

## 华东师范大学软件工程学院实验报告

实验课程:	计算机网络	年 级:	2022 级
实验编号:	Lab 02	实验名称:	Ethernet
姓 名:	李鹏达	学 号:	10225101460

---

### 1 实验目的

- 1) 学会通过 Wireshark 获取以太网的帧
- 2) 掌握以太网帧的结构
- 3) 分析以太网地址范围
- 4) 分析以太网的广播帧

### 2 实验内容与实验步骤

#### 2.1 实验内容

##### 2.1.1 获取以太网的帧

在命令行中使用 `ping` 命令发起 ICMP 请求，然后使用 Wireshark 捕获以太网数据包。

##### 2.1.2 分析以太网的帧

分析以太网的帧，画出帧结构。

##### 2.1.3 分析以太网的地址范围

分析以太网的地址范围，画出图示关系图。

##### 2.1.4 分析以太网的广播帧

启动 Wireshark，在菜单栏的捕获 → 选项中进行设置，选择已连接的以太网，设置捕获过滤器为 `ether multicast`，捕获以太网的广播帧。

分析以太网的广播帧，回答以下问题：

1. 以太网广播帧的地址是什么，以标准的形式写在 Wireshark 上显示？
2. 哪几个比特位的以太网地址是用来确定是单播或多播/广播？

### 2.1.5 问题讨论

1. How long are the combined IEEE 802.3 and LLC headers compared to the DIX Ethernet headers?
2. How does the receiving computer know whether the frame is DIX Ethernet or IEEE 802.3?
3. If IEEE 802.3 has no Type field, then how is the next higher layer determined?

## 2.2 实验步骤

- 1) 打开命令行，使用 `ping` 命令发起 ICMP 请求

```
1 PS> ping www.baidu.com
```

- 2) 启动 Wireshark，在菜单栏的捕获 → 选项中进行设置，选择已连接的以太网，设置捕获过滤器为 `icmp`，将混杂模式设为关闭，勾选 `enable MAC name resolution`。然后开始捕获。
- 3) 回到命令行，再次使用 `ping` 命令发起 ICMP 请求

```
1 PS> ping www.baidu.com
```

- 4) 回到 Wireshark，停止捕获。
- 5) 分析捕获到的以太网的帧，画出帧结构。
- 6) 分析以太网的地址范围，画出图示关系图。
- 7) 启动 Wireshark，在菜单栏的捕获 → 选项中进行设置，选择已连接的以太网，设置捕获过滤器为 `ether multicast`，捕获以太网的广播帧。
- 8) 问题讨论

## 3 实验环境

- 操作系统: Windows 11 家庭中文版 23H2 22631.2715
- 网络适配器: Killer(R) Wi-Fi 6 AX1650i 160MHz Wireless Network Adapter(201NGW)
- Wireshark: Version 4.2.0 (v4.2.0-0-g54eedfc63953)
- wget: GNU Wget 1.21.4 built on mingw32

## 4 实验过程与分析

### 4.1 获取以太网的帧

首先，我们在命令行中使用 `ping` 命令发起 ICMP 请求。

```
lipen> ping www.baidu.com

正在 Ping www.a.shifen.com [182.61.200.6] 具有 32 字节的数据:
来自 182.61.200.6 的回复: 字节=32 时间=36ms TTL=45
来自 182.61.200.6 的回复: 字节=32 时间=37ms TTL=45
来自 182.61.200.6 的回复: 字节=32 时间=40ms TTL=45
来自 182.61.200.6 的回复: 字节=32 时间=36ms TTL=45

182.61.200.6 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 36ms, 最长 = 40ms, 平均 = 37ms
```

图 1: 使用 ping 命令发起 ICMP 请求

打开 Wireshark, 在菜单栏的捕获 → 选项中进行设置, 选择已连接的以太网, 设置捕获过滤器为 icmp, 将混杂模式设为关闭, 勾选 enable MAC name resolution。然后开始捕获。

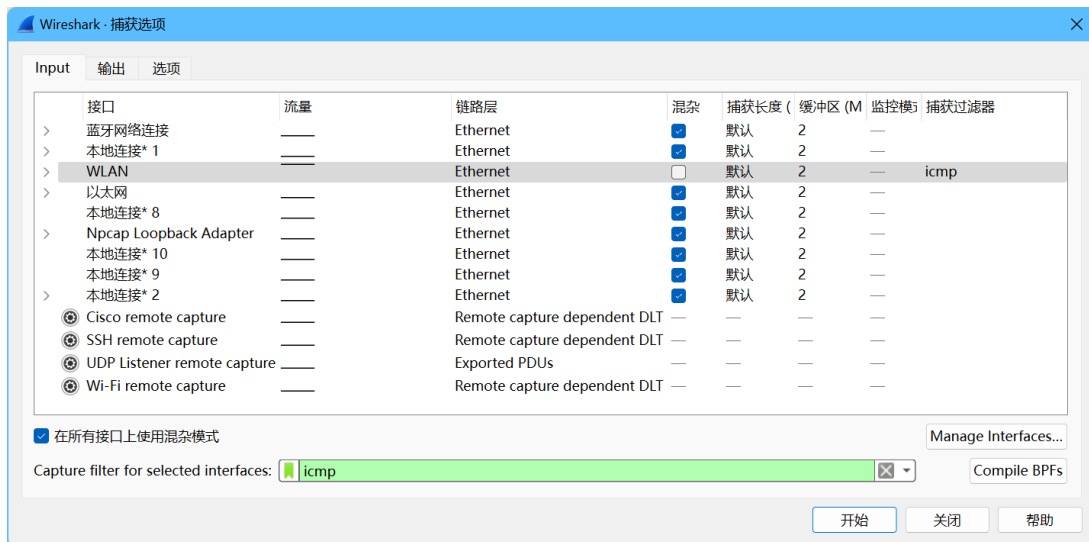


图 2: 设置 Wireshark 捕获过滤器

回到命令行, 再次使用 ping 命令发起 ICMP 请求。

```
lipen ping www.baidu.com

正在 Ping www.a.shifen.com [182.61.200.6] 具有 32 字节的数据:
来自 182.61.200.6 的回复: 字节=32 时间=36ms TTL=45
来自 182.61.200.6 的回复: 字节=32 时间=37ms TTL=45
来自 182.61.200.6 的回复: 字节=32 时间=40ms TTL=45
来自 182.61.200.6 的回复: 字节=32 时间=36ms TTL=45

182.61.200.6 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 36ms, 最长 = 40ms, 平均 = 37ms
```

图 3: 再次使用 ping 命令发起 ICMP 请求

回到 Wireshark, 停止捕获。捕获结果如下图所示:

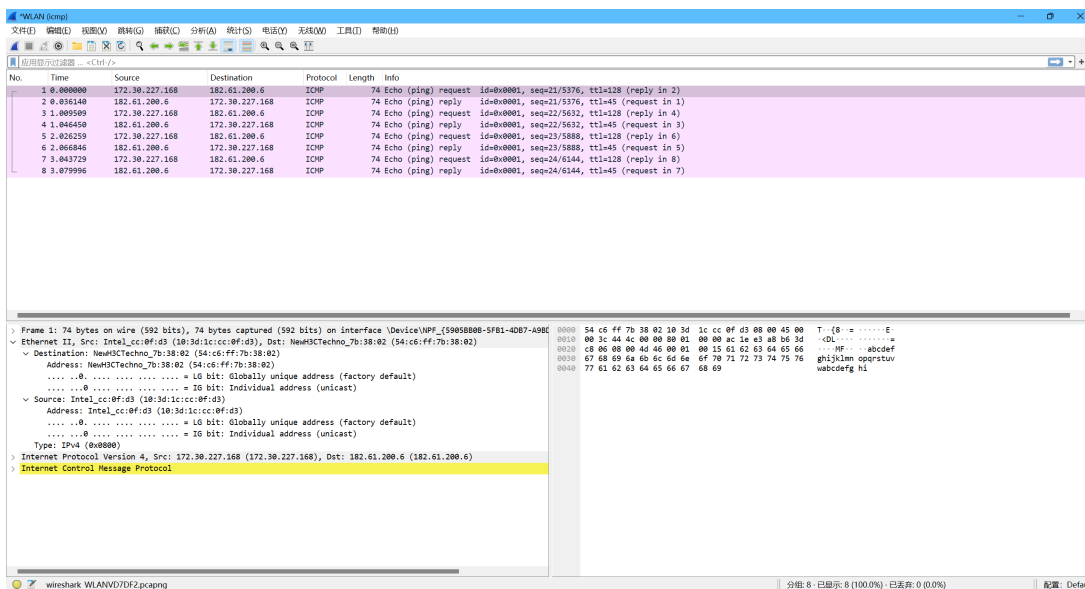


图 4: 捕获结果

## 4.2 分析以太网的帧

点击捕获到的数据包, 选择 Ethernet II, 可以看到以太网的帧结构如下图所示:

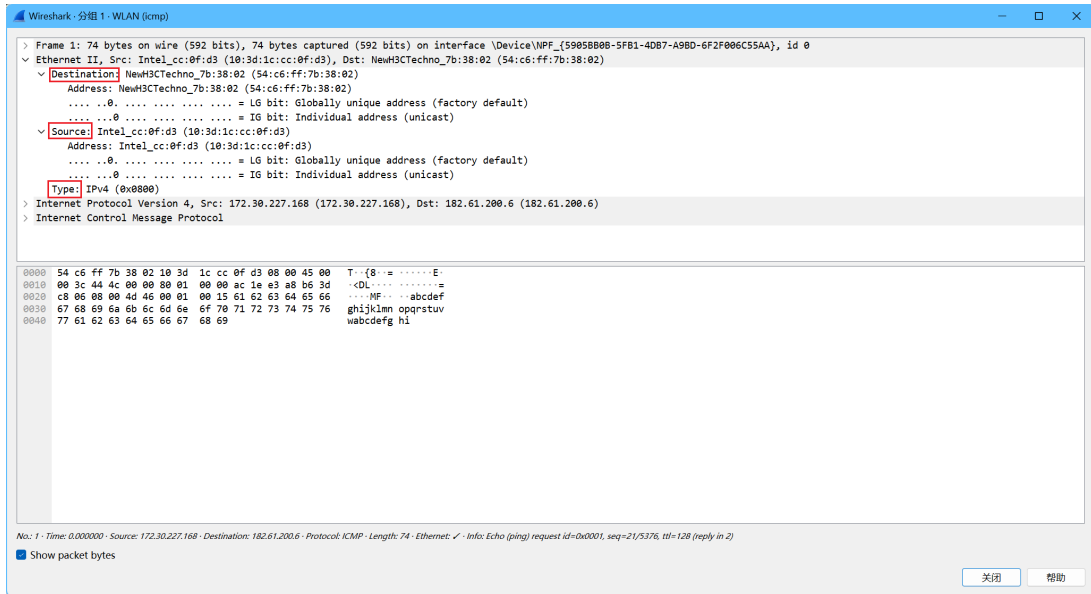


图 5: 以太网的帧结构

可以看到以太网头部包括了目的地址 (Destination)、源地址 (Source) 和类型 (Type) 三部分。其中目的地址和源地址都是 6 个字节，类型是 2 个字节。

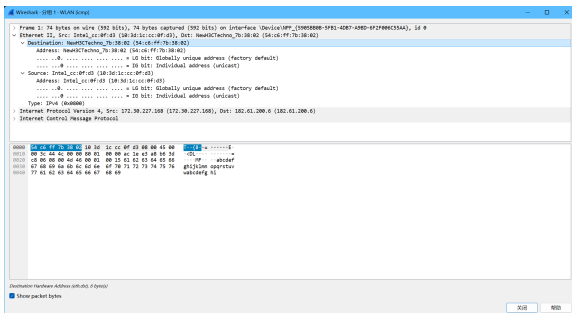


图 6: Destination

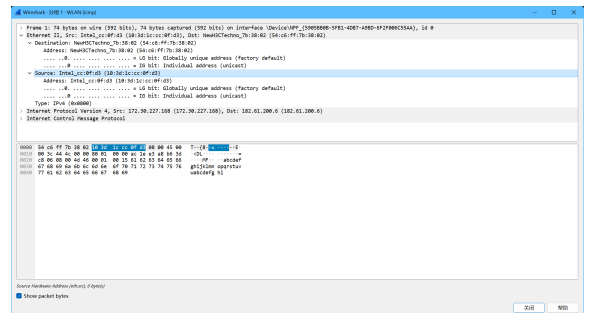


图 7: Source

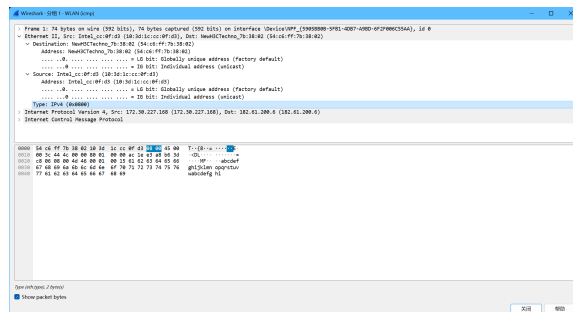


图 8: Type

画出的帧结构如下图所示：

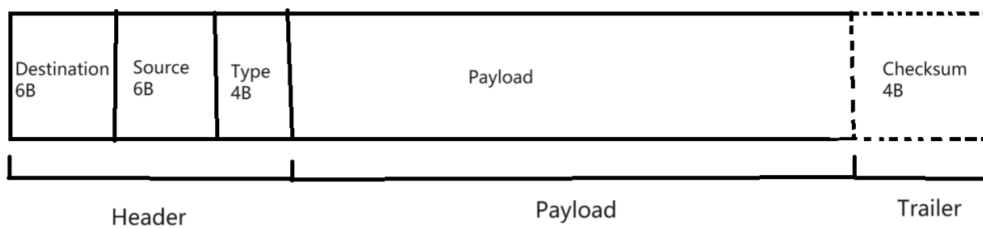


图 9: 以太网帧结构

### 4.3 分析以太网的地址范围

根据上面分析得到的以太网帧结构，我们可以得知本机 MAC 地址为 `10:3d:1c:cc:0f:d3`，IP 地址为 `172.30.227.168`，路由器 MAC 地址为 `54:c6:ff:7b:38:02`，目标 IP 地址为 `182.61.200.6`。

可以作出如下的关系图：

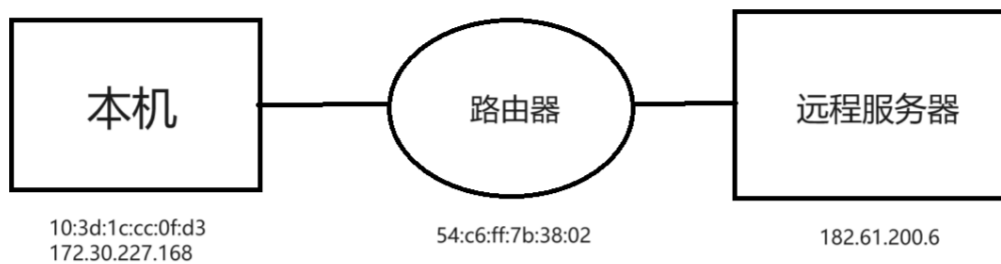


图 10: 以太网地址范围关系图

### 4.4 分析以太网的广播帧

启动 Wireshark，在菜单栏的捕获 → 选项中进行设置，选择已连接的以太网，设置捕获过滤器为 `ether multicast`，捕获以太网的广播帧。

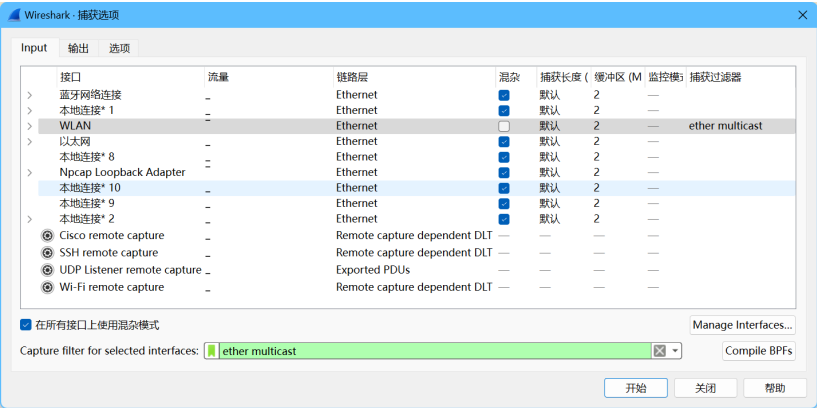


图 11: 设置 Wireshark 捕获过滤器

经过一段时间的捕获，捕获结果如下图所示：

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	Cisco_e9:68:99	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 0.0.0.0 (Reply)
2	5.826961	Cisco_e9:68:99	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 172.30.128.1 (Reply)
3	5.329761	Cisco_e9:68:99	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 172.30.128.1 (Reply)
4	5.631281	Cisco_e9:68:99	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 172.30.128.1 (Reply)
5	5.735953	Cisco_e9:68:99	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 172.30.128.1 (Reply)
6	6.255819	Cisco_e9:68:99	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 172.30.128.1 (Reply)
7	6.605467	Cisco_e9:68:99	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 172.30.128.1 (Reply)
8	20.878377	Cisco_e9:68:99	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 172.30.128.1 (Reply)
9	20.889189	Cisco_e9:68:99	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 172.30.128.1 (Reply)
10	36.551700	PC.local	239.255.255.250	SSDP	217	H-SEARCH * HTTP/1.1
11	37.561694	PC.local	239.255.255.250	SSDP	217	H-SEARCH * HTTP/1.1
12	38.561972	PC.local	239.255.255.250	SSDP	217	H-SEARCH * HTTP/1.1
13	39.563784	PC.local	239.255.255.250	SSDP	217	H-SEARCH * HTTP/1.1
14	48.844817	Cisco_e9:68:99	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 172.30.128.1 (Reply)
15	49.088657	Cisco_e9:68:99	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 0.0.0.0 (Request)
16	50.073119	Cisco_e9:68:99	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 0.0.0.0 (Reply)
17	50.645886	PC.local	mdns.mcast.net	MDNS	90	Standard query 0x0000 PTR _microsoft_mcc_tcp.local, "Q" question
18	50.646785	PC.local	mdns.mcast.net	MDNS	118	Standard query 0x0000 PTR _microsoft_mcc_tcp.local, "Q" question
19	51.638095	PC.local	mdns.mcast.net	MDNS	90	Standard query 0x0000 PTR _microsoft_mcc_tcp.local, "Q" question
20	51.638095	PC.local	mdns.mcast.net	MDNS	118	Standard query 0x0000 PTR _microsoft_mcc_tcp.local, "Q" question

图 12: 捕获结果

选择其中的一个广播帧数据包，如下图所示：

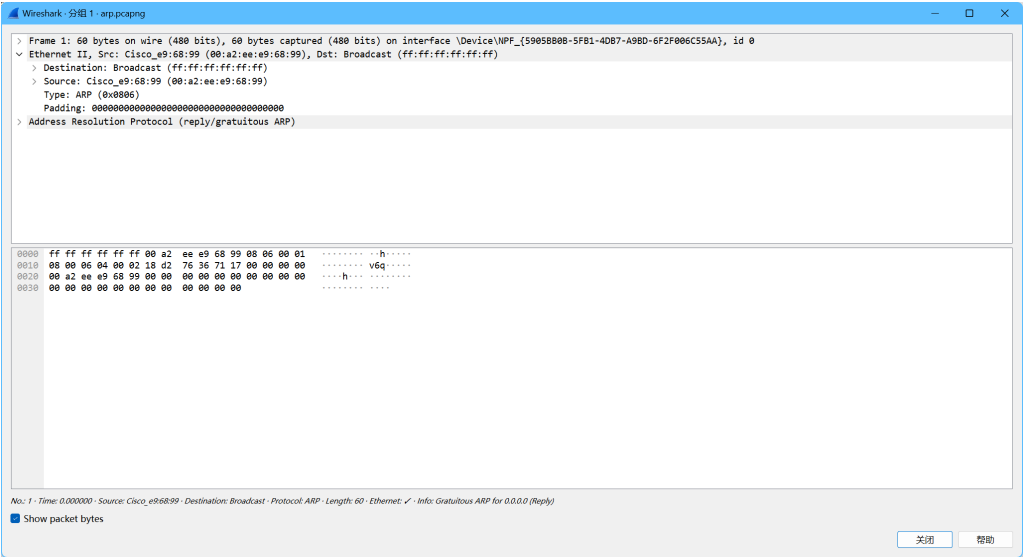


图 13: 广播帧数据包

- 以太网广播帧的地址是什么，以标准的形式写在 Wireshark 上显示？  
可以看出，广播帧的地址为 **ff:ff:ff:ff:ff:ff**。

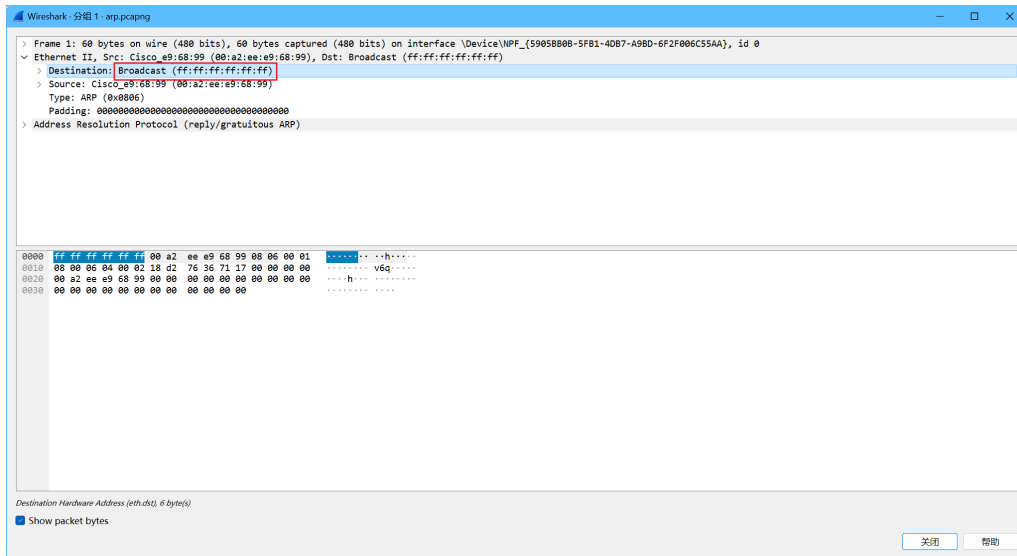


图 14: 广播帧地址

- 哪几个比特位的以太网地址是用来确定是单播或多播/广播？  
对比单播帧和广播帧，可以看出，以太网地址的第一个字节的最后一位（即第八位）为 **1**，所以可以确定是多播/广播。

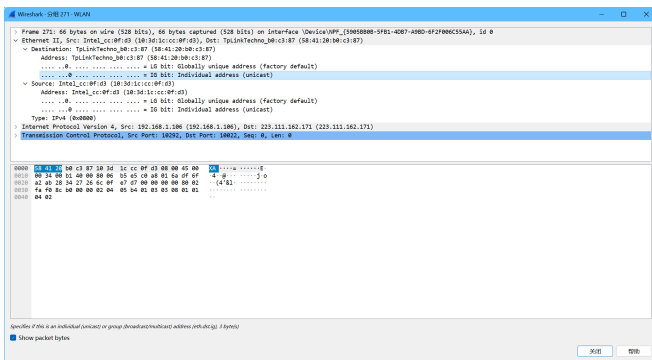


图 15: 单播帧

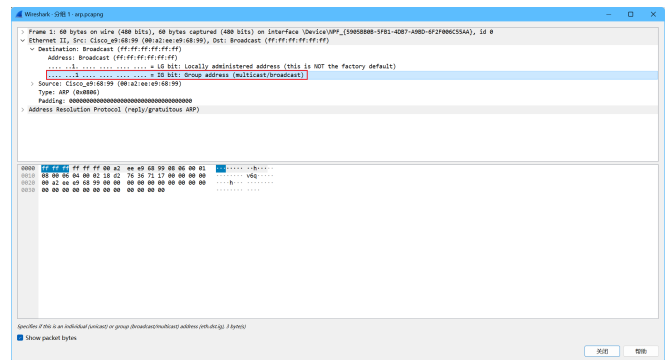


图 16: 广播帧

## 4.5 问题讨论

设置捕获过滤器为 **llc**，捕获以太网的帧，如下图所示：



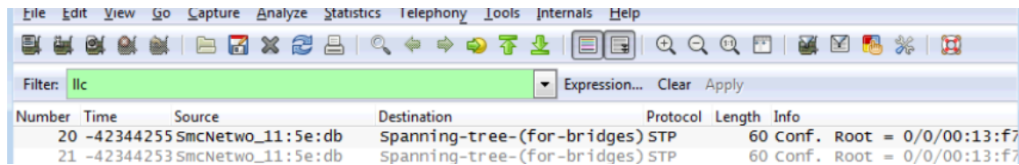


图 17: 捕获 IEEE 802.3 以太网的帧

1. How long are the combined IEEE 802.3 and LLC headers compared to the DIX Ethernet headers?

答: DIX 以太网头部长度为 14 字节, IEEE 802.3 头部长度为 14 字节, LLC 头部长度为 3 字节。如下图所示:

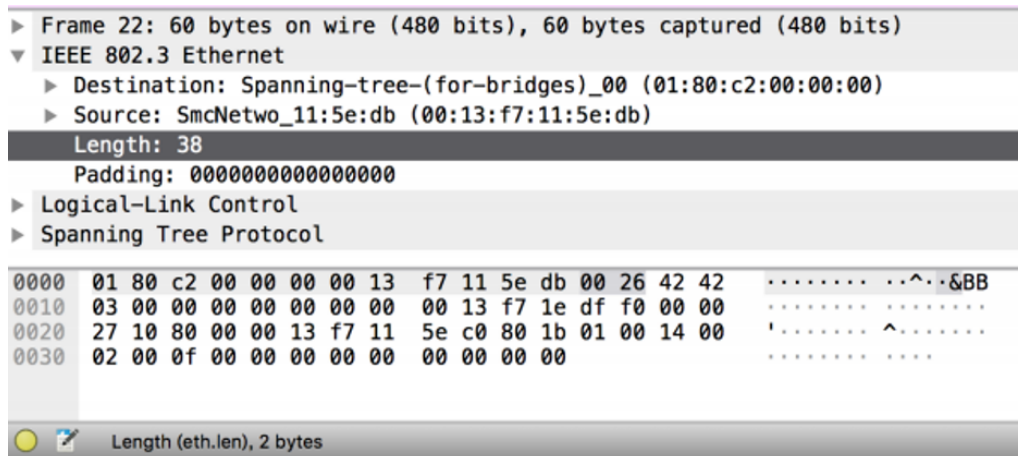


图 18: IEEE 802.3 以太网头部

2. How does the receiving computer know whether the frame is DIX Ethernet or IEEE 802.3?

答: 根据 Type/Length 字段, 如果该字段的值小于或等于 1500, 则表示 Length, 为 IEEE 802.3, 否则表示 Type, 为 DIX 以太网。

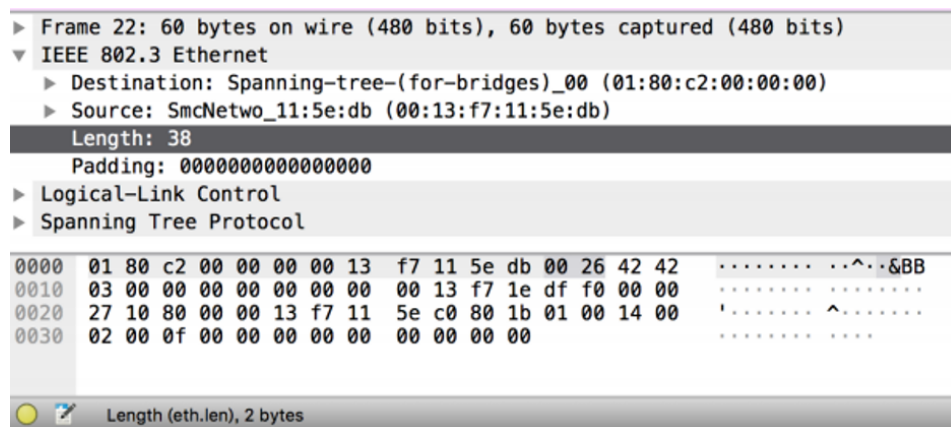


图 19: Length 字段

3. If IEEE 802.3 has no Type field, then how is the next higher layer determined?

答：LLC 头中的 DSAP 字段可以指示上层协议。例如，此处 DSAP 字段为 0x42，则表示上层协议为 STP。

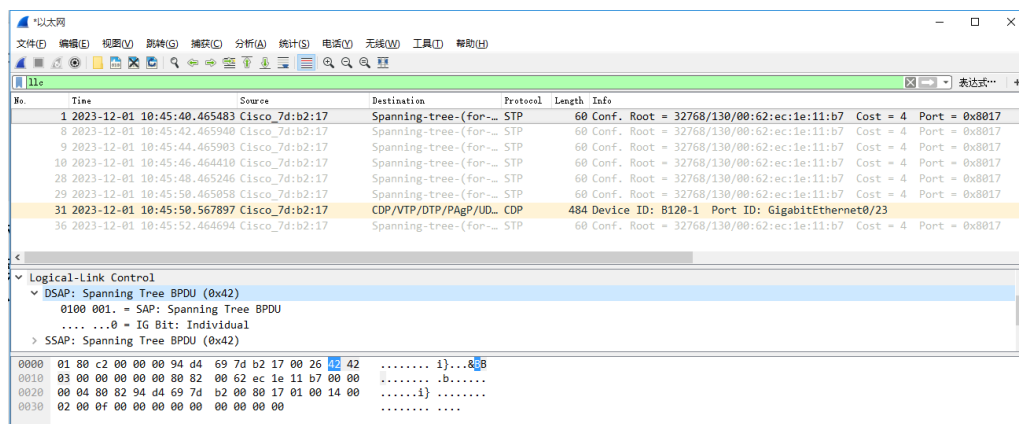


图 20: DSAP 字段

## 5 实验结果总结

通过本次实验，我学会了通过 Wireshark 获取以太网的帧，掌握了以太网帧的结构，分析了以太网地址范围，分析了以太网的广播帧。同时，我还了解到了 DIX 以太网和 IEEE 802.3 以太网的区别。

## 6 附录

无