北京科技大学

# 网络编程学习资料

## 计算机网络课程设计

**作者：周 芳**

**2014/4/15**

# 目　　录

# Winpcap 学习资料

Winpcap 是网络低层开发的重要工具，是在 windows 平台上访问网络数据链路层的开源库，允许应用程序避开网络协议，直接处理数据包。socket 是应用广泛的网络接口，但是 socket 经过了操作系统处理（协议处理），提供的函数接口是剥离网络协议的网络数据；而 winpcap 是直接对原始数据包进行处理，即用户自己对要传输的网络数据按照协议的首部格式进行封装，用户自己完成协议需要封装的内容，操作的是原始数据包。

下面详细介绍 winpcap 的安装和库函数的具体使用。

## 1 Winpcap 安装方法

### 1.1 Winpcap 资料下载

使用 Winpcap 开源库必须下载并安装 WinPcap Driver、DLL 和 wpdpack（developer's pack）。Winpcap 的官方网站上有这两个软件的最新版本。其下载地址是： http://www.winpcap.org/archive/

步骤 1：下载并安装，安装后重启机器。 Winpcap 驱动的安装包(Winpcap_4_1.exe) ；

步骤 2：下载程序员开发包(WpdPack_4_1.zip)，解压后会看到其中包含了 docs、Include、lib、Examples 等文件夹。

winpcap 中文使用手册地址：http://www.ferrisxu.com/WinPcap/html/index.html

Winpcap 功能强大，效率高，使用方便，适应很多平台，通常高校的教学语言都是基于 VC++6.0 版本，有的使用 VS2010 版本，另外，由于 JAVA 对网络编程的良好支持，也有很多编程者使用 JAVA 环境。不同应用程序的 winpcap 的配置如下所述。

# 2 开发环境配置

## 2.1 VC6.0 环境配置

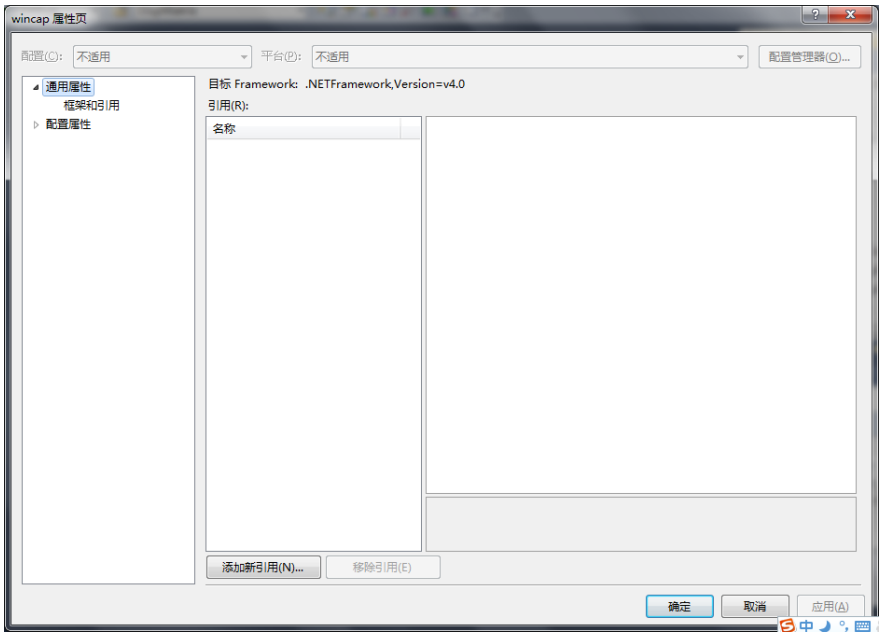
VC++6.0 是初学 C 类语言的教学环境，其配置使用 Winpcap 的步骤如下：

- 步骤 1：在 VC 中设定 Include 目录。打开 VC 菜单，Tools->Option->Directories，在 include files 中添加……\wpdpack\Include 目录（安装 wpdpack 中得到的）；
- 步骤 2：在 VC 中设定 Library 目录，在 Library files 中添加……\wpdpack\Lib 目录；
- 步骤 3：Project->settings->Link，在 Object/library modules 中加上 wpcap.lib。

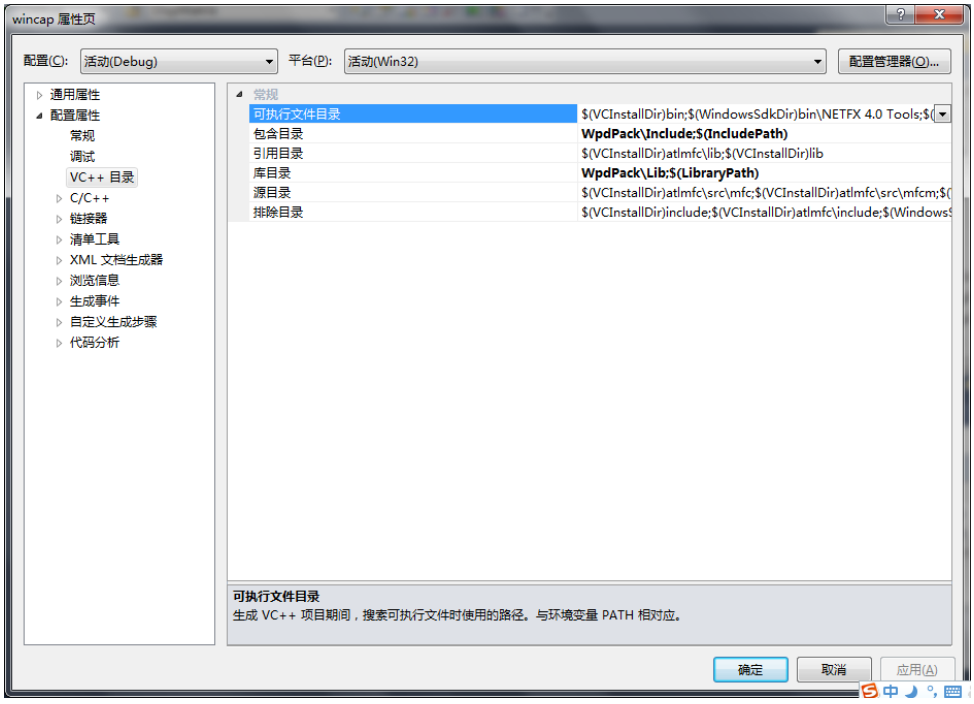
## 2.2 VS2010 环境配置

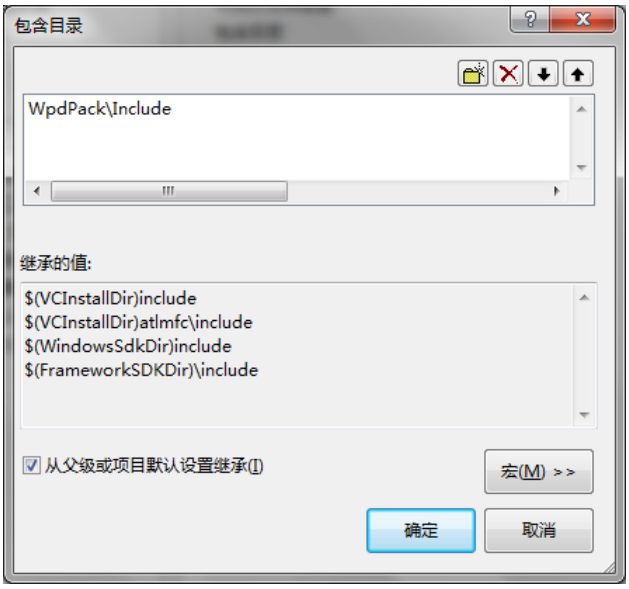
VS2010 是目前项目开发人员习惯使用的开发环境，在该环境中，配置 winpcap 非常方便。

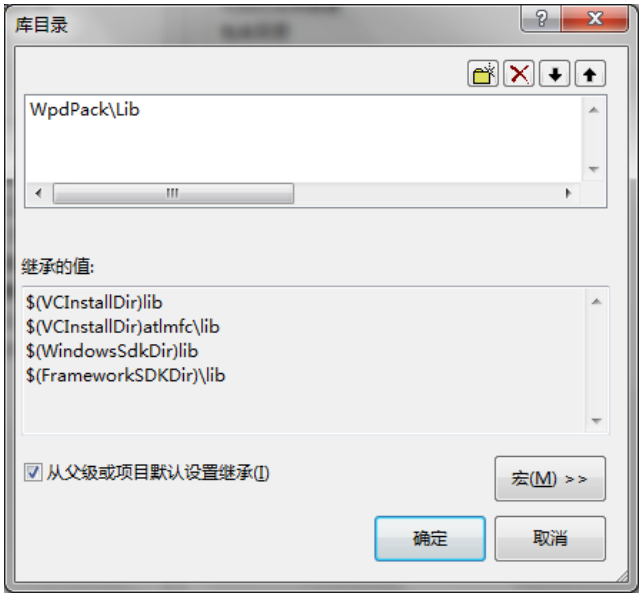
步骤 1：在项目选项卡中点击属性，弹出以下界面：



步骤 2：点击配置属性中的 VC++目录选项，在包含目录和库目录中添加相应的 Include 的文件夹和 Lib 文件夹




步骤3：代码中添加 #pragma comment(lib, "wpcap.lib") 即可。

（如需添加其他.lib,可如上述代码一样，动态添加库）

例如：

```
#include "stdafx.h"
#include "pcap.h"
#include "inc.h"
#include "windows.h"

#pragma comment(lib, "wpcap.lib")
#pragma comment(lib, "ws2_32")
```

# 3 Winpcap 开源库

winpcap 是 win32 平台下进行网络捕获和网络分析的开源库。它避开了操作系统对网络数据的隐藏，直接对数据链路层的数据包进行处理，也就是原始的网络数据进行操作，可以方便的进行网络数据的封装和处理。对已经学过计算机网络网络的组成原理的编程初学人员来讲，使用 winpcap 开发网络应用程序，既能学习网络编程的基本过程，又能在编程过程中加深对网络协议栈的深入理解，是培养计算机网络专业人才的很好的途径之一。

winpcap 提供的基本功能有：

- 捕获经由主机的数据包；
- 根据应用程序提供的规则（程序员自己定义）过滤数据包；
- 发送原始数据包到网络上；
- 统计和手机网络流量信息。

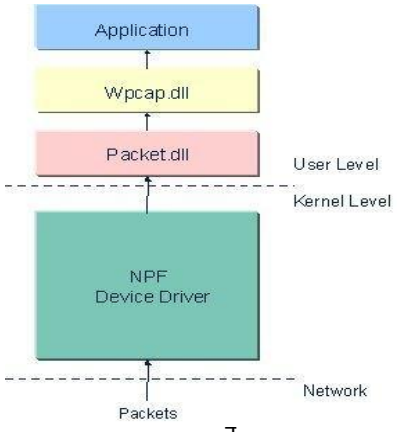
## 3.1 Winpcap 的开发流程

### 3.1.1 Winpcap 概述

Winpcap 包括三个组成部分：

- 第一个模块：内核级的包过滤驱动程序 NPF(Netgroup Packet Filter)
- 第二个模块：低级动态链接库 packet.dll，在 Win32 平台上提供了与 NPF 的一个通用接口
- 第三个模块：用户级的 wpcap.dll，调用 packet.dll 提供的函数提供更高级的功能

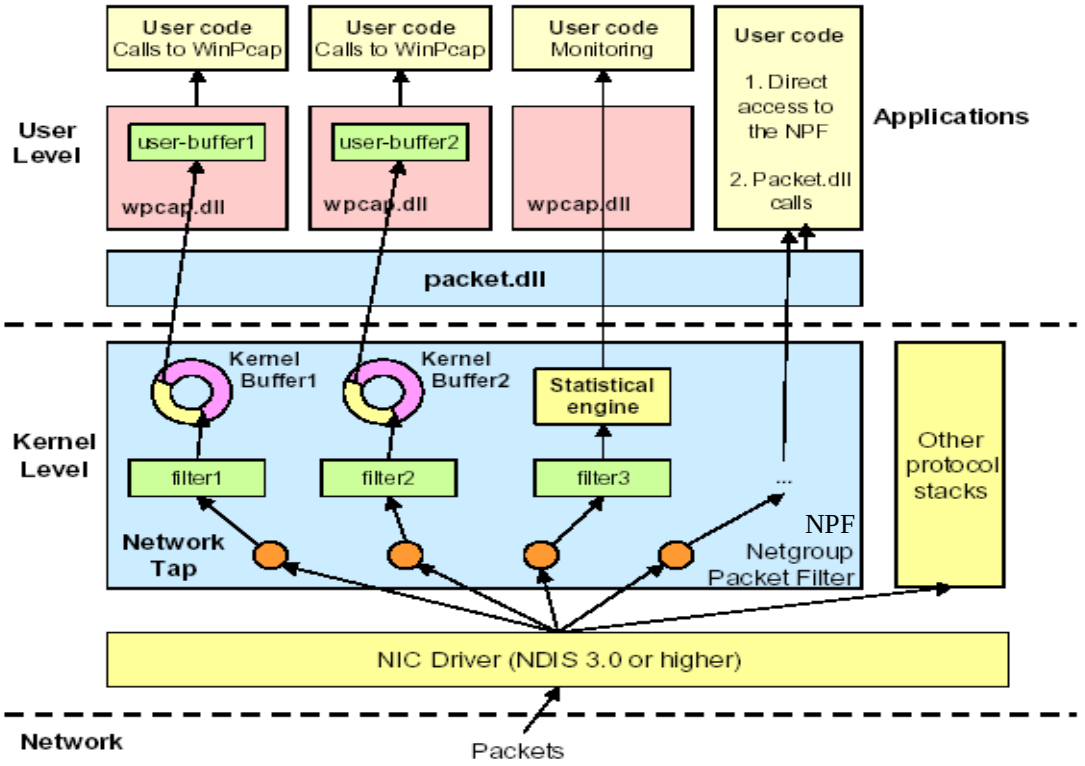
这三个部分的关系如图所示：



第一个模块是网络数据包过滤器（Netgroup Filter，NPF），它是 Winpcap 的核心部分，负责处理网络上传输的数据包，并且对用户级提供捕获、发送和分析等功能。

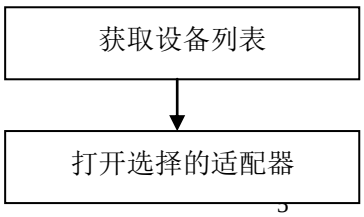
第二个模块 packet.dll 和第三个模块 wpcap.dll 提供了基于用户级的接口函数库。packet.dll 提供了一个底层 API，这些 API 可以直接用来访问内核；wpcap.dll 提供一组更加友好、功能更强大的高层函数库。

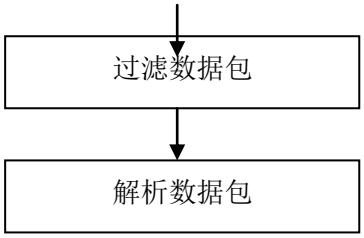
用户编程实现网络捕获功能时，可以直接使用第一个模块的函数，也可以直接使用第二个模块的函数，当然也可以使用第三个模块的函数。应用程序和上述三个模块之间的关系如下图所示。




## 3.1.2 winpcap 的开发流程

winpcap 的开发流程大致如下：






## 3.2 Winpcap 常用基本函数

### 3.2.1 获取设备列表

winpcap 中网络适配器信息用一个结构体 pcap_if_t 描述，其结构定义如下：

```
typedef    struct    pcap_if_t;
struct      pcap_if_t
{     struct pcap_if_t    *next;            //如果不为空，则指向下一个元素
      char     *name;                       //设备名称
      char     *description;                //描述设备
      struct    pcap_addr    *addresses;    //接口地址列表
      bpf_u_int32    flags;                 //
};
```

每个 pcap_if_t 结构包含了一个 pcap_addr 结构的列表：

- **该接口的地址列表**
- **网络掩码的列表（每个网络掩码对应地址列表中的一项）**
- **广播地址的列表（每个广播地址对应地址列表中的一项）**
- **目标地址的列表（每个目标地址对应地址列表中的一项）**

pcap_addr 结构定义如下：

```
typedef    struct    pcap_addr    pcap_addr_t;
struct      pcap_addr
{     struct    pcap_addr    *next;          //如果不为空，则指向下一个元素
      struct    sockaddr    *addr;           //接口 IP 地址
      struct    sockaddr    *netmask;        //接口网络掩码
      struct    sockaddr    *broadaddr;      //接口广播地址
      struct    sockaddr    *dstaddr;        //接口 P2P 目的地址
};
```

- pcap_findalldevs() 函数

Libpcap 提供 pcap_findalldevs() 函数完成查找网络适配器功能，该函数返回本地主机上安装的所有适配器列表。函数返回一个相连的 pcap_if 结构的列表，该列表的每一项包含关于适配器的复杂的信息。

pcap_findalldevs()函数原型如下：

```
int pcap_findalldevs(pcap_if_t    **alldev,          //指向列表的第一个元素，列表
                                                     元素每个都是 pcap_if_t 类型，如果没有
                                                     已连接并打开的适配器，则为 NULL
                     char *errbuf)                   //存储错误信息
```

函数调用成功返回 0，失败返回-1。

例程：

```
    pcap_if_t    *alldevs，*d;
    int    i=0;
   char errbuf[PCAP_ERRBUF_SIZE];
   if (pcap_findalldevs(&alldevs, errbuf) == -1)
   {    fprintf(stderr,"Error in pcap_findalldevs: %s\n", errbuf);
        exit(1);
   }
   for(d=alldevs;d;d=d->next)
   {    printf("%d. %s", ++i, d->name);                    /*  Print  the  list
*/
         if (d->description)
                  printf(" (%s)\n", d->description);
        else
                  printf(" (No description available)\n");
   }
   if (i==0)
     {   printf("\nNo interfaces found! \n");
         return ;
      }
     pcap_freealldevs(alldevs);
```

### 3.2.2 打开/关闭选择的适配器

- 打开适配器 pcap_open_live（）

通过 pcap_findalldevs()找到本地主机上安装的所有网络适配器，选择其中的一个进行网络编程必须打开它，其使用的函数是 pcap_open_live（），其功能是打开本地主机上的网络适配卡，函数原型描述如下：

```
pcap_t    * pcap_open_live ( const char    * device,
                                    int    snaplen,
                                    int    promisc,
                                    int     to_ms,
                                    char    * ebuf )
```

其中的参数说明如下：

const char *device：所选择网络适配器的设备标识（字符串）；
int snaplen： 进行捕获的数据包长度限制；
int promisc： 是否以混杂模式进行捕获；
int to_ms： 捕获数据包能容忍的超时时间；
char *ebuf： 出错信息缓存；

函数 pcap_open_live（）的返回值是 pcap_t 类型的指针，pcap_t 结构体对用户透明，提供了对一个已打开的适配器实例的描述。windows 平台上 pcap_t 的主要成员有（只列举几个重要成员）：

```
typedef    struct    pcap    pcap_t;
struct      pcap
{     ADAPTER     *adapter;
      LPPACKET    Packet;
      int          linktype;                //数据链路层类型
      int          linktype_ext;            // linktype 成员扩展信息
      int          offset;                  //时区偏移
      int          activated;               //捕获准备好否
      struct    pcap_sf    sf;
      struct    pcap_md    md;
      struct    pcap_opt    opt;
      …
};
```

例如：

```
pcap_t *adhandle =    pcap_open_live(d->name,      //适配器名字
                                          65535,      //捕获包最大字节数
```

```
                                    1,          //混杂模式
                                    1000,   //读取超时时间
                                    errbuf );//错误信息保存
```

- 关闭适配器

打开某个网络适配器，使用结束后必须关闭它。关闭适配器的函数是pcap_close（），其函数原型描述如下：

```
void    pcap_close ( pcap_t *p);
```

该函数的参数是 pcap_t 类型的指针。函数执行结果释放掉 p 指向的网络适配器。

### 3.2.3 捕获数据包

捕获数据包通常有两种方式：一种是直接捕获；另一种是回调模式。

- 直接捕获数据包方式

使用 int pcap_next_ex（）直接捕获数据包，其函数原型描述如下：

```
int pcap_next_ex    (    pcap_t    * p,                          //适配器名称
                         struct pcap_pkthdr    ** pkt_header,    //捕获的数据包的首部指针
                         const u_char    ** pkt_data )           //捕获的数据包的数据
```

函数的返回值是整型，各取值的含义如下：

– 1：数据包读取成功；
– 0：如果超时时间到，则 pkt_header 和 pkt_data 都不指向有用的数据包；
– -1：出现错误；
– -2：离线捕获（文件操作）遇到文件尾部的 EOF。

该函数从适配器或脱机文件读取一个数据包。用于接收下一个可用的数据包。pcap_next_ex() 目前只在 Win32 下可用，因为它不是属 libpcap 原始的 API。这意味着含有这个函数的代码将不能被移植到 Unix 上。

其中结构体 pcap_pkthdr 定义如下：

```
struct pcap_pkthdr {
                    struct timeval    ts;          //时间戳
                    bpf_u_int32    caplen;         //当前分组长度
                    bpf_u_int32    len;            //数据包的长度
                    }
```

例程：

```
while ((res = pcap_next_ex(adhandle, &header, &pkt_data)) >= 0)
 {     if (res == 0)
       { continue;                              /* Timeout elapsed */
          }
                                          /* convert the timestamp to readable format */
       ltime = localtime(&header->ts.tv_sec);
       strftime(timestr, sizeof(timestr), "%H:%M:%S", ltime);
        printf("%s, %.6d len:%d\n", timestr, header->ts.tv_usec, header->len);
 }
 if (res == -1)
 { printf("Error reading the packets: %s\n", pcap_geterr(adhandle));
  return -1;
 }
```

- 回调方式捕获数据包

使用 int pcap_loop（）直接捕获数据包，其函数原型描述如下：

```
int pcap_loop (   pcap_t * p,
                  int cnt,
                  pcap_handler   callback,
                  u_char * user )
```

其中 pcap_handler 函数原型定义如下：

```
typedef void (* pcap_handler)
                        ( u_char *user,
                  const struct pcap_pkthdr *pkt_header,
                  const u_char *pkt_data);
```

例程：

```
void    pcap_handler (u_char* user,    const struct pcap_pkthdr* pkt_header,
                              const u_char* pkt_data);
const    struct    pcap_pkthdr    *header, const    u_char    *pkt_data);

int main( )
{      pcap_t    *adhandle;

       pcap_loop( adhanlde, 0, packet_handler, NULL);

       return    0;
}
void    pcap_handler (u_char* user,    const struct pcap_pkthdr* pkt_header,
                              const u_char* pkt_data);
{//捕获的数据包通过该函数回传给应用程序
}
```

### 3.2.4 过滤数据包

Winpcap 提供的常用的过滤数据包的函数：一个是 pcap_compile( )，另一个是 pcap_setfilter( )。

使用 pcap_compile( ) 使用捕获的数据包的过滤。该函数编译一个数据包过滤器，将一个高级的、布尔形式表示的字符串转换成低级的、二进制过滤语句，能够被过滤虚拟机执行。pcap_setfilter() 在核心驱动中将过滤器和捕获过程结合在一起。从这一时刻起，所有网络的数据包都要经过过滤，通过过滤的数据包将被传入应用程序。

```
int pcap_compile    (    pcap_t *    p,
                         struct bpf_program    * fp,
                         char *    str,                    //过滤表达式
                         int    optimize,                  //控制是否对最终生成的字节码优化
                         bpf_u_int32    netmask )          //需捕获数据包的 IPV4 掩码

int pcap_setfilter    (    pcap_t *    p,                  //
                    struct    bpf_program    * fp    )     //通常是 pcap_compile（）返回的结果
```

其中结构体 bpf_program 定义如下：

```
struct    bpf_program{ u_int    bf_len;                    //BPF 中谓词判断指令的数目
                       struct    bpf_insn      *bf_insns; //指向第一个谓词判断指令
                       };
```

函数 pcap_compile( )执行成功返回 0，否则返回-1。可以调用 pcap_geterr 函数显示所发生的错误信息。

pcap_setfilter( )被调用时，该过滤器被应用到来自网络的所有数据包上，所有符合过滤要求的数据包将会被存储到内核缓冲区中。pcap_setfilter( )函数执行成功返回 0，失败返回-1，调用 pcap_geterr 函数显示所发生的错误信息。

例程：

```
char packet_filter[] = "ip and udp";
 struct bpf_program fcode;
  /* 获取接口地址的掩码，如果没有掩码，认为该接口属于一个 C 类网络 */
if (d->addresses != NULL)
  netmask=((struct sockaddr_in *)
                          (d->addresses->netmask))->sin_addr.S_un.S_addr;
 else    netmask=0xffffff;
```

```
if (pcap_compile(adhandle, &fcode, packet_filter, 1, netmask) <0 )
    {    fprintf(stderr,"\nUnable to compile the filter. Check the syntax.\n");
         pcap_freealldevs(alldevs);
         return -1;
    }
if    (pcap_setfilter(adhandle, &fcode)<0)
    {  fprintf(stderr,"\nError setting the filter.\n");
       pcap_freealldevs(alldevs);
        return -1;
    }
```

**pcap_compile**（）中的过滤表达式由一个或多个原语组成。原语通常由一个id（名称或者数字）和在它前面的一个或几个修饰符组成。有 3 种不同的修饰符：

**类型**　指明 id 名称或者数字指的是哪种类型

可能是 host，net 和 port。例如　“host foo”、“net 128.3”、“port 20”。如果没有类型修饰符，缺省为 host。

**方向**　指明向和/或 从 id 传输等方向的修饰符

可能的方向有 src、dst、src or dst 和 src and dst。例如“src foo”、“dst net 128.3”、“src or dst port ftp-data”。如果缺省为 src or dst。

**协议**　指明符合特定协议的修饰符

目前的协议包括 ether、fddi、ip、ip6、arp、rarp、tcp 和 udp 等。 例如“ether src foo”、 “arp net 128.3”。

如果没有协议修饰符，则表示声明类型的所有协议。

例如“src foo”表示“（ip or arp or rarp） src foo”

“port 53”表示“（tcp or udp） port 53”。

编译并设置过滤器过滤函数的实例如下：

```
if (d->addresses != NULL)
                                        /*  获取接口第一个地址的掩码  */
netmask=((struct sockaddr_in *)(d->addresses->netmask))->sin_addr.S_un.S_addr;
else
                /*  如果这个接口没有地址，那么我们假设这个接口在 C 类网络中  */
netmask=0xffffff;

                                        //编译过滤器规则
```

```
if (pcap_compile(adhandle, &fcode, "ip and tcp", 1, netmask) < 0)
{
fprintf(stderr,"nUnable to compile the packet filter. Check the syntax.n");
/* 释放设备列表 */
pcap_freealldevs(alldevs);
return -1;
}

                                                    //设置过滤器
if (pcap_setfilter(adhandle, &fcode) < 0)
{
fprintf(stderr,"nError setting the filter.n");
/* 释放设备列表 */
pcap_freealldevs(alldevs);
return -1;
}
```

### 3.2.5 发送数据包

Winpcap 提供两种方式发送数据包，一种是单个数据包单独发送，一次发送一个数据包；另一种是连续发送，将待发送的数据包放在发送队列中，按照队列顺序挨个发送。

- 使用 pcap_sendpacket（）发送单个数据包

打开适配器后，调用 pcap_sendpacket( )函数来发送一个手写的数据包。pcap_sendpacket()用一个包含要发送的数据的缓冲区、该缓冲区的长度和发送它的适配器作为参数。注意该缓冲区是不经任何处理向外发出的，这意味着，如果想发些有用的东西的话，应用程序必须产生正确的协议头。

```
int   pcap_sendpacket ( pcap_t   * p,          //已经打开的适配器
                        u_char   * str,        //要发送数据包的内容
                        int   optimize)        //发送数据包的长度
```

例程：

```
u_char   packet[100];
if((fp = pcap_open_live(argv[1], 100, 1, 1000, error) ) == NULL)
{    fprintf(stderr,"\nError opening adapter: %s\n", error);
     return;
}
```

```
    packet[0…5]=1;          /* Supposing to be on ethernet, set mac destination to
                                    1:1:1:1:1:1 */
    packet[6…11]=2;                 /* set mac source to 2:2:2:2:2:2 */
    for(i=12;i<100;i++)             /* Fill the rest of the packet */
      {   packet[i]=i%256;
      }
    pcap_sendpacket ( fp,   packet, 100);   /* Send down the packet */
```

一个完整的打开适配器，发送数据包的例子如下：

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <pcap.h>

void main(int argc, char **argv)
{
pcap_t *fp;
char errbuf[PCAP_ERRBUF_SIZE];
u_char packet[100];
int i;

/* 检查命令行参数的合法性 */
if (argc != 2)
{
printf("usage: %s interface (e.g. 'rpcap://eth0')", argv[0]);
return;
}

/* 打开输出设备 */
if ( (fp= pcap_open(argv[1],                // 设备名
                    100,                    // 要捕获的部分 (只捕获前 100 个字节)
    PCAP_OPENFLAG_PROMISCUOUS,          // 混杂模式
                    1000,                   // 读超时时间
                    NULL,                   // 远程机器验证
                    errbuf                  // 错误缓冲
                    ) ) == NULL)
{
fprintf(stderr,"nUnable to open the adapter. %s is not supported by WinPcapn",
    argv[1]);
    return;
}

/* 假设在以太网上，设置 MAC 的目的地址为 1:1:1:1:1:1 */
```

```
packet[0]=1;
packet[1]=1;
packet[2]=1;
packet[3]=1;
packet[4]=1;
packet[5]=1;

/* 设置 MAC 源地址为 2:2:2:2:2:2 */
packet[6]=2;
packet[7]=2;
packet[8]=2;
packet[9]=2;
packet[10]=2;
packet[11]=2;

/* 填充剩下的内容 */
for(i=12;i<100;i++)
{
packet[i]=i%256;
}

/* 发送数据包 */
if (pcap_sendpacket(fp, packet, 100 /* size */) != 0)
{
fprintf(stderr,"nError sending the packet: n", pcap_geterr(fp));
return;
}

return;
}
```

- 使用发送队列

pcap_sendpacket( ) 提供了一种简单而直接的方法来发送单个数据包，而 send_queue( ) 则提供了一种更高级，结构更优的方法来发送一组数据包。发送队列是一个容器，它能容纳不同数量的数据包，这些数据包将被发送到网络上。队列的大小表示存储的数据包最大数量。 打开适配器后，调用 send_queue_trasmit( )函数来发送一个队列中的数据包。

发送队列中的关键结构体 pcap_send_queue( )定义如下：

```
typedef  struct  pcap_send_queue (  u_int  maxlen;    //队列最大长度（字节数）
                                    u_int  len;        //队列当前字节数
                                    char  *buffer;     //储存待发数据包的缓冲区
                                 ) pcap_send_queue;
```

发送队列分 4 个步骤：

- ◆ 发送队列创建
- ◆ 发送队列添加数据包
- ◆ 发送队列
- ◆ 销毁发送队列，释放内存空间

- 发送队列创建函数 pcap_sendqueue_alloc()

```
pcap_send_queue *pcap_sendqueue_alloc ( u_int  memsize)
                                        //参数 memsize 是队列的大小（字节为单位）
```

函数执行成功则返回所分配队列的内存指针，否则返回 NULL。在设置内存空间大小的 memsize 参数时，应注意它包括每个数据包头信息结构体（struct pcap_pkthdr）所占用空间。例如：

squeue=pcap_sendqueue_alloc(unsigned int)(( packetlen + sizeof ( struct pcap_pkthdr)) *npacks));

上述例子中，packetlen 为数据包的长度，sizeof ( struct pcap_pkthdr) 是每个数据包头信息结构体长度，npacks 是数据包个数。

- 添加数据包函数 pcap_sendqueue_queue( )

发送队列一旦创建，pcap_sendqueue_queue( ) 就可以将数据包添加到发送队列中。该函数的原型如下：

int pcap_sendqueue_queue(pcap_send_queue *queue, const struct pcap_pkthdr *pkt_header, const u_char *pkt_data )

该函数执行成功返回 0，否则返回-1。函数的三个参数分别是：queue 指向 pcap_sendqueue_alloc 函数分配的发送队列；pkt_header 是 winpcap 为每个待发数据包所附加的数据头信息，说明数据包的长度与发送时间戳；pkt_data 为待发数据包。

- 发送队列函数 pcap_sendqueue_transmit( )

发送队列创建和添加完毕后，就可使用 pcap_sendqueue_transmit( )将队列发送出去。该函数原型定义如下：

u_ int　pcap_sendqueue_transmit(pcap_t *p, pcap_send_queue *queue, int sync )

该函数执行成功返回值为实际发送的字节数，如果该值小于希望发送的大小，则表示发送过程中出现错误。函数的 3 个参数的含义如下：p 指向发送数据包的适配器；queue 指向待发送的数据包的队列；sync 为 0 表示尽快发送，不为 0 则根据时间戳发送。

- 释放队列函数 pcap_sendqueue_destroy( )

发送队列结束后，不再需要发送队列时，应使用 pcap_sendqueue_destroy( ) 释放与发送队列有关的所有内存资源，其函数原型如下：

void pcap_sendqueue_destroy( pcap_send_queue　*queue);

使用发送队列发送数据包的完整例子如下所示：

```
                                        /* 分配发送队列 */
squeue = pcap_sendqueue_alloc(caplen);
                                    /* 从文件中将数据包填充到发送队列 */
while ((res = pcap_next_ex( indesc, &pktheader, &pktdata)) == 1)
{ if (pcap_sendqueue_queue(squeue, pktheader, pktdata) == -1)
    { printf("Warning: packet buffer too small, not all the packets will be sent.n");
    break;
    }
  npacks++;
}
if (res == -1)
{   printf("Corrupted input file.n");
    pcap_sendqueue_destroy(squeue);
    return;
}
                                        /* 发送队列 */
cpu_time = (float)clock ();
if ((res = pcap_sendqueue_transmit(outdesc, squeue, sync)) < squeue->len)
{ printf("An error occurred sending the packets: %s. Only %d bytes were sentn",
    pcap_geterr(outdesc), res);
}
cpu_time = (clock() - cpu_time)/CLK_TCK;
```

```
printf ("nnElapsed time: %5.3fn", cpu_time);
printf ("nTotal packets generated = %d", npacks);
printf ("nAverage packets per second = %d", (int)((double)npacks/cpu_time));
printf ("n");
                                                    /* 释放发送队列 */
pcap_sendqueue_destroy(squeue);
```

# 4 分析实例

使用 winpcap 进行网络低层开发的基本步骤和常用函数前面已经做了详细的讲解，本章通过两个个网络捕获的实例来练习怎样具体开发网络程序。

## 3.1 捕获解析 UDP 数据包实例

第一个程序的主要目标是解析所捕获的 UDP 数据包的协议首部。UDP 协议首部非常简单，只有 8 个字节，下层网络层使用 IP 协议，作为入门实例，很容易学习。

实例代码如下：

```
#include "pcap.h"

                                        /* 4 字节的 IP 地址  */
typedef struct ip_address{
        u_char byte1;
        u_char byte2;
        u_char byte3;
        u_char byte4;
}ip_address;

                                            /* IPv4  首部  */
typedef struct ip_header{
        u_char ver_ihl;             // 版本  (4 bits) +  首部长度  (4 bits)
        u_char tos;                 // 服务类型(Type of service)
        u_short tlen;               // 总长(Total length)
        u_short identification;     // 标识(Identification)
        u_short flags_fo;           // 标志位(Flags) (3 bits) +  段偏移量
                                    //(Fragment offset) (13 bits)
        u_char ttl;                 // 存活时间(Time to live)
        u_char proto;               // 协议(Protocol)
        u_short crc;                // 首部校验和(Header checksum)
        ip_address saddr;           // 源地址(Source address)
        ip_address daddr;           // 目的地址(Destination address)
        u_int op_pad;               // 选项与填充(Option + Padding)
    }ip_header;

                                    /* UDP  首部*/
typedef struct udp_header{
        u_short sport;              // 源端口(Source port)
```

```
    u_short dport;              // 目的端口(Destination port)
    u_short len;                // UDP 数据包长度(Datagram length)
    u_short crc;                // 校验和(Checksum)
    }udp_header;

                                        /* 回调函数原型 */
void packet_handler(u_char *param, const struct pcap_pkthdr *header, const u_char
*pkt_data);

main()
{
pcap_if_t *alldevs;
pcap_if_t *d;
int inum;
int i=0;
pcap_t *adhandle;
char errbuf[PCAP_ERRBUF_SIZE];
u_int netmask;
char packet_filter[] = "ip and udp";
struct bpf_program fcode;

                                        /* 获得设备列表 */
if (pcap_findalldevs_ex(PCAP_SRC_IF_STRING, NULL, &alldevs, errbuf) == -1)
{
fprintf(stderr,"Error in pcap_findalldevs: %sn", errbuf);
exit(1);
}

                                        /* 打印列表 */
for(d=alldevs; d; d=d->next)
{
printf("%d. %s", ++i, d->name);
if (d->description)
printf(" (%s)n", d->description);
else
printf(" (No description available)n");
}

if(i==0)
{
printf("nNo interfaces found! Make sure WinPcap is installed.n");
return -1;
}
```

```
printf("Enter the interface number (1-%d):",i);
scanf("%d", &inum);

if(inum < 1 || inum > i)
{
printf("nInterface number out of range.n");
                                                    /* 释放设备列表 */
pcap_freealldevs(alldevs);
return -1;
}

                                                    /* 跳转到已选设备 */
for(d=alldevs, i=0; i< inum-1 ;d=d->next, i++);

                                                    /* 打开适配器 */
if ( (adhandle= pcap_open(d->name,                  // 设备名
                          65536,                    //捕获数据包的长度限制
    PCAP_OPENFLAG_PROMISCUOUS,                      // 混杂模式
                          1000,                     // 读取超时时间
                          NULL,                     // 远程机器验证
                          errbuf)                   // 错误缓冲池
) == NULL)
{
fprintf(stderr,"nUnable to open the adapter. %s is not supported by WinPcapn");
                                                    /* 释放设备列表 */
pcap_freealldevs(alldevs);
return -1;
}

                                                /* 检查数据链路层，只考虑以太网 */
if(pcap_datalink(adhandle) != DLT_EN10MB)
{
fprintf(stderr,"nThis program works only on Ethernet networks.n");
/* 释放设备列表 */
pcap_freealldevs(alldevs);
return -1;
}

if(d->addresses != NULL)
                                                /* 获得接口第一个地址的掩码 */
netmask=((struct sockaddr_in *)(d->addresses->netmask))->sin_addr.S_un.S_addr;
else
                                            /* 如果接口没有地址，那么我们假设一个C类的掩码 */
netmask=0xffffff;
```

```
                                                    //编译过滤器
if (pcap_compile(adhandle, &fcode, packet_filter, 1, netmask) <0 )
{
fprintf(stderr,"nUnable to compile the packet filter. Check the syntax.n");
                                                    /* 释放设备列表 */
pcap_freealldevs(alldevs);
return -1;
}

                                                    //设置过滤器
if (pcap_setfilter(adhandle, &fcode)<0)
{
fprintf(stderr,"nError setting the filter.n");
                                                    /* 释放设备列表 */
pcap_freealldevs(alldevs);
return -1;
}

printf("nlistening on %s...n", d->description);

                                                    /* 释放设备列表 */
pcap_freealldevs(alldevs);

                                                        /* 开始捕捉 */
pcap_loop(adhandle, 0, packet_handler, NULL);

return 0;
}

/* 回调函数，当收到每一个数据包时会被 libpcap 所调用 */
void packet_handler(u_char *param, const struct pcap_pkthdr *header, const u_char
*pkt_data)
{
struct tm *ltime;
char timestr[16];
ip_header *ih;
udp_header *uh;
u_int ip_len;
u_short sport,dport;
time_t local_tv_sec;

/* 将时间戳转换成可识别的格式 */
local_tv_sec = header->ts.tv_sec;
```

```
ltime=localtime(&local_tv_sec);
strftime( timestr, sizeof timestr, "%H:%M:%S", ltime);

/* 打印数据包的时间戳和长度 */
printf("%s.%.6d len:%d ", timestr, header->ts.tv_usec, header->len);

/* 获得 IP 数据包头部的位置 */
ih = (ip_header *) (pkt_data +
14); //以太网头部长度

/* 获得 UDP 首部的位置 */
ip_len = (ih->ver_ihl & 0xf) * 4;
uh = (udp_header *) ((u_char*)ih + ip_len);

/* 将网络字节序列转换成主机字节序列 */
sport = ntohs( uh->sport );
dport = ntohs( uh->dport );

/* 打印 IP 地址和 UDP 端口 */
printf("%d.%d.%d.%d.%d -> %d.%d.%d.%d.%dn",
ih->saddr.byte1,
ih->saddr.byte2,
ih->saddr.byte3,
ih->saddr.byte4,
sport,
ih->daddr.byte1,
ih->daddr.byte2,
ih->daddr.byte3,
ih->daddr.byte4,
dport);
}
```

---

首先，我们将过滤器设置成"ip and udp"。在这种方式下，我们确信 packet_handler()只会收到基于 IPv4 的 UDP 数据包；这将简化解析过程，提高程序的效率。

packet_handler(), 尽管只受限于单个协议的解析（比如基于 IPv4 的 UDP），不过它展示了捕捉器(sniffers)是多么的复杂，就像 TcpDump 或 WinDump 对网络数据流进行解码那样。 因为我们对 MAC 首部不感兴趣，所以我们跳过它。 为了简洁，我们在开始捕捉前，使用了 pcap_datalink() 对 MAC 层进行了检测，以确保我们是在处理一个以太网络。这样，我们就能确保 MAC 首部是 14 位的。

IP 数据包的首部就位于 MAC 首部的后面。我们将从 IP 数据包的首部解析到源 IP 地址和目的 IP 地址。

处理 UDP 的首部有一些复杂，因为 IP 数据包的首部的长度并不是固定的。然而，我们可以通过 IP 数据包的 length 域来得到它的长度。一旦我们知道了 UDP 首部的位置，我们就能解析到源端口和目的端口。

被解析出来的值被打印在屏幕上，形式如下所示：

1. DevicePacket_{A7FD048A-5D4B-478E-B3C1-34401AC3B72F} (Xircom t 10/100 Adapter)
Enter the interface number (1-2):1

listening on Xircom CardBus Ethernet 10/100 Adapter...
16:13:15.312784 len:87 130.192.31.67.2682 -> 130.192.3.21.53
16:13:15.314796 len:137 130.192.3.21.53 -> 130.192.31.67.2682
16:13:15.322101 len:78 130.192.31.67.2683 -> 130.192.3.21.53

## 3.2 打印通过适配器的数据包实例

第二个实例程序将每一个通过适配器的数据包打印出来。仅仅打印经过适配器的数据包的统计信息。

---

```
#include "pcap.h"

/* packet handler 函数原型 */
void packet_handler(u_char *param, const struct pcap_pkthdr *header, const u_char *pkt_data);

main()
{
pcap_if_t *alldevs;
pcap_if_t *d;
int inum;
int i=0;
pcap_t *adhandle;
char errbuf[PCAP_ERRBUF_SIZE];

                                        /* 获取本机设备列表 */
if (pcap_findalldevs_ex(PCAP_SRC_IF_STRING, NULL, &alldevs, errbuf) == -1)
{
fprintf(stderr,"Error in pcap_findalldevs: %sn", errbuf);
exit(1);
}
```

```
                                                    /* 打印列表 */
for(d=alldevs; d; d=d->next)
{
printf("%d. %s", ++i, d->name);
if (d->description)
printf(" (%s)n", d->description);
else
printf(" (No description available)n");
}

if(i==0)
{
printf("nNo interfaces found! Make sure WinPcap is installed.n");
return -1;
}

printf("Enter the interface number (1-%d):",i);
scanf("%d", &inum);

if(inum < 1 || inum > i)
{
printf("nInterface number out of range.n");
                                                    /* 释放设备列表 */
pcap_freealldevs(alldevs);
return -1;
}
                                                    /* 跳转到选中的适配器 */
for(d=alldevs, i=0; i< inum-1 ;d=d->next, i++);

                                                    /* 打开设备 */
if ( (adhandle= pcap_open( d->name,                 // 设备名
                           65536,                   // 数据包的最大长度
    PCAP_OPENFLAG_PROMISCUOUS,                      // 混杂模式
                           1000,                    // 读取超时时间
                           NULL,                    // 远程机器验证
                           errbuf)                  // 错误缓冲池
        ) == NULL)
{
fprintf(stderr,"nUnable to open the adapter. %s is not supported by WinPcapn",
d->name);
                                                    /* 释放设备列表 */
pcap_freealldevs(alldevs);
return -1;
```

```
}
printf("nlistening on %s...n", d->description);

                                                    /* 释放设备列表 */
pcap_freealldevs(alldevs);
                                                    /* 开始捕获 */
pcap_loop(adhandle, 0, packet_handler, NULL);

return 0;
}

                    /* 每次捕获到数据包时，libpcap 都会自动调用这个回调函数 */
void packet_handler(u_char *param, const struct pcap_pkthdr *header, const u_char
*pkt_data)
{
struct tm *ltime;
char timestr[16];
time_t local_tv_sec;
                                                /* 将时间戳转换成可识别的格式 */
local_tv_sec = header->ts.tv_sec;
ltime=localtime(&local_tv_sec);
strftime( timestr, sizeof timestr, "%H:%M:%S", ltime);

printf("%s,%.6d len:%dn", timestr, header->ts.tv_usec, header->len);

}
```

上面的程序将每一个数据包的时间戳和长度从 pcap_pkthdr 的首部解析出来，并打印在屏幕上。

# socket 编程资料

## socket 安装

Windows Socket 是从 UNIX Socket 继承发展而来，最新的版本是 2.2。进行 Windows 网络编程，你需要在你的程序中包含 WINSOCK2.H 或 MSWSOCK.H，同时你需要添加引入库 WS2_32. LIB 或 WSOCK32.LIB。
Socket 编程有阻塞和非阻塞两种，在操作系统 I/O 实现时又有几种模型，包括 Select，WSAAsyncSelect，WSAEventSelect ，IO 重叠模型，完成端口等。要学习基本的网络编程概念，可以选择从阻塞模式开始，而要开发真正实用的程序，就要进行非阻塞模式的编程（很难想象一个大型服务器采用阻塞模式进行网络通信）。在选择 I/O 模型时，我建议初学者可以从 WSAAsyncSelect 模型开始，因为它比较简单，而且有一定的实用性。但是，几乎所有人都认识到，要开发同时响应成千上万用户的网络程序，完成端口模型是最好的选择。

## socket 常见函数