应用层协议HTTP

HTTP协议

虽然我们说, 应用层协议是我们程序猿自己定的. 但实际上, 已经有大佬们定义了一些现成的, 又非常好用的应用层协议, 供我们直接参考使用. HTTP(超文本传输协议)就是其中之一。

在互联网世界中，HTTP（HyperText Transfer Protocol，超文本传输协议）是一个至关重要的协议。

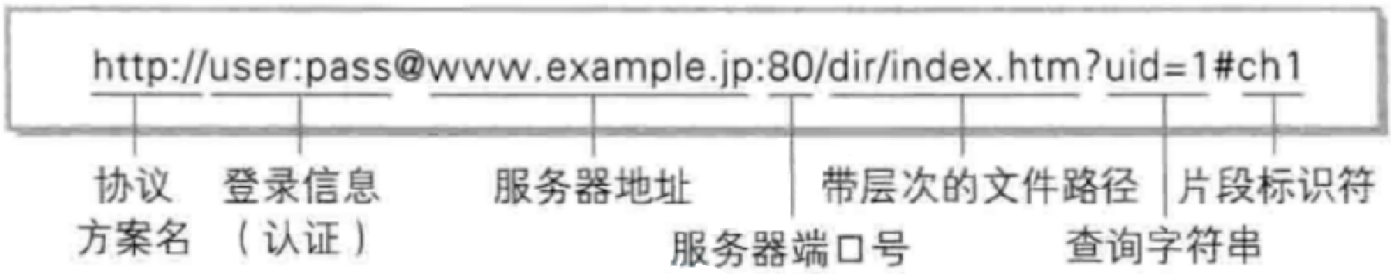
它定义了客户端（如浏览器）与服务器之间如何通信，以交换或传输超文本（如HTML文档）。

HTTP协议是客户端与服务器之间通信的基础。客户端通过HTTP协议向服务器发送请求，服务器收到

请求后处理并返回响应。HTTP协议是一个**无连接、无状态**的协议，即每次请求都需要建立新的连接，且服务器不会保存客户端的状态信息。

认识URL

平时我们俗称的 "网址" 其实就是说的 URL



urlencode和urldecode(了解)

像 / ? : 等这样的字符, 已经被 url 当做特殊意义理解了. 因此这些字符不能随意出现.

比如, 某个参数中需要带有这些特殊字符, 就必须先对特殊字符进行转义.

转义的规则如下:

将需要转码的字符转为16进制，然后从右到左，取4位(不足4位直接处理)，每2位做一位，前面加

上%，编码成%XY格式

例如:

"+" 被转义成了 "%2B"

urldecode就是urlencode的逆过程;

urlencode工具

HTTP协议请求与响应格式

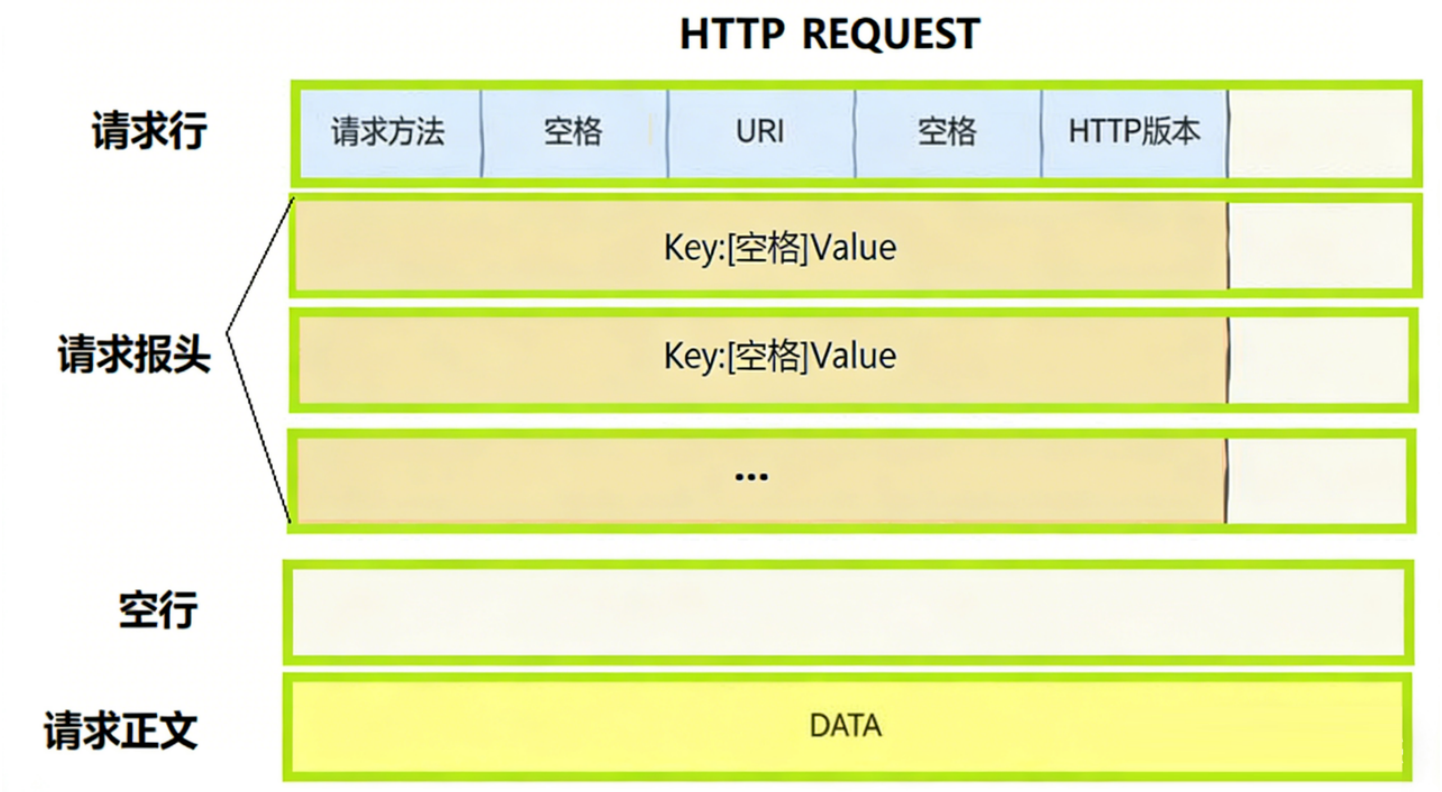
HTTP请求

```
POST http://job.xjtu.edu.cn/companyLogin.do HTTP/1.1
Host: job.xjtu.edu.cn
Connection: keep-alive
Content-Length: 36
Cache-Control: max-age=0
Origin: http://job.xjtu.edu.cn
Upgrade-Insecure-Requests: 1
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 6.3; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML,
like Gecko) Chrome/61.0.3163.100 Safari/537.36
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/webp,image/
apng,*/*;q=0.8
Referer: http://job.xjtu.edu.cn/companyLogin.do
Accept-Encoding: gzip, deflate
Accept-Language: zh-CN,zh;q=0.8
Cookie: JSESSIONID=D628A75845A74D29D991DB47A461E4FC;
Hm_lvt_783e83ce0ee350e23a9d389df580f658=1504963710,1506661798;
Hm_lpvt_783e83ce0ee350e23a9d389df580f658=1506661802

username=hgtz2222&password=222222222
```

> · 首行: [方法] + [url] + [版本]

> · Header: 请求的属性, 冒号分割的键值对;每组属性之间使用 \r\n 分隔;遇到空行表示 Header部分结束
>
> · Body: 空行后面的内容都是Body. Body允许为空字符串. 如果Body存在, 则在Header中会有一个Content-Length属性来标识Body的长度;



编写HTTP请求的代码 - 验证http请求

代码块

```
1  需要现场基于历史代码，先架构处一个基本的HTTP服务器，然后用浏览器进行验证
2  需要验证前端内容，直接AI即可
```

HTTP响应

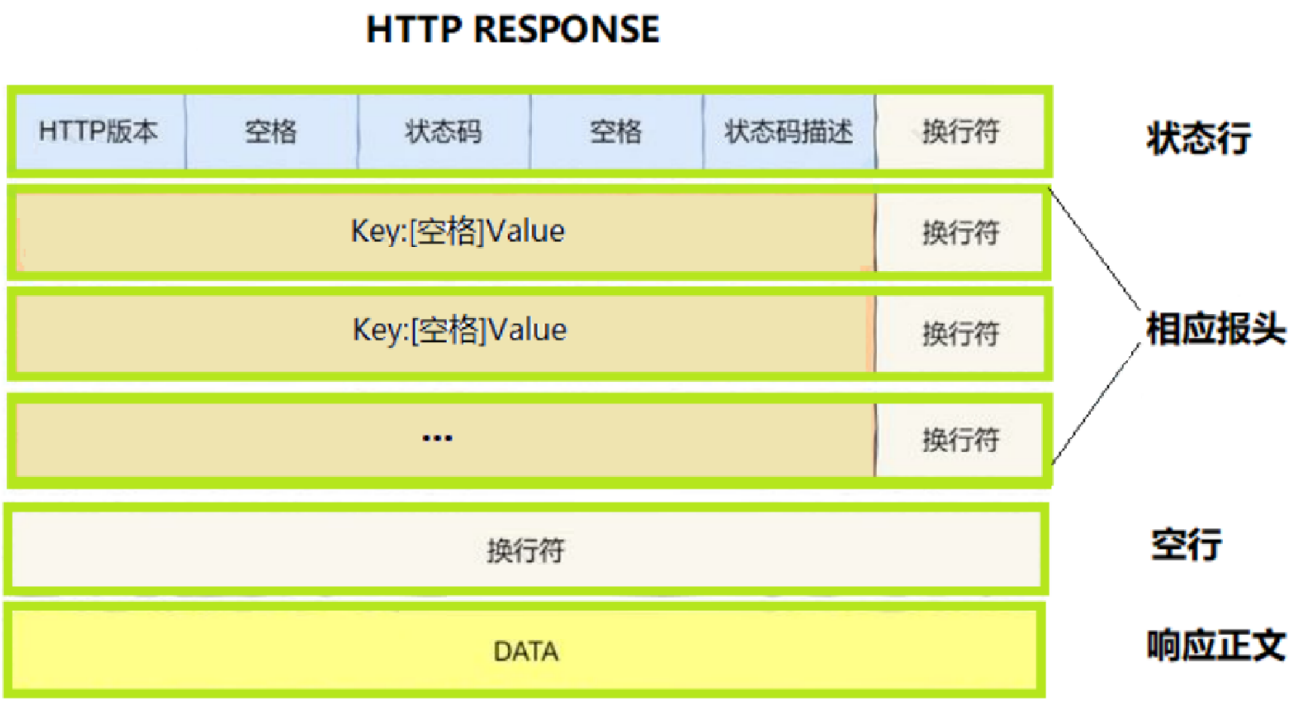
```
HTTP/1.1 200 OK
Server: YxlinkWAF
Content-Type: text/html;charset=UTF-8
Content-Language: zh-CN
Transfer-Encoding: chunked
Date: Fri, 29 Sep 2017 05:10:13 GMT

<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>西安交通大学就业网</title>
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
<meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=Edge">
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
<link rel="shortcut icon" href="/renovation/images/icon.ico">
<link href="/renovation/css/main.css" rel="stylesheet" media="screen" />
<link href="/renovation/css/art_default.css" rel="stylesheet" media="screen" />
<link href="/renovation/css/font-awesome.css" rel="stylesheet" media="screen" />
<script type="text/javascript" src="/renovation/js/jquery1.7.1.min.js"></script>
<script type="text/javascript" src="/renovation/js/main.js"></script><!--main-->
<link href="/style/warmTipsstyle.css" rel="stylesheet" type="text/css">
</head>
```

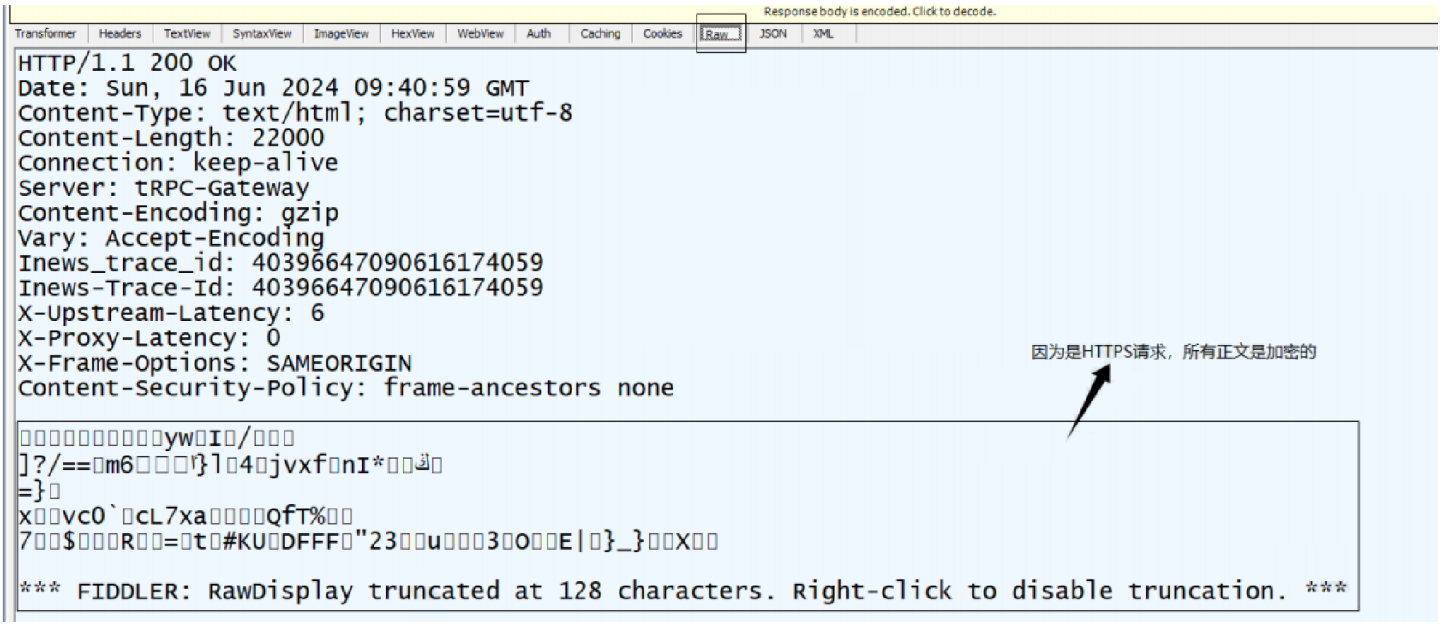
· 首行: [版本号] + [状态码] + [状态码解释]

· Header: 请求的属性, 冒号分割的键值对;每组属性之间使用\r\n分隔;遇到空行表示Header部分结束

· Body: 空行后面的内容都是Body. Body允许为空字符串. 如果Body存在, 则在Header中会有一个Content-Length属性来标识Body的长度; 如果服务器返回了一个html页面, 那么html页面内容就是在body中.



基本的应答格式



HTTP的方法

方法	说明	支持的HTTP协议版本
GET	获取资源	1.0、1.1
POST	传输实体主体	1.0、1.1
PUT	传输文件	1.0、1.1
HEAD	获得报文首部	1.0、1.1
DELETE	删除文件	1.0、1.1
OPTIONS	询问支持的方法	1.1
TRACE	追踪路径	1.1
CONNECT	要求用隧道协议连接代理	1.1
LINK	建立和资源之间的联系	1.0
UNLINE	断开连接关系	1.0

其中最常用的就是GET方法和POST方法.

HTTP常见方法

1. GET方法（重点）

用途：用于请求URL指定的资源。

示例： GET /index.html HTTP/1.1

特性：指定资源经服务器端解析后返回响应内容。

form表单：https://www.runoob.com/html/html-forms.html

代码块

```
要通过历史写的http服务器，验证GET方法，这里需要了解一下FORM表单的问题
这里就要引入web根目录，文件读取的基本操作了
    std::string
    GetFileContentHelper(const std::string &path)
    {
        // 一份简单的读取二进制文件的代码
        std::ifstream in(path, std::ios::binary);
        if (!in.is_open())
            return "";
        in.seekg(0, in.end);
        int filesize = in.tellg();
        in.seekg(0, in.beg);
        std::string content;
        content.resize(filesize);
        in.read((char *)content.c_str(), filesize);
        // std::vector<char> content(filesize);
        // in.read(content.data(), filesize);
        in.close();
        return content;
    }
```

2. POST方法（重点）

用途：用于传输实体的主体，通常用于提交表单数据。

示例： POST /submit.cgi HTTP/1.1

特性：可以发送大量的数据给服务器，并且数据包含在请求体中。

form表单：https://www.runoob.com/html/html-forms.html

代码块

```
要通过历史写的http服务器，验证POST方法,这里需要了解一下FORM表单的问题
```

3. PUT方法（不常用）

用途：用于传输文件，将请求报文主体中的文件保存到请求URL指定的位置。

示例： PUT /example.html HTTP/1.1

特性：不太常用，但在某些情况下，如RESTful API中，用于更新资源。

4. HEAD方法

用途：与GET方法类似，但不返回报文主体部分，仅返回响应头。示例： HEAD /index.html HTTP/1.1

特性：用于确认URL的有效性及资源更新的日期时间等。

代码块

```
// curl -i 显示
$ curl -i www.baidu.com
HTTP/1.1 200 OK
Accept-Ranges: bytes
Cache-Control: private, no-cache, no-store, proxy-revalidate, no-transform
Connection: keep-alive
Content-Length: 2381
Content-Type: text/html
Date: Sun, 16 Jun 2024 08:38:04 GMT
Etag: "588604dc-94d"
Last-Modified: Mon, 23 Jan 2017 13:27:56 GMT
Pragma: no-cache
Server: bfe/1.0.8.18
Set-Cookie: BDORZ=27315; max-age=86400; domain=.baidu.com; path=/
<!DOCTYPE html>
...
// 使用head方法，只会返回响应头
$ curl --head www.baidu.com
HTTP/1.1 200 OK
Accept-Ranges: bytes
Cache-Control: private, no-cache, no-store, proxy-revalidate, no-transform
Connection: keep-alive
Content-Length: 277
Content-Type: text/html
Date: Sun, 16 Jun 2024 08:43:38 GMT
Etag: "575e1f71-115"
Last-Modified: Mon, 13 Jun 2016 02:50:25 GMT
Pragma: no-cache
Server: bfe/1.0.8.18
```

5. DELETE方法（不常用）

用途：用于删除文件，是PUT的相反方法。

示例： DELETE /example.html HTTP/1.1

特性：按请求URL删除指定的资源。

6. OPTIONS方法

用途：用于查询针对请求URL指定的资源支持的方法。示例： OPTIONS * HTTP/1.1

特性：返回允许的方法，如GET、POST等。

不支持的效果

代码块

```
// 搭建一个nginx用来测试
// sudo apt install nginx
// sudo nginx -- 开启
// ps ajx | grep nginx -- 查看
// sudo nginx -s stop -- 停止服务

$ sudo nginx -s stop
$ ps ajx | grep nginx
2944845 2945390 2945389 2944845 pts/1 2945389 S+ 1002 0:00 grep --
color=auto nginx
$ sudo nginx
$ ps axj | grep nginx
    1 2945393 2945393 2945393 ? -1 Ss 0 0:00 nginx:
master process nginx
2945393 2945394 2945393 2945393 ? -1 S 33 0:00 nginx:
worker process
2945393 2945395 2945393 2945393 ? -1 S 33 0:00 nginx:
worker process
2944845 2945397 2945396 2944845 pts/1 2945396 S+ 1002 0:00 grep --
color=auto nginx

// -X(大x) 指明方法
$ curl -X OPTIONS -i http://127.0.0.1/
HTTP/1.1 405 Not Allowed
Server: nginx/1.18.0 (Ubuntu)
Date: Sun, 16 Jun 2024 08:48:22 GMT
Content-Type: text/html
Content-Length: 166
Connection: keep-alive

<html>
<head><title>405 Not Allowed</title></head>
<body>
<center><h1>405 Not Allowed</h1></center>
<hr><center>nginx/1.18.0 (Ubuntu)</center>
</body>
</html>
```

支持的效果

```
代码块
HTTP/1.1 200 OK
Allow: GET, HEAD, POST, OPTIONS
Content-Type: text/plain
Content-Length: 0
Server: nginx/1.18.0 (Ubuntu)
Date: Sun, 16 Jun 2024 09:04:44 GMT
Access-Control-Allow-Origin: *
Access-Control-Allow-Methods: GET, POST, OPTIONS
Access-Control-Allow-Headers: Content-Type, Authorization

// 注意：这里没有响应体，因为Content-Length为0
```

HTTP的状态码

1XX	Informational（信息性状态码）	接收的请求正在处理
2XX	Success（成功状态码）	请求正常处理完毕
3XX	Redirection（重定向状态码）	需要进行附加操作以完成请求
4XX	Client Error（客户端错误状态码）	服务器无法处理请求
5XX	Server Error（服务器错误状态码）	服务器处理请求出错

最常见的状态码, 比如 200(OK), 404(Not Found), 403(Forbidden), 302(Redirect, 重定向), 504(Bad Gateway)

表格

	状态码	含义	应用样例
1	100	Continue	上传大文件时，服务器...
2	200	OK	访问网站首页，服务器...
3	201	Created	发布新文章，服务器返...
4	204	No Content	删除文章后，服务器返...
5	301	Moved Permanently	网站换域名后，自动跳...
6	302	Found 或 See Other	用户登录成功后，重定...
7	304	Not Modified	浏览器缓存机制，对未...
8	400	Bad Request	填写表单时，格式不正...
9	401	Unauthorized	访问需要登录的页面时...
10	403	Forbidden	尝试访问你没有权限查...
11	404	Not Found	访问不存在的网页链接
12	500	Internal Server Error	服务器崩溃或数据库错...
13	502	Bad Gateway	使用代理服务器时，代...
14	503	Service Unavailable	服务器维护或过载，暂...

14 条记录

表格

	状态码	含义	是否为临时重定向	应用样例
1	301	Moved Permanently	否（永久重定向）	网站换域名后，自...
2	302	Found 或 See Other	是（临时重定向）	用户登录成功后，...
3	307	Temporary Redirect	是（临时重定向）	临时重定向资源到...
4	308	Permanent Redirect	否（永久重定向）	永久重定向资源到...
5				置（较少使用）

5 条记录

关于重定向的验证，以301为代表

HTTP状态码301（永久重定向）和302（临时重定向）都依赖Location选项。以下是关于两者依赖Location选项的详细说明：

HTTP状态码301（永久重定向）

· 当服务器返回HTTP 301状态码时，表示请求的资源已经被永久移动到新的位置。

· 在这种情况下，服务器会在响应中添加一个Location头部，用于指定资源的新位置。这个Location头部包含了新的URL地址，浏览器会自动重定向到该地址。

· 例如，在HTTP响应中，可能会看到类似于以下的头部信息：

```
代码块
1   HTTP/1.1 301 Moved Permanently\r\n
2   Location: https://www.new-url.com\r\n
```

HTTP状态码302（临时重定向）

· 当服务器返回HTTP 302状态码时，表示请求的资源临时被移动到新的位置。

· 同样地，服务器也会在响应中添加一个Location头部来指定资源的新位置。浏览器会暂时使用新的URL进行后续的请求，但不会缓存这个重定向。

· 例如，在HTTP响应中，可能会看到类似于以下的头部信息：

```
代码块
1   HTTP/1.1 302 Found\r\n
2   Location: https://www.new-url.com\r\n
```

总结：无论是HTTP 301还是HTTP 302重定向，都需要依赖Location选项来指定资源的新位置。这个Location选项是一个标准的HTTP响应头部，用于告诉浏览器应该将请求重定向到哪个新的URL地址。

HTTP常见Header

> · Content-Type: 数据类型(text/html等)
> · Content-Length: Body的长度
> · Host: 客户端告知服务器, 所请求的资源是在哪个主机的哪个端口上;
> · User-Agent: 声明用户的操作系统和浏览器版本信息;
> · Referer: 当前页面是从哪个页面跳转过来的;
> · Location: 搭配3xx状态码使用, 告诉客户端接下来要去哪里访问;
> · Cookie: 用于在客户端存储少量信息. 通常用于实现会话(session)的功能;

关于connection报头

HTTP中的 Connection 字段是HTTP报文头的一部分，它主要用于控制和管理客户端与服务器之间的连接状态

核心作用

· 管理持久连接： Connection 字段还用于管理持久连接（也称为长连接）。持久连接允许客户端和服务器在请求/响应完成后不立即关闭TCP连接，以便在同一个连接上发送多个请求和接收多个响应。

持久连接（长连接）

· **HTTP/1.1：**在HTTP/1.1协议中，默认使用持久连接。当客户端和服务器都不明确指定关闭连接时，连接将保持打开状态，以便后续的请求和响应可以复用同一个连接。

· **HTTP/1.0**：在HTTP/1.0协议中，默认连接是非持久的。如果希望在HTTP/1.0上实现持久连接，需要在请求头中显式设置 Connection: keep-alive 。

语法格式

· Connection: keep-alive： 表示希望保持连接以复用TCP连接。

· Connection: close： 表示请求/响应完成后，应该关闭TCP连接。

User-Agent里的历史故事

下面附上一张关于HTTP常见header的表格

表格

	字段名	含义	样例
1	Accept	客户端可接受的响应内 ...	Accept: text/html,appli...
2	Accept-Encoding	客户端支持的数据压缩 ...	Accept-Encoding: gzip, ...
3	Accept-Language	客户端可接受的语言类 型	Accept-Language: zh-C...
4	Host	请求的主机名和端口号	Host: www.example.co...
5	User-Agent	客户端的软件环境信息	User-Agent: Mozilla/5.0...
6	Cookie	客户端发送给服务器的 ...	Cookie: session_id=ab...
7	Referer	请求的来源URL	Referer: http://www.ex...
8	Content-Type	实体主体的媒体类型	Content-Type: applicati...
9	Content-Length	实体主体的字节大小	Content-Length: 150
10	Authorization	认证信息，如用户名和 ...	Authorization: Basic Q...
11	Cache-Control	缓存控制指令	请求时： Cache-Contro...
12	Connection	请求完后是关闭还是保 ...	Connection: keep-alive...
13	Date	请求或响应的日期和时 间	Date: Wed, 21 Oct 2023 ...
14	Location	重定向的目标URL（与 3...	Location: http://www.e...
15	Server	服务器类型	Server: Apache/2.4.41 (...
16	Last-Modified	资源的最后修改时间	Last-Modified: Wed, 21 ...
17	ETag	资源的唯一标识符，用 ...	ETag: "3f80f-1b6-5f4e2...
18	Expires	响应过期的日期和时间	Expires: Wed, 21 Oct 20...

18 条记录

最简单的HTTP服务器

实现一个最简单的HTTP服务器, 只在网页上输出 "hello world"; 只要我们按照HTTP协议的要求构造数据, 就很容易能做到;

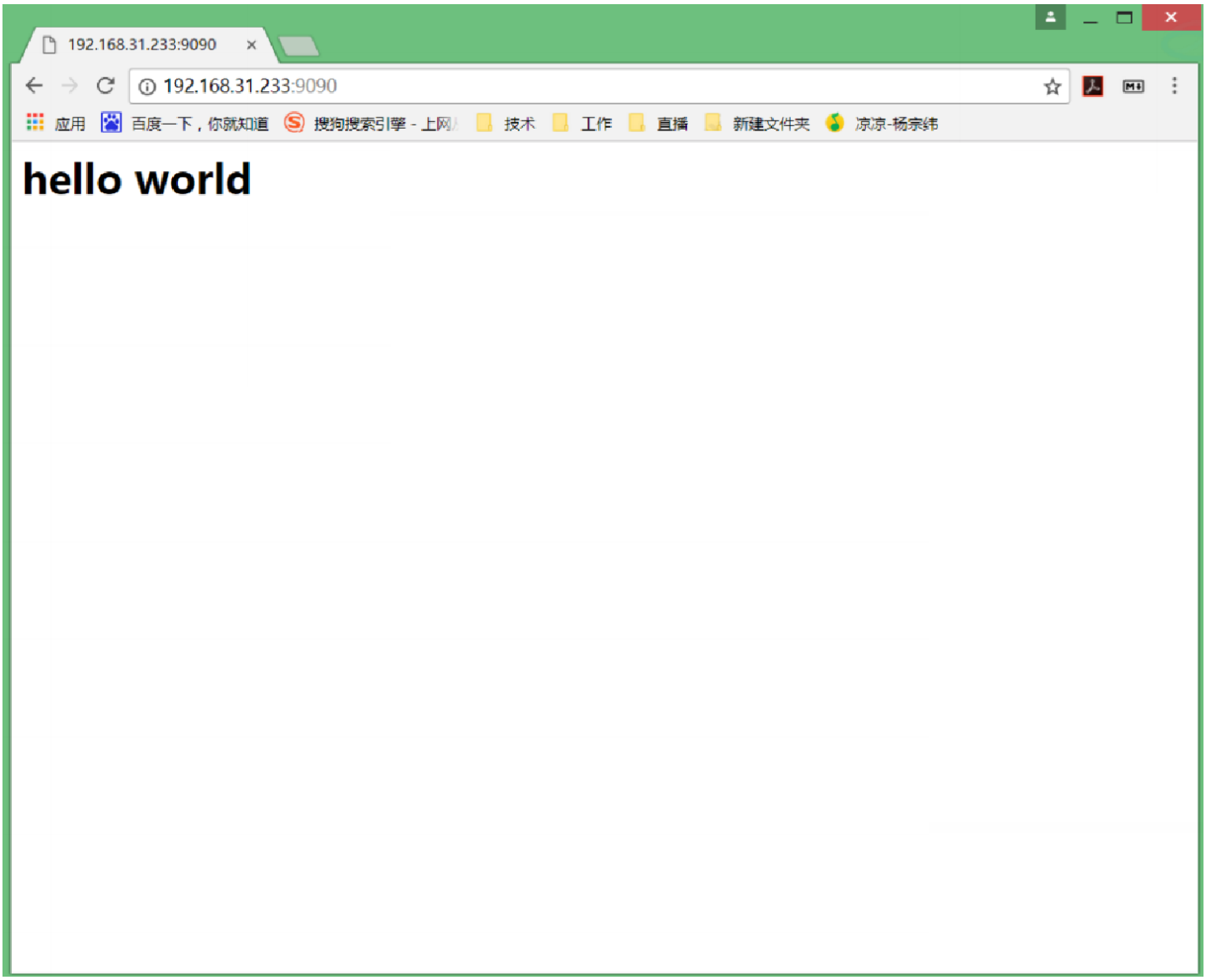
代码块

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

```
8  void Usage()
9  {
10     printf("usage: ./server [ip] [port]\n");
11 }
12 int main(int argc, char *argv[])
13 {
14     if (argc != 3)
15     {
16         Usage();
17         return 1;
18     }
19     int fd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
20     if (fd < 0)
21     {
22         perror("socket");
23         return 1;
24     }
25     struct sockaddr_in addr;
26     addr.sin_family = AF_INET;
27     addr.sin_addr.s_addr = inet_addr(argv[1]);
28     addr.sin_port = htons(atoi(argv[2]));
29     int ret = bind(fd, (struct sockaddr *)&addr, sizeof(addr));
30     if (ret < 0)
31     {
32         perror("bind");
33         return 1;
34     }
35     ret = listen(fd, 10);
36     if (ret < 0)
37     {
38         perror("listen");
39         return 1;
40     }
41     for (;;)
42     {
43         struct sockaddr_in client_addr;
44         socklen_t len;
45         int client_fd = accept(fd, (struct sockaddr *)&client_addr, &len);
46         if (client_fd < 0)
47         {
48             perror("accept");
49             continue;
50         }
51         char input_buf[1024 * 10] = {0}; // 用一个足够大的缓冲区直接把数据读完.
52         ssize_t read_size = read(client_fd, input_buf, sizeof(input_buf) - 1);
53         if (read_size < 0)
54         {
```

```
55              return 1;
56          }
57          printf("[Request] %s", input_buf);
58          char buf[1024] = {0};
59          const char *hello = "<h1>hello world</h1>";
60          sprintf(buf, "HTTP/1.0 200 OK\nContent-Length:%lu\n\n%s",
    strlen(hello),
61                  hello);
62          write(client_fd, buf, strlen(buf));
63      }
64      return 0;
65  }
```

编译, 启动服务. 在浏览器中输入 http://[ip]:[port], 就能看到显示的结果 "Hello World"



```
[tangzhong@tz http]$ ./server 0 9090
GET / HTTP/1.1
Host: 192.168.31.233:9090
Connection: keep-alive
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 6.3; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/61.0.3163.100
Safari/537.36
Upgrade-Insecure-Requests: 1
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/webp,image/apng,*/*;q=0.8
Accept-Encoding: gzip, deflate
Accept-Language: zh-CN,zh;q=0.8
```

> **备注:**
>
> 此处我们使用 9090 端口号启动了HTTP服务器. 虽然HTTP服务器一般使用80端口,
>
> 但这只是一个通用的习惯. 并不是说HTTP服务器就不能使用其他的端口号.
>
> 使用chrome测试我们的服务器时, 可以看到服务器打出的请求中还有一个 GET /favicon.ico HTTP/1.1 这样的请求.
>
> 同学们自行查找资料, 去理解favicon.ico的作用.
>
> **实验**
>
> 把返回的状态码改成404, 403, 504等, 看浏览器上分别会出现什么样的效果.

附录:

HTTP历史及版本核心技术与时代背景

HTTP（Hypertext Transfer Protocol，超文本传输协议）作为互联网中浏览器和服务器间通信的基石，经历了从简单到复杂、从单一到多样的发展过程。以下将按照时间顺序，介绍HTTP的主要版本、核心技术及其对应的时代背景。

HTTP/0.9

核心技术:

· 仅支持GET请求方法。

· 仅支持纯文本传输，主要是HTML格式。

· 无请求和响应头信息。

时代背景:

· 1991年，HTTP/0.9版本作为HTTP协议的最初版本，用于传输基本的超文本HTML内容。

· 当时的互联网还处于起步阶段，网页内容相对简单，主要以文本为主。

HTTP/1.0

核心技术:

· 引入POST和HEAD请求方法。

· 请求和响应头信息，支持多种数据格式（MIME）。

· 支持缓存（cache）。

· 状态码（status code）、多字符集支持等。

时代背景：

· 1996年，随着互联网的快速发展，网页内容逐渐丰富，HTTP/1.0版本应运而生。

· 为了满足日益增长的网络应用需求，HTTP/1.0增加了更多的功能和灵活性。

· 然而，HTTP/1.0的工作方式是每次TCP连接只能发送一个请求，性能上存在一定局限。

HTTP/1.1

核心技术：

· 引入持久连接（persistent connection），支持管道化（pipelining）。

· 允许在单个TCP连接上进行多个请求和响应，提高了性能。

· 引入分块传输编码（chunked transfer encoding）。

· 支持Host头，允许在一个IP地址上部署多个Web站点。时代背景：

· 1999年，随着网页加载的外部资源越来越多，HTTP/1.0的性能问题愈发突出。

· HTTP/1.1通过引入持久连接和管道化等技术，有效提高了数据传输效率。

· 同时，互联网应用开始呈现出多元化、复杂化的趋势，HTTP/1.1的出现满足了这些需求。

HTTP/2.0

核心技术：

· 多路复用（multiplexing），一个TCP连接允许多个HTTP请求。

· 二进制帧格式（binary framing），优化数据传输。

· 头部压缩（header compression），减少传输开销。

· 服务器推送（server push），提前发送资源到客户端。

时代背景：

· 2015年，随着移动互联网的兴起和云计算技术的发展，网络应用对性能的要求越来越高。

· HTTP/2.0通过多路复用、二进制帧格式等技术，显著提高了数据传输效率和网络性能。

· 同时，HTTP/2.0还支持加密传输（HTTPS），提高了数据传输的安全性。

HTTP/3.0

核心技术：

- 使用QUIC协议替代TCP协议，基于UDP构建的多路复用传输协议。
- 减少了TCP三次握手及TLS握手时间，提高了连接建立速度。
- 解决了TCP中的线头阻塞问题，提高了数据传输效率。

时代背景：

- 2022年，随着5G、物联网等技术的快速发展，网络应用对实时性、可靠性的要求越来越高。
- HTTP/3.0通过使用QUIC协议，提高了连接建立速度和数据传输效率，满足了这些需求。
- 同时，HTTP/3.0还支持加密传输（HTTPS），保证了数据传输的安全性。