

Trabajo Práctico 2: pthreads

“SOScrabel”

Sistemas Operativos - Segundo Cuatrimestre de 2011

Entrega: Domingo 6 de noviembre a las 23:59

1. Introducción

Bienvenidos a una nueva transmisión de esta entretenida y sana materia que hemos dado en llamar *Sistemas Operativos*. El motivo que nos reúne en esta ocasión es el de cooperar con nuestra compañía hermana, la PYME del entretenimiento *HaSObro*¹.

El último mes un consultor fue reclutado para analizar la difícil situación financiera de la empresa. Tras recibir una escandalosa suma en concepto de honorarios, dicho analista le hizo saber a *HaSObro* que, “Dicho mal y pronto, su negocio está en las últimas. El juego de mesa *sha fue* y lo que se viene ahora es la *ueb tu point ou*”².

Desesperado, el CEO de *HaSObro* decidió lanzar al mercado una versión *web-social-online-multijugador-twitter-facebook* de su clásico juego de *Scrabble*. Rápidamente el CEO hizo uso de sus contactos para conseguir inversores suficientemente ingenuos para financiar el proyecto, y contrató a un grupo de programadores *monoprocesistas*³. Sin embargo, durante el transcurso del desarrollo se hizo cada vez más notorio que era necesario adoptar las bondades del multiprocesamiento para que el juego pudiera hacerse realidad.

Decepcionados, los *mono-programadores* abandonaron el proyecto, y *HaSObro* nos llamó a nosotros para que mejoremos su servidor de modo de que permita múltiples jugadores a la vez. Y así fue como nosotros los comprometimos a ustedes a entregar un prototipo del servidor que permita **múltiples clientes jugando simultáneamente** sobre un mismo tablero antes del 7 de noviembre.



2. Las reglas del juego

Según la especificación (ampliamente informal) que nos entregaron, el objetivo del juego es completar palabras sobre un tablero compartido mediante la sucesiva colocación de letras sobre el mismo. Las letras pueden agregarse en cualquier casillero **disponible** del tablero para conformar palabras (sucesiones de letras contiguas alineadas vertical u horizontalmente). Al formar una palabra, las letras deberán ser colocadas en el tablero de forma adyacente (no es válido que queden “huecos” en medio de una palabra a medida que se la va construyendo).

¹Ninguno de los docentes tiene acciones en esta empresa

²Web 2.0

³Dícese de un programador que desprecia de las bondades de la programación paralela

Cuando un jugador termina de formar una palabra, debe gritar **¡Palabra!**. A partir de este momento, se considera que la palabra está terminada y las letras agregadas al tablero pueden ser utilizadas por los demás jugadores para conformar sus propias palabras.

¡Ojo! Las letras que fueron colocadas pero aún no son parte de una palabra terminada (es decir, si el jugador puso una letra pero aún no gritó ¡Palabra!) ocupan su lugar en el tablero pero **no pueden ser utilizadas por los otros jugadores para formar sus palabras**. Sólo después de que la palabra esté completa los demás jugadores podrán servirse de dichas letras.

3. La implementación

3.1. Arquitectura del sistema

Por tratarse de una aplicación web, el sistema necesita atender peticiones HTTP que le hacen los *browsers* de los usuarios. Los responsables de atender a estos navegadores son los llamados servidores de *frontend* del sistema. Esta comunicación utiliza un dialecto particular que afortunadamente ya fue programado por los desarrolladores *monoprocesistas*. Un único servidor de *frontend* puede atender a varios *browsers* que deseen conectarse para jugar. Para implementar esta funcionalidad, el servidor de *frontend* inicia una conexión TCP con el *backend* por cada uno de los *browsers* que se conectan.

A su vez, los servidores de *frontend* se comunican con un único servidor de *backend* a través de conexiones TCP/IP. Este servidor de *backend* es el que nos atañe: la implementación actual sólo recibe una única conexión TCP, y por lo tanto sólo permite un jugador por vez. Los demás jugadores no logran conectarse al servicio, y de aquí se origina el problema de *HaSObro*.

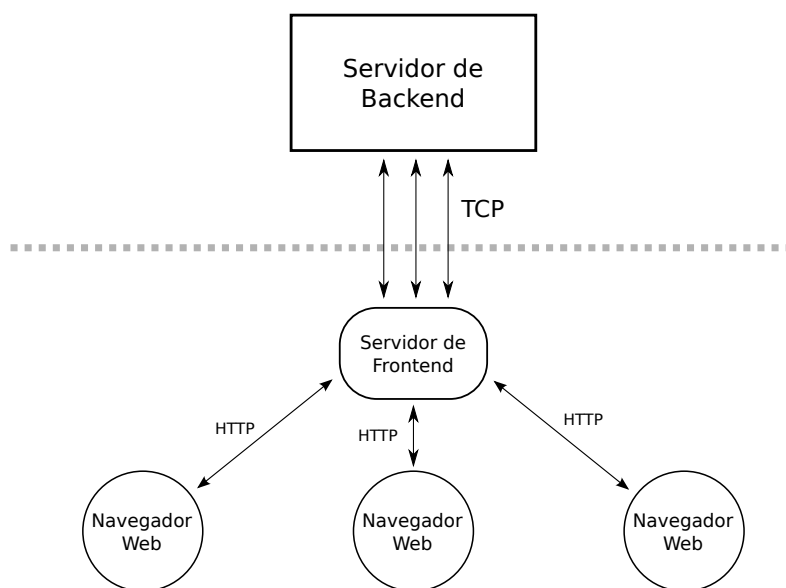


Figura 1: Arquitectura del sistema de SOScrabble

3.2. Comunicación cliente/servidor

Al iniciar el servidor de *backend*, se especifica el tamaño del tablero donde se jugará y el servidor espera a que se conecte algún cliente. La conexión a éste se realiza con un socket TCP utilizando el puerto 5481.

La conexión HTTP entre los clientes y los servidores de *frontend* ya fue resuelta anteriormente, por lo que sólo debemos preocuparnos por la conexión TCP entre los servidores de *frontend* y el de *backend*.

3.3. Protocolo de la comunicación entre *frontend* y *backend*

3.3.1. Handshake

Cuando un nuevo usuario desea comenzar a jugar, se produce la siguiente comunicación entre los servidores:

1. El *frontend* establece una conexión TCP con el *backend* en el puerto 5481 de este último.
2. El *frontend* registra al jugador enviando `SOY nombre`.
3. El *backend* le responde `TABLERO N M` indicando que el tablero tiene N casilleros de ancho y M de alto.
4. A continuación, el cliente está listo para empezar a jugar y se pasa a la fase de *Gameplay*.

3.3.2. Gameplay

Durante esta fase del juego, el usuario envía letras con sus respectivas posiciones al servidor e intenta construir palabras con ellas. Dependiendo del estado del tablero, podría o no tener éxito. Es responsabilidad del *backend* comunicarle el resultado de sus acciones.

1. El *frontend* envía `LETRA X Y L` indicando que desea colocar la letra L en la posición (X,Y) del tablero. Los números X e Y cumplen que $0 \leq X < N$ y $0 \leq Y < M$. La posición (0,0) corresponde a la esquina superior izquierda. L es una letra mayúscula del alfabeto ASCII (sin tildes, ñes, ni caracteres especiales).
2. Si la posición (X,Y) se encontraba disponible, el *backend* responde `OK`. En caso contrario, responde `ERROR`.
3. Los dos pasos anteriores se repiten hasta colocar todas las letras de una palabra.
4. El *frontend* envía `PALABRA` para indicar que las letras que acaba de enviar conforman una palabra.
5. El *backend* responde `OK` y a partir de esta respuesta, las letras agregadas pueden ser utilizadas por cualquier otro jugador para constituir palabras.

En caso de recibir una respuesta de error, el *frontend* debe comenzar de nuevo a construir la palabra. Todas las letras colocadas desde el final de la palabra anterior (o desde que comenzó a jugar) son eliminadas del tablero.

Al momento de comenzar a jugar, o después de recibir una confirmación del tipo OK o ERROR, el *frontend* puede en todo momento enviar `UPDATE` al *backend* para recibir una actualización del estado actual del juego. El formato de la respuesta que le devuelve consiste en la palabra `STATUS` seguida de la lectura por filas de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo del contenido del tablero, reemplazando los casilleros vacíos por guiones para completar un *string* de $N * M$ caracteres. Al hacer `UPDATE`, el cliente debe recibir el estado del tablero conteniendo **únicamente** las palabras completas. Las palabras en curso (es decir, las de aquellos jugadores que aún no gritaron "¡Palabra!") no deben estar contenidas en la respuesta `STATUS`.

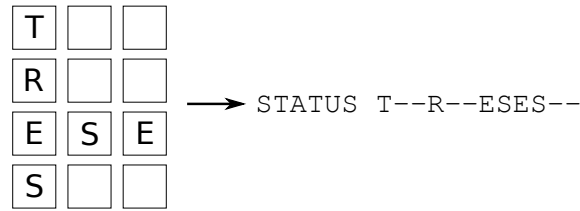


Figura 2: Formato de la respuesta **STATUS**

3.3.3. Finalización

Cuando una conexión del servidor de *frontend* se pierde o se cierra, o si se produce un error en la conexión durante el transcurso del juego, el sistema debe garantizar que las palabras completadas se conservan en el tablero, mientras que las letras que aún no forman palabras son eliminadas del mismo.

3.3.4. Ejemplos

Veamos un ejemplo sencillo:

```
> SOY Fulano
< TABLERO 4 5
> LETRA 2 2 Y
< OK
> LETRA 2 1 U
< OK
> LETRA 4 0 I
< ERROR
> LETRA 0 1 T
< OK
> LETRA 1 1 Y
< OK
> LETRA 2 1 U
< OK
> PALABRA
< OK
> LETRA 1 0 Y
< OK
> LETRA 1 2 U
< OK
> PALABRA
< OK
> LETRA 4 0 Y
< OK
> LETRA 4 2 U
< ERROR
```

Explicación del protocolo:

1. SOY se registra al servidor de backend con el nombre *Fulano*.
2. El servidor retorna TABLERO indicando su ancho y alto.
3. El cliente envía LETRA con la posición del tablero donde desea colocar cada letra.
4. El servidor le responde OK porque no surgen problemas al colocarlas.
5. El cliente envía PALABRA para confirmar las letras.
6. El servidor le responde OK indicando que la palabra quedó plasmada, y ahora puede continuar enviando letras para otras palabras.
7. Continúa enviando letras y palabras sin problema.
8. Luego de la última palabra, el cliente envía letras a las posiciones (4,0) y (4,2)
9. Como no existe una letra colocada en la posición (4,1), las letras enviadas no son contiguas y el servidor le responde ERROR.

3.4. Utilización del código provisto

El código que dejaron tras de sí los programadores anteriores está disponible para descargar en la página de la materia.

Para utilizarlo, se deben realizar los siguientes pasos:

1. Compilar el servidor de *backend*: `make`
2. Iniciar el servidor de *backend*: `./backend-mono/backend 4 5`
3. Iniciar el servidor de *frontend*: `python ./frontend/frontend.py`
4. Acceder con un browser a `http://localhost:5482` (¡Ojo! En caso de que se esté usando un *proxy*, habrá que poner una excepción para `localhost`)

Para iniciar múltiples clientes, alcanza con abrir nuevas ventanas o pestañas del navegador y acceder nuevamente a la dirección indicada.

4. Entregable

Deberán entregar el trabajo preferentemente a más tardar el domingo 6 de noviembre a las 23:59, enviando por mail a la dirección **sisopdc@gmail.com** un mail cuyo *subject* debe decir:

TP 2 PThreads: grupo *apellido₁*, *apellido₂*.

El trabajo consta de dos apartados:

1. En primer lugar, deberán implementar un *Read-Write Lock* **libre de inanición** utilizando únicamente semáforos POSIX y respetando la interfaz que se les provee en `backend-mono/RWLock.h` y `RWLock.cpp`.
2. En segundo lugar, deberán implementar el servidor de backend *multithreaded* inspirándose en el código provisto y lo desarrollado en el punto anterior.

En la entrega, se deberán adjuntar únicamente:

- El documento del informe (de preferencia en PDF)
- El código fuente **completo y con Makefiles** del servidor de *backend* y el `RWLock`.

El informe deberá ser de carácter **breve** e incluir el pseudocódigo de los algoritmos, tanto en el caso del `RWLock` como en el de aquellos que se ejecutan en el servidor de *backend* frente a cada petición de un cliente, poniendo énfasis en las primitivas de sincronización al estilo del primer parcial de la materia. Si fuera necesario, puede ser buena idea incluir una explicación del funcionamiento del servidor en lenguaje natural. Cualquier decisión de diseño que hayan tomado deberá ser incluida aquí.

La implementación que realicen del servidor de *backend* debe estar libre de condiciones de carrera y presentar la funcionalidad descripta arriba a cada uno de los clientes. A su vez, debe:

- Permitir que múltiples clientes se conecten al *backend* de forma **simultánea**.
- Permitir que todos los jugadores coloquen letras en casilleros distintos de forma **simultánea**.
- Permitir que varios clientes consulten el estado del tablero de forma **simultánea**.

Sin embargo, **NO** debe contener ninguna de las siguientes:

- Garantizar que las palabras sean válidas en ningún idioma.