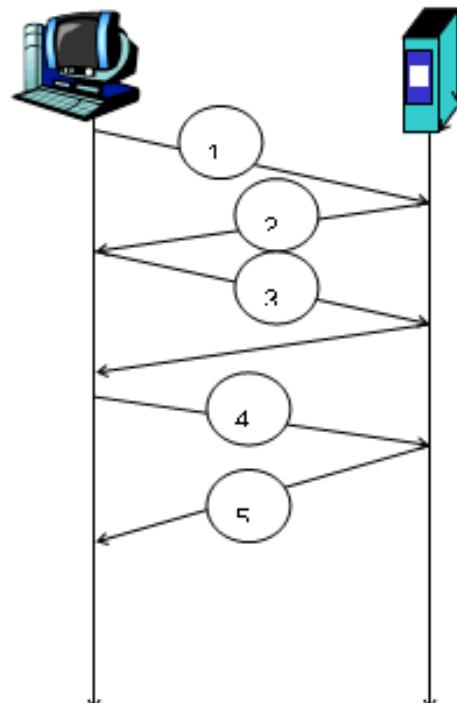
ACK flag bit = c) 1

Sequence number = 100

Packet 3: SYN flag bit = d) 0

ACK flag bit = 1

Sequence number = e) 93



3.2 主机 A 想通过一个 TCP 连接发送一个 12KB 的文件 F。假设如下：

- 此 TCP 连接使用 慢启动 (slow-start) 拥塞控制机制，初始 阈值 (THRESHOLD) 为 4KB
- 最大报文段大小 (MSS) 为 1KB
- 接收方通告窗口大小初始为 4KB
- 除非特别说明，所有段都正确收到，且按发送顺序到达
- 接收方在收到每个段后立即发送 ACK
- 接收方会缓存所有乱序接收的段
- 发送方每发送一个段到网络上需要 10ms
- 除非说明，每个成功传输段的 RTT 是 60ms (每个方向 30ms)，此时间包括传输时间
- 发送方的定时器设置为 100ms
- 第一个数据段的初始 seq 和 ack 号分别为 0 和 100
- 在以上假设下，请找出每个数据段的 seq number、ack number 以及其发送时间，在以下条件下：
- 第二个数据段的 ACK 较慢，到达时间为 50ms (而不是正常的 30ms)
- 第 4 个数据段首次传输未被接收方收到
- 从 ACK 第 8 个段开始以及之后，接收方通告窗口变为 2KB

Please fill in the value of time, seq number, and ack number for each segments A will send.

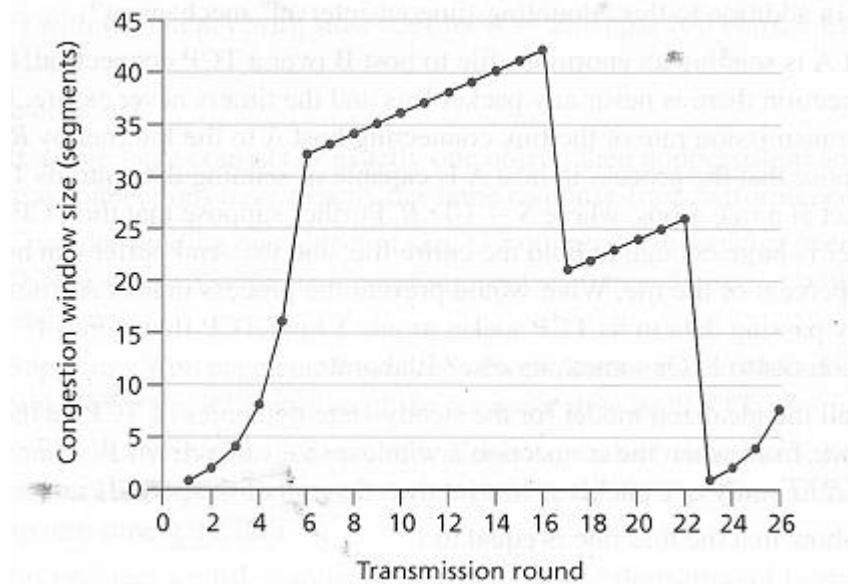
Sending time	seq	ack	备注
0	0	100	
60	1k	100	ack=1k 到, cnwd=2k
70	2k	100	
130	3k	100	ack=3k 到, cnwd=4k
140	4k	100	ack=2k 到, 丢弃。
150	5k	100	
160	6k	100	
220	3k	100	三个冗余 ACK=3k 到, 快速重传, THRESHOLD=cnwd/2=2k cnwd=THRESHOLD+3MSS=5k
280	7k	100	ack=7k 到, cnwd=6k, 可以发送新的 segment
290	8k	100	
300	9k	100	
310	10k	100	
			340 的时候, ack=8k 到, 发现 rnwd=2k
360	11k	100	ack=10k 到, 可以发送新 segment

3.3 请填写每个传输轮次中的拥塞窗口大小（以段为单位）。假设阈值（threshold）初始为 30 个段，并且发生以下事件：

- 第 10 轮发生三次重复 ACK (triple duplicate ACK)
- 第 12 轮发生超时 (timeout)
- 第 14 轮再次发生三次重复 ACK
- 第 22 轮发生超时
- 第 25 轮再次发生超时

Round	Congestion Window Size	Round	Congestion Window Size
1	1	14	2
2	2	15	4 三个冗余 ACK, threshold=cnwd/2=1 cnwd=threshold+3=4
3	4	16	5
4	8	17	6
5	16	18	7
6	30 threshold=30	19	8
7	31	20	9
8	32	21	10
9	33	22	11
10	34	23	1 timeout threshold=cnwd/2=5 cnwd=1
11	20 三个冗余 ACK , threshold=cnwd/2 = 17 cnwd=threshold+3=20	24	2
12	21	25	4
13	1 timeout threshold=cnwd/2=10 cnwd=1,	26	1 timeout threshold=cnwd/2=2 cnwd=1

3.4 假设使用的是 TCP Reno 协议，并经历了如下所示的网络行为，请回答以下问题：



a) 指出 TCP 慢启动 (slow start) 所运行的时间区间:

1 - 6, 23 - 26

b) 指出 TCP 拥塞避免 (congestion avoidance) 所运行的时间区间:

6 - 16, 17 - 22

c) 在第 23 轮传输之后，丢包是通过三次重复 ACK 还是通过 超时 (timeout) 被检测到的？

Timeout

d) 在第 17 轮传输之后，丢包是通过三次重复 ACK 还是通过 超时 被检测到的？

Triple duplicate ACK

e) 第 12 轮传输时的阈值 (threshold) 是多少？

32

f) 第 17 轮传输时的阈值是多少？

21

g) 第 70 个报文段 是在哪一轮传输中发送的？

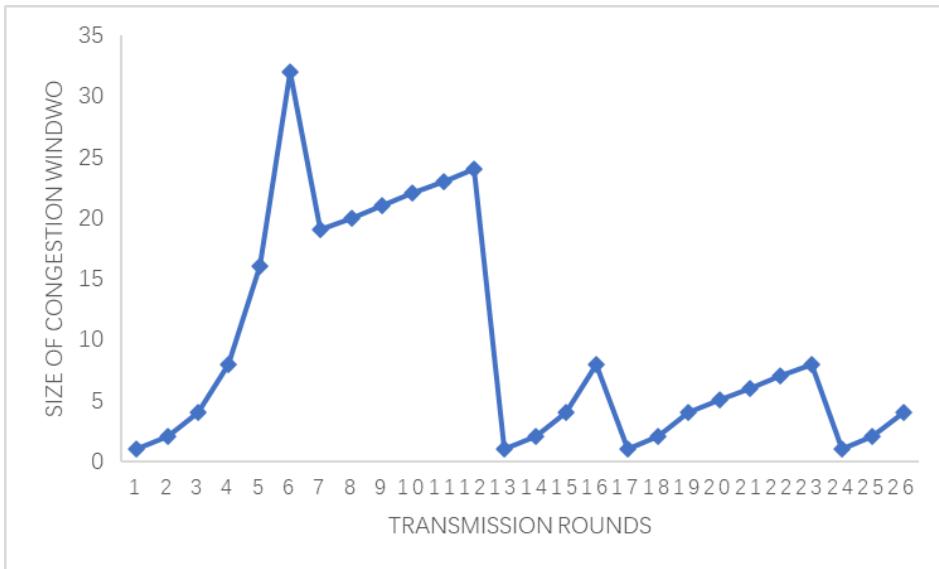
第 7 轮

h) 假设在第 24 轮传输后通过收到 三次重复 ACK 检测到丢包，那么此时拥塞窗口大小和阈值分别是多少？

拥塞窗口大小: 4

阈值: 1

3.5 假设使用的是 TCP Reno 协议，并经历了如下所示的网络行为，请回答以下问题：



a) 指出 TCP 慢启动 (slow start) 所运行的时间区间：

1 - 6, 13 - 16, 17 - 19, 24 - 26

b) 指出 TCP 拥塞避免 (congestion avoidance) 所运行的时间区间：

7 - 12, 19 - 23

c) 在第 6 轮传输之后，丢包是通过三次重复 ACK 还是通过 超时 (timeout) 被检测到的？

ACK (即 triple duplicate ACK)

d) 在第 12 轮传输之后，丢包是通过三次重复 ACK 还是通过 超时 (timeout) 被检测到的？

Timeout

e) 第 14 轮传输时的阈值 (threshold) 是多少？

2

f) 第 18 轮传输时的阈值是多少？

2

g) 第 70 个报文段 是在哪一轮传输中发送的？

第 7 轮

h) 假设在第 27 轮传输后通过收到 三次重复 ACK 检测到丢包，那么此时拥塞窗口大小和阈值分别是多少？

拥塞窗口大小：8

阈值：4

3.54 你要发送一条包含 10 个段 的消息，每个段的序列号从 1 到 10。发送方与接收方之间使用的是 Go-Back-N 流量控制协议，并采用 累计 ACK，发送窗口大小为 3。在下列条件下，发送方认为传输完成前总共需要多长时间？

- 段 5 的第一次传输未被接收方收到
- 段 5 的第二次传输被接收方正确接收，但 ACK 较慢，需要 60ms (而不是正常的 20ms)
- 接收方在收到段 8 后发送的第一个 ACK 未被发送方收到

一些前提条件：

- 序列号是分配给段的（而非字节）
  - 除非特别说明，所有段都被正确接收，且按顺序接收
  - 发送方将段“推”到网络上需要 10ms，例如：段 1 从时间 0ms 开始推送，则段 2 从 10ms 开始推送
  - 除非特别说明，所有成功传输的段的 往返时延(RTT)为 40ms(每个方向 20ms)，该时间包含传输时间
  - 发送方 仅在超时 (timeout) 后进行重传，每个段的超时定时器为 60ms
  - 不使用拥塞控制
  - 无处理延迟：一旦 ACK 被接收，发送方可以立即（在同一时刻）发送下一个段
- 请通过填写下一页的表格展示你的推导过程。对于每个时间区间，请在 SEND 列中写出发送的段号，在 RECV 列中写出收到 ACK 中的 ACK 序号。段 1 已经为你填好，不是所有的行都必须使用。（10 分）

原图表格：

<i>Time</i>	<i>SEND</i>	<i>RECV</i>	<i>Time</i>	<i>SEND</i>	<i>RECV</i>
<i>0</i>	<i>1</i>		<i>220</i>		
<i>10</i>			<i>230</i>		
<i>20</i>			<i>240</i>		
<i>30</i>			<i>250</i>		
<i>40</i>		<i>1</i>	<i>260</i>		
<i>50</i>			<i>270</i>		
<i>60</i>			<i>280</i>		
<i>70</i>			<i>290</i>		
<i>80</i>			<i>300</i>		
<i>90</i>			<i>310</i>		
<i>100</i>			<i>320</i>		
<i>110</i>			<i>330</i>		
<i>120</i>			<i>340</i>		
<i>130</i>			<i>350</i>		
<i>140</i>			<i>360</i>		
<i>150</i>			<i>370</i>		
<i>160</i>			<i>380</i>		
<i>170</i>			<i>390</i>		
<i>180</i>			<i>400</i>		
<i>190</i>			<i>410</i>		
<i>200</i>			<i>420</i>		
<i>210</i>			<i>430</i>		

<i>Time</i>	<i>SEND</i>	<i>RECV</i>	<i>Time</i>	<i>SEND</i>	<i>RECV</i>
<i>0</i>	<i>1</i>		<i>220</i>		<i>5</i>
<i>10</i>	<i>2</i>		<i>230</i>		
<i>20</i>	<i>3</i>		<i>240</i>		<i>9</i>
<i>30</i>			<i>250</i>		<i>10</i>
<i>40</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>260</i>		
<i>50</i>	<i>5</i>	<i>2</i>	<i>270</i>		

60	6	3	280		
70			290		
80	7	4	300		
90			310		
100		4	320		
110			330		
120		4	340		
130			350		
140	5		360		
150	6		370		
160	7		380		
170			390		
180			400		
190	8	6	410		
200	9	7	420		
210	10		430		

3.54 Referring to problem 3.54, assuming Selective Repeated is used instead of GBN, please fill the table (10 points)

Time	SEND	RECV	Time	SEND	RECV
0	1		220		
10	2		230		
20	3		240		9
30			250	8	10
40	4	1	260		
50	5	2	270		
60	6	3	280		
70			290		8
80	7	4	300		
90			310		
100		6	320		
110	5		330		
120		7	340		
130			350		
140			360		
150			370		
160			380		
170	5		390		
180			400		
190	8	5	410		
200	9		420		
210	10	5	430		

1. 假设你在网页浏览器中点击了一个链接以获取一个网页。假设该 URL 的 IP 地址没有缓存在本地主机上，因此需要进行 DNS 查询来获得 IP 地址。假设在主机获取到 IP 地址之前，会访问  $n$  个 DNS 服务器，这些连续访问产生的往返时延分别为： $RTT_1, \dots, RTT_n$ 。进一步假设该网页包含一小段 HTML 文本和 3 个对象。设本地主机与存放对象的服务器之间的 RTT 为  $RTT_0$ ，且对象的传输时间为零。请计算从用户点击链接开始，到客户端接收到完整网页内容为止所经历的总时间：

(a) 使用 非持久性 HTTP 且不启用并行 TCP 连接时，总耗时是多少？

(b) 使用 非持久性 HTTP 且启用并行 TCP 连接时，总耗时是多少？

(c) 使用 启用管道化的持久性 HTTP 时，总耗时是多少？

$$(a): (1+3) * 2RTT_0 + RTT_1 + \dots + RTT_n = 8RTT_0 + RTT_1 + \dots + RTT_n$$

$$(b): 2RTT_0 + 2RTT_0 + RTT_1 + \dots + RTT_n = 4RTT_0 + RTT_1 + \dots + RTT_n$$

$$(c): 2RTT_0 + RTT_0 + RTT_1 + \dots + RTT_n = 3RTT_0 + RTT_1 + \dots + RTT_n$$

首先，获得 ip，必须要  $RTT_1 + \dots + RTT_n$  的延迟，获得 ip 后，无论哪种连接必须先建立 TCP 连接，消耗  $1RTT_0$ ；在 (a) 情况下，每次获取 1 个 object 都需要重新建立一个 TCP 连接，所以总共  $6RTT_0$ ；在 (b) 情况下，只需建立一个 TCP 连接，但每次请求 1 个 object 时都需要等上一个 object 接收完成，所以总共消耗  $4RTT_0$ ；在 (c) 情况下，发送 object 请求不需要等待上一个 object 接收结束，而是不停发送请求，又因为忽略接收时间，所以消耗  $2RTT_0$

2. 请考虑一条 10 米长的短链路，其发送速率为 150 bit/s，支持双向传输。假设：数据包大小为 100,000 位 (bits)；控制包（如 ACK 或握手包）大小为 200 位 (bits)；假设如果存在  $N$  个并行连接，那么每个连接将获得总带宽的  $1/N$ ；现在考虑 HTTP 协议：假设每个下载的对象为 100 Kbits；初始下载对象中包含对来自同一发送者的 10 个嵌套对象的引用

问题：

在这种情况下，是否使用非持久性 HTTP 的多个并行实例下载多个对象是合理的？（即每个对象开启一个 TCP 连接）

再考虑使用持久性 HTTP，是否相较于非持久性 HTTP 会有显著的性能提升？

请解释并论证你的答案。

假设传播延迟为  $d_{prop}$ ，则在非持续性 HTTP 连接的情况下，总延迟

$$\begin{aligned} D1 &= (200/150 + d_{prop}) * 3 + (100000/150 + d_{prop}) + (200/15 + d_{prop}) * 3 + (100000/15 + d_{prop}) \\ &= 7377.3 + 8d_{prop}(\text{secs}) \end{aligned}$$

在持续性 HTTP 连接的情况下，总延迟

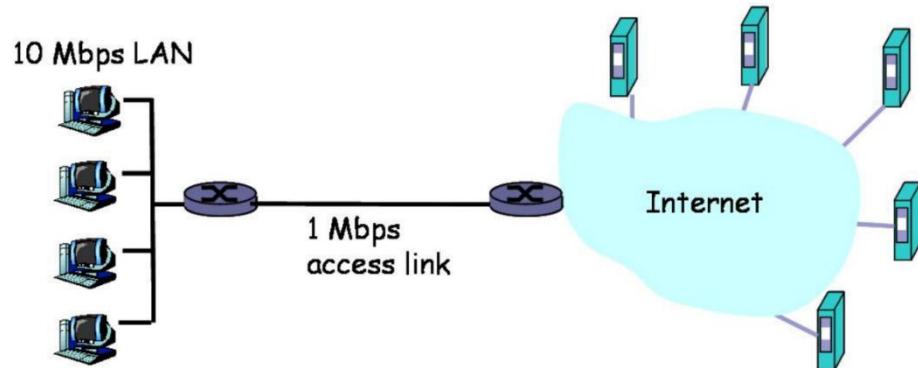
$$\begin{aligned} D2 &= (200/150 + d_{prop}) * 3 + (100000/150 + d_{prop}) + (200/150 + d_{prop} + 100000/150 + d_{prop}) * 10 \\ &= 7350.7 + 24d_{prop}(\text{secs}) \end{aligned}$$

$$d_{prop} = 10/(3 * 10^8) = 3.3 * 10^{-8} \text{ s}$$

两者的延迟差  $D = 26.6 - 4.8 * 10^{-8} \text{ s}$ ，相差时间不到 D1 的 1%，并没有明显的加快

3. 在如下的网络环境中,许多使用 Web 浏览器的用户通过 10 Mbps 的局域网(LAN)连接,但访问 Internet 需要经过 1 Mbps 的接入链路,因此他们遇到了较长的访问延迟问题。

请提出两种不同的解决方案以减少该延迟问题。



假设从机构内部到初始服务器的平均访问速率为 1 个/s, 每个请以对象的平均长度为 1Mb, 从因特网接入链路的一侧的路由器转发 HTTP 请求报文开始, 到它接收到响应报文, 平均延迟为 2s, 则局域网的流量强度为

$$1 * 1\text{Mb} / 10\text{Mbps} = 0.1, \text{ 延迟大约为 } 0.01\text{s}$$

接入链路上的流量强度为:

$$1 * 1\text{Mb} / 1\text{Mbps} = 1, \text{ 延迟无限增长}$$

建议 1: 增加接入链路的速率, 从 1Mbps 增加到 10Mbps, 则链路上的流量强度变为 0.1, 总延迟降低为 2.02s

建议 2: 在局域网内增加一个 Web 缓存器, 假设命中率为 0.4, 则总延迟为

$$0.4 * 0.01\text{s} + 0.6 * 2.01\text{s} = 1.21\text{s}$$

4. 假设你可以访问你所在系的本地 DNS 服务器的缓存记录。你能否提出一种方法, 大致判断哪些外部 Web 服务器在你们系的用户中最受欢迎? 请解释你的方法。

将所有的可能列出, 并挨个用浏览器访问, 并调用浏览器的调试功能, 查看从访问发出开始, 到响应的时间差, 时间差最短的可粗略的认为是最流行的。因为若是流行的 web 服务器, 其 IP 会保存在 local DNS servers 中, 用户查询时, 可以直接从 local DNS server 获得目的服务器的 IP, 不用再向根服务器发出请求, 进行递归查询目的服务器 IP, 大大的节约了时间

5. 假设你创办了一家初创公司 “starwar”，并希望建立公司网络。你的网络包含以下服务器：

- [1] DNS 服务器：“dns1.starwar.com.cn”，IP 地址为 “128.119.12.40”
- [2] Web 服务器：“www.starwar.com.cn”，有两个 IP 地址：“128.119.12.55” 和 “128.119.12.56”
- [3] 邮件服务器：“galaxy.starwar.com.cn”，IP 地址为 “128.119.12.60”
- [4] 公司邮箱格式为：[username@starwar.com.cn](mailto:username@starwar.com.cn)

- (1) 你需要向上级名称服务器提供哪些资源记录（RRs）？
- (2) 你需要在公司自己的 DNS 服务器中设置哪些资源记录（RRs）？
- (3) 假设使用的是迭代查询（iterated query），外部用户是如何获取你网站的 IP 地址的？

(1): (starwar.com.cn, dns1.starwar.com.cn, NS)

(dns1.starwar.com.cn, 128.119.12.40, A)

(2): ([www.starwar.com.cn](http://www.starwar.com.cn), 128.119.12.55, A)

([www.starwar.com.cn](http://www.starwar.com.cn), 128.119.12.56, A)

(starwar.com.cn, galaxy.starwar.com.cn, MX)

(galaxy.starwar.com.cn, 128.119.12.60, A)

(3): 用户首先访问本地 DNS 服务器，若没有缓存网页地址，则向根服务器发出请求，本地 DNS 服务器接收响应，再向 com.cn DNS 服务器发出请求，接收响应后本地 DNS 服务器再向 starwar.com.cn 权威 DNS 服务器发出一个 DNS 查询，请求对应于 [www.starwar.com.cn](http://www.starwar.com.cn) 的类型 A 记录，接收到响应后，将返回的 IP 地址发给用户，用户浏览器向对应 IP 的主机发起 TCP 连接，并在该连接上发出 HTTP 请求。