Prácticas de laboratorio

Los cinco filósofos comensales

Concurrencia y Sistemas Distribuidos

Introducción

El objetivo de esta práctica es diseñar e implementar distintas soluciones al problema del interbloqueo (deadlock). Cuando haya concluido sabrá:

- compilar y ejecutar programas concurrentes.
- detectar interbloqueos en un programa concurrente.
- diseñar soluciones que resuelvan el problema del interbloqueo.
- implementar dichas soluciones.

Como lenguaje de programación utilizará Java.

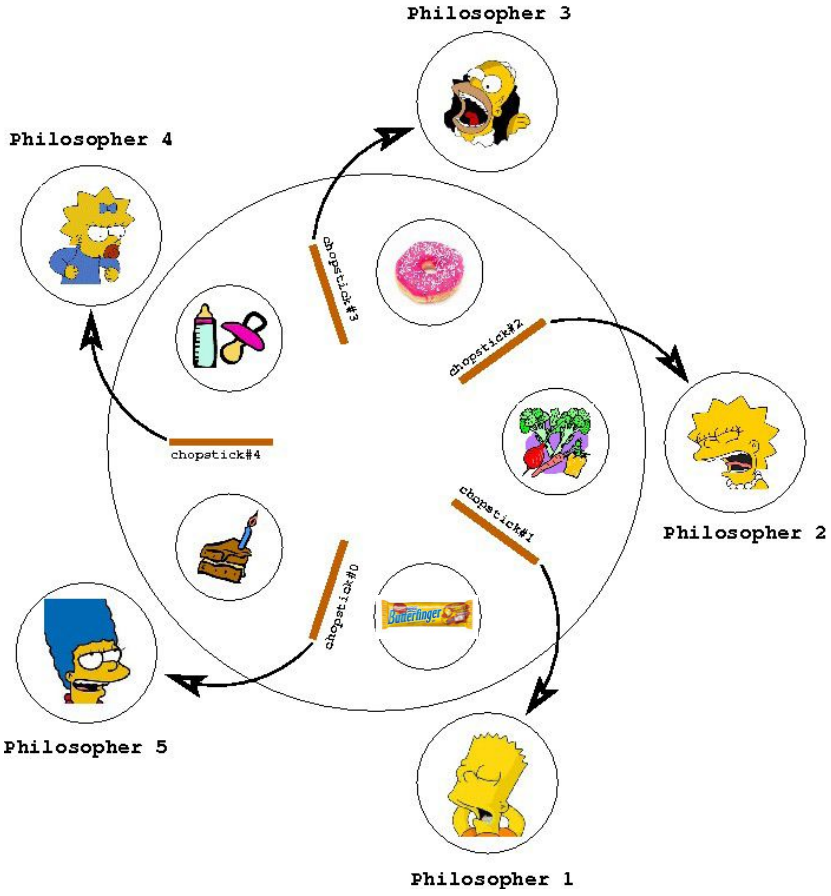
Esta práctica se realiza en grupo, donde cada grupo debe estar formado por dos personas.

La duración estimada de esta práctica es de dos semanas. Cada semana debe asistir a una sesión de laboratorio donde podrá presentar al profesorado de prácticas sus progresos y resolver las dudas que le surjan. Tenga en cuenta no obstante que necesitará destinar algo de tiempo de su trabajo personal para concluir la práctica. Utilice para ello los laboratorios docentes de la asignatura y las aulas informáticas del centro en horarios de libre acceso. Puede utilizar también su ordenador personal.

A lo largo de la práctica verá que hay una serie de ejercicios a realizar. Se recomienda resolverlos y anotar sus resultados para facilitar el estudio posterior del contenido de la práctica.

El problema de los cinco filósofos comensales

Para ilustrar el problema de los interbloqueos utilizamos el conocido ejemplo de los cinco filósofos (durante este curso aparece descrito como ejemplo académico en el documento de ejemplos correspondiente al primer tema, y posteriormente se ha trabajado sobre el mismo en el tema 4).



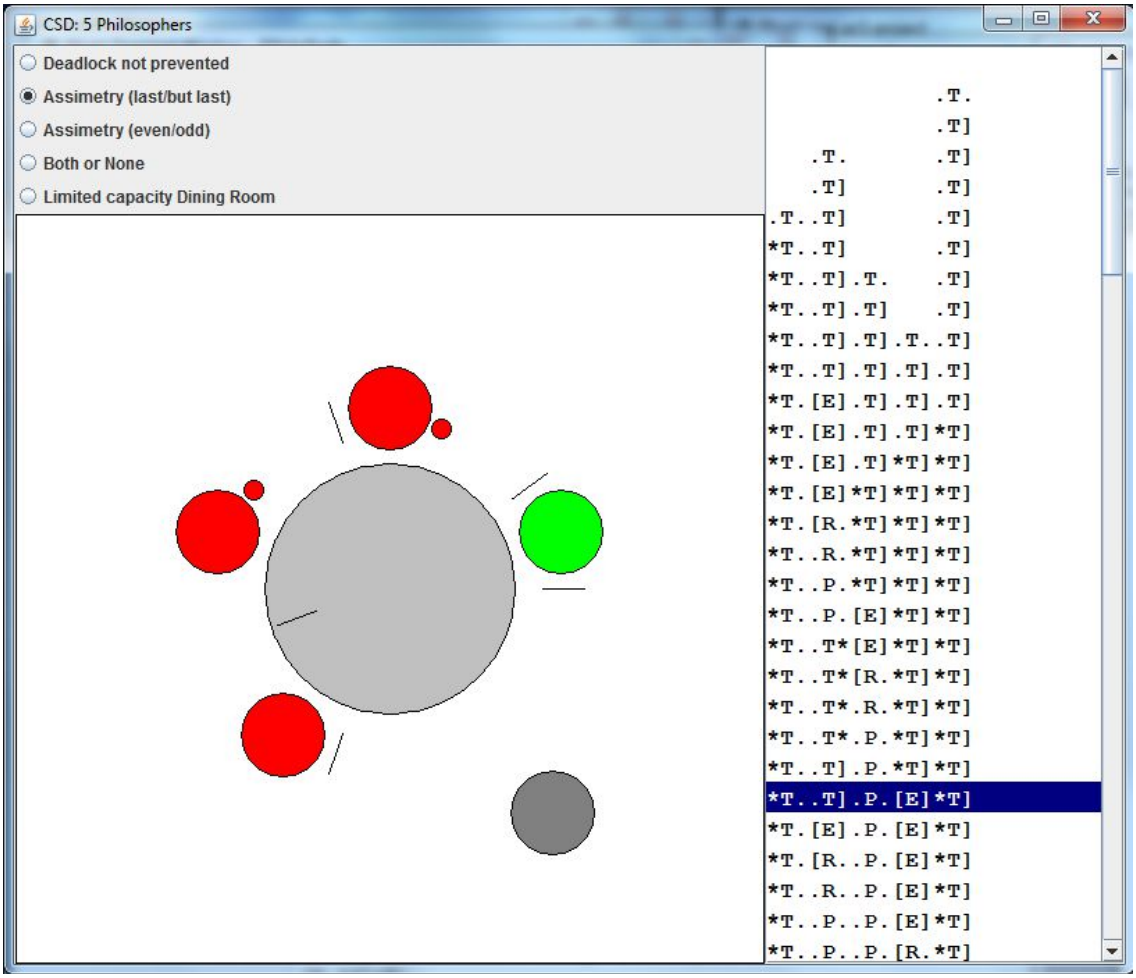
Decimos que puede existir interbloqueo si hay alguna posibilidad de que se produzca, independientemente de que dicha probabilidad sea grande o pequeña. Por ejemplo, si un filósofo toma los dos tenedores en un intervalo de tiempo corto es menos probable llegar a un interbloqueo que si pasa mucho tiempo entre la acción de coger un tenedor y el siguiente. Por esto, el hecho de no observar un interbloqueo no nos asegura que no se pueda llegar a producir.

Descarga y utilización de la solución parcial al problema

Para realizar esta práctica le proporcionamos una solución parcial al problema de los cinco filósofos. Es parcial porque no garantiza que no se produzca un interbloqueo. Puede descargar el código desde el sitio PoliformaT de CSD. Está en la carpeta “Recursos / Materiales para el laboratorio / Práctica 2: Los cinco filósofos comensales” y se denomina “PPhilo.jar”.

El interfaz y mecanismo de funcionamiento es similar al utilizado en la práctica anterior (Piscina Compartida). En la parte superior izquierda aparecen las distintas versiones seleccionables, de forma que al pulsar sobre una opción se ejecuta la simulación correspondiente. En la parte derecha aparece la secuencia de estados correspondientes a dicha simulación, y la parte inferior izquierda muestra la representación gráfica del estado seleccionado.

En el código proporcionado únicamente está completa la versión 0 (*Deadlock not prevented*). El resto de versiones son inicialmente equivalentes a la básica, y la tarea del alumno es completar el código de las mismas hasta obtener la funcionalidad solicitada.



La siguiente tabla ayuda a interpretar los estados posibles de un filósofo y su representación textual y gráfica. En el caso del texto se utilizan 3 caracteres para indicar el estado de cada filósofo. Desde programa debe hacerse la llamada correspondiente a log si se

desea cambiar a dicho estado (ver cómo se utiliza en la clase RegularTable del código proporcionado).

Estado	**Método de la clase Log**	**Txt**	**Gráfico**
Inactivo (ya ha terminado)	end		
Espera sentarse a la mesa (entrar)	wenter	.*.	Círculo rojo alejado de la mesa
Sentado a la mesa (talking)	begin	.T.	Círculo rojo junto a la mesa
Sentado a la mesa, con el tenedor derecho en la mano	takeR	.T]	Círculo rojo junto a la mesa, línea en la parte derecha indicando tenedor
Sentado a la mesa, con el tenedor izquierdo en la mano	takeL	[T.	Círculo rojo junto a la mesa, línea en la parte izquierda indicando tenedor
Comiendo (eating)	eat	[E]	Círculo verde junto a la mesa, líneas en ambos lados indicando tenedores
Reflexionando (pondering)	ponder	.P.	Círculo gris alejado de la mesa
Sentado a la mesa, sin tenedores y esperando el tenedor derecho	wtakeR	.T*	Círculo rojo junto a la mesa, círculo rojo pequeño en la parte derecha indicando que espera ese tenedor
Sentado a la mesa, sin tenedores y esperando el tenedor izquierdo	wtakeL	*T.	Círculo rojo junto a la mesa, círculo rojo pequeño en la parte izquierda indicando que espera ese tenedor
Sentado a la mesa, con el tenedor derecho y esperando el tenedor izquierdo	wtakeLhasR	*T]	Círculo rojo junto a la mesa, línea en la parte derecha y círculo rojo pequeño en la parte izquierda
Sentado a la mesa, con el tenedor izquierdo y esperando el tenedor derecho	wtakeRhasL	[T*	Círculo rojo junto a la mesa, línea en la parte izquierda y círculo rojo pequeño en la parte derecha
Sentado a la mesa, esperando ambos tenedores	wtakeLR	*T*	Círculo rojo junto a la mesa, círculos rojos pequeños en ambos lados
Sentado a la mesa, descansando tras comer (resting), pero todavía con el tenedor izquierdo	dropR	[R.	Círculo blanco junto a la mesa, línea en la parte izquierda. NOTA.- se debe dejar siempre primero el tenedor derecho, y luego el izquierdo
Sentado a la mesa, descansando (tras comer, y antes de volver a meditar)	dropL	.R.	Círculo blanco junto a la mesa

Se asume que el filósofo de la parte superior es el 0, y los siguientes en sentido horario se numeran consecutivamente (1,2,3,4). En los mensajes de texto los filósofos están ordenados del 4 a 0. El estado representado en la imagen utilizada como ejemplo de ejecución indica:

Filósofo	4	3	2	1	0
Estado	*T.	.T]	.P.	[E]	*T]

Que se interpreta como:

- El filósofo 4 está charlando (“talking”, esperando comer): espera el tenedor izquierdo (lo está usando el filósofo 0), y no tiene el tenedor derecho.
- El filósofo 3 está charlando (“talking”, esperando comer), y dispone del tenedor derecho.
- El filósofo 2 está meditando (“pondering”).
- El filósofo 1 está comiendo (“eating”).
- El filósofo 0 está charlando (“talking”, esperando comer): dispone del tenedor derecho, y está esperando el izquierdo (porque lo usa el filósofo 1).

Actividad 0

Esta actividad tiene como objetivo constatar que se puede producir un interbloqueo al ejecutar la solución suministrada y también que estos tipos de error son difíciles de detectar porque en situaciones reales la probabilidad de interbloqueo es muy baja.

En primer lugar, dedique unos minutos a explorar la solución. Para ello, analice el contenido de la clase *Philo* y la clase *RegularTable* (que implementa el interfaz *Table*):

archivo	descripción
Philo	Los objetos de esta clase son hilos que realizan las acciones de los filósofos.
RegularTable	Esta clase implementa un monitor que controla el uso que hacen los filósofos de los tenedores. Resuelve correctamente el uso de los tenedores en exclusión mutua y la suspensión y reactivación de los filósofos en función del estado de cada tenedor. No garantiza en cambio la ausencia de interbloqueos.

A continuación, preste atención a este fragmento de código del archivo Philo.java, método run().

```
table.takeR(id); delay(msegDelay); table.takeL(id);
```

Para aumentar la probabilidad de que se produzca el interbloqueo, se ha añadido un retardo desde que el filósofo coge el tenedor derecho hasta que coge el tenedor izquierdo. El valor de dicho retardo se puede indicar como argumento al lanzar la ejecución del programa. Se admiten valores entre 1 y 10 (milisegundos), y el valor por defecto (si no se indica argumento o se indica un valor no válido) es 10.

Ejercicio 0.1: Ejecute 10 veces el programa actual (opción *Deadlock not prevented*) utilizando como argumento del programa cada uno de los valores de N de la tabla siguiente, y anote cuántos interbloqueos se producen en cada caso.

N	Número de interbloqueos
1	
5	
10	

NOTA.- Tras la ejecución, en consola aparece la frase DEADLOCK o bien OK. También se puede observar analizando el estado final (si todo ha ido bien los filósofos han desaparecido y todos los tenedores están sobre la mesa, y en caso de interbloqueo todos los filósofos están esperando alrededor de la mesa).

Ejercicio 0.2: ¿Cómo influye el valor de N en la probabilidad de interbloqueo?

Actividades

Proponemos cuatro mecanismos para prevenir interbloqueos:

Versión	Descripción
1	Todos los filósofos cogen primero su tenedor derecho, excepto el número 4 (el último), que coge primero su tenedor izquierdo
2	Los filósofos pares cogen primero su tenedor derecho mientras que los filósofos impares cogen primero su tenedor izquierdo
3	Los filósofos, o bien cogen los dos tenedores o, si alguno está ocupado, no cogen ninguno
4	Como máximo pueden haber cuatro filósofos sentados a la mesa

El objetivo de la práctica es desarrollar y probar el funcionamiento de las distintas versiones.

Es importante destacar que deben realizarse las llamadas correspondientes a los métodos públicos de la clase Log.

La implementación de la clase Log se encarga de verificar que no se intentan operaciones ilegales (ej.- liberar un tenedor que no se tiene, coger un tenedor utilizado por otro filósofo, etc.). Si se intenta una acción ilegal, el programa indica el error y aborta.

Versiones 1 y 2: Asimetría

Las versiones 1 y 2 de la tabla anterior se basan en asimetría, para lo que se ha previsto una clase **LefthandPhilo** que corresponde a un filósofo que debe coger los tenedores en orden contrario al de Philo, pero mantiene el orden en que se liberan.

Ejercicio 1.1: Complete la clase ***LefthandPhilo*** y realice las modificaciones oportunas en la clase *PPhilo*, para dar solución tanto a la versión 1 como a la versión 2. Tenga en cuenta que para que el código funcione de forma correcta, la clase *LefthandPhilo* debe extender a *Philo*.

NOTA.- Recuerde que, con independencia del orden en el que se cojan los tenedores, siempre se debe dejar primero el tenedor derecho y luego el izquierdo, ya que esto es una restricción impuesta por la clase Log (es decir, por la interfaz gráfica).

Ejercicio 1.2: Compruebe que no se pueden producir ya interbloqueos, ejecutando varias veces el programa, tanto en la versión *Assimetry* (*last/but last*) como en la versión *Assimetry* (even/odd).

Preguntas:

1) En la versión Assimetry (last/bus last), ¿es el filósofo número 3 quien siempre comienza primero a comer? ¿Por qué?

2) ¿Qué condición o condiciones de Coffman se rompen con la solución propuesta, para las versiones 1 y 2?

3) ¿Tenemos garantía de que nunca se vaya a producir interbloqueos?

Versión 3: Todo o nada

En la versión 3 de los mecanismos propuestos en la tabla anterior, el mecanismo para prevenir el interbloqueo consiste en que "los filósofos, o bien cogen los dos tenedores o, si alguno está ocupado, no cogen ninguno". En este caso, los filósofos deberán solicitar los tenedores con la operación ***takeLR***. Esta operación (a implementar por el alumno) debe permitir al filósofo coger los dos tenedores a la vez, o bien ninguno (si alguno de ellos está ocupado).

Ejercicio 2: Realice las modificaciones oportunas para dar solución a la versión 3.

Preguntas:

1) ¿Qué condición o condiciones de Coffman se rompen con la solución propuesta para la versión 3?

2) ¿Tenemos garantía de que nunca se vaya a producir interbloqueos?

3) ¿Ha utilizado la misma mesa *RegularTable* que en las versiones anteriores o bien ha utilizado una mesa diferente? ¿Por qué?

4) ¿Ha utilizado el filósofo *Philo* de la versión 1? ¿Ha utilizado el filósofo *LefthandPhilo*? ¿Ha necesitado implementar un nuevo tipo de filósofo? ¿Por qué?

Versión 4: capacidad mesa

Finalmente, la versión 4 propone como mecanismo de prevención de interbloqueos que como máximo pueda haber cuatro filósofos sentados a la mesa. Para ello, se propone hacer uso de los métodos (*enter*/*exit*) de la mesa, de modo que los filósofos deban solicitar entrar y salir (*enter*/*exit*) de la mesa en cada iteración.

Ejercicio 3.1: Realice las modificaciones oportunas para dar solución a la versión 4.

Preguntas:

1) ¿Qué condición o condiciones de Coffman se rompen con la solución propuesta para la versión 4?

2) ¿Tenemos garantía de que nunca se vaya a producir interbloqueos?

3) ¿Se requiere añadir alguna variable para controlar el estado de la mesa?

4) ¿Ha utilizado la misma mesa *RegularTable* que en las versiones anteriores o bien ha utilizado una mesa diferente? ¿Por qué?

5) ¿Ha utilizado el filósofo *Philo* de la versión 1? ¿Ha necesitado implementar un nuevo tipo de filósofo? ¿Por qué?