实验一 基本网络工具集使用和协议数据单元（PDU）观测

邱梓豪

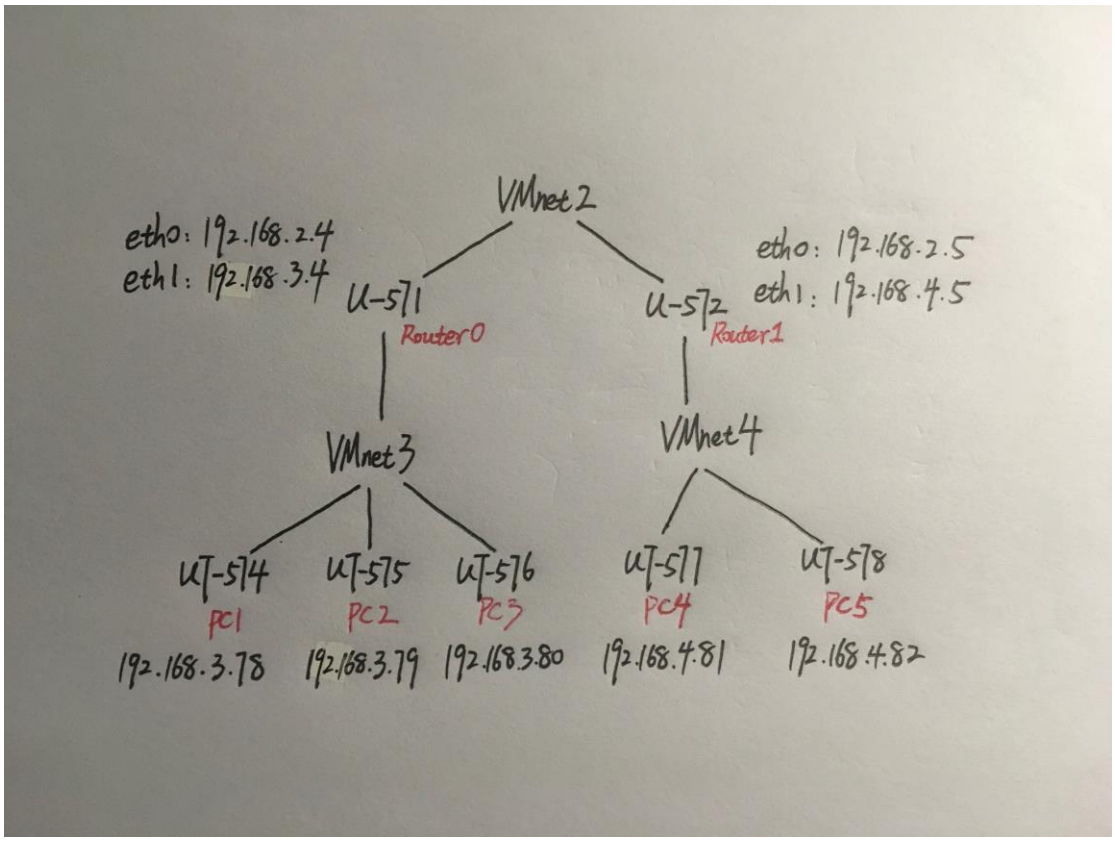
141130077

一、实验目的

本实验的主要目的是让学生了解在一个常见的 linux 系统中，熟悉系统最基本的网络工具集合（如 ifconfig，route，wireshark 等）的使用，并能够熟练观察和初步分析协议 PDU 的内容，为进一步的实验打下基础。

二、网络拓扑配置

网络拓扑结构：



相关结点的 ip 及 netmask 设置：

节点名	虚拟设备名	Ip	Netmask
Router0	U-571	Eth0: 192.168.2.4	255.255.255.0

		Eth1: 192.168.3.4	255.255.255.0
Router1	U-572	Eth0: 192.168.2.5	255.255.255.0
		Eth1: 192.168.4.5	255.255.255.0
PC1	UT-574	192.168.3.78	255.255.255.0
PC2	UT-575	192.168.3.79	255.255.255.0
PC3	UT-576	192.168.3.80	255.255.255.0
PC4	UT-577	192.168.4.81	255.255.255.0
PC5	UT-578	192.168.4.82	255.255.255.0

注意在虚拟机配置中确认每个 router 和 pc 的网络适配器!!

三、路由规则设置

Ip 设置命令：

Router0 U-571：sudo ifconfig eth0 192.168.2.4 netmask 255.255.255.0
sudo ifconfig eth1 192.168.3.4 netmask 255.255.255.0
Router1 U-572：sudo ifconfig eth0 192.168.2.5 netmask 255.255.255.0
sudo ifconfig eth1 192.168.4.5 netmask 255.255.255.0
PC1 UT-574: sudo ifconfig eth0 192.168.3.78 netmask 255.255.255.0
PC2 UT-575: sudo ifconfig eth0 192.168.3.79 netmask 255.255.255.0
PC3 UT-576: sudo ifconfig eth0 192.168.3.80 netmask 255.255.255.0
PC4 UT-577: sudo ifconfig eth0 192.168.4.81 netmask 255.255.255.0
PC5 UT-578: sudo ifconfig eth0 192.168.4.82 netmask 255.255.255.0

网关设置命令：

Router0 U-571：sudo route add default gw 192.168.2.5
Router1 U-572：sudo route add default gw 192.168.2.4
PC1 UT-574: sudo route add default gw 192.168.3.4
PC2 UT-575: sudo route add default gw 192.168.3.4
PC3 UT-576: sudo route add default gw 192.168.3.4
PC4 UT-577: sudo route add default gw 192.168.4.5
PC5 UT-578: sudo route add default gw 192.168.4.5

添加路由规则命令：

Router0 U-571：sudo ip route add 192.168.3.0/24 via 192.168.3.4
sudo ip route add 192.168.2.0/24 via 192.168.2.5
Router1 U-572：sudo ip route add 192.168.4.0/24 via 192.168.4.5
sudo ip route add 192.168.2.0/24 via 192.168.2.4

允许转发命令（在 router1 和 router2 中设置）

echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward

四、数据包截图

31	37.960946	192.168.3.78	192.168.3.79	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x038d, seq=7/1792, ttl=64
32	37.961313	192.168.3.79	192.168.3.78	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x038d, seq=7/1792, ttl=64
33	38.974846	192.168.3.78	192.168.3.79	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x038d, seq=8/2048, ttl=64
34	38.975181	192.168.3.79	192.168.3.78	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x038d, seq=8/2048, ttl=64
35	39.988907	192.168.3.78	192.168.3.79	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x038d, seq=9/2304, ttl=64
36	39.989242	192.168.3.79	192.168.3.78	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x038d, seq=9/2304, ttl=64
37	41.002629	192.168.3.78	192.168.3.79	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x038d, seq=10/2560, ttl=64
38	41.002881	192.168.3.79	192.168.3.78	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x038d, seq=10/2560, ttl=64
39	42.004324	192.168.3.78	192.168.3.79	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x038d, seq=11/2816, ttl=64
40	42.004680	192.168.3.79	192.168.3.78	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x038d, seq=11/2816, ttl=64

PC1 ping PC2

164	285.668448	192.168.4.81	192.168.3.78	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x038f, seq=8/2048, ttl=62
165	286.667846	192.168.3.78	192.168.4.81	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x038f, seq=9/2304, ttl=64
166	286.669161	192.168.4.81	192.168.3.78	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x038f, seq=9/2304, ttl=62
167	287.669822	192.168.3.78	192.168.4.81	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x038f, seq=10/2560, ttl=64
168	287.671228	192.168.4.81	192.168.3.78	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x038f, seq=10/2560, ttl=62
169	288.672190	192.168.3.78	192.168.4.81	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x038f, seq=11/2816, ttl=64

PC1 ping PC4

43	23.398601	192.168.4.81	192.168.4.82	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x038b, seq=11/2816, ttl=64
44	23.398909	192.168.4.82	192.168.4.81	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x038b, seq=11/2816, ttl=64
45	24.412627	192.168.4.81	192.168.4.82	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x038b, seq=12/3072, ttl=64
46	24.413873	192.168.4.82	192.168.4.81	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x038b, seq=12/3072, ttl=64
47	25.426033	192.168.4.81	192.168.4.82	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x038b, seq=13/3328, ttl=64
48	25.426106	192.168.4.82	192.168.4.81	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x038b, seq=13/3328, ttl=64
49	26.440617	192.168.4.81	192.168.4.82	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x038b, seq=14/3584, ttl=64

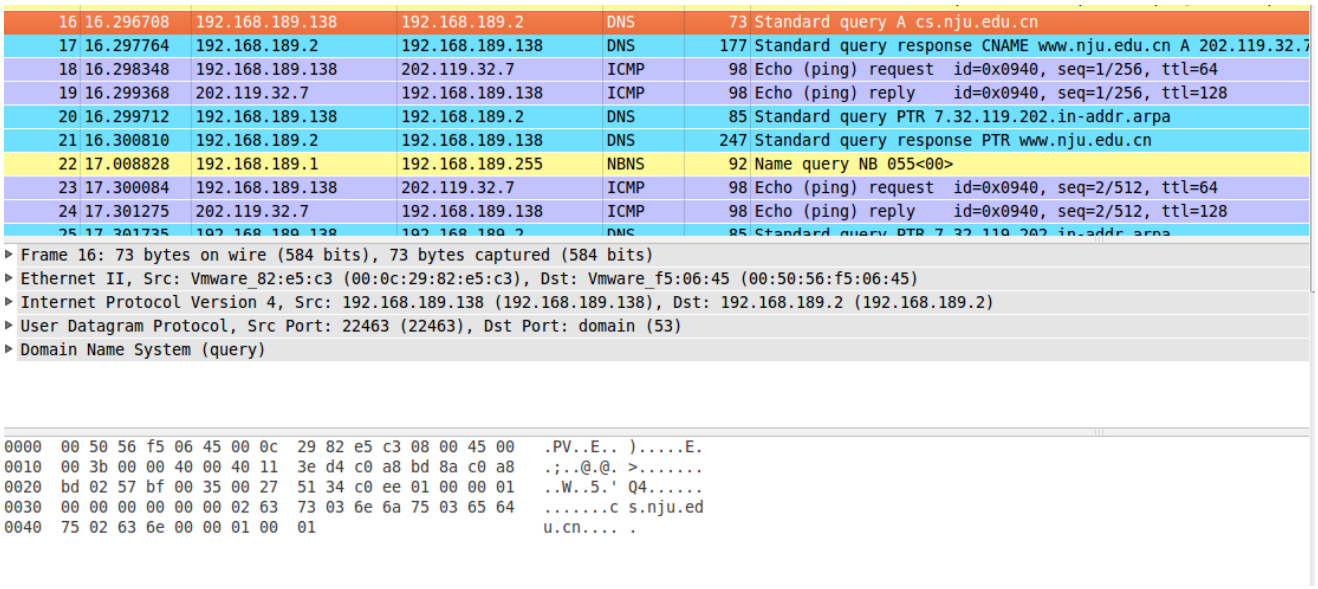
PC4 ping PC5

由此可见，两个子网内部，以及子网之间都能 ping 通，说明网络搭建成功。

五、协议报文分析

1、ping 系主页 cs.nju.edu.cn

数据包概览：



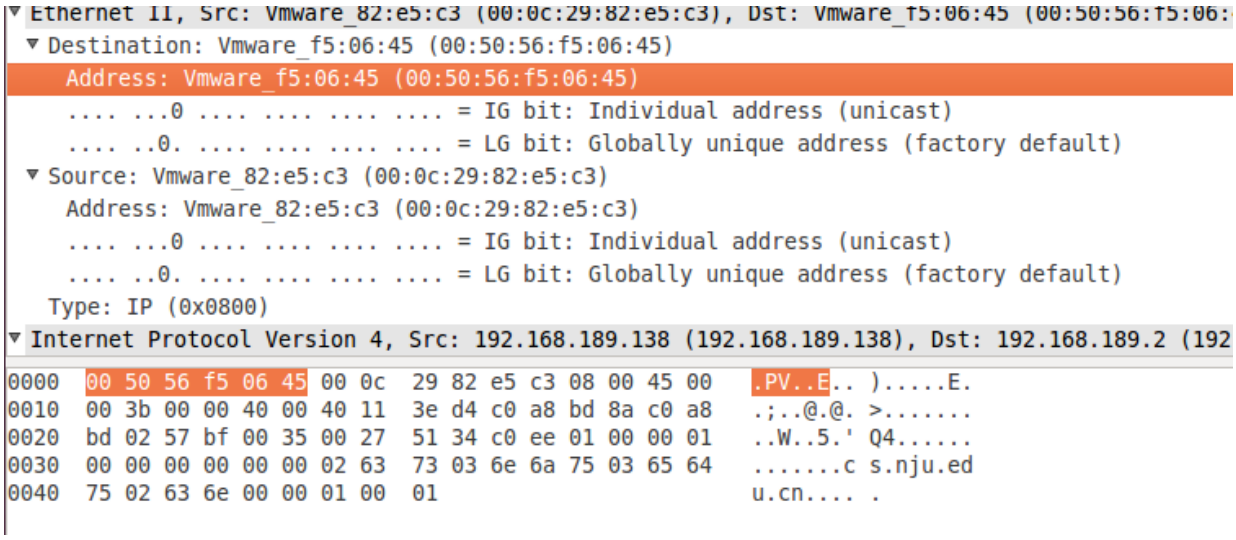
16	16.296708	192.168.189.138	192.168.189.2	DNS	73	Standard query A cs.nju.edu.cn
17	16.297764	192.168.189.2	192.168.189.138	DNS	177	Standard query response CNAME www.nju.edu.cn A 202.119.32.7
18	16.298348	192.168.189.138	202.119.32.7	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0940, seq=1/256, ttl=64
19	16.299368	202.119.32.7	192.168.189.138	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0940, seq=1/256, ttl=128
20	16.299712	192.168.189.138	192.168.189.2	DNS	85	Standard query PTR 7.32.119.202.in-addr.arpa
21	16.300810	192.168.189.2	192.168.189.138	DNS	247	Standard query response PTR www.nju.edu.cn
22	17.008828	192.168.189.1	192.168.189.255	NBNS	92	Name query NB 055<00>
23	17.300084	192.168.189.138	202.119.32.7	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0940, seq=2/512, ttl=64
24	17.301275	202.119.32.7	192.168.189.138	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0940, seq=2/512, ttl=128
25	17.301735	192.168.189.138	192.168.189.2	DNS	85	Standard query PTR 7.32.119.202.in-addr.arpa

```
▸ Frame 16: 73 bytes on wire (584 bits), 73 bytes captured (584 bits)
▸ Ethernet II, Src: Vmware_82:e5:c3 (00:0c:29:82:e5:c3), Dst: Vmware_f5:06:45 (00:50:56:f5:06:45)
▸ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.189.138 (192.168.189.138), Dst: 192.168.189.2 (192.168.189.2)
▸ User Datagram Protocol, Src Port: 22463 (22463), Dst Port: domain (53)
▸ Domain Name System (query)
```

```
0000  00 50 56 f5 06 45 00 0c  29 82 e5 c3 08 00 45 00   .PV..E.. )....E.
0010  00 3b 00 00 40 00 40 11  3e d4 c0 a8 bd 8a c0 a8   .;..@.@. >.......
0020  bd 02 57 bf 00 35 00 27  51 34 c0 ee 01 00 00 01   ..W..5.' Q4......
0030  00 00 00 00 00 00 02 63  73 03 6e 6a 75 03 65 64   .......c s.nju.ed
0040  75 02 63 6e 00 00 01 00  01                       u.cn.... .
```

下面对每个数据包分析：

（1） DNS 包



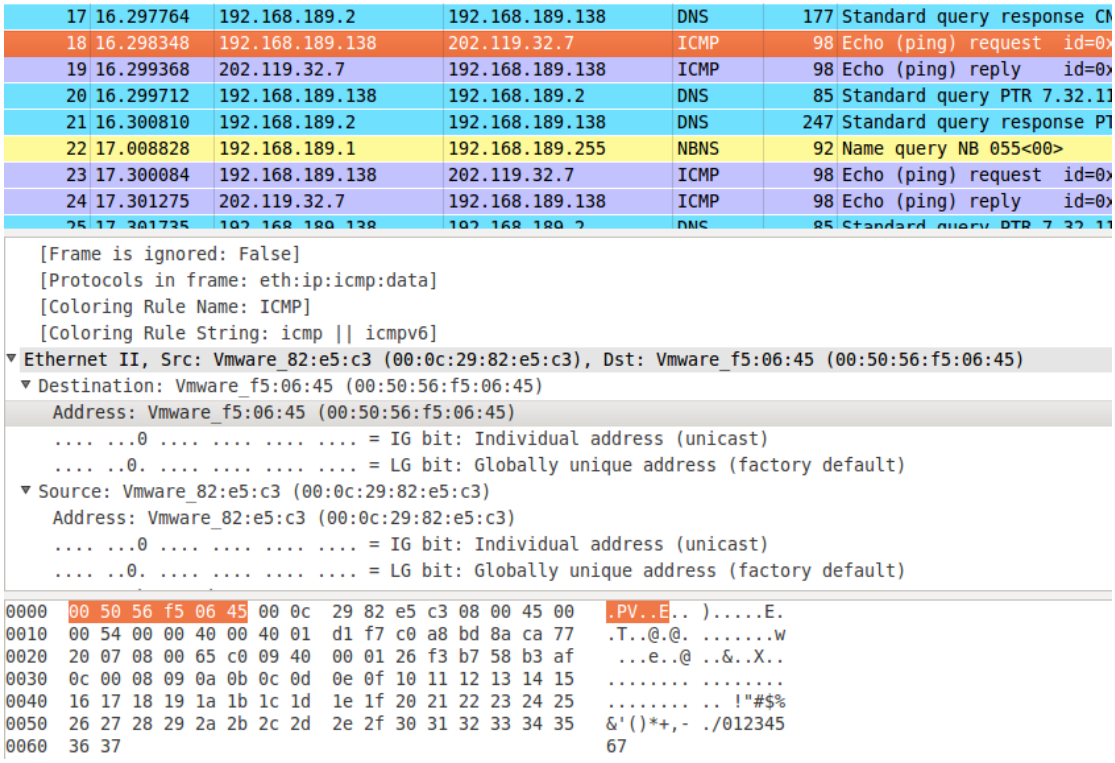
```
▼ Ethernet II, Src: Vmware_82:e5:c3 (00:0c:29:82:e5:c3), Dst: Vmware_f5:06:45 (00:50:56:f5:06:
  ▼ Destination: Vmware_f5:06:45 (00:50:56:f5:06:45)
      Address: Vmware_f5:06:45 (00:50:56:f5:06:45)
      .... ...0 .... .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
      .... ..0. .... .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
  ▼ Source: Vmware_82:e5:c3 (00:0c:29:82:e5:c3)
      Address: Vmware_82:e5:c3 (00:0c:29:82:e5:c3)
      .... ...0 .... .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
      .... ..0. .... .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
    Type: IP (0x0800)
▼ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.189.138 (192.168.189.138), Dst: 192.168.189.2 (192
```

```
0000  00 50 56 f5 06 45 00 0c  29 82 e5 c3 08 00 45 00   .PV..E.. )....E.
0010  00 3b 00 00 40 00 40 11  3e d4 c0 a8 bd 8a c0 a8   .;..@.@. >.......
0020  bd 02 57 bf 00 35 00 27  51 34 c0 ee 01 00 00 01   ..W..5.' Q4......
0030  00 00 00 00 00 00 02 63  73 03 6e 6a 75 03 65 64   .......c s.nju.ed
0040  75 02 63 6e 00 00 01 00  01                       u.cn.... .
```

00 50 56 f5 06 45 为目标节点 MAC，
00 0c 29 82 e5 c3 为源节点 MAC，
08 00 表明以太网帧协议为 IP 类型。
45 表示表示当前使用的 IP 版本及数据报协议头长度，
00 表示服务类型，
00 3b 指定整个 IP 数据报的字节长度，
00 00 为标识符，用于识别当前数据报，
40 00 是标志与偏移，
40 表示生存时间，
11 是协议类型，指出在 IP 处理完成后，又哪种上层协议接受导入数据包，这里是指 UDP 协议，
3e 4d 为包头校验码，

c0 a8 bd 8a 为源 IP 地址，
c0 a8 bd 02 为目的 IP 地址。
57 bf 为 UDP 源端口号，
00 35 为 UDP 目的端口号，
00 27 为 UDP 数据报长度，
51 34 为校验码，之后的 c0 ee 01 00 … 00 01 00 01 为 UDP 数据包的数据区。

（2） ICMP 包



00 50 56 f5 06 45 为目标节点 MAC，
00 0c 29 82 e5 c3 为源节点 MAC，
08 00 表明以太网帧协议为 IP 类型。
45 表示表示当前使用的 IP 版本及数据报协议头长度，
00 表示服务类型，
00 54 指定整个 IP 数据报的字节长度，
00 00 为标识符，用于识别当前数据报，
40 00 是标志与偏移，
40 表示生存时间，
01 是协议类型，这里是指 ICMP 协议，
d1 f7 为包头校验码，
c0 a8 bd 8a 为源 IP 地址，
ca 77 20 07 为目的 IP 地址。
08 是指消息类型，这里是指 request，
00 为代码，
65 c0 为 ICMP 校验码，
09 40 为 ICMP 标识符，

00 01 为序列号，
26 f3 b7 58 … 34 35 36 37 为数据区。

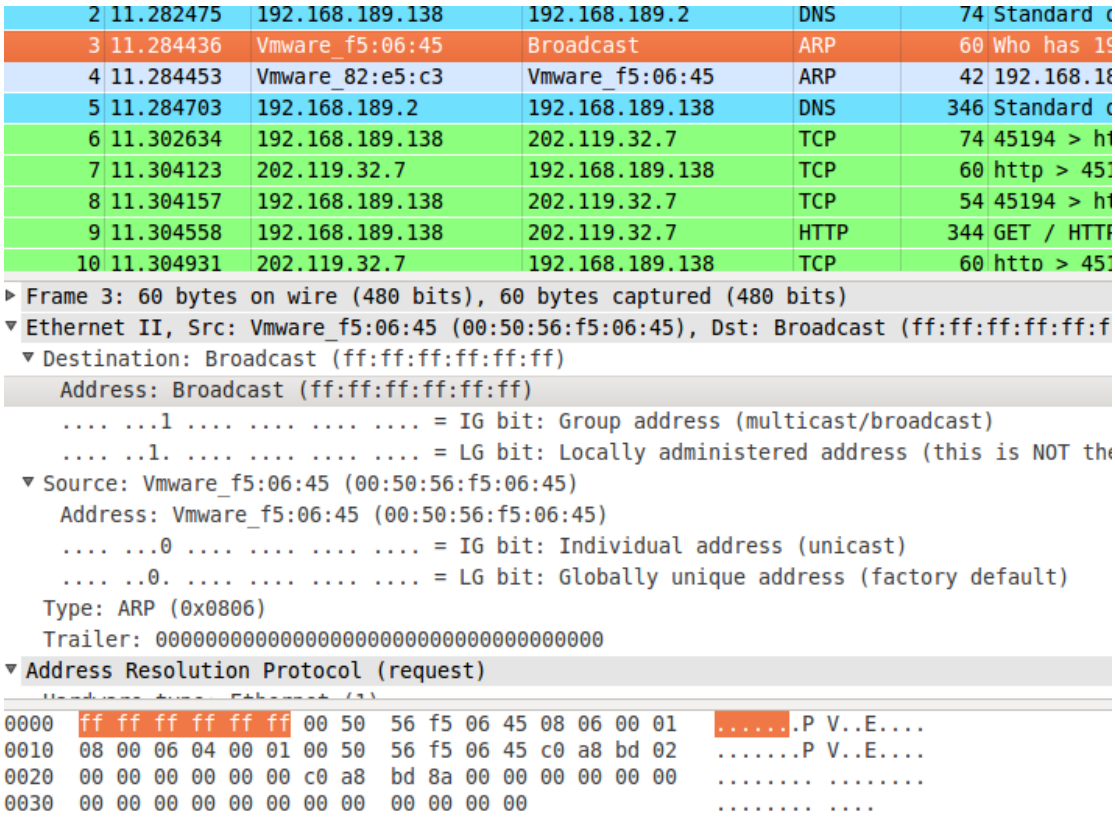
2、用浏览器访问 www.nju.edu.cn

数据包概览：

2	11.282475	192.168.189.138	192.168.189.2	DNS	74	Standard query A www.nju.edu.
3	11.284436	Vmware_f5:06:45	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.189.138? Tel
4	11.284453	Vmware_82:e5:c3	Vmware_f5:06:45	ARP	42	192.168.189.138 is at 00:0c:2
5	11.284703	192.168.189.2	192.168.189.138	DNS	346	Standard query response A 202
6	11.302634	192.168.189.138	202.119.32.7	TCP	74	45194 > http [SYN] Seq=0 Win=
7	11.304123	202.119.32.7	192.168.189.138	TCP	60	http > 45194 [SYN, ACK] Seq=0
8	11.304157	192.168.189.138	202.119.32.7	TCP	54	45194 > http [ACK] Seq=1 Ack=
9	11.304558	192.168.189.138	202.119.32.7	HTTP	344	GET / HTTP/1.1
10	11.304931	202.119.32.7	192.168.189.138	TCP	60	http > 45194 [ACK] Seq=1 Ack=
11	11.308616	202.119.32.7	192.168.189.138	TCP	300	[TCP segment of a reassembled
12	11.308642	192.168.189.138	202.119.32.7	TCP	54	45194 > http [ACK] Seq=291 Ac
13	11.513379	202.119.32.7	192.168.189.138	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled
14	11.513411	192.168.189.138	202.119.32.7	TCP	54	45194 > http [ACK] Seq=291 Ac
15	11.513475	202.119.32.7	192.168.189.138	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled
16	11.513483	192.168.189.138	202.119.32.7	TCP	54	45194 > http [ACK] Seq=291 Ac
17	11.513519	202.119.32.7	192.168.189.138	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled
18	11.513525	192.168.189.138	202.119.32.7	TCP	54	45194 > http [ACK] Seq=291 Ac
19	11.513558	202.119.32.7	192.168.189.138	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled
20	11.513564	192.168.189.138	202.119.32.7	TCP	54	45194 > http [ACK] Seq=291 Ac

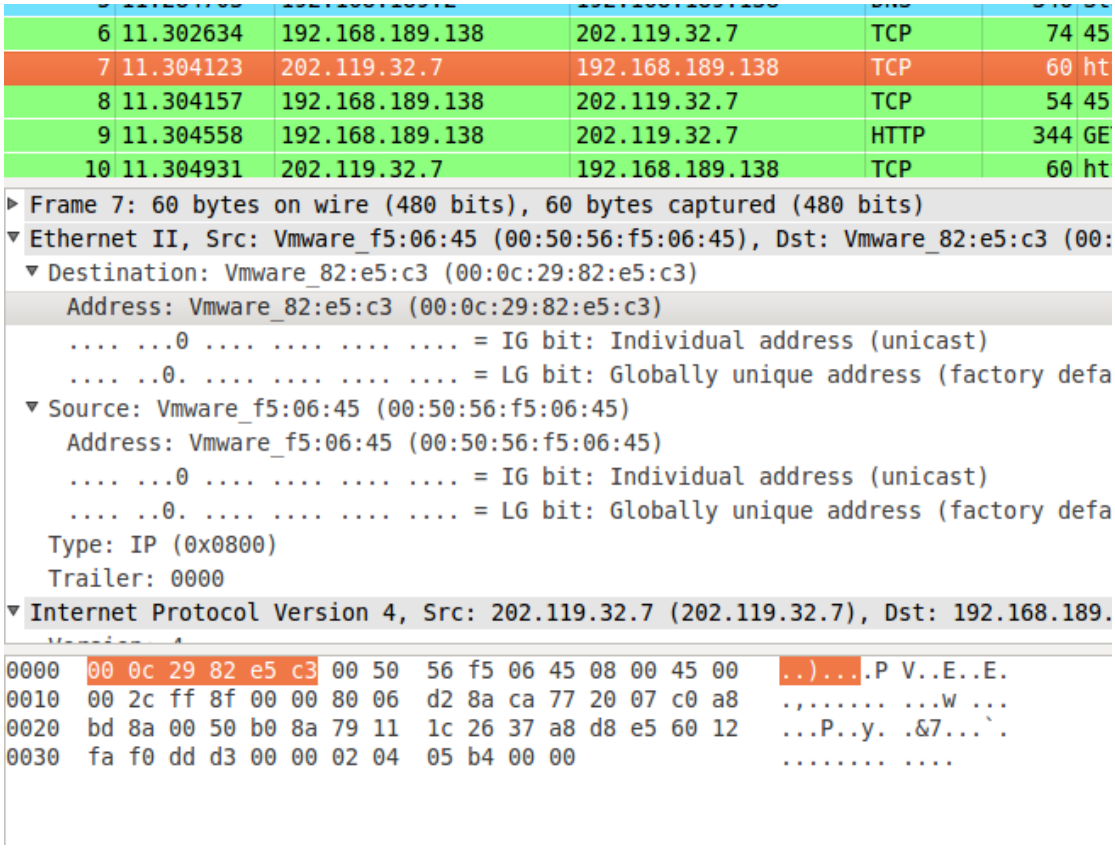
可以看出，与 ping 相比，这里多出来 ARP，TCP，HTTP 这三种协议包，下面对这三种协议包的内容进行解析。

（3） ARP 包



ff ff ff ff ff ff 表示广播地址，
00 50 56 f5 06 45 为源 MAC 地址，
08 06 是协议类型，这里表示 ARP 协议。
00 01 是硬件类型：指明了发送方想知道的硬件接口类型，以太网的值为 1，
08 00 是协议类型：指明了发送方提供的高层协议类型，
IP 为 0800（16 进制），
06 是指硬件地址长度，
04 是指协议长度，
00 01 表示操作类型，ARP 请求为 1，ARP 响应为 2，RARP 请求为 3，RARP 响应为 4，
00 50 56 f5 06 45 为发送者 MAC，
c0 a8 bd 02 为发送者 IP，
00 00 00 00 00 00 为目标 MAC，
c0 a8 bd 8a 为目标 IP。

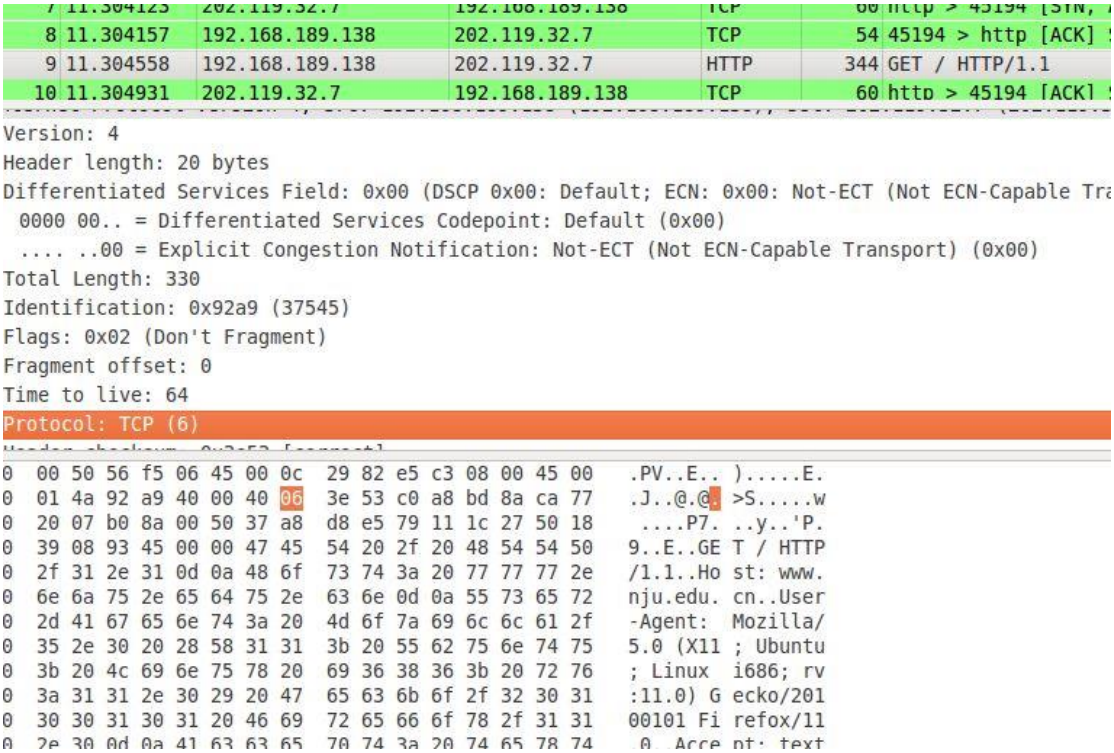
（1） TCP 包



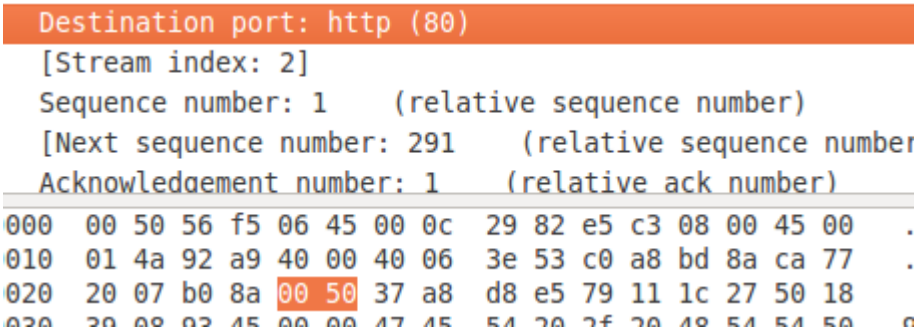
00 0c 29 82 e5 c3 为目的 MAC 地址，
00 50 56 f5 06 45 为源 MAC 地址，
08 00 为协议类型（IP），
45 表示表示当前使用的 IP 版本及数据报协议头长度，
00 表示服务类型，
00 2c 指定整个 IP 数据报的字节长度，
ff 8f 为标识符，用于识别当前数据报，

00 00 是标志与偏移，
80 表示生存时间，
06 是协议类型，这里是指 TCP 协议，
d2 8a 为包头校验码，
ca 77 20 07 为源 IP 地址，
c0 a8 bd 8a 为目的 IP 地址。
00 50 b0 … b4 为 TCP 负载数据。其中：00 50 是指 TCP 源端口号，b0 8a 为 TCP 目的端口号，79 11 1c 26 为序列号，37 a8 d8 e5 为确认号。

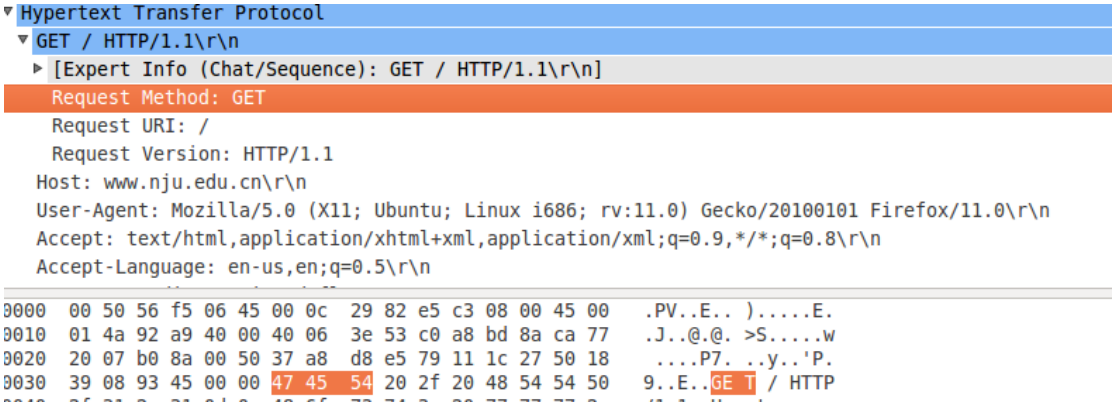
（1） HTTP 包



这个包的 IP 报头和 TCP 的 IP 报头基本一致，可以看出该报头中使用的协议类型仍然是 TCP 协议。



在包中可以看到目的端口是 80，所以该报文的目标是浏览器。



在包中还包括有关 http 的其他信息，比如请求方法（GET），user-agent 等等。