编程实现网络层数据抓包

Data Capture on Network Layer by Programming

This project receiving all the IPV4 data packages on network layer of the local host, printing the message of *head* and *data* of the package. The network traffic is monitored and displayed dynamically.

英才学院 2011 级 1 班

刘北北

学号：2011019060027

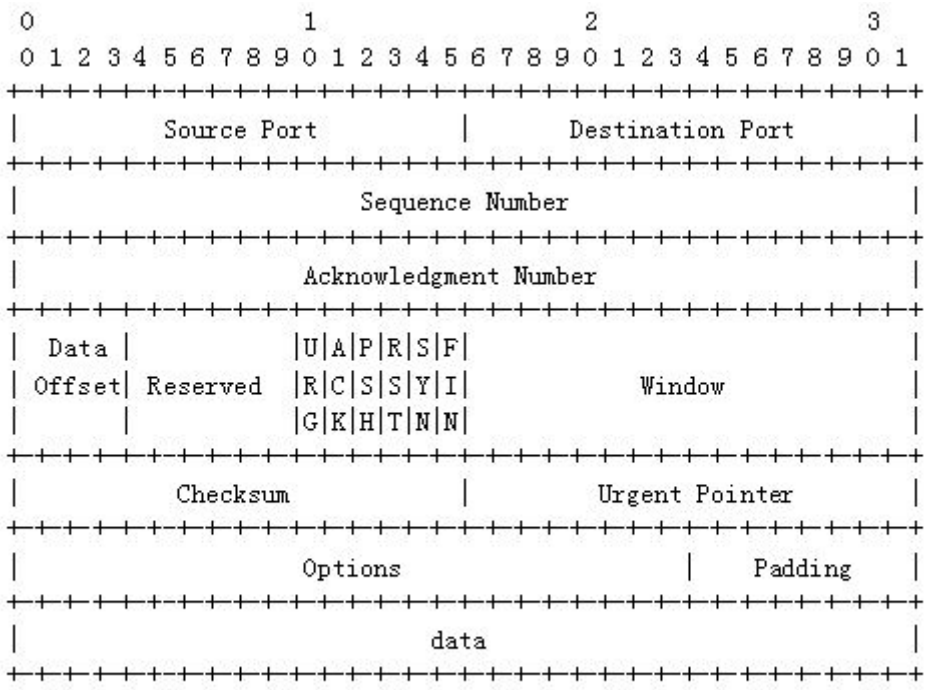
主要内容：1.接收本机网络层所有 IPv4 数据分组，打印数据分组头部信息和数据信息。

2.动态统计展示网络流量。

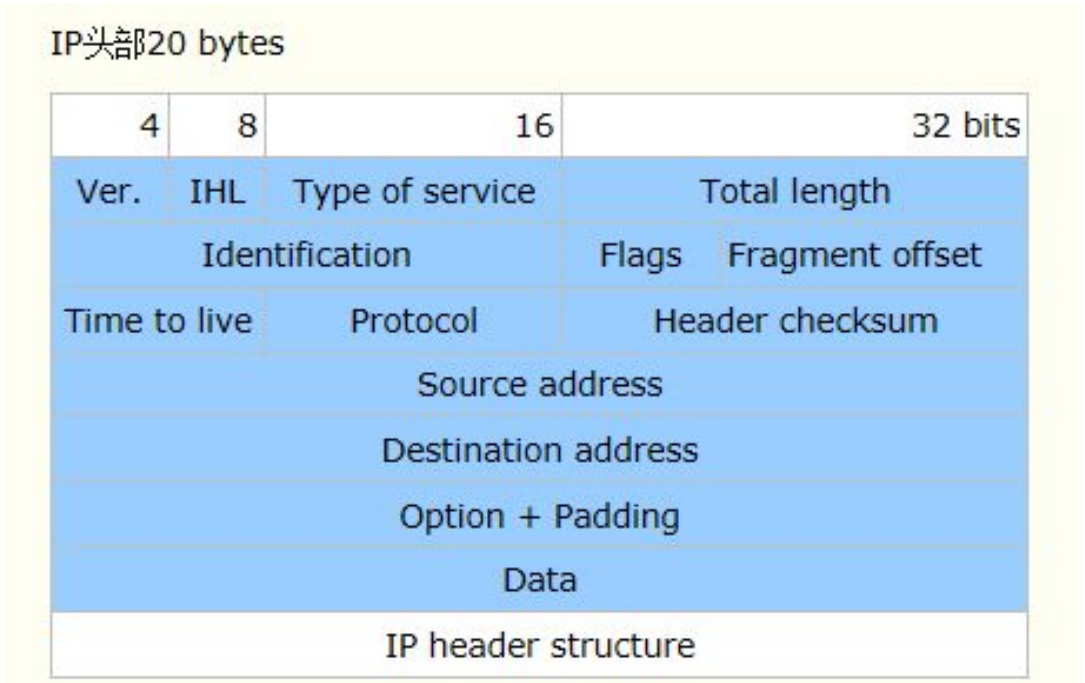
3.按应用层协议类型，简单统计展示数据包流量。

一、基本原理：

TCP 头部：



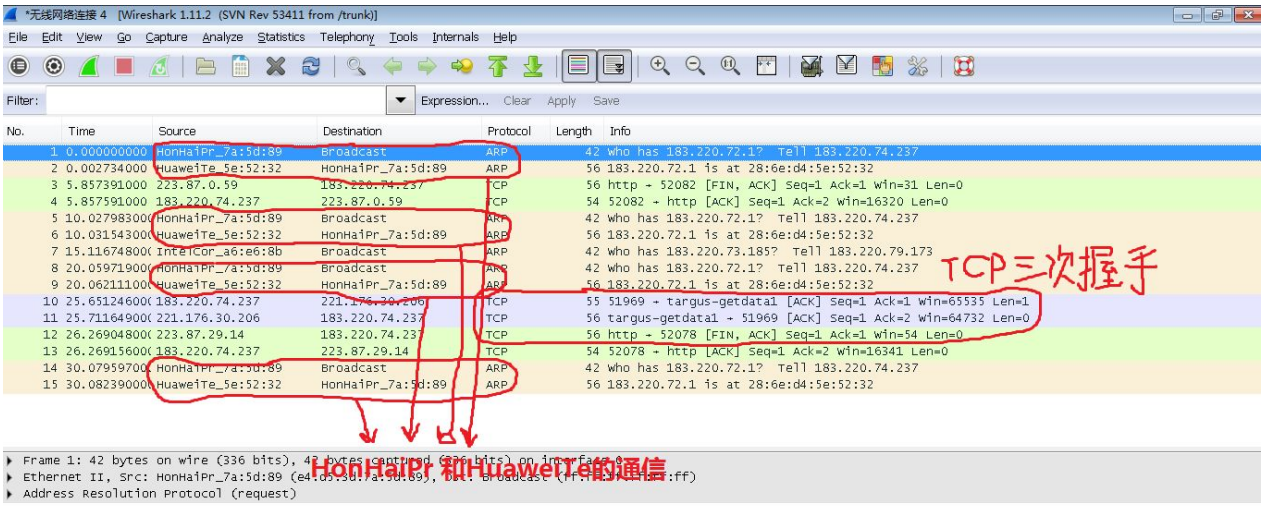
TCP 包头格式

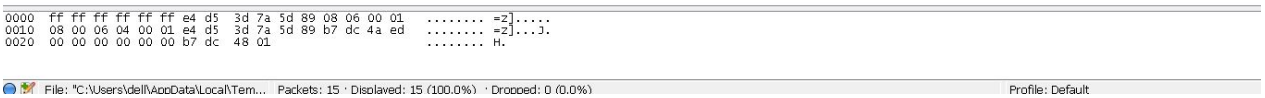


二、wireshark 软件抓包：

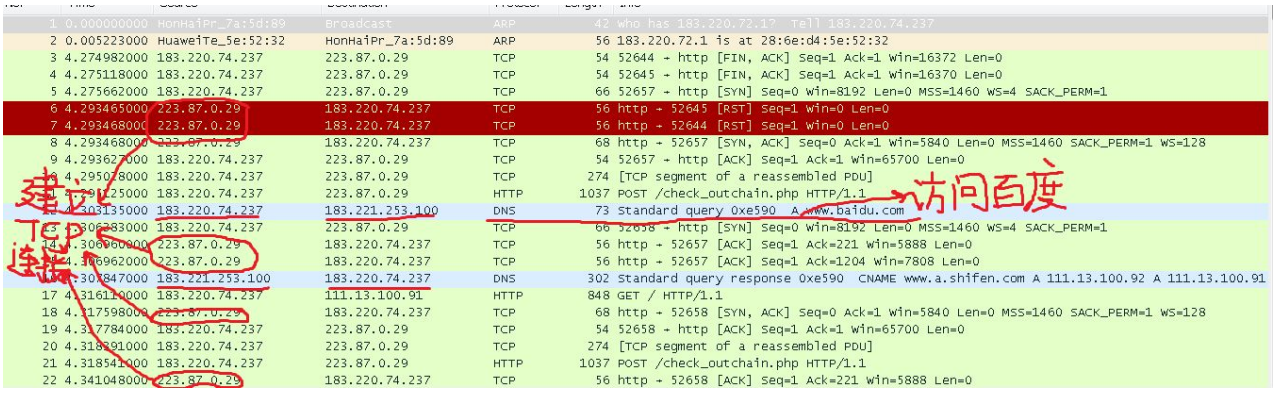
Wireshark（前称 Ethereal）是一个网络封包分析软件。网络封包分析软件的功能是撷取网络封包，并尽可能显示出最为详细的网络封包资料。【来自百度百科】

刚连上网，我本人没有做任何操作时：





用浏览器打开百度页面的时候：



三、编程：

1.先定义结构数组，确定 TCP、IP、UDP、ICMP 各协议的帧头部的各个字节内容：

```
typedef struct tcpheader //tcp头部：TCP协议头最少20个字节，包括以下的区域：
{
    unsigned short int sport;    //source address：TCP源端口：16位初始化通信的端口。源端口和源IP地址的作用是标示报文的返回地址。
    unsigned short int dport;     //destination address：TCP目的端口：16位,定义传输的目的，指明包文接收计算机上的应用程序地址接口。
    unsigned int th_seq;          //sequence number：TCP序列号，32位。
    unsigned int th_ack;          //acknowledge number：TCP应答号。32位的序列号由接收端计算机使用，重组分段的包文成最初形式。
                                 //如果设置了ACK控制位，这个值表示一个准备接收的包的序列码。
    unsigned char th_x2:4;         //header length：数据偏移量,4位包括TCP头大小，指示何处数据开始。
    unsigned char th_off:4;      //reserved:保留,6位值域，这些位必须是0。为了将来定义新的用途所保留。
    unsigned char  th_flag;      //6位标志域 flags: URG ACK PSH RST SYN FIN
    unsigned short int th_win;     //window size：16位，用来表示想收到的每个TCP数据段的大小。
    unsigned short int th_sum;     //check sum：16位校验位。
    unsigned short int th_urp;     //urgent pointer：16位，指向后面是优先数据的字节，在URG标志设置了时才有效。
}TCP_HDR;

struct ipheader //ip头部
{
    unsigned char h_lenver;               //version & header length：指定IP协议的版本号&包头长度
    unsigned char ip_tos;                //tos(Type of Service)服务类型

    unsigned short int ip_len;            //total length 包长度

    unsigned short int ip_id;            //id:每一个IP封包都有一个16位的唯一识别码
                                        //是封包进行重组的时候的依据
    unsigned short int ip_off;            //offset:分段偏移,封包进行分段的时候会为各片段做好定位记录,以便在重组的时候就能够对号入座
    unsigned char ip_ttl;                //time to live:生存时间字段设置了数据报可以经过的最多路由器数,表示数据包在网络上生存多久。
    unsigned char ip_p;                   //protocal:该封包所使用的网络协议类型
    unsigned short int ip_sum;            //check sum
    unsigned int ip_src;                 //source address
    unsigned int ip_dst;                 //destination address
}IP_HDR;
```

```
typedef struct udphdr //udp头部
{
    unsigned short sport;                //source port
    unsigned short dport;                //destination port
    unsigned short len;                    //UDP length
    unsigned short cksum;                //check sum(include data)
} UDP_HDR;

typedef struct icmphdr //icmp头部:Internet Control Message Protocol(Internet控制报文协议)
{
    unsigned short sport;
    unsigned short dport;
    BYTE i_type;
    BYTE i_code;
    USHORT i_cksum;
    USHORT i_id;
    USHORT i_seq;
    ULONG timestamp;
}ICMP_HDR;
```

2. 定义 TCP 标志位：

```
//定义TCP的标志位
char TcpFlag[6]={'F','S','R','P','A','U'};
/*   * F : FIN - 结束; 结束会话
     * S : SYN - 同步; 表示开始会话请求
     * R : RST - 复位;中断一个连接
     * P : PUSH - 推送; 数据包立即发送
     * A : ACK - 应答
     * U : URG - 紧急
     * E : ECE - 显式拥塞提醒回应
     * W : CWR - 拥塞窗口减少
  */
```

3. WSA 初始化，获得主机名，并配置地址信息：

```
 //WSA初始化，并建立套接字sock,其中AF_INET代表的是IPv4协议
WSAStartup(MAKEWORD(2,1),&wsd);
if((sock = socket(AF_INET, SOCK_RAW, IPPROTO_IP))==SOCKET_ERROR)
{
    exit(0);
}

//调用gethostname获得主机名，并通过主机名获得包含主机名和地址信息的hostent结构指针
/*struct hostent
{       char FAR * h_name;
        char FAR * FAR * h_aliases;
        short h_addrtype;
        short h_length;
        char FAR * FAR * h_addr_list;
  };*/
char FAR name[MAX_HOSTNAME_LAN];
gethostname(name, MAX_HOSTNAME_LAN);
struct hostent FAR * pHostent;
pHostent = (struct hostent * )malloc(sizeof(struct hostent));
pHostent = gethostbyname(name);


//配置地址信息
SOCKADDR_IN sa;
sa.sin_family = AF_INET;
sa.sin_port = htons(6000);
memcpy(&sa.sin_addr.S_un.S_addr, pHostent->h_addr_list[0], pHostent->h_length);
//从sa.sin_addr.S_un.S_addr所指的内存地址的起始位置开始拷贝pHostent->h_length个字节，
//到pHostent->h_addr_list[0]所指的内存地址的起始位置中
//即将配置好的地址放入pHostent相应的位置中
```

4. 套接字与地址绑定，并定义报头指针：

```
 //将套接字sock和地址sa绑定
bind(sock, (SOCKADDR *)&sa, sizeof(sa));


if ((WSAGetLastError())==10013) //试图使用被禁止的访问权限去访问套接字
exit(0);

WSAIoctl(sock, SIO_RCVALL, &optval, sizeof(optval), NULL, 0, &dwBytesRet, NULL, NULL);

//定义了指向那些协议对应的头部的指针，并初始化
struct udphdr *pUdpheader;
struct ipheader *pIpheader;
struct tcpheader *pTcpheader;
 struct icmphdr *pIcmpheader;

char szSourceIP[MAX_ADDR_LEN], szDestIP[MAX_ADDR_LEN];//源IP和目的IP
SOCKADDR_IN saSource, saDest;

pIpheader = (struct ipheader *)RecvBuf; //指针初始化
pTcpheader = (struct tcpheader *)(RecvBuf+ sizeof(struct ipheader ));
pUdpheader = (struct udphdr *) (RecvBuf+ sizeof(struct ipheader ));
pIcmpheader = (struct icmphdr *) (RecvBuf+ sizeof(struct ipheader ));

int iIphLen = sizeof(unsigned long) * ( pIpheader->h_lenver & 0x0f );
```

5. 抓包前的准备：

```
//开始抓包前的准备工作：
while (1)
{
    //把RecvBuf清零
    memset(RecvBuf, 0, sizeof(RecvBuf));
    recv(sock, RecvBuf, sizeof(RecvBuf), 0);

    //将按照网络字节顺序存储的源IP地址缀到szSourceIP后
    saSource.sin_addr.s_addr = pIpheader->ip_src;  //s_addr是按照网络字节顺序存储IP地址
    strncpy(szSourceIP, inet_ntoa(saSource.sin_addr), MAX_ADDR_LEN);

    //将按照网络字节顺序存储的目的IP地址缀到szDestIP后
    saDest.sin_addr.s_addr = pIpheader->ip_dst;
    strncpy(szDestIP, inet_ntoa(saDest.sin_addr), MAX_ADDR_LEN);

    //计算将网络字节转化为主机字节后的各个协议头部长度
    lenip=ntohs(pIpheader->ip_len);
    lentcp =(ntohs(pIpheader->ip_len)-(sizeof(struct ipheader)+sizeof(struct tcpheader)));
    lenudp =(ntohs(pIpheader->ip_len)-(sizeof(struct ipheader)+sizeof(struct udphdr)));
    lenicmp =(ntohs(pIpheader->ip_len)-(sizeof(struct ipheader)+sizeof(struct icmphdr)));
```

6. 确认协议符合要求，开始抓包：

```
//确认IP头部的协议类型是IPPROTO_TCP，且头部长度不为零，就可以开始抓包了！
 if((pIpheader->ip_p)==IPPROTO_TCP&&lentcp!=0)
{

    pCount++; //计数：正在抓第几个数据包
    dataip=(unsigned char *) RecvBuf;
    datatcp=(unsigned char *) RecvBuf+sizeof(struct ipheader)+sizeof(struct tcpheader); //data
    entity_content[65535]=*datatcp;

    //打印数据包字节数据：
    //之前已经通过套接字sock将这些头部与本地地址连接，获取了这些协议头部的信息，现在只需要打出来即可

    printf("\n####################数据包[%i]=%d字节数据####################",pCount,lentcp);
    printf("\n********************IP协议头部**********************\n");
    printf("标识:%i\n",ntohs(pIpheader->ip_id));
    printf("总长度:%i\n",ntohs(pIpheader->ip_len));
    printf("偏移量:%i\n",ntohs(pIpheader->ip_off));
    printf("生存时间:%d\n",pIpheader->ip_ttl);
    printf("服务类型:%d\n",pIpheader->ip_tos);
    printf("协议类型:%d\n",pIpheader->ip_p);
    printf("检验和:%i\n",ntohs(pIpheader->ip_sum));
    printf("源IP地址:%s ",szSourceIP);
    printf("\n目的IP地址:%s ",szDestIP);
    printf("\n*****************TCP协议头部******************\n");
    printf("源端口:%i\n",ntohs(pTcpheader->sport));
    printf("目的端口:%i\n",ntohs(pTcpheader->dport));
    printf("序列号:%i\n",ntohs(pTcpheader->th_seq));
    printf("应答号:%i\n",ntohs(pTcpheader->th_ack));
    printf("检验和:%i\n",ntohs(pTcpheader->th_sum));
    printf("标志位：");
    unsigned char FlagMask=1;
    int f=0,n=0,i5=0;
```

标志位的打印比较特殊：

```
printf("检验和:%i\n",ntohs(pTcpheader->th_sum));
printf("标志位：");
unsigned char FlagMask=1;
int t=0,p=0,i5=0;
int lenhttp=0;
for(k=0;k<6;k++) //打印标志位时，用了FlagMask类似掩码的作用
{
     if((pTcpheader->th_flag)&FlagMask)
       printf("%c",TcpFlag[k]);
     else
       printf(" ");
     FlagMask=FlagMask<<1;
 }
```

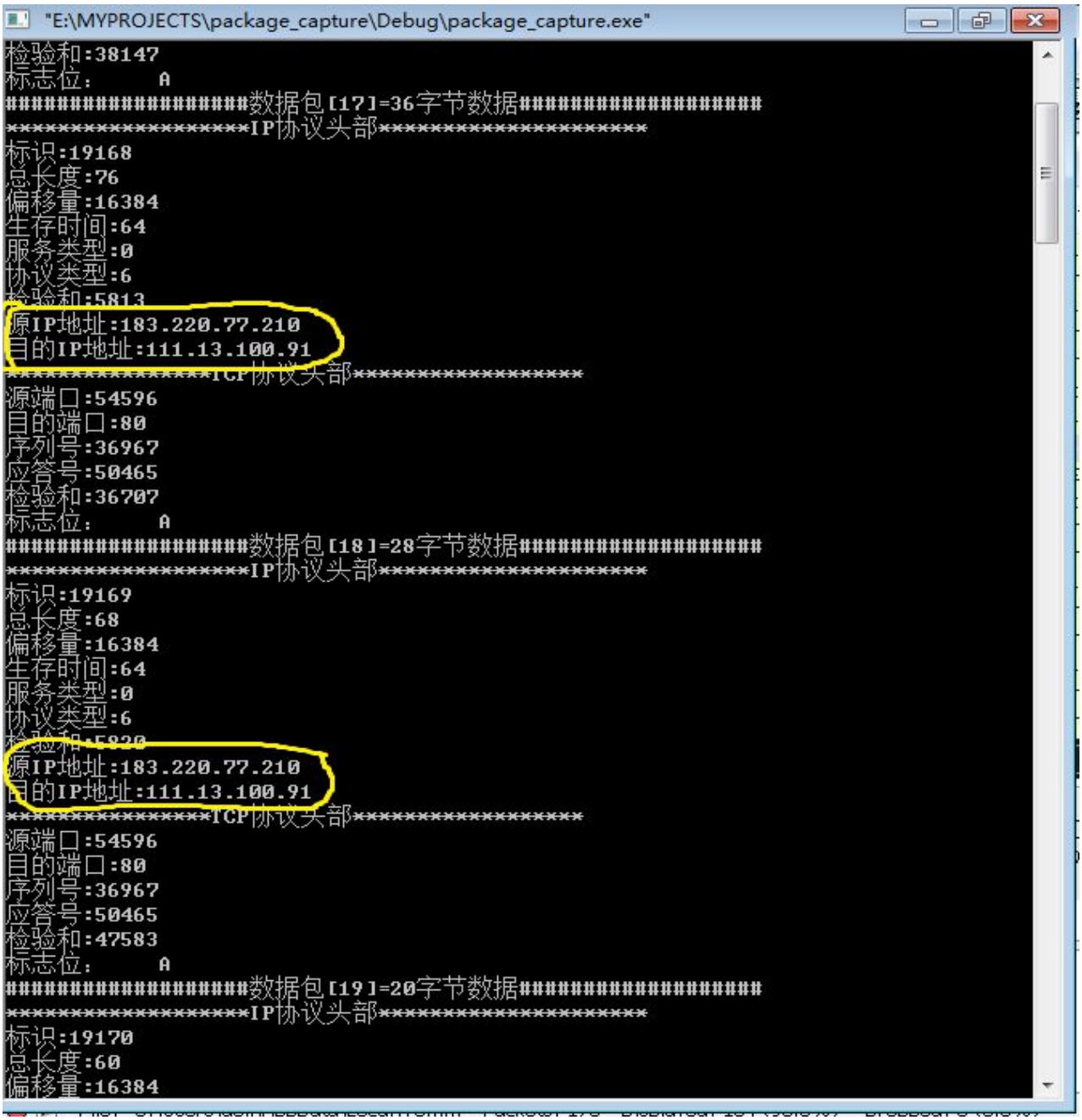
8. 运行结果：

由于网络数据交换比较快，不管是抓包软件还是程序都很快运行大量的数据，因此对程序加了小改动，

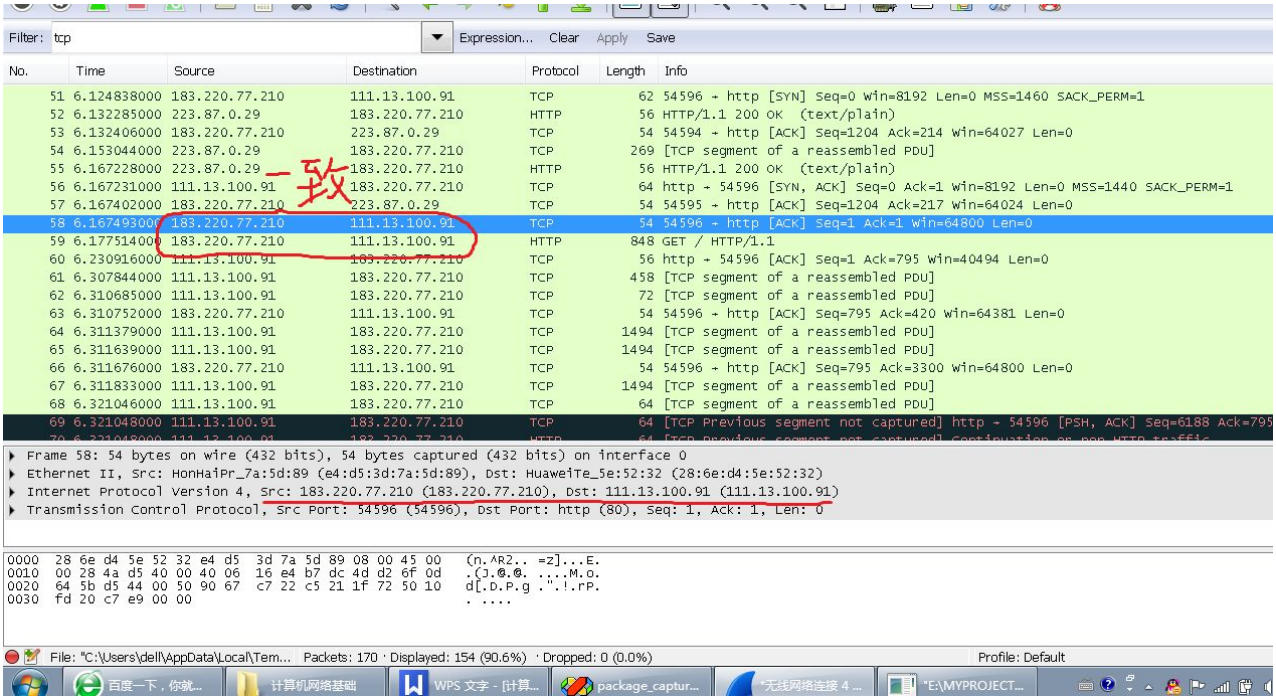
将 while（1）改为了 for 循环，设置有限运行次数。

```
//开始抓包前的准备工作：
//while (1)
int cont;
for(cont=0;cont<50;cont++)
{
    //把RecvBuf清零
    memset(RecvBuf, 0, sizeof(Rec
```

运行结果如下：



与 wireshark 抓包软件结果一致：



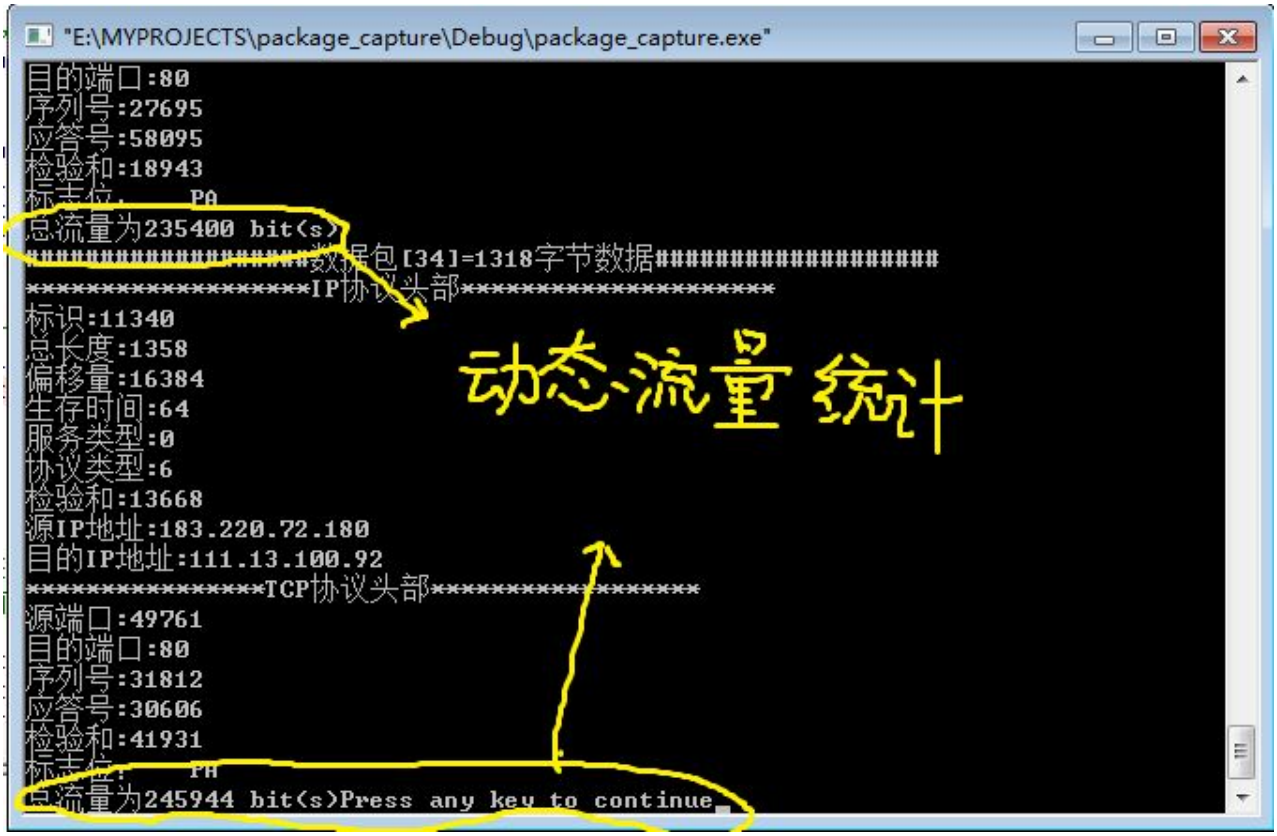
9. 流量统计：

增加一个统计流量的变量 bit_total，将所有的 lentcp 累计求和，在所有包抓完后输出总比特数。

```
//统计流量
static long int bit_total=0;
bit_total+=lentcp;

printf("\n总流量为%d bit(s)",bit_total*8);
```

结果为：



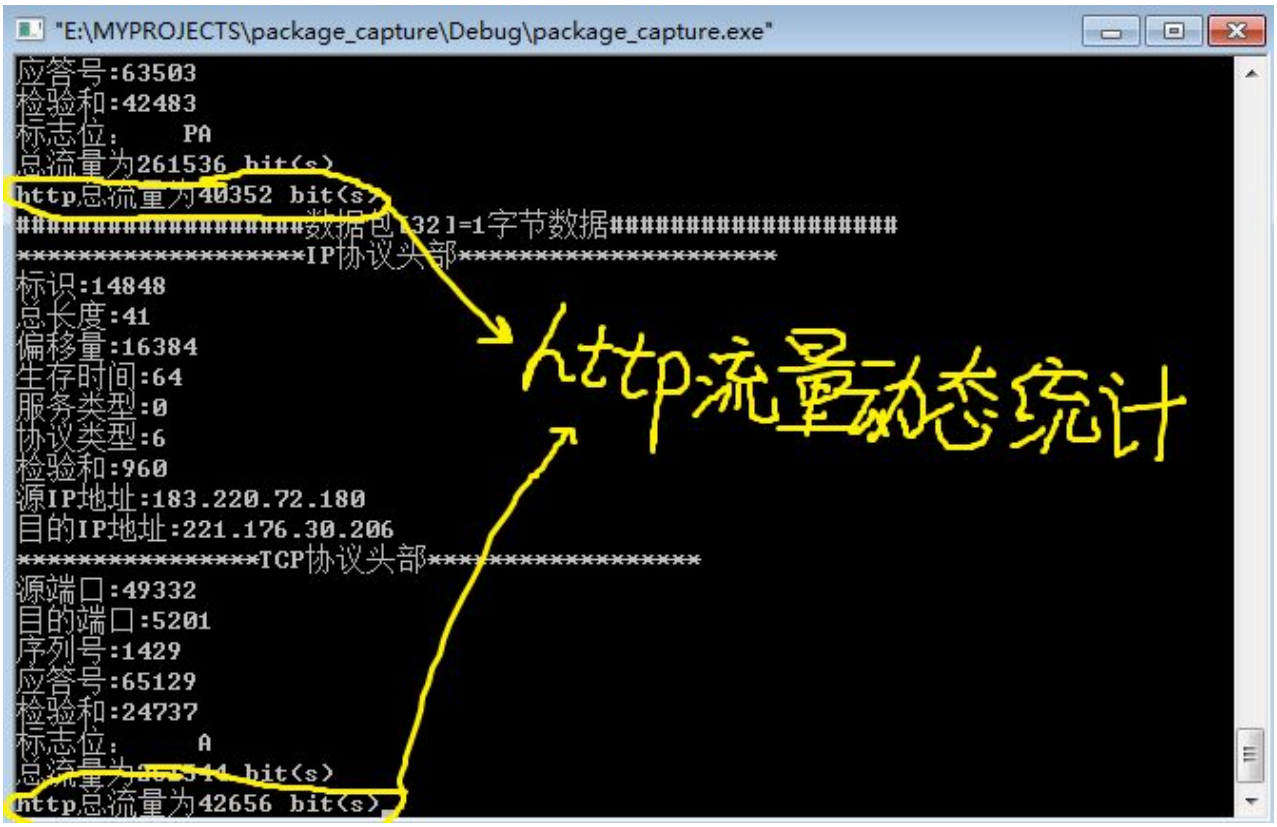
10. 按协议种类分类统计流量：

即增加一个判断协议类型的过程。在 TCPhead 中有 dport 和 sport 成员，表明目的端口号和源端口号。可以通过端口号特征判断协议类型。例如，在统计 http 协议的流量时，只有 TCPhead 中 dport 或 sport 成员是 80 时该协议时才累加。

```
//统计流量
static long int bit_total=0;
bit_total+=lentcp;

//统计http流量
static long int bit_total_http=0;
bit_total_http+=lenhttp;

//如果源端口和目的端口至少有一个是80号,说明是http协议的包
if(ntohs(pTcpheader->sport)==80||ntohs(pTcpheader->dport)==80)
    for(j=0;j<lentcp;j++)
    {
        //检测http协议:
        if( *(datatcp+j)==0x0d&&*(datatcp+j+1)==0x0a&&*(datatcp+j+2)==0x0d&&*(datatcp+j+3)==0x0a)
        {
            lenhttp=j;
            bit_total_http+=lenhttp;
            break;
        }
     }
```



【体会与收获】：

1. 通过本次实验，我初步了解了网络抓包的原理和方法，对网络协议也有了深一步的认识。尤其对加“头部”的概念有深刻领会。有的时候只有亲自写代码才能深入理解其中微妙。

2. 由于第一次接触，代码是从互联网上下载的，但经过仔细学习推敲，认真理解，有很大收获，并且能够根据题目要求适当改进，实现了功能，在模仿中学习进步。

3. 网络抓包是一种了解网络运行状况的很好手段，wireshark 以及其他类似软件有很多功能，等待我进一步学习后使用。

4. 第一次作业我用的是 linux 操作系统（在 windows 上搭的虚拟机），由于虚拟机影响电脑速度，这次使用的 windows 系统，发现从目前的水平来看，其实不同的操作系统 API 不同，编程实现功能的时候基本原理还是类似的。Windows 有一些自身的函数，如 WAS……windows 和 linux 的具体区别还有待进一步学习摸索。

【附：源代码】：

```
#include <StdAfx.h>
```

```
#include <winsock2.h>
#include <windows.h>
#include <ws2tcpip.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

#define MAX_HOSTNAME_LAN 255
#define SIO_RCVALL _WSAIOW(IOC_VENDOR,1)
#define MAX_ADDR_LEN 16
#pragma comment(lib,"WS2_32.lib")


typedef struct tcpheader //tcp 头部：TCP 协议头最少 20 个字节，包括以下的区域：
{
    unsigned short int sport;    //source address：TCP 源端口：16 位初始化通信的端口。源端口和源 IP 地址的作用是标示报文的返回地址。
    unsigned short int dport;      //destination address：TCP 目的端口：16 位,定义传输的目的，指明包文接收计算机上的应用程序地址接口。
    unsigned int th_seq;           //sequence number：TCP 序列号，32 位。
    unsigned int th_ack;           //acknowledge number：TCP 应答号。32 位的序列号由接收端计算机使用，重组分段的包文成最初形式。
    //如果设置了 ACK 控制位，这个值表示一个准备接收的包的序列码。
    unsigned char th_x2:4;            //header length: 数据偏移量,4 位包括 TCP 头大小，指示何处数据开始。
    unsigned char th_off:4;      //reserved:保留,6 位值域，这些位必须是 0。为了将来定义新的用途所保留。
    unsigned char   th_flag;      //6 位标志域 flags: URG ACK PSH RST SYN FIN
    unsigned short int th_win;      //window size :16 位 ,用来表示想收到的每个 TCP 数据段的大小。
    unsigned short int th_sum;      //check sum：16 位校验位。
```

```
    unsigned short int th_urp;        //urgent pointer：16 位，指向后面是优先数据的字节，在 URG
标志设置了时才有效。
}TCP_HDR;

struct ipheader //ip 头部
{
    unsigned char h_lenver;                  //version & header length：指定 IP 协议的版本号&包
头长度
    unsigned char ip_tos;                    //tos(Type of Service)服务类型

    unsigned short int ip_len;               //total length  包长度

    unsigned short int ip_id;                //id:每一个 IP 封包都有一个 16 位的唯一识别码
    //是封包进行重组的时候的依据
    unsigned short int ip_off;               //offset:分段偏移,封包进行分段的时候会为各片段做好
定位记录,以便在重组的时候就能够对号入座
    unsigned char ip_ttl;                    //time to live:生存时间字段设置了数据报可以经过的最多
路由器数,表示数据包在网络上生存多久。
    unsigned char ip_p;                      //protocal:该封包所使用的网络协议类型
    unsigned short int ip_sum;               //check sum
    unsigned int ip_src;                     //source address
    unsigned int ip_dst;                     //destination address
}IP_HDR;

typedef struct udphdr //udp 头部
{
    unsigned short sport;                    //source port
    unsigned short dport;                    //destination port
    unsigned short len;                      //UDP length
    unsigned short cksum;                    //check sum(include data)
} UDP_HDR;
```

```
typedef struct icmphdr //icmp 头部:Internet Control Message Protocol(Internet 控制报文协议)
{
      unsigned short sport;
      unsigned short dport;
      BYTE i_type;
      BYTE i_code;
      USHORT i_cksum;
      USHORT i_id;
      USHORT i_seq;
      ULONG timestamp;
}ICMP_HDR;

int main(int argc, char* argv[])
{
    SOCKET sock;
    WSADATA wsd;
    char RecvBuf[65535] = {0};
    char entity_content[65535]={0};
    char temp[65535]= {0};
    DWORD    dwBytesRet;
    int pCount=0;
    unsigned int    optval = 1;
    unsigned char *dataip=NULL;
    unsigned char *datatcp=NULL;
    unsigned char *dataudp=NULL;
     unsigned char *dataicmp=NULL;
    int lentcp=0, lenudp,lenicmp,lenip;
    int k;
    //定义 TCP 的标志位
    char TcpFlag[6]={'F','S','R','P','A','U'};
    /*   * F : FIN -  结束;  结束会话
         * S : SYN -  同步;  表示开始会话请求
         * R : RST -  复位;中断一个连接
         * P : PUSH -  推送;  数据包立即发送
         * A : ACK -  应答
         * U : URG -  紧急
```

```
    * E : ECE -  显式拥塞提醒回应

    * W : CWR -  拥塞窗口减少
 */

 //WSA 初始化，并建立套接字 sock,其中 AF_INET 代表的是 IPv4 协议
WSAStartup(MAKEWORD(2,1),&wsd);
if((sock = socket(AF_INET, SOCK_RAW, IPPROTO_IP))==SOCKET_ERROR)
{
    exit(0);
}

//调用 gethostname 获得主机名，并通过主机名获得包含主机名和地址信息的 hostent 结构指针
/*struct hostent
{          char FAR * h_name;
           char FAR * FAR * h_aliases;
           short h_addrtype;
           short h_length;
           char FAR * FAR * h_addr_list;
  };*/
char FAR name[MAX_HOSTNAME_LAN];
gethostname(name, MAX_HOSTNAME_LAN);
struct hostent FAR * pHostent;
pHostent = (struct hostent * )malloc(sizeof(struct hostent));
pHostent = gethostbyname(name);


//配置地址信息
SOCKADDR_IN sa;
sa.sin_family = AF_INET;
sa.sin_port = htons(6000);
memcpy(&sa.sin_addr.S_un.S_addr, pHostent->h_addr_list[0], pHostent->h_length);
//从 sa.sin_addr.S_un.S_addr 所指的内存地址的起始位置开始拷贝 pHostent->h_length 个字节,

//到 pHostent->h_addr_list[0]所指的内存地址的起始位置中

//即将配置好的地址放入 pHostent 相应的位置中


 //将套接字 sock 和地址 sa 绑定
```

```
bind(sock, (SOCKADDR *)&sa, sizeof(sa));


if ((WSAGetLastError())==10013) //试图使用被禁止的访问权限去访问套接字
exit(0);

WSAIoctl(sock, SIO_RCVALL, &optval, sizeof(optval), NULL, 0, &dwBytesRet, NULL, NULL);

//定义了指向那些协议对应的头部的指针，并初始化
struct udphdr *pUdpheader;
struct ipheader *pIpheader;
struct tcpheader *pTcpheader;
 struct icmphdr *pIcmpheader;

char szSourceIP[MAX_ADDR_LEN], szDestIP[MAX_ADDR_LEN];//源 IP 和目的 IP
SOCKADDR_IN saSource, saDest;

pIpheader = (struct ipheader *)RecvBuf; //指针初始化
pTcpheader = (struct tcpheader *)(RecvBuf+ sizeof(struct ipheader ));
pUdpheader = (struct udphdr *) (RecvBuf+ sizeof(struct ipheader ));
pIcmpheader = (struct icmphdr *) (RecvBuf+ sizeof(struct ipheader ));

int iIphLen = sizeof(unsigned long) * ( pIpheader->h_lenver & 0x0f );


//开始抓包前的准备工作：
//while (1)
int cont;
for(cont=0;cont<50;cont++)
{
    //把 RecvBuf 清零
    memset(RecvBuf, 0, sizeof(RecvBuf));
    recv(sock, RecvBuf, sizeof(RecvBuf), 0);

    //将按照网络字节顺序存储的源 IP 地址缀到 szSourceIP 后
    saSource.sin_addr.s_addr = pIpheader->ip_src;   //s_addr 是按照网络字节顺序存储 IP 地址
    strncpy(szSourceIP, inet_ntoa(saSource.sin_addr), MAX_ADDR_LEN);
```

```
        //将按照网络字节顺序存储的目的 IP 地址缀到 szDestIP 后
        saDest.sin_addr.s_addr = pIpheader->ip_dst;
        strncpy(szDestIP, inet_ntoa(saDest.sin_addr), MAX_ADDR_LEN);

        //计算将网络字节转化为主机字节后的各个协议头部长度
        lenip=ntohs(pIpheader->ip_len);
        lentcp =(ntohs(pIpheader->ip_len)-(sizeof(struct ipheader)+sizeof(struct tcpheader)));
        lenudp =(ntohs(pIpheader->ip_len)-(sizeof(struct ipheader)+sizeof(struct udphdr)));
        lenicmp =(ntohs(pIpheader->ip_len)-(sizeof(struct ipheader)+sizeof(struct icmphdr)));

        //确认 IP 头部的协议类型是 IPPROTO_TCP，且头部长度不为零，就可以开始抓包了！
         if((pIpheader->ip_p)==IPPROTO_TCP&&lentcp!=0)
        {

            pCount++; //计数：正在抓第几个数据包
            dataip=(unsigned char *) RecvBuf;
            datatcp=(unsigned char *) RecvBuf+sizeof(struct ipheader)+sizeof(struct tcpheader);
//data
            entity_content[65535]=*datatcp;

            //打印数据包字节数据：
            //之前已经通过套接字 sock 将这些头部与本地地址连接，获取了这些协议头部的信息，现
在只需要打出来即可

            printf("\n#######################数据包[%i]=%d 字节数据
######################",pCount,lentcp);
            printf("\n*******************IP 协议头部*********************\n");
            printf("标识:%i\n",ntohs(pIpheader->ip_id));
            printf("总长度:%i\n",ntohs(pIpheader->ip_len));
            printf("偏移量:%i\n",ntohs(pIpheader->ip_off));
            printf("生存时间:%d\n",pIpheader->ip_ttl);
            printf("服务类型:%d\n",pIpheader->ip_tos);
```

```
            printf("协议类型:%d\n",pIpheader->ip_p);

            printf("检验和:%i\n",ntohs(pIpheader->ip_sum));

            printf("源 IP 地址:%s ",szSourceIP);

            printf("\n 目的 IP 地址:%s ",szDestIP);

            printf("\n****************TCP 协议头部******************\n");

            printf("源端口:%i\n",ntohs(pTcpheader->sport));

            printf("目的端口:%i\n",ntohs(pTcpheader->dport));

            printf("序列号:%i\n",ntohs(pTcpheader->th_seq));

            printf("应答号:%i\n",ntohs(pTcpheader->th_ack));

            printf("检验和:%i\n",ntohs(pTcpheader->th_sum));

            printf("标志位：");

            unsigned char FlagMask=1;
            int t=0,p=0,i5=0;
            int lenhttp=0;

            for(k=0;k<6;k++) //打印标志位时，用了 FlagMask 类似掩码的作用

            {
                  if((pTcpheader->th_flag)&FlagMask)
                    printf("%c",TcpFlag[k]);
                  else
                    printf(" ");
                  FlagMask=FlagMask<<1;
             }

        }
    }
    return 0;
}
```

2013 年 12 月 1 日