# 华东师范大学数据科学与工程学院上机实践报告

| **课程名称：计算机网络与编程** | **年级：22级** | **上机实践成绩：** |
| --- | --- | --- |
| **指导教师**：张召 | **姓名**：朱天祥 | |
| 上机实践名称：IP协议分析 | **学号**：10225501461 | **上机实践日期**：23/6/9 |
| **上机实践编号**：No.14 | 组号： | |

## 一、目的

快速简单了解IP协议，特别是IP数据报

了解IP数据报各字段的含义

研究IP数据的分片方法

## 二、实验内容

使用Wireshark快速了解IP协议

## 三、使用环境

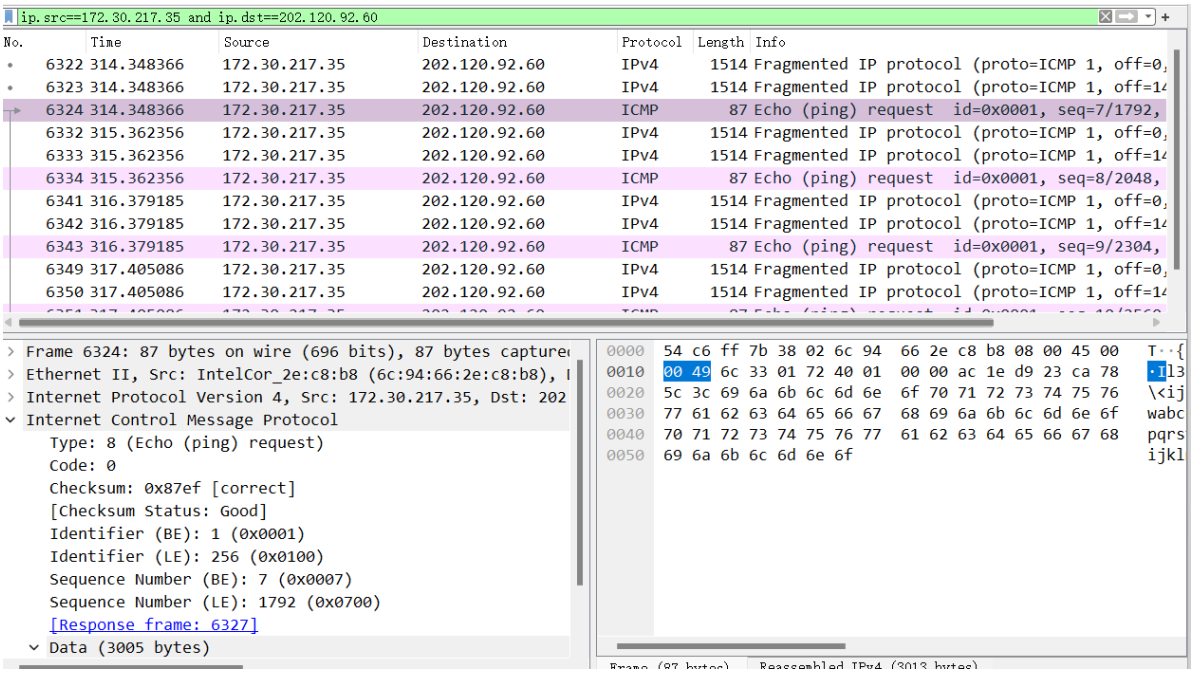
IntelliJ IDEA

JDK 版本: Java 19

## 四、实验过程

**task1: 任取一个有IP协议的ICMP数据报并根据该报文分析IP协议的报文格式（正确标注每一个部分），请将实验结果附在实验报告中。**

在命令行执行如下命令后利用wireshark后得到如下数据报




我们看到有IPv4协议报文，也有ICMP协议报文，取第三条ICMP报文进行报文结构分析。以下是该ICMP报文的IP首部

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.217.35, Dst: 202.120.92.60
    0100 .... = Version: 4
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 73
    Identification: 0x6c33 (27699)
  > 000. .... = Flags: 0x0
    ...0 0001 0111 0010 = Fragment Offset: 2960
    Time to Live: 64
    Protocol: ICMP (1)
    Header Checksum: 0x0000 [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]
    Source Address: 172.30.217.35
    Destination Address: 202.120.92.60
  [3 IPv4 Fragments (3013 bytes): #6322(1480), #6323(1480), #6324(53)]
      [Frame: 6322, payload: 0-1479 (1480 bytes)]
      [Frame: 6323, payload: 1480-2959 (1480 bytes)]
      [Frame: 6324, payload: 2960-3012 (53 bytes)]
      [Fragment count: 3]
      [Reassembled IPv4 length: 3013]
      [Reassembled IPv4 data: 080087ef0001000761626364656667686 96a6b6c6d6e6f7071727374757677616263646 5
> Internet Control Message Protocol
```

1. Version: 4表示ip报文的版本号为4，即IPv4报文。
2. Header Length: 20 bytes表示ip首部的长度为20字节
3. Differentiated Services Field: 0x00为区分服务字段，展开后如下图所示

```
Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
```

4. Total Length为总长度，上图中总长度为73
5. Identification为标识字段，在该ICMP报文中标识字段值为0x6c33
6. Flags为标志，该报文的flags字段值为0
7. Fragment Offset为片偏移量，值为2960
8. Time to Live为生存时间，值为64
9. Protocal为协议，即ICMP
10. Header Checksum为头部校验和，值为0

11. 接下来是Source Address，即源ip地址，为172.30.217.35
12. Destination Address，即目的ip地址，为202.120.92.60

**task2: 对截获的报文进行分析，将属于同一个ICMP请求报文的分片找出来，并分析其字节长度特点（如，每个分片的大小，片偏移等），请将实验结果附在实验报告中。**

下图显示task1的第一张图片的完整数据报

| No. | Time | Source | Destination | Protocol | Length | Info |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6322 | 314.348366 | 172.30.217.35 | 202.120.92.60 | IPv4 | 1514 | Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, I |
| 6323 | 314.348366 | 172.30.217.35 | 202.120.92.60 | IPv4 | 1514 | Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480 |
| 6324 | 314.348366 | 172.30.217.35 | 202.120.92.60 | ICMP | 87 | Echo (ping) request id=0x0001, seq=7/1792, tt |
| 6332 | 315.362356 | 172.30.217.35 | 202.120.92.60 | IPv4 | 1514 | Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, I |
| 6333 | 315.362356 | 172.30.217.35 | 202.120.92.60 | IPv4 | 1514 | Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480 |
| 6334 | 315.362356 | 172.30.217.35 | 202.120.92.60 | ICMP | 87 | Echo (ping) request id=0x0001, seq=8/2048, tt |
| 6341 | 316.379185 | 172.30.217.35 | 202.120.92.60 | IPv4 | 1514 | Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, I |
| 6342 | 316.379185 | 172.30.217.35 | 202.120.92.60 | IPv4 | 1514 | Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480 |
| 6343 | 316.379185 | 172.30.217.35 | 202.120.92.60 | ICMP | 87 | Echo (ping) request id=0x0001, seq=9/2304, tt |
| 6349 | 317.405086 | 172.30.217.35 | 202.120.92.60 | IPv4 | 1514 | Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, I |
| 6350 | 317.405086 | 172.30.217.35 | 202.120.92.60 | IPv4 | 1514 | Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480 |
| 6351 | 317.405086 | 172.30.217.35 | 202.120.92.60 | ICMP | 87 | Echo (ping) request id=0x0001, seq=10/2560, t |

我们发现这12个报文可以分成四组，即连续的IPv4，IPv4，ICMP可以分为一组，每一组就对应了之前执行的ping -l 3005 www.ecnu.edu.cn发送的一组数据，前两个IPv4的有效负载为1480字节，如下图所示

```
Data (1480 bytes)
    Data: 080087ef000100076162636465666768696a6b6
    [Length: 1480]
```

因此即使我们不看每一组最后的ICMP报文的数据长度也能计算出来它的有效负载应该为3005 - 2 * 1480 = 45，事实也是如此

```
[3 IPv4 Fragments (3013 bytes): #6322(1480), #6323(1480), #6324(53)]
    [Frame: 6322, payload: 0-1479 (1480 bytes)]
    [Frame: 6323, payload: 1480-2959 (1480 bytes)]
    [Frame: 6324, payload: 2960-3012 (53 bytes)]
    [Fragment count: 3]
    [Reassembled IPv4 length: 3013]
    [Reassembled IPv4 data: 080087ef000100076162636465666768696a6b6c6d6e
```

我们看到第三个片段的payload是53，好像比45还多了8个字节，这8个字节应该是ICMP首部。

那么自然的就可以推测出每组的第一个IPv4报文偏移量应该是0，第二个IPv4报文偏移量应该是1480，第三个ICMP报文偏移量应该是2 * 1480 = 2960，我们看到每组中的这些报文的偏移量信息确实是如此

```
...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
...0 0000 1011 1001 = Fragment Offset: 1480
Time to Live: 64
...0 0001 0111 0010 = Fragment Offset: 2960
```

ping发送的每一组3005字节的数据为了遵循以太网1500字节这一最大ip报文长度，将3005字节的数据需要拆成好几份1500 - 20(ip首部长度) = 1480字节的数据，设总共需要拆成n份数据报，那么前n-1份加上20字节ip首部后成为1500字节的ip报文，最后一份除了需要加20字节的ip首部，还要加8字节的ICMP首部，最后3005字节数据被拆成三份进行传输。

## 五、实验总结

**IP协议结构如下：**

版本号（Version）：占4位，表示该报文的版本，IPv4为4，IPv6为6。
首部长度（Header Length）：占4位，表示该报文首部的长度，最小值为20字节。
区分服务（Differentiated Services）：占8位，用于标识该数据包的服务类型。
总长度（Total Length）：占16位，表示该报文的总长度，包括首部和数据。
标识（Identification）：占16位，用于标识数据包的唯一性。
标志（Flags）：占3位，其中一位为0，另外两位用于数据报分片（不分片、后续分片、首个分片）。
分片偏移量（Fragment Offset）：占13位，表示数据报分片的位置。
生存时间（Time to Live）：占8位，表示数据报在网络中传输的最大跳数。
协议（Protocol）：占8位，表示该报文数据部分使用的协议类型，如TCP、UDP或ICMP等。
首部校验和（Header Checksum）：占16位，用于确保IP首部是否在传输过程中被修改。
源地址（Source Address）：占32位，表示数据包发送方的IP地址。
目标地址（Destination Address）：占32位，表示数据包接收方的IP地址。
选项（Options）：占可变长度，包括记录路由、时间戳等信息。

**当一个数据包超过MTU后，需要将其分片成多个IP数据报进行传输，每个IP数据报都包含其原始数据的一部分。**
每个分片除了最后一个分片外，都需要设置MF（More Fragments）标志为1，表示该分片不是最后一个分片。
每个分片除了最后一个分片外，需要设置分片偏移量字段表示该分片的位置，每个分片偏移量必须是8字节的倍数。
最后一个分片的MF标志必须设置为0，表示这是最后一个分片。
每个分片必须保留原始IP数据报的一定头部，例如，源地址、目标地址、协议类型和标识等，以便接收方重组分片。

分片后，每个IP分片除了IP首部信息外，还包含一个分片首部，包括偏移量、MF标志和分片长度等信息。最后，接收方会将分片进行重组，以恢复原始的数据包。