

SC per Inter Process Communication

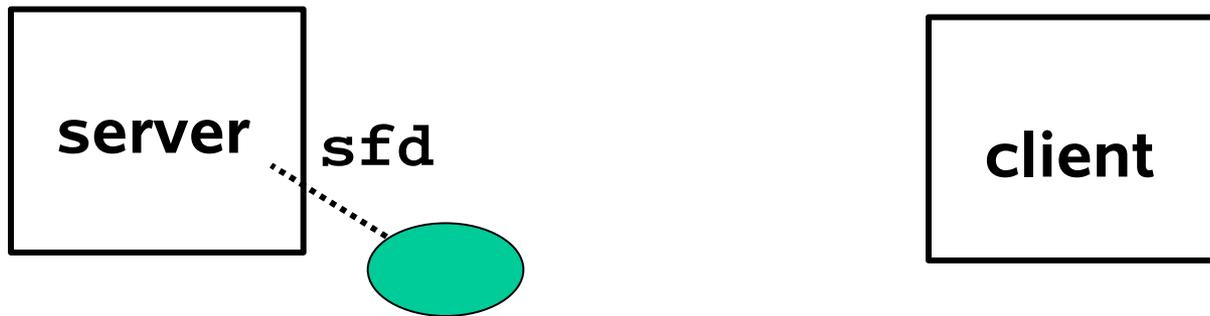
Comunicazione fra macchine diverse:
socket

Sockets

- File speciali utilizzati per connettere due o più processi con un canale di comunicazione
 - i processi possono risiedere su macchine diverse
- le SC che lavorano sui socket sono più complesse di quelle che lavorano sulle pipe
 - ci sono diversi tipi di socket
 - ci concentreremo su quelli con connessione
 - c'è asimmetria fra lettori e scrittori
 - le diverse operazioni realizzate dalla **open ()** sono divise fra più system call

Sockets (2)

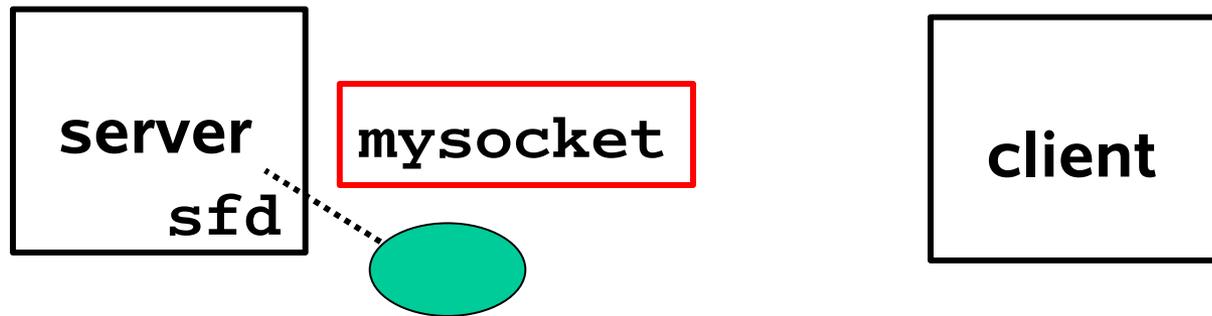
- Come collegare due processi con un socket:
 - Server: passo 1: creare un file ‘ricevitore’ (*socket*) e allocare un file descriptor (SC socket)



```
sfd=socket(...)
```

Sockets (3)

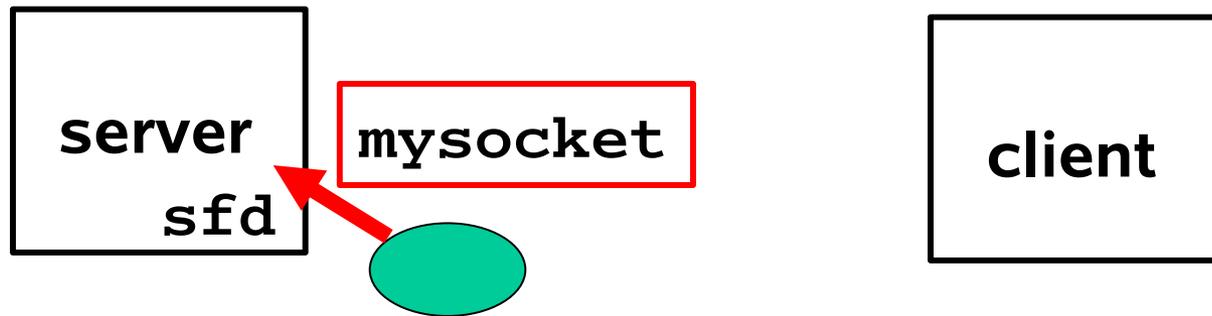
- Come collegare due processi con un socket:
 - Server: passo 2: associare il socket `sfd` con un ***indirizzo*** (`mysocket`), (SC bind)
 - ci sono diversi tipi di indirizzi, `AF_UNIX`, `AF_INET` ...



```
bind(sfd, "mysocket", ...)
```

Sockets (4)

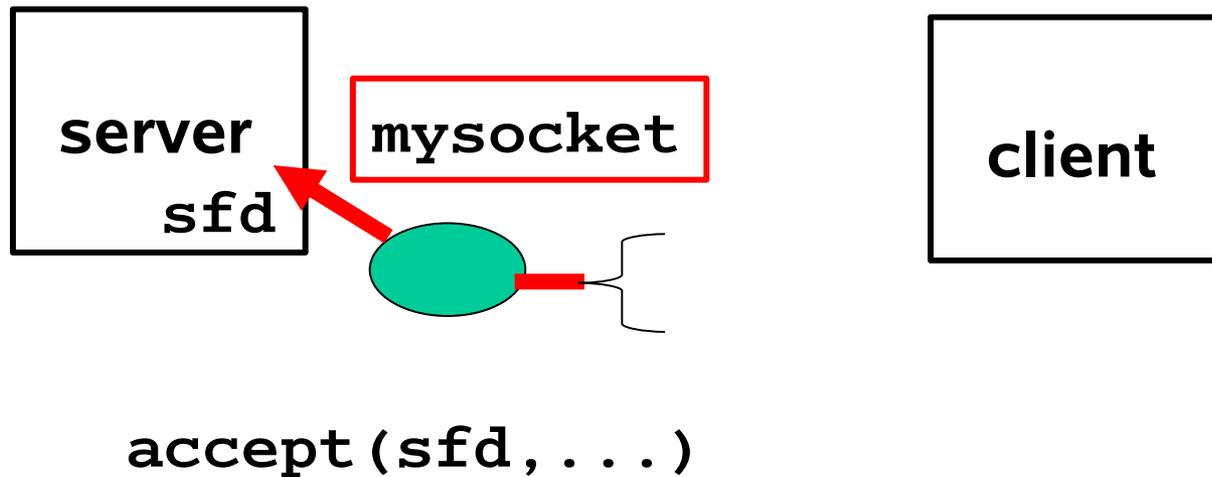
- Come collegare due processi con un socket:
 - Server: passo 3: specificare che sul socket siamo disposti ad accettare connessioni da parte di altri processi (SC listen)



```
listen(sfd, ...)
```

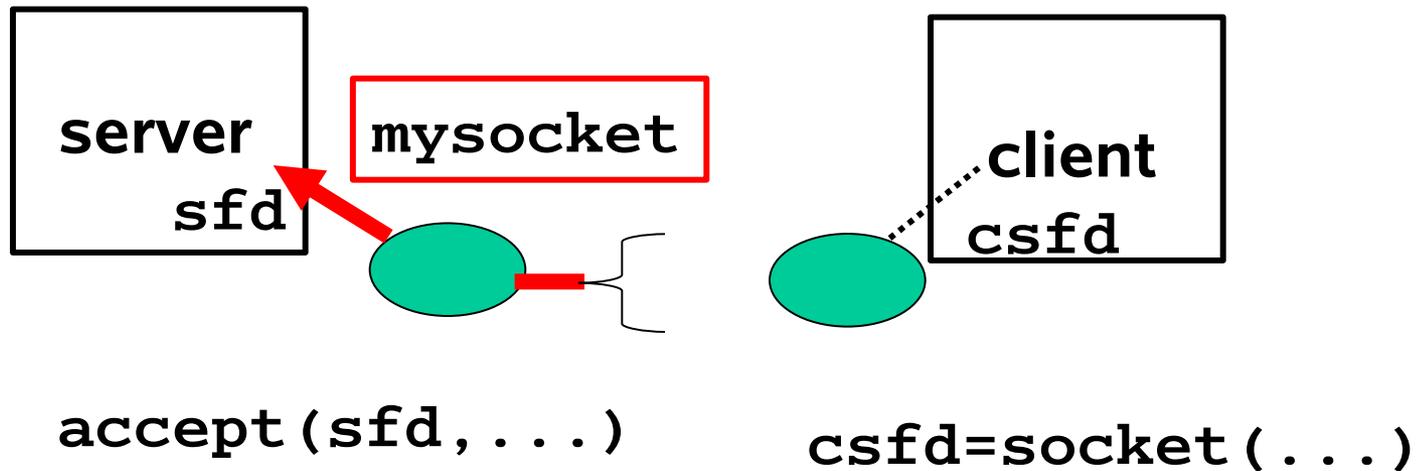
Sockets (5)

- Come collegare due processi con un socket:
 - Server: passo 4: bloccarsi in attesa di connessioni da parte di altri processi (SC accept)



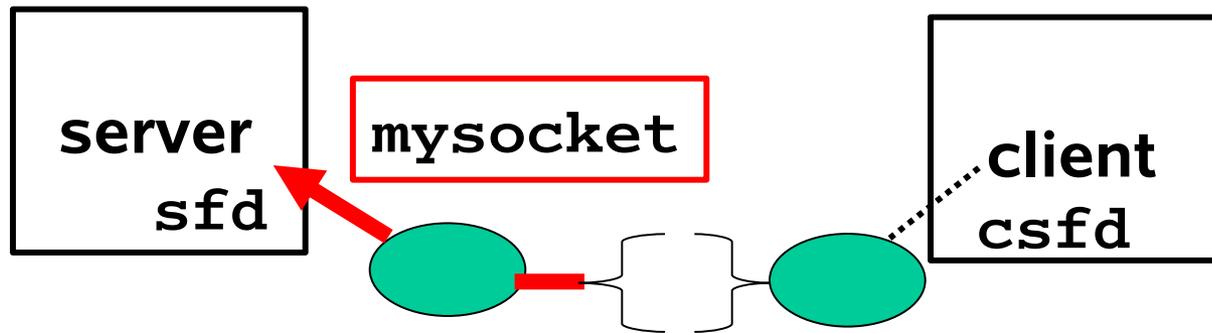
Sockets (6)

- Come collegare due processi con un socket:
 - Client: passo 1: creare un socket ed il relativo file descriptor (SC socket)



Sockets (7)

- Come collegare due processi con un socket:
 - Client: passo 2: collegarsi con il socket del server usando il nome esportato con la bind (SC connect)

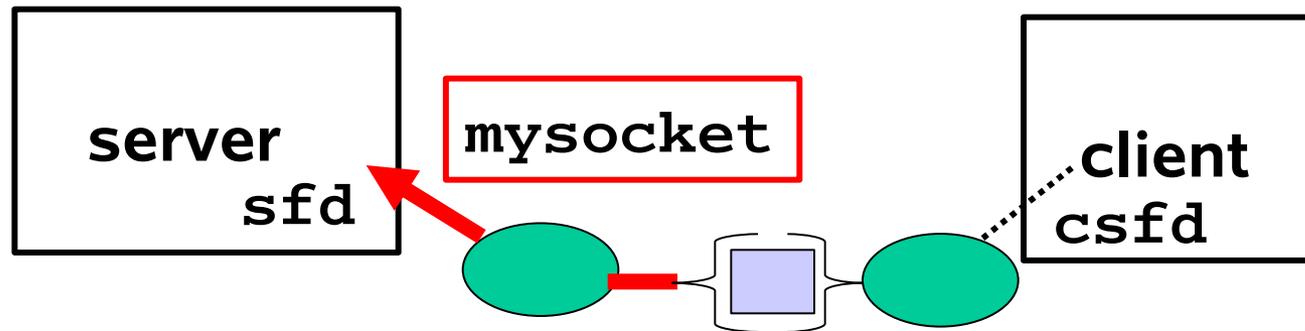


`accept (sfd . . .)`

`connect (csfd, "mysocket" . . .)`

Sockets (8)

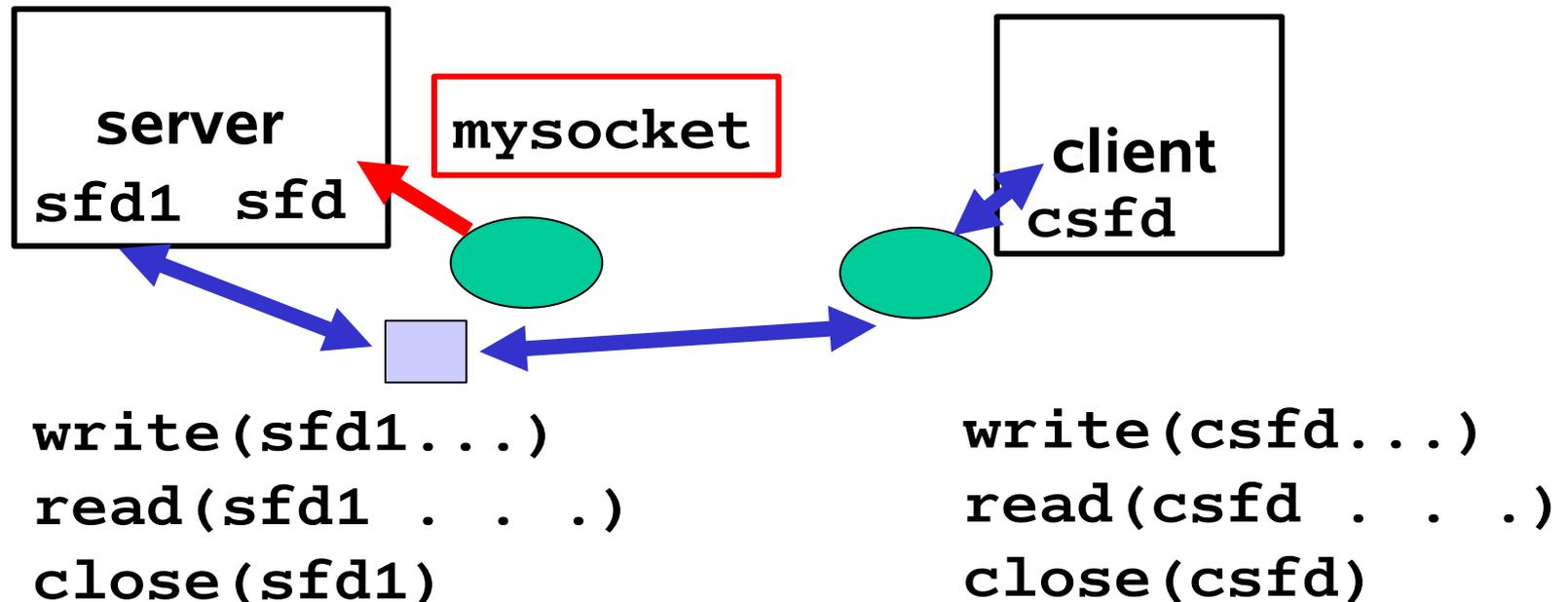
- Come collegare due processi con un socket:
 - Client: passo 2: c'è un match fra accept e connect, viene creato un nuovo socket



```
sfd1=accept (sfd... )      connect (csfd, "mysocket"... )
```

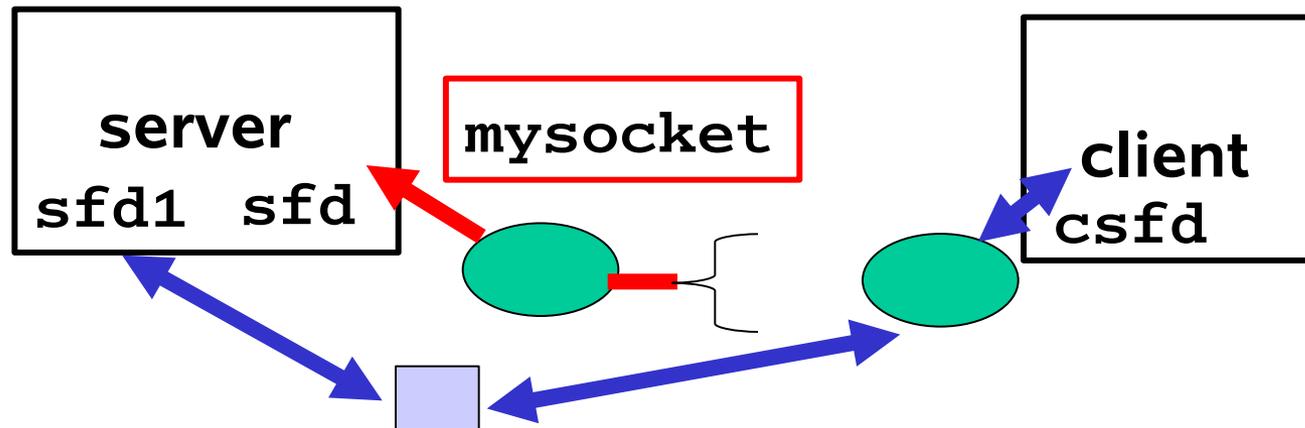
Sockets (9)

- Come collegare due processi con un socket:
 - la accept ritorna al server il descrittore del nuovo socket usabile per il resto della comunicazione con il client



Sockets (10)

- Come collegare due processi con un socket:
 - il server si può rimettere in attesa di connessioni da altri client con un'altra accept



`sfd2=accept(sfd...)`

Creazione: socket()

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

int socket(
    int domain, /*dominio: AF_UNIX, AF_INET ... */
    int type,   /* SOCK_STREAM, SOCK_DGRAM ... */
    int protocol
    /* sem dipende dal tipo, di solito 0 ... */
);

/* (sfd) success (-1) error, sets errno */
```

- crea un socket, il file descriptor ritornato può essere usato dal server per accettare nuove connessioni e dal client per inviare i dati

Socket: esempio

```
/* un client ed un server che comunicano via  
socket AF_UNIX : per semplicità di lettura  
la gestione degli errori non è mostrata*/  
#include <sys/un.h>           /* ind AF_UNIX */  
#define SOCKNAME "./mysock"  
int main (void){  
    int fd_skt, fd_c;  
    struct sockaddr_un sa;      /* ind AF_UNIX */  
/* creazione indirizzo */  
    strcpy(sa.sun_path, SOCKNAME);  
    sa.sun_family=AF_UNIX;  
..... /* segue ..... */  
}
```

Socket: esempio (2)

```
int main (void) {
    int fd_skt, fd_c;
    struct sockaddr_un sa;          /* ind AF_UNIX */
    strcpy(sa.sun_path, SOCKNAME);
    sa.sun_family=AF_UNIX;
    if (fork() != 0) { /* padre, server */
        fd_skt=socket(AF_UNIX, SOCK_STREAM, 0);
        ..... /* segue ..... */
    }
    else { /* figlio, client */
        fd_skt=socket(AF_UNIX, SOCK_STREAM, 0);
        ..... /* segue ..... */ }
}
```

Creazione: socket() (2)

```
fd_skt=socket(AF_UNIX,SOCK_STREAM,0);
```

- dominio:
 - deve essere lo stesso nella `bind()` successiva
 - ce ne sono molti, per ora consideriamo `AF_UNIX`, file Unix usabili sulla stessa macchina
 - a volte `PF_UNIX` invece di `AF_UNIX`: noi usiamo i nomi definiti dallo standard
 - accenneremo poi ad altri tipi di domini

Creazione: socket() (3)

```
fd_skt=socket(AF_UNIX,SOCK_STREAM,0);
```



- tipo di connessione

- ce ne sono diversi, *connected*, *connectionless*, ci concentriamo sui *connected*

- protocollo

- se si può scegliere (dipende dal tipo)
- 0 default

Dare il nome: bind()

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

int bind(
    int sock_fd, /*file descr socket ... */
    const struct sockaddr * sa, /* indirizzo */
    socklen_t sa_len, /* lung indirizzo */
);

/* (0) success (-1) error, sets errno */
```

- assegna un indirizzo a un socket
- tipicamente in AF_UNIX serve un nome nuovo, non si può riusare un file esistente

Socket: esempio (3)

```
/* ind AF_UNIX : ogni famiglia di indirizzi  
ha i suoi include e le sue strutture*/
```

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

```
int main (void) { ... ..
```

```
    struct sockaddr_un sa;          /* ind AF_UNIX */
```

```
    strcpy(sa.sun_path, SOCKNAME);
```

```
    sa.sun_family=AF_UNIX;
```

```
    if (fork()!=0) { /* padre, server */
```

```
        fd_skt=socket(AF_UNIX,SOCK_STREAM,0);
```

```
        bind(fd_skt,(struct sockaddr *)&sa,
```

```
            sizeof(sa));
```

```
        ..... }
```

```
}
```

Socket: esempio (4)

```
#include <sys/un.h>
int main (void) {.....
    struct sockaddr_un sa;          /* ind AF_UNIX */
    strcpy(sa.sun_path, SOCKNAME);
    sa.sun_family=AF_UNIX;

    if (fork()!=0) { /* padre, server */
        fd_skt=socket(AF_UNIX, SOCK_STREAM, 0);
        bind(fd_skt, (struct sockaddr *)&sa,
              sizeof(sa));
        .....
    }
```

Cast necessario:
struct sockaddr* è
il 'tipo generico'

Accettare connessioni: listen()

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

int listen(
    int sock_fd, /*file descr socket ... */
    int backlog, /* n max connessioni in coda */
);

/* (0) success (-1) error, sets errno */
```

- segnala che il socket accetta connessioni
- limita il massimo di richieste accodabili
 - SOMAXCONN è il massimo consentito

Socket: esempio (5)

```
.....  
if (fork()!=0) { /* padre, server */  
    fd_skt=socket(AF_UNIX,SOCK_STREAM,0);  
    bind(fd_skt,(struct sockaddr *)&sa,  
         sizeof(sa));  
    listen(fd_skt,SOMAXCONN);  
    .....
```

```
}
```

```
}
```

Accettare connessioni: accept()

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

int accept(
    int sock_fd, /*file descr socket ... */
    const struct sockaddr * sa,
        /* indirizzo o NULL */
    socklen_t sa_len, /* lung indirizzo */
);

/* (fd) success (-1) error, sets errno */
```

- se non ci sono connessioni in attesa si blocca
- altrimenti accetta una della connessioni in coda, crea un nuovo socket per la comunicazione (e ritorna fd, nuovo file descriptor)

Accettare connessioni: `accept()` (2)

- `fdc = accept(sock_fd, psa, lung);`
 - se `psa != NULL`, al ritorno contiene le informazioni sul socket che ha accettato la connessione (e `lung` è la lunghezza della struttura)
 - altrimenti si può specificare `NULL`, e 0 come lunghezza in questo caso non viene restituito niente.
 - `fdc` è il file descriptor del nuovo socket che sarà usato nella comunicazione

Socket: esempio (6)

```
.....  
if (fork() != 0) { /* padre, server */  
    fd_skt = socket(AF_UNIX, SOCK_STREAM, 0);  
    bind(fd_skt, (struct sockaddr *)&sa,  
         sizeof(sa));  
    listen(fd_skt, SOMAXCONN);  
    fd_c = accept(fd_skt, NULL, 0);  
    .....
```

```
}
```

```
}
```

Connettere un client: connect()

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

```
int connect(
```

```
    int sock_fd, /*file descr socket ... */
```

```
    const struct sockaddr * sa, /* indirizzo */
```

```
    socklen_t sa_len, /* lung indirizzo */
```

```
);
```

```
/* (0) success (-1) error, sets errno */
```

- è lo stesso indirizzo usato nella `bind()`
- quando si sblocca `sock_fd` può essere utilizzato per eseguire I/O direttamente

Socket: esempio completo

```
#include <sys/socket.h>
#include <sys/un.h> /* ind AF_UNIX */
#define SOCKNAME "./mysock"
#define N 100
int main (void){
    int fd_skt, fd_c; char buf[N];
    struct sockaddr_un sa; /* ind AF_UNIX */
    strcpy(sa.sun_path, SOCKNAME);
    sa.sun_family=AF_UNIX;
    if (fork()!=0) { /* padre, server */ }
    else { /* figlio, client */ }
}
```

Socket: esempio completo (2)

```
else { /* figlio, client */
    fd_skt=socket(AF_UNIX,SOCK_STREAM,0);
    while (connect(fd_skt,(struct sockaddr*)&sa,
        sizeof(sa)) == -1 ) {
        if ( errno == ENOENT )
            sleep(1); /* sock non esiste */
        else exit(EXIT_FAILURE); }
    write(fd_skt,"Hallo!",7);
    read(fd_skt,buf,N);
    printf("Client got: %s\n",buf) ;
    close(fd_skt);
    exit(EXIT_SUCCESS);
} /* figlio terminato */
```

Socket: esempio completo (3)

```
if (fork() != 0) { /* padre, server */
    fd_skt=socket(AF_UNIX,SOCK_STREAM,0);
    bind(fd_skt,(struct sockaddr *)&sa,
         sizeof(sa));
    listen(fd_skt,SOMAXCONN);
    fd_c=accept(fd_skt,NULL,0);
    read(fd_c,buf,N);
    printf("Server got: %s\n",buf) ;
    write(fd_c,"Bye!",5);
    close(fd_skt);
    close(fd_c);
    exit(EXIT_SUCCESS); }
}
```

Socket: esempio completo (4)

```
bash:~$ gcc -Wall -pedantic clserv.c -o clserv
```

```
bash:~$ ./clserv
```

```
-- un po'di attesa
```

```
Server got: Hallo!
```

```
Client got: Bye!
```

```
bash:~$
```

Socket: commenti

- Nell'esempio visto manca completamente la gestione dell'errore, che deve essere effettuata al solito modo
- Una volta creata la connessione si possono leggere e scrivere i dati come con una pipe
- Si può fare molto di più dell'esempio:
 - gestire più client contemporaneamente
 - indirizzi AF_INET: comunicazione con macchine diverse
 - usare comunicazioni connectionless (datagram) senza creare una connessione permanente
 - gestire macchine con diversi *endians*
 - gestire dettagli del comportamento dei socket, accedere al database dei nomi (eg. *www.unipi.it*)

Socket: gestire più client

- Il problema:
 - Dopo aver creato la prima connessione il server deve contemporaneamente:
 - mettersi in attesa sulla **accept ()** per una nuova connessione
 - mettersi in attesa con **read ()** dei messaggi in arrivo dai clienti già connessi
 - se scelgo l'attesa sbagliata posso avere poca efficienza o deadlock
 - posso decidere di usare I/O asincrono + **sleep()** ma diventa molto difficile da programmare e lo stesso non efficiente

Socket: gestire più client (2)

- Due tipiche soluzioni:
 - usare un server multithreaded,
 - un thread *dispatcher* che si mette in attesa ripetutamente su **accept ()** per una nuova connessione
 - ogni volta che la connessione è stata stabilita viene creato un nuovo thread *worker* che si mette in attesa con **read ()** dei messaggi in arrivo solo dal cliente relativo ad una particolare connessione
 - usare un server sequenziale e la SC **select ()** che permette di capire quale file descriptor è ‘pronto’
 - discuteremo in dettaglio questa soluzione

Aspettare I/O da più fd: select()

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

```
int select(  
    int nfd,      /*numero descr. di file*/  
    fd_set * rdset, /*insieme lettura o NULL*/  
    fd_set * wrset, /*ins. scrittura o NULL*/  
    fd_set * errset, /*ins. errore o NULL*/  
    struct timeval* timeout /* timeout o NULL */  
);  
/* (numero di bit settati) on success (-1) on  
   error, sets errno */
```

Aspettare I/O da più fd: `select()` (2)

- **semantica**
 - si blocca finché uno dei descrittori specificati ha dati rilevanti in particolare:
 - un descrittore **fd** atteso per la lettura (**rdset**) è considerato ‘pronto’ quando una **read** su **fd** non si blocca, quindi anche se è stato chiuso (con EOF la **read** non si blocca)
 - un descrittore **fd** atteso per la scrittura (**wrset**) è considerato ‘pronto’ quando una **write** su **fd** non si blocca
 - un descrittore **fd** atteso per eccezioni (**errset**) è considerato ‘pronto’ quando si è verificato un errore
 - all’uscita della **select()** i set sono modificati per indicare chi è pronto.

Aspettare I/O da più fd: select() (3)

- Come specificare i set
 - **rdset**, **wrset**, **errset** sono maschere di bit e vengono manipolate usando delle macro:
 - **FD_ZERO(&fdset)** azzera la maschera **fdset**
 - **FD_SET(fd, &fdset)** mette a 1 il bit corrispondente al file descriptor **fd** nella maschera **fdset**
 - **FD_CLR(fd, &fdset)** mette a 0 il bit corrispondente al file descriptor **fd** nella maschera **fdset**
 - **FD_ISSET(fd, &fdset)** vale 1 se il bit corrispondente al file descriptor **fd** nella maschera **fdset** era a 1 e zero altrimenti

Aspettare I/O da più fd: select() (4)

- Come specificare i set: esempio
 - tipicamente si azzera un set e poi si mettono a 1 i bit che interessano:

-- creare la maschera di attesa per il

-- primo fra fd1 e fd2 pronto in lettura

```
fd_set rdset;
```

```
FD_ZERO(&rdset);
```

```
FD_SET(fd1, &rdset);
```

```
FD_SET(fd2, &rdset);
```

Aspettare I/O da più fd: select() (5)

- Come controllare quale è ‘pronto’
 - non c’è modo di avere la lista, si devono testare tutti separatamente con `FD_ISSET`
-- quale fra fd1 e fd2 è pronto in lettura

```
if (FD_ISSET(fd1, &rdset)) {  
    read(fd1, buf, N);  
}  
else if (FD_ISSET(fd2, &rdset)) {  
    read(fd2, buf, N);  
}  
.....
```

Select(): esempio

- Modifichiamo l'esempio in modo da gestire 4 client
 - discutiamo prima il codice del server
 - poi il client
 - infine il main di attivazione ...

Select: esempio (2)

```
static void run_server(struct sockaddr * psa) {  
    int fd_sk, /* socket di connessione */  
        fd_c, /* socket di I/O con un client */  
        fd_num=0, /* max fd attivo */  
        fd; /* indice per verificare risultati  
            select */  
  
    char buf[N]; /* buffer messaggio */  
    fd_set set, /* l'insieme  
                dei file descriptor attivi */  
        rdset; /* insieme fd attesi in lettura */  
    int nread; /* numero caratteri letti */
```

Select : esempio (3)

```
static void run_server(struct sockaddr * psa) {
    int fd_sk, fd_c, fd_num=0, fd;
    char buf[N]; fd_set set, rdset; int nread;
    fd_sk=socket(AF_UNIX,SOCK_STREAM,0);
    bind(fd_sk,(struct sockaddr *)psa,sizeof(*psa);
    listen(fd_sk,SOMAXCONN);
    /* mantengo il massimo indice di descrittore
       attivo in fd_num */
    if (fd_sk > fd_num) fd_num = fd_sk;
    FD_ZERO(&set);
    FD_SET(fd_sk,&set);
```

Select : esempio (4)

```
static void run_server(struct sockaddr * psa) {
    int fd_sk, fd_c, fd_num=0, fd;
    char buf[N]; fd_set set, rdset; int nread;
    fd_sk=socket(AF_UNIX,SOCK_STREAM,0);
    bind(fd_sk,(struct sockaddr *)psa,sizeof(*psa);
    listen(fd_sk,SOMAXCONN);
    if (fd_sk > fd_num) fd_num = fd_sk;
    FD_ZERO(&set);
    FD_SET(fd_sk,&set);
    while (1) {
        rdset=set; /* preparo maschera per select */
        if (select(fd_num+1,&rdset,NULL,NULL,NULL)==-
            1))
```

```
        { /* gest errore */ }
```

Select : esempio (4.1)

```
static void run_server(struct sockaddr * psa) {
    int fd_sk, fd_c, fd_num=0, fd;
    char buf[N]; fd_set set, rdset; int nread;
    fd_sk=socket(AF_UNIX,SOCK_STREAM,0);
    bind(fd_sk,(struct sockaddr *)psa,sizeof(*psa);
    listen(fd_sk,SOMAXCONN);
    if (fd_sk > fd_num) fd_num = fd_sk;
    FD_ZERO(&set);
    FD_SET(fd_sk,&set);
    while (1) {
        rdset=set;
        if (select(fd_num+1,&rdset,NULL,NULL,NULL)==-
            1))
```

Attenzione al '+ 1',
vogliamo il numero
dei descrittori attivi,
non l'indice massimo

```
    { /* gest errore */ }
```

Select : esempio (4.2)

```
static void run_server(struct sockaddr * psa) {
    int fd_sk, fd_c, fd_num=0, fd;
    char buf[N]; fd_set set, rdset; int nread;
    fd_sk=socket(AF_UNIX,SOCK_STREAM,0);
    bind(fd_sk,(struct sockaddr *)psa,sizeof(*psa);
    listen(fd_sk,SOMAXCONN);
    if (fd_sk > fd_num) fd_num = fd_sk;
    FD_ZERO(&set);
    FD_SET(fd_sk,&set);
    while (1) {
        rdset=set;
        if (select(fd_num+1,&rdset,NULL,NULL,NULL)==-
            1))
```

Bisogna inizializzare ogni volta rdset perchè la select lo modifica

```
    { /* gest errore */ }
```

Select : esempio (5)

```
else { /* select OK */
    for (fd = 0; fd < fd_num; fd++) {
        if (FD_ISSET(fd, &rdset)) {
            if (fd == fd_sk) {/* sock connect pronto */
                fd_c = accept(fd_sk, NULL, 0);
                FD_SET(fd_c, &set);
                if (fd_c > fd_num) fd_num = fd_c; }
            else {/* sock I/O pronto */
                nread = read(fd, buf, N);
                if (nread == 0) {/* EOF client finito */
                    FD_CLR(fd, &set);
                    fd_num = aggiorna(&set);
                    close(fd); }
            }
        }
    }
}
```

Select : esempio (6)

```
else { /* nread !=0 */  
    printf("Server got: %s\n",buf) ;  
    write(fd,"Bye!",5);  
}
```

```
} } } } /* chiude while(1) */
```

```
} /* chiude run_server */
```

Select: esempio (7)

```
static void run_client(struct sockaddr * psa) {
    if (fork()==0) { /* figlio, client */
        int fd_skt; char buf[N];
        fd_skt=socket(AF_UNIX,SOCK_STREAM,0);
        while (connect(fd_skt,(struct sockaddr*)&sa,
            sizeof(sa)) == -1 ) {
            if ( errno == ENOENT ) sleep(1);
            else exit(EXIT_FAILURE); }
        write(fd_skt,"Hallo!",7);
        read(fd_skt,buf,N);
        printf("Client got: %s\n",buf) ;
        close(fd_skt);
        exit(EXIT_SUCCESS);
    } /* figlio terminato */
}
```

Select: esempio (8)

...

```
#include <sys/select.h>
#include <sys/un.h> /* ind AF_UNIX */
#define SOCKNAME "./mysock"
#define N 100
int main (void){
    int i; struct sockaddr_un sa; /* ind AF_UNIX */
    strcpy(sa.sun_path, SOCKNAME);
    sa.sun_family=AF_UNIX;
    for(i=0; i< 4; i++)
        run_client(&sa); /* attiv client*/
    run_server (&sa); /* attiv server */
    return 0;
}
```

Select: esempio (9)

```
bash:~$ gcc -Wall -pedantic clserv.c -o clserv
```

```
bash:~$ ./clserv
```

```
Server got: Hallo!
```

```
Server got: Hallo!
```

```
Client got: Bye!
```

```
Client got: Bye!
```

```
Server got: Hallo!
```

```
Server got: Hallo!
```

```
Client got: Bye!
```

```
Client got: Bye!
```

```
-- il server rimane attivo
```

Select: esempio (10)

- Ancora qualcosa:
 - un modo per terminare il server è utilizzando i segnali (es. SIGINT -- CTRL-C) è possibile personalizzare la gestione del segnale in modo da farlo terminare gentilmente
 - ne parleremo nella lezione sui segnali ...
 - Sono disponibili altre SC per il controllo dei descrittori pronti. Es. `pselect`, `poll`
 - non le vedremo

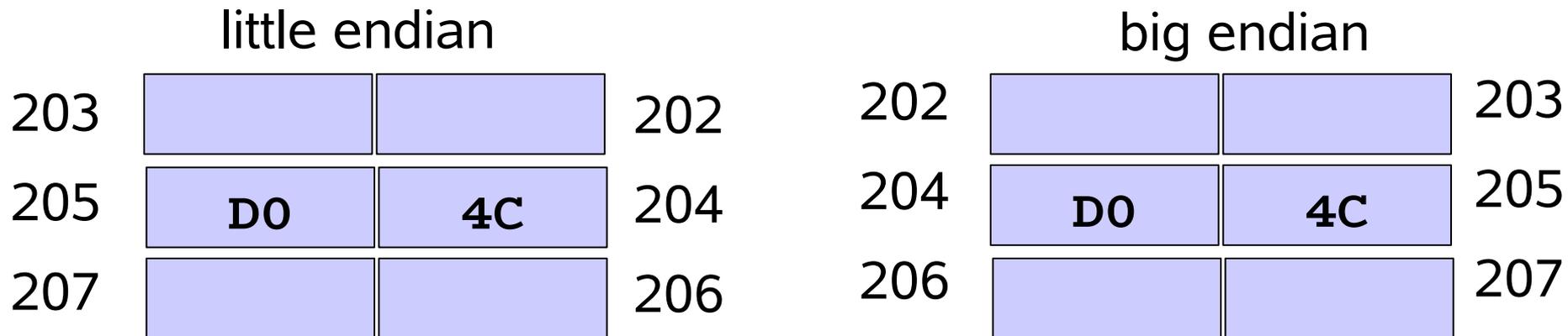
Socket AF_INET

- I socket con indirizzi AF_UNIX possono essere usati solo sulla stessa macchina
- Ci sono molte altre famiglie di indirizzi
- Accenneremo ad AF_INET
 - famiglia di indirizzi che permette di far comunicare i socket su Internet
 - vedremo come usarli, dettagli su come funziona Internet al corso di reti

Big and little endian

Se comunichiamo una sequenza di byte fra macchine diverse:

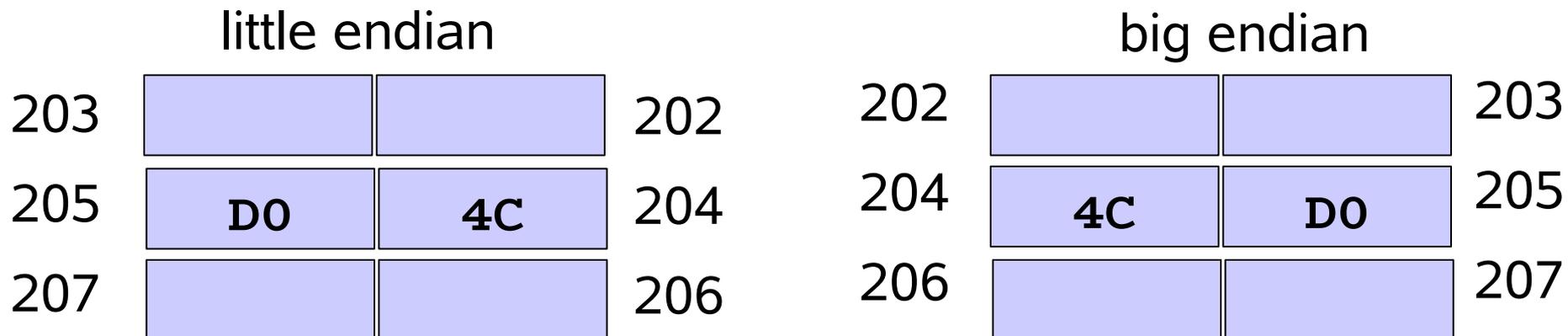
- la comunicazione preserva l'ordine dei byte (quindi non ci sono problemi con le stringhe)
- Ci sono però due modi di rappresentare i numeri binari; es **D04C** esadecimale (2 byte)



Big and little endian (2)

Quindi se comunico **D04C** esadecimale da little endian a big endian

- verrà inviato prima **4C** e poi **D0**
- la macchina ricevente interpreta il primo come byte più significativo e il secondo come byte meno significativo
- quindi il numero ricevuto sarà **4CD0**



Big and little endian (3)

E' necessario avere un ordine dei byte indipendente dalla macchina e usare sempre quello per gli scambi

- è il *network byte order*
- la macchina mittente converte dalla sua rappresentazione (*host byte order*) al network byte order
- il ricevente fa l'inverso
- è necessario farlo solo per dati binari 'grezzi' non per dati già in formato standard (es. JPEG)

Conversione: network byte order

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

```
uint16_t htons (uint16_t hostnum);
```

```
uint32_t htonl (uint32_t hostnuml);
```

```
/* ritornano il numero convertito in net byte  
number (no error return) */
```

```
uint16_t ntohs (uint16_t netnum);
```

```
uint32_t ntohl (uint32_t netnuml);
```

```
/* ritornano il numero convertito in host byte  
number (no error return) */
```

Conversione: esempio

Vogliamo:

- stampare i due byte che rappresentano D04C in ordine di indirizzo crescente
- in *host byte order*
- ed in *network byte order*

Conversione: esempio (2)

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

int main (void) {
    uint16_t n=0xD04C,nnet;
    unsigned char* p;
    p = (unsigned char *) &n;
    printf(“%x %x \n”,*p,* (p+1)); /* host ord*/
    nnet = htons(n);
    p = (unsigned char *) &nnet;
    printf(“%x %x \n ”,*p,* (p+1)); /* net ord*/
    return 0;
}
```

Conversione: esempio (3)

-- compilo su AMD athlon XP (/proc/cpuinfo)

```
bash:~$ gcc -Wall -pedantic endian.c -o endian
```

```
bash:~$ ./endian
```

```
4c d0
```

```
d0 4c
```

```
bash:~$
```

-- AMD, x86 sono little endian

-- network byte order è big endian (dai vecchi VAX)

Indirizzi AF_INET

- Sono indirizzi fomati da:
 - un identificativo della macchina (indirizzo IPv4)
 - numero a 32 bit assegnato ad un'interfaccia di rete sulla macchina
 - vengono scritti in *dotted notation* ovvero i 4 byte convertiti in decimale e separati da punti es. 216.109.125.70
 - ognuno ha anche un nome simbolico es. *www.yahoo.com*
 - un identificativo della porta all'interno della macchina
 - è un numero a 16 bit
 - identifica un servizio es. 80 (porta server HTTP), 21 (porta server ftp), etc...

Indirizzi AF_INET (2)

```
#include <netinet/in.h>

/* strutture che rappresentano un indirizzo */
struct sockaddr_in {
    sa_family_t sin_family; /* AF_INET, etc */
    /* numero di porta (uint16_t) */
    in_port_t sin_port;
    /* indirizzo IPv4 */
    struct in_addr sin_addr;
};

struct in_addr {
    in_addr_t s_addr; /* indirizzo (uint32_t) */
};
```

Indirizzi AF_INET: esempio

```
/* vogliamo rappresentare 216.119.125.70 porta  
80*/
```

```
struct sockaddr_in sa;
```

```
sa.sin_family = AF_INET;
```

```
/* numero di porta (uint16_t) deve essere in  
network byte order */
```

```
sa.sin_port = htons(80);
```

```
/* indirizzo IPv4 (uint32_t) deve essere in  
network byte order 216.119.125.70 */
```

```
sa.sin_addr.s_addr = htonl(216<<24) + \  
htonl(119<<16) + htonl(125<<8) + htonl(70);
```

Indirizzi AF_INET: esempio (3)

```
/* vogliamo rappresentare 216.119.125.70 porta  
80*/  
struct sockaddr_in sa;  
sa.sin_family = AF_INET;  
/* numero di porta (uint16_t) deve essere in  
network byte order */  
sa.sin_port = htons(80);  
/* indirizzo IPv4 (uint32_t) deve essere in  
network byte order 216.119.125.70 */  
sa.sin_addr.s_addr = \  
    inet_addr("216.109.125.70");
```

Indirizzi AF_INET: conversione

- funzioni di conversione IPv4:
 - `inet_addr` (da dotted notation a numero a 32 bit formato rete) `inet_ntoa` (inverso)
 - `inet_ntop`, `inet_pton` sono la loro generalizzazione e funzionano anche con IPv6

Esempio: get HTTP page

```
/* vogliamo ottenere la pagina HTTP che  
corrisponde a www.yahoo.com chiedendola  
direttamente al web server di 216.119.125.70  
porta 80*/
```

```
#define REQUEST "GET / HTTP/1.0\r\n\r\n"
```

```
int main (void) {  
    struct sockaddr_in sa;  
    int fd_skt, nread;  
    char buf[1024];  
    sa.sin_family = AF_INET;  
    sa.sin_port = htons(80);  
  
    sa.sin_addr.s_addr=inet_addr("216.109.125.70" 63
```

Esempio: get HTTP page (2)

...

```
fd_skt =socket (AF_INET,SOCK_STREAM,0) ;
connect (fd_skt, (struct sockaddr*)&sa, \
        sizeof(sa)) ;
write (fd_skt,REQUEST,strlen(REQUEST)) ;
nread = read (fd_skt,buf,sizeof(buf)) ;
write (1,buf,nread) ;
close (fd_skt) ;
return 0;
}
```

/ devono essere gestite tutte le situazioni di errore omesse qua per leggibilità */*

Esempio: get HTTP page (3)

```
bash:~$ gcc -Wall -pedantic getpage.c -o getp
bash:~$ ./getp
HTTP/1.1 301 Moved Permanently
Date: Mon 20 Mar 2006 15:52:34 GMT
Location:http://smallbusiness.yahoo.com/domains/
Connection: close
Content-Type: text/html

The document has moved .....
bash:~$
```

AF_INET: nomi mnemonici

- Di solito non si usano i numeri ma dei nomi mnemonici:
 - `www.di.unipi.it` `www.yahoo.com` etc
 - è possibile convertire i nomi mnemonici nel numero corrispondente in dotted notation usando un database distribuito (DNS) accessibile da C con `getaddrinfo`
 - attenzione `getaddrinfo` ritorna errori suoi trasformabili in stringa con `gai_strerror`
 - è possibile ottenere il nome mnemonico ‘pubblico’ della macchina su cui stiamo girando con `gethostname`