day11

协议：

一组规则。

分层模型结构：

```
OSI七层模型：   物、数、网、传、会、表、应

TCP/IP 4层模型：网（链路层/网络接口层）、网、传、应

    应用层：http、ftp、nfs、ssh、telnet。。。

    传输层：TCP、UDP

    网络层：IP、ICMP、IGMP

    链路层：以太网帧协议、ARP
```

c/s模型--客户端-服务器：

```
client-server
```

b/s模型--浏览器-服务器：

```
browser-server
```

	C/S	B/S
优点：	缓存大量数据、协议选择灵活	安全性、跨平台、开发工作量较小速度快
缺点：	安全性、跨平台、开发工作量较大	不能缓存大量数据、严格遵守 http
	需要安装 客户端	

网络传输流程：

```
数据没有封装之前，是不能在网络中传递。

数据-》应用层-》传输层-》网络层-》链路层   --- 网络环境
```

以太网帧协议：

```
ARP协议：根据 Ip 地址获取 mac 地址。

以太网帧协议：根据mac地址，完成数据包传输。
```

IP协议：

```
版本：  IPv4、IPv6   -- 4位

TTL：  time to live 。 设置数据包在路由节点中的跳转上限。每经过一个路由节点，该值-1， 减为0的路由，有义务将该数据包丢弃

源IP：  32位。--- 4字节         192.168.1.108 --- 点分十进制 IP地址（string）   --- 二进制

目的IP：32位。--- 4字节
```

IP地址：可以在网络环境中，唯一标识一台主机。

端口号：可以网络的一台主机上，唯一标识一个进程。

ip地址+端口号：可以在网络环境中，唯一标识一个进程。

UDP：

16位：源端口号。 2^16 = 65536

```
16位：目的端口号。
```

TCP协议：记住

```
16位：源端口号。     2^16 = 65536

16位：目的端口号。

32序号；

32确认序号。

6个标志位。

16位窗口大小。      2^16 = 65536
```

---

socket-1

网络套接字：　socket（中文 插座的意思）

```
一个文件描述符指向一个套接字（该套接字内部由内核借助两个缓冲区实现。）

在通信过程中， 套接字一定是成对出现的。 有插 座,就得有插头
一堆套接字
```

网络字节序函数：

网络字节序是指在网络通信中使用的一种标准的字节排列方式，规定了多字节数据的高字节在前，低字节在后的排列方式，即 **大端字节序（Big-Endian）**。这种格式被广泛用于网络协议，以确保不同系统之间数据的正确传输和解析。

```
小端法：（pc本地存储）      高位存高地址。地位存低地址。   int a = 0x12345678

大端法：（网络存储）   高位存低地址。地位存高地址。

htonl ⟶ 本地--》网络 （IP）           192.168.1.11 ⟶ string ⟶ atoi ⟶
int ⟶ htonl ⟶ 网络字节序

将主机字节序的 32 位整数（long 类型，通常为 uint32_t）转换为网络字节序（大端字节序）。

htons ⟶ 本地--》网络（port）

ntohl ⟶ 网络--》 本地（IP）

ntohs ⟶ 网络--》 本地（Port）

一个 IPv4 地址由 32 位表示。
端口号由 16 位表示。
```

```
因此 转到port 大多是 short
转到 网络 大多是 long
```

由于 小端到大端，不能直接读，所以需要转换

host to network long 32位
h-to-n-l

host to network short 16位

htons

以及反过来

```
uint32_t htonl(uint32_t hostlong);
```

atoi

`atoi` 是 C 标准库中的一个函数，用于将字符串转换为整数。它的名称来源于 "ASCII to integer"。

IP地址转换函数inet_pton:

一般的:

192.168.1.1 → string →atoi → int → htonl → 网络字节序

扎样太麻烦烦，下面是整合的 函数

`inet_pton` 是一个在 C 语言中用于将字符串形式的 IP 地址转换为二进制形式的函数，适用于 IPv4 和 IPv6 地址。其名称来源于 **"presentation to network"**（表示形式到网络字节序）。

```
int inet_pton(int af, const char *src, void *dst);      本地字节序（string IP)  ---> 网络字节序

    af: AF_INET(代表ipv4)、AF_INET6(代表ipv6)

    src: 传入，IP地址（点分十进制）

    dst: 传出，转换后的 网络字节序的 IP地址。

    返回值:

        成功:  1

        异常:  0,  说明src指向的不是一个有效的ip地址。

        失败: -1

```

```
17          inet_pton () 成功时返回 1（网络地址已成功转换）。如果 src 不包含表示指定地址族中有效网络地址的字符串，则返回 0。如果 af 不包含有效的地址系列，则返回 -1 并将 errno 设置为 EAFNOSUPPORT。
```

const char *inet_ntop(int af, const void *src, char *dst, socklen_t size); 网络字节序 ---> 本地字节序（string IP）

af：AF_INET、AF_INET6

src：网络字节序IP地址

```
1     dst：本地字节序（string IP）
2
3     size：  dst 的大小。 缓冲区大小
4
5     返回值：  成功：dst。
6
7         失败：NULL
```

sockaddr地址结构--函数参数：

IP + port ⟶ 在网络环境中唯一标识一个进程。

```
man 7 ip 查看 该结构
```

```
1  struct sockaddr_in {
2      sa_family_t    sin_family; /* address family: AF_INET */
3      in_port_t      sin_port;   /* port in network byte order */
4      struct in_addr sin_addr;   /* internet address */
5  };
6
7  /* Internet address */
8  struct in_addr {
9      uint32_t       s_addr;     /* address in network byte order */
10 };
11
12 参1：网络类型  ipv4 ipv6
13 参2：端口的网络字节序 --- htons
14     表示端口号。端口号是 16 位整数，但需要以 网络字节序（大端字节序）存储，因此通常使用 htons() 函数将主机字节序转换为网络字节序。
15 参3：网络地址 使用整合的 inet_pton    不是点分十进制
16     在计算机内部和网络传输中，网络地址通常使用 二进制形式，并按照 网络字节序（大端字节序）进行存储和传输。
```

用法：

```
struct sockaddr_in addr; //强转实现 对应

addr.sin_family = AF_INET/AF_INET6

addr.sin_port = htons(9527);
-----------------------------------
    int dst;

    inet_pton(AF_INET, "192.157.22.45", (void *)&dst);

addr.sin_addr.s_addr = dst;  // 这三行 一般不这么用  下面那么用
---------------------------------------

【*】addr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);        取出系统中有效的任意IP地址。二进制类型。
//INADDR_ANY 是自动取 系统中有效的 ip地址，且是 二进制类型，因此使用 htonl函数

bind(fd, (struct sockaddr *)&addr, size);   // 强转实现 对应
```

htonl 和 inet_pton区别

`htonl()`：用于 **整数数据**的字节顺序转换，将主机字节序（例如，小端字节序）转换为网络字节序（大端字节序）。它通常用于处理 **端口号** 和 **IP 地址**（IPv4 地址）的 **网络字节序表示。**

`inet_pton()`：将 **点分十进制的 IP 地址** 字符串转换为 **网络字节序** 的二进制地址形式，存储在 `struct in_addr` 或 `struct in6_addr` 中，适用于网络编程中处理 **IP 地址。**

socket函数-创建套接字：

```
#include <sys/socket.h>

int socket(int domain, int type, int protocol);     创建一个 套接字

    domain: AF_INET、AF_INET6、AF_UNIX(本地套接字) ip地址类型

    type: SOCK_STREAM、SOCK_DGRAM   数据传输协议 流式通信(代表:tcp) 和 数据报通信(代表:udp)。

    protocol: 0   表示 选用协议的 代表协议

    返回值:

        成功:  新套接字所对应文件描述符

        失败: -1 errno

fd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM,0)
```

用途：初始化网络通信的入口，用于创建服务器或客户端的通信接口。

bind函数-绑定(ip+端口号)地址结构

指定服务器监听的本地地址和端口号，使得客户端可以连接到服务器。

```
#include <arpa/inet.h>

int bind(int sockfd, const struct sockaddr *addr, socklen_t addrlen);
给socket绑定一个 地址结构 (IP+port)

    sockfd: socket 函数返回值

        struct sockaddr_in addr;

        addr.sin_family = AF_INET;    // 与socket第一个参数一致

        addr.sin_port = htons(8888);

        addr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);

    addr: 传入参数(struct sockaddr *)&addr    // 强转实现 对应., 新的此 addr 是
struvt sockaddr_in  ipv4 结构

    addrlen: sizeof(addr) 地址结构的大小。

    返回值:

        成功: 0

        失败: -1 errno
```

listen函数： 设置同时监听个数

用途：服务器进入监听状态，准备接收客户端连接。

```
int listen(int sockfd, int backlog);          设置同时与服务器建立连接的上限数。(同时进行3次握手的客户端数量)

    sockfd: socket 函数返回值

    backlog: 上限数值。最大值 128.

        返回值:

        成功: 0

        失败: -1 errno
```

accept函数- 阻塞监听客户端连接

- **用途**：服务器与客户端建立连接，进入通信状态。

int accept(int sockfd, struct sockaddr *addr, socklen_t *addrlen); 阻塞等待客户端建立连接，成功的话，返回一个与客户端成功连接的socket文件描述符。

sockfd: socket 函数返回值

addr: 传出参数。成功与服务器建立连接的那个客户端的地址结构 (IP+port) ------ 没有了 const

socklen_t clit_addr_len = sizeof(addr);

addrlen: 传入传出。 &clit_addr_len

入：addr的大小。 出：客户端addr实际大小。
对于 struct sockaddr_in，通常返回值仍然是 sizeof(struct sockaddr_in)，但在某些协议扩展或特定情况下可能不同。

```
    返回值:

        成功: 能与客户端进行数据通信的 socket 对应的文件描述。

        失败:  -1 ,  errno
```

区别 bind 和 accept 的 addr参数

bind 里 是传入参数, 有 const 修饰

accept 里 是传出参数, 无 const修饰

bind里 addr 绑定的是 服务端自己的 地址结构

accept里 addr 绑定的是 客户端的 地址结构

客户端一般不需要 bind

在客户端,不使用, 将会是 隐式绑定

connect函数-与服务器建立连接

```
 int connect(int sockfd, const struct sockaddr *addr, socklen_t addrlen);
使用现有的 socket 与服务器建立连接

        sockfd:  socket 函数返回值

        struct sockaddr_in srv_addr;         // 服务器地址结构

        srv_addr.sin_family = AF_INET;

        srv_addr.sin_port = 9527    跟服务器bind时设定的 port 完全一致。

        inet_pton(AF_INET, "服务器的IP地址", &srv_adrr.sin_addr.s_addr);

    addr: 传入参数。服务器的地址结构

        addrlen: 服务器的地址结构的大小

        返回值:
                成功: 0

        失败: -1 errno

    如果不使用bind绑定客户端地址结构, 采用"隐式绑定".
```

特别注意: addr的参数 有些 不能随便设置

套接字个数--很重要

一个客户端, 一个服务端, 但是有 三个 套接字

一对 通信的

一个 服务端监听的

服务端监听套接字（`listening socket`）

- 服务端通过 `socket()` 创建的套接字，用于监听客户端的连接请求。
- 这是一个 **被动套接字**，只负责接受连接请求，不直接用于数据通信。
- 在 `bind()` 后绑定到特定的 IP 和端口，通过 `listen()` 开始监听连接。

服务端通信套接字（`connected socket`）

- 服务端通过 `accept()` 从监听套接字中获取的新套接字，用于与某个客户端进行通信。
- 每当一个客户端连接成功，服务端会创建一个新的通信套接字，与该客户端独立通信。

客户端套接字（`client socket`）

- 客户端通过 `socket()` 创建的套接字，主动发起与服务端的连接请求。
- 这个套接字在 `connect()` 成功后，直接用于与服务端通信。

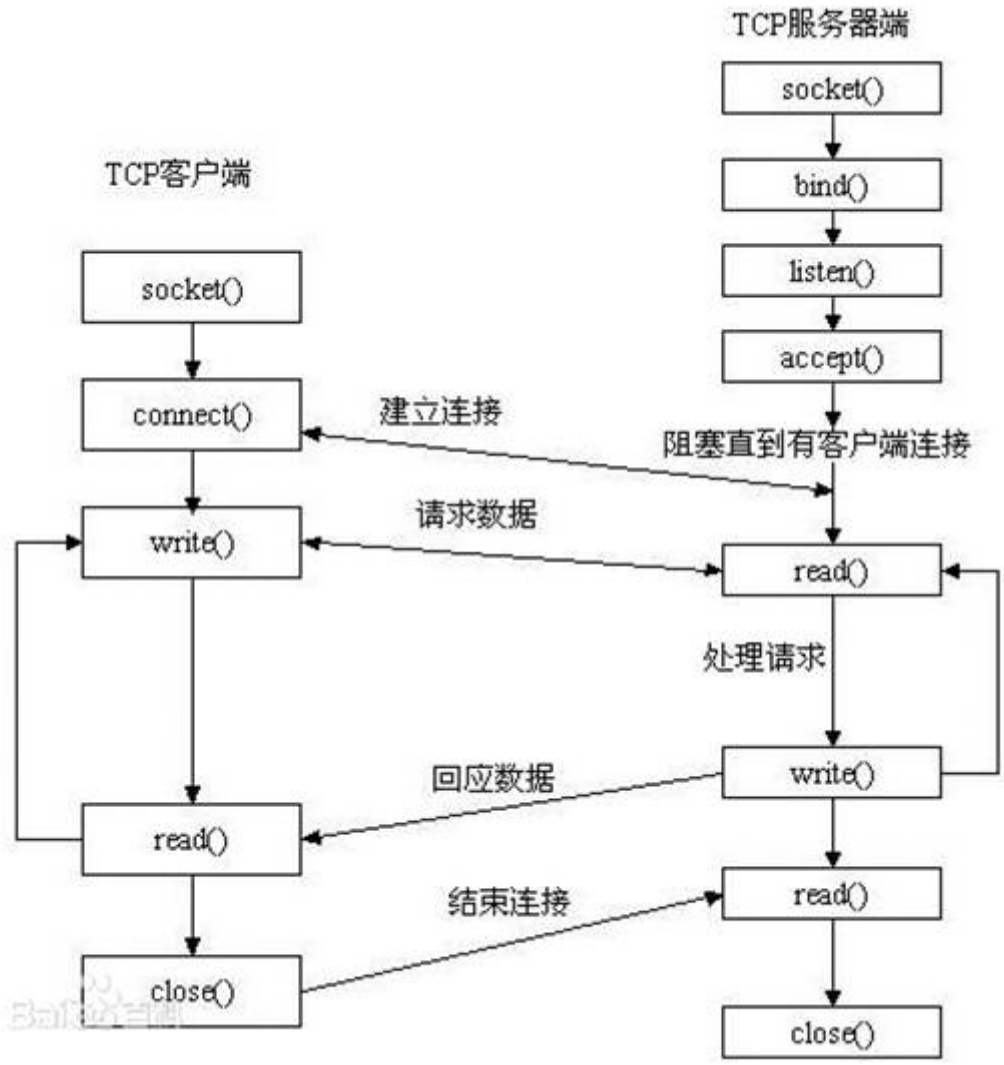
> 就比如， 酒店门口有一个 迎宾小姐，把你领进房间，房间有另一个人 接待你

TCP通信流程分析：

```
server:
    1. socket() 创建socket

    2. bind()   绑定服务器地址结构

    3. listen() 设置监听上限，  (同时进行3次握手的客户端数量)

    4. accept() 阻塞监听客户端连接

    5. read(fd) 读socket获取客户端数据

    6. 小--大写    toupper()

    7. write(fd)

    8. close();

client:

    1. socket() 创建socket

    2. connect();   与服务器建立连接  ip和端口号

    3. write()  写数据到 socket

    4. read()   读转换后的数据。

    5. 显示读取结果

```

```
    6. close()
```

流程图-重中之重



补充-1 socket实例-1 server

大小写转换

该server实例， 在没有客户端的情况下，可以使用nc 命令，进行通讯

一般不会自动退出 程序，需手动停止，或者 客户端发 终止信号

```c
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#include <sys/socket.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <errno.h>
#include <pthread.h>
```

```c

#define SERV_PORT 9527


void sys_err(const char *str)
{
    perror(str);
    exit(1);
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    int lfd = 0, cfd = 0;
    int ret, i;
    char buf[BUFSIZ], client_IP[1024];

    struct sockaddr_in serv_addr, clit_addr;  // ����������ő ⓪⓪ ⓪ↄ⓪⓪↖⓪⓪ő
    socklen_t clit_addr_len;                  // ⓪ↄ⓪⓪↖⓪⓪ő⓪⓪C

    serv_addr.sin_family = AF_INET;             // IPv4
    serv_addr.sin_port = htons(SERV_PORT);      // ЛЇ⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪ ⓪˛ᴗ⓪
    serv_addr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);  // ⓪⓪ą⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪ЧIP

    lfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);      //⓪⓪⓪⓪ʰ⓪⓪ socket
    if (lfd == -1) {
        sys_err("socket error");
    }

    bind(lfd, (struct sockaddr *)&serv_addr, sizeof(serv_addr));//
⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪socket⓪⓪⓪⓪ő⓪⓪IP+port)

    listen(lfd, 128);                   //  ⓪⓪⓪ü⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪

    clit_addr_len = sizeof(clit_addr);  //  ⓪⓪ą⓪ↄ⓪⓪↖⓪⓪ő⓪⓪C

    cfd = accept(lfd, (struct sockaddr *)&clit_addr, &clit_addr_len);   //
⓪⓪⓪⓪⓪ą⓪⓪ↄ⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪
    if (cfd == -1)
        sys_err("accept error");

    printf("client ip:%s port:%d\n",
           inet_ntop(AF_INET, &clit_addr.sin_addr.s_addr, client_IP,
sizeof(client_IP)),
           ntohs(clit_addr.sin_port));          // 可以拿到 客户端的ip和端口

    while (1) {
        ret = read(cfd, buf, sizeof(buf));      // ⓪⓪⓪ↄ⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪⓪
        write(STDOUT_FILENO, buf, ret);         // д⓪⓪⓪⓪ļ⓪鲧

        for (i = 0; i < ret; i++)               // Сд -- ⓪⓪д
            buf[i] = toupper(buf[i]);

        write(cfd, buf, ret);                   // ⓪⓪⓪⓪д⓪⓪д⓪ь⓪⓪ↄ⓪⓪¹⓪
    }
```

```
61
62      close(lfd);
63      close(cfd);
64
65      return 0;
66  }
67
```

补充-2 client

```
1   #include <stdio.h>
2   #include <sys/socket.h>
3   #include <arpa/inet.h>
4   #include <stdlib.h>
5   #include <string.h>
6   #include <unistd.h>
7   #include <errno.h>
8   #include <pthread.h>
9
10  #define SERV_PORT 9527
11
12  void sys_err(const char *str)
13  {
14      perror(str);
15      exit(1);
16  }
17
18  int main(int argc, char *argv[])
19  {
20      int cfd;
21      int conter = 10;
22      char buf[BUFSIZ];
23
24      struct sockaddr_in serv_addr;           //服务器地址结构
25
26      serv_addr.sin_family = AF_INET;
27      serv_addr.sin_port = htons(SERV_PORT);
28      //inet_pton(AF_INET, "127.0.0.1", &serv_addr.sin_addr.s_addr);
29      inet_pton(AF_INET, "127.0.0.1", &serv_addr.sin_addr);
30
31      cfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
32      if (cfd == -1)
33          sys_err("socket error");
34
35      int ret = connect(cfd, (struct sockaddr *)&serv_addr,
    sizeof(serv_addr));
36      if (ret != 0)
37          sys_err("connect err");
38
39      while (conter--) {
40          write(cfd, "hello\n", 6);
```

```
        ret = read(cfd, buf, sizeof(buf));
        write(STDOUT_FILENO, buf, ret);
        sleep(1);
    }

    close(cfd);

    return 0;
}

```

客户端注意点：

客户端不需要 设置客户端的 地址结构，也就是 bind函数，会隐式确定

connect函数，里面是 服务端的 ip和port

nc命令

`nc`（全称为 **Netcat**）是一款功能强大的网络工具，用于调试和网络通信。它支持 TCP 和 UDP 协议，能够作为客户端或服务器工作。

基本功能

1. **监听端口**：作为服务端接收连接。
2. **发起连接**：作为客户端连接到目标主机和端口。
3. **数据传输**：发送或接收数据流。
4. **端口扫描**：扫描目标主机的开放端口。
5. **文件传输**：通过网络传递文件。

```
nc [选项] [目标地址] [端口]
```

常见用法

1. 简单监听端口

在本地端口 `1234` 上监听，等待连接：

```
nc -l -p 1234
```

2. 发起 TCP 连接

连接到 `192.168.1.100` 的 `80` 端口：

```
nc 192.168.1.100 80
```

3. 文件传输

服务端监听并接收文件：

```
nc -l -p 1234 > received_file.txt
```

客户端发送文件：

```
nc 192.168.1.100 1234 < file_to_send.txt
```

4. 端口扫描

扫描目标主机的指定端口范围（如 1-1000）：

```
nc -z -v 192.168.1.100 1-1000
```

5. 测试 UDP 连接

服务端监听 UDP 端口：

```
nc -u -l -p
```

网络编程 常用头文件

`<sys/socket.h>`：定义套接字函数和相关常量。

`<netinet/in.h>`：定义网络地址结构和协议。

`<arpa/inet.h>`：提供 IP 地址转换的工具函数。

`<unistd.h>`：定义 `close` 等函数。

`<string.h>`：处理字符串和内存操作。

`<errno.h>`：提供错误码。

day12

三次握手(tcp):

```
主动发起连接请求端，发送 SYN 标志位，请求建立连接。 携带序号号、数据字节数(0)、滑动窗口大小。

被动接受连接请求端，发送 ACK 标志位，同时携带 SYN 请求标志位。携带序号、确认序号、数据字节数(0)、滑动窗口大小。

主动发起连接请求端，发送 ACK 标志位，应答服务器连接请求。携带确认序号。
```

这个连接请求端，好像表达的有问题

四次挥手(tcp)：关闭连接

```
主动关闭连接请求端，  发送 FIN 标志位。

被动关闭连接请求端，  应答 ACK 标志位。          ----- 半关闭完成。
```

关的是 缓冲区，而不是整个 套接字

```
被动关闭连接请求端，  发送 FIN 标志位。

主动关闭连接请求端，  应答 ACK 标志位。          ----- 连接全部关闭
```

滑动窗口：

```
发送给连接对端，本端的缓冲区大小（实时），保证数据不会丢失。
```

回看 socket里面的 c/s tcp模型图，对应这个 三次握手，四次挥手(课件)

socket-2

错误处理函数(自己封装函数)：

```
封装目的：

    在 server.c 编程过程中突出逻辑，将出错处理与逻辑分开，可以直接跳转man手册。
```

```
【wrap.c】                                    【wrap.h】
```

```
存放网络通信相关常用 自定义函数                                存放 网络通信相关常用 自定义函数原型(声明)。

命名方式：系统调用函数首字符大写，方便查看man手册

      如：Listen()、Accept();

函数功能：调用系统调用函数，处理出错场景。

在 server.c 和 client.c 中调用 自定义函数

联合编译 server.c 和 wrap.c 生成 server

     client.c 和 wrap.c 生成 client
```

补充-1 封装错误处理函数

对于 函数名，如果 大写，仍然可以跳转man手册

因此，使用大写 封装 原函数的 错误处理信息

```h
// wrap.h
#ifndef __WRAP_H_
#define __WRAP_H_

void perr_exit(const char *s);
int Accept(int fd, struct sockaddr *sa, socklen_t *salenptr);
int Bind(int fd, const struct sockaddr *sa, socklen_t salen);
int Connect(int fd, const struct sockaddr *sa, socklen_t salen);
int Listen(int fd, int backlog);
int Socket(int family, int type, int protocol);
ssize_t Read(int fd, void *ptr, size_t nbytes);
ssize_t Write(int fd, const void *ptr, size_t nbytes);
int Close(int fd);
ssize_t Readn(int fd, void *vptr, size_t n);
ssize_t Writen(int fd, const void *vptr, size_t n);
ssize_t my_read(int fd, char *ptr);
ssize_t Readline(int fd, void *vptr, size_t maxlen);

#endif

```

```c
// wrap.c
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <errno.h>
#include <sys/socket.h>

void perr_exit(const char *s)
{
    perror(s);
    exit(-1);
}

int Accept(int fd, struct sockaddr *sa, socklen_t *salenptr)
{
    int n;

again:
    if ((n = accept(fd, sa, salenptr)) < 0) {
        if ((errno == ECONNABORTED) || (errno == EINTR))
            goto again;
        else
            perr_exit("accept error");
    }
    return n;
```

```c
}

int Bind(int fd, const struct sockaddr *sa, socklen_t salen)
{
    int n;

    if ((n = bind(fd, sa, salen)) < 0)
        perr_exit("bind error");

    return n;
}

int Connect(int fd, const struct sockaddr *sa, socklen_t salen)
{
    int n;

    if ((n = connect(fd, sa, salen)) < 0)
        perr_exit("connect error");

    return n;
}

int Listen(int fd, int backlog)
{
    int n;

    if ((n = listen(fd, backlog)) < 0)
        perr_exit("listen error");

    return n;
}

int Socket(int family, int type, int protocol)
{
    int n;

    if ((n = socket(family, type, protocol)) < 0)
        perr_exit("socket error");

    return n;
}

ssize_t Read(int fd, void *ptr, size_t nbytes)
{
    ssize_t n;

again:
    if ( (n = read(fd, ptr, nbytes)) == -1) {
        if (errno == EINTR)
            goto again;
        else
            return -1;
    }
    return n;
```

```c
}

ssize_t Write(int fd, const void *ptr, size_t nbytes)
{
    ssize_t n;

again:
    if ( (n = write(fd, ptr, nbytes)) == -1) {
        if (errno == EINTR)
            goto again;
        else
            return -1;
    }
    return n;
}

int Close(int fd)
{
    int n;
    if ((n = close(fd)) == -1)
        perr_exit("close error");

    return n;
}

/*参三: 应该读取的字节数*/
ssize_t Readn(int fd, void *vptr, size_t n)
{
    size_t  nleft;              //usigned int 剩余未读取的字节数
    ssize_t nread;              //int 实际读到的字节数
    char   *ptr;

    ptr = vptr;
    nleft = n;

    while (nleft > 0) {
        if ((nread = read(fd, ptr, nleft)) < 0) {
            if (errno == EINTR)
                nread = 0;
            else
                return -1;
        } else if (nread == 0)
            break;

        nleft -= nread;
        ptr += nread;
    }
    return n - nleft;
}

ssize_t Writen(int fd, const void *vptr, size_t n)
{
    size_t nleft;
    ssize_t nwritten;
```

```
    const char *ptr;

    ptr = vptr;
    nleft = n;
    while (nleft > 0) {
        if ( (nwritten = write(fd, ptr, nleft)) <= 0) {
            if (nwritten < 0 && errno == EINTR)
                nwritten = 0;
            else
                return -1;
        }

        nleft -= nwritten;
        ptr += nwritten;
    }
    return n;
}

static ssize_t my_read(int fd, char *ptr)
{
    static int read_cnt;
    static char *read_ptr;
    static char read_buf[100];

    if (read_cnt <= 0) {
again:
        if ( (read_cnt = read(fd, read_buf, sizeof(read_buf))) < 0) {
            if (errno == EINTR)
                goto again;
            return -1;
        } else if (read_cnt == 0)
            return 0;
        read_ptr = read_buf;
    }
    read_cnt--;
    *ptr = *read_ptr++;

    return 1;
}

ssize_t Readline(int fd, void *vptr, size_t maxlen)
{
    ssize_t n, rc;
    char    c, *ptr;

    ptr = vptr;
    for (n = 1; n < maxlen; n++) {
        if ( (rc = my_read(fd, &c)) == 1) {
            *ptr++ = c;
            if (c  == '\n')
                break;
        } else if (rc == 0) {
            *ptr = 0;
            return n - 1;
```

```
        } else
            return -1;
    }
    *ptr   = 0;

    return n;
}

```

通过封装,降低 主函数的 长度, 强化处理逻辑

read和write局限

在系统中, 用系统调用

不在系统中时, 多用库函数, 提高效率, 自己封装read 会有点麻烦

但是

在 sockrt里, 不能用 库函数 fread, fwrite, 因为需要 文件结构体指针

但 socket里 只有文件描述符

readn 自封装(见课程):

```
/*参三: 应该读取的字节数*/                          //socket 4096  readn(cfd, buf, 4096)   nleft = 4096-1500
ssize_t Readn(int fd, void *vptr, size_t n)
{
    size_t  nleft;              //usigned int 剩余未读取的字节数
    ssize_t nread;              //int 实际读到的字节数
    char   *ptr;

    ptr = vptr;
    nleft = n;                  //n 未读取字节数

    while (nleft > 0) {
        if ((nread = read(fd, ptr, nleft)) < 0) {
            if (errno == EINTR)
                nread = 0;
            else
                return -1;
        } else if (nread == 0)
            break;

        nleft -= nread;   //nleft = nleft - nread
        ptr += nread;
    }
```

读 N 个字节

readline:

```
1 读一行
```

read 函数的返回值(重点):

```
1. > 0 实际读到的字节数

2. = 0 已经读到结尾 (对端已经关闭) 【 ! 重 ! 点 ! 】

3. -1 应进一步判断errno的值:

    errno = EAGAIN or EWOULDBLOCK: 设置了非阻塞方式 读。 没有数据到达。

    errno = EINTR 慢速系统调用被 中断。

    errno = “其他情况” 异常。
```

网络编程中, read返回0 非常重要

= 0 已经读到结尾 (对端已经关闭)

多进程并发服务器: server.c

只用子进程 处理, 父进程 持续监听, 因此 每个子进程 开始时, 必须关闭 最初的 服务器第一个 套接字

```
1. Socket();         创建 监听套接字 lfd
2. Bind()   绑定地址结构 Strcut scokaddr_in addr;
3. Listen();
4. while (1) {

    cfd = Accpet();          接收客户端连接请求。
    pid = fork();
    if (pid == 0){           子进程 read(cfd) --- 小-》大 --- write(cfd)

        close(lfd)       关闭用于建立连接的套接字 lfd

        read()
        小--大
        write()

    } else if  (pid > 0)  {

        close(cfd);      关闭用于与客户端通信的套接字 cfd
        contiue;
    }
  }

5. 子进程:

    close(lfd)

    read()
```

```
    小--大

    write()

   父进程:

    close(cfd);

    注册信号捕捉函数:    SIGCHLD

    在回调函数中,  完成子进程回收

        while  (waitpid()) ;
```

多线程并发服务器: server.c

```
1. Socket();         创建 监听套接字 lfd

2. Bind()       绑定地址结构 Strcut scokaddr_in addr;

3. Listen();

4. while (1) {

    cfd = Accept(lfd, );

    pthread_create(&tid, NULL, tfn, (void *)cfd);

    pthread_detach(tid);                // pthead_join(tid, void **);  新线程---专用于回收子线程。
  }

5. 子线程:

    void *tfn(void *arg)
    {
        // close(lfd)           不能关闭。 主线程要使用lfd  线程共享 fd

        read(cfd)

        小--大

        write(cfd)

        pthread_exit ((void *)10) ;
    }
```

兄弟线程之间可以回收   pthread_join

兄弟进程 不能, 所以才有了 信号捕捉 SIGCHLD 处理子进程退出

补充-1 多进程并发服务器 实例

```c
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/wait.h>
#include <string.h>
#include <strings.h>
#include <unistd.h>
#include <errno.h>
#include <signal.h>
#include <sys/socket.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <pthread.h>

#include "wrap.h"

#define SRV_PORT 9999

void catch_child(int signum)
{
    while ((waitpid(0, NULL, WNOHANG)) > 0);
    return ;
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    int lfd, cfd;
    pid_t pid;
    struct sockaddr_in srv_addr, clt_addr;
    socklen_t clt_addr_len;
    char buf[BUFSIZ];
    int ret, i;

    //memset(&srv_addr, 0, sizeof(srv_addr));                  // 将地址结构清零
    bzero(&srv_addr, sizeof(srv_addr));

    srv_addr.sin_family = AF_INET;
    srv_addr.sin_port = htons(SRV_PORT);
    srv_addr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);

    lfd = Socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);

    Bind(lfd, (struct sockaddr *)&srv_addr, sizeof(srv_addr));

    Listen(lfd, 128);

    clt_addr_len = sizeof(clt_addr);

    while (1) {

        cfd = Accept(lfd, (struct sockaddr *)&clt_addr, &clt_addr_len);
```

```
51
52          pid = fork();
53          if (pid < 0) {
54              perr_exit("fork error");
55          } else if (pid == 0) {
56              close(lfd);
57              break;
58          } else {
59              struct sigaction act;
60
61              act.sa_handler = catch_child;
62              sigemptyset(&act.sa_mask);
63              act.sa_flags = 0;
64
65              ret = sigaction(SIGCHLD, &act, NULL);
66              if (ret != 0) {
67                 perr_exit("sigaction error");
68              }
69              close(cfd);
70              continue;
71          }
72      }
73
74      if (pid == 0) {
75          for (;;) {
76              ret = Read(cfd, buf, sizeof(buf));
77              if (ret == 0) {
78                  close(cfd);
79                  exit(1);
80              }
81
82              for (i = 0; i < ret; i++)
83                  buf[i] = toupper(buf[i]);
84
85              write(cfd, buf, ret);
86              write(STDOUT_FILENO, buf, ret);
87          }
88      }
89
90      return 0;
91  }
92
```

memset函数和bzero函数

`memset` 函数

`memset` 是一个标准的 C 库函数，用于将某个值填充到一块内存区域中。

函数原型

```
void *memset(void *s, int c, size_t n);
```

参数说明

- `s`：指向需要初始化的内存区域的指针。
- `c`：要填充的值（会被转换为无符号字符类型，即 `unsigned char`）。
- `n`：需要填充的字节数。

功能

将内存区域的前 `n` 个字节设置为值 `c`。

`bzero` 函数

`bzero` 是一个非标准函数，主要用于将一块内存清零。

函数原型

```
void bzero(void *s, size_t n);
```

参数说明

- `s`：指向需要清零的内存区域的指针。
- `n`：需要清零的字节数。

功能

将内存区域的前 `n` 个字节设置为 0。

在现代 C 编程中，优先使用 `memset` 替代 `bzero`，因为：

- `memset` 是标准库函数，具有更好的兼容性和移植性。
- `bzero` 在一些新的系统（如 Linux 的 glibc）中已经被标记为过时，可能会引发警告。

wait函数 和 信号捕捉实现 回收进程区别

`wait` 系列函数

`wait` 和 `waitpid` 是最直接的方式，用于等待子进程退出并回收其资源。

关键点

- `wait`：阻塞当前进程，直到任意子进程退出。
- `waitpid`：可以等待指定的子进程，支持非阻塞模式。

优点

- 精确控制：父进程明确等待某个或任意子进程，控制逻辑清晰。
- 支持非阻塞：通过 `waitpid` 的 `WNOHANG` 选项，可以轮询子进程状态。

缺点

- 阻塞问题：`wait` 会阻塞父进程，如果没有子进程退出，父进程会一直等待。
- 繁琐：需要显式调用 `wait` 或 `waitpid`，父进程需要主动管理子进程。

信号捕捉（`SIGCHLD`）

信号捕捉是通过处理 `SIGCHLD` 信号，在子进程退出时自动触发信号处理函数，用于回收子进程资源。

关键点

- 当子进程退出时，内核会向父进程发送 `SIGCHLD` 信号。
- 父进程可以在信号处理函数中调用 `waitpid` 来回收子进程。

优点

- 非阻塞：信号处理是异步的，不会阻塞父进程。
- 自动化：无需主动轮询，内核会在子进程退出时通知父进程。

缺点

- 信号竞争问题：如果在信号处理期间有多个子进程退出，可能需要额外的逻辑处理。
- 复杂度稍高：需要正确设置信号处理函数，处理好信号和主程序的逻辑。

补充-2 多线程并发服务器

多线程 需要数组 存线程id

```c
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <pthread.h>
#include <ctype.h>
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>

#include "wrap.h"

```

```c
#define MAXLINE 8192
#define SERV_PORT 8000

struct s_info {                     //定义一个结构体，将地址结构跟cfd捆绑
    struct sockaddr_in cliaddr;
    int connfd;
};

void *do_work(void *arg)
{
    int n,i;
    struct s_info *ts = (struct s_info*)arg;
    char buf[MAXLINE];
    char str[INET_ADDRSTRLEN];      //#define INET_ADDRSTRLEN 16  可用"[+d"查看

    while (1) {
        n = Read(ts->connfd, buf, MAXLINE);                     //读客户端
        if (n == 0) {
            printf("the client %d closed...\n", ts->connfd);
            break;                                              //跳出循环，关闭cfd
        }
        printf("received from %s at PORT %d\n",
                inet_ntop(AF_INET, &(*ts).cliaddr.sin_addr, str, sizeof(str)),
                ntohs((*ts).cliaddr.sin_port));                 //打印客户端信息(IP/PORT)

        for (i = 0; i < n; i++)
            buf[i] = toupper(buf[i]);                           //小写-->大写

        Write(STDOUT_FILENO, buf, n);                           //写出至屏幕
        Write(ts->connfd, buf, n);                              //回写给客户端
    }
    Close(ts->connfd);

    return (void *)0;
}

int main(void)
{
    struct sockaddr_in servaddr, cliaddr;
    socklen_t cliaddr_len;
    int listenfd, connfd;
    pthread_t tid;

    struct s_info ts[256];      //创建结构体数组.
    int i = 0;

    listenfd = Socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);                     //创建一个socket, 得到lfd
```

```
58
59      bzero(&servaddr, sizeof(servaddr));                                  //地址结构清零
60      servaddr.sin_family = AF_INET;
61      servaddr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
          //指定本地任意IP
62      servaddr.sin_port = htons(SERV_PORT);
          //指定端口号
63
64      Bind(listenfd, (struct sockaddr *)&servaddr, sizeof(servaddr));
          //绑定
65
66      Listen(listenfd, 128);
         //设置同一时刻链接服务器上限数
67
68      printf("Accepting client connect ...\n");
69
70      while (1) {
71          cliaddr_len = sizeof(cliaddr);
72          connfd = Accept(listenfd, (struct sockaddr *)&cliaddr, &cliaddr_len);    //阻塞监听客户端链接请求
73          ts[i].cliaddr = cliaddr;
74          ts[i].connfd = connfd;
75
76          pthread_create(&tid, NULL, do_work, (void*)&ts[i]); //这里传值,会丢数据, 数组中一个结构体大小 20字节, void* 是4字节 强转 会丢数据    而数组没法变化,正好可以传地址
77  // 可以malloc 空间, 把这个空间地址 传过去,
78          pthread_detach(tid);
        //子线程分离,防止僵线程产生.
79          i++;
80      }
81
82      return 0;
83  }
84
85
```

32位系统： `void*` 通常占用4个字节。

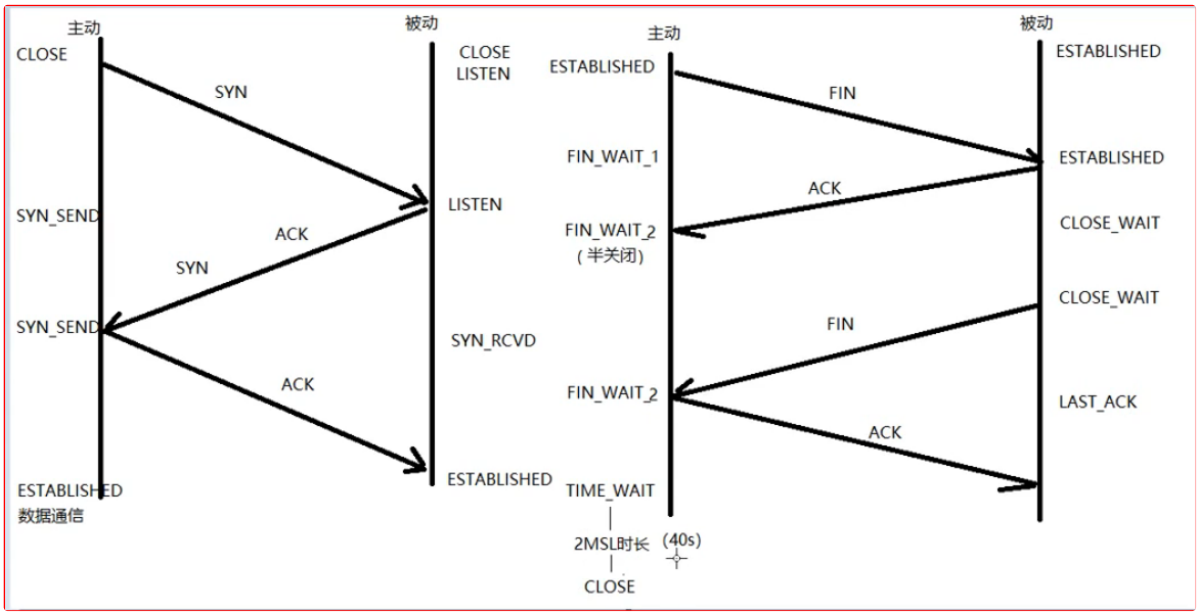
64位系统： `void*` 通常占用8个字节。

---

day13

TCP状态时序图：

重点是 课件的 图




```
结合三次握手、四次挥手 理解记忆。
```

```
1. 主动发起连接请求端:    CLOSE -- 发送SYN -- SEND_SYN -- 接收 ACK、SYN -- SEND_SYN -- 发送 ACK -- ESTABLISHED (数据通信态)

2. 主动关闭连接请求端:  ESTABLISHED (数据通信态)  -- 发送 FIN -- FIN_WAIT_1 -- 接收ACK -- FIN_WAIT_2 (半关闭)

            -- 接收对端发送 FIN -- FIN_WAIT_2 (半关闭) -- 回发ACK -- TIME_WAIT (只有主动关闭连接方，会经历该状态)

            -- 等 2MSL时长 -- CLOSE

3. 被动接收连接请求端:  CLOSE -- LISTEN -- 接收 SYN -- LISTEN -- 发送 ACK、SYN -- SYN_RCVD -- 接收ACK -- ESTABLISHED (数据通信态)

4. 被动关闭连接请求端:  ESTABLISHED (数据通信态)  -- 接收 FIN -- ESTABLISHED (数据通信态)  -- 发送ACK

            -- CLOSE_WAIT (说明对端【主动关闭连接端】处于半关闭状态) -- 发送FIN -- LAST_ACK -- 接收ACK -- CLOSE
```

```
重点记忆:  ESTABLISHED、FIN_WAIT_2 <--> CLOSE_WAIT、TIME_WAIT (2MSL)

netstat -apn | grep  端口号
```

TIME_WAIT只有主动关闭端有这个状态

如果先关闭 服务端，服务端是 FIN_WAIT_2 状态 客户端是CLOSE_WAIT

课件上的 实线和虚线 两个图

注意 上面的总结，一直写的是 主动和被动，没有对应到 服务端,客户端，这个要注意，具体情况具体分析你

netstat

`netstat` 是一个命令行工具，用于显示网络连接、路由表、网络接口统计信息等。它是诊断网络问题和监控网络活动的常用工具。

```
netstat -a
```

- 显示所有活动的 TCP 和 UDP 连接以及监听端口。

```
netstat -ap
```

- 显示与端口或连接关联的程序名和 PID。

结合 grep 查找指定端口或服务

```
netstat -an | grep <端口号> 或者 <服务程序>
```

- 例如，查找 80 端口相关连接：

```
bash


复制编辑
netstat -an | grep :80
```

在某些现代 Linux 发行版中，`netstat` 已被标记为过时，建议使用 `ss` 命令替代。`ss` 提供类似功能，但效率更高。

使用

`-a`：显示所有连接和监听端口，包括 TCP 和 UDP。

`-p`：显示与每个连接或端口关联的程序名及其 PID（需要管理员权限）。

`-n`：以数字形式显示地址和端口，而不是解析主机名或服务名称（提高显示速度）。

```
netstat -apn | grep client
tcp        0      0 127.0.0.1:35268         127.0.0.1:8000
 ESTABLISHED 1734/./client
```

```
netstat -apn | grep 8000
tcp        0      0 0.0.0.0:8000            0.0.0.0:*               LISTEN
   1553/./server
tcp        0      0 127.0.0.1:8000          127.0.0.1:35268
ESTABLISHED 1553/./server
tcp        0      0 127.0.0.1:35268         127.0.0.1:8000
 ESTABLISHED 1734/./client
```

2MSL时长:

> 等待 如果被动关闭端没收到最后的ACK,一定会 反复发送 FIN, 因此这个 等待 2MSL 是必须的

```
一定出现在【主动关闭连接请求端】。 --- 对应 TIME_WAIT 状态。

保证, 最后一个 ACK 能成功被对端接收。(等待期间, 对端没收到我发的ACK, 对端会再次发送FIN请求。)
```

端口复用:

```
服务器先关闭, 会有 TIME_WAIT状态, 导致 2MSL时长, 再次马上开启 是不行的
    所以有了 端口复用
```

man手册无, 不全, 还得再书上找

这段代码 是死的, 复制即用 bind之前

opt 非0 表示开启, 0表示关闭

```
int opt = 1;        // 设置端口复用。

setsockopt(lfd, SOL_SOCKET, SO_REUSEADDR, (void *)&opt, sizeof(opt));
// 加peror检查
set---sock---opt
```

TIME_WAIT仍然在,但能用

半关闭：

```
通信双方中，只有一端关闭通信。   --- FIN_WAIT_2

close (cfd) ;

shutdown(int fd, int how);  // 特殊关闭,只关一端

    how:    SHUT_RD 关读端

        SHUT_WR 关写端

        SHUT_RDWR 关读写

shutdown在关闭多个文件描述符应用的文件时，采用全关闭方法。close，只关闭一个。
```

在 dup2(3,4) close(3) 但4还能访问，
shutdowmn(3) 将3和4都会关闭

select多路IO转接(selcet, poll, epoll):

阻塞:

非阻塞忙轮询:

响应式: 多路io转接

select

```
int select(int nfds, fd_set *readfds, fd_set *writefds,fd_set *exceptfds,
struct timeval *timeout);

nfds: 监听的所有文件描述符中，最大文件描述符+1  这个+1是man规定的，但是写程序循环的时候，< +1 或者 ≤ 不+1  ，  他实际就是这个意思

readfds:  读事件    文件描述符监听集合。   传入、传出参数

writefds: 写事件    文件描述符监听集合。   传入、传出参数     NULL

exceptfds: 异常事件   文件描述符监听集合   传入、传出参数     NULL

timeout:     > 0:    设置监听超时时长。

        NULL:   阻塞监听

        0:   非阻塞监听，轮询
```

```
返回值:

    > 0:     所有监听集合（3个）中， 满足对应事件的总数。

    0:   没有满足监听条件的文件描述符

    -1:      errno
```

```
传入传出参数:
该函数    传进去的是要监听的，    传出来的 是 监听到发生事件的
```

集合使用位图，因此有select 相关的 下列函数也要 注意

```
原理:   借助内核， select 来监听， 客户端连接、数据通信事件。

void FD_ZERO(fd_set *set);  --- 清空一个文件描述符集合。   位图置0

    fd_set rset;

    FD_ZERO(&rset);

void FD_SET(int fd, fd_set *set);   --- 将待监听的文件描述符，添加到监听集合中

    FD_SET(3, &rset);   FD_SET(5, &rset);   FD_SET(6, &rset);
```

```
void FD_CLR(int fd, fd_set *set);   --- 将一个文件描述符从监听集合中 移除。

   FD_CLR (4,  &rset) ;

int  FD_ISSET(int fd, fd_set *set); --- 判断一个文件描述符是否在监听集合中。

   返回值:  在: 1; 不在: 0;

   FD_ISSET (4,  &rset) ;
```

select思路分析:

```
int maxfd = 0;

lfd = socket() ;            创建套接字

maxfd = lfd;

bind();                 绑定地址结构

listen();               设置监听上限

fd_set rset,  allset;           创建r监听集合
```

```
FD_ZERO(&allset);                将r监听集合清空

FD_SET(lfd, &allset);            将 lfd 添加至读集合中。

while (1)  {

    rset = allset;           保存监听集合

    ret  = select(lfd+1,  &rset,  NULL,  NULL,  NULL);       监听文件描述符集合对应事件。

    if (ret > 0)  {                              有监听的描述符满足对应事件

        if (FD_ISSET(lfd, &rset)) {              // 1 在。  0不在。

            cfd = accept () ;               建立连接，返回用于通信的文件描述符

            maxfd = cfd;

            FD_SET(cfd, &allset);                添加到监听通信描述符集合中。
        }

        for  (i = lfd+1;  i ≤ 最大文件描述符; i++) {

            FD_ISSET(i, &rset)               有read、write事件

            read ()

            小 -- 大

            write();
        }
    }
}
```

select优缺点:

```
缺点:  监听上限受文件描述符限制。 最大 1024.

    检测满足条件的fd,  自己添加业务逻辑提高小。 提高了编码难度。(监听3,1023) 就必须循环1000多遍, 效率低

优点:  跨平台。win、linux、macOS、Unix、类Unix、mips

epoll 只能在 linux中用
```

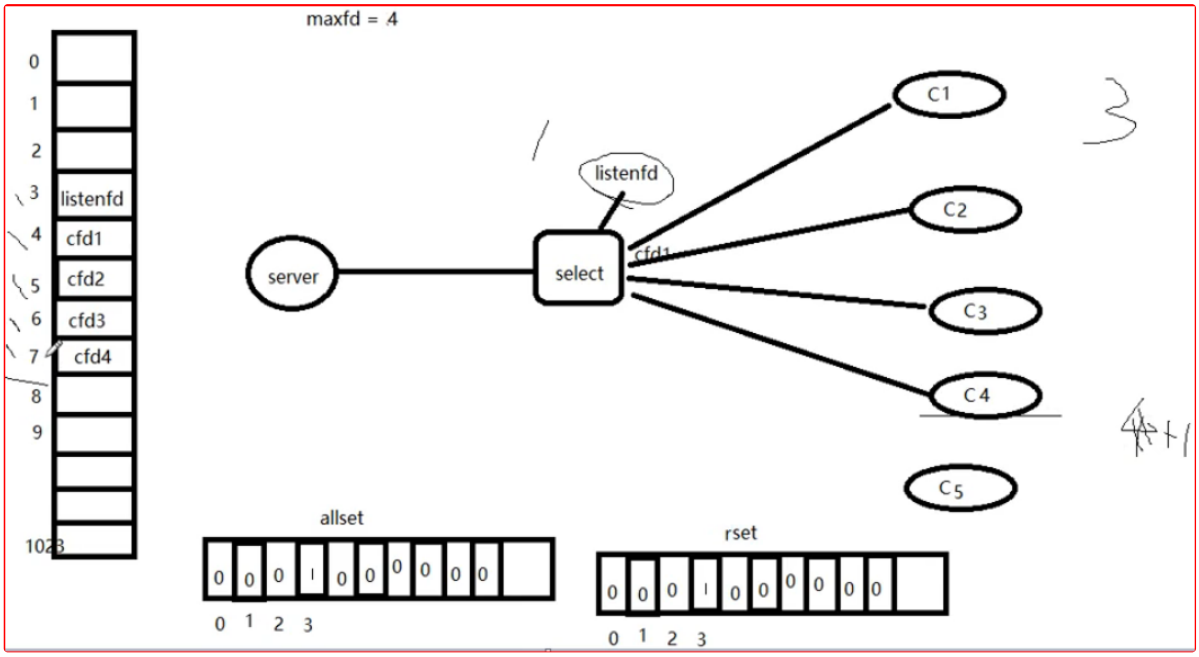
补充-1 select实例

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <string.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <ctype.h>

#include "wrap.h"

#define SERV_PORT 6666

int main(int argc, char *argv[])
{
    int listenfd, connfd;               // connect fd
    char buf[BUFSIZ];         /* #define INET_ADDRSTRLEN 16 */

    struct sockaddr_in clie_addr, serv_addr;
    socklen_t clie_addr_len;

    listenfd = Socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);

    int opt = 1;
    setsockopt(listenfd, SOL_SOCKET, SO_REUSEADDR, &opt, sizeof(opt));

    bzero(&serv_addr, sizeof(serv_addr));
    serv_addr.sin_family= AF_INET;
    serv_addr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
    serv_addr.sin_port= htons(SERV_PORT);
    Bind(listenfd, (struct sockaddr *)&serv_addr, sizeof(serv_addr));
    Listen(listenfd, 128);

    //--------------------------------------------------------------------
--------------至此, 是一般的 套接字 前部分

    fd_set rset, allset;                        // 定义 读集合,被份集合allset
    int ret, maxfd = 0, n, i, j;
    maxfd = listenfd;                           // 最大文件描述符

    FD_ZERO(&allset);                           // 清空 监听集合
    FD_SET(listenfd, &allset);                  // 将待监听fd添加到监听集合中
    /*
    这是 把服务端的 第一个 套接字 作为监听目标
    */

    while (1) {
        rset = allset;                          // 备份  实际上, allset是想监听的
集合, 后续将一直是   rset既是想监听的集合,又是实际听到的集合,会改变
        ret = select(maxfd+1, &rset, NULL, NULL, NULL);         // 使用
select 监听  ret如果是1, 说明只有 listenfd, 不需要处理
        if (ret < 0) {
            perr_exit("select error");
```

```
        }

    /*
    这里难理解，  这样理解
    allset里面加入了 listenfd，  而 rset = allset，  那rset里不就肯定有 litenfd了吗，为什么还要FD_ISSET?

    注意，在select里,&rset 是一个 传入传出，  传入有listenfd的rset，传出的 是实际发生了 读事件的 rset，所以 当传出的 rset 还有listenfd，那么就表示 有设备 来请求连接了 !

    */


        if (FD_ISSET(listenfd, &rset)) {                        // listenfd 满足监听的 读事件

            clie_addr_len = sizeof(clie_addr) ;
            connfd = Accept(listenfd, (struct sockaddr *)&clie_addr, &clie_addr_len);    // 建立链接  --- 不会阻塞

            FD_SET(connfd, &allset);                            // 将新产生的fd,添加到监听集合中，监听数据读事件

            if (maxfd < connfd)                 // 修改maxfd
                maxfd = connfd;

            if (ret == 1)                   // 说明select 只返回一个,并且是listenfd，后续执行无须执行.  46行
            //ret如果是1，说明只有 listenfd，不需要处理
                continue;
        }

/*
-------------------------------------------------------------------------------------------------------
注意:
下面这个 for循环,在第一次是不执行的，  根据上面的代码，第一次 select仅监听 listenfd，当监听到后，会产生新的 connfd,然后加入到 监听队列,
if (ret == 1) 在第一次循环是必然成立的，因此 第二次循环开始，select 将监听 listenfd 和 connfd ，以此类推，慢慢的就多了起来
而 第二次循环 将 大概率 ret >1，进入下面的for循环，开始进行 处理 客户端请求
*/

        for (i = listenfd+1; i <= maxfd; i++) {         // 处理满足读事件的fd ,   这里见笔记的配图

            if (FD_ISSET(i, &rset)) {                   // 找到满足读事件的那个 fd
                n = Read(i, buf, sizeof(buf));
                if (n == 0) {                           // 检测到客户端已经关闭链接.
                    Close(i);
```

```
89                      FD_CLR(i, &allset);                 // 将关闭的fd, 移除出监听集合.
90                  } else if (n == -1) {
91                      perr_exit("read error");
92                  }
93                  else if(n > 0){
94                      for (j = 0; j < n; j++)
95                          buf[j] = toupper(buf[j]);
96
97                      write(i, buf, n);
98                      write(STDOUT_FILENO, buf, n);
99                  }
100
101
102             }
103         }
104     }
105
106     Close(listenfd);
107
108     return 0;
109 }
110
111
```

75行配图，不考虑 listenfd， 从下一个开始



补充-2 数组+select实例(稍微非重点)

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
```

```c
#include <unistd.h>
#include <string.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <ctype.h>

#include "wrap.h"

#define SERV_PORT 6666

int main(int argc, char *argv[])
{
    int i, j, n, maxi;

    int nready, client[FD_SETSIZE];                 /* 自定义数组client, 防止遍历1024个文件描述符  FD_SETSIZE默认为1024 */
    int maxfd, listenfd, connfd, sockfd;
    char buf[BUFSIZ], str[INET_ADDRSTRLEN];         /* #define INET_ADDRSTRLEN 16 */

    struct sockaddr_in clie_addr, serv_addr;
    socklen_t clie_addr_len;
    fd_set rset, allset;                            /* rset 读事件文件描述符集合 allset用来暂存 */

    listenfd = Socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);

    int opt = 1;
    setsockopt(listenfd, SOL_SOCKET, SO_REUSEADDR, &opt, sizeof(opt));

    bzero(&serv_addr, sizeof(serv_addr));
    serv_addr.sin_family= AF_INET;
    serv_addr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
    serv_addr.sin_port= htons(SERV_PORT);

    Bind(listenfd, (struct sockaddr *)&serv_addr, sizeof(serv_addr));
    Listen(listenfd, 128);

    maxfd = listenfd;                                       /* 起初 listenfd 即为最大文件描述符 */

    maxi = -1;                                              /* 将来用作client[]的下标, 初始值指向0个元素之前下标位置 */
    for (i = 0; i < FD_SETSIZE; i++)
        client[i] = -1;                                     /* 用-1初始化client[] */

    FD_ZERO(&allset);
    FD_SET(listenfd, &allset);                              /* 构造select监控文件描述符集 */

    while (1) {
        rset = allset;                                      /* 每次循环时都从新设置select监控信号集 */

```

```
49          nready = select(maxfd+1, &rset, NULL, NULL, NULL);  //2  1--lfd
    1--connfd
50          if (nready < 0)
51              perr_exit("select error");
52
53          if (FD_ISSET(listenfd, &rset)) {                        /* 说明有新
    的客户端链接请求 */
54
55              clie_addr_len = sizeof(clie_addr);
56              connfd = Accept(listenfd, (struct sockaddr *)&clie_addr,
    &clie_addr_len);        /* Accept 不会阻塞 */
57              printf("received from %s at PORT %d\n",
58                      inet_ntop(AF_INET, &clie_addr.sin_addr, str,
    sizeof(str)),
59                      ntohs(clie_addr.sin_port));
60
61              for (i = 0; i < FD_SETSIZE; i++)
62                  if (client[i] < 0) {                            /* 找
    client[]中没有使用的位置 */
63                      client[i] = connfd;                         /* 保存
    accept返回的文件描述符到client[]里 */
64                      break;
65                  }
66
67              if (i == FD_SETSIZE) {                              /* 达到
    select能监控的文件个数上限 1024 */
68                  fputs("too many clients\n", stderr);
69                  exit(1);
70              }
71
72              FD_SET(connfd, &allset);                            /* 向监控文
    件描述符集合allset添加新的文件描述符connfd */
73
74              if (connfd > maxfd)
75                  maxfd = connfd;                                 /* select
    第一个参数需要 */
76
77              if (i > maxi)
78                  maxi = i;                                       /* 保证
    maxi存的总是client[]最后一个元素下标 */
79
80              if (--nready == 0)
81                  continue;
82          }
83
84          for (i = 0; i <= maxi; i++) {                               /* 检
    测哪个clients 有数据就绪 */
85
86              if ((sockfd = client[i]) < 0)
87                  continue;
88              if (FD_ISSET(sockfd, &rset)) {
89
90                  if ((n = Read(sockfd, buf, sizeof(buf))) == 0) {    /* 当
    client关闭链接时,服务器端也关闭对应链接 */
```

```
                    Close(sockfd);
                    FD_CLR(sockfd, &allset);                    /* 解除select对此文件描述符的监控 */
                    client[i] = -1;
                } else if (n > 0) {
                    for (j = 0; j < n; j++)
                        buf[j] = toupper(buf[j]);
                    Write(sockfd, buf, n);
                    Write(STDOUT_FILENO, buf, n);
                }
                if (--nready == 0)
                    break;                                      /* 跳出for, 但还在while中 */
            }
        }
    }
    Close(listenfd);
    return 0;
}
```