Socket介绍

Socket套接字。Socket是一种通用的网络编程接口，和网络层次没有一一对应的关系。

Python中标准库中提供了socket模块。socket模块中也提供了socket类，实现了对底层接口的封装，socket模块是非常底层的接口库。

socke类定义为

```
socket(self, family=AF_INET, type=SOCK_STREAM, proto=0, fileno=None)
```

协议族
AF表示Address Family，用于socket()第一个参数

名称	含义
AF_INET	IPV4
AF_INET6	IPV6
AF_UNIX	Unix Domain Socket，windows没有

Socket类型

名称	含义
SOCK_STREAM	面向连接的流套接字。默认值，TCP协议
SOCK_DGRAM	无连接的数据报文套接字。UDP协议

TCP协议是流协议，也就是一大段数据看做字节流，一段段持续发送这些字节。

UDP协议是数据报协议，每一份数据封在一个单独的数据报中，一份一份发送数据。

socket常用方法

socket类创建出socket对象，这个对象常用方法如下

名称	含义
socket.recv(bufsize[, flags])	获取数据。默认是阻塞的方式
socket.recvfrom(bufsize[, flags])	获取数据，返回一个二元组(bytes, address)
socket.recv_into(buffer[, nbytes[, flags]])	获取到nbytes的数据后，存储到buffer中。如果nbytes没有指定或0，将buffer大小的数据存入buffer中。返回接收的字节数。
socket.recvfrom_into(buffer[, nbytes[, flags]])	获取数据，返回一个二元组(bytes, address)到buffer中
socket.send(bytes[, flags])	TCP发送数据，发送成功返回发送字节数
socket.sendall(bytes[, flags])	TCP发送全部数据，成功返回None
socket.sendto(string[,flag],address)	UDP发送数据
socket.sendfile(file, offset=0, count=None)	发送一个文件直到EOF，使用高性能的os.sendfile机制，返回发送的字节数。如果win下不支持sendfile，或者不是普通文件，使用send()发送文件。offset告诉起始位置。3.5版本开始

名称	含义
socket.getpeername()	返回连接套接字的远程地址。返回值通常是元组(ipaddr,port)
socket.getsockname()	返回套接字自己的地址。通常是一个元组(ipaddr,port)
socket.setblocking(flag)	如果flag为0，则将套接字设为非阻塞模式，否则将套接字设为阻塞模式（默认值） 非阻塞模式下，如果调用recv()没有发现任何数据，或send()调用无法立即发送数据，那么将引起socket.error异常
socket.settimeout(value)	设置套接字操作的超时期，timeout是一个浮点数，单位是秒。值为None表示没有超时期。一般，超时期应该在刚创建套接字时设置，因为它们可能用于连接的操作（如connect()）
socket.setsockopt(level,optname,value)	设置套接字选项的值。比如缓冲区大小。太多了，去看文档。不同系统，不同版本都不尽相同

TCP编程

C/S编程

Socket编程，是完成一端和另一端通信的，注意一般来说这两端分别处在不同的进程中，也就是说网络通信是一个进程发消息到另外一个进程。

我们写代码的时候，每一个socket对象只表示了其中的一端。

从业务角度来说，这两端从角色上分为：

- 主动发送请求的一端，称为客户端Client

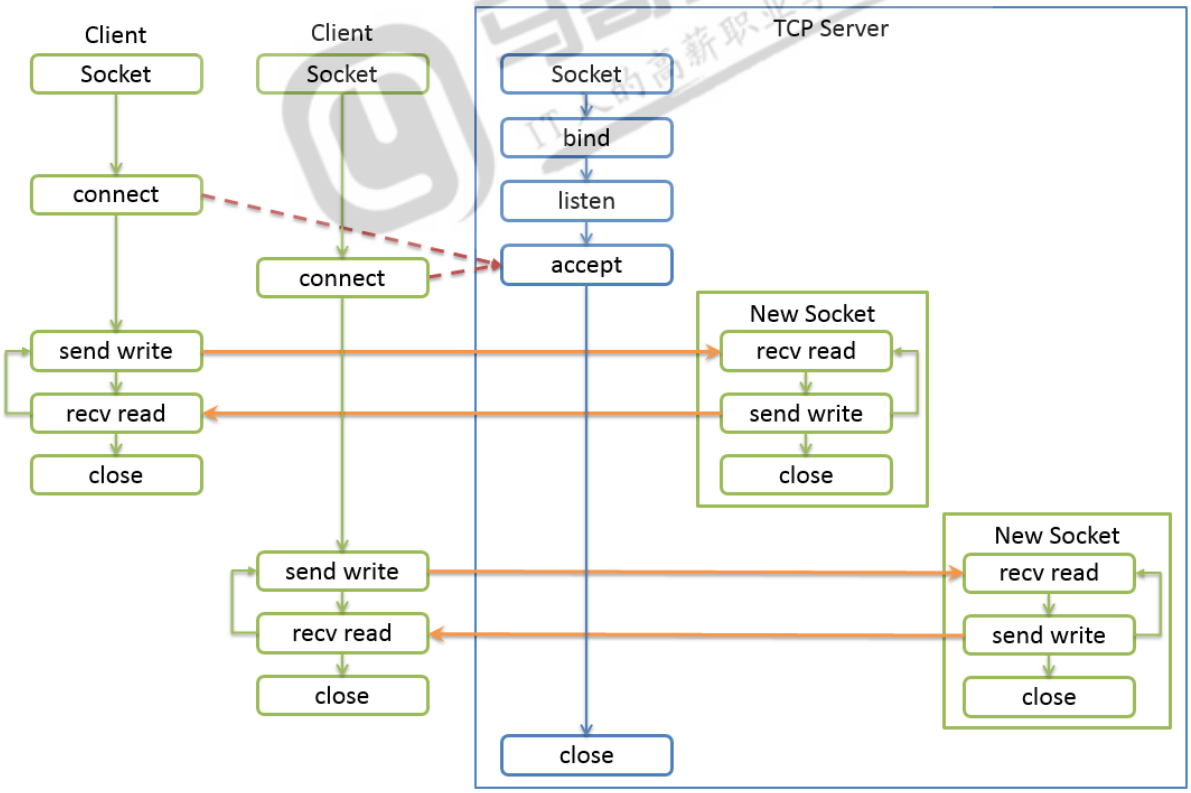
- 被动接受请求并回应的一端，称为服务端Server

这种编程模式也称为**C/S编程。**

服务器端编程步骤

- 创建Socket对象
- 绑定IP地址Address和端口Port。bind()方法
  IPv4地址为一个二元组('IP地址字符串', Port)
- 开始监听，将在指定的IP的端口上监听。listen()方法
- 获取用于传送数据的Socket对象
  socket.accept() -> (socket object, address info)
  accept方法阻塞等待客户端建立连接，返回一个新的Socket对象和客户端地址的二元组
  地址是远程客户端的地址，IPv4中它是一个二元组(clientaddr, port)
  - 接收数据
    recv(bufsize[, flags]) 使用缓冲区接收数据
  - 发送数据
    send(bytes)发送数据

```
Server端开发
socket对象 --> bind((IP, PORT)) --> listen --> accept --> close
                                              |--> recv or send --> close
```



问题
两次绑定同一个监听端口会怎么样?

socket初识

```python
import socket

s = socket.socket() # 创建socket对象
s.bind(('127.0.0.1', 9999)) # 一个地址和端口二元组
s.listen() # 开始监听，等待客户端连接到来，准备accept

# 接入一个到来的连接
s1, info = s.accept() # 阻塞，直到和客户端成功建立连接，返回一个新的socket对象和客户端地址
print(type(s1), type(info))
print(s1)
print(info)
sockname = s1.getsockname()
peername = s1.getpeername()
print(type(sockname), sockname) # 本地地址
print(type(peername), peername) # 对端地址
print('-' * 30)

# 使用缓冲区获取数据
data = s1.recv(1024) # 阻塞
print(type(data), data)
s1.send(b'magedu.com ack') # bytes
s1.close() # 关闭

# 接入另外一个连接
s2, info = s.accept() # 阻塞
data = s2.recv(1024)
print(info, data)
s2.send(b'hello python ack')
s2.close() # 关闭

s.close() # 关闭
```


上例accept和recv是阻塞的，主线程经常被阻塞住而不能工作。怎么办?

查看监听端口

```
windows 命令
# netstat -an -p tcp | findstr 9999

linux命令
# netstat -tanl | grep 9999
# ss -tanl | grep 9999
```

实战——写一个群聊程序

需求分析

聊天工具是CS程序，C是每一个客户端client，S是服务器端server。

服务器应该具有的功能：

1. 启动服务，包括绑定地址和端口，并监听
2. 建立连接，能和多个客户端建立连接
3. 接收不同用户的信息
4. 分发，将接收的某个用户的信息转发到已连接的所有客户端
5. 停止服务
6. 记录连接的客户端

代码实现

服务端应该设计为一个类

```
class ChatServer:
    def __init__(self, ip, port): # 启动服务
        self.sock = socket.socket()
        self.addr = (ip, port)

    def start(self): # 启动监听
        pass

    def accept(self): # 多人连接
        pass

    def recv(self): # 接收客户端数据
        pass

    def stop(self): # 停止服务
        pass
```

在此基础上，扩展完成

```
import logging
import socket
import threading
import datetime

logging.basicConfig(level=logging.INFO, format="%(asctime)s %(thread)d %(message)s")


class ChatServer:
    def __init__(self, ip='127.0.0.1', port=9999): # 启动服务
        self.sock = socket.socket()
        self.addr = (ip, port)
        self.clients = {} # 客户端


    def start(self): # 启动监听
        self.sock.bind(self.addr) # 绑定
        self.sock.listen() # 监听
        # accept会阻塞主线程，所以开一个新线程
        threading.Thread(target=self.accept).start()
```

```
21
22      def accept(self): # 多人连接
23          while True:
24              sock, client = self.sock.accept() # 阻塞
25              self.clients[client] = sock # 添加到客户端字典
26              # 准备接收数据，recv是阻塞的，开启新的线程
27              threading.Thread(target=self.recv, args=(sock, client)).start()
28
29      def recv(self, sock:socket.socket, client): # 接收客户端数据
30          while True:
31              data = sock.recv(1024) # 阻塞到数据到来
32              msg = "{:%Y/%m/%d %H:%M:%S} {}:
    {}\n{}\n".format(datetime.datetime.now(), *client, data.decode())
33              logging.info(msg)
34              msg = msg.encode()
35              for s in self.clients.values():
36                  s.send(msg)
37
38      def stop(self): # 停止服务
39          for s in self.clients.values():
40              s.close()
41          self.sock.close()
42
43  cs = ChatServer()
44  cs.start()
```

基本功能完成，但是有问题。使用Event改进。先实现单独聊，然后改成群聊

```
1   import logging
2   import socket
3   import threading
4   import datetime
5
6   logging.basicConfig(level=logging.INFO, format="%(asctime)s %(thread)d %
    (message)s")
7
8
9   class ChatServer:
10      def __init__(self, ip='127.0.0.1', port=9999): # 启动服务
11          self.sock = socket.socket()
12          self.addr = (ip, port)
13          self.clients = {} # 客户端
14          self.event = threading.Event()
15
16
17      def start(self): # 启动监听
18          self.sock.bind(self.addr) # 绑定
19          self.sock.listen() # 监听
20          # accept会阻塞主线程，所以开一个新线程
21          threading.Thread(target=self.accept).start()
22
23      def accept(self): # 多人连接
24          while not self.event.is_set():
25              sock, client = self.sock.accept() # 阻塞
26              self.clients[client] = sock # 添加到客户端字典
27              # 准备接收数据，recv是阻塞的，开启新的线程
28              threading.Thread(target=self.recv, args=(sock, client)).start()
```

```
29
30      def recv(self, sock:socket.socket, client): # 接收客户端数据
31          while not self.event.is_set():
32              data = sock.recv(1024) # 阻塞到数据到来
33              msg = "{:%Y/%m/%d %H:%M:%S} {}:
    {}\n{}\n".format(datetime.datetime.now(), *client, data.decode())
34              logging.info(msg)
35              msg = msg.encode()
36              for s in self.clients.values():
37                  s.send(msg)
38
39      def stop(self): # 停止服务
40          self.event.set()
41          for s in self.clients.values():
42              s.close()
43          self.sock.close()
44
45  cs = ChatServer()
46  cs.start()
47
48  while True:
49      cmd = input('>>').strip()
50      if cmd == 'quit':
51          cs.stop()
52          threading.Event().wait(3)
53          break
```

这一版基本能用了，测试通过。但是还有要完善的地方。
例如各种异常的判断，客户端断开连接后字典中的移除客户端数据等。

客户端主动断开带来的问题

服务端知道自己何时断开，如果客户端断开，服务器不知道。（客户端主动断开，服务端recv会得到一个空串）
所以，好的做法是，客户端断开发出特殊消息通知服务器端断开连接。但是，如果客户端主动断开，服务端主动发送一个空消息，超时返回异常，捕获异常并清理连接。
即使为客户端提供了断开命令，也不能保证客户端会使用它断开连接。但是还是要增加这个退出功能。

增加客户端退出命令

```
1   import logging
2   import socket
3   import threading
4   import datetime
5
6   logging.basicConfig(level=logging.INFO, format="%(asctime)s %(thread)d %
    (message)s")
7
8
9   class ChatServer:
10      def __init__(self, ip='127.0.0.1', port=9999): # 启动服务
11          self.sock = socket.socket()
12          self.addr = (ip, port)
13          self.clients = {} # 客户端
14          self.event = threading.Event()
15
16
```

```
    def start(self): # 启动监听
        self.sock.bind(self.addr) # 绑定
        self.sock.listen() # 监听
        # accept会阻塞主线程，所以开一个新线程
        threading.Thread(target=self.accept).start()

    def accept(self): # 多人连接
        while not self.event.is_set():
            sock, client = self.sock.accept() # 阻塞
            self.clients[client] = sock # 添加到客户端字典
            # 准备接收数据，recv是阻塞的，开启新的线程
            threading.Thread(target=self.recv, args=(sock, client)).start()

    def recv(self, sock:socket.socket, client): # 接收客户端数据
        while not self.event.is_set():
            data = sock.recv(1024) # 阻塞到数据到来
            msg = data.decode().strip()
            # 客户端退出命令
            if msg == 'quit' or msg == '': # 主动断开得到空串
                self.clients.pop(client)
                sock.close()
                logging.info('{} quits'.format(client))
                break
            msg = "{:%Y/%m/%d %H:%M:%S} {}:
{}\n{}\n".format(datetime.datetime.now(), *client, data.decode())
            logging.info(msg)
            msg = msg.encode()
            for s in self.clients.values():
                s.send(msg)

    def stop(self): # 停止服务
        self.event.set()
        for s in self.clients.values():
            s.close()
        self.sock.close()

cs = ChatServer()
cs.start()

while True:
    cmd = input('>>').strip()
    if cmd == 'quit':
        cs.stop()
        threading.Event().wait(3)
        break
    logging.info(threading.enumerate()) # 用来观察断开后线程的变化
```

程序还有瑕疵，但是业务功能基本完成了

线程安全

由于GIL和内置数据结构的读写原子性，单独操作字典的某一项item是安全的。但是遍历过程是线程不安全的，遍历中有可能被打断，其他线程如果对字典元素进行增加、弹出，都会影响字典的size，就会抛出异常。所以还是要加锁Lock。

加锁后的代码如下

```python
import logging
import socket
import threading
import datetime

logging.basicConfig(level=logging.INFO, format="%(asctime)s %(thread)d %(message)s")


class ChatServer:
    def __init__(self, ip='127.0.0.1', port=9999): # 启动服务
        self.sock = socket.socket()
        self.addr = (ip, port)
        self.clients = {} # 客户端
        self.event = threading.Event()
        self.lock = threading.Lock()

    def start(self): # 启动监听
        self.sock.bind(self.addr) # 绑定
        self.sock.listen() # 监听
        # accept会阻塞主线程，所以开一个新线程
        threading.Thread(target=self.accept).start()

    def accept(self): # 多人连接
        while not self.event.is_set():
            sock, client = self.sock.accept() # 阻塞
            with self.lock:
                self.clients[client] = sock # 添加到客户端字典
            # 准备接收数据，recv是阻塞的，开启新的线程
            threading.Thread(target=self.recv, args=(sock, client)).start()

    def recv(self, sock:socket.socket, client): # 接收客户端数据
        while not self.event.is_set():
            data = sock.recv(1024) # 阻塞到数据到来
            msg = data.decode().strip()
            # 客户端退出命令
            if msg == 'quit' or msg == '': # 主动断开得到空串
                with self.lock:
                    self.clients.pop(client)
                    sock.close()
                logging.info('{} quits'.format(client))
                break
            msg = "{:%Y/%m/%d %H:%M:%S} {}:{}\n{}\n".format(datetime.datetime.now(), *client, data.decode())
            logging.info(msg)
            msg = msg.encode()

            with self.lock:
                for s in self.clients.values():
                    s.send(msg)

    def stop(self): # 停止服务
        self.event.set()
        with self.lock:
            for s in self.clients.values():
                s.close()
        self.sock.close()

```

```
cs = ChatServer()
cs.start()

while True:
    cmd = input('>>').strip()
    if cmd == 'quit':
        cs.stop()
        threading.Event().wait(3)
        break
    logging.info(threading.enumerate()) # 用来观察断开后线程的变化
    logging.info(cs.clients)
```

也可以把recv和accept线程设置为daemon线程。

MakeFile

```
socket.makefile(mode='r', buffering=None, *, encoding=None, errors=None, newline=None)
```

创建一个与该套接字相关连的文件对象，将recv方法看做读方法，将send方法看做写方法。

```
# 使用makefile简单例子
import socket

server = socket.socket()
server.bind(('127.0.0.1', 9999))
server.listen()
print('-' * 30)

s, _ = server.accept()
print('-' * 30)
f = s.makefile(mode='rw')

line = f.read(10) # 按行读取要使用readline方法
print('-' * 30)
print(line)
f.write('return your msg: {}'.format(line))
f.flush()

f.close()
print(f.closed, s._closed)
s.close()
print(f.closed, s._closed)

server.close()
```

makefile练习

使用makefile改写群聊类

```
import logging
import socket
import threading
import datetime

```

```python
logging.basicConfig(level=logging.INFO, format="%(asctime)s %(thread)d %(message)s")


class ChatServer:
    def __init__(self, ip='127.0.0.1', port=9999): # 启动服务
        self.sock = socket.socket()
        self.addr = (ip, port)
        self.clients = {} # 客户端
        self.event = threading.Event()
        self.lock = threading.Lock()

    def start(self): # 启动监听
        self.sock.bind(self.addr) # 绑定
        self.sock.listen() # 监听
        # accept会阻塞主线程，所以开一个新线程
        threading.Thread(target=self.accept).start()

    def accept(self): # 多人连接
        while not self.event.is_set():
            sock, client = self.sock.accept() # 阻塞
            f = sock.makefile('rw') # 支持读写
            with self.lock:
                self.clients[client] = f, sock # 添加到客户端字典
            # 准备接收数据，recv是阻塞的，开启新的线程
            threading.Thread(target=self.recv, args=(f, client)).start()

    def recv(self, f, client): # 接收客户端数据
        while not self.event.is_set():
            data = f.readline() # 阻塞等一行来，换行符
            msg = data.strip()
            print(msg, '+++++++++++++++')
            # 客户端退出命令
            if msg == 'quit' or msg == '': # 主动断开得到空串
                with self.lock:
                    _, sock = self.clients.pop(client)
                    sock.close()
                    f.close()
                logging.info('{} quits'.format(client))
                break
            msg = "{:%Y/%m/%d %H:%M:%S} {}:{}\n{}\n".format(datetime.datetime.now(), *client, data)
            logging.info(msg)

            with self.lock:
                for ff,_ in self.clients.values():
                    ff.write(msg)
                    ff.flush()

    def stop(self): # 停止服务
        self.event.set()
        with self.lock:
            for f, s in self.clients.values():
                s.close()
                f.close()
        self.sock.close()

cs = ChatServer()
```

```
cs.start()

while True:
    cmd = input('>>').strip()
    if cmd == 'quit':
        cs.stop()
        threading.Event().wait(3)
        break
    logging.info(threading.enumerate()) # 用来观察断开后线程的变化
    logging.info(cs.clients)
```

上例完成了基本功能，但是，如果网络异常，或者readline出现异常，就不会从clients中移除作废的socket。可以使用异常处理解决这个问题。

ChatServer实验用完整代码

注意，这个代码为实验用，代码中瑕疵还有很多。Socket太底层了，实际开发中很少使用这么底层的接口。
增加一些异常处理。

```
import logging
import socket
import threading
import datetime

logging.basicConfig(level=logging.INFO, format="%(asctime)s %(thread)d %(message)s")


class ChatServer:
    def __init__(self, ip='127.0.0.1', port=9999): # 启动服务
        self.sock = socket.socket()
        self.addr = (ip, port)
        self.clients = {} # 客户端
        self.event = threading.Event()
        self.lock = threading.Lock()

    def start(self): # 启动监听
        self.sock.bind(self.addr) # 绑定
        self.sock.listen() # 监听
        # accept会阻塞主线程，所以开一个新线程
        threading.Thread(target=self.accept).start()

    def accept(self): # 多人连接
        while not self.event.is_set():
            sock, client = self.sock.accept() # 阻塞
            f = sock.makefile('rw') # 支持读写
            with self.lock:
                self.clients[client] = f, sock # 添加到客户端字典
            # 准备接收数据，recv是阻塞的，开启新的线程
            threading.Thread(target=self.recv, args=(f, client)).start()

    def recv(self, f, client): # 接收客户端数据
        while not self.event.is_set():
            try: # 异常处理
                data = f.readline() # 阻塞等一行来，换行符
            except Exception as e:
```

```
                logging.error(e)
                data = 'quit'

            msg = data.strip()

            # 客户端退出命令
            if msg == 'quit' or msg == '': # 主动断开得到空串
                with self.lock:
                    _, sock = self.clients.pop(client)
                    f.close()
                    sock.close()
                logging.info('{} quits'.format(client))
                break
            msg = "{:%Y/%m/%d %H:%M:%S} {}:
{}\n{}\n".format(datetime.datetime.now(), *client, data)
            logging.info(msg)

            with self.lock:
                for ff,_ in self.clients.values():
                    ff.write(msg)
                    ff.flush()

    def stop(self): # 停止服务
        self.event.set()
        with self.lock:
            for f, s in self.clients.values():
                f.close()
                s.close()
        self.sock.close()

def main():
    cs = ChatServer()
    cs.start()

    while True:
        cmd = input('>>').strip()
        if cmd == 'quit':
            cs.stop()
            threading.Event().wait(3)
            break
        logging.info(threading.enumerate()) # 用来观察断开后线程的变化
        logging.info(cs.clients)

if __name__ == '__main__':
    main()
```


TCP客户端编程

客户端编程步骤

- 创建Socket对象
- 连接到远端服务端的ip和port，connect()方法
- 传输数据

    - 使用send、recv方法发送、接收数据
- 关闭连接，释放资源

```
import socket

client = socket.socket()
ipaddr = ('127.0.0.1', 9999)
client.connect(ipaddr) # 直接连接服务器

client.send(b'abcd\n')
data = client.recv(1024) # 阻塞等待
print(data)

client.close()
```

开始编写客户端类

```
import socket
import threading
import datetime
import logging

FORMAT = "%(asctime)s %(threadName)s %(thread)d %(message)s"
logging.basicConfig(format=FORMAT, level=logging.INFO)


class ChatClient:
    def __init__(self, ip='127.0.0.1', port=9999):
        self.sock = socket.socket()
        self.addr = (ip, port)
        self.event = threading.Event()

    def start(self): # 启动对远端服务器的连接
        self.sock.connect(self.addr)
        self.send("I'm ready.")
        # 准备接收数据，recv是阻塞的，开启新的线程
        threading.Thread(target=self.recv, name="recv").start()

    def recv(self): # 接收服务端的数据
        while not self.event.is_set():
            try:
                data = self.sock.recv(1024) # 阻塞
            except Exception as e:
                logging.error(e)
                break
            msg = "{:%Y/%m/%d %H:%M:%S} {}:
{}\n{}\n".format(datetime.datetime.now(), *self.addr, data.strip())
            logging.info(msg)

    def send(self, msg:str):
        data = "{}\n".format(msg.strip()).encode() # 服务端需要一个换行符
        self.sock.send(data)

    def stop(self):
        self.sock.close()
        self.event.wait(3)
```

```
        self.event.set()
        logging.info('Client stops.')


def main():
    cc = ChatClient()
    cc.start()
    while True:
        cmd = input('>>>')
        if cmd.strip() == 'quit':
            cc.stop()
            break
        cc.send(cmd) # 发送消息

if __name__ == '__main__':
    main()
```

同样，这样的客户端还是有些问题的，仅用于测试。