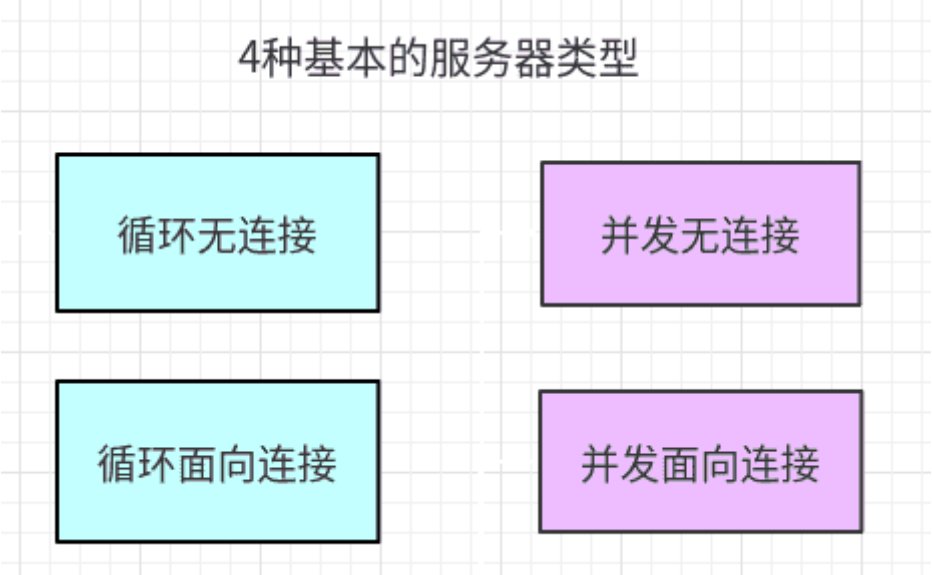
实验内容

开发一个处理一个HTTP请求的Web服务器。这个Web服务器应该接受并解析HTTP请求，然后 从服务器的文件系统获取所请求的文件，按照HTTP响应消息创建一个响应消息。如果请求的文件不在服务器中，则服务器向客户端发送`404 Not Found`报文。

实验过程

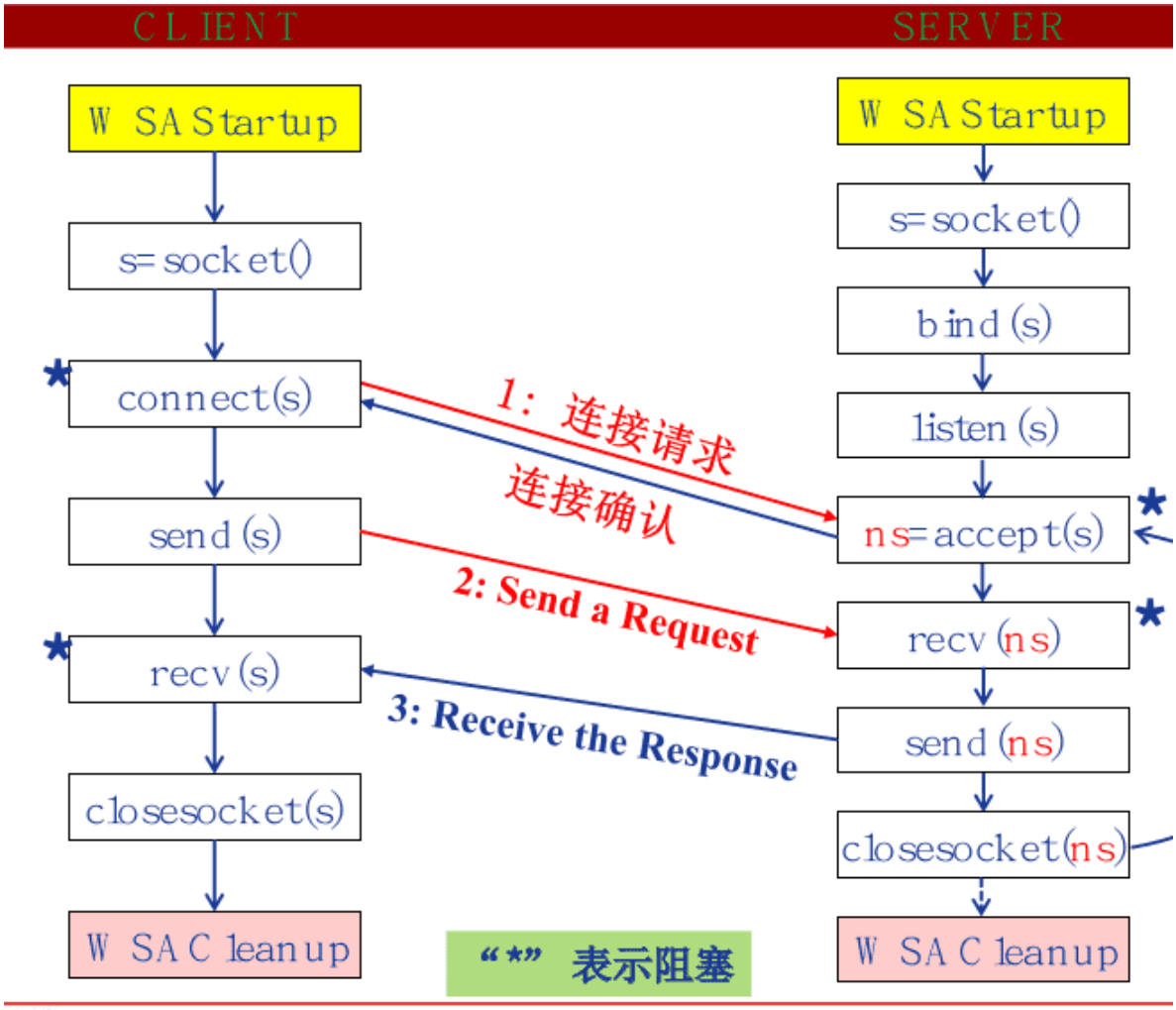
基本的服务器类型有四种：



其实循环跟并发区别在于是否引进了线程，无连接跟面向连接区别在于传输层用的是`TCP`还是`UDP`。

API调用基本流程

下面的PPT是`Windows`下`Socket`一些基于`TCP`的`API`调用基本流程



因为现在还没有学习到线程编程的知识，所以这次写的只是一个循环的面向连接的`Web`服务器，就当是熟悉熟悉一下`Socket`编程吧。

server.c

```
#include <unistd.h>
#include <sys/types.h>
#include <stdio.h>
#include <sys/un.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <signal.h>
#include <string.h>

/*
@变量声明
*/
int server_sockfd, client_sockfd;
int server_len, client_len;
struct sockaddr_in server_address;
struct sockaddr_in client_address;

/*
@HTTP响应消息格式
```

```
*/
char *http_res_tmpl = "HTTP/1.1 200 OK\r\n"
   "Server: my localhost 127.0.0.1\r\n"
   "Accept-Ranges: bytes\r\n"
   "Content-Length: %d\r\n"
   "Connection: close\r\n"
   "Content-Type: %s\r\n\r\n";


/*
@宏定义
*/
#define bufmaxlen 1024 //1KB
#define urllen 50


/*
@brief:生成服务器端的socket描述符
@para:void
@return:int
*/
int get_sever_sockfd(void)
{
   return socket(AF_INET,SOCK_STREAM,0);
}


/*
@brief:设置服务端的sockaddr_in结构，包括协议族，本机地址，端口号，地址长度
@para:void
@return:none
*/
void name_server_socker_addr(void)
{
   server_address.sin_family = AF_INET;
   server_address.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
   server_address.sin_port = htons(8080);
   server_len = sizeof(server_address);
}


/*
@brief:HTTP发送文件
@para:客户端套接字 发送的内容(文件等)
@return:none
*/
void http_send(int client_sockfd,char *content)
{
    char header[bufmaxlen],text[bufmaxlen];
    int len = strlen(content);
    sprintf(header,http_res_tmpl,len,"text/html");
    len = sprintf(text,"%s%s",header,content);
    send(client_sockfd,text,len,0);
}


/*
@brief:信号异常处理
```

```
@para:sign
@return:none
*/
void handle_signal(int sign){
   close(server_sockfd);
   fputs("\nsignal interrupt,safe exit\n",stdout);
   exit(0);
}


/*
@brief:将要发送的文件放进缓冲区
@para:文件名 发送缓冲区 发送缓冲区大小
@return:0成功转换  -1无法打开指定文件
*/
int convert_whatfileToSend_buf(char *filename,char *buf,int size)
{
      FILE *t ;
      t=fopen(filename,"rb");
      if (!t)
      {
        printf("open file fail\n");
        return -1;
      }
      memset(buf,0,size);
      while (fread(buf,1,size,t));//一个循环一个字节一个字节的读
      fread(buf,size,1,t);
      fclose(t);
      return 0;
}


int main()
{
   signal(SIGINT,handle_signal);//按下Ctrl+C的时候的处理

/*获取服务器的套接字描述符*/
   server_sockfd=get_sever_sockfd();

   name_server_socker_addr();

/*绑定*/
   int bindsta=bind(server_sockfd, (struct sockaddr *)&server_address, server_len);
   if (bindsta==-1)
   {
      printf("bind fail\n");
      return -1;
   }

/*监听*/
   int listensta=listen(server_sockfd,1);
   if(listensta==-1)
   {
      printf("listen error\n");
      return -3;
   }

   while (1)
```

```
    {
        client_len=sizeof(client_address);
        client_sockfd=accept(server_sockfd,(struct sockaddr *)&client_address, &client_len);//这里天坑
        if(client_sockfd<0)
        {
            printf("accept error\n");
            return -4;
        }

        char buf[bufmaxlen];
        memset(buf,0,sizeof(buf));

/*读取客户端的消息并打印出来*/
        read(client_sockfd, buf, bufmaxlen);
        printf("%s\n",buf);

/*从接受到的客户端的请求报文中截取URL，暂时都是GET请求*/
    char* urlbegpos=strstr(buf,"GET /")+sizeof("GET /")-1;
    char* urlendpos=strstr(buf,"HTTP")-1;
    char urlbuf[urllen];
    memset(urlbuf,'0',urllen);
    for (int i=0; urlbegpos!= urlendpos; urlbegpos++,i++)
    {
      urlbuf[i]=*urlbegpos;
    }

/*匹配URL*/
    if (strstr(urlbuf,"404.html"))
    {
        int filesta=convert_whatfileToSend_buf("404.html",buf,bufmaxlen);
        if(filesta==-1)return -6;
    }
    else
    {
        int filesta=convert_whatfileToSend_buf("HelloWorld.html",buf,bufmaxlen);
        if(filesta==-1)return -6;
    }

/*根据不同请求发送不同的内容*/
        http_send(client_sockfd,buf);

/*关闭客户端的套接字*/
        close(client_sockfd);
    }

    printf("abnormal exit\n");

/*关闭服务器的套接字*/
    close(server_sockfd);

    return 0;
}
```

HelloWorld.html

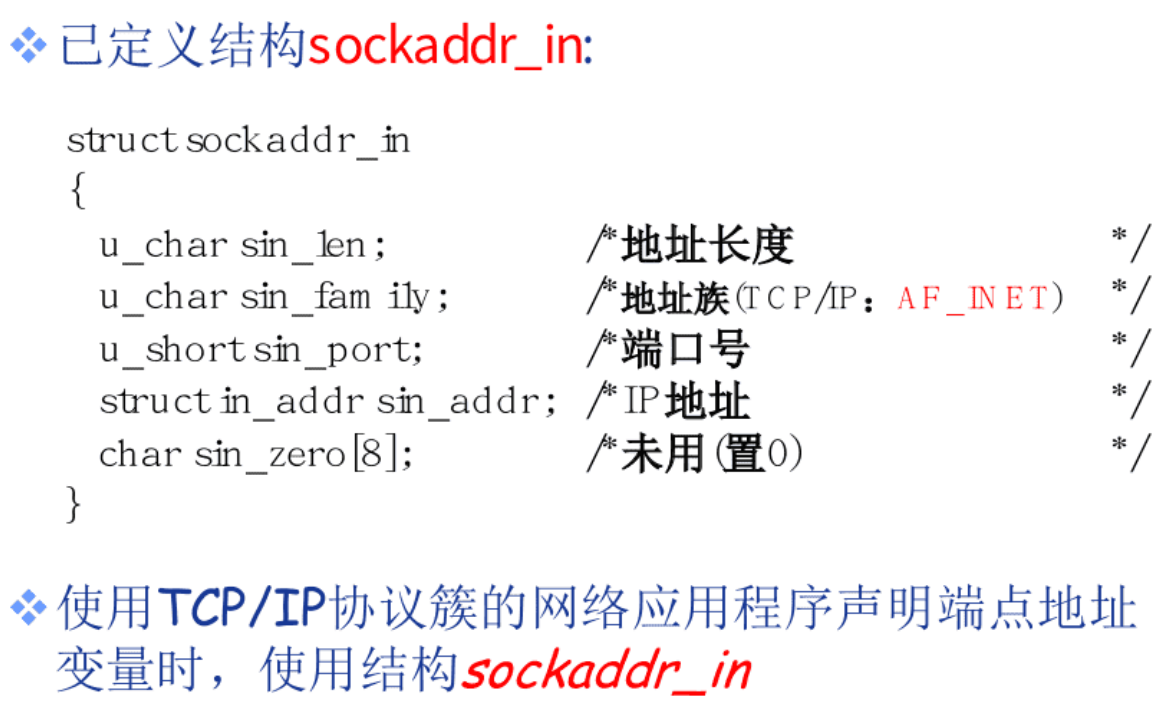
```
<html>
<head><title>default page</title></head>
<body>
  <p>Hello World!</p>
</body>
</html>
```

404.html

```
<html>
<head><title>404</title></head>
<body>
  <p>404 Not Found</p>
</body>
</html>
```

server.c里面用到的一些API函数原型

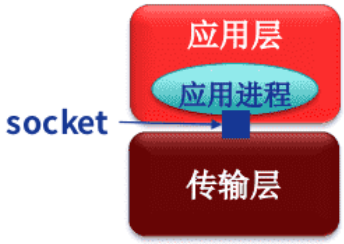
`sockaddr_in` 结构



`socket` 函数

socket

sd = socket(protofamily,type,proto);



- 创建套接字
- 操作系统返回套接字描述符（sd）
- 第一个参数(协议族): protofamily = PF_INET（TCP/IP）
- 第二个参数(套接字类型):
  - type = SOCK_STREAM,SOCK_DGRAM or SOCK_RAW （TCP/IP）
- 第三个参数(协议号):0为默认
- 例：创建一个流套接字的代码段

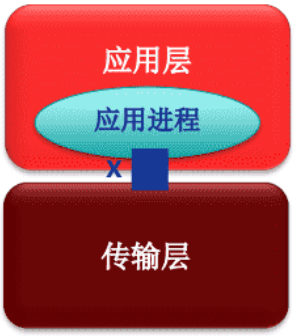
```
struct protoent *p;
p=getprotobyname("tcp");
SOCKET sd=socket(PF_INET,SOCK_STREAM,p->p_proto);
```

bind 函数

bind

```
int bind(sd,localaddr,addrlen);
```

- 绑定套接字的本地端点地址
  - IP地址+端口号
- 参数:
  - 套接字描述符（sd）
  - 端点地址（localaddr）
    - 结构sockaddr_in
- 客户程序一般不必调用bind函数
- 服务器端？
  - 熟知端口号
  - IP地址？



INADDR_ANY 地址通配符

Socket API函数

- 考虑如下情形：

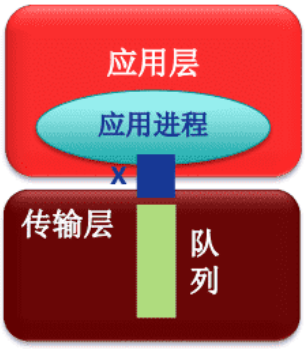
- 服务器应该绑定哪个地址？
- 问题？
- 解决方案
  - 地址通配符：INADDR_ANY

listen 函数

listen

```
int listen(sd,queuesize);
```

- 置服务器端的流套接字处于监听状态
  - 仅服务器端调用
  - 仅用于面向连接的流套接字
- 设置连接请求队列大小（queuesize）
- 返回值：
  - 0：成功
  - SOCKET_ERROR：失败

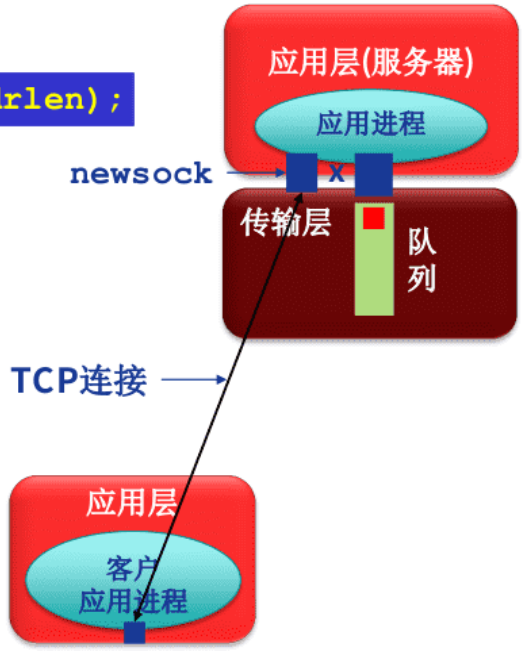


accept 函数

accept

```
newsock = accept(sd,caddr,caddrlen);
```

- 服务程序调用accept函数从处于监听状态的流套接字sd的客户连接请求队列中取出排在最前的一个客户请求，并且创建一个新的套接字来与客户套接字创建连接通道
  - 仅用于TCP套接字
  - 仅用于服务器
- 利用新创建的套接字（newsock）与客户通信



send 函数

send, sendto

```
send(sd,*buf,len,flags);
```

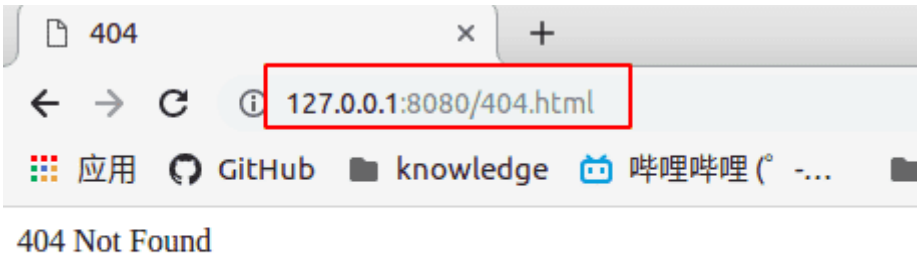
```
sendto(sd,*buf,len,flags,destaddr,addrlen);
```

- send函数TCP套接字（客户与服务器）或调用了connect函数的UDP客户端套接字
- sendto函数用于UDP服务器端套接字与未调用connect函数的UDP客户端套接字

实验结果截图

终端运行服务器

打开浏览器，随便输入哪张网卡的ip地址都可以，然后注意是到8080端口并且请求`404.html`

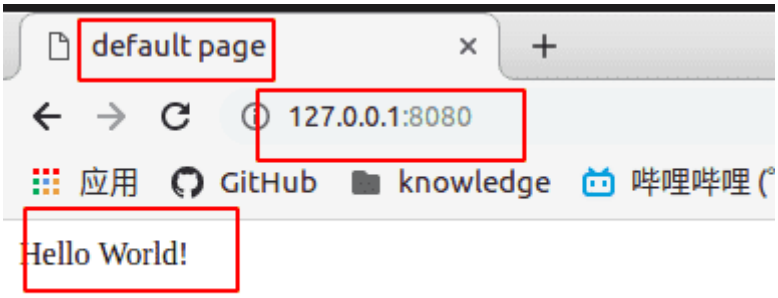


在服务器端打印出来的URL

```
copyright@copyright-Vostro-3559:~/桌面/作业1-Web服务器/自己的作业$ ./server
GET /404.html HTTP/1.1
Host: 127.0.0.1:8080
Connection: keep-alive
Upgrade-Insecure-Requests: 1
User-Agent: Mozilla/5.0 (X11; Linux x86_64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Geck
o) Chrome/73.0.3683.86 Safari/537.36
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/webp,image/a
png,*/*;q=0.8,application/signed-exchange;v=b3
Accept-Encoding: gzip, deflate, br
Accept-Language: zh-CN,zh;q=0.9,en;q=0.8


GET /favicon.ico HTTP/1.1
Host: 127.0.0.1:8080
Connection: keep-alive
User-Agent: Mozilla/5.0 (X11; Linux x86_64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Geck
o) Chrome/73.0.3683.86 Safari/537.36
Accept: image/webp,image/apng,image/*,*/*;q=0.8
Referer: http://127.0.0.1:8080/404.html
Accept-Encoding: gzip, deflate, br
Accept-Language: zh-CN,zh;q=0.9,en;q=0.8
```

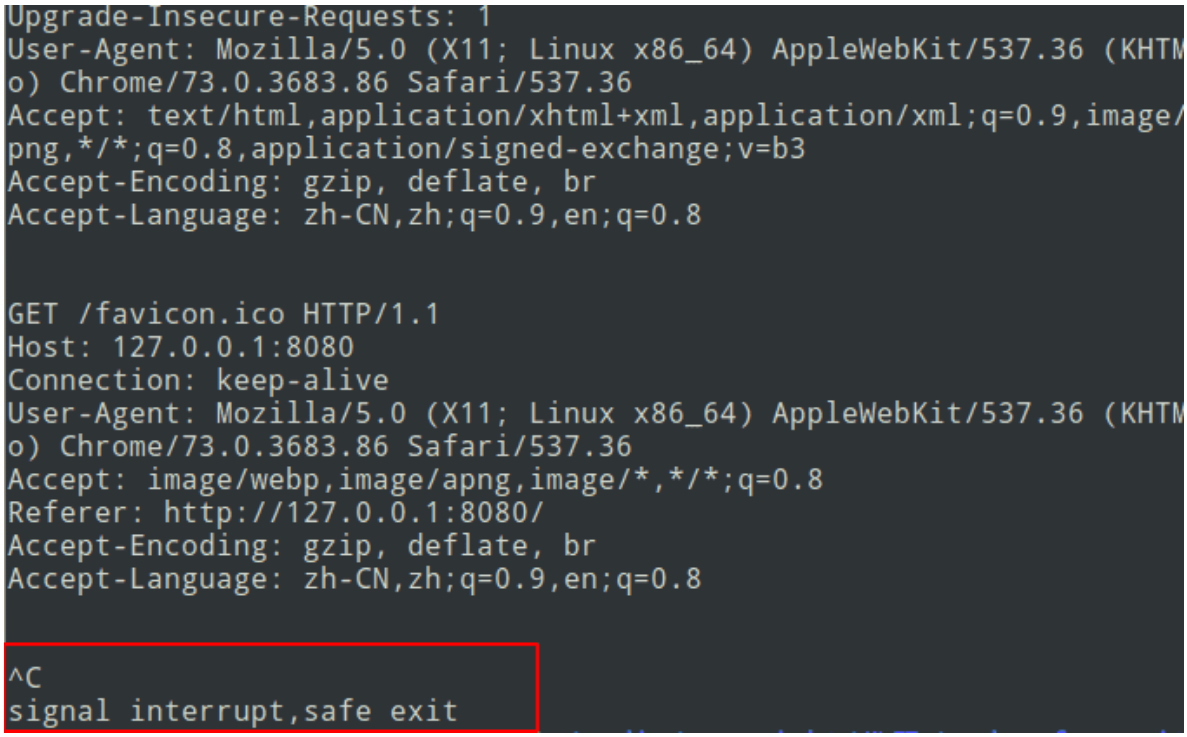
接着输入下面这个网址



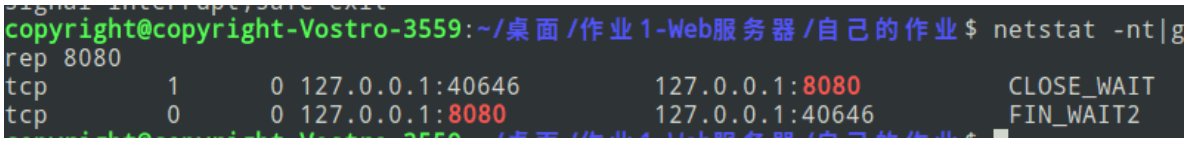
服务器打印出来的URL是`/`

```
GET / HTTP/1.1
Host: 127.0.0.1:8080
Connection: keep-alive
Upgrade-Insecure-Requests: 1
User-Agent: Mozilla/5.0 (X11; Linux x86_64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Geck
o) Chrome/73.0.3683.86 Safari/537.36
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/webp,image/a
png,*/*;q=0.8,application/signed-exchange;v=b3
Accept-Encoding: gzip, deflate, br
Accept-Language: zh-CN,zh;q=0.9,en;q=0.8
```

在服务器端按下 Ctrl+C 会看到信号处理函数的输出内容



然后马上利用 netstat -nt |grep 8080 命令查看端口的情况



再隔一段时间再看

注意的点

两个命令查看端口占用

```
netstat -nt |grep 8080
sudo lsof -i:8080       #需要root权限
```

memset函数

函数原型，注意到中间是 int 类型的参数。

```
void *memset(void *s, int ch, size_t n);
```

一直我都把这个函数当成是将某个数组置0用的办法，但是如果用于字符数组的话，记得中间的参数，要换成`'0'`。一开始没注意的时候，直接将`ch=0`，然后在调试程序的时候发现输出的并不是我想要的“置零”的效果。

指针做参数

在函数`int convert_whatfileToSend_buf(char *filename,char *buf,int size)`中在用`memset`函数对`buf`进行处理的时候，使用了`sizeof(buf)`去当做`memset`函数的第三个参数。但是在这里是对一个指针求大小，所以只有4个字节的大小。

fopen

用`fopen`打开`HelloWorld.html`的时候，一开始参数设置的是`r+`，发送过去的消息是乱码，后来再加一个以二进制方式打开文件的选项，就不会了，也即`rb`。

accept失败

`client_sockfd=accept(server_sockfd,(struct sockaddr *)&client_address, &client_len);`

失败的原因就是第三个参数。。。真的是没注意到一个取地址符号。。。

参考

1. `bind`函数调用失败原因

- 链接1
- 链接2

> bind 普遍遭遇的问题是试图绑定一个已经在使用的端口。该陷阱是也许没有活动的套接字存在，但仍然禁止绑定端口（bind 返回 EADDRINUSE），它由 TCP 套接字状态 TIME_WAIT 引起。该状态在套接字关闭后约保留 2 到 4 分钟。在 TIME_WAIT 状态退出之后，套接字被删除，该地址才能被重新绑定而不出问题。可以给套接字应用 SO_REUSEADDR 套接字选项，以便端口可以马上重用。

2. `lsof`用法

- 链接

3.关于`close`跟`closesocket`两个函数的区别

- 链接

> close() is a *nix function. It will work on any file descriptor, and sockets in *nix are an example of a file descriptor, so it would correctly close sockets as well.

> closesocket() is a Windows-specific function, which works specifically with sockets. Sockets on Windows do not use *nix-style file descriptors, socket() returns a handle to a kernel object instead, so it must be closed with closesocket().

大意就是`close`是`unix`下用的而`closesocket`是`windows`下用的。

其中的一句`sockets in *nix are an example of a file descriptor`，感觉讲的挺不错的。

4.strstr函数的用法

- 链接

```
//原型：const char * strstr ( const char * str1, cosnt char *str2);
        char * strstr ( char * str1, const char * str2);

//参数：str1，待查找的字符串指针；
//        str2，要查找的字符串指针。

//说明：在str1中查找匹配str2的子串，并返回指向首次匹配时的第一个元素指针。如果没有找到，返回NULL指针。
```

5.Socket编程

- 链接

6.C++实现简单Web服务器

- 链接

这个博客讲一些原理挺详细的，下面是截取一段对HTTP请求消息格式的讲解（客户端）

> 第一行就是请求行，请求行的格式是这样的：请求方法+空格+URL+空格+协议版本+\r+\n 这里的请求方法是GET，URL是/(在这里，URL就相当于资源的路径，若在网址栏输入的是http://localhost:8888/hello.html的话，这里浏览器发送过来的URL就是/hello.html)，协议版本是HTTP/1.1（现在多数协议版本都是这个）。
>
> 第二行到最后一行都是请求头部，请求头部的格式是这样的： 头部字段：+空格+数值+\r+\n 然后多个头部子段组织起来就是请求头部，在最后的头部字段的格式中需要有两个换行符号，最后一行的格式是：头部字段：+空格+数值+\r+\n+\r+\n 因为在后面还要跟着请求数据，为了区分请求数据和请求头的结束，就多了一个换行符。

7.`sockeraddr_in`跟`sockeraddr_un`的区别

- 链接

> sockaddr_in 主要用于不同主机之间的socket编程
>
> sockaddr_un 主要用于同一个主机中的本地Local socket

实验体会

- 这次需要调用到很多个`API`函数，有些只能用于客户端，有些只能用于服务器的；有的变量是一些默认的值，一个宏定义就填上去。如果先从小部分的这些函数入手其实很细，会比较零散，应该是先熟悉一个服务器调用`API`的总体路线，然后再去找对应的函数。
- 记得检查一些函数的返回值是否正确，比如是否打开文件成功，是否成功绑定上了端口号等等。

可选练习

- 目前这个`Web`服务器一次只处理一个HTTP请求。请实现一个能够同时处理多个请求的多线程服务器。使用线程，首先创建一个主线程，在固定端口监听客户端请求。当从客户端收到`TCP`连接请求时，它将将通过另一个端口建立TCP连接,并在另外的单独线程中为客户端请求提供服务。这样在每个请求/响应对的独立线程中将有一个独立的TCP连接。
- 不使用浏览器,编写自己的HTTP客户端来测试你的服务器。你的客户端将使用一个TCP连接用于连接到服务器，向服务器发送HTTP请求,并将服务器响应显示出来。你可以假定发送的`HTTP`请求将使用`GET`方法。客户端应使用命令行参数指定服务器IP地址或主机名,服务器正在监听的端口,以及被请求对象在服务器上的路径。一下是运行客户端的输入命令格式。

  ```
  client.py server_host server_port  filename
  ```