
Práctica 2: Resolución de problemas de sincronización mediante esperas activas

Programación de Sistemas Concurrentes y Distribuidos

Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas,
Grado de Ingeniería Informática
Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Universidad de Zaragoza

1. Objetivos

En esta práctica se estudiará la resolución de problemas de sincronización (por condición y exclusión mutua) mediante esperas activas.

En concreto los objetivos de esta práctica son:

- Comprender y profundizar en la sincronización de procesos mediante esperas activas.
- Implementar sincronización mediante el uso de instrucciones de tipo `test-and-set`.
- Profundizar en el modelo de concurrencia de C++

2. Trabajo previo a la sesión en el laboratorio

Antes de la correspondiente sesión en el laboratorio, cada pareja de estudiantes deberá leer el enunciado, analizar los problemas que en él se proponen y realizar un diseño previo de las soluciones sobre las que va a trabajar. *Los resultados de su trabajo de análisis y diseño los tendrá que expresar en un documento que presentará a los profesores antes del inicio de la sesión.* El documento debe contener como mínimo el nombre completo y el NIP de los dos estudiantes y, para cada ejercicio,

- la descripción de los datos compartidos, enumeración de los procesos que los comparten, e indicación de si requieren sincronización o no.

- un esbozo de alto nivel del código de los procesos indicando las zonas que están afectadas por la sincronización (ya sea zona de exclusión mutua o espera sincronizada).

El documento deberá llamarse `trabajo_previo_p2.pdf`, y su entrega es un pre-requisito para la realización y evaluación de la práctica.

3. Ejercicio 1

Considérese el entorno de datos siguiente, preparado para trabajar con vectores de datos de tipo `int`

```

1  const int N = 512;
2  const int N_BUSC = 8; //# de procesos buscadores
3  typedef int VectInt[N]; //"VectInt" es un "alias" para vector de int de dim. N
4
5  //-----
6  //Pre:  $0 \leq i \leq d \leq N - 1$ 
7  //Post: result será el número de veces que value aparece entre las componentes i
      ↪ y d de v
8  void search(const VectInt v,
9              const int i, const int d,
10             const int value, int& result);

```

El ejercicio tiene como objetivo calcular el número de veces que aparece un valor en un vector mediante la ejecución de 9 procesos distintos: un proceso coordinador y 8 procesos buscadores. A continuación se detallan las acciones que realiza cada proceso:

- El proceso coordinador:
 1. Carga los datos del vector desde el fichero “datos.txt” que se suministra con el material adicional de la práctica
 2. “Avisa” a los procesos buscadores de que los datos están cargados
 3. Espera a que cada proceso buscador termine su trabajo y le “avise” de ello
 4. Muestra por la salida estándar el número total de veces que aparece el valor buscado en el vector
- Por su parte, cada proceso buscador:
 1. Espera a que el proceso coordinador haya cargado los datos
 2. Lleva a cabo su trabajo, calculando el número de veces que aparece el valor indicado en un trozo del vector
 3. “Avisa” al coordinador de que ha finalizado su trabajo, y termina
- En cuanto al programa principal, este solicita al usuario que introduzca el valor a buscar, un entero entre 1 y 25, por la entrada estándar (teclado), lanza los 9 procesos indicados con los parámetros adecuados y espera a que estos terminen.

4. Análisis

A raíz del enunciado, antes de diseñar la solución deberíamos plantearnos y considerar unas cuantas cuestiones importantes relacionadas con la sincronización entre los procesos involucrados:

1. ¿Qué parte del vector debería resolver cada uno de los procesos buscadores?
2. ¿Cómo puede el coordinador avisar a los buscadores de que ha cargado los datos y cómo pueden estos esperar hasta que esto ocurra?
3. Como cada buscador va a trabajar sobre un trozo distinto del vector (y, además, el vector de datos solo lo usan para leer datos), no hay problemas de interferencias entre ellos. Sin embargo, ¿cómo se puede gestionar que cada buscador obtiene el número de ocurrencias del valor en un trozo distinto?
4. ¿Cómo va cada buscador a avisar al coordinador de que ha hecho su trabajo?
5. ¿Cómo espera el coordinador a que todos los buscadores hayan acabado?

El fichero fuente que contenga el procedimiento `main` de este ejercicio deberá llamarse `main.p2_e1.cpp`. El valor de este ejercicio será el 75 % de la nota total.

5. Ejercicio 2

Se trata de hacer una segunda versión del programa anterior en el que simplemente queremos saber en qué trozo del vector hay un mayor número de ocurrencias del valor introducido por el usuario. El comportamiento de los procesos es similar al del ejercicio anterior, pero además los buscadores deberán ser capaces de actualizar correctamente los parámetros `maxVeces`, `indMin` e `indMax` cuando sea necesario. Estos parámetros representan el mayor número de ocurrencias encontradas hasta ese instante y los índices menor y mayor del trozo del vector donde se encontró ese máximo, respectivamente. Dado que todos los procesos han de acceder concurrentemente a estos tres parámetros, se le suministra también una variable, por referencia, del tipo `std::atomic_flag`, que permite utilizar la instrucción `test-and-set` para asegurar el acceso en exclusión mutua, tal y como se ha mostrado en clase¹.

```

1 // Complétese la especificación de acuerdo a lo dicho más arriba
2 void search(const VectInt v,
3             const int i, const int d,
4             const int value,
5             int& maxVeces,
6             int& indMin, int& indMax,
7             std::atomic_flag& tas);

```

¹Véase http://www.cplusplus.com/reference/atomic/atomic_flag/test_and_set/ para su especificación y ejemplo de uso.

El fichero fuente que contenga el procedimiento `main` de este ejercicio deberá llamarse `main_p2_e2.cpp`. El valor de este ejercicio será el 25 % de la nota total.

6. Entrega de la práctica

Cuando la práctica se finalice, los dos componentes de la pareja deben entregar, cada uno desde su cuenta, el mismo fichero comprimido `practica_2_NIP1_NIP2.zip` (donde NIP1 y NIP2 son los NIPs de los autores de la solución) con el siguiente contenido:

1. Los ficheros fuente programados (con los nombres concretos que se indican en las instrucciones)
2. Los ficheros `Makefile_p2_e1` y `Makefile_p2_e2` que compilen los ejercicios 1 y 2, respectivamente, generando los ejecutables `main_p2_e1` y `main_p2_e2`.

Generación del fichero `.zip` a entregar

Con el objetivo de homogeneizar los contenidos del fichero `.zip` vamos a proceder como sigue:

1. Creamos un directorio `practica_2_NIP1_NIP2` que contenga los ficheros que hay que entregar. Es importante tener presente que **se ha de hacer exactamente de esta manera**.²
2. Con el botón derecho del ratón sobre la carpeta seleccionamos la opción “Compress...” y le damos en nombre requerido, `practica_2_NIP1_NIP2.zip`
3. Alternativamente lo podemos hacer desde la terminal como sigue. Una vez creado el directorio `practica_2_NIP1_NIP2` con los ficheros pedidos ejecutamos lo siguiente desde la terminal:

```
zip -r practica_2_NIP1_NIP2.zip practica_2_NIP1_NIP2
```

Con el fin de comprobar que el `zip` contiene todos los ficheros que debe, y organizados adecuadamente, podéis ejecutar el script `pract_2_entrega_correcta.bash`. Leed la cabecera del fichero, que explica cómo utilizarlo.

Entrega del fichero en hendrix

Para la entrega del fichero `.zip` se utilizará el comando `someter` en la máquina `hendrix.cps.unizar.es`

```
someter prog_20 practica_2_NIP1_NIP2.zip
```

²Como hay muchos alumnos matriculados, la gestión de las prácticas se hará de manera automática mediante *scripts*, que buscarán los ficheros con los nombres pedidos. Cualquier alteración o falta hará que no los puedan encontrar.

Fechas de entrega de la práctica

Los alumnos pertenecientes a grupos de prácticas cuya primera sesión de prácticas se celebra el día 21 de octubre del 2020 deberán someter la práctica no más tarde del día 30 de octubre del 2020 a las 23:59. Los alumnos pertenecientes a grupos de prácticas cuya primera sesión de prácticas se celebra el día 28 de octubre del 2020 deberán someter la práctica no más tarde del día 6 de noviembre del 2020 a las 23:59.

Hay que asegurarse de que la práctica funciona correctamente en los ordenadores del laboratorio (hay que vigilar aspectos como los permisos de ejecución, juego de caracteres utilizado en los ficheros, etc.). También es importante someter código limpio (donde se ha evitado introducir mensajes de depuración que no proporcionan información al usuario). El tratamiento de errores debe ser adecuado, de forma que si se producen debería informarse al usuario del tipo de error producido. Además se considerarán otros aspectos importantes como calidad del diseño del programa, adecuada documentación de los fuentes, correcto formateado de los fuentes, etc.

Para el adecuado formateado de los fuentes, es conveniente seguir unas pautas. Hay varias, y es posible que podáis configurar el entorno de desarrollo para cualquiera de ellas. Una posible, sencilla de seguir, es la “Google C++ Style Guide”, que se puede encontrar en

<https://google.github.io/styleguide/cppguide.html>

Alternativamente, cualquiera que uséis en otras asignaturas de programación.