实验四、应用层协议分析实验报告

组号： 7-1		
姓名：白佳兴	学号：2204311549	班级：计算机2105
姓名：廖立彬	学号：2213611635	班级：计算机2105

一、 实验目的

分析应用层协议（如FTP，HTTP）的工作过程，理解应用层与传输层及下层协议的关系。

二、 实验内容

（1）每组同学利用现有实验室网络及云服务器搭建内网、外网环境；

（2）用Wireshark截获HTTP报文，分析报文结构及浏览器和服务器的交互过程；分析HTTP协议的缓存机制。分析应用层协议跟TCP/DNS等协议的交互关系。

（3）用Wireshark截获FTP的报文，分析FTP协议的连接；分析被动模式，普通模式的区别；分析NAT对FTP的影响。使用netcat工具模拟FTP的客户端。

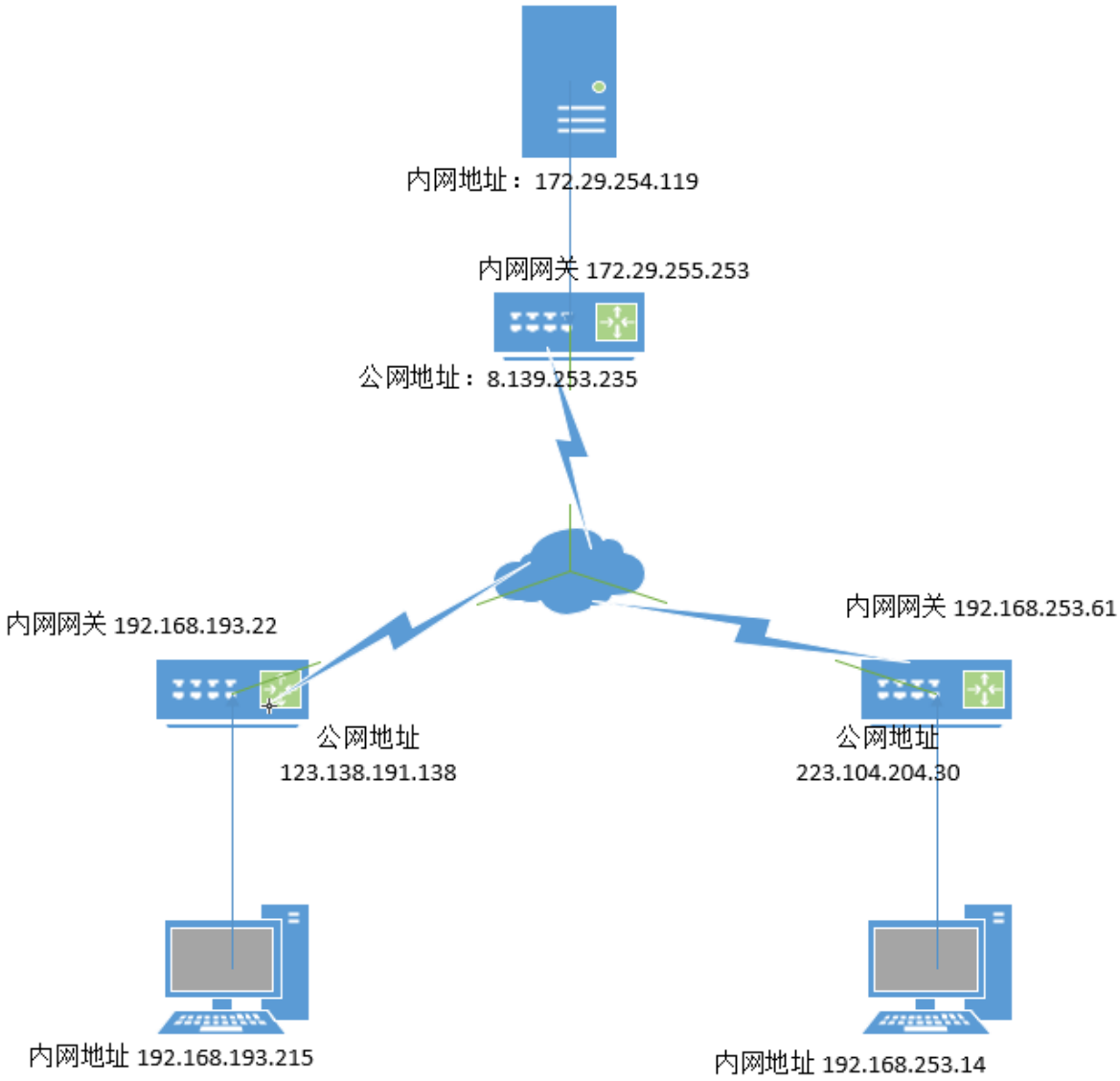
注：HTTP和FTP两个协议二选一。

三、 实验环境与分组

每2名同学一组，以现有校园网络环境及云服务器搭建内网、外网网络。

四、 实验组网

以各组现有网络实际情况为准，标注内网、公网地址。



五、 实验过程及结果分析

【过程记录应当详尽，截图并加以说明。以下过程和表格仅供参考。】

1 、HTTP协议分析

（一）清空缓存后的ARP，DNS和HTTP协议分析

步骤1：在计算机终端上运行Wireshark截获所有的报文。

步骤2：清空ARP，DNS和HTTP浏览器的缓存：

浏览器缓存的清除以Chrome浏览器为例，地址栏中输入chrome://settings/，找到高级选项中的“隐私设置和安全性”，清除浏览数据。

执行“ipconfig /flushdns”清除本地DNS缓存。

执行“arp –d”命令清空arp缓存。

注：如果arp命令无法运行，可使用以下命令代替：

netsh interface IP show neighbors

netsh interface IP delete arpcache

答： 清除缓存

步骤3：在浏览器中访问3个网址，比如www.xjtu.edu.cn, www.github.com, www.unb.br；

步骤4：执行完之后，Wireshark停止报文截获，分析截获的报文。

观察几个协议的配合使用，注意访问的延迟情况。特别分析HTTP的请求和应答。注意一个网址的访问中：

1. 有几次DNS解析；

答：

访问`www.xjtu.edu.cn`时，只需要一次DNS解析就可以得到相应IP

```
13 1.820843    10.172.147.69    221.11.1.67      DNS    75 Standard query 0x91e2 A www.xjtu.edu.cn
15 1.826778    221.11.1.67      10.172.147.69    DNS    91 Standard query response 0x91e2 A www.xjtu.edu.cn A 202.117.1.13
```

访问`www.github.com`时，需要两次DNS解析来获取相应IP

```
1734 10.274402   10.172.147.69    221.11.1.67      DNS    74 Standard query 0xca9d A www.github.com
1736 10.281372   221.11.1.67      10.172.147.69    DNS   104 Standard query response 0xca9d A www.github.com CNAME github.com A 20.205.243.166
1784 10.679463   10.172.147.69    221.11.1.67      DNS    70 Standard query 0x488f A github.com
1785 10.700521   221.11.1.67      10.172.147.69    DNS    86 Standard query response 0x488f A github.com A 20.205.243.166
```

访问`www.unb.br`时，需要一次DNS解析来获取相应IP

```
3061 18.059395   10.172.147.69    221.11.1.67      DNS    66 Standard query 0x8e8e A unb.br
3062 18.064564   221.11.1.67      10.172.147.69    DNS    82 Standard query response 0x8e8e A unb.br A 164.41.102.70
```

---

2. 用了几个连接（建立连接时，本地的端口不同，HTTP服务常用端口是80，HTTPS服务常用端口是443）；

答：

通过查询SYN报文的数量，即可以确定连接的个数，这里使用`tcp.flags.syn == 1 and tcp.flags.ack == 0`来过滤SYN报文

202.117.1.13为`www.xjtu.edu.cn`的IP地址，可以看到用了7个TCP连接

ip.addr == 202.117.1.13 and tcp.flags.syn == 1 and tcp.flags.ack == 0

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Lengtl	Info
17	1.833154	10.172.147.69	202.117.1.13	TCP	66	58315 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
18	1.833533	10.172.147.69	202.117.1.13	TCP	66	58316 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
21	1.837078	10.172.147.69	202.117.1.13	TCP	66	58317 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
118	8.870867	10.172.147.69	202.117.1.13	TCP	66	58334 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
119	8.871241	10.172.147.69	202.117.1.13	TCP	66	58335 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
134	8.879886	10.172.147.69	202.117.1.13	TCP	66	58336 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
135	8.880080	10.172.147.69	202.117.1.13	TCP	66	58337 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM

20.205.243.166为`www.github.com`的IP地址，用了3个TCP连接

ip.addr == 20.205.243.166 and tcp.flags.syn == 1 and tcp.flags.ack == 0

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Lengtl	Info
1737	10.283986	10.172.147.69	20.205.243.166	TCP	66	58344 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
1738	10.290640	10.172.147.69	20.205.243.166	TCP	66	58345 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
1739	10.291047	10.172.147.69	20.205.243.166	TCP	66	58346 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM

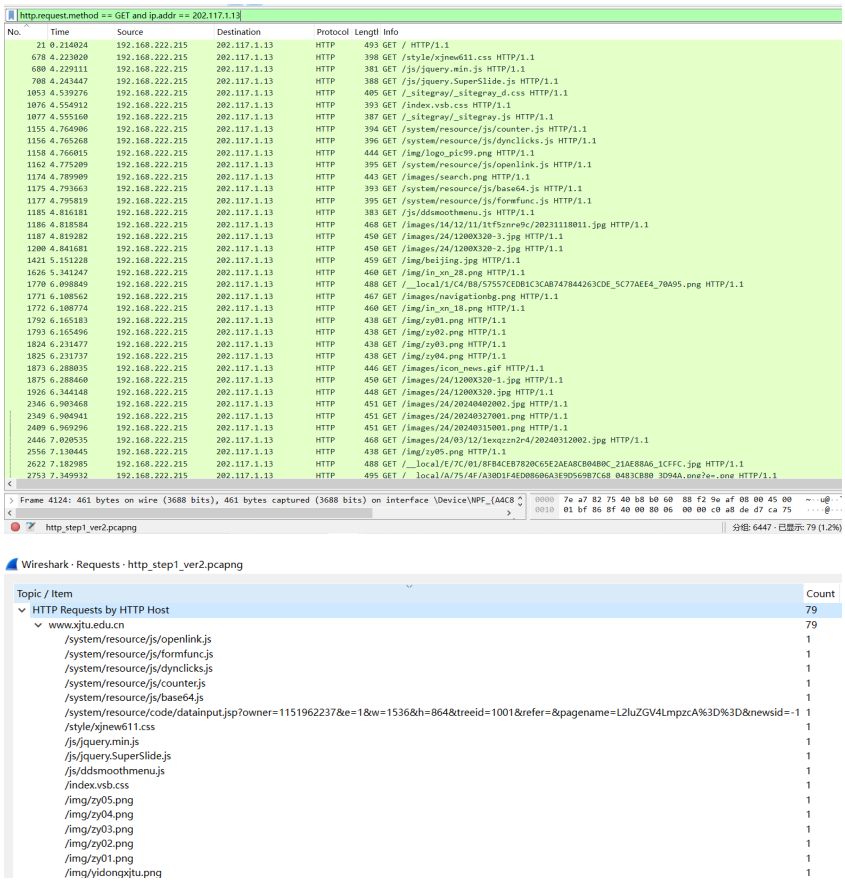
164.41.102.70为`www.ubn.br`的IP地址，用了16个TCP连接

ip.addr == 164.41.102.70 and tcp.flags.syn == 1 and tcp.flags.ack == 0

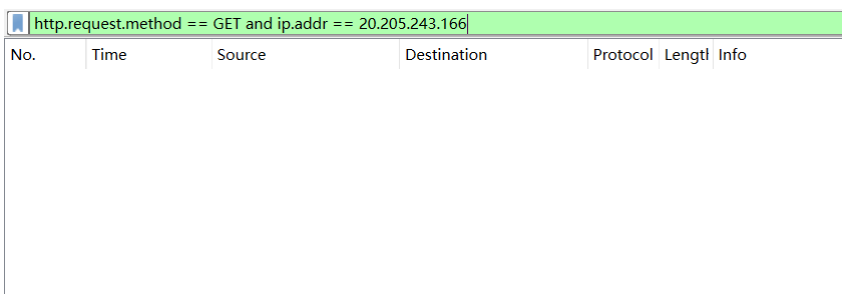
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Lengtl	Info
2858	14.593588	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58373 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
2859	14.593878	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58374 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
2860	14.593994	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58375 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
2912	14.851534	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58378 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3063	18.065682	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58382 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3068	18.331161	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58383 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3112	20.437325	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58385 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3113	20.437538	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58386 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3115	20.439393	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58387 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3116	20.440004	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58388 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3731	42.620777	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58441 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3732	42.620898	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58442 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3733	42.620984	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58443 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3734	42.621077	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58444 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3735	42.621179	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58445 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3736	42.633934	10.172.147.69	164.41.102.70	TCP	66	58446 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM

3. 取了几个对象（GET的对象，如：HTML，CSS，JS，图片等）；

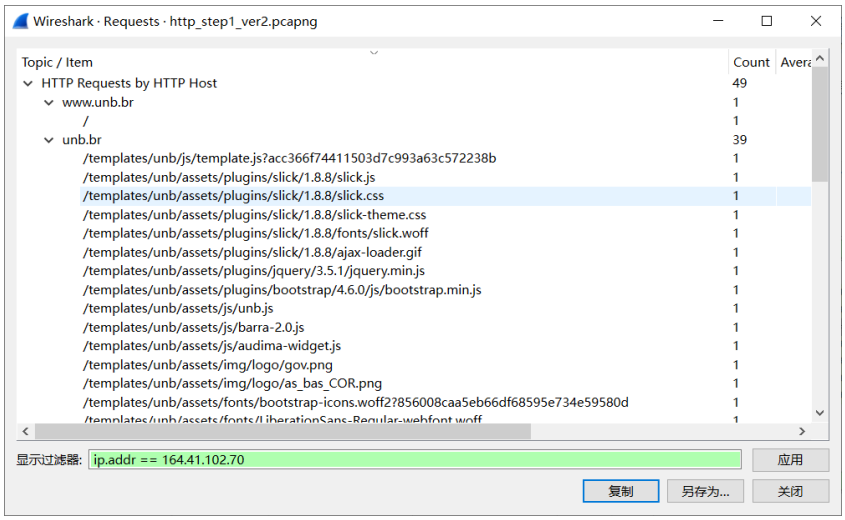
- `www.xjtu.edu.cn`：访问`www.xjtu.edu.cn`时一共有79个GET请求，即取了79个对象



- `www.github.com`：使用条件`http.request.method == GET and ip.addr == 20.205.243.166`过滤时，并未发现有向`www.github.com`发送的GET请求



- `www.unb.br`：共有49个GET请求

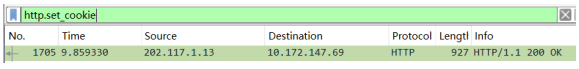


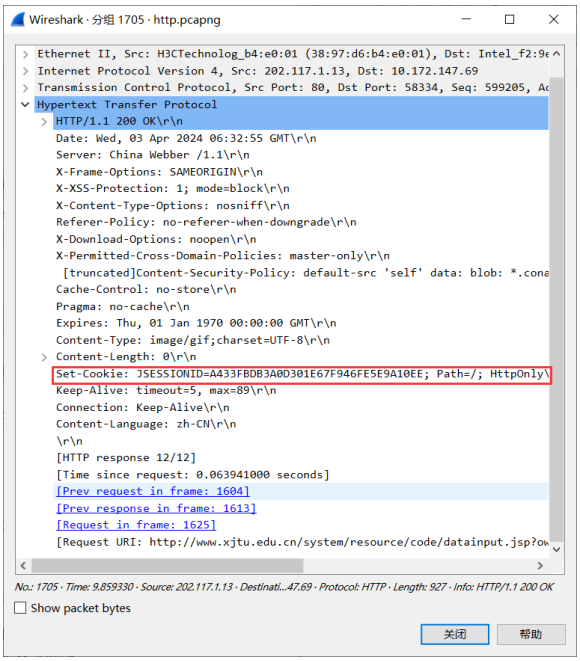
---

4. 有没有Cookie及其工作过程（Set-Cookie、Cookie、304 Not Modified相关数据包）等；

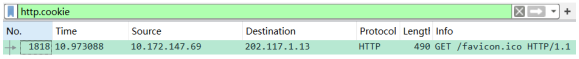
答：

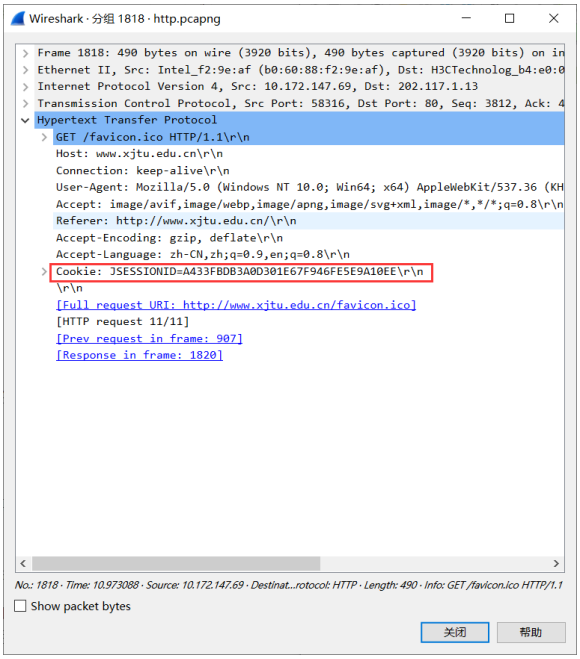
Set-Cookie





Cookie



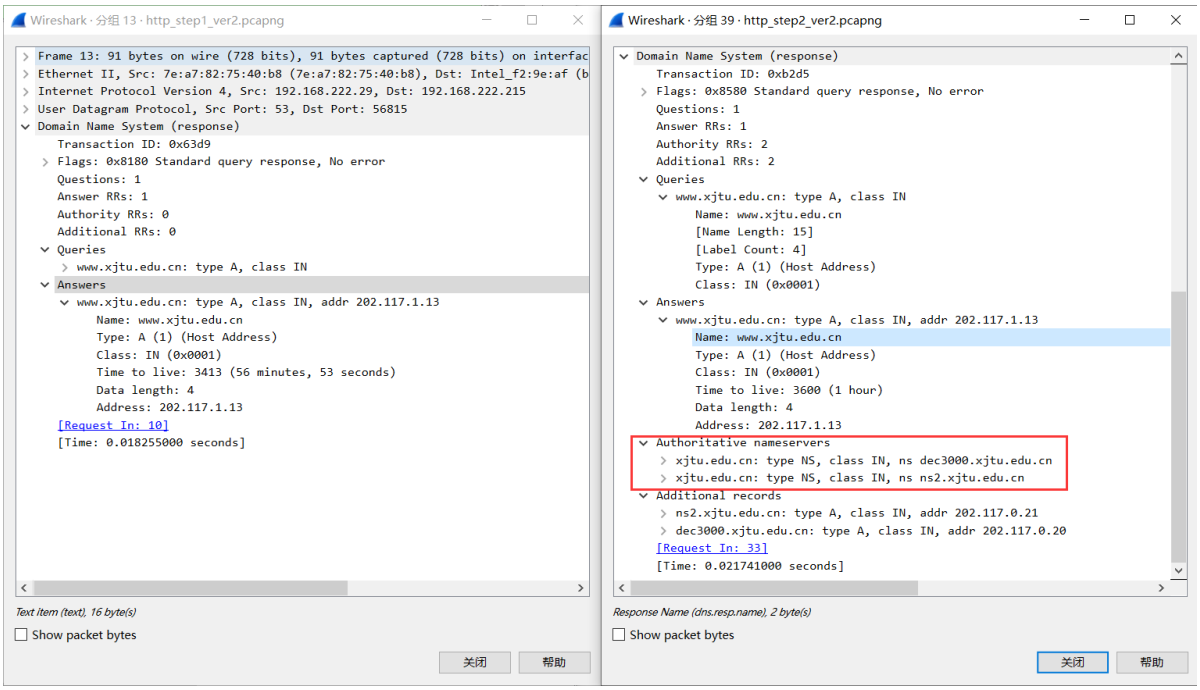


HTTPS的加密内容不好分析，可观察TLS加密传输的建立过程，传输端口等。

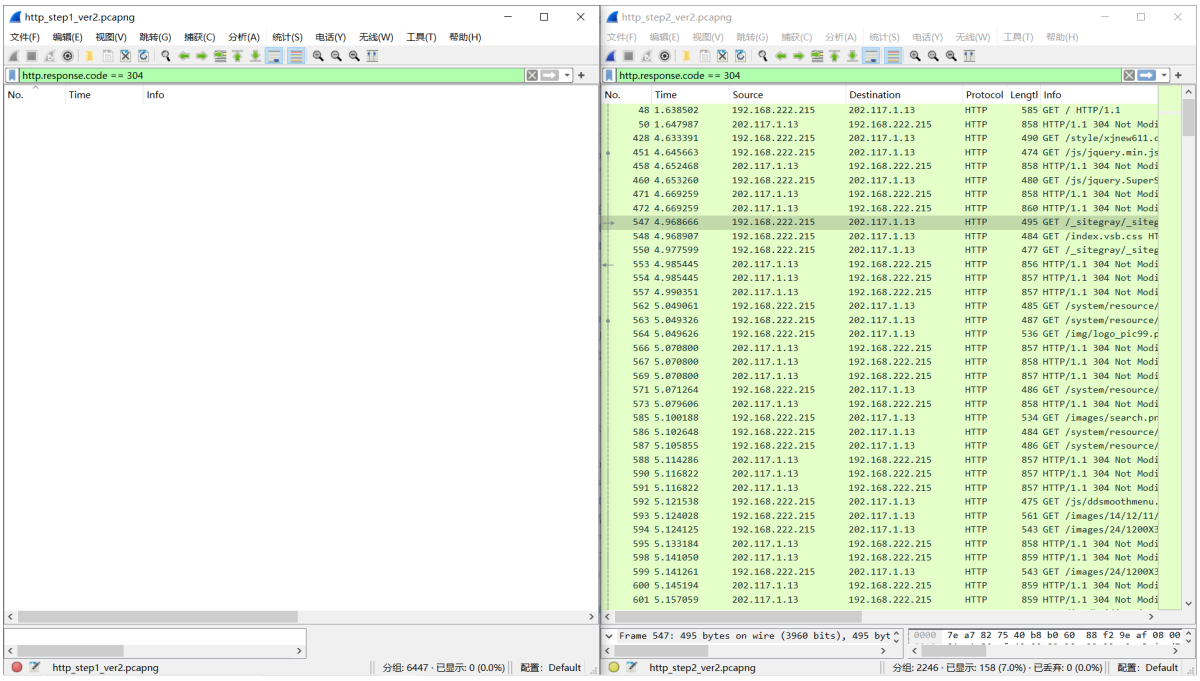
（二）带缓存的ARP，DNS和HTTP协议分析

照着1.7.1中的步骤1-4再次执行一遍，但不执行步骤2。观察缓存的使用和带来的好处。

- 在DNS解析的过程中，缓存记录了相应权威域名服务器的地址，对相同域名进行解析时无需多次迭代查询，直接向权威域名服务器查询即可



- 通过http GET请求获取资源时，缓存避免了对已有对象的重复获取，节省了计算机资源



（三）使用ncat工具访问HTTP服务

参考1.7.1中的步骤1-4和分析结果，在命令窗口执行ncat -C xxx.xxx.xxx.xxx 80，ncat连接上HTTP服务器后，根据协议输入合适的请求。其中xxx.xxx.xxx.xxx 为服务器地址。

答：

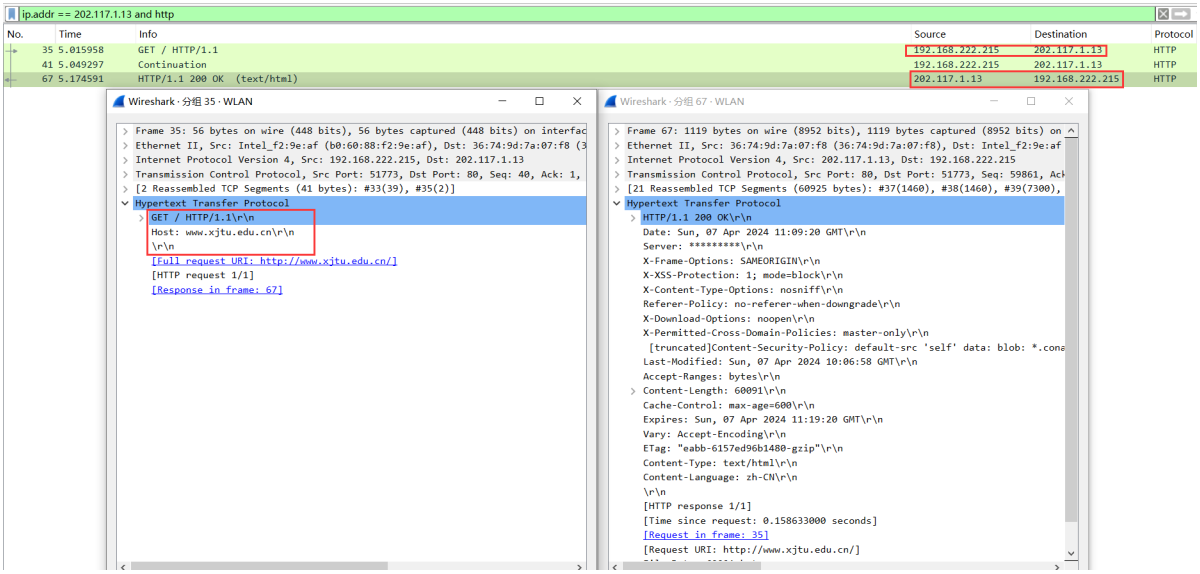
命令输入

```
PS G:\nmap> .\ncat.exe -C 202.117.1.13 80
GET / HTTP/1.1
Host: www.xjtu.edu.cn


HTTP/1.1 200 OK
Date: Sun, 07 Apr 2024 11:09:20 GMT
Server: *********
X-Frame-Options: SAMEORIGIN
X-XSS-Protection: 1; mode=block
X-Content-Type-Options: nosniff
Referer-Policy: no-referer-when-downgrade
X-Download-Options: noopen
X-Permitted-Cross-Domain-Policies: master-only
Content-Security-Policy: default-src 'self' data: blob: *.conac.cn  *.xjtu.edu.cn *.gov.cn *.
jiathis.com *.baidu.com *.bshare.cn *.eol.cn *.qq.com *.kaipuyun.cn *.bdimg.com *.wx.qq.com *
.people.com.cn *.weibo.com *.ml905.cn 'unsafe-inline' 'unsafe-eval'; frame-ancestors 'self';
Last-Modified: Sun, 07 Apr 2024 10:06:58 GMT
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 60091
Cache-Control: max-age=600
Expires: Sun, 07 Apr 2024 11:19:20 GMT
Vary: Accept-Encoding
ETag: "eabb-6157ed96b1480-gzip"
Content-Type: text/html
Content-Language: zh-CN

锘?!DOCTYPE HTML>
<HTML><HEAD><TITLE>瑗垮凡浜ら€氱ぇ瀛?/TITLE>
```

抓包结果，可以看到发出了一个内容为`Get / HTTP/1.1\r\nHost: www.xjtu.edu.cn\r\n`的GET请求包，相应的也收到了对应的响应包



2、FTP协议分析

（一）FTP协议的分析

步骤1：在远程的云服务器上开启ftp服务，并在云服务器控制台把21端口开放。在云服务器上运行报文截获工具（如Linux的tcpdump，Windows的Wireshark）截获FTP报文。

步骤2：在计算机终端上运行Wireshark截获报文，使用IE浏览器来访问该FTP服务器。比如在地址栏输入 ftp://xxx.xxx.xxx.xxx/ 其中xxx.xxx.xxx.xxx 是该云服务器的IP地址。

步骤3：进入FTP服务器中的某个目录中，下载一个文件。结束后，停止报文截获。

分析该FTP的过程。注意对照服务器和客户端的一起分析，注意NAT的影响。观察是否使用了被动模式，如果是主动模式并且工具允许，使用被动模式再做一次下载，并分析。

如果FTP不能正常工作，请仔细抓包并分析原因。NAT穿越问题可能是原因之一。

（二）使用ncat工具来访问FTP服务

步骤1：提前把用到的FTP命令准备好（写在notepad++中）。

步骤2：在云服务器上运行报文截获工具准备截获FTP报文。在命令窗口执行ncat –C xxx.xxx.xxx.xxx 21，ncat连接上FTP服务器后，根据协议输入合适的命令**（注意：控制连接和数据连接需要在两个命令窗口分别建立）**。其中xxx.xxx.xxx.xxx 为云服务器地址。

步骤3：解析完毕后停止报文截获。把过程整理记录到报告中。

在ncat模拟FTP客户端的过程中，请查看服务器的文件列表，并下载一个不大的文本文件。过程中，必要时用netstat命令观察双方的（新开）端口监听情况。

六、 互动讨论主题

1、HTTP协议的缓存，DNS的缓存；缓存对网络访问速度的影响。

http缓存机制：

`ETag` 字段，资源标识符，当资源内容不变时其 `Etag` 值也不会变，与 `If-None-Match` 字段配合使用

`If-None-Match` 字段，与响应头部中的 `ETag` 字段配合使用；当资源过期时，将该字段的值设置为 ETag 的值，服务器收到请求后将该值与服务器中所有资源的 `ETag` 值进行对比，如果资源没变化状态码返回304(Not Modified)，如果有变化状态码返回200、并返回变化后的资源

`Last-Modified` 字段，包含文件上一次修改时间，与 `If-Modified-Since` 配合使用

`If-Modified-Since` 字段，与响应头部中的 Last-Modified 字段配合使用；当资源过期时，将该字段的值设置为 Last-Modified 的值，服务器收到请求后对比资源的最近修改时间，如果最近修改时间大于 Last-Modified 的值则状态码返回200、并返回最新资源，否则状态码返回304

DNS缓存机制：

将DNS解析记录保存在本地客户机和服务器上，并设置TTL(生存时间 time to live)，在该记录过期之前，对相同域名的重复解析可以直接使用本地缓存内容

影响：

缓存机制的存在大大提高了网络访问速度

2、NAT对FTP传输的影响，比较HTTP与FTP的特点；

七、 进阶自设计

1、用nmap的ncat来模拟https客户端，访问1-2个网站。

2、在云服务器上搭建Apache2（或其他WEB服务器），并测试修改HTML或图片文件，看客户端能否及时访问到更新的内容。注意抓包分析。