浙江大学

本科实验报告

课程名称：	计算机网络基础
实验名称：	实现一个轻量级的 WEB 服务器
姓　　名：	李文博
学　　院：	计算机学院
系：	计算机科学与技术
专　　业：	计算机科学与技术
学　　号：	3180104939
指导教师：	黄正谦

2021 年　1　月　13　日

浙江大学实验报告

实验名称：实现一个轻量级的 WEB 服务器　实验类型：编程实验

同组学生：　　实验地点：计算机网络实验室

一、 实验目的

深入掌握 HTTP 协议规范，学习如何编写标准的互联网应用服务器。

二、 实验内容

- 服务程序能够正确解析 HTTP 协议，并传回所需的网页文件和图片文件
- 使用标准的浏览器，如 IE、Chrome 或者 Safari，输入服务程序的 URL 后，能够正常显示服务器上的网页文件和图片
- 服务端程序界面不做要求，使用命令行或最简单的窗体即可
- 功能要求如下：
  1. 服务程序运行后监听在 80 端口或者指定端口
  2. 接受浏览器的 TCP 连接（支持多个浏览器同时连接）
  3. 读取浏览器发送的数据，解析 HTTP 请求头部，找到感兴趣的部分
  4. 根据 HTTP 头部请求的文件路径，打开并读取服务器磁盘上的文件，以 HTTP 响应格式传回浏览器。要求按照文本、图片文件传送不同的 Content-Type，以便让浏览器能够正常显示。
  5. 分别使用单个纯文本、只包含文字的 HTML 文件、包含文字和图片的 HTML 文件进行测试，浏览器均能正常显示。
- 本实验可以在前一个 Socket 编程实验的基础上继续，也可以使用第三方封装好的 TCP 类进行网络数据的收发
- 本实验要求不使用任何封装 HTTP 接口的类库或组件，也不使用任何服务端脚本程序如 JSP、ASPX、PHP 等

三、 主要仪器设备

联网的 PC 机、Wireshark 软件、Visual Studio、gcc 或 Java 集成开发环境。

四、 操作方法与实验步骤

- 阅读 HTTP 协议相关标准文档，详细了解 HTTP 协议标准的细节，有必要的话使用 Wireshark 抓包，研究浏览器和 WEB 服务器之间的交互过程
- 创建一个文档目录，与服务器程序运行路径分开
- 准备一个纯文本文件，命名为 test.txt，存放在 txt 子目录下面
- 准备好一个图片文件，命名为 logo.jpg，放在 img 子目录下面
- 写一个 HTML 文件，命名为 test.html，放在 html 子目录下面，主要内容为：

```
<html>
    <head><title>Test</title></head>
    <body>
        <h1>This is a test</h1>
        <img src="img/logo.jpg">
        <form action="dopost" method="POST">
            Login:<input name="login">
            Pass:<input name="pass">
            <input type="submit" value="login">
        </form>
    </body>
</html>
```

- 将 test.html 复制为 noimg.html，并删除其中包含 img 的这一行。
- 服务端编写步骤（**需要采用多线程模式**）

a) 运行初始化，打开 Socket，监听在指定端口（**请使用学号的后 4 位作为服务器的监听端口**）

b) 主线程是一个循环，主要做的工作是等待客户端连接，如果有客户端连接成功，为该客户端创建处理子线程。该子线程的主要处理步骤是：

1. 不断读取客户端发送过来的字节，并检查其中是否连续出现了 2 个回车换行符，如果未出现，继续接收；如果出现，按照 HTTP 格式解析第 1 行，分离出方法、文件和路径名，其他头部字段根据需要读取。

✧ **如果解析出来的方法是 GET**

2. 根据解析出来的文件和路径名，读取响应的磁盘文件（该路径和服务器程序可能不在同一个目录下，需要转换成绝对路径）。如果文件不存在，第 3 步的响应消息的状态设置为 404，并且跳过第 5 步。
3. 准备好一个足够大的缓冲区，按照 HTTP 响应消息的格式先填入第 1 行（状态码=200），加上回车换行符。然后模仿 Wireshark 抓取的 HTTP 消息，填入必要的几行头部（需要哪些头部，请试验），其中不能缺少的 2 个头部是 Content-Type 和 Content-Length。Content-Type 的值要和文件类型相匹配（请通过抓包确定应该填什么），Content-Length 的值填写文件的字节大小。
4. 在头部行填完后，再填入 2 个回车换行
5. 将文件内容按顺序填入到缓冲区后面部分。

✧ **如果解析出来的方法是 POST**

6. 检查解析出来的文件和路径名，如果不是 dopost，则设置响应消息的状态为 404，然后跳到第 9 步。如果是 dopost，则设置响应消息的状态为 200，并继续下一步。
7. 读取 2 个回车换行后面的体部内容（长度根据头部的 Content-Length 字段的指示），并提取出登录名（login）和密码（pass）的值。如果登录名是你的学号，密码是学号的后 4 位，则将响应消息设置为登录成功，否则将响应消息设置为登录失败。
8. 将响应消息封装成 html 格式，如

<html><body>响应消息内容</body></html>

9. 准备好一个足够大的缓冲区，按照 HTTP 响应消息的格式先填入第 1 行（根据前面的情况设置好状态码），加上回车换行符。然后填入必要的几行头部，其中不能缺少的 2 个头部是 Content-Type 和 Content-Length。Content-Type 的值设置为 text/html，如果状态码=200，则 Content-Length 的值填写响应消息的字节大小，并将响应消息填入缓冲区的后面部分，否则填写为 0。
10. 最后一次性将缓冲区内的字节发送给客户端。
11. 发送完毕后，关闭 socket，退出子线程。

c) 主线程还负责检测退出指令（如用户按退出键或者收到退出信号），检测到后即通知并等待各子线程退出。最后关闭 Socket，主程序退出。

- 编程结束后，将服务器部署在一台机器上（本机也可以）。在服务器上分别放置纯文本文件（.txt）、只包含文字的测试 HTML 文件（将测试 HTML 文件中的包含 img 那一行去掉）、包含文字和图片的测试 HTML 文件（以及图片文件）各一个。
- 确定好各个文件的 URL 地址，然后使用浏览器访问这些 URL 地址，如 http://x.x.x.x:port/dir/a.html，其中 port 是服务器的监听端口，dir 是提供给外部访问的路径，请设置为与文件实际存放路径不同，通过服务器内部映射转换。
- 检查浏览器是否正常显示页面，如果有问题，查找原因，并修改，直至满足要求
- 使用多个浏览器同时访问这些 URL 地址，检查并发性

五、 实验数据记录和处理

请将以下内容和本实验报告一起打包成一个压缩文件上传：

- **源代码：需要说明编译环境和编译方法，如果不能编译成功，将影响评分**
- **可执行文件：可运行的.exe 文件或 Linux 可执行文件**

以下实验记录均需结合屏幕截图（截取源代码或运行结果），进行文字标注（看完请删除本句）。

- 服务器的主线程循环关键代码截图（解释总体处理逻辑，省略细节部分）

  初始化，获取 socket 句柄，使用 bind 绑定 ip 和端口，调用 listen 设置监听模式。然后使用 accept 等待客户端连接，连接后创建子进程，急需处理。

```
int main(){
    init();
    while(1){
        struct sockaddr_in client_sockaddr;
        socklen_t socklen=sizeof(client_sockaddr);
        memset(&client_sockaddr, 0, sizeof(client_sockaddr));
        int client_sock=-1;
        while(client_sock==-1){
            cout << "Waiting for new clients......" << endl;
            client_sock=accept(server_sock, (struct sockaddr*)&client
        }
        cout << "Connection to " << inet_ntoa(client_sockaddr.sin_add
        pid_t pid=fork();
        if(pid==0){
            signal(SIGINT, child_sig_handle);
            child(client_sock);
            exit(0);
        }else if(pid>0){
            children.push_back(pid);
            sockets.push_back(client_sock);
        }else error_exit("Cannot create a child process.");
    }
}
```

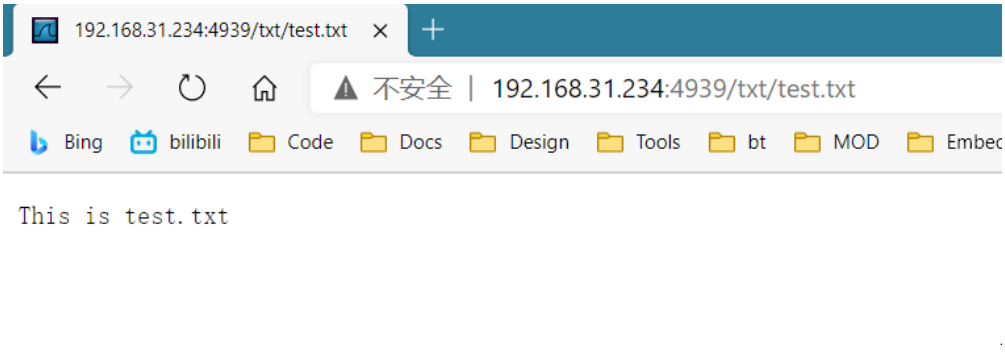
- 服务器的客户端处理子线程关键代码截图（解释总体处理逻辑，省略细节部分）

```
void child(int client_sock){
    static string dat;
    char buf[BUF_SIZE];
    int last_recv=-1;
    int http_head=-1;
    while(1){
        memset(buf, 0, sizeof(buf));
        ssize_t bytes;
        bytes=recv(client_sock, buf, sizeof(buf)-1, 0);
        if(bytes>0){
            last_recv=dat.length();
            buf[bytes]=0;
            dat+=buf;
            if(http_head==-1) http_head=find_http_head(dat, last_recv);
            if(http_head!=-1) try_read_http(client_sock, dat, http_head);
        }
    }
}
```

- 服务器运行后，用 netstat –an 显示服务器的监听端口

```
martinit@ubuntu-martinit:~/zju/cnlab/html/img$ netstat -an | grep 4939
tcp        0      0 192.168.31.234:4939     0.0.0.0:*               LISTEN
martinit@ubuntu-martinit:~/zju/cnlab/html/img$
```

- 浏览器访问纯文本文件（.txt）时，浏览器的 URL 地址和显示内容截图。



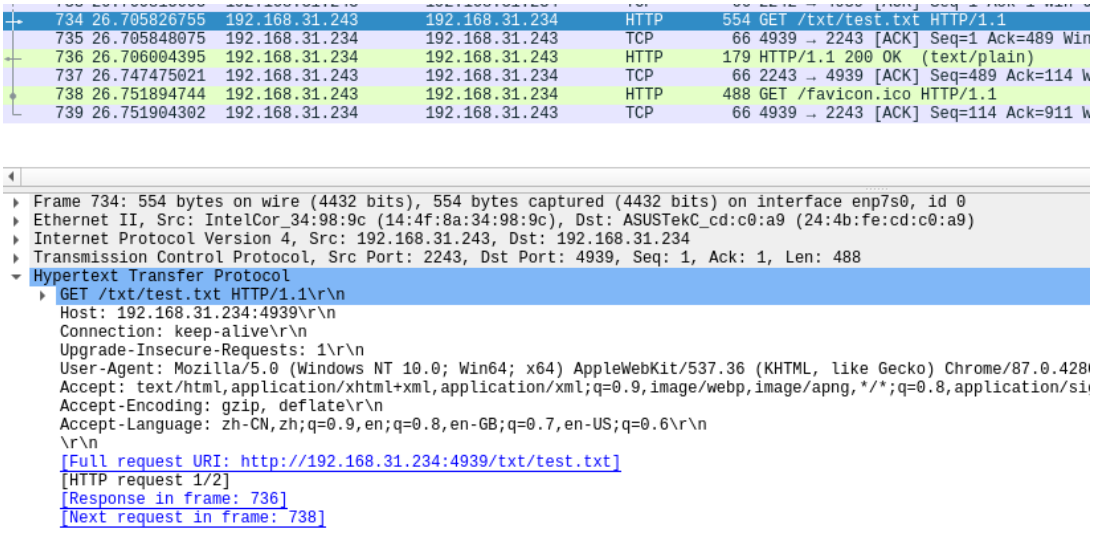
服务器上文件实际存放的路径：

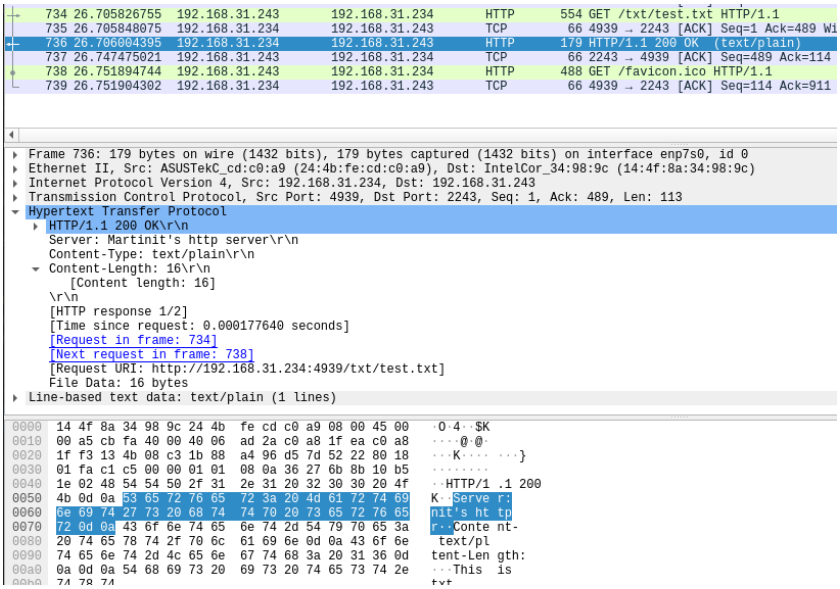
~/zju/cnlab/txt/test.txt

服务器的相关代码片段：

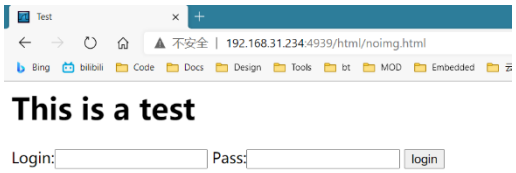
```
    fseek(fp, 0, SEEK_END);
    int flen=ftell(fp);
    char *buf=(char*)malloc(sizeof(char)*flen);
    rewind(fp);
    int readlen=fread(buf, 1, flen, fp);
    buf[readlen]=0;
    ack.data=buf;
    ack.datalen=readlen;
    ack.code="200";
    ack.code_description="OK";
    if(pack.url.substr(0, 3)=="txt") ack.heads.push_back(pair<string, string>("Content-Type", "text/plain"));
    else if(pack.url.substr(0, 8)=="html/img") ack.heads.push_back(pair<string, string>("Content-Type", "image/png"));
    else if(pack.url.substr(0, 4)=="html") ack.heads.push_back(pair<string, string>("Content-Type", "text/html"));
    char tmp[10];
    sprintf(tmp, "%d", readlen);
    ack.heads.push_back(pair<string, string>("Content-Length", tmp));
    fclose(fp);
    inst_close= pack.url.substr(0, 3)=="txt" ? 1 : 0;
```

Wireshark 抓取的数据包截图（通过跟踪 TCP 流，只截取 HTTP 协议部分）：





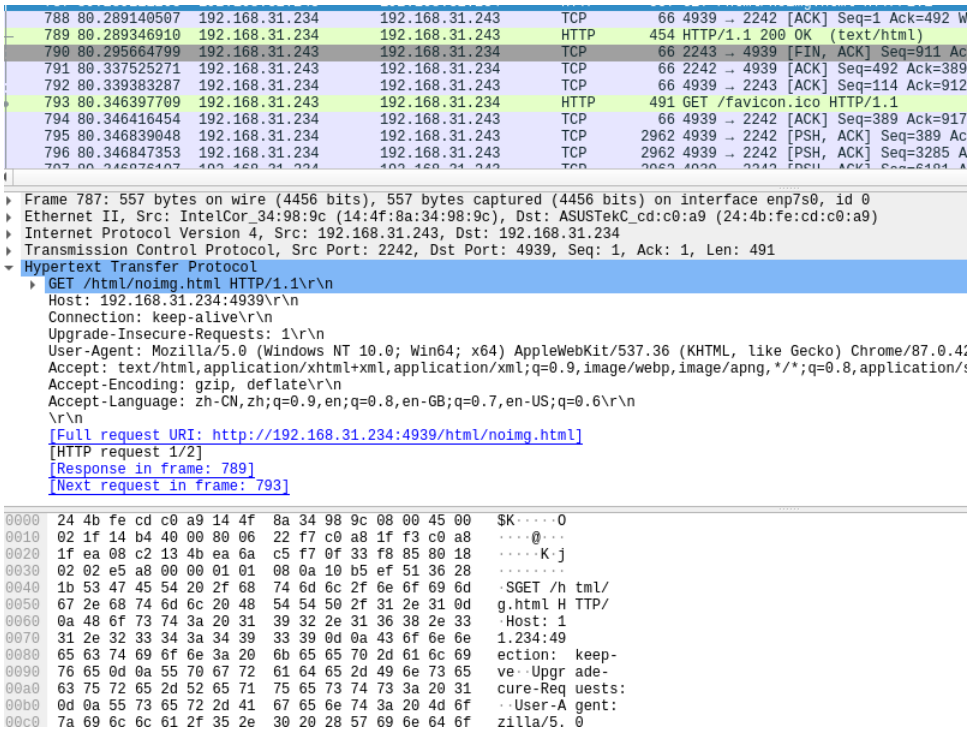
- 浏览器访问只包含文本的 HTML 文件时，浏览器的 URL 地址和显示内容截图。



服务器文件实际存放的路径：

~/zju/cnlab/html/noimg.html

Wireshark 抓取的数据包截图（只截取 HTTP 协议部分，包括 HTML 内容）：

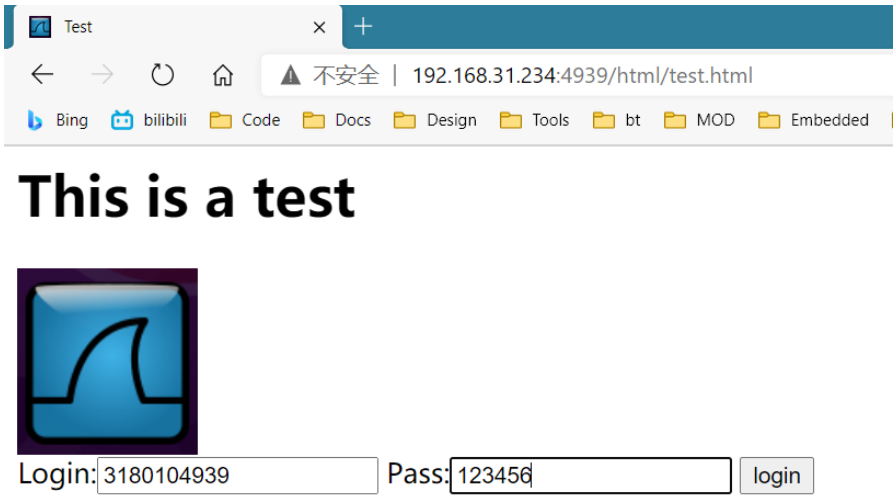


```
   788 80.289140507  192.168.31.234  192.168.31.243  TCP      66 4939 → 2242 [ACK] Seq=1 Ack=492
   789 80.289346910  192.168.31.234  192.168.31.243  HTTP    454 HTTP/1.1 200 OK  (text/html)
   790 80.295664799  192.168.31.243  192.168.31.234  TCP      66 2243 → 4939 [FIN, ACK] Seq=911
   791 80.337525271  192.168.31.243  192.168.31.234  TCP      66 2242 → 4939 [ACK] Seq=492 Ack=3
   792 80.339383287  192.168.31.234  192.168.31.243  TCP      66 4939 → 2243 [ACK] Seq=114 Ack=9
   793 80.346397709  192.168.31.243  192.168.31.234  HTTP    491 GET /favicon.ico HTTP/1.1
   794 80.346416454  192.168.31.234  192.168.31.243  TCP      66 4939 → 2242 [ACK] Seq=389 Ack=9
   795 80.346839048  192.168.31.234  192.168.31.243  TCP    2962 4939 → 2242 [PSH, ACK] Seq=389
   796 80.346847353  192.168.31.234  192.168.31.243  TCP    2962 4939 → 2242 [PSH, ACK] Seq=3285

Frame 789: 454 bytes on wire (3632 bits), 454 bytes captured (3632 bits) on interface enp7s0, id 0
Ethernet II, Src: ASUSTekC_cd:c0:a9 (24:4b:fe:cd:c0:a9), Dst: IntelCor_34:98:9c (14:4f:8a:34:98:9c)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.31.234, Dst: 192.168.31.243
Transmission Control Protocol, Src Port: 4939, Dst Port: 2242, Seq: 1, Ack: 492, Len: 388
Hypertext Transfer Protocol
  HTTP/1.1 200 OK\r\n
  Server: Martinit's http server\r\n
  Content-Type: text/html\r\n
  Content-Length: 291\r\n
    [Content length: 291]
  \r\n
  [HTTP response 1/2]
  [Time since request: 0.000235707 seconds]
  [Request in frame: 787]
  [Next request in frame: 793]
  [Next response in frame: 801]
  [Request URI: http://192.168.31.234:4939/html/noimg.html]
  File Data: 291 bytes
Line-based text data: text/html (11 lines)

0060  6e 69 74 27 73 20 68 74  74 70 20 73 65 72 76 65   nit's ht tp
0070  72 0d 0a 43 6f 6e 74 65  6e 74 2d 54 79 70 65 3a   r··Conte nt-
0080  20 74 65 78 74 2f 68 74  6d 6c 0d 0a 43 6f 6e 74    text/ht
0090  65 6e 74 2d 4c 65 6e 67  74 68 3a 20 32 39 31 0d   ent-Leng th:
00a0  0a 0d 0a 3c 68 74 6d 6c  3e 0a 20 20 20 20 3c 68   ···<html >·
00b0  65 61 64 3e 3c 74 69 74  6c 65 3e 54 65 73 74 3c   ead><tit
00c0  2f 74 69 74 6c 65 3e 3c  2f 68 65 61 64 3e 0a 20   /title>< /head>·
00d0  20 20 3c 62 6f 64 79 3e  0a 20 20 20 20 20 20 20     <body >·
00e0  20 20 3c 68 31 3e 54 68  69 73 20 69 73 20 61 20   <h1>Th is is a
00f0  74 65 73 74 3c 2f 68 31  3e 0a 20 20 20 20 20 20   test</h1 >·
0100  20 20 3c 66 6f 72 6d 20  61 63 74 69 6f 6e 3d 22     <form
0110  64 6f 70 6f 73 74 22 20  6d 65 74 68 6f 64 3d 22   dopost"
0120  50 4f 53 54 22 3e 0a 20  20 20 20 20 20 20 20 20   POST">·
0130  20 20 20 4c 6f 67 69 6e  3a 3c 69 6e 70 75 74 20     Login :<input
```

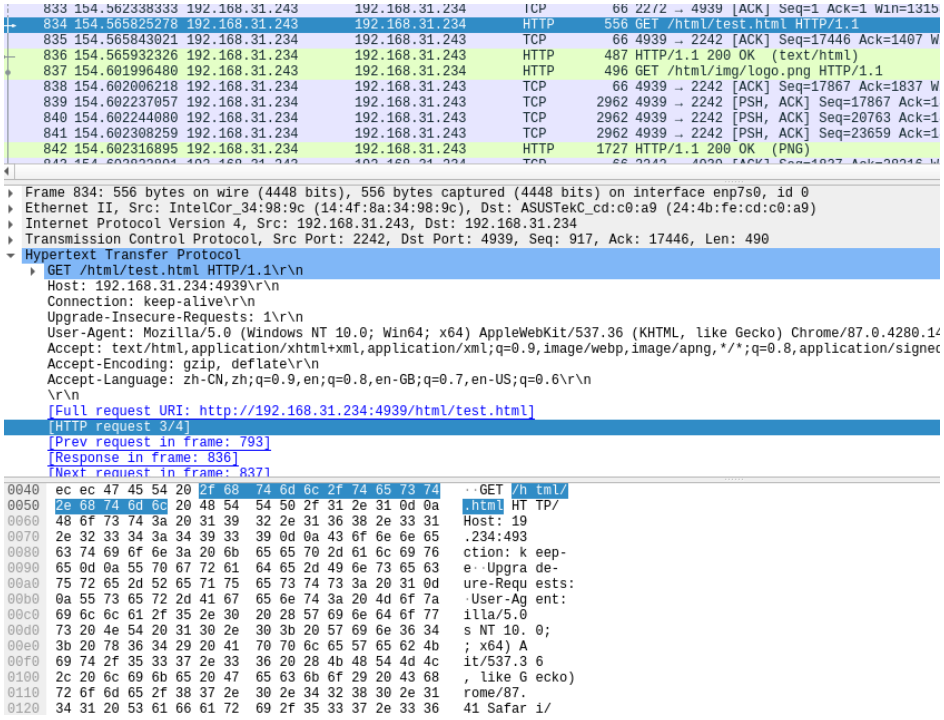
- 浏览器访问包含文本、图片的 HTML 文件时，浏览器的 URL 地址和显示内容截图。

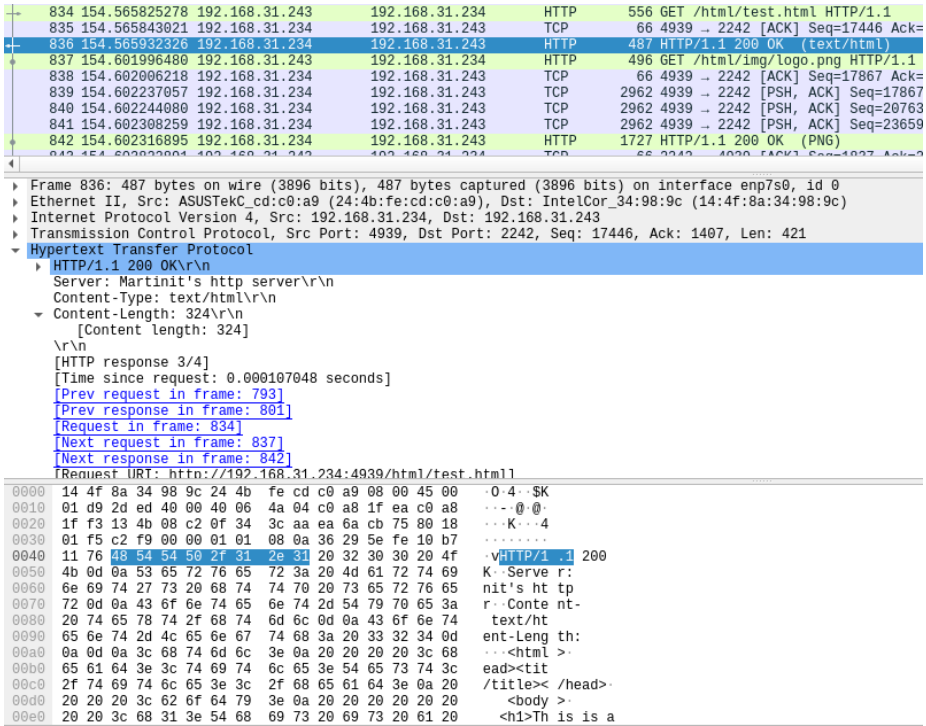


服务器上文件实际存放的路径：

~/zju/cnlab/html/test.html

Wireshark 抓取的数据包截图（只截取 HTTP 协议部分，包括 HTML、图片文件的部分内容）：





```
835 154.565843021 192.168.31.234  192.168.31.243  TCP    66 4939 → 2242 [ACK] Seq=17446 Ac
836 154.565932326 192.168.31.234  192.168.31.243  HTTP  487 HTTP/1.1 200 OK  (text/html)
837 154.601996480 192.168.31.243  192.168.31.234  HTTP  496 GET /html/img/logo.png HTTP/1.
838 154.602006218 192.168.31.234  192.168.31.243  TCP    66 4939 → 2242 [ACK] Seq=17867 Ac
839 154.602237057 192.168.31.234  192.168.31.243  TCP  2962 4939 → 2242 [PSH, ACK] Seq=178
840 154.602244080 192.168.31.234  192.168.31.243  TCP  2962 4939 → 2242 [PSH, ACK] Seq=207
841 154.602308259 192.168.31.234  192.168.31.243  TCP  2962 4939 → 2242 [PSH, ACK] Seq=236
842 154.602316895 192.168.31.234  192.168.31.243  HTTP 1727 HTTP/1.1 200 OK  (PNG)
```

```
Frame 837: 496 bytes on wire (3968 bits), 496 bytes captured (3968 bits) on interface enp7s0, id 0
Ethernet II, Src: IntelCor_34:98:9c (14:4f:8a:34:98:9c), Dst: ASUSTekC_cd:c0:a9 (24:4b:fe:cd:c0:a9)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.31.243, Dst: 192.168.31.234
Transmission Control Protocol, Src Port: 2242, Dst Port: 4939, Seq: 1407, Ack: 17867, Len: 430
Hypertext Transfer Protocol
  GET /html/img/logo.png HTTP/1.1\r\n
  Host: 192.168.31.234:4939\r\n
  Connection: keep-alive\r\n
  User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/87.
  Accept: image/webp,image/apng,image/*,*/*;q=0.8\r\n
  Referer: http://192.168.31.234:4939/html/test.html\r\n
  Accept-Encoding: gzip, deflate\r\n
  Accept-Language: zh-CN,zh;q=0.9,en;q=0.8,en-GB;q=0.7,en-US;q=0.6\r\n
  \r\n
  [Full request URI: http://192.168.31.234:4939/html/img/logo.png]
  [HTTP request 4/4]
  [Prev request in frame: 834]
  [Response in frame: 842]
```

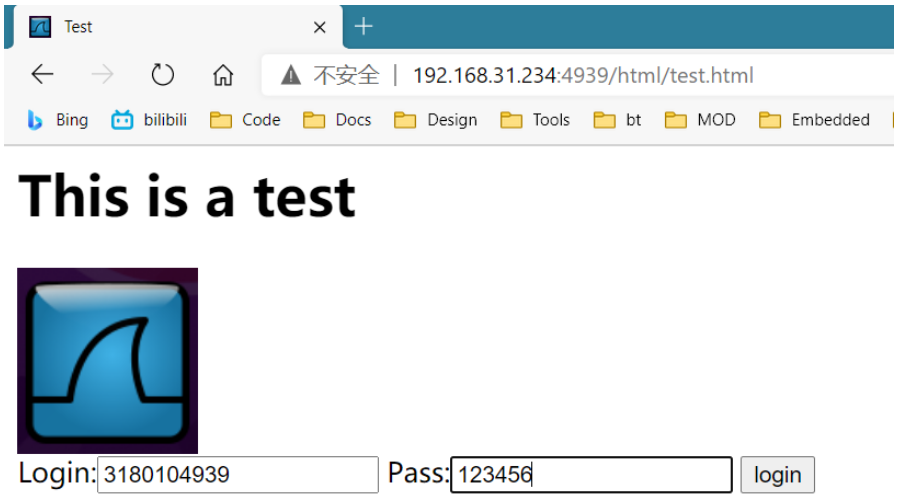
```
040  5e fe 47 45 54 20 2f 68  74 6d 6c 2f 69 6d 67 2f   ^·GET /h tml/img/
050  6c 6f 67 6f 2e 70 6e 67  20 48 54 54 50 2f 31 2e   logo.png  HTTP/1.
060  31 0d 0a 48 6f 73 74 3a  20 31 39 32 2e 31 36 38   1··Host:  192.168
070  2e 33 31 2e 32 33 34 3a  34 39 33 39 0d 0a 43 6f   .31.234: 4939··Co
080  6e 6e 65 63 74 69 6f 6e  3a 20 6b 65 65 70 2d 61   nnection : keep-a
090  6c 69 76 65 0d 0a 55 73  65 72 2d 41 67 65 6e 74   live··Us er-Agent
0a0  3a 20 4d 6f 7a 69 6c 6c  61 2f 35 2e 30 20 28 57   : Mozill a/5.0 (W
0b0  69 6e 64 6f 77 73 20 4e  54 20 31 30 2e 30 3b 20   indows N T 10.0;
0c0  57 69 6e 36 34 3b 20 78  36 34 29 20 41 70 70 6c   Win64; x 64) Appl
0d0  65 57 65 62 4b 69 74 2f  35 33 37 2e 33 36 20 28   eWebKit/ 537.36 (
0e0  4b 48 54 4d 4c 2c 20 6c  69 6b 65 20 47 65 63 6b   KHTML, l ike Geck
0f0  6f 29 20 43 68 72 6f 6d  65 2f 38 37 2e 30 2e 34   o) Chrom e/87.0.4
100  32 38 30 2e 31 34 31 20  53 61 66 61 72 69 2f 35   280.141  Safari/5
110  33 37 2e 33 36 20 45 64  67 2f 38 37 2e 30 2e 36   37.36 Ed g/87.0.6
```

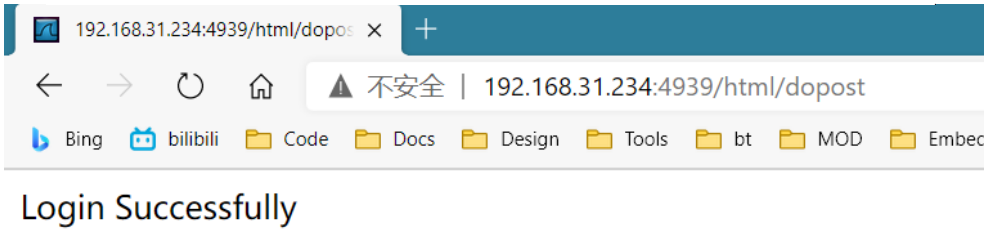
```
841 154.602308259 192.168.31.234  192.168.31.243  TCP    2962 4939 → 2242 [PSH, ACK] Seq=
842 154.602316895 192.168.31.234  192.168.31.243  HTTP   1727 HTTP/1.1 200 OK  (PNG)
```

```
Frame 842: 1727 bytes on wire (13816 bits), 1727 bytes captured (13816 bits) on interface enp7s0, id 0
Ethernet II, Src: ASUSTekC_cd:c0:a9 (24:4b:fe:cd:c0:a9), Dst: IntelCor_34:98:9c (14:4f:8a:34:98:9c)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.31.234, Dst: 192.168.31.243
Transmission Control Protocol, Src Port: 4939, Dst Port: 2242, Seq: 26555, Ack: 1837, Len: 1661
[4 Reassembled TCP Segments (10349 bytes): #839(2896), #840(2896), #841(2896), #842(1661)]
Hypertext Transfer Protocol
  HTTP/1.1 200 OK\r\n
  Server: Martinit's http server\r\n
  Content-Type: image/png\r\n
  Content-Length: 10250\r\n
    [Content length: 10250]
  \r\n
  [HTTP response 4/4]
  [Time since request: 0.000320415 seconds]
  [Prev request in frame: 834]
  [Prev response in frame: 836]
  [Request in frame: 837]
  [Request URI: http://192.168.31.234:4939/html/img/logo.png]
  File Data: 10250 bytes
```

```
0000  14 4f 8a 34 98 9c 24 4b  fe cd c0 a9 08 00 45 00   ·O·4··$K ······E·
0010  06 b1 2d f5 40 00 40 06  45 24 c0 a8 1f ea c0 a8   ··-·@·@· E$······
0020  1f f3 13 4b 08 c2 0f 34  60 3f ea 6a cd 23 80 18   ···K···4 `?·j·#··
0030  01 f5 c7 d1 00 00 01 01  08 0a 36 29 5f 23 10 b7   ········ ··6)_#··
0040  11 9a f2 b6 30 91 57 40  53 7f c4 12 10 02 53 db   ····0·W@ S·····S·
0050  c2 9a 55 eb 93 6a 5b e6  4f be b2 64 30 ac 41 07   ··U··j[· O··d0·A·
0060  50 d3 03 8c ab 4d 64 56  cb c5 5f d5 7a 22 35 83   P····MdV ··_·z"5·
0070  5a 7d f1 6a 6a e8 38 c7  39 1c 70 80 38 06 e4 c8   Z}·jj·8· 9·p·8···
0080  4d df b7 21 79 82 c9 4b  9c 7f 08 40 fd 92 da bb   M··!y··K ···@····
0090  fc ee 86 69 af 04 67 fb  61 bf 58 df 44 85 af 2a   ···i··g· a·X·D··*
00a0  00 b2 e0 a0 0d 8a 0f 38  ae bd eb 0b 48 62 fe 94   ·······8 ····Hb··
00b0  51 c9 ea 5f 7b 7c 3e f3  3e 4e 16 ca b3 a8 64 97   Q··_{|>· >N····d·
00c0  cd af 33 0c 0c 17 4c f8  ca b2 4d b5 5b 9d dd d3   ··3···L· ··M·[···
```

- 浏览器输入正确的登录名或密码，点击登录按钮（login）后的显示截图。

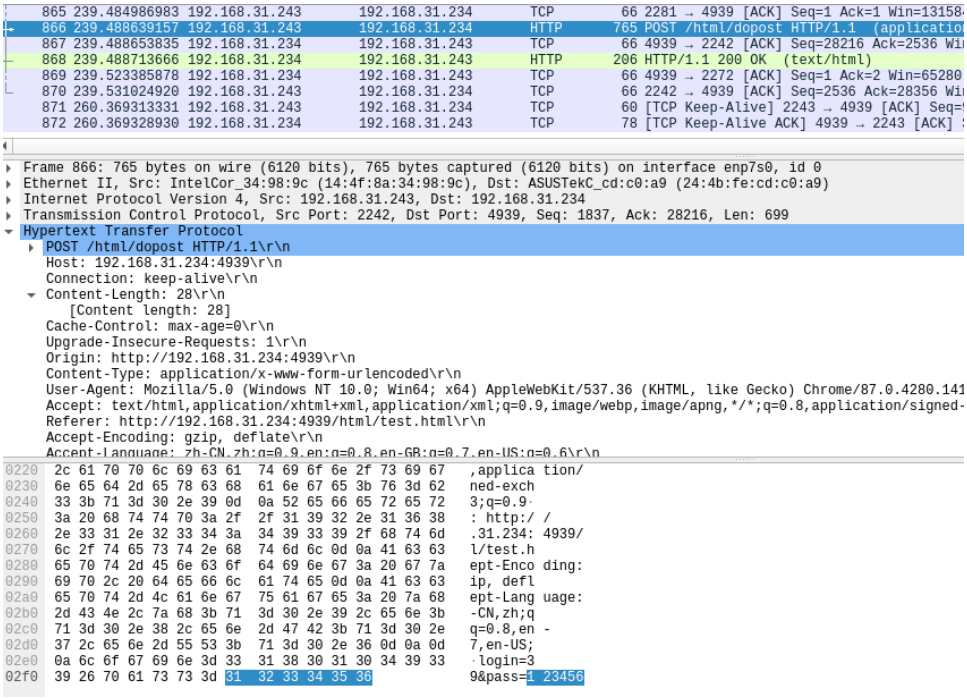


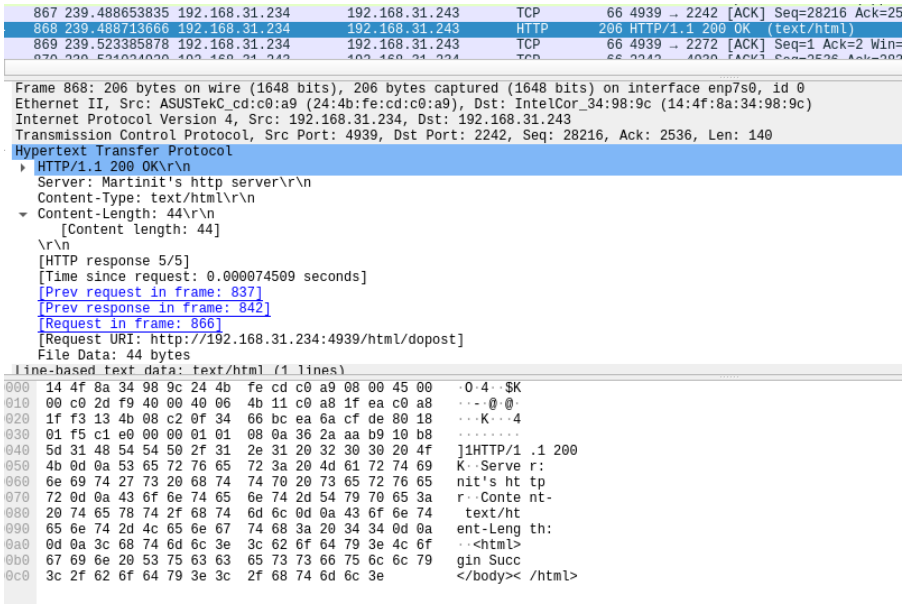


服务器相关处理代码片段：

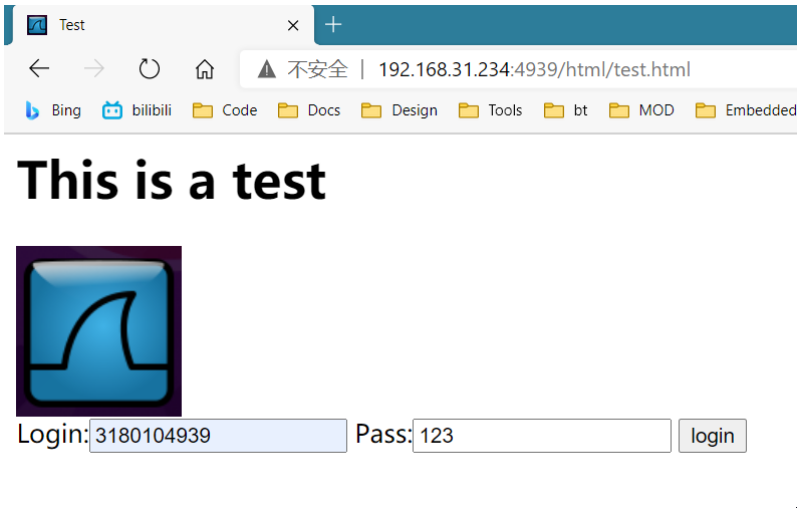
```
}else if(pack.req_type==REQ_TYPE_POST){
    if(pack.url=="html/dopost"){
        ack.code="200";
        ack.code_description="OK";
        ack.heads.push_back(pair<string, string>("Content-Type", "text/html"));
        if(check_login(pack.data)) ack.data=(char *)"<html><body>Login Successfully</body></html>";
        else ack.data=(char *)"<html><body>Login Failed</body></html>";
        ack.datalen=strlen(ack.data);
        char tmp[10];
        sprintf(tmp, "%d", ack.datalen);
        ack.heads.push_back(pair<string, string>("Content-Length", tmp));
        inst_close=1;
    }else{
        ack.code="404";
        ack.code_description="Resource not found";
        ack.heads.clear();
        ack.data=NULL;
        ack.datalen=0;
        inst_close=1;
    }
```

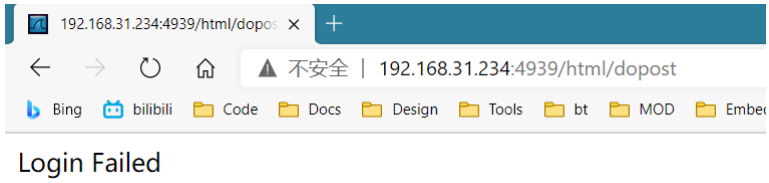
Wireshark 抓取的数据包截图（HTTP 协议部分）



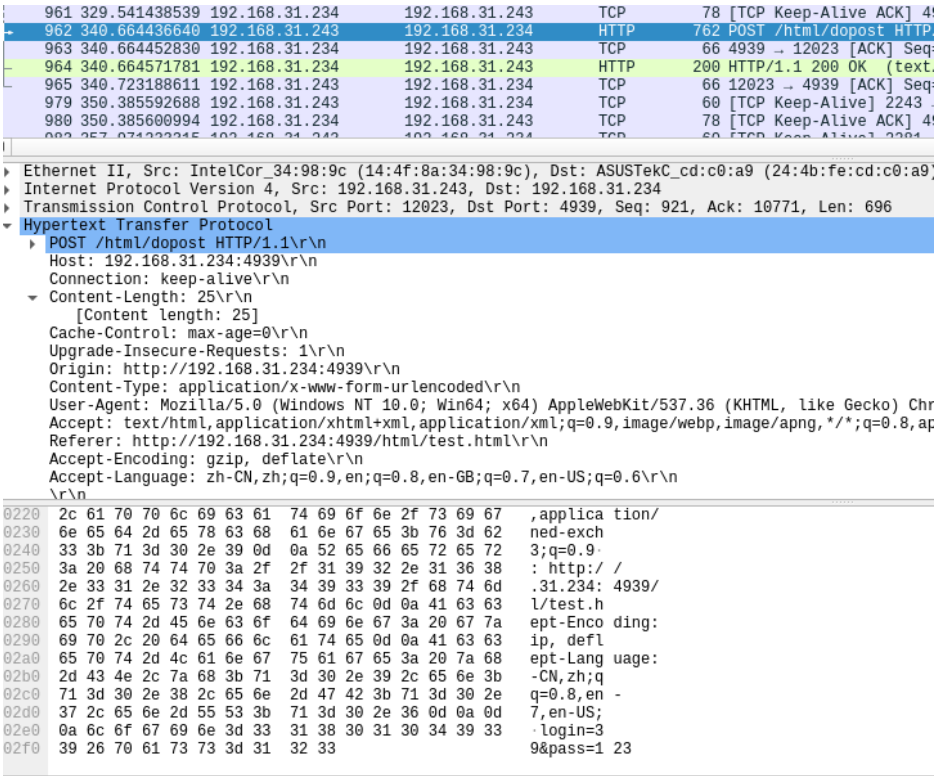


- 浏览器输入错误的登录名或密码，点击登录按钮（login）后的显示截图。





Wireshark 抓取的数据包截图（HTTP 协议部分）

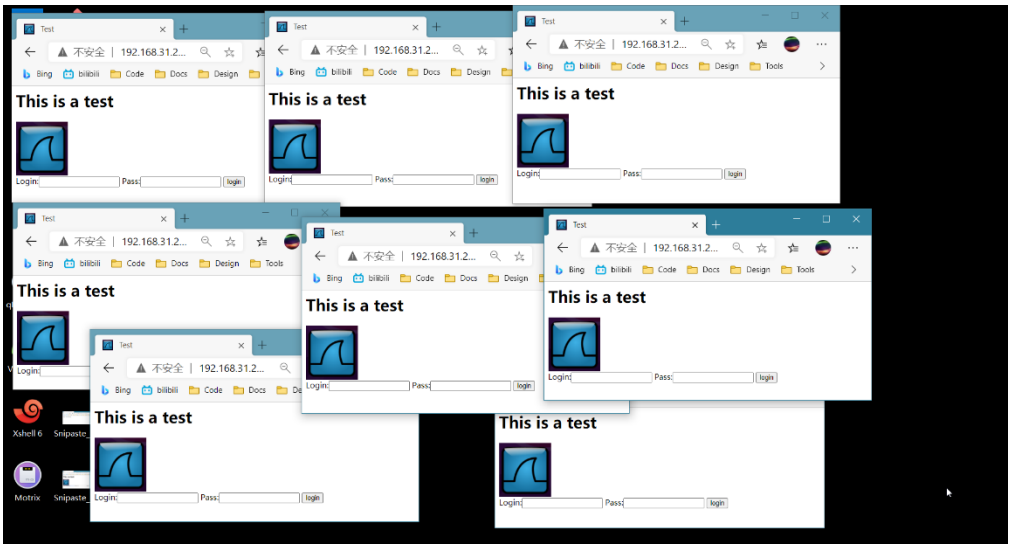


```
    963 340.664452830 192.168.31.234        192.168.31.243        TCP         66 4939 → 12023 [ACK] Se
    964 340.664571781 192.168.31.234        192.168.31.243        HTTP       200 HTTP/1.1 200 OK  (tex
    965 340.723188611 192.168.31.243        192.168.31.234        TCP         66 12023 → 4939 [ACK] Se
    979 350.385592688 192.168.31.243        192.168.31.234        TCP         60 [TCP Keep-Alive] 2243
    980 350.385600994 192.168.31.234        192.168.31.243        TCP         78 [TCP Keep-Alive ACK]
```

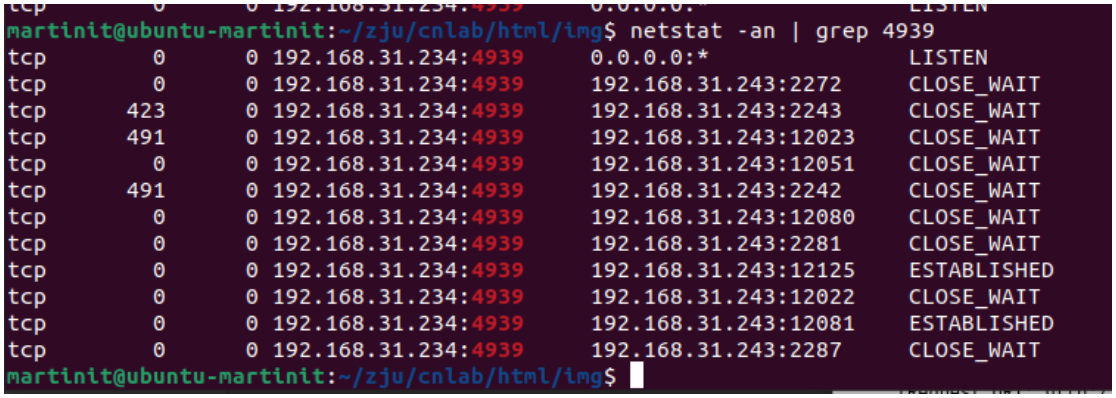
```
▸ Ethernet II, Src: ASUSTekC_cd:c0:a9 (24:4b:fe:cd:c0:a9), Dst: IntelCor_34:98:9c (14:4f:8a:34:98:9
▸ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.31.234, Dst: 192.168.31.243
▸ Transmission Control Protocol, Src Port: 4939, Dst Port: 12023, Seq: 10771, Ack: 1617, Len: 134
▾ Hypertext Transfer Protocol
  ▸ HTTP/1.1 200 OK\r\n
    Server: Martinit's http server\r\n
    Content-Type: text/html\r\n
  ▾ Content-Length: 38\r\n
      [Content length: 38]
    \r\n
    [HTTP response 3/3]
    [Time since request: 0.000135141 seconds]
    [Prev request in frame: 933]
    [Prev response in frame: 937]
    [Request in frame: 962]
    [Request URI: http://192.168.31.234:4939/html/dopost]
    File Data: 38 bytes
▸ Line-based text data: text/html (1 lines)
```

```
0000  14 4f 8a 34 98 9c 24 4b  fe cd c0 a9 08 00 45 00   ·O·4··$K ····E·
0010  00 ba 55 57 40 00 40 06  23 b9 c0 a8 1f ea c0 a8   ··UW@·@· #·····
0020  1f f3 13 4b 2e f7 0d 3b  f4 ef 8d d6 99 c1 80 18   ···K.··; ········
0030  01 f5 c1 da 00 00 01 01  08 0a 36 2c 35 f1 10 b9   ········ ··6,5···
0040  e8 69 48 54 54 50 2f 31  2e 31 20 32 30 30 20 4f   ·iHTTP/1 .1 200 O
0050  4b 0d 0a 53 65 72 76 65  72 3a 20 4d 61 72 74 69   K··Serve r: Marti
0060  6e 69 74 27 73 20 68 74  74 70 20 73 65 72 76 65   nit's ht tp serve
0070  72 0d 0a 43 6f 6e 74 65  6e 74 2d 54 79 70 65 3a   r··Conte nt-Type:
0080  20 74 65 78 74 2f 68 74  6d 6c 0d 0a 43 6f 6e 74    text/ht ml··Cont
0090  65 6e 74 2d 4c 65 6e 67  74 68 3a 20 33 38 0d 0a   ent-Leng th: 38··
00a0  0d 0a 3c 68 74 6d 6c 3e  3c 62 6f 64 79 3e 4c 6f   ··<html> <body>Lo
00b0  67 69 6e 20 46 61 69 6c  65 64 3c 2f 62 6f 64 79   gin Fail ed</body
00c0  3e 3c 2f 68 74 6d 6c 3e                            ></html>
```

- 多个浏览器同时访问包含图片的 HTML 文件时，浏览器的显示内容截图（将浏览器窗口缩小并列）



- 多个浏览器同时访问包含图片的 HTML 文件时，使用 netstat –an 显示服务器的 TCP 连接（截取与服务器监听端口相关的）



六、 实验结果与分析

根据你编写的程序运行效果，分别解答以下问题（看完请删除本句）：

- HTTP 协议是怎样对头部和体部进行分隔的？

  使用一个空行进行分隔，即\r\n

- 浏览器是根据文件的扩展名还是根据头部的哪个字段判断文件类型的？

  根据 Content-Type 判断

- HTTP 协议的头部是不是一定是文本格式？体部呢？

  一定是，体部不一定。

- POST 方法传递的数据是放在头部还是体部？两个字段是用什么符号连接起来的？

  体部，使用&分隔

七、 讨论、心得

本实验在 socket 的基础上实现了对 http1.1 协议的解析，实现了一个建议的 http 服务器，这让我对计算机网络有了更深的理解。