哈爾濱工業大學

网络安全实验报告

题　　目 捕包软件的使用与实现

专　　业 计算机科学与技术

学　　号 7203610316

学　　生 符兴

指 导 教 师 王彦

一、实验目的

理解捕包程序捕包过程，可以自己编程捕包并从数据包中解析出需要的信息。

二、实验内容

1. 熟练使用 sniffer 或 wireshark 软件，对协议进行还原（能够找访问网页的四元组）；只需要写报告，不需要在实验课检查。

2. 利用 libpcap 或 winpcap 进行编程，能够对本机的数据包进行捕获分析（比如将本机所有数据包的四元组写到指定文件），按照自己的设想撰写需求分析和详细设计。（实验课检查程序）

三、实验过程

（一）使用 wireshark 软件对协议进行还原

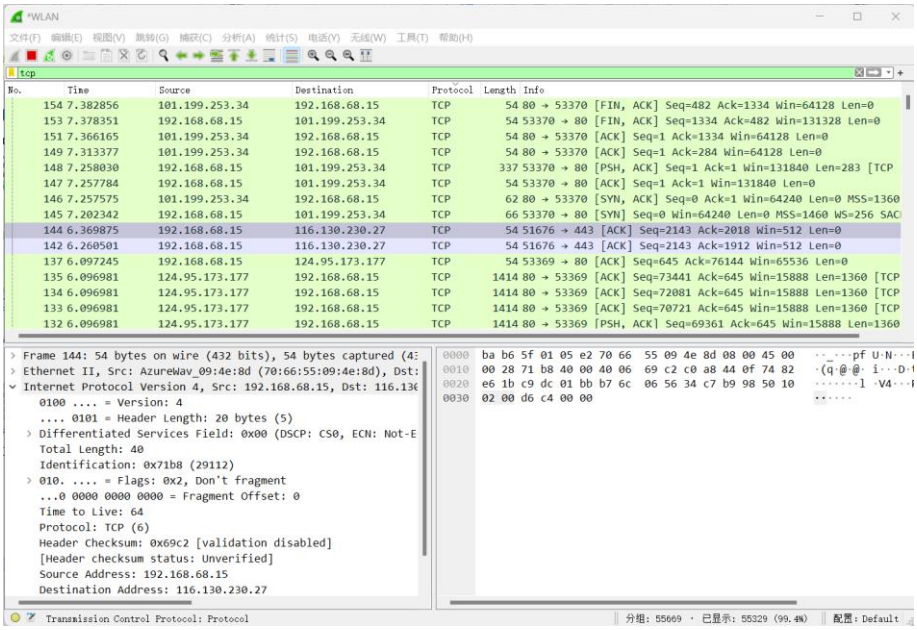
实验基本信息：

实验环境：Windows10 x64

WireShark2.6.4

1. 捕包并分析四元组

(1) TCP 分析



截图中这个 TCP 数据包，源 IP 为 192.168.68.15，目的 IP 为 116.130.230.27，源端口为 51676，目的端口为 443。

分析：

以太网头部：

前 6 个字节 ba:b6:5f:01:05:e2 为目的主机 MAC，往后 6 个字节 70:66:55:09:4e:8d 为源主机 MAC，

往后 2 个字节为上层协议，0x0800 表示 IPv4 协议；

以太网头部结束，现在是 ip 头部：

往后 1 个字节 0x45 表示 IP 版本为 4，头部长度为 5，往后 1 个字节为区分服务，0x00 表示默认， 往后 2 个字节为总长度，0x0028 = 40，

往后 2 个字节为 id，值为 0x71b8，

往后 2 个字节为标志位+片偏移，值为 0x4000，

往后 1 个字节为 TTL，值为 0x40 = 64，

往后 1 个字节为上层协议，0x06 表示 TCP 协议，

往后 2 个字节为头部校验和，值为 0x69c2，

往后 4 个字节为源 ip 地址 ，转换为 10 进制就是 192.168.68.15，

往后 4 个字节为目的 ip 地址，转换为 10 进制就是 116.130.230.27；

ip 头部结束，现在是 TCP 头部：

往后 2 个字节为源端口 0xc9dc = 51676，

往后 2 个字节为目的端口 0x01bb = 443，

往后 4 个字节为 seq = 0xb76c0656，

往后 4 个字节为 ack = 0x34c7b998，

往后 1 个字节中前四位为头部长度 为 5，

往后 1 个字节中的后 6 位为标志位，分别为 010000，

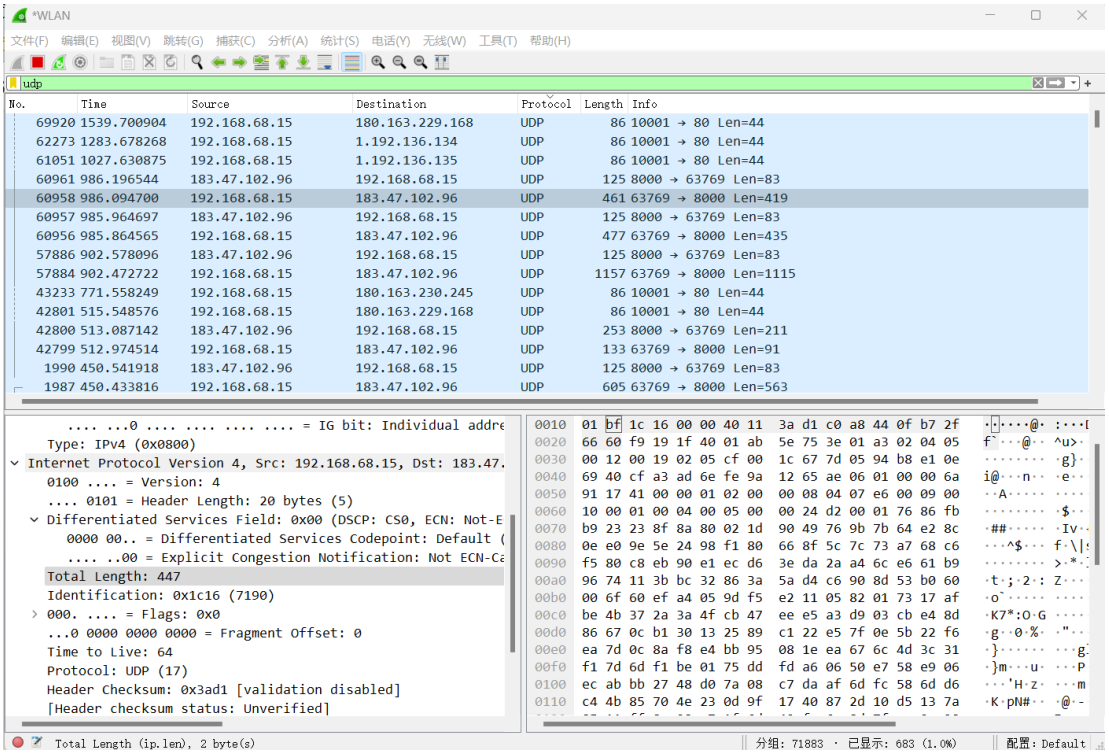
往后 2 个字节为窗口大小 0x0200 = 512，

往后 2 个字节为校验和 0xd6c4，

往后 2 个字节为紧急指针 0x0000；

TCP 头部结束，接下来是数据。

(2) UDP 分析



截图中这个 UDP 数据包，源 IP 为 192.168.68.15，目的 IP 为 183.47.102.96，源端口为 63769，目的端口为 8000。

分析：

以太网头部：

前 6 个字节 ba:b6:5f:01:05:e2 为目的主机 MAC，往后 6 个字节 70:66:55:09:4e:8d 为源主机 MAC，

往后 2 个字节为上层协议，0x0800 表示 IPv4 协议；

以太网头部结束，现在是 ip 头部：

往后 1 个字节 0x45 表示 IP 版本为 4，头部长度为 5，

往后 1 个字节为区分服务，0x00 表示默认，

往后 2 个字节为总长度，0x01bf = 447，

往后 2 个字节为 id，值为 0x1c16，

往后 2 个字节为标志位+片偏移，值为 0x0000，

往后 1 个字节为 TTL，值为 0x40 = 64，

往后 1 个字节为上层协议，0x11 表示 UDP 协议，

往后 2 个字节为头部校验和，值为 0x3ad1，

往后 4 个字节为源 ip 地址，转换为 10 进制就是 192.168.68.15，

往后 4 个字节为目的 ip 地址，转换为 10 进制就是 116.130.230.27；

ip 头部结束，现在是 UDP 头部：

往后 2 个字节为源端口 0xf917 = 63769，

往后 2 个字节为目的端口 0x1f40 = 8000，

往后 2 个字节为长度 0x01ab = 427

往后 2 个字节为校验和 0x5e75

UDP 头部结束，往后是数据部分。

（二）利用 libpcap 编写捕包软件

实验环境：Ubuntu16.04 x64

编程语言：C 语言

1. 需求分析

本程序需要运用 libpcap 来捕获本机数据包，并获取数据包中的四元组，将其展示给用户。

程序功能：

(1)捕获本机数据包（可以自定义过滤条件）；

(2)逐层解析数据包，获得 IPv4 数据包的源 ip、目的 ip、源端口、目的端口；

(3)将上述四元组写入文件（每次运行程序都新生成一个文件）。

2. 环境配置

直接终端执行安装：

Sudo apt install libpcap-dev

3. 数据结构设计

由于是逐层解析以太网数据帧，所以需要准备至少三种数据结构：以太网数据帧头、IPv4 数据报头、传输层报文头。具体如下：

数据结构的定义原则：1 字节数据定义为 u_char，2 字节数据定义为 u_short，其他 2 的倍数字节的数据（MAC 地址和 IP 地址）定义为 u_char 数组（TCP 的序列号和 ack 定义为 u_int，因为它们的表现形式就是一个数字，但地址我们通常是一个一个字节分开解析的）。

(1) 以太网数据帧头

```
// 以太网数据帧头部结构体
struct ethernet
{
    u_char eth_dsthost[ETHERNET_ADDR_LEN]; // 以太网MAC目的地址
    u_char eth_srchost[ETHERNET_ADDR_LEN]; // 以太网MAC源地址
    u_short eth_type;                      // 协议类型
};
```

(2) IPv4 数据报头

```
// IPv4报文头部结构体
struct ip
{
    u_char ip_hlv;              // 版本号+头部长度
    u_char ip_tos;              // 区分服务
    u_short ip_len;             // IP数据报长度
    u_short ip_id;              // 标识
    u_short ip_foff;            // 标志3位+片偏移13位
    u_char ip_ttl;              // 生存时间
    u_char ip_pro;              // 协议
    u_short ip_checksum;        // 首部校验和
    u_char ip_src[IP_ADDR_LEN]; // 源IP地址
    u_char ip_dst[IP_ADDR_LEN]; // 目的IP地址
};
```

(3) TCP 报文头

```
// TCP报文头
struct tcp
{
    u_short tcp_srcport;  // 源端口号
    u_short tcp_dstport;  // 目的端口号
    u_int tcp_seq;        // 序列号
    u_int tcp_ack;        // 确认号
    u_char tcp_headlen;   // 4位头部长度+4位保留
    u_char tcp_flag;      // 2保留位+6位标志位
    u_short tcp_win;      // 窗口大小
    u_short tcp_checksum; // 校验和
    u_short tcp_urp;      // 紧急指针
};
```

(4) UDP 报文头

```
// UDP报文头部结构体
struct udp
{
    u_short udp_srcport;  // 源端口号
    u_short udp_dstport;  // 目的端口号
    u_short udp_len;      // 总长度
    u_short udp_checksum; // 校验和
};
```

4. 回调函数设计

(1)创建以太网帧头、IP 数据报帧头的数据结构，然后对捕获的数据报进行解析；其中，以太网帧头 14 字节，IP 数据报帧头根据首部长度字段的值乘以 4B 进行确定。其中，由于 IP 地址可能为 ipv6，所以使用 64 位进行存储网络地址转换后的结果。

```
// 解析以太网帧头
parseEthernet(&tmpE, datagram);
fprintf(filePtr, "src_mac: ");
for (int i = 0; i < 6; i++)
{
    fprintf(filePtr, " %02x", tmpE.eth_srchost[i]);
}
fprintf(filePtr, "\n");
fprintf(filePtr, "dst_mac: ");
for (int i = 0; i < 6; i++)
{
    fprintf(filePtr, " %02x", tmpE.eth_dsthost[i]);
}
fprintf(filePtr, "\n");
// 解析IP帧头
parseIp(&tmpIP, datagram);
char ip[64];
memset(&ip,0,64);
/// 输出的是点分表示
inet_ntop(AF_INET, &tmpIP.ip_src, ip, 64);
fprintf(filePtr, "src_ip: %s \n", ip);

memset(&ip,0,64);
inet_ntop(AF_INET, &tmpIP.ip_dst, ip, 64);
fprintf(filePtr, "dst_ip: %s \n", ip);
```

(2)在解析完 IP 数据报的首部信息后可以通过协议字段判断 IP 数据报往下报文的协议，其中程序只判断 TCP 和 UDP 的报文。TCP 的协议为 0x06，UDP 的协议为 0x11；获得协议号后根据相关的解析程序对其进行解析。

```
// 根据协议选择分析报文
if(tmpIP.ip_pro == 6){
    struct tcp tmpTCP;
    parseTcp(&tmpTCP,datagram);
    fprintf(filePtr, "src_port[TCP]: %u\n", tmpTCP.tcp_srcport);
    fprintf(filePtr, "dst_port[TCP]: %u\n", tmpTCP.tcp_dstport);
}else if(tmpIP.ip_pro == 17){
    struct udp tmpUDP;
    parseUdp(&tmpUDP,datagram);
    fprintf(filePtr, "src_port[UDP]: %u\n", tmpUDP.udp_srcport);
    fprintf(filePtr, "dst_port[UDP]: %u\n", tmpUDP.udp_dstport);
}

fprintf(filePtr, "\n");
```

5. 主函数设计

第一步：使用 pcap_findalldevs()函数来获取网络设备。此步不用 pcap_lookupdev() 是因为官方并不推荐使用这个函数，有时第一个位置的网卡是一个虚拟网卡，用它进行下面的步骤会出现错误。

第二步：使用 pcap_open_live()函数来获得捕包描述字，由于只需要捕获本机数据包所以设置为非混杂模式。

第三步：如果有过滤条件的话（作为程序运行参数读入），设置过滤条件。

第四步：生成本次捕包的 txt 文件（格式如"capture_yyyy_mm_dd_hh_mm_ss.txt"，capture 后是生成文件的时间），并写入过滤条件和标题栏。

第五步：使用 pcap_loop()函数和回调函数 ethernet_callback()来循环捕包。

6. 编译运行

使用下列命令编译：

gcc pcap.c -Wall -lpcap -o pcap

其中-Wall 参数指打印所有警告信息，-lpcap 用来链接 pcap 库。 使用下列命令运行：

sudo ./pcap

捕包程序在运行时需要 root 权限，否则无法正常打开。

四、实验结果

（一）使用 wireshark 软件对协议进行还原

该部分已经在前面阐述完毕。

（二）利用 libpcap 编写捕包软件

以下为捕包时程序和文件输出：

(1) 设置 TCP 为过滤条件

五、心得体会

1. 进一步掌握了以太网帧、IP 数据报、TCP 数据报以及 UDP 数据报的报文结构、各个字段的具体含义。

2. 深入学习使用 Wireshark 捕获数据包，并完成各层协议内容的分析。

3. 深入学习使用 libpcab 编写数据包的捕获程序，并将其结果输出到指定的文件当中，以便后续分析。