Taller de IPC

Sistemas Operativos
1er Cuatrimestre de 2015

Menú del Día

- Conceptos básicos de `IPC`.
- Comunicación vía `pipes`.
- Comunicación vía `sockets`.
- ¡Taller!

Comunicación entre Procesos

Un proceso en un sistema operativo se dice que es:

Independiente si no se relaciona con otros procesos.

Cooperativo si comparte datos con otros procesos.

Podemos estar interesados en compartir datos si queremos:

- que varios procesos puedan acceder a un mismo archivo o recurso.
- aprovechar varias CPUs para paralelizar cálculos.
- modularizar un proceso y separar sus funcionalidades.

IPC vía Memoria Compartida

Una opción para dos procesos que se comunican es compartir una región de memoria.

- Un proceso crea una región de memoria compartida en su heap asignándole ciertos permisos.
- Otros procesos se asocian a dicha región.
- Todos pueden usar dicha región según los permisos establecidos.

Shared Memory APIs

```
int   shm_open(const char *name, int oflag, mode_t mode);
int   shm_unlink(const char *name);

int   shmget(key_t key, size_t size, int shmflg);
void *shmat(int shmid, const void *shmaddr, int shmflg);
int   shmdt(const void *shmaddr);
```

IPC vía Pasaje de Mensajes

Otra opción para que dos procesos se comuniquen es el pasaje de mensajes entre ellos.

- Un proceso **P** envía un mensaje a otro proceso **Q** (**send**).
- El proceso **Q** recibe dicho mensaje (**receive**).

Bloqueante:

- Un proceso se bloquea al enviar un mensaje, se desbloquea cuando ese mensaje es recibido.
- Un proceso se bloquea al intentar recibir un mensaje, se mantiene bloqueado mientras el buzón esté vacío.

IPC vía Pasaje de Mensajes: Bloqueante vs No Bloqueante

Bloqueante:

- Un proceso se bloquea al enviar un mensaje, se desbloquea cuando ese mensaje es recibido.
- Un proceso se bloquea al intentar recibir un mensaje, se mantiene bloqueado mientras el buzón esté vacío.

No Bloqueante:

- Un proceso envía el mensaje y sigue ejecutando, sin importar si este es recibido o no.
- Un proceso intenta recibir un mensaje y lo obtiene, si es que hay alguno esperando en el buzón, o obtiene un mensaje nulo en caso contrario.

Memoria Compartida vs. Pasaje de Mensajes

- Pasar mensajes es útil para pequeños datos, pero es lento porque requiere una llamada al sistema para cada mensaje.
- Memoria compartida es más veloz ya que requiere llamadas al sistema sólo para la inicialización.

Memoria Compartida vs. Pasaje de Mensajes

- Pasar mensajes es útil para pequeños datos, pero es lento porque requiere una llamada al sistema para cada mensaje.
- Memoria compartida es más veloz ya que requiere llamadas al sistema sólo para la inicialización.

- El paso de mensajes se puede utilizar para comunicar procesos que residen en distintas computadoras.
- La memoria compartida requiere que los procesos estén en la misma computadora.

Comunicación vía pipes

Recordemos, **pipes**, escritos como "|".

Por ejemplo, qué sucede si escribimos en **bash**:

```
echo "la vaca es un poco flaca" | wc -c
```

Comunicación vía pipes

Recordemos, **pipes**, escritos como "|".

Por ejemplo, qué sucede si escribimos en **bash**:

```
echo "la vaca es un poco flaca" | wc -c
```

1. Se llama a `echo`, un programa que escribe su parámetro por **stdout**.
2. Se llama a `wc -c`, un programa que cuenta cuántos caracteres entran por **stdin**.
3. Se conecta el **stdout** de `echo` con el **stdin** de `wc -c`.

¿Cuál es el resultado?

Comunicación vía pipes

Recordemos, **pipes**, escritos como "|".

Por ejemplo, qué sucede si escribimos en **bash**:

```
echo "la vaca es un poco flaca" | wc -c
```

1. Se llama a `echo`, un programa que escribe su parámetro por **stdout**.
2. Se llama a `wc -c`, un programa que cuenta cuántos caracteres entran por **stdin**.
3. Se conecta el **stdout** de `echo` con el **stdin** de `wc -c`.

¿Cuál es el resultado? **25**.

Demo `pipe`

Comunicación vía pipes

Para crear un `pipe` usamos:

```
int pipe(int pipefd[2]);
```

Luego de ejecutar `pipe`, tenemos:

- En `pipefd[0]` un **file descriptor** que apunta al extremo del `pipe` en el cual se **lee**.
- En `pipefd[1]` otro **file descriptor** que apunta al extremo del `pipe` en el cual se **escribe**.

Se retorna `0` si el llamado fue exitoso, `-1` en caso contrario.

Comunicación vía pipes

Para leer de un **file descriptor** usamos:

```
ssize_t read(int fd, void *buf, size_t count);
```

- `fd` **file descriptor**.
- `buf` puntero al **buffer** donde almacenar lo leído.
- `count` cantidad máxima de bytes a leer.

Se retorna la cantidad de bytes leídos, `-1` en caso de error.

Comunicación vía pipes

Para leer de un **file descriptor** usamos:

```
ssize_t read(int fd, void *buf, size_t count);
```

- `fd` **file descriptor**.
- `buf` puntero al **buffer** donde almacenar lo leído.
- `count` cantidad máxima de bytes a leer.

Se retorna la cantidad de bytes leídos, `-1` en caso de error.

`read` es bloqueante, aunque pueden configurarse ciertos **flags** para que no lo sea.

Comunicación vía sockets

Los **pipes** requieren que los procesos que se comunican tengan un ancestro en común que configure ambos extremos de la conexión.

¿Qué pasa si los procesos no se conocen entre sí?

Comunicación vía sockets

Los **pipes** requieren que los procesos que se comunican tengan un ancestro en común que configure ambos extremos de la conexión.

¿Qué pasa si los procesos no se conocen entre sí?

Sockets

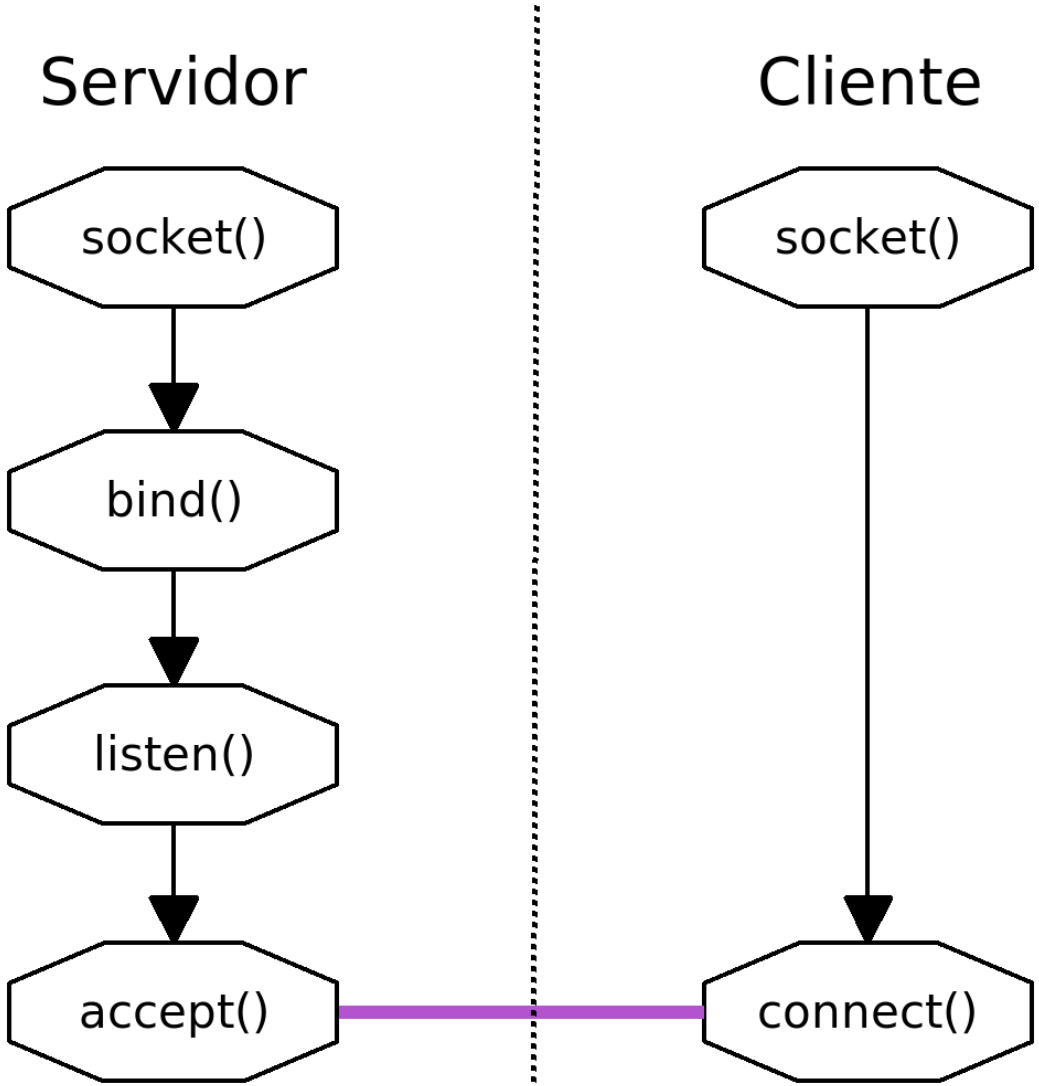
- Un **socket** es el extremo de una conexión y tiene asociado un nombre.
- Dos procesos que se quieren comunicar entre si se ponen de acuerdo en dicho nombre.

Comunicación vía sockets

- Los **sockets** pueden trabajar en distintos dominios.
- En el dominio UNIX las direcciones son un nombre de archivo.
- Dos procesos que se ponen de acuerdo en tal nombre de archivo se pueden comunicar.

Demo socket

Estableciendo la Comunicación con sockets



Estableciendo sockets: Servidor

1. `int socket(int domain, int type, int protocol);`
   Crear un nuevo **socket**.

2. `int bind(int fd, sockaddr* a, socklen_t len);`
   Conectar un **socket** a una cierta dirección.

3. `int listen(int fd, int backlog);`
   Esperar conexiones entrantes en un **socket**.

4. `int accept(int fd, sockaddr* a, socklen_t* len);`
   Aceptar la próxima conexión en espera en un **socket**.

Estableciendo sockets: Cliente

1. `int socket(int domain, int type, int protocol);`
   Crear un nuevo **socket**.

2. `int connect(int fd, sockaddr* a, socklen_t* len);`
   Conectarse a un **socket** remoto que debe estar escuchando.

Comunicación vía sockets: Mensajes

Una vez que un cliente solicita conexión y esta es aceptada por el servidor puede comenzar el intercambio de mensajes con:

```
ssize_t send(int s, void *buf, size_t len, int flags);
```

```
ssize_t recv(int s, void *buf, size_t len, int flags);
```

Comunicación vía `sockets`: ¿Bloqueante?

`accept()`, `send()`, `recv()` se bloquean hasta que la otra parte cumple con su parte.

Comunicación vía `sockets`: ¿Bloqueante?

`accept()`, `send()`, `recv()` se bloquean hasta que la otra parte cumple con su parte.

¿Cómo hacemos si tenemos un servidor que se comunica con dos clientes a la vez?

Demo

Ahora el servidor muestra por pantalla lo que **dos** clientes le indican.

Comunicación vía sockets: ¿Bloqueante?

Si usamos llamadas bloqueantes podemos esperar indefinidamente por el primer cliente mientras el segundo tiene mucho que enviarnos y nunca se lo pedimos.

Comunicación vía `sockets`: ¿Bloqueante?

Si usamos llamadas bloqueantes podemos esperar indefinidamente por el primer cliente mientras el segundo tiene mucho que enviarnos y nunca se lo pedimos.

Soluciones:

1. Llamadas no bloqueantes y espera activa.
2. Usar la llamada al sistema `select()`.
3. Utilizar un proceso (o thread) para atender cada cliente. *(No la veremos en esta clase.)*

Solución 1: Llamadas No Bloqueantes

Demo: espera activa y llamadas no bloqueantes.

Solución 1: Llamadas No Bloqueantes

Demo: espera activa y llamadas no bloqueantes.

- Se usa la llamada `fcntl()` para indicar que los sockets del servidor sean no bloqueantes.
- Al intentar recibir mensajes, si se devuelve `-1` tenemos que ver si es por un error verdadero o porque no había nada en espera de ser recibido. Usamos la variable `errno` para discernir esto.

Solución 1: Llamadas No Bloqueantes

Demo: espera activa y llamadas no bloqueantes.

- Se usa la llamada `fcntl()` para indicar que los sockets del servidor sean no bloqueantes.
- Al intentar recibir mensajes, si se devuelve `-1` tenemos que ver si es por un error verdadero o porque no había nada en espera de ser recibido. Usamos la variable `errno` para discernir esto.

Este enfoque tiene un problema, al realizar una "espera activa", ocupamos el procesador innecesariamente.

¡Necesitamos algo mejor!

The Ultimate Client-Server Implementation (sin `Threads`)

Demo: llamadas bloqueantes y `select()`

Demo: llamadas bloqueantes y `select()`

- La llamada al sistema `select()` toma como parámetro un conjunto de **file descriptors** sobre los cuales se quiere esperar y un **timeout**.
- Se puede separar los **fds** según si se espera por lectura, escritura, etc.
- Vencido el plazo retorna el control y avisa que no hubo eventos.
- Si hay algún evento, nos retorna el **fd** correspondiente.

The Ultimate Client-Server Implementation (sin `Threads`)

Demo: llamadas bloqueantes y `select()`

- La llamada al sistema `select()` toma como parámetro un conjunto de **file descriptors** sobre los cuales se quiere esperar y un **timeout**.
- Se puede separar los **fds** según si se espera por lectura, escritura, etc.
- Vencido el plazo retorna el control y avisa que no hubo eventos.
- Si hay algún evento, nos retorna el **fd** correspondiente.

De esta forma evitamos la espera activa y logramos el mismo efecto que las llamadas no bloqueantes sin hace morfar el CPU.

Pero...

```
Under Linux, select() may report a socket file descriptor as "ready for
reading", while nevertheless a subsequent read blocks. This could for
example happen when data has arrived but upon examination has wrong
checksum and is discarded. There may be other circumstances in which a
file descriptor is spuriously reported as ready. Thus it may be safer to
use O_NONBLOCK on sockets that should not block.
```

Sockets de Internet

¿Qué pasa si queremos comunicar dos procesos en computadoras distintas? Quizás incluso se trata de computadoras de sistemas operativos totalmente diferentes.

[1] Más sobre protocolos de red y sockets en Teoría de las Comunicaciones

Sockets de Internet

¿Qué pasa si queremos comunicar dos procesos en computadoras distintas? Quizás incluso se trata de computadoras de sistemas operativos totalmente diferentes.

Socket de Internet

- En vez de usar nombres de archivo para establecer la comunicación, se usa la dirección IP y un número de puerto.
- Determinados servicios usan puertos estándar: 80 para HTTP, 22 para SSH, etc.

[1] Más sobre protocolos de red y sockets en Teoría de las Comunicaciones

Sockets de Internet

¿Qué pasa si queremos comunicar dos procesos en computadoras distintas? Quizás incluso se trata de computadoras de sistemas operativos totalmente diferentes.

Socket de Internet

- En vez de usar nombres de archivo para establecer la comunicación, se usa la dirección IP y un número de puerto.
- Determinados servicios usan puertos estándar: 80 para HTTP, 22 para SSH, etc.

Tipos de comunicación[1]:

TCP: Garantiza la llegada de los datos, el orden relativo y la integridad de los mismos, etc.

UDP: Se envían paquetes independientes uno de otro. No hay garantías de ningún tipo respecto de su arribo, ni la corrección de los datos que llevan.

[1] Más sobre protocolos de red y sockets en Teoría de las Comunicaciones

¡Manos a la Obra!

Vamos a hacer un cliente de MINI-TELNET[2].

Parte 1:

Servidor: Está dado por nosotros.

- Recibe mensajes **UDP**. Puerto 5555. Longitud máxima 1024.
- Ejecuta el comando recibido.
- El output de dicho comando **no se envía de vuelta al cliente**.

Cliente: Deben programarlo ustedes.

- Debe recibir como parámetro la IP del servidor.
- Envía mensajes hasta que alguno es "chau" y termina.

[2] Esto es un invento de la cátedra. No existe en el "mundo real" tal cosa como el protocolo MINI-TELNET

¡Manos a la Obra!

Parte 2:

Servidor:

- Recibe mensajes **TCP**. Puerto 5555. Longitud máxima 1024.
- Ejecuta el comando recibido.
- El output de dicho comando **se envía de vuelta al cliente**. Tanto `stdout` como `stderr`.

Cliente:

- Debe recibir como parámetro la IP del servidor.
- Debe mostrar el output de cada comando ejecutado en el servidor.
- Envía mensajes hasta que alguno es "chau" y termina.

Tanto cliente como servidor deben programarlos ustedes.

Ayuda: Breve apunte con pistas para la implementación.

¿Preguntas?