

应用层（综合）习题及参考答案-1

1、有三个彼此相互连接的互联网服务提供者 ISP1, ISP2 和 ISP3, 其网络前缀分别为 C1.0.0.0/8, C2.0.0.0/8 和 C3.0.0.0/8。ISP1 有两个用户, 其前缀分别如下:

U_{1A} 的前缀为: C1.A3.0.0/16,

U_{1B} 的前缀为: C1.B0.0.0/12,

ISP2 有两个用户, 其前缀分别如下:

U_{2A} 的前缀为: C2.0A.0.0/20,

U_{2B} 的前缀为: C2.0B.0.0/16,

1) 给出 ISP1, ISP2 和 ISP3 的转发列表。

2) 假定 ISP 之间的连接有些改变了, 即 ISP1 和 ISP3 不再互相连接了。试给出 ISP1 和 ISP3 的转发列表。

3) 假定 U_{1A} 增加一条连接到 ISP2 的链路, U_{2A} 增加一条连接到 ISP1 的链路。此时不再考虑 ISP3。试给出 ISP1 和 ISP2 的转发列表。

参考答案

1)

表 4-72(a) ISP ₁ 的转发表	
匹配前缀	下一跳
C2.0.0.0/8	ISP ₂
C3.0.0.0/8	ISP ₃
C1.A3.0.0/16	U _{1A}
C1.B0.0.0/12	U _{1B}

表 4-72(b) ISP ₂ 的转发表	
匹配前缀	下一跳
C1.0.0.0/8	ISP ₁
C3.0.0.0/8	ISP ₃
C2.0A.10.0/20	U _{2A}
C2.0B.0.0/16	U _{2B}

表 4-72(c) ISP ₃ 的转发表	
匹配前缀	下一跳
C1.0.0.0/8	ISP ₁
C2.0.0.0/8	ISP ₂

2) 针对 ISP1, 将 1) 中 (a) 第二行的下一跳改为 IPS2。针对 ISP3, 将 1) 中 (c) 第一行的下一跳改为 IPS2。

3)

表 4-72(d) ISP ₁ 的转发表	
匹配前缀	下一跳
C2.0.0.0/8	ISP ₂
C2.0A.10.0/20	U _{2A}
C1.A3.0.0/16	U _{1A}
C1.B0.0.0/12	U _{1B}

表 4-72(e) ISP ₂ 的转发表	
匹配前缀	下一跳
C1.0.0.0/8	ISP ₁
C1.A3.0.0/16	U _{1A}
C2.0A.10.0/20	U _{2A}
C2.0B.0.0/16	U _{2B}

2、主机 C 通过快速以太网连接 Internet，其 IP 地址为 192.168.1.104，服务器 S 的 IP 地址为 111.7.68.102。C 与 S 在基于 TCP 通信时，在 C 上捕获的其中 5 个 IP 分组如表 1 所示，(注：IP 头只有 20 字节，IP 和 TCP 首部字段格式如图 4、5 所示)

表 1. 捕获的 IP 分组内容

编号	IP分组的前40字节内容（十六进制）					
1	45 00 00 34 d1 38 00 50	18 21 40 00 c4 8c 2f dc	80 06 6d 25 00 00 00 00	c0 a8 01 68 80 02 20 00	6f 07 44 66 13 a1 00 00	
2	45 00 00 28 00 50 d1 38	06 32 40 00 8a d8 7c 4b	2e 06 d1 20 c4 8c 34 fa	6f 07 44 66 50 11 01 f5	c0 a8 01 68 66 2d 00 00	
3	45 00 00 28 d1 38 00 50	18 22 40 00 c4 8c 2f dd	80 06 6d 30 8a d8 7a 44	c0 a8 01 68 50 10 00 40	6f 07 44 66 6f 07 00 00	
4	45 00 00 30 00 50 d1 38	00 00 40 00 8a d8 7a 43	2e 06 d7 4a c4 8c 2f dd	6f 07 44 66 70 12 fa f0	c0 a8 01 68 48 db 00 00	
5	45 00 04 2a d1 38 00 50	18 24 40 00 c4 8c 30 f8	80 06 69 2c 8a d8 7a 44	c0 a8 01 68 50 18 00 40	6f 07 44 66 46 36 00 00	

- 1) 在表 1 中的 IP 分组中，哪几个是由 C 发送的？哪几个完成了 TCP 连接建立过程，请给出相应证据？哪几个在通过快速以太网传输时进行了填充？
- 2) 根据表 1 中的 IP 分组，请问 S 的端口号为多少？上层是什么应用协议？
- 3) 若表 1 中的第 2 个 IP 分组在刚发出时 time-to-live 字段为 0X40，则该 IP 分组达到 C 时经过了多少个路由器？请从该分组分析一下 TCP 连接处于什么阶段？（注：0X 表示 16 进制数值）



图 4. IP 报文段首部格式



图 5. TCP 报文段首部格式

参考答案

1) 1、3 和 5 号分组是由 C 发送的；

1、4、3 完成了 TCP 建立过程，分析如下：

分组 1 封装的 TCP 段的 SYN=1，ACK=0；

分组 4 封装的 TCP 段的 SYN=1，ACK=1；

分组 3 封装的 TCP 段的 ACK=1；

由于 2、3 号分组报文长度为 40 (28H) 字节，小于 46，需要填充。

由于 5 号分组报文长度为 42 (2aH) 字节，小于 46，需要填充。

2) S 的端口号为 0X00 50，即为 80，所以上层应为 HTTP 协议。

3) 2 号分组的当前 TTL=2eH=64，40H-2eH=12H=18，所以可以推断该 IP 分组到达 C 时经过了 18 个路由器。

从该分组的 TCP 标志字段可得：FIN=1，ACK=1，所以 TCP 处于释放连接的阶段。

3、假定在浏览器上点击一个 URL，但这个 URL 的 IP 地址以前并没有缓存在本地主机上。因此需要用 DNS 解析。假定要解析到所要找的 URL 的 IP 地址共经过 n 个 DNS 服务器，所经过的时间分别为 $RTT_1, RTT_2, \dots, RTT_n$ 。假定从要找的网页上只需要读取一张很小的图片（即忽略这张小图片的传输时间）。从本地主机到这个网页的往返时间是 RTT 。试问从点击这个 URL 开始，一直到本地主机的屏幕上出现所读取的小图片，一共要经过多少时间？

参考答案

解析 IP 地址需要的时间是： $RTT_1 + RTT_2 + \dots + RTT_n$ 。

建立 TCP 连接和请求万维网文档需要 $2RTT$ ，需要的总时间是： $2RTT + RTT_1 + RTT_2 + \dots + RTT_n$ 。

4、假设一个互联网由两个局域网通过路由器连接起来，每个局域网数据帧的 MTU 为 150 字节。传输层传给网络层的数据报大小为 400 字节，所以数据报在网络层需要分片，试问接收端链路层传给网络层的数据帧数量最少是多少？其大小分别是多少？

参考答案

答案：IP 分组头部大小是 20 字节，所以帧中有效数据为 $150 - 20 = 130$ 字节。考虑 IP 分片的计数单位是 8 个字节， $400 = 128 * 3 + 16$ ，所以接收端局域网的链路层传给网络层 4 个数据帧。

链路层传递给网络层的数据仅包含链路层数据部分，不包括帧的头尾部分。每个帧的大小分别为：148 ($128+20=148$)、148、148 和 36 ($16 + 20 = 36$)。

5、在 IP 地址为 17.80.15.48 主机 H 上正在执行一个基于 UDP 的应用程序，现获得一个跟该程序相关的 IP 数据报，其前 28 字节的信息如下（十六进制表示，字节下的横线仅为阅读方便）：45 00 05 DC 0C C0 20 00 30 11 06 7A CA 10 01 12 11 50 0F 30 00 50 EB 2D 0A 30 C0 27。

- 1) 请问该 IP 数据报是主机 H 发送的还是 H 接收到的？
 - 2) 该 IP 数据报包含的上层协议是什么？请问源端口号、目的端口号、用户数据报总长度分别是多少？该用户数据报是从客户端发送给服务器的吗？为什么？
 - 3) 如果该报文在支持最大帧长 610 字节（其中包括 14 字节的帧头）的链路上传输，并且 IP 分组头部无选项字段，发送时应划分为几个 IP 分片，请给出每个 IP 分片的总长、标识、DF、MF 和片偏移的值。
- （注：答案中十六进制的值请给出对应的十进制数值。）



图 3. IP 数据报首部



图 4. UDP 用户数据报首部

参考答案

(1) 由目的 IP 地址 11 50 0F 30 对应 24.80.15.48 可知，该 IP 数据报是主机 H 接收到的。

(2) 在 UDP 报文部分，

第 1、2 字节为源端口号，即 0X00 50，十进制为 80。

第 5、6 字节为 UDP 总长度，即 0X0A 30，十进制为 2608；

不是。由于源端口号为 $80 < 1023$ ，所以该 UDP 用户数据报是服务器发送给客户的。

UDP 用户数据报总长度为 2608 B。假设 IP 分组无选项部分，首部长度为 20B。为此，应当划分为 5 个 IP 分片传输。

各个 IP 分片的总长、标识、DF、MF 和片偏移的值如下表所示：

分片序号	1	2	3	4	5
IP 分片总长	596	596	596	596	324
标识	3264	3264	3264	3264	3264
DF	0	0	0	0	0
MF	1	1	1	1	0
片偏移	0	72	144	216	288

6、应用层为用户不同应用提供接口和应用服务，问题如下：

1) 假定你在浏览器上点击一个 URL，但这个 URL 的 IP 地址以前并没有缓存在本地主机上。因此需要用 DNS 自动查找和解析。假定要解析到所要找的 URL 的 IP 地址共经过 n 个 DNS 服务器，所经过的时间分别为 $RTT_1, RTT_2, \dots, RTT_n$ 。假定从要找的网页上只需要读取一个很小的图片（即忽略这个小图片的传输时间）。从本地主机到这个网页的往返时间是 RTT_w 。试问从点击这个 URL 开始，一直到本地主机的屏幕上出现所读取的小图片，一共要经过多少时间？

2) 当使用鼠标点击一个万维网文档时，若该文档除了有文本外，还有一个本地 gif 图像和两个远地 gif 图像。请问用户访问过程中需要建立几次 TCP 连接？

参考答案

IP 地址需要时间是： $RTT_1 + RTT_2 + \dots + RTT_n$ （迭代法）

建立 TCP 连接和请求万维网文档需要 $2RTT$ 。

需要的总时间是： $2RTT_w + RTT_1 + RTT_2 + \dots + RTT_n$ 。

问题 2:

若使用 HTTP/1.0, 需要建立 TCP 连接 4 次 (文本 1 个和图像 3 个, 各使用一个 TCP 连接)。若使用 HTTP/1.1, 需要建立 TCP 连接 1 次 (文本 1 个和图像 3 个, 都使用这一个 TCP 连接)。

7、学生李明欲访问学校主页 www.nwpu.edu.cn, 当其在浏览器中输入学校主页网址并按回车, 直到学校主页显示在其浏览器中, 请问:

1) 在此过程中, 按照 TCP/IP 参考模型, 从应用层 (包括应用层) 到网络链路层层 (包括链路层) 都用到了哪些协议, 每个协议所起的作用是什么?

2) 简要描述域名 www.nwpu.edu.cn 的解析过程。

参考答案

: 1) 各层用到的主要协议如下表。

应用层	HTTP: WWW访问协议。 DNS: 域名解析。
传输层	TCP: 在客户和服务端之间建立连接, 提供可靠的数据传输。
网络层	IP: 进行路由选择。 ICMP: 提供网络传输中的差错检测。 ARP: 将目的IP地址映射成物理MAC地址。
网络接口层	LLC 和MAC: 提供数据链路层的功能, 实现可靠的数据链路。

2) 域名解析递归过程如下, 采用迭代过程也可。

主机机先在 hosts 静态文件、DNS 解析器缓存中查找对应的 IP 地址。

① 解析器向本地名字服务器发出请求, 查询 www.nwpu.edu.cn 的地址;

② 本地名字服务器向根 cn 名字服务器 DNS.cn 发出查询 www.nwpu.edu.cn 地址的请求;

③ DNS.cn 向 edu 名字服务器 DNS.edu.cn 发出查询 www.nwpu.edu.cn 地址的请求;

④ DNS. edu. cn 向 nwpu. edu. cn 名字服务器 DNS. nwpu. edu. cn 发出查询
www. nwpu. edu. cn 地址的请求；

⑤ DNS. nwpu. edu. cn 域名服务器将 www. nwpu. edu. cn 对应的 ip 地址信息发
送应答，沿相反路径，达到本地域名服务器；

⑥ 本地名字服务器将该地址返回给解析器。

8、某本地主机访问一台服务器上的网页中链接了五个非常小的对象，从该主机到这个网页的往返时间是 RTT。若忽略这些对象的发送时间，且不考虑地址解析过程，试计算客户点击读取这些对象所需的时间和建立的 TCP 连接个数。

(1)没有并行 TCP 连接的非持续 HTTP；

(2)非流水线方式的持续HTTP。

参考答案

(1) 所需时间= 2RTT (建立 TCP 和读取 HTML 文件) + 5 × (2RTT) (依次读取 5 个对象)=12RTT， 需
要建立 6 个 TCP 连接。

(2)所需时间= 2RTT(建立 TCP 和读取 HTML 文件) + RTT(连续读取五个对象)=3RTT，
需要建立 1 个 TCP 连接。

9、主机H通过快速以太网连接Internet， IP地址为 192.168.0.8; 服务器S的IP地址
为 211.68.71.80。H与S使用TCP通信时，在H上捕获的其中 3 个IP分组（IP报头仅
20 个字节）如下图 2 所示。

编号	IP分组的前40字节内容（十六进制）					
1	45 00 00 30 0b d9 13 88	01 9b 40 00 84 6b 41 c5	80 06 1d c8 00 00 00 00	c0 a8 00 08 70 02 43 80	d3 44 47 50 5d b0 00 00	
2	43 00 00 30 13 88 0b d9	00 00 40 00 e0 59 9f ef	31 06 6e 83 84 6b 41 c6	d3 44 47 50 70 12 16 d0	c0 a8 00 08 37 e1 00 00	
3	45 00 00 28 0b d9 13 88	01 9c 40 00 84 6b 41 c6	80 06 1d ef e0 59 9f f0	c0 a8 00 08 50 f0 43 80	d3 44 47 50 2b 32 00 00	

图 2. IP 分组头信息

比特	0	8	16	24	31
版本	头部长度	服务类型	总长度		
标识			标志	片偏移	
生存时间(TTL)		协议		头部校验和	
源IP地址					
目的IP地址					

图 3. IP 数据报首部

(1) 根据上图中的IP分组，H发出的分组编号是（ ）。

A. 1 和 2 B. 2 和 3 C. 1 和 3 D. 都不是

(2) 主机H在访问服务器S过程中，主机多次使用域名解析系统，得到的服务器IP地址一定相同吗？为什么？

(3) 如果主机H在本地浏览器地址栏输入：www.sina.com.cn并按回车，直到新浪网站首页显示在H浏览器中；如果此过程域名解析系统采用迭代方法，请分析域名解析系统解析www.sina.com.cn域名对应的IP地址的通信流程。

参考答案：

(1) C；

(2) 不一定；为了实现服务器负载均衡，一个域名有可能对应多个别名，每个别名对应的IP地址可能不同。

(3) 浏览器所在的计算机先向本地DNS服务器发送请求；

本地DNS服务器向根DNS服务器发送DNS请求，获得DNS.CN服务器IP地址；

本地DNS服务器向DNS.CN服务器发送DNS请求，获得DNS.COM.CN服务器IP地址；本地DNS服务器向DNS.COM.CN服务器发送DNS请求，获得DNS.SINA.COM.CN服务器IP地址；

本地DNS服务器向DNS.SINA.COM.CN权威域名服务器发送DNS请求，获得WWW.SINA.COM.CN对应IP地址，并转发给用户计算机。

10、一个数据报通信子网允许各结点在必要时将收到的分组丢弃，丢弃概率为P。假设有一个主机通过两个中间网络结点与另一个主机以数据报方式通信，因此，两个主机之间需要经过3段链路。当传输数据报时，只要任何一个结点丢弃分组，则源主机最终将重传该分组。请问：

(1) 每个分组在一次传输过程中平均经过几段链路？

(2) 每个分组平均需要传送几次？

(3) 目的主机每收到一个分组，连同该分组在传输时被丢弃的情况，平均需要几段链路？

参考答案

(1) 从源主机发送每个分组可能有1段、2段或者3段链路可能。

走1段链路说明通过第一个交换结点被丢弃，概率为P；

走2段链路说明通过第二个交换结点被丢弃，概率为(1-P)P；

走3段链路说明两个交换结点均没有被丢弃，概率为(1-P)(1-P)；

则一个分组平均通路长度的期望值是3个概率的加权和

$$L=1*P+2*(1-P)P+3*(1-P)(1-P) = P^2-3P+3$$

(2) 一次传输成功概率为 $(1-p)^2$ ，另 $\alpha=(1-p)^2$ ，则

两次传输成功概率= $\alpha(1-\alpha)$

三次传输成功概率= $\alpha(1-\alpha)^2$

。。。。

因此，每个分组平均传输次数为

$$T = \sum_{n=1}^{\infty} n a (1-a)^{n-1} = 1/a = 1/(1-p)^2$$

(3) 每个被成功接收到的分组平均经过的链路数 H 为

$$H = L * T = (P^2 - 3P + 3) / (1 - P)^2$$