Sistemas Distribuidos

Sockets

Sockets

Aparecieron en 1981 en UNIX BSD 4.2

- Intento de incluir TCP/IP en UNIX.
- Diseño independiente del protocolo de comunicación.

Un socket es punto final de comunicación (dir. IP y puerto).

Abstracción que:

- Ofrece interfaz de acceso a servicios de red en nivel de transporte
- Representa extremo de comunicación bidireccional.

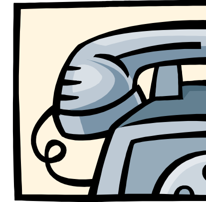
Actualmente:

- Disponibles en casi todos UNIX y prácticamente todos los SSOO
  - WinSock: API de sockets de Windows.
- En Java como clase nativa.

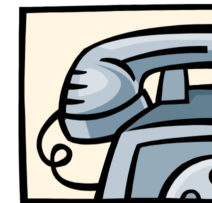
Fernando Pérez Costoya — José Mª Peña Sánchez
Mª de los Santos Pérez Hernández

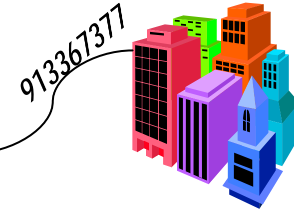
Conceptos básicos sobre *sockets*

- Dominios de comunicación.
- Tipos de *sockets*.
- Creación de un *socket*.
- Direcciones de *sockets*.
- Asignación de direcciones.
- Solicitud de conexión.
- Preparar para aceptar conexiones.
- Aceptar una conexión.
- Transferencia de datos.

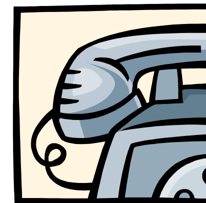


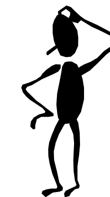
1.- Creación del socket





2.- Asignación de dirección





3.- Aceptación de conexión

Dominios de comunicación

- Un dominio representa una familia de protocolos.
- Un *socket* está asociado a un dominio desde su creación.
- Sólo se pueden comunicar *sockets* del mismo dominio.
- Los servicios de *sockets* son independientes del dominio.

Algunos ejemplos:

- **PF_UNIX** (o **PF_LOCAL**): comunicación dentro de una máquina.
- **PF_INET**: comunicación usando protocolos TCP/IP.

Tipos de sockets

- Stream (**`SOCK_STREAM`**):
  - Orientado a conexión.
  - Fiable, se asegura el orden de entrega de mensajes.
  - No mantiene separación entre mensajes (*stream*).
  - Si **`PF_INET`** se corresponde con el protocolo TCP.
- Datagrama (**`SOCK_DGRAM`**):
  - Sin conexión.
  - No fiable, no se asegura el orden en la entrega.
  - Mantiene la separación entre mensajes.
  - Si **`PF_INET`** se corresponde con el protocolo UDP.
- Raw (**`SOCK_RAW`**):
  - Permite el acceso a los protocolos internos como IP.

Fernando Pérez Costoya — José Mª Peña Sánchez
Mª de los Santos Pérez Hernández

Creación de un socket

La función **socket** crea uno nuevo:

```
int socket(int dom,int tipo,int proto)
```

- Devuelve un descriptor de fichero (igual que un **open** de fichero).
- Dominio (**dom**): **PF_***XXX*
- Tipo de socket (**tipo**): **SOCK_***XXX*
- Protocolo (**proto**): Dependiente del dominio y del tipo:
  - 0 elige el más adecuado.
  - Especificados en **/etc/protocols**.

El socket creado no tiene dirección asignada.

Direcciones de sockets

- Cada *socket* debe tener asignada una dirección única.
- Dependientes del dominio.
- Las direcciones se usan al:
  - Asignar una dirección local a un socket (**`bind`**).
  - Especificar una dirección remota (**`connect`** o **`sendto`**).
- Se utiliza la estructura genérica de dirección:
  - **`struct sockaddr`** ***`mi_dir;`***
- Cada dominio usa una estructura específica.
  - Uso de *cast* en las llamadas.
  - Direcciones en **`PF_INET`** (**`struct sockaddr_in`**).
  - Direcciones en **`PF_UNIX`** (**`struct sockaddr_un`**).

Fernando Pérez Costoya — José Mª Peña Sánchez
Mª de los Santos Pérez Hernández

Direcciones de sockets en PF_INET

Una dirección destino viene determinada por:

- Dirección del *host*: 32 bits.
- Puerto de servicio: 16 bits (Reservados: 0..1023)
  - Espacio de puertos TCP y UDP independientes

Estructura **`struct sockaddr_in`**:

- Debe iniciarse a 0 (**`bzero`**).
- **`sin_family`**: dominio (AF_INET).
- **`sin_port`**: puerto.
- **`sin_addr`**: dirección del *host*.

Una transmisión está caracterizada por cinco parámetros únicos:

- Dirección *host* y puerto origen.
- Dirección *host* y puerto destino.
- Protocolo de transporte (UDP o TCP).

Obtención de la dirección del host

Usuarios manejan direcciones en forma de texto:

- decimal-punto: 138.100.8.100
- dominio-punto: laurel.datsi.fi.upm.es

- Conversión a binario desde decimal-punto:

```
int inet_aton(char *str,struct in_addr *dir)
```

  - **`str`**: contiene la cadena a convertir.
  - **`dir`**: resultado de la conversión en formato de red.

- Conversión a binario desde dominio-punto:

```
struct hostent *gethostbyname(char *str)
```

  - **`str`**: cadena a convertir.
  - Devuelve la estructura que describe al *host*.

Asignación de direcciones

La asignación de una dirección a un *socket* ya creado:

```
int bind(int s,struct sockaddr* dir,int tam)
```

- Socket (**`s`**): Ya debe estar creado.
- Dirección a asignar (**`dir`**): Estructura dependiendo del dominio.
- Tamaño de la dirección (**`tam`**): **`sizeof()`**.

Direcciones en dominio **`PF_INET`**

- Si se le indica puerto 0, el sistema elige uno (puerto efímero).
- Host: una dirección IP de la máquina local.
  - **`INADDR_ANY`**: elige cualquiera de la máquina.

Si no se asigna dirección (típico en clientes)

- automáticamente en primer uso (**`connect`** o **`sendto`**).

Fernando Pérez Costoya — José Mª Peña Sánchez
Mª de los Santos Pérez Hernández

Solicitud de conexión

Realizada en el cliente por medio de la función:

```
int connect(int s,struct sockaddr* d,int tam)
```

- Socket creado (**s**).
- Dirección del servidor (**d**).
- Tamaño de la dirección (**tam**).

Un socket *stream* sólo permite un único *connect* durante su vida

- Para conectarse con el mismo u otro hay que crear un nuevo socket

Normalmente se usa con *streams* pero también con datagramas

- Más adelante se analiza uso con datagrama

Preparar para aceptar conexiones

- Realizada en servidor *stream* después de **`socket`** y **`bind`**

  `int listen(int sd, int backlog)`

  – Socket (**`sd`**): Descriptor de uso del socket.

  – Tamaño del buffer (**`backlog`**):

    - Nº máximo de peticiones pendientes de aceptar que se encolarán

- Hace que el socket quede preparado para aceptar conexiones
- Con un socket se pueden aceptar nº ilimitado de conexiones

Fernando Pérez Costoya — José Mª Peña Sánchez
Mª de los Santos Pérez Hernández

Aceptar una conexión

Realizada en el servidor *stream* después de **`listen`**:

```
int accept(int s,struct sockaddr *d,int *tam)
```

- Socket (**`sd`**): Descriptor de uso del socket.
- Dirección del cliente (**`d`**): Dirección del socket del cliente devuelta.
- Tamaño de la dirección (**`tam`**): Parámetro valor-resultado
  - Antes de la llamada: tamaño de dir
  - Después de la llamada: tamaño de dirección del cliente devuelta

Fernando Pérez Costoya — José Mª Peña Sánchez
Mª de los Santos Pérez Hernández

Aceptar una conexión

- Cuando se produce la conexión, el servidor obtiene:
  - La dirección del socket del cliente.
  - Un nuevo descriptor (socket) conectado al socket del cliente.
- Después de conexión quedan activos 2 sockets en el servidor:
  - El original para aceptar nuevas conexiones
  - El nuevo para enviar/recibir datos por la conexión establecida.
- Facilita construcción de servidores concurrentes
  - En servidores *multithread*, cuidado con condición de carrera en:

```
while (true) {
        n=accept(s, ...);
        pthread_create(..., &n);}
```

  - Solución: pasar **n** por valor o usar memoria dinámica
    - flujo principal realiza *malloc* y *thread* el *free*

Fernando Pérez Costoya — José Mª Peña Sánchez
Mª de los Santos Pérez Hernández

Múltiples clientes con *streams*

- Con servidor iterativo no concurrente
  - Si 1 conexión por petición
    - Se intercalan peticiones de los clientes (1 por iteración)
  - Si varias peticiones de cliente usan misma conexión
    - No se trata a otro cliente hasta que no termine el actual o bien…
    - *select*: espera simultánea de más peticiones de conexión o datos
- Con servidor concurrente
  - Si 1 conexión por petición
    - Cada thr./proc. sirve una petición y termina su labor
  - Si varias peticiones de cliente usan misma conexión
    - Cada thr./proc. sirve peticiones hasta que cliente cierra el socket
  - En ambos casos también puede usarse conjunto de thr/proc o híbrido

Otras funcionalidades

Obtener la dirección a partir de un descriptor:
- Dirección local: **`getsockname()`**.
- Dirección del socket en el otro extremo: **`getpeername()`**.

Transformación de valores:
- De formato *host* a red:
  - Enteros largos: htonl().
  - Enteros cortos: htons().
- De formato de red a *host*:
  - Enteros largos: ntohl().
  - Enteros cortos: ntohs().

Cerrar la conexión:
- Para cerrar ambos tipos de sockets: **`close()`**.
  - Si el socket es de tipo stream cierra la conexión en ambos sentidos.
- Para cerrar un único extremo: **`shutdown()`**.

Fernando Pérez Costoya — José Mª Peña Sánchez
Mª de los Santos Pérez Hernández

Transferencia de datos con *streams*

- Modo de operación asíncrono
- Envío:

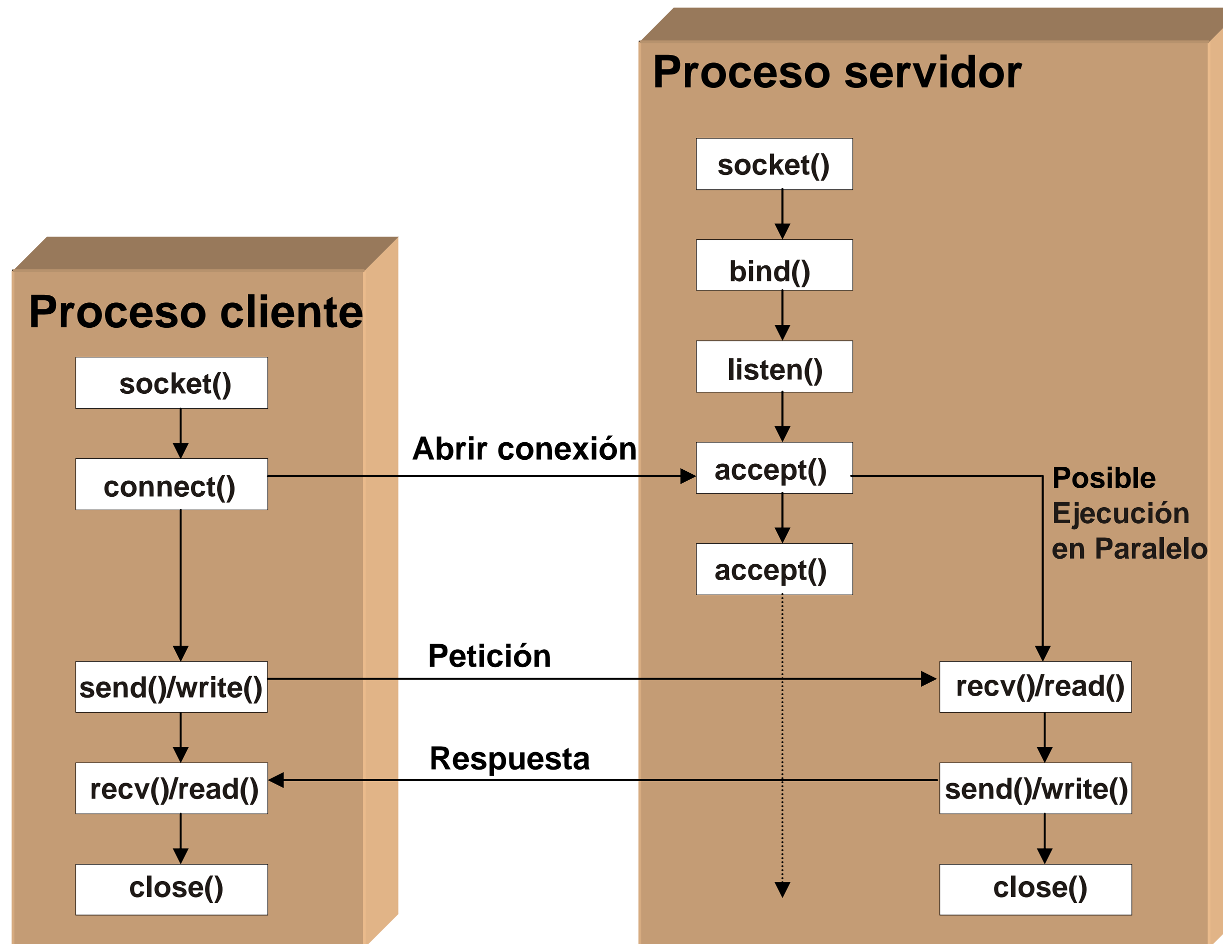
```
int send(int s,char *mem,int tam,int flags)
```

    - Devuelve el nº de bytes enviados.
  - Puede usarse **`write`** (o **`writev`**) sobre el descriptor de socket.
- Recepción:

```
int recv(int s,char *mem,int tam,int flags)
```

    - Devuelve el nº de bytes recibidos (0 si cliente ha cerrado socket)
  - Puede usarse **`read`** (o **`readv`**) sobre el descriptor de socket.
  - Lectura puede devolver menos bytes de los pedidos
    - Si se requiere leer *N* bytes hay que usar un bucle
- No requiere correspondencia entre nº de **`send`** y de **`recv`**
- Los *flags* implican aspectos avanzados
  - como enviar o recibir datos urgentes (*out-of-band*).

Escenario de uso de sockets *streams*



Fernando Pérez Costoya — José Mª Peña Sánchez
Mª de los Santos Pérez Hernández

Transferencia de datos con datagramas

Envío:

```
int sendto(int s,char *mem,int tam,
  int flags,struct sockaddr *dir, int *tam)
```

Recepción:

```
int recvfrom(int s,char *mem,int tam,
  int flags,struct sockaddr *dir, int *tam)
```

- **`recv`** (**`read`**) si no necesita conocer dir. de envío (cliente)
- No se establece una conexión (**`connect`**/**`accept`**) previa.
- Para usar socket basta con crear socket y reservar dirección
  - En el cliente no sería necesario **`bind`**

Fernando Pérez Costoya — José Mª Peña Sánchez
Mª de los Santos Pérez Hernández

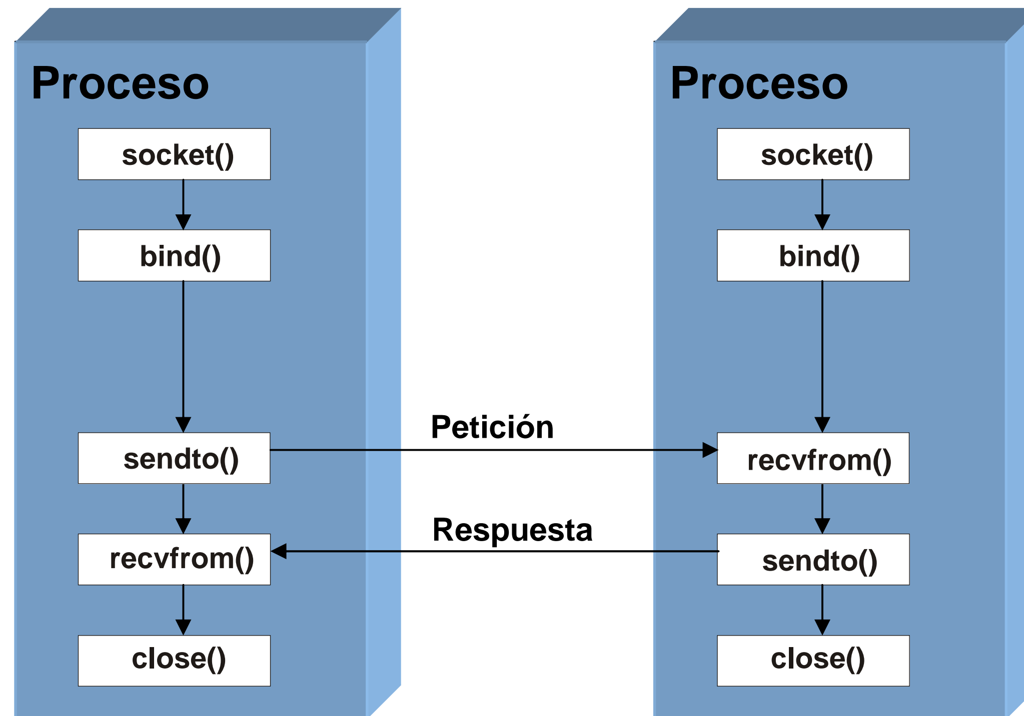
Más sobre datagramas

- Mismo socket puede usarse para enviar a diferentes sockets
- Por un socket puede llegar información de distintos clientes
  - En *stream* por socket conectado llega información de un solo cliente
- Se mantiene separación entre mensajes:
  - Una lectura consume un mensaje
  - Si el tamaño leído es menor que mensaje, el resto se pierde
  - Correspondencia entre nº de *sendto* y de *recv/recvfrom*
- Se permite *connect* en socket datagrama:
  - No realiza conexión física: sólo especifica destino para *send/write*
  - No afecta al servidor pero…
  - permite que cliente pueda ser idéntico usando *stream* o datagrama

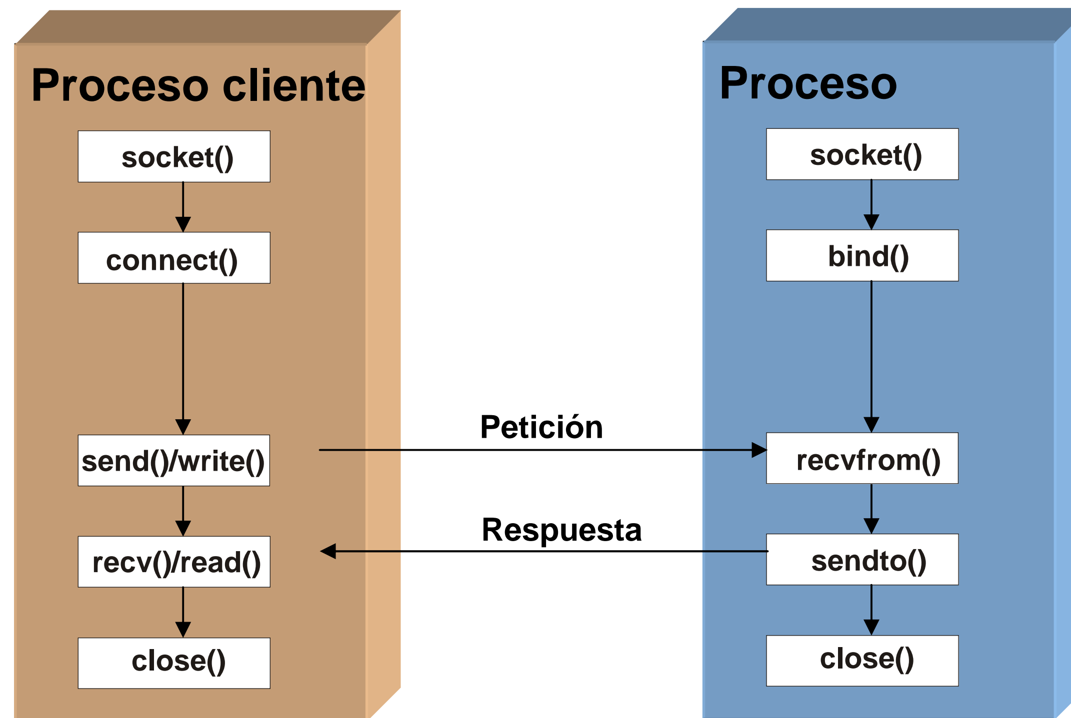
Múltiples clientes con datagramas

- Con servidor iterativo no concurrente
  - Las peticiones de clientes ya llegan intercaladas
- Con servidor concurrente
  - Después de recibir mensaje, se crea thr/proc que lo trata y responde
  - Puede usarse modelo dinámico, de bolsa de thr/proc o híbrido

Escenario de uso de sockets datagrama



Uso de datagramas con conexión



Fernando Pérez Costoya — José Mª Peña Sánchez
Mª de los Santos Pérez Hernández

Datagramas vs *streams*

- Uso mayoritario de *streams*
- Datagramas si no tolera sobrecarga y admiten pérdida de info.
  - p.ej. transmisión de voz
- En cliente/servidor más conveniente *stream* excepto si:
  - Los mensajes de petición y respuesta son pequeños
    - No se puede tolerar la sobrecarga de la conexión
    - Además, si son grandes hay que fragmentar y compactar
  - Las operaciones son idempotentes
    - Evita sobrecarga de gestionar caché de respuestas en servidor
  - Se quiere dar servicio a un nº muy elevado de clientes
    - Datagramas no requieren tanta información en S.O. como *streams*

Configuración de opciones

- Consultar opciones asociadas a un socket: **getsockopt()**
- Modificar opciones asociadas a un socket: **setsockopt()**
- Varios niveles dependiendo de protocolo afectado:
  - **SOL_SOCKET**: opciones independientes del protocolo.
  - **IPPROTO_TCP**: nivel de protocolo TCP.
  - **IPPTOTO_IP**: nivel de protocolo IP.
- Ejemplos
  - Nivel **SOL_SOCKET**. Para reutilizar direcciones:**SO_REUSEADDR**
  - Nivel **IPPTOTO_IP**. Para usar multicast IP:
    IP_MULTICAST_TTL, **IP_MULTICAST_IF**, **IP_MULTICAST_LOOP**, **IP_ADD_MEMBERSHIP**, **IP_DROP_MEMBERSHIP**

Multidifusión IP

- Implementación de comunicación de grupo sobre IP
- Emisor envía datagrama a dirección IP de multidifusión
  - Empieza por 1110. De 239.0.0.0 a 239.255.255.255 para temporales.
- Emisor puede formar parte del grupo o no
- Procesos se incorporan y abandonan el grupo
- Control del ámbito de propagación mediante *time-to-live*:
  - el host (0), la subred (1), el *site* (32), ...
- No atomicidad.
- No garantiza ningún orden de entrega