

## CORSO DI SISTEMI OPERATIVI A - ESERCITAZIONE 6

### 1 Socket

Una socket fornisce una interfaccia di comunicazione tra processi che possono essere locali oppure trovarsi su nodi distinti di una rete. In generale ogni socket è identificata da un indirizzo, che nel caso specifico di socket create nel dominio di comunicazione `AF_INET` è una coppia (indirizzo IP del nodo, numero di porta).

Le principali funzioni che consentono la creazione e la gestione delle socket sono le seguenti:

PRIMITIVE	Descrizione
<code>socket</code>	crea una socket di un dato dominio, tipo e protocollo
<code>bind</code>	assegna un nome alla socket
<code>listen</code>	specifica il massimo numero possibile di richieste di connessione pendenti
<code>accept</code>	una socket server accetta una richiesta di connessione da una socket client
<code>connect</code>	una socket client invia una richiesta di connessione ad una socket server

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
int socket(int domain, int type, int protocol)
```

L'argomento *domain* specifica il dominio di comunicazione e quindi la famiglia di protocolli (e di indirizzi) da utilizzare per la comunicazione mediante la socket (tipicamente `AF_INET`), *type* specifica il tipo della socket (ad esempio `SOCK_STREAM` per ottenere una comunicazione orientata alla connessione e affidabile). L'argomento *protocol* vale spesso zero, quando è disponibile un solo protocollo all'interno della famiglia di protocolli che mette a disposizione quel tipo di socket per il dominio prescelto. Il valore di ritorno della funzione è un intero che identifica la socket creata.

```
int bind(int sockfd, struct sockaddr* my_addr_p, int addrlen)
```

L'intero *sockfd* è il descrittore restituito dalla funzione `socket`. L'argomento *my\_addr\_p* punta ad una struttura che contiene il nome da assegnare alla socket. L'argomento *addrlen* specifica la dimensione di tale struttura.

```
int listen(int sockfd, int backlog)
```

L'argomento *backlog* specifica il massimo numero di connessioni che possono essere pendenti, ovvero ancora da accettare, nella coda di una socket.

```
int accept(int sockfd, struct sockaddr* addr_p, int* len_p)
```

L'argomento *sockfd* specifica il descrittore della socket del processo server, se il valore di *addr\_p* non è NULL, a quell'indirizzo verrà memorizzata una struttura che contiene il nome/indirizzo della socket client che effettua la connessione.

```
int connect(int sockfd,struct sockaddr* addr_p,int len)
```

L'argomento *sockfd* specifica il descrittore della socket del processo client, *addr\_p* punta ad una struttura che contiene il nome/indirizzo della socket server alla quale il processo client intende connettersi.

## 2 Esercizi

Tutti i file con il codice sorgente degli esercizi proposti (es\*.c) si trovano nel direttorio:

```
/temi_esame/00Unix/soa/eserc6/
```

### Esercizio 1:

Esempio di scambio di messaggi tra client e server mediante socket. Il client invia un messaggio al server. Il server, dopo aver ricevuto il messaggio comunica al client l'avvenuta ricezione. Utilizzo (invocare i due programmi in due shell separati):

```
./server1 <numero porta>  
./client1 localhost <numero porta>
```

Utilizzare come <numero porta> 10000+ le ultime quattro cifre del proprio numero di matricola.

### **Server1.c**

```
#include <stdio.h>  
#include <stdlib.h>  
#include <sys/types.h>  
#include <sys/socket.h>  
#include <netinet/in.h>  
  
void error(char *msg)  
{  
    perror(msg);  
    exit(1);  
}  
  
int main(int argc, char *argv[])  
{  
    int sockfd, newsockfd, portno, clilen;  
    char buffer[256]="";  
    struct sockaddr_in serv_addr, cli_addr;
```

```

int n;
char *messaggio_ricevuto="MESSAGGIO RICEVUTO, FINE COMUNICAZIONE";

if (argc < 2) {
    fprintf(stderr,"ERRORE, nessuna porta specificata\n");
    exit(1);
}
sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
if (sockfd < 0)
    error("ERRORE DI APERTURA DELLA SOCKET");

portno = atoi(argv[1]);
serv_addr.sin_family = AF_INET;
serv_addr.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
serv_addr.sin_port = htons(portno);
if (bind(sockfd, (struct sockaddr *) &serv_addr,
        sizeof(serv_addr)) < 0)
    error("ERRORE DI BINDING");
listen(sockfd,5);
clilen = sizeof(cli_addr);
newsockfd = accept(sockfd,
        (struct sockaddr *) &cli_addr,
        &clilen);
if (newsockfd < 0)
    error("ERRORE DI ACCEPT");

n = read(newsockfd,buffer,255);
if (n < 0) error("ERRORE in lettura dalla socket");
printf("(SERVER) Ecco il messaggio ricevuto dal client: %s\n",buffer);

// +1 per inviare anche il carattere '\0' di fine stringa
n = write(newsockfd,messaggio_ricevuto,strlen(messaggio_ricevuto)+1);
if (n < 0) error("ERRORE in scrittura sulla socket");

close(sockfd);
close(newsockfd);

return 0;
}

```

### Client1.c

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/types.h>

```

```

#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <netdb.h>
#include <string.h>

void error(char *msg)
{
    perror(msg);
    exit(0);
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    int sockfd, portno, n;
    struct sockaddr_in serv_addr;
    struct hostent *server;

    char send_buffer[256];
    char rec_buffer[256]="";

    if (argc < 3) {
        fprintf(stderr,"uso %s nomehost porta\n", argv[0]);
        exit(0);
    }
    portno = atoi(argv[2]);
    sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    if (sockfd < 0)
        error("ERRORE in apertura");
    server = gethostbyname(argv[1]);
    if (server == NULL) {
        fprintf(stderr,"ERRORE, l'host non esiste\n");
        exit(0);
    }

    serv_addr.sin_family = AF_INET;
    memcpy((char *)&serv_addr.sin_addr, (char *)server->h_addr, server->h_length);

    serv_addr.sin_port = htons(portno);
    if (connect(sockfd, (struct sockaddr *)&serv_addr, sizeof(serv_addr)) < 0)
        error("ERRORE di connessione");
    printf("(CLIENT) Scrivere un messaggio: ");

    fgets(send_buffer, 255, stdin);
    n = write(sockfd, send_buffer, strlen(send_buffer));
    if (n < 0)
        error("ERRORE in scrittura sulla socket");

    n = read(sockfd, rec_buffer, 255);

```

```

    if (n < 0)
        error("ERRORE in lettura sulla socket");
    printf("(CLIENT) Ecco il messaggio ricevuto dal server: %s\n",rec_buffer);

    close(sockfd);

    return 0;
}

```

### Esercizio 2:

Il client invia un file al server. Il server salva il file ricevuto in un file locale.

Utilizzo (invocare i due programmi in due shell separati):

```
./server1 <numero porta> <nome nuovo file>
```

```
./client1 <nome file da trasferire> localhost <numero porta>
```

Utilizzare come <numero porta> 10000+ le ultime quattro cifre del proprio numero di matricola.

### **Server2.c**

```

#include <stdio.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <string.h>
#include <fcntl.h>

#define MAXBUF      8192

int main(int argc, char * argv[])
{
    int server_socket,connect_socket,portno;
    unsigned int client_addr_len;
    int retcode,fd;
    struct sockaddr_in client_addr, server_addr;
    char line[MAXBUF];

    if(argc < 3)
    {
        printf("Usage:\n%s port nomefilelocale\n",argv[0]);
        return(00);
    }
    printf("Server: fase di inizializzazione\n");
    server_socket = socket(AF_INET,SOCK_STREAM,0);
    if(server_socket == -1)
    {
        perror("aprendo il socket del server: ");
        return(-1);
    }
}

```

```

}

portno = atoi(argv[1]);
server_addr.sin_family = AF_INET;
server_addr.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
server_addr.sin_port = htons(portno);

retcode = bind(server_socket,
               (struct sockaddr *)&server_addr,
               sizeof(server_addr));
if(retcode == -1)
{
    perror("bind error");
    return(-1);
}
listen(server_socket,1);
printf("Server: attendo connessione\n");
client_addr_len = sizeof(client_addr);
connect_socket = accept(server_socket,
                       (struct sockaddr *) &client_addr,
                       &client_addr_len);
printf("Server: accettata nuova connessione\nApro file locale %s",argv[2]);
fd = open(argv[2],O_WRONLY|O_TRUNC|O_CREAT,0644);
if(fd == -1)
{
    perror("aprodo il file locale");
    return(-2);
}
do {
    retcode = read(connect_socket,line,MAXBUF);
    if(retcode != -1)
        write(fd,line,retcode);
} while(retcode > 0);
close(fd);
printf("\nFine del messaggio, chiusura della connessione\n");
close(connect_socket);

printf("Chiusura dei lavori ... \n");
close(server_socket);
return(0);
}

```

## Client2.c

```

#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <netdb.h>

```

```

#include <fcntl.h>

#define MAXBUF      8192

int main(int argc, char * argv[])
{
    int client_socket,fd,portno;
    int retcode,letti;
    struct sockaddr_in  server_addr;
    char message[MAXBUF];
    char *nomehost,*filename;

    if(argc < 4)
    {
        printf("Usage:\n%s nomefile nomehost portno\n",argv[0]);
        return(0);
    }
    filename = argv[1];
    nomehost = argv[2];
    printf("Client (%d): fase di inizializzazione\n",getpid());
    client_socket = socket(AF_INET,SOCK_STREAM,0);
    if(client_socket == -1)
    {
        perror("aprendo il socket del cliente");
        return(-1);
    }

    portno = atoi(argv[3]);
    server_addr.sin_family = AF_INET;
    server_addr.sin_port   = htons(portno);
    memcpy(&server_addr.sin_addr,(gethostbyname(nomehost)->h_addr),
sizeof(server_addr.sin_addr));
    retcode = connect(client_socket,
(struct sockaddr *)&server_addr,
sizeof(server_addr));
    if(retcode == -1)
    {
        perror("connettendo il socket");
        return(-1);
    }
    fd = open(filename,O_RDONLY);
    if(fd == -1)
    {
        perror("aprendo il file");
        return(-3);
    }
    do {
        letti = read(fd,message,MAXBUF);

```

```

        if(letti > 0) { /* solo se la lettura ha avuto buon fine */
            retcode = write(client_socket,message,letti);
            if(retcode == -1)
            {
perror("scrivendo il messaggio");
return(-3);
            }
        }
    } while (letti > 0);
    printf("Client: ho inviato dati dal file %s\n",filename);
    close(fd);
    close(client_socket);
    return(0);
}

```

### Esercizio 3:

Si progetti in ambiente Unix/C la seguente interazione tra il processo server Ps e i suoi client Pi:

1. il processo Ps viene eseguito sul server localhost alla porta specificata come argomento di invocazione del programma;
2. i processi clienti Pi (anch'essi vengono eseguiti su localhost) inviano richieste di servizio arbitrarie al server Ps attraverso socket di tipo STREAM;
3. Ps attiva un processo figlio per ogni nuova richiesta di servizio accettata (server concorrente) ;

Utilizzo ./server1 <numero porta>  
./client1 localhost <numero porta>

Utilizzare come <numero porta> 10000+ le quattro cifre meno significative del proprio numero di matricola.

### **Server3.c**

```

#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

typedef struct _RICHIESTA_MSG
{
    int req;
} RICHIESTA_MSG;

typedef struct _RISPOSTA_MSG

```



```

{
    int answ;
} RISPOSTA_MSG;

main(int argc, char* argv[])
{
    int sock,length,portno;
    struct sockaddr_in server,client;
    int pid,s,msgsock,rval,rval2,i;
    struct hostent *hp,*gethostbyname();
    RICHIESTA_MSG request;
    RISPOSTA_MSG answer;

    if (argc !=2) {
        printf("Usage: %s <port_number>\n", argv[0]);
        exit(-1);
    }

    /* Crea la socket STREAM */
    sock= socket(AF_INET,SOCK_STREAM,0);
    if(sock<0)
    {
        perror("opening stream socket");
        exit(1);
    }

    portno = atoi(argv[1]);

    server.sin_family = AF_INET;

    /* Utilizzo della wildcard INADDR_ANY per accettare connessioni
       ricevute da qualunque interfaccia di rete del sistema */
    server.sin_addr.s_addr= INADDR_ANY;
    server.sin_port = htons(portno);
    if (bind(sock,(struct sockaddr *)&server,sizeof(server))<0)
    {
        perror("binding stream socket");
        exit(1);
    }

    length= sizeof(server);
    if(getsockname(sock,(struct sockaddr *)&server,&length)<0)
    {
        perror("getting socket name");
        exit(1);
    }
}

```

```

printf("Socket port %#d\n",ntohs(server.sin_port));

/* Pronto ad accettare connessioni */

listen(sock,2);

do {
    /* Attesa di una connessione */

    msgsock= accept(sock,(struct sockaddr *)&client,(socklen_t *)&length);

    if(msgsock ==-1)
        perror("accept");
    else
    {
        printf("Connection from %s, port %d\n",
            inet_ntoa(client.sin_addr), ntohs(client.sin_port));

        if((pid = fork())== 0)
        {
            close(sock);
            read(msgsock,&request,sizeof(request));

            /* Esecuzione del servizio */
            answer.answ = request.req + (rand()%100);
            write(msgsock,&answer,sizeof(answer));
            close(msgsock);
            exit(0);
        }
        else
        {
            if(pid == -1) /* Errore nella fork */
            {
                perror("Error on fork: ");
                exit(-1);
            }
            else
            {
                /* OK, il padre torna in accept */
                close(msgsock);
            }
        }
    }
}
while(1);
exit(0);
}

```

### Client3.c

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <netdb.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

typedef struct _RICHIESTA_MSG
{
    int req;
} RICHIESTA_MSG;

typedef struct _RISPOSTA_MSG
{
    int answ;
} RISPOSTA_MSG;

main(int argc, char* argv[])
{
    int i, s, sock, rval, rval2, portno;
    struct sockaddr_in server;
    struct hostent *hp, *gethostbyname();
    int tsum;
    float avg;
    time_t nsec;
    unsigned short nmil;
    RICHIESTA_MSG request;
    RISPOSTA_MSG answer;

    if(argc != 3)
    {
        fprintf(stderr, "Uso: %s hostname portno\n\n", argv[0]);
        exit(-1);
    }

    srand(getpid());

    /* Crea una socket di tipo STREAM per il dominio TCP/IP */
    sock= socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);

    if(sock<0)
    {
        perror("opening stream socket");
        exit(1);
    }
}
```

```

}

/* Ottiene l'indirizzo del server */
server.sin_family = AF_INET;
hp= gethostbyname(argv[1]);

if(hp==0)
{
    fprintf(stderr,"%s: unknown host",argv[1]);
    exit(2);
}

memcpy((char *)&server.sin_addr, (char *)hp->h_addr, hp->h_length);

/* La porta e' sulla linea di comando */
portno = atoi(argv[2]);
server.sin_port= htons(portno);

/* Tenta di realizzare la connessione */
printf("Connecting...\n");
if(connect(sock,(struct sockaddr *)&server,sizeof(server)) <0)
{
    perror("connecting stream socket");
    exit(1);
}

printf("Connected.\n");

request.req = rand() %100;
write(sock,&request,sizeof(request));

read(sock,&answer,sizeof(answer));

printf("Sent %d - server answer is : %d\n",request.req,answer.answ);

close(sock);

exit(0);
}

```

#### Esercizio 4:

Si realizzi un server TCP sulla porta <numero porta> che ritorni ai clienti la data e l'ora in ASCII.

Utilizzo:

./server4 <numero porta>

Da un altro shell invocare il comando *telnet localhost <numero porta>*.

Utilizzare come <numero porta> 10000+ le quattro cifre meno significative del proprio numero di matricola.

## Server4.c

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <netdb.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <time.h>

main(int argc, char *argv[])
{
    char buf[26];
    time_t ticks;
    int sock,length,msgsock,rval,portno;
    struct sockaddr_in server;
    struct hostent *hp;

    if (argc !=2) {
        printf("Usage: %s <port_number>\n", argv[0]);
        exit(-1);
    }

    printf("\n*-----*\n");
    printf("*                *\n");
    printf("*          SERVER data e ora correnti          *\n");
    printf("*                *\n");
    printf("*  ^c per terminare!                *\n");
    printf("*                *\n");
    printf("*-----*\n");

    sock= socket(AF_INET,SOCK_STREAM,0);    /* Crea la socket STREAM */
    if(sock<0)
    {
        perror("opening stream socket");
        exit(1);
    }

    portno = atoi(argv[1]);

    server.sin_family = AF_INET;

    /* Utilizzo della wildcard INADDR_ANY per accettare connessioni
       da ogni interfaccia di rete del sistema */
    server.sin_addr.s_addr= INADDR_ANY;
```

```

server.sin_port = htons(portno);
if (bind(sock,(struct sockaddr *)&server,sizeof(server))<0)
{
    perror("binding stream socket");
    exit(1);
}

length= sizeof(server);
if(getsockname(sock,(struct sockaddr *)&server,&length)<0)
{
    perror("getting socket name");
    exit(1);
}

printf("Socket port #%d\n\n",ntohs(server.sin_port));

listen(sock,2); /* Pronto ad accettare connessioni */

do {
    /* Attesa di una connessione */
    msgsock= accept(sock,(struct sockaddr *)0,(int *)0);

    if(msgsock ==-1)
        perror("accept");
    else
    {
        ticks = time(NULL);          /*ottiene data e ora corrente*/
        strcpy(buf,ctime(&ticks)); /*la converte in stringa e la memorizza in buf[26]*/

        /* Invio dell'informazione */
        if((rval = write(msgsock,buf,sizeof(buf)))<0)
            perror("writing on stream socket");
        printf("%d byte scritti\n",rval);
    }
    close (msgsock);
}
while(1);

exit(0);
}

```

Esercizio proposto:

Si realizzi un client che si collega al server dell'esercizio precedente e legge data e ora corrente.

### 3 Socket Datagram

Esercizio 5:

Esempio di ping pong su socket DATAGRAM. Utilizzo ./servdgram <numero porta>  
./clientdgram localhost <numero porta>

Il client misura il ritardo temporale che intercorre tra la trasmissione e la ricezione dei datagrammi. Nel caso in cui la porta specificata risulti in uso modificare il codice (suggerimento: creare il numero della porta in modo casuale)

### **servdgram.c**

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <netdb.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/timeb.h>
#include <string.h>

#define BYTES_NR 64
#define MSG_NR 512

char buf[BYTES_NR];

main(argc,argv)
    int argc;char *argv[];
{
    int sock,length;
    struct sockaddr_in server,client;
    int rval,i;
    struct hostent *hp,*gethostbyname();

    if(argc !=2)
    {
        fprintf(stderr,"Usage: %s port\n",argv[0]);
        exit(-1);
    }

    /* Create socket */
    sock= socket(AF_INET,SOCK_DGRAM,0);
    if(sock<0)
    {
        perror("opening stream socket");
        exit(1);
    }
```

```

/* Name socket using wildcards */
server.sin_family = AF_INET;
server.sin_addr.s_addr= INADDR_ANY;
server.sin_port = htons(atoi(argv[1]));
if (bind(sock,(struct sockaddr *)&server,sizeof(server))<0)
{
perror("binding stream socket");
exit(1);
}

/* Find out assigned port and print out */
length= sizeof(server);
if(getsockname(sock,(struct sockaddr *)&server,&length)<0)
{
perror("getting socket name");
exit(1);
}

printf("Socket port %#d\n",ntohs(server.sin_port));

while(1)
{
do
{
bzero(buf,sizeof(buf));
if((rval = recvfrom(sock,buf,sizeof(buf), 0,
(struct sockaddr *)&client, (socklen_t *)&length ))<0)
perror("reading stream message");
i=0;
if(rval==0)
printf("Ending connection\n");
else
{
printf("Message received: sending back\n");
strcat(buf,"*");
if(sendto(sock,buf,sizeof(buf),0,(struct sockaddr *)&client,sizeof(client))<0)
perror("writing on stream socket");
}
} while(rval !=0);

}
exit(0);
}

```

#### clientdgram.c

```

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

```



```

#include <netinet/in.h>
#include <netdb.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <sys/time.h>
#include <unistd.h>

#define BYTES_NR 64
#define MSG_NR 512

char buf[BYTES_NR];
char buf2[BYTES_NR];

char msg[MSG_NR][BYTES_NR];
char ans[MSG_NR][BYTES_NR];

struct timeval xstime[MSG_NR];
struct timeval xftime[MSG_NR];

main(argc,argv)
int argc;char *argv[];
{
int i,sock,rval,length;
unsigned long delay;
struct sockaddr_in server,client;
struct hostent *hp,*gethostbyname();

if(argc !=3)
{
fprintf(stderr,"Usage: %s servername serverport\n",argv[0]);
exit(-1);
}

for(i=0;i<MSG_NR;i++)
{
sprintf(&msg[i][0],"%d",i);
}

```

```

/* Create socket */
sock= socket(AF_INET,SOCK_DGRAM,0);
if(sock<0)
{
perror("opening stream socket");
exit(1);
}

client.sin_family= AF_INET;
client.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
client.sin_port = htons(0);

if (bind(sock,(struct sockaddr *)&client,sizeof(client)) <0)
{
perror("sending datagram message");
exit(1);
}

length= sizeof(client);

if(getsockname(sock,(struct sockaddr *)&server,&length)<0)
{
perror("getting socket name");
exit(1);
}
printf("Socket port #%d\n",ntohs(client.sin_port));

hp = gethostbyname(argv[1]);
if (hp == 0)
{
fprintf(stderr,"%s :unknow host",argv[1]);
exit(2);
}

bcopy( (char *)hp ->h_addr, (char *)&server.sin_addr,hp ->h_length);
server.sin_family = AF_INET;
server.sin_port = htons(atoi(argv[2]));

for(i=0;i<MSG_NR;i++)
{
strcpy(buf,msg[i]);

gettimeofday(&xstime[i],NULL);
if(sendto(sock,buf,sizeof(buf),0,(struct sockaddr *)&server,sizeof(server))<0)
perror("sendto problem");
}

```

```
if((rval = read(sock,buf2,sizeof(buf2)))<0)
perror("reading stream message");

strcpy(answ[i],buf2);

gettimeofday(&xftime[i],NULL);
}
close(sock);

for(i=0;i<MSG_NR;i++)
{
delay= (xftime[i].tv_sec-xstime[i].tv_sec)*1000000.+(xftime[i].tv_usec-xstime[i].tv_us
printf("msg %d [%s]: %0.3f ms\n",i,answ[i],delay/1000.);
}

exit(0);

}
```