Számítógépes hálózatok I.

2.gyakorlat

Rétegmodellek

Socket programozás bevezető

Laki Sándor

lakis@inf.elte.hu

http://lakis.web.elte.hu

Miért is jók a rétegek?

- Ha alkalmazást készítünk, nem akarunk
  - IP csomagok küldésével bajlódni
  - Ethernet keretekkel foglalkozni
  - Implementálni megbízható TCP protokollt
- Az adatunkat rábízzuk az alsóbb rétegre
  - SOCKET: egy API a szállítási réteghez!

Oké, oké, de ennyi elég?

- Odaadom az adatok a szállítási rétegnek. És?

Oké, oké, de ennyi elég?

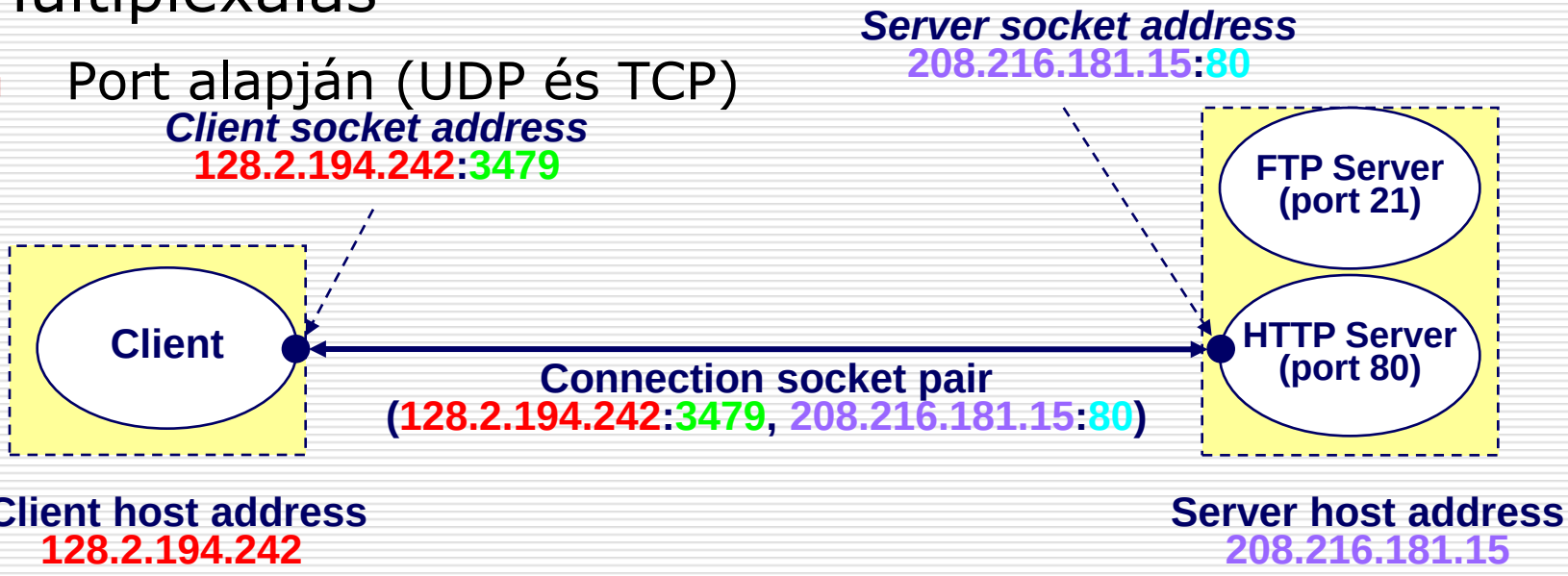
- Odaadom az adatok a szállítási rétegnek. És?

- Honnan tudja kinek kell kézbesíteni?
  - Az alsóbb rétegnek szüksége van bizonyos információkra
    - címzés: Hová küldjem?
    - Multiplexálás: Ha megérkezett az adat, akkor melyik processnek továbbítsam???

TCP socket programozása

Cél azonosítása

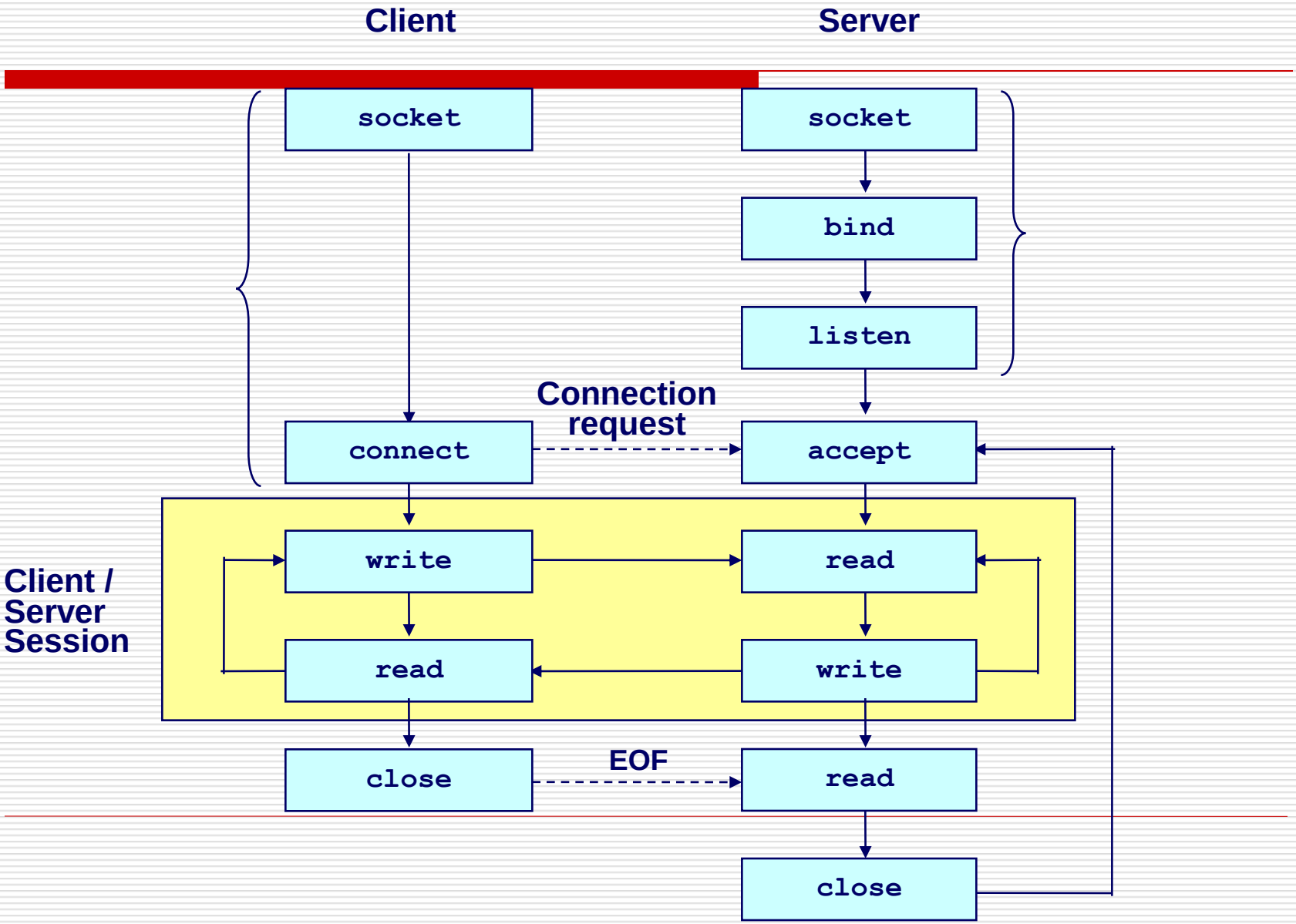
- Címzés
  - IP cím
  - Hostname (IP cím feloldása a DNS segítségével)
- Multiplexálás
  - Port alapján (UDP és TCP)



Socketek

- Socketek használata
  - Socket felkonfigurálása
    - Mi a cél gép? (IP cím, hostname)
    - Mely alkalmazásnak szól az üzenet? (port)
  - Adatküldés
    - Hasonlóan a UNIX fájl írás-olvasáshoz
    - send -- write
    - recv -- read
  - Socket lezárása

Áttekintés


Client
Server
socket
socket
bind
listen
Connection request
connect
accept
Client / Server Session
write
read
read
write
close
EOF
read
close

1 – Socket leíró beállítása

- **Mind a kliens, mind a szerver oldalon**
  - *int socket(int domain, int type, int protocol);*
- *domain*
  - AF_INET -- IPv4 (AF_INET6 -- IPv6)
- *type*
  - SOCK_STREAM -- TCP
  - SOCK_DGRAM -- UDP
- *protocol*
  - 0
- TCP példa:
  - *int sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);*

2 - Bindolás

- **Csak a SZERVERnél kell elvégezni!!!**
  - *int bind(int sock, const struct sockaddr *my_addr, socklen_t addrlen);*
- *sock*
  - A fájl leíró, amit a socket() parancs visszaadott
- *my_addr*
  - struct sockaddr_in használatos IPv4 esetén, amit castolunk (struct sockaddr*)-ra
- addrlen : A my_addr mérete (sizeof valami)

```
struct sockaddr_in {
    short            sin_family;   // e.g. AF_INET
    unsigned short   sin_port;     // e.g. htons(3490)
    struct in_addr   sin_addr;     // see struct in_addr, below
    char             sin_zero[8];  // zero this if you want to
};
struct in_addr {
    unsigned long s_addr;  // load with inet_aton()
};
```

Miért kell ez?

- A bind() a protokoll független (struct sockaddr*)-ot használja!!!

```
struct sockaddr {
    unsigned short sa_family;   // address family
    char           sa_data[14]; // protocol
address
};
```

  - C polimorfizmus
  - Vannak más struktúrák is pl. IPv6-hoz, stb…

Példa kód | eddig egy szerver:

```
struct sockaddr_in saddr;
int sock;
unsigned short port = 80;

if ( (sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) < 0) {
    // Ha hiba történt
    perror("Error creating socket");
    ...
}

memset(&saddr, '\0', sizeof(saddr));        // kinullázza a struktúrát
saddr.sin_family = AF_INET;                 // ua. mint a socket()-nél
saddr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY); // helyi cím, amin figyel
saddr.sin_port = htons(port);               // a port, amin figyel

if ( bind(sock, (struct sockaddr *) &saddr, sizeof(saddr)) < 0) {
    // Ha hiba
    perror("Error binding\n");
    ...
}
```

Mi az a htonl() és htons()?

- Bájt sorrend (byte order)
  - A hálózati bájt sorrend big-endian
  - Host esetén bármi lehet: big- vagy little-endian
    - x86 - little-endian
    - SPARC - big-endian
- Konverzió a sorrendek között:
  - *htons(), htonl()*: host -> hálózati short/long
  - *ntohs(), ntohl()*: hálózati -> host short/long
- Mi az, amit konvertálni KELL?
  - címek
  - portok

Példa

00000000 00000000 00000100 00000001

Address	Big-Endian representation of 1025	Little-Endian representation of 1025
00	00000000	00000001
01	00000000	00000100
02	00000100	00000000
03	00000001	00000000

3 (Szerver) - Listen

- **Eztán a szerver mindent tud ahhoz, hogy figyelje a socketet**
  - *int listen(int sock, int backlog);*
- *sock*
  - Socket leíró, amit a socket() adott vissza
- *backlog*
  - ennyi kapcsolódási igény várakozhat a sorban

- Példa:
  - *listen(sock, 5);*

4 (Szerver) - Accept

- **A szerver elfogadhatja a kezdeményezett kapcsolatokat**
  - *int accept(int sock, struct sockaddr *addr, socklen_t *addrlen)*
- *sock*
  - Mint korábban
- *addr*
  - pointer egy kliens címzési struktúrára (struct sockaddr_in *). Ezt castoljuk (struct sockaddr *)-ra.
  - Ebbe kerülnek a kapcsolódó kliens adatai(cím, port…)
- *addrlen*
  - Pointer az addr struktúra méretét tartalmazó objektumra. Az értékének meg kell egyezni a sizeof(*addr)-vel!!!
- Pl:
  - *int isock=accept(sock, (struct sockaddr_in *) &caddr, &clen);*

Rakjuk össze a szervert

```
int sock, clen, isock;
unsigned short port = 80;
if ( (sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) < 0) {
   ...
}

memset(&saddr, '\0', sizeof(saddr));
saddr.sin_family = AF_INET;
saddr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
saddr.sin_port = htons(port);

if ( bind(sock, (struct sockaddr *) &saddr, sizeof(saddr)) < 0) {
   ...
}

if (listen(sockfd, 5) < 0) {// operációs rendszer utasítása a socket figyelésére…
   ...
}

clen = sizeof(caddr);
// egy bejövő kapcsolat elfogadása:
if ( (isock = accept(sock, (struct sockaddr *) &caddr, &clen)) < 0) {
     perror("Error accepting\n");
     ...
}
```

Mi a helyzet a klienssel?

- A kliensnél nincsen bind(), listen() és accept()
- **Ehelyett konnektálnia kell!**
  - *int connect(int sock, const struct sockaddr *saddr, socklen_t addrlen);*
- Pl.
  - *connect(sock, (struct sockaddr *) &saddr, sizeof(saddr));*

Domain Name System (DNS)

- Küldjünk adatot a www.valami.org-ra?
  - Megoldás a DNS: Hostname és IP összerendelések adatbázisa (Azért ennél több!!!)

```
struct hostent {
    char  *h_name;       // hivatalos hostname
    char  **h_aliases;   // alternatív nevek vektora
    int   h_addrtype;    // címzési típus, pl. AF_INET
    int   h_length;      // cím hossza bájtokban, pl. IPv4 esetén 4 bájt
    char  **h_addr_list; // Címek vektora
    char  *h_addr;       // első(dleges) cím, lényegében a h_addr_list[0]
};
```

- hostname -> IP cím
  - *struct hostent *gethostbyname(const char *name);*
- IP cím -> hostname
  - *struct hostent *gethostbyaddr(const char *addr, int len, int type);*

Egy kliens példa

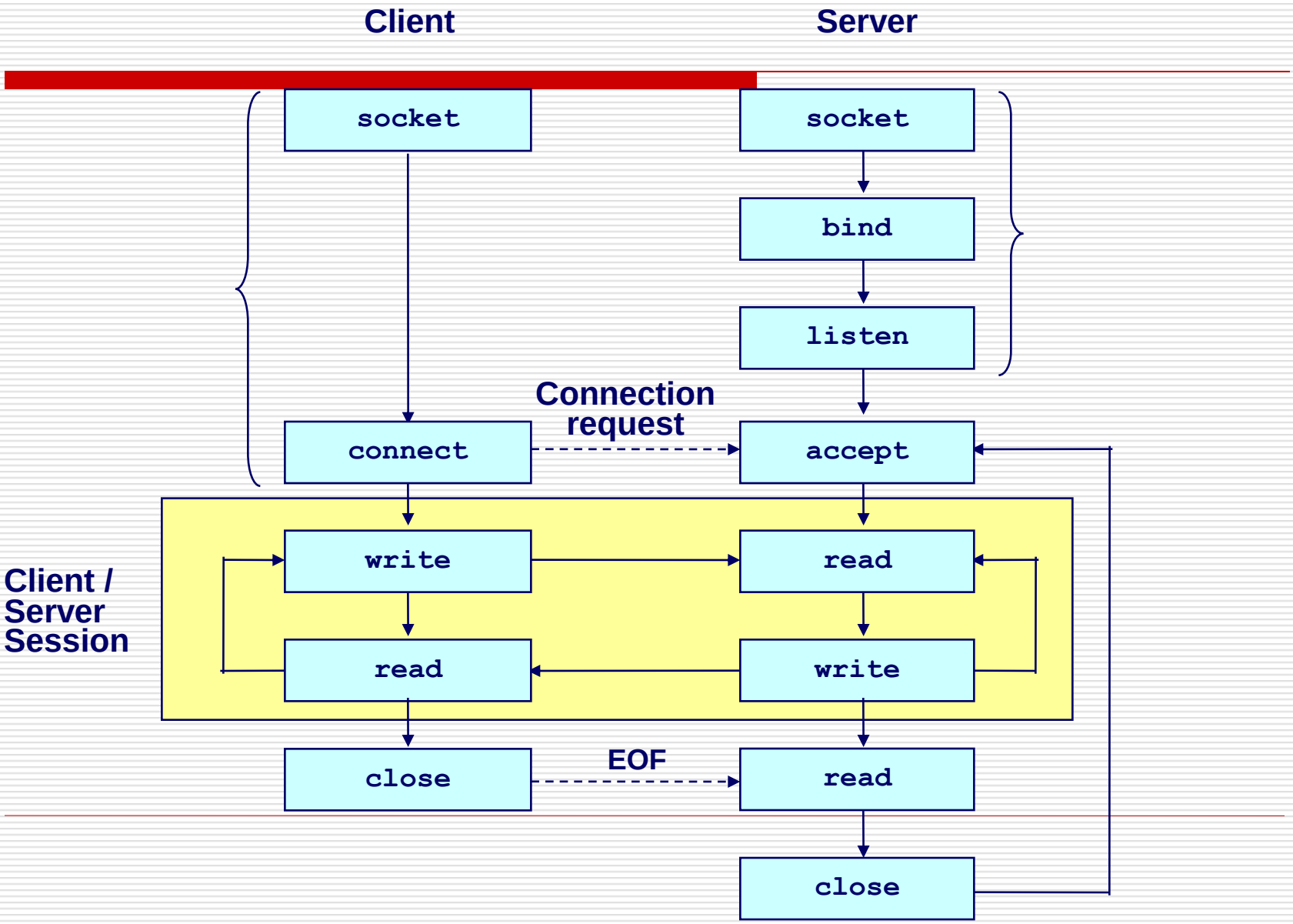
```
struct sockaddr_in saddr;
struct hostent *h;
int sock, connfd;
unsigned short port = 80;
if ( (sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) < 0) {
      ...
}

if ( (h = gethostbyname("www.valami.org")) == NULL) { // Lookup the hostname
    perror("Unknown host\n");
}

memset(&saddr, '\0', sizeof(saddr));        // zero structure out
saddr.sin_family = AF_INET;                 // match the socket() call
memcpy((char *) &saddr.sin_addr.s_addr, h->h_addr_list[0], h->h_length); // copy the address
saddr.sin_port = htons(port);                       // specify port to connect to

if ( (connfd = connect(sock, (struct sockaddr *) &saddr, sizeof(saddr)) < 0) { // connect!
    perror("Cannot connect\n");
}
```

Ezzel csatlakoztunk

- A szerver elfogadta a kapcsolatot, és a kliens konektált.
- Adat küldése és fogadása
  - *ssize_t read(int fd, void *buf, size_t len);*
  - *ssize_t write(int fd, const void *buf, size_t len);*
- Példa:
  - *read(connsockfd, buffer, sizeof(buffer));*
  - *write(connsockfd, "hey\n", strlen("hey\n"));*

TCP Szegmentálás

- A TCP nem garantálja, hogy az adatokat olyan darabokban továbbítja, ahogy mi azt elküldjük!
  - Meg kell nézni, hogy mit kaptunk a read() végén
    - Az egyik fél elküldi a “Hello\n” sztringet
    - A másik 2 üzenetet kap “He”, “llo\n”
    - Ergo 1 write, 2 read művelet ebben a példában
  - Abban az esetben ha nem egyben kapjuk meg az üzenetet használjunk buffert a read()-hez


Client
Server
socket
socket
bind
listen
Connection request
connect
accept
Client / Server Session
write
read
read
write
close
EOF
read
close

Socket lezárása

- Sose felejts el lezárni a socketet!!! Olyan fontos, mint a fájloknál!!!
  - *int close(int sock);*

- Eztán a szerver új kapcsolatot fogadhat el

Socket I/O: select()

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

FD_CLR(int fd, fd_set *fds);   /* clear the bit for fd in fds */
FD_ISSET(int fd, fd_set *fds); /* is the bit for fd in fds? */
FD_SET(int fd, fd_set *fds);   /* turn on the bit for fd in fds */
FD_ZERO(fd_set *fds);          /* clear all bits in fds */
```

- **maxfds**: tesztelendő leírók (descriptors) száma
  - (0, 1, ... maxfds-1) leírókat kell tesztelni
- **readfds**: leírók halmaza, melyet figyelünk, hogy érkezik-e adat
  - visszaadja a leírók halmazát, melyek készek az olvasásra (ahol adat van jelen)
  - Ha az input érték **NULL**, ez a feltétel nem érdekel
- **writefds**: leírók halmaza, melyet figyelünk, hogy írható-e
  - visszaadja a leírók halmazát amelyek készek az írásra
- **exceptfds**: leírók halmaza, melyet figyelünk, hogy exception érkezik-e
  - visszaadja a leírók halmazát amelyeken kivétel érkezik

Socket I/O: select()

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

struct timeval {
      long tv_sec;        /* seconds /
      long tv_usec;             /* microseconds */
}
```

- **timeout**
  - ha **NULL**, várakozzunk addig amíg valamelyik leíró I/O-ra kész
  - különben várakozzunk a **timeout**-ban megadott ideig
    - Ha egyáltalán nem akarunk várni, hozzunk létre egy timeout structure-t, melyben a timer értéke 0

- Több információhoz: man page

Socket I/O: select()

```
int fd, n=0;                            /* original socket */
int newfd[10];                          /* new socket descriptors */
while(1) {
        fd_set readfds;
        FD_ZERO(&readfds); FD_SET(fd, &readfds);

        /* Now use FD_SET to initialize other newfd's
           that have already been returned by accept() */

        select(maxfd+1, &readfds, 0, 0, 0);
        if(FD_ISSET(fd, &readfds)) {
                newfd[n++] = accept(fd, ...);
        }
        /* do the following for each descriptor newfd[i], i=0,…,n-1*/
        if(FD_ISSET(newfd[i], &readfds)) {
                read(newfd[i], buf, sizeof(buf));
                /* process data */
        }
}
```

- Ezután a web-szerver képes többb kapcsolatot kezelni...