

IO网络编程

Tedu Python 教学部

Author：吕泽

- IO
- 文件
 - 字符串 (bytes)
 - 文件读写
 - 其他操作
 - 刷新缓冲区
 - 文件偏移量
 - 文件描述符
 - 文件管理函数
- 网络编程基础
 - OSI七层模型
 - 四层模型 (TCP/IP模型)
 - 数据传输过程
 - 网络协议
 - 网络基础概念
- 传输层服务
 - 面向连接的传输服务 (基于TCP协议的数据传输)
 - 面向无连接的传输服务 (基于UDP协议的数据传输)
- socket套接字编程
 - 套接字介绍
 - tcp套接字编程
 - 服务端流程
 - 客户端流程
 - tcp 套接字数据传输特点
 - 网络收发缓冲区
 - tcp粘包
 - UDP套接字编程
 - 服务端流程
 - 客户端流程
 - socket套接字属性
- struct模块进行数据打包

- HTTP传输
 - HTTP协议（超文本传输协议）
 - HTTP请求（request）
 - http响应（response）

IO

1. 定义

IO指数据流的输入输出，从计算机应用层编程层面来说，在内存中存在数据交换的操作一般认为是IO操作,比如和终端交互,和磁盘交互，和网络交互等

2. 程序分类

- IO密集型程序：在程序执行中有大量IO操作，而cpu运算较少。消耗cpu较少，耗时长。
- 计算密集型程序：程序运行中计算较多，IO操作相对较少。cpu消耗多，执行速度快，几乎没有阻塞。

文件

文件是保存在持久化存储设备(硬盘、U盘、光盘..)上的一段数据。从格式编码角度分为文本文件（打开会自动解码为字符）、二进制文件(视频、音频等)。在Python里把文件视作一种类型的对象，类似之前学习过的其它数据类型。

字节串（bytes）

在python3中引入了字节串的概念，与str不同，字节串以字节序列值表达数据，更方便用来处理二进制数据。因此在python3中字节串是常见的二进制数据展现方式。

- 普通的ascii编码字符串可以在前面加b转换为字节串，例如：b'hello'
- 字符串转换为字节串方法：str.encode()
- 字节串转换为字符串方法：bytes.decode()

文件读写

对文件实现读写的基本操作步骤为：打开文件，读写文件，关闭文件

代码实现： day2/file_open.py

代码实现： day2/file_read.py

代码实现： day2/file_write.py

1. 打开文件

```
file_object = open(file_name, access_mode='r', buffering=-1)
```

功能：打开一个文件，返回一个文件对象。

参数：file_name 文件名；

access_mode 打开文件的方式,如果不写默认为‘r’

文件模式

操作

r	以读方式打开 文件必须存在
w	以写方式打开 文件不存在则创建，存在清空原有内容
a	以追加模式打开
r+	以读写模式打开 文件必须存在
w+	以读写模式打开文件 不存在则创建，存在清空原有内容
a+	以读写模式打开 追加模式
rb	以二进制读模式打开 同r
wb	以二进制写模式打开 同w
ab	以二进制追加模式打开 同a
rb+	以二进制读写模式打开 同r+
wb+	以二进制读写模式打开 同w+
ab+	以二进制读写模式打开 同a+

buffering 1表示有行缓冲，默认则表示使用系统默认提供的缓冲机制。

返回值：成功返回文件操作对象。

1. 读取文件

```
read([size])
```

功能：来直接读取文件中字符。

参数：如果没有给定size参数（默认值为-1）或者size值为负，文件将被读取直至末尾，给定size最多读取给定数目个字符（字节）。

返回值：返回读取到的内容

- 注意：文件过大时候不建议直接读取到文件结尾，读到文件结尾会返回空字符串。

```
readline([size])
```

功能：用来读取文件中一行

参数：如果没有给定size参数（默认值为-1）或者size值为负，表示读取一行，给定size表示最多读取指定的字符（字节）。

返回值：返回读取到的内容

```
readlines([sizeint])
```

功能：读取文件中的每一行作为列表中的一项

参数：如果没有给定size参数（默认值为-1）或者size值为负，文件将被读取直至末尾，给定size表示读取到size字符所在行为止。

返回值：返回读取到的内容列表

文件对象本身也是一个可迭代对象，在for循环中可以迭代文件的每一行。

```
for line in f:
    print(line)
```

3. 写入文件

`write(string)`

功能: 把文本数据或二进制数据块的字符串写入到文件中去

参数: 要写入的内容

返回值: 写入的字符个数

- 如果需要换行要自己在写入内容中添加\n

`writelines(str_list)`

功能: 接受一个字符串列表作为参数, 将它们写入文件。

参数: 要写入的内容列表

4. 关闭文件

打开一个文件后我们就可以通过文件对象对文件进行操作了, 当操作结束后使用`close()`关闭这个对象可以防止一些误操作, 也可以节省资源。

`file_object.close()`

5. with操作

python中的with语句使用于对资源进行访问的场合, 保证不管处理过程中是否发生错误或者异常都会执行规定的“清理”操作, 释放被访问的资源, 比如有文件读写后自动关闭、线程中锁的自动获取和释放等。

with语句的语法格式如下:

```
with context_expression [as obj]:  
    with-body
```

通过with方法可以不用`close()`, 因为with生成的对象在语句块结束后会自动处理, 所以也就不需要`close`了, 但是这个文件对象只能在with语句块内使用。

```
with open('file', 'r+') as f:  
    f.read()
```

注意

1. 加b的打开方式读写要求必须都是字节串
2. 无论什么文件都可以使用二进制方式打开, 但是二进制文件使用文本方式打开读写会出错

其他操作

刷新缓冲区

缓冲:系统自动的在内存中为每一个正在使用的文件开辟一个缓冲区,从内存向磁盘输出数据必须先送到内存缓冲区,再由缓冲区送到磁盘中去。从磁盘中读数据,则一次从磁盘文件将一批数据读入到内存缓冲区中,然后再从缓冲区将数据送到程序的数据区。

刷新缓冲区条件:

1. 缓冲区被写满
2. 程序执行结束或者文件对象被关闭
3. 行缓冲遇到换行
4. 程序中调用flush()函数

代码实现: day3/buffer.py

```
flush()
```

该函数调用后会进行一次磁盘交互,将缓冲区中的内容写入到磁盘。

文件偏移量

代码实现: day3/seek.py

1. 定义

打开一个文件进行操作时系统会自动生成一个记录,记录中描述了对文件的一系列操作。其中包括每次操作到的文件位置。文件的读写操作都是从这个位置开始进行的。

2. 基本操作

```
tell()
```

功能:获取文件偏移量大小

```
seek(offset[,whence])
```

功能:移动文件偏移量位置

参数:offset 代表相对于某个位置移动的字节数。负数表示向前移动,正数表示向后移动。

whence是基准位置的默认值为0,代表从文件开头算起,1代表从当前位置算起,2代表从文件末尾算起。

- 必须以二进制方式打开文件时基准位置只能是1或者2

文件描述符

1. 定义

系统中每一个IO操作都会分配一个整数作为编号,该整数即这个IO操作的文件描述符。

2. 获取文件描述符

`fileno()`

通过IO对象获取对应的文件描述符

文件管理函数

1. 获取文件大小

`os.path.getsize(file)`

2. 查看文件列表

`os.listdir(dir)`

3. 查看文件是否存在

`os.path.exists(file)`

4. 判断文件类型

`os.path.isfile(file)`

5. 删除文件

`os.remove(file)`

网络编程基础

计算机网络功能主要包括实现资源共享，实现数据信息的快速传递。

OSI七层模型

制定组织：ISO（国际标准化组织）

作用：使网络通信工作流程标准化

应用层：提供用户服务，具体功能有应用程序实现

表示层：数据的压缩优化加密

会话层：建立用户级的连接，选择适当的传输服务

传输层：提供传输服务

网络层：路由选择，网络互联

链路层：进行数据交换，控制具体数据的发送

物理层：提供数据传输的硬件保证，网卡接口，传输介质

优点

1. 建立了统一的工作流程

-
2. 分部清晰，各司其职，每个步骤分工明确
3. 降低了各个模块之间的耦合度，便于开发

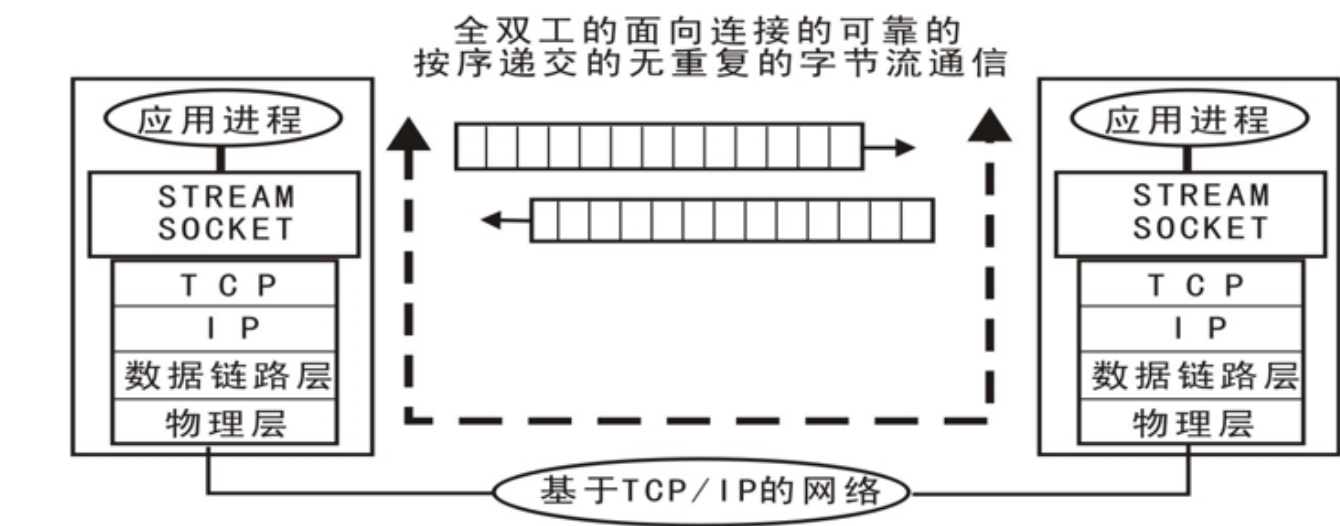
四层模型（TCP/IP模型）

背景：实际工作中工程师无法完全按照七层模型要求操作，逐渐演化为更符合实际情况的四层

OSI七层网络模型	TCP/IP四层概念模型	对应网络协议
应用层（Application）	应用层	TFTP, FTP, NFS, WAIS http
表示层（Presentation）		Telnet, Rlogin, SNMP, Gopher
会话层（Session）		SMTP, DNS
传输层（Transport）	传输层	TCP, UDP
网络层（Network）	网际层	IP, ICMP, ARP, RARP, AEP, UUCP
数据链路层（Data Link）	网络接口	FDDI, Ethernet, Arpanet, PDM, SLIP, PPP
物理层（Physical）		IEEE 802.1A, IEEE 802.2到IEEE 802.11

数据传输过程

-
1. 发送端由应用程序发送消息，逐层添加首部信息，最终在物理层发送消息包。
2. 发送的消息经过多个节点（交换机，路由器）传输，最终到达目标主机。
3. 目标主机由物理层逐层解析首部消息包，最终到应用程序呈现消息。



网络协议

在网络数据传输中，都遵循的规定，包括建立什么样的数据结构，什么样的特殊标志等。

网络基础概念

- IP地址

功能：确定一台主机的网络路由位置

查看本机网络地址命令：ifconfig

结构

IPv4 点分十进制表示 172.40.91.185 每部分取值范围0--255

IPv6 128位 扩大了地址范围

- 域名

定义：给网络服务器地址起的名字

作用：方便记忆，表达一定的含义

ping [ip]：测试和某个主机是否联通

- 端口号 (port)

作用：端口是网络地址的一部分，用于区分主机上不同的网络应用程序。

特点：一个系统中的应用监听端口不能重复

取值范围：1 -- 65535

1--1023 系统应用或者大众程序监听端口

1024--65535 自用端口

传输层服务

面向连接的传输服务（基于TCP协议的数据传输）

1. 传输特征：提供了可靠的数据传输，可靠性指数据传输过程中无丢失，无失序，无差错，无重复。
2. 实现手段：在通信前需要建立数据连接，通信结束要正常断开连接。

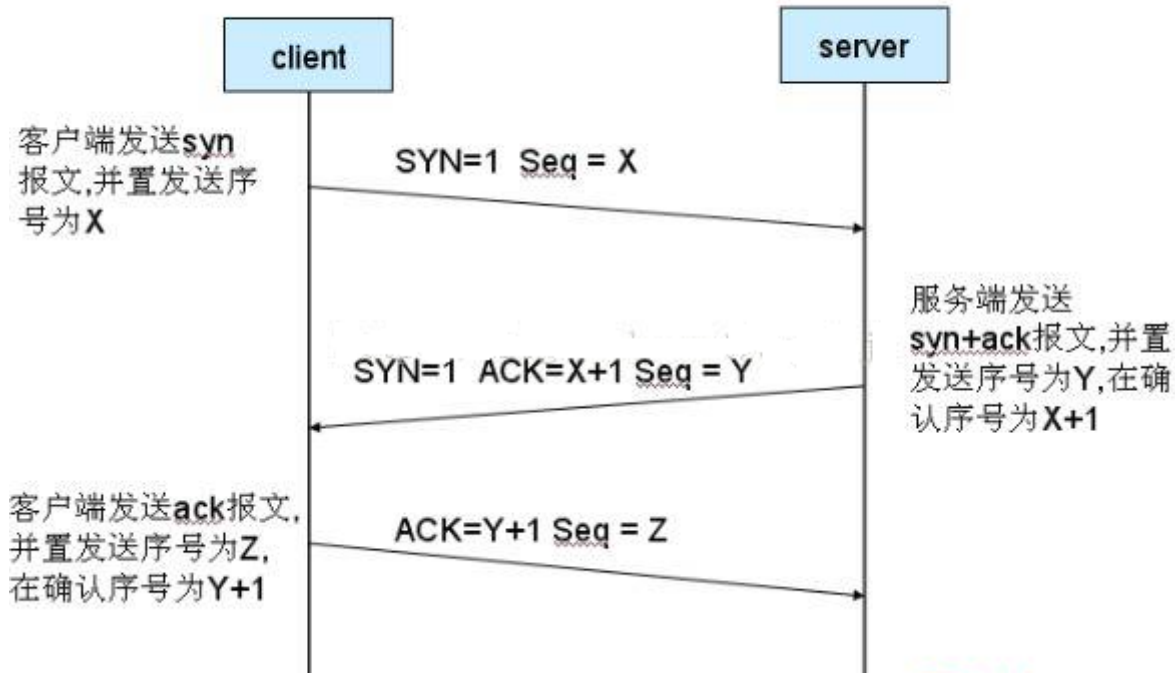
三次握手（建立连接）

客户端向服务器发送消息报文请求连接

服务器收到请求后，回复报文确定可以连接

客户端收到回复，发送最终报文连接建立

TCP 三次握手



四次挥手（断开连接）

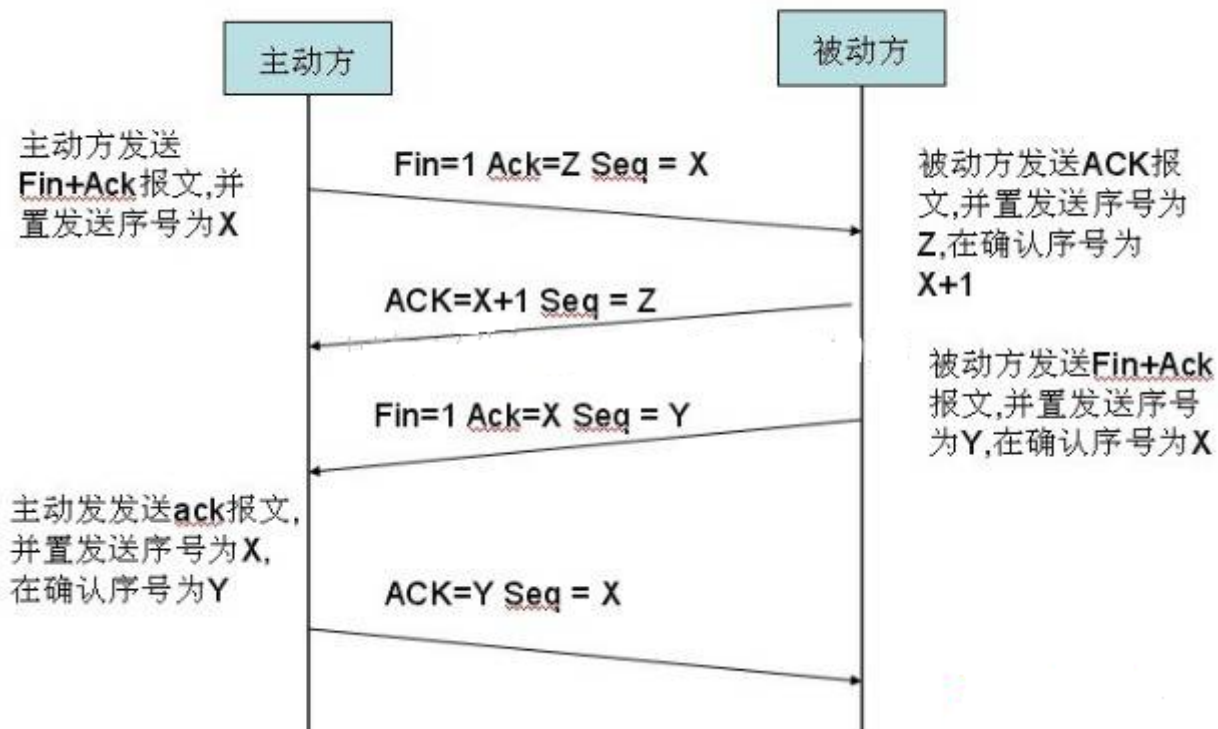
主动方发送报文请求断开连接

被动方收到请求后，立即回复，表示准备断开

被动方准备就绪，再次发送报文表示可以断开

主动方收到确定，发送最终报文完成断开

TCP 四次挥手



3. 适用情况：对数据传输准确性有明确要求，传数文件较大，需要确保可靠性的情况。比如：网页获取，文件下载，邮件收发。

面向无连接的传输服务（基于UDP协议的数据传输）

1. 传输特点：不保证传输的可靠性，传输过程没有连接和断开，数据收发自由随意。
2. 适用情况：网络较差，对传输可靠性要求不高。比如：网络视频，群聊，广播

面试要求

- OSI七层模型介绍一下，tcp/ip模型是什么？
- tcp服务和udp服务有什么区别？
- 三次握手和四次挥手指什么，过程是怎样的？

socket套接字编程

套接字介绍

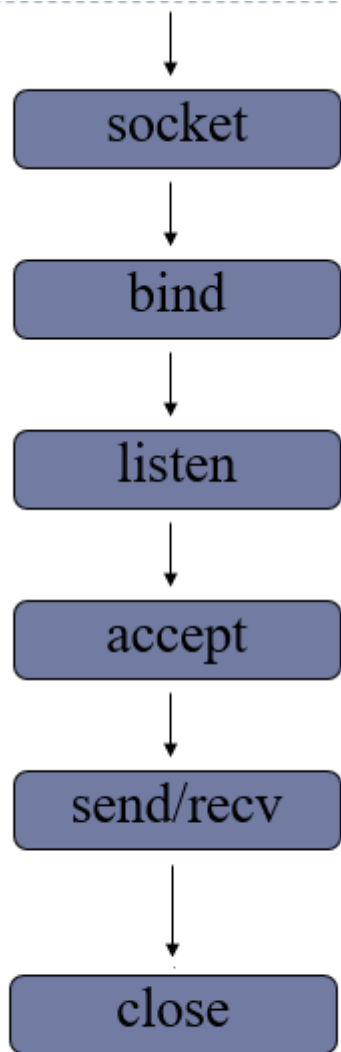
1. 套接字：实现网络编程进行数据传输的一种技术手段
2. Python实现套接字编程：import socket
3. 套接字分类

流式套接字(SOCK_STREAM): 以字节流方式传输数据，实现tcp网络传输方案。(面向连接--tcp协议--可靠的--流式套接字)

数据报套接字(SOCK_DGRAM):以数据报形式传输数据，实现udp网络传输方案。(无连接--udp协议--不可靠--数据报套接字)

tcp套接字编程

服务端流程



代码实现 : day4/tcp_server.py

1. 创建套接字

```
sockfd=socket.socket(socket_family=AF_INET,socket_type=SOCK_STREAM,proto=0)
```

功能：创建套接字

参数： socket_family 网络地址类型 AF_INET表示ipv4

socket_type 套接字类型 SOCK_STREAM(流式) SOCK_DGRAM(数据报)

proto 通常为0 选择子协议

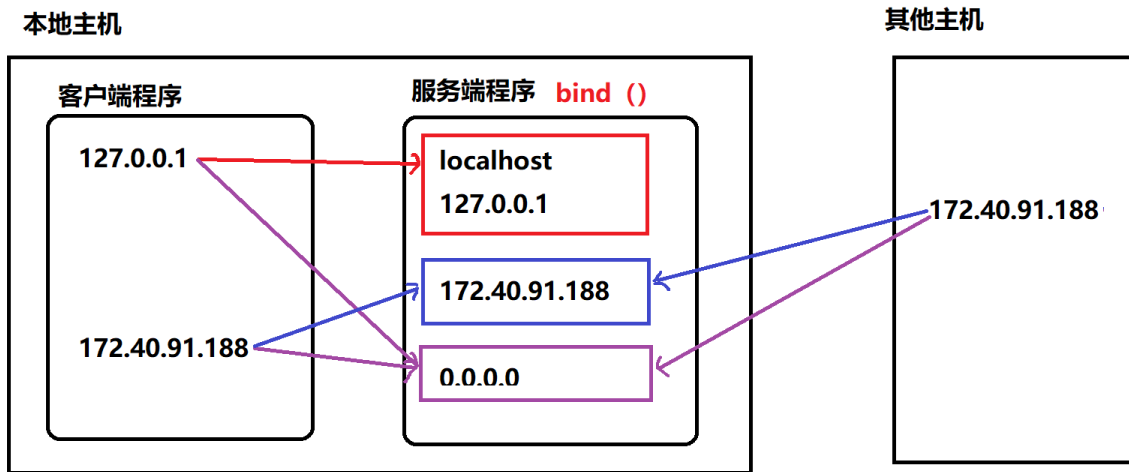
返回值： 套接字对象

2. 绑定地址

本地地址：'localhost', '127.0.0.1'

网络地址：'172.40.91.185'

自动获取地址：'0.0.0.0'



```
sockfd.bind(addr)
```

功能： 绑定本机网络地址

参数： 二元元组 (ip,port) ('0.0.0.0',8888)

3. 设置监听

```
sockfd.listen(n)
```

功能： 将套接字设置为监听套接字，确定监听队列大小

参数： 监听队列大小

4. 等待处理客户端连接请求

```
connfd,addr = sockfd.accept()
```

功能： 阻塞等待处理客户端请求

返回值： `connfd` 客户端连接套接字
`addr` 连接的客户端地址

5. 消息收发

```
data = connfd.recv(buffer size)
```

功能： 接受客户端消息

参数： 每次最多接收消息的大小

返回值： 接收到的内容

```
n = connfd.send(data)
```

功能： 发送消息

参数： 要发送的内容 `bytes` 格式

返回值： 发送的字节数

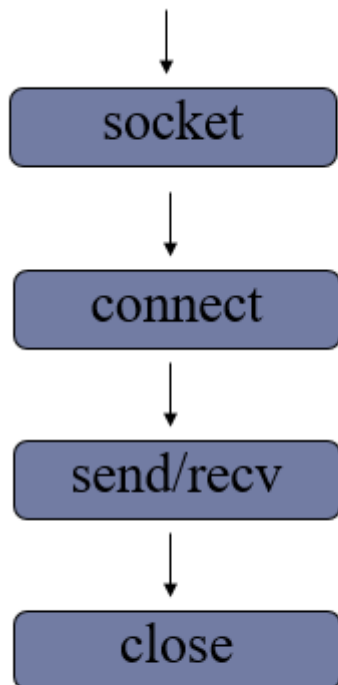
6. 关闭套接字

```
sockfd.close()
```

功能：关闭套接字

客户端流程

代码实现：day4/tcp_client.py



1. 创建套接字

注意:只有相同类型的套接字才能进行通信

2. 请求连接

```
sockfd.connect(server_addr)
```

功能：连接服务器

参数：元组 服务器地址

3. 收发消息

注意：防止两端都阻塞，recv send要配合

4. 关闭套接字

tcp 套接字数据传输特点

- tcp连接中当一端退出，另一端如果阻塞在recv，此时recv会立即返回一个空字符串。
- tcp连接中如果一端已经不存在，仍然试图通过send发送则会产生BrokenPipeError
- 一个监听套接字可以同时连接多个客户端，也能够重复被连接

网络收发缓冲区

1. 网络缓冲区有效的协调了消息的收发速度
2. send和recv实际是向缓冲区发送接收消息，当缓冲区不为空recv就不会阻塞。

tcp粘包

原因：tcp以字节流方式传输，没有消息边界。多次发送的消息被一次接收，此时就会形成粘包。

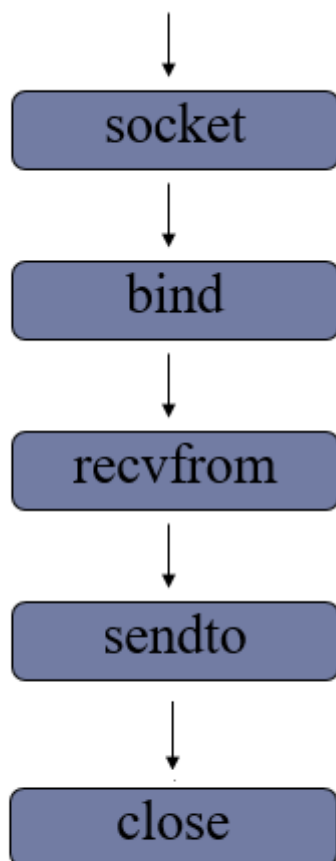
影响：如果每次发送内容是一个独立的含义，需要接收端独立解析此时粘包会有影响。

处理方法

1. 人为的添加消息边界
2. 控制发送速度

UDP套接字编程

服务端流程



代码实现 : day4/udp_server.py

1. 创建数据报套接字

```
sockfd = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM)
```

2. 绑定地址

```
sockfd.bind(addr)
```

3. 消息收发

```
data,addr = sockfd.recvfrom(bufferSize)
```

功能： 接收UDP消息

参数： 每次最多接收多少字节

返回值： **data** 接收到的内容

addr 消息发送方地址

```
n = sockfd.sendto(data,addr)
```

功能： 发送UDP消息

参数： **data** 发送的内容 **bytes**格式

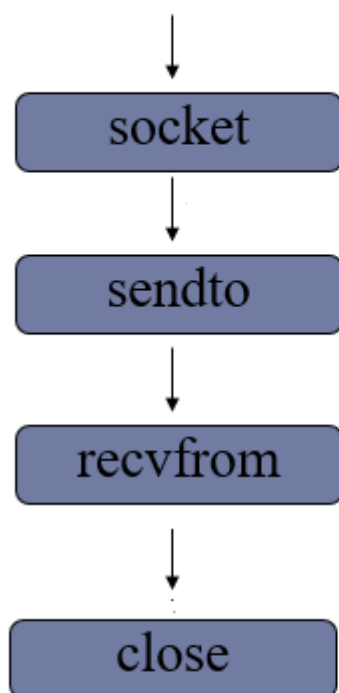
addr 目标地址

返回值： 发送的字节数

4. 关闭套接字

```
sockfd.close()
```

客户端流程



代码实现 : `day4/udp_client.py`

1. 创建套接字
2. 收发消息
3. 关闭套接字

总结：tcp套接字和udp套接字编程区别

1. 流式套接字是以字节流方式传输数据，数据报套接字以数据报形式传输
2. tcp套接字会有粘包，udp套接字有消息边界不会粘包
3. tcp套接字保证消息的完整性，udp套接字则不能
4. tcp套接字依赖listen accept建立连接才能收发消息，udp套接字则不需要
5. tcp套接字使用send，recv收发消息，udp套接字使用sendto，recvfrom

socket套接字属性

代码实现： day4/sock_attr.py

- 【1】 sockfd.type 套接字类型
- 【2】 sockfd.family 套接字地址类型
- 【3】 sockfd.getsockname() 获取套接字绑定地址
- 【4】 sockfd.fileno() 获取套接字的文件描述符
- 【5】 sockfd.getpeername() 获取连接套接字客户端地址
- 【6】 sockfd.setsockopt(level,option,value)

功能：设置套接字选项

参数：level 选项类别 SOL_SOCKET

option 具体选项内容

value 选项值

选项	意义	期望值
SO_BINDTODEVICE	可以使 <code>socket</code> 只在某个特殊的网络接口（网卡）有效。也许不能是移动便携设备	一个字符串给出设备的名称或者一个空字符串返回默认值
SO_BROADCAST	允许广播地址发送和接收信息包。只对UDP有效。如何发送和接收广播信息包	布尔型整数
SO_DONTROUTE	禁止通过路由器和网关往外发送信息包。这主要是为了安全而用在以太网上UDP通信的一种方法。不管目的地使用什么IP地址，都可以防止数据离开本地网络	布尔型整数
SO_KEEPALIVE	可以使TCP通信的信息包保持连续性。这些信息包可以在没有信息传输的时候，使通信的双方确定连接是保持的	布尔型整数
SO_OOBINLINE	可以把收到的不正常数据看成是正常的，也就是说会通过一个标准的对 <code>recv()</code> 的调用来接收这些数据	布尔型整数
SO_REUSEADDR	当 <code>socket</code> 关闭后，本地端用于该 <code>socket</code> 的端口号立刻就可以被重用。通常来说，只有经过系统定义一段时间后，才能被重用。	布尔型整数

struct模块进行数据打包

代码实现： `day5/struct_recv.py`

代码实现： `day5/struct_send.py`

1. 原理：将一组简单数据进行打包，转换为bytes格式发送。或者将一组bytes格式数据，进行解析。
2. 接口使用

`Struct(fmt)`
功能：生成结构化对象
参数：`fmt` 定制的数据结构

`st.pack(v1,v2,v3....)`
功能：将一组数据按照指定格式打包转换为`bytes`
参数：要打包的数据
返回值：`bytes` 字节串

`st.unpack(bytes_data)`
功能：将`bytes` 字节串按照指定的格式解析
参数：要解析的字节串
返回值：解析后的内容

`struct.pack(fmt,v1,v2,v3...)`
`struct.unpack(fmt,bytes_data)`

说明：可以使用struct模块直接调用pack unpack。此时这两函数第一个参数传入fmt。其他用法功能相同

Format	C Type	Python type	Standard size	Notes
x	pad byte	no value		
c	char	bytes of length 1	1	
b	signed char	integer	1	(1),(3)
B	unsigned char	integer	1	(3)
?	_Bool	bool	1	(1)
h	short	integer	2	(3)
H	unsigned short	integer	2	(3)
i	int	integer	4	(3)
I	unsigned int	integer	4	(3)
l	long	integer	4	(3)
L	unsigned long	integer	4	(3)
q	long long	integer	8	(2), (3)
Q	unsigned long long	integer	8	(2), (3)
n	ssize_t	integer		(4)
N	size_t	integer		(4)
e	(7)	float	2	(5)
f	float	float	4	(5)
d	double	float	8	(5)
s	char[]	bytes		

HTTP传输

HTTP协议（超文本传输协议）

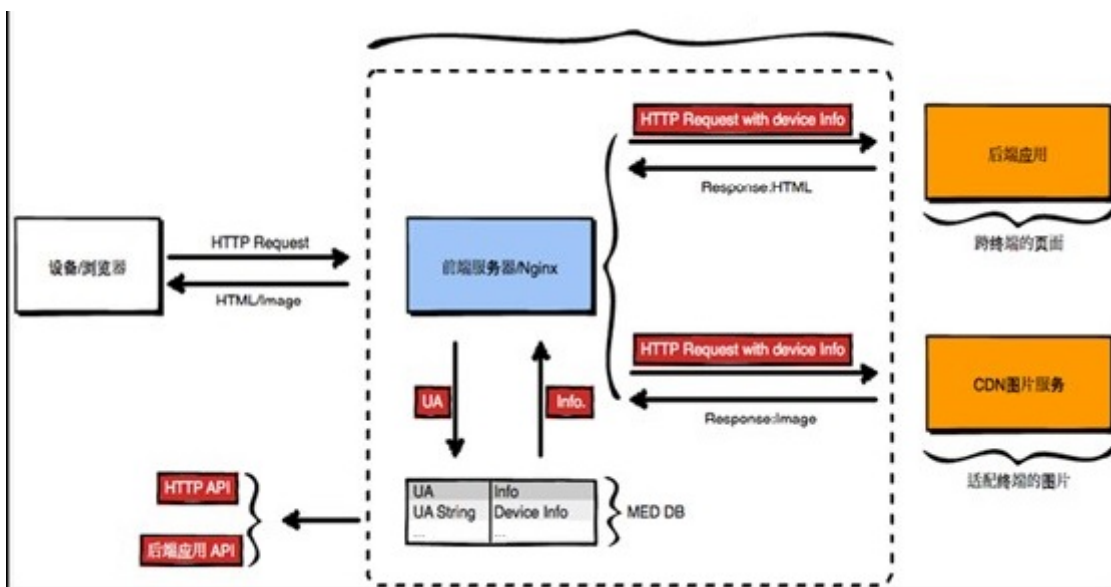
1. 用途：网页获取，数据的传输

2. 特点

- 应用层协议，传输层使用tcp传输
- 简单，灵活，很多语言都有HTTP专门接口
- 无状态，协议不记录传输内容
- http1.1 支持持久连接，丰富了请求类型

3. 网页请求过程

- 1.客户端（浏览器）通过tcp传输，发送http请求给服务端
- 2.服务端接收到http请求后进行解析
- 3.服务端处理请求内容，组织响应内容
- 4.服务端将响应内容以http响应格式发送给浏览器
- 5.浏览器接收到响应内容，解析展示



HTTP请求 (request)

代码实现：day5/http_test.py

代码实现：day5/http_server.py

- 请求行：具体的请求类别和请求内容

GET / HTTP/1.1
请求类别 请求内容 协议版本

请求类别：每个请求类别表示要做不同的事情

GET : 获取网络资源
POST : 提交一定的信息, 得到反馈
HEAD : 只获取网络资源的响应头
PUT : 更新服务器资源
DELETE : 删除服务器资源
CONNECT
TRACE : 测试
OPTIONS : 获取服务器性能信息

- 请求头: 对请求的进一步解释和描述

Accept-Encoding: gzip

- 空行
- 请求体: 请求参数或者提交内容

http响应 (response)

1. 响应格式: 响应行, 响应头, 空行, 响应体

- 响应行 : 反馈基本的响应情况

HTTP/1.1	200	OK
版本信息	响应码	附加信息

响应码 :

1xx	提示信息, 表示请求被接收
2xx	响应成功
3xx	响应需要进一步操作, 重定向
4xx	客户端错误
5xx	服务器错误

- 响应头: 对响应内容的描述

Content-Type: text/html

- 响应体: 响应的主体内容信息