计算机网络实验lab2——配置Web服务器，编写简单页面，分析交互过程

实验要求

（1）搭建Web服务器（自由选择系统），并制作简单的Web页面，包含简单文本信息（至少包含专业、学号、姓名）、自己的LOGO、自我介绍的音频信息。页面不要太复杂，包含要求的基本信息即可。

（2）通过浏览器获取自己编写的Web页面，使用Wireshark捕获浏览器与Web服务器的交互过程，并进行简单的分析说明。

（3）使用HTTP，不要使用HTTPS。

（4）提交实验报告。

- Web服务器搭建、编写Web页面（提交HTML文档）
- Wireshark捕获交互过程，使用Wireshark过滤器使其仅显示HTTP协议，提交捕获文件

实验过程

搭建Web服务器

使用阿里云ECS弹性服务器，在ubuntu22系统下完成LAMP环境搭建，设置域名以及公网ip，以便主机访问。

制作简单的Web页面

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title>我的简历</title>
    <meta charset="utf-8">
</head>
<body>
    <h1>个人信息</h1>
    <p>专业：计算机科学与技术</p>
    <p>学号：2113099</p>
    <p>姓名：祝天智</p>

    <h2>我的LOGO</h2>
    <img src="logo.png" alt="我的LOGO" width="200">

    <h2>自我介绍</h2>
    <audio controls>
        <source src="my_audio.mp3" type="audio/mpeg">
        您的浏览器不支持音频播放。
    </audio>
</body>
</html>
```

网页使用html语言编写，包含专业、学号、姓名）、自己的LOGO、自我介绍的音频信息等音频信息。

浏览器获取Web页面

使用域名或者公网ip进行访问

个人信息

专业: 计算机科学与技术

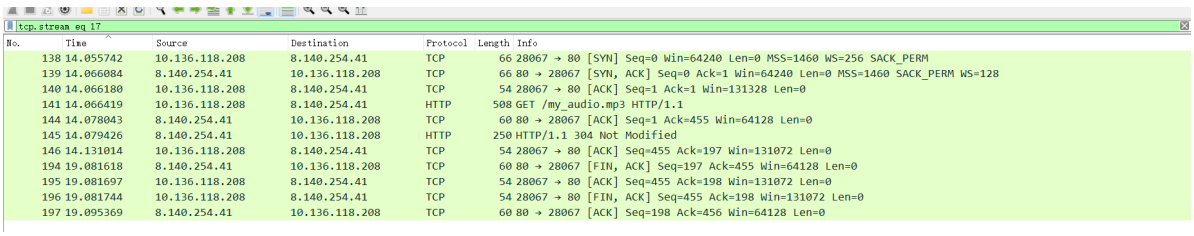
学号: 2113099

姓名: 祝天智

我的LOGO

自我介绍

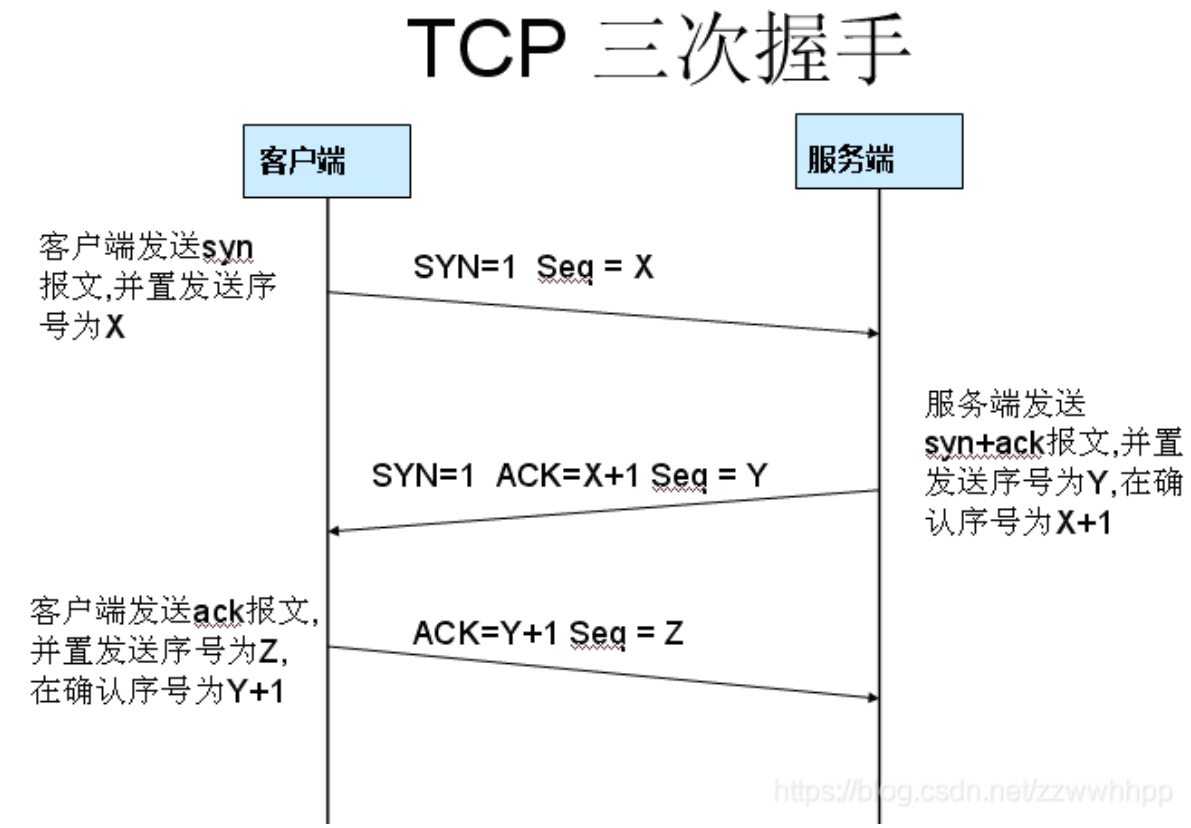
Wireshark捕获



tcp.stream eq 17

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
138	14.055742	10.136.118.208	8.140.254.41	TCP	66	28067 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
139	14.066084	8.140.254.41	10.136.118.208	TCP	66	80 → 28067 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM WS=128
140	14.066180	10.136.118.208	8.140.254.41	TCP	54	28067 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=131328 Len=0
141	14.066419	10.136.118.208	8.140.254.41	HTTP	508	GET /my_audio.mp3 HTTP/1.1
144	14.078043	8.140.254.41	10.136.118.208	TCP	60	80 → 28067 [ACK] Seq=1 Ack=455 Win=64128 Len=0
145	14.079426	8.140.254.41	10.136.118.208	HTTP	250	HTTP/1.1 304 Not Modified
146	14.131014	10.136.118.208	8.140.254.41	TCP	54	28067 → 80 [ACK] Seq=455 Ack=197 Win=131072 Len=0
194	19.081618	8.140.254.41	10.136.118.208	TCP	60	80 → 28067 [FIN, ACK] Seq=197 Ack=455 Win=64128 Len=0
195	19.081697	10.136.118.208	8.140.254.41	TCP	54	28067 → 80 [ACK] Seq=455 Ack=198 Win=131072 Len=0
196	19.081744	10.136.118.208	8.140.254.41	TCP	54	28067 → 80 [FIN, ACK] Seq=455 Ack=198 Win=131072 Len=0
197	19.095369	8.140.254.41	10.136.118.208	TCP	60	80 → 28067 [ACK] Seq=198 Ack=456 Win=64128 Len=0

三次握手



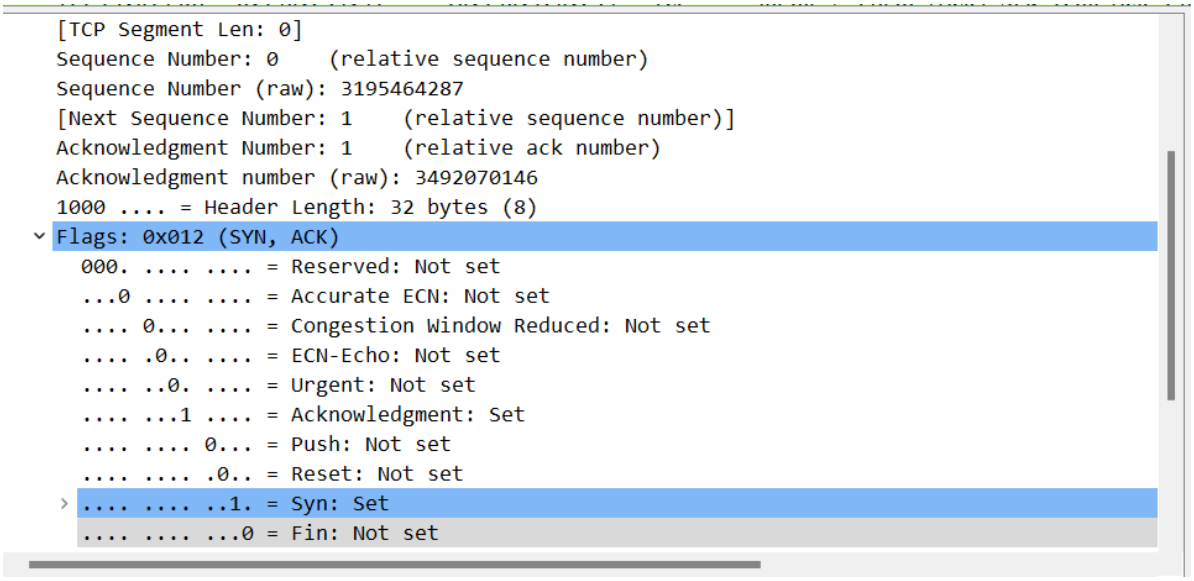
第一次握手:

客户端发送一个数据包请求连接，客户端设置该数据包的SYN设置为1，ACK设置为0，同时，sequence表示当前发送的随机序列号。

```
[TCP Segment Len: 0]
Sequence Number: 0    (relative sequence number)
Sequence Number (raw): 3492070145
[Next Sequence Number: 1    (relative sequence number)]
Acknowledgment Number: 0
Acknowledgment number (raw): 0
1000 .... = Header Length: 32 bytes (8)
Flags: 0x002 (SYN)
  000. .... .... = Reserved: Not set
  ...0 .... .... = Accurate ECN: Not set
  .... 0... .... = Congestion Window Reduced: Not set
  .... .0.. .... = ECN-Echo: Not set
  .... ..0. .... = Urgent: Not set
  .... ...0 .... = Acknowledgment: Not set
  .... .... 0... = Push: Not set
  .... .... .0.. = Reset: Not set
  .... .... ..1. = Syn: Set
  .... .... ...0 = Fin: Not set
```

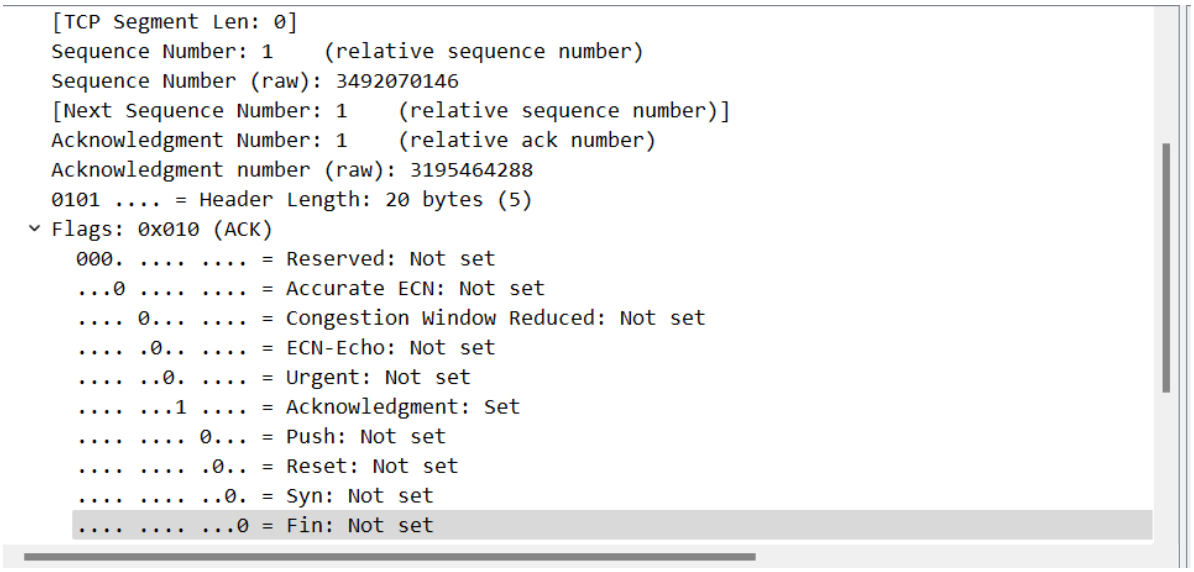
第二次握手:

服务器接收到请求之后并且允许连接的话，就会发送一个SYN=1，ACK=1，并且Acknowledgment等于接收到的序列号加1，sequence设置为当前发送数据包的随机序列号，并且让客户端发送一个确认数据包。



第三次握手:

客户端会发送一个SYN=0，ACK=1，Acknowledgment等于接收到的序列号加1的一个数据包进行连接确认，以完成连接。



四次挥手

第一步（FIN=1，Sequence Number=x）：

1. 主动关闭方发送一个FIN（Finish）标志位为1的TCP段，表示它已经完成数据传输，并准备关闭连接。
2. Sequence Number（序列号）字段包含主动关闭方的随机序列号（x），用于标识关闭请求。

```
316 13.597200   8.140.254.41     10.130.126.254   TCP      60 80 → 34058 [FIN, ACK] Seq=1285 Ack=
317 13.597267   10.130.126.254   8.140.254.41     TCP      54 34058 → 80 [ACK] Seq=1362 Ack=1286
318 13.597339   10.130.126.254   8.140.254.41     TCP      54 34058 → 80 [FIN, ACK] Seq=1362 Ack=
319 13.614387   8.140.254.41     10.130.126.254   TCP      60 80 → 34058 [ACK] Seq=1286 Ack=1363
```

```
Sequence Number (raw): 3195465572
[Next Sequence Number: 1286    (relative sequence number)]
Acknowledgment Number: 1362    (relative ack number)
Acknowledgment number (raw): 3492071507
0101 .... = Header Length: 20 bytes (5)
Flags: 0x011 (FIN, ACK)
  000. .... .... = Reserved: Not set
  ...0 .... .... = Accurate ECN: Not set
  .... 0... .... = Congestion Window Reduced: Not set
  .... .0.. .... = ECN-Echo: Not set
  .... ..0. .... = Urgent: Not set
  .... ...1 .... = Acknowledgment: Set
  .... .... 0... = Push: Not set
  .... .... .0.. = Reset: Not set
  .... .... ..0. = Syn: Not set
  .... .... ...1 = Fin: Set
  [TCP Flags: ·····A···F]
Window: 501
```

第二步（ACK=1，Sequence Number=y，Acknowledgment Number=x+1）：

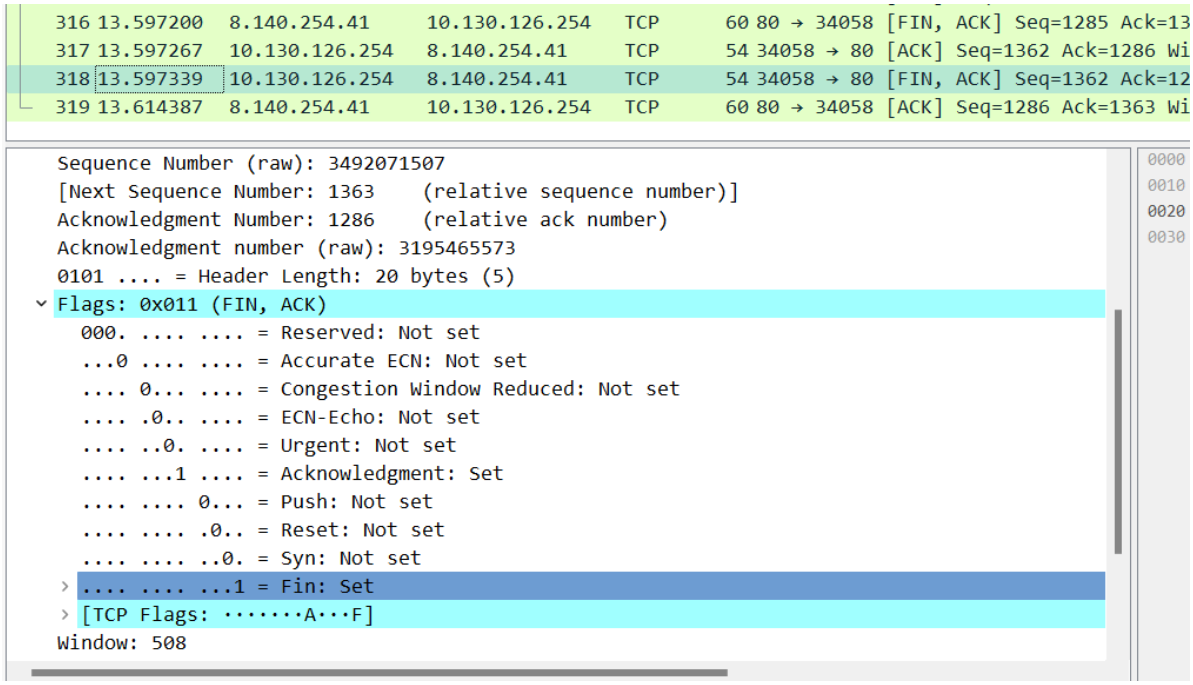
1. 被动关闭方（Server）收到主动关闭方的FIN请求后，确认收到了该FIN请求。
2. 被动关闭方发送一个ACK（Acknowledgment）标志位为1的TCP段，表示它确认收到了主动关闭方的FIN请求。
3. 被动关闭方在Acknowledgment Number字段中确认了主动关闭方的序列号（x+1），以示知悉。

```
316 13.597200   8.140.254.41     10.130.126.254   TCP      60 80 → 34058 [FIN, ACK] Seq=1285 Ack=
317 13.597267   10.130.126.254   8.140.254.41     TCP      54 34058 → 80 [ACK] Seq=1362 Ack=1286
318 13.597339   10.130.126.254   8.140.254.41     TCP      54 34058 → 80 [FIN, ACK] Seq=1362 Ack=
319 13.614387   8.140.254.41     10.130.126.254   TCP      60 80 → 34058 [ACK] Seq=1286 Ack=1363
```

```
Sequence Number (raw): 3492071507
[Next Sequence Number: 1362    (relative sequence number)]
Acknowledgment Number: 1286    (relative ack number)
Acknowledgment number (raw): 3195465573
0101 .... = Header Length: 20 bytes (5)
Flags: 0x010 (ACK)
  000. .... .... = Reserved: Not set
  ...0 .... .... = Accurate ECN: Not set
  .... 0... .... = Congestion Window Reduced: Not set
  .... .0.. .... = ECN-Echo: Not set
  .... ..0. .... = Urgent: Not set
  .... ...1 .... = Acknowledgment: Set
  .... .... 0... = Push: Not set
  .... .... .0.. = Reset: Not set
  .... .... ..0. = Syn: Not set
  .... .... ...0 = Fin: Not set
  [TCP Flags: ·····A····]
Window: 508
```

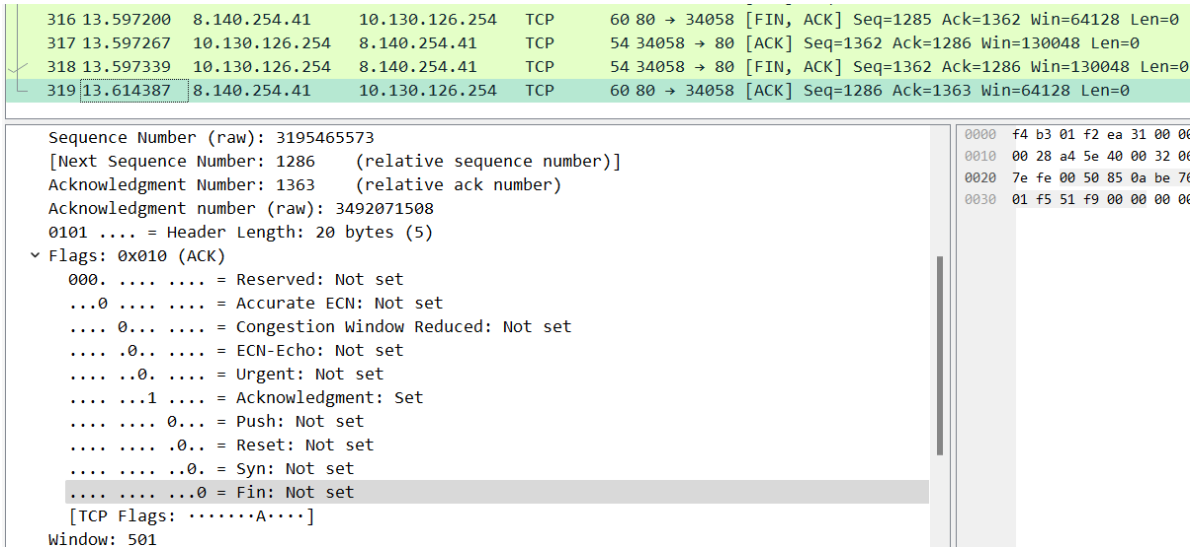
第三步（FIN=1，Sequence Number=z，Acknowledgment Number=x+1）：

1. 被动关闭方在确认了主动关闭方的FIN请求后，它也开始关闭自己的连接。
2. 被动关闭方发送一个FIN标志位为1的TCP段，表示它已经完成数据传输，并准备关闭自己的一部分。
3. Sequence Number字段（z）包含被动关闭方的序列号。



第四步（ACK=1，Acknowledgment Number=y+1）：

1. 主动关闭方收到被动关闭方的FIN请求后，确认收到了该FIN请求。
2. 主动关闭方发送一个ACK标志位为1的TCP段，表示它确认收到了被动关闭方的FIN请求。
3. Acknowledgment Number字段中确认了被动关闭方的序列号（y+1）。



GET请求

HTTP请求报文格式

（1）请求行：由3部分组成，分别为：请求方法、URL（见备注1）以及协议版本，之间由空格分隔，请求方法包括GET、POST等。协议版本的格式为：HTTP/主版本号.次版本号，常用的有HTTP/1.0和HTTP/1.1。

（2）请求头部包含很多客户端环境以及请求正文的有用信息。请求头部由"关键字：值"对组成，每行一堆，关键字和值之间使用英文":"分隔。

（3）空行，这一行非常重要，必不可少。表示请求头部结束，下面就是请求正文。

（4）请求正文：可选部分，比如GET请求就没有请求正文；POST比如以提交表单数据方式为请求正文。

HTTP响应报文格式

（1）状态行由由3部分组成，分别为：协议版本，状态码，状态码描述，之间由空格分隔。状态代码为3位数字，200~299的状态码表示成功，300~399的状态码指资源重定向，400~499的状态码指客户端请求出错，500~599的状态码指服务端出错（HTTP/1.1向协议中引入了信息性状态码，范围为100~199）。

（2）响应头部与请求头部类似，也包含了很多有用的信息。

（3）空行，这一行非常重要，必不可少。表示响应头部结束

（4）响应正文，服务器返回的文档，最常见的为HTML网页。

HTTP协议是基于TCP协议，默认是80端口。

get请求:

GET 方法的 HTTP 请求报文格式

GET	空格	/	空格	HTTP/1.1	\r	\n
Accept	:	text/html,application/xhtml+xml,application/xml		\r		\n
...						
Connection	:	keep-alive		\r		\n
\r		\n				
Full request URI: http://10.1.1.33:8080/						

```
> Frame 14: 614 bytes on wire (4912 bits), 614 bytes captured (4912 bits) on interface \Devic
> Ethernet II, Src: IntelCor_f2:ea:31 (f4:b3:01:f2:ea:31), Dst: IETF-VRRP-VRID_0d (00:00:5e:0
> Internet Protocol Version 4, Src: 10.130.3.121, Dst: 8.140.254.41
> Transmission Control Protocol, Src Port: 4536, Dst Port: 80, Seq: 1, Ack: 1, Len: 560
v Hypertext Transfer Protocol
  v GET / HTTP/1.1\r\n
    v [Expert Info (Chat/Sequence): GET / HTTP/1.1\r\n]
        [GET / HTTP/1.1\r\n]
        [Severity level: Chat]
        [Group: Sequence]
      Request Method: GET
      Request URI: /
      Request Version: HTTP/1.1
    Host: 8.140.254.41\r\n
    User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gec
    Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/webp,image/apng,*/*;q
    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
    Cache-Control: max-age=0\r\n
```

get响应:

GET 方法的 HTTP 响应报文格式

HTTP/1.1	空格	200	空格	OK	\r	\n
Content-Type	:	text/html		\r		\n
...						
Content-Encoding	:	gzip		\r		\n
\r		\n				
省略						

```
    TCP payload (654 bytes)
v Hypertext Transfer Protocol
  v HTTP/1.1 200 OK\r\n
    v [Expert Info (Chat/Sequence): HTTP/1.1 200 OK\r\n]
        [HTTP/1.1 200 OK\r\n]
        [Severity level: Chat]
        [Group: Sequence]
      Response Version: HTTP/1.1
      Status Code: 200
      [Status Code Description: OK]
      Response Phrase: OK
    Date: Fri, 03 Nov 2023 04:12:24 GMT\r\n
    Server: Apache/2.4.52 (Ubuntu)\r\n
    Last-Modified: Tue, 31 Oct 2023 02:13:33 GMT\r\n
    ETag: "1f0-608f9b3a1b194-gzip"\r\n
    Accept-Ranges: bytes\r\n
    Vary: Accept-Encoding\r\n
    Content-Encoding: gzip\r\n
> Content-Length: 373\r\n
```

```
Line-based text data: text/html (22 lines)
    <!DOCTYPE html>\n
    <html>\n
    <head>\n
        <title>我的简历</title>\n
        <meta charset="utf-8">\n
    </head>\n
    <body>\n
        <h1>个人信息</h1>\n
        <p>专业：计算机科学与技术</p>\n
        <p>学号：2113099</p>\n
        <p>姓名：祝天智</p>\n
        \n
        <h2>我的LOGO</h2>\n
        <img src="logo.png" alt="我的LOGO" width="200">\n
        \n
        <h2>自我介绍</h2>\n
```

数据传递

在用户请求音频的时候，服务器首先确认请求，然后发送包含音频的数据包，其中，PSH表示有 DATA 数据传输。

```
    Acknowledgment number (raw): 3262027365
    0101 .... = Header Length: 20 bytes (5)
  Flags: 0x018 (PSH, ACK)
      000. .... .... = Reserved: Not set
      ...0 .... .... = Accurate ECN: Not set
      .... 0... .... = Congestion Window Reduced: Not set
      .... .0.. .... = ECN-Echo: Not set
      .... ..0. .... = Urgent: Not set
      .... ...1 .... = Acknowledgment: Set
      .... .... 1... = Push: Set
      .... .... .0.. = Reset: Not set
      .... .... ..0. = Syn: Not set
      .... .... ...0 = Fin: Not set
      [TCP Flags: ·······AP···]
    Window: 501
    [Calculated window size: 64128]
    [Window size scaling factor: 128]
    Checksum: 0xbb93 [unverified]
```

保持连接

HTTP中keep-alive头部的作用是为保持TCP连接，这样可以复用TCP连接不需要为每个HTTP请求都建立一个单独的TCP连接。当服务器最后发送一个ACK包后进入TIME_WAIT状态，此状态将会持续2MSL（Maximum Segment Lifetime）。在此期间还是可以接受客户端的数据的。

```
15527 260.010934    8.140.254.41        10.136.118.208      TCP         66 [TCP Keep-Alive ACK] 80 → 27871 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=501 Len=0 SLE=1 SRE=2
15933 290.024095    10.136.118.208      8.140.254.41        TCP         55 [TCP ZeroWindow] [TCP Keep-Alive] 27871 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=0 Len=1
15934 290.149421    8.140.254.41        10.136.118.208      TCP         66 [TCP Keep-Alive ACK] 80 → 27871 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=501 Len=0 SLE=1 SRE=2
16196 320.154282    10.136.118.208      8.140.254.41        TCP         55 [TCP ZeroWindow] [TCP Keep-Alive] 27871 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=0 Len=1
16197 320.171710    8.140.254.41        10.136.118.208      TCP         66 [TCP Keep-Alive ACK] 80 → 27871 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=501 Len=0 SLE=1 SRE=2
16504 350.172921    10.136.118.208      8.140.254.41        TCP         55 [TCP ZeroWindow] [TCP Keep-Alive] 27871 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=0 Len=1
16508 350.188120    8.140.254.41        10.136.118.208      TCP         66 [TCP Keep-Alive ACK] 80 → 27871 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=501 Len=0 SLE=1 SRE=2
18149 380.191355    10.136.118.208      8.140.254.41        TCP         55 [TCP ZeroWindow] [TCP Keep-Alive] 27871 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=0 Len=1
18150 380.206949    8.140.254.41        10.136.118.208      TCP         66 [TCP Keep-Alive ACK] 80 → 27871 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=501 Len=0 SLE=1 SRE=2
18668 410.216540    10.136.118.208      8.140.254.41        TCP         55 [TCP ZeroWindow] [TCP Keep-Alive] 27871 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=0 Len=1
18669 410.239601    8.140.254.41        10.136.118.208      TCP         66 [TCP Keep-Alive ACK] 80 → 27871 [ACK] Seq=1 Ack=2 Win=501 Len=0 SLE=1 SRE=2
```

为什么主动发起断开连接的一方在发送最后一个ACK包后需要进入TIME_WAIT状态2MSL?

1）我们先假设发送完最后一个ACK包后直接断开的话，如果由于某种原因对端没有收到的话，对端会再次发送一个FIN包（TCP的重传机制），由于此时另一端已经关闭了对应的socket，所以TCP协议栈会发送一个RST包。这个包表示的是一种错误。（比如，请求的TCP连接的端口没有在监听状态下），那么TCP连接就是因错误而被迫断开，所以TCP中工作没有正常完成。

2）第二个原因是让老的重复包在网络中消失，解释一下这句话的意思：如果我们的TCP断开之后，立马有一个新的TCP连接和之前的连接的IP和端口都一样的话，那么残留在网络中的包到达后会被误解为是新的。