Asignación de Prácticas Número 6

Programación Concurrente y de Tiempo Real

Antonio J. Tomeu[1]

[1]Departamento de Ingeniería Informática
Universidad de Cádiz

PCTR, 2021

Contenido I

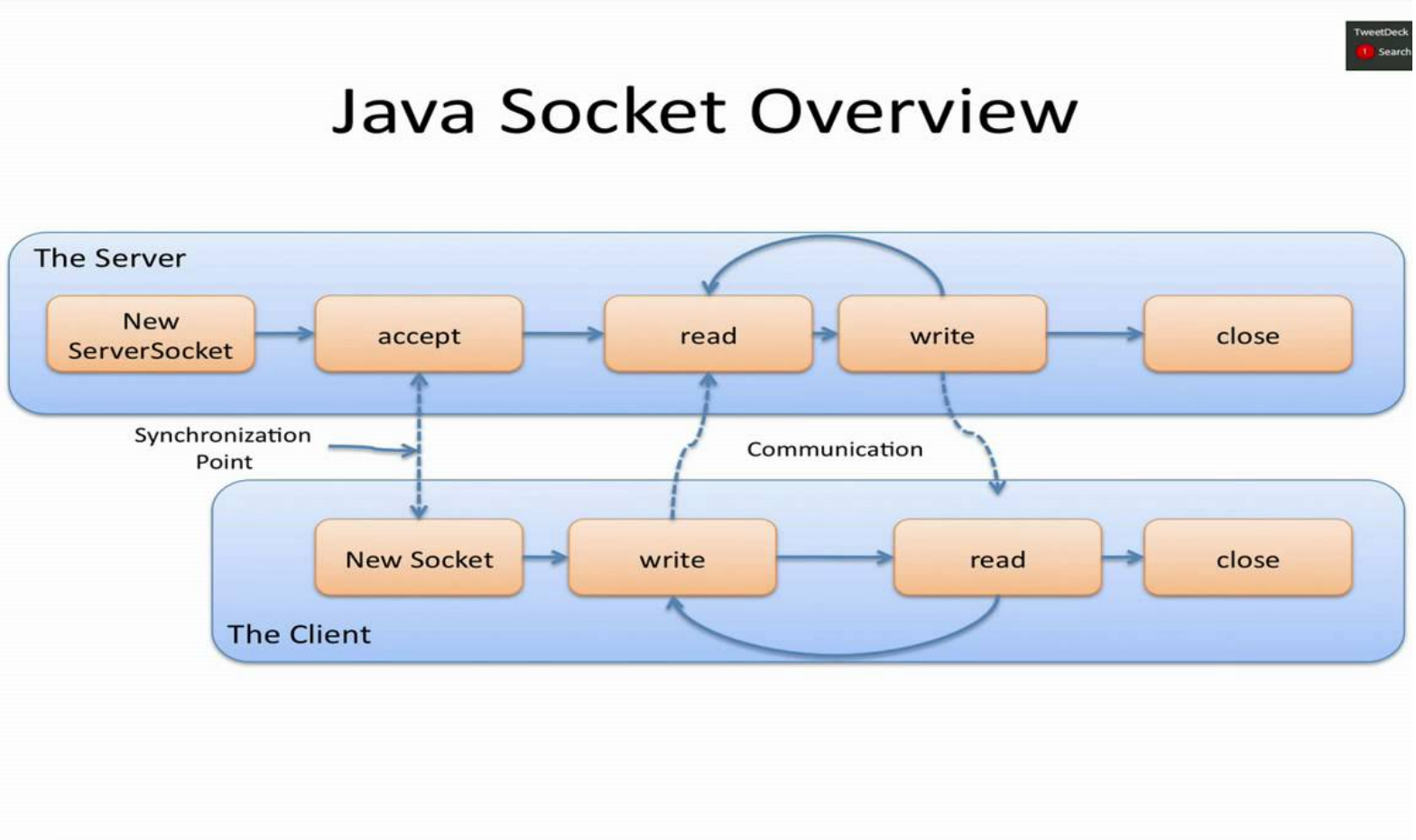
Objetivos de la Práctica

- Aprender a comunicar códigos distribuidos mediante una aproximación básica a los *sockets*.
- Introducir la tecnología básica que subyace en cualquier servidor.
- Utilizar las herramientas que el API estándar de Java proporciona para controlar la concurrencia, mediante bloques de código y métodos synchronized.
- Desarrollar clases seguras frentes a concurrencia.

Algo sobre *Sockets* I

- Es posible distribuir aplicaciones comunicando a códigos que se ejecutan en máquinas distintas, a través de una red de comunicaciones.
- La tecnología de comunicación basada en *sockets* proporciona probablemente la aproximación de más bajo nivel para resolver la comunicación
- Un *socket* es una abstracción que permite a dos procesos (eventualmente en ejecución en máquinas diferentes) intercambiar un flujo de datos a través del mismo.
- La práctica totalidad de los lenguajes de programación ofrecen soporte a comunicaciones no orientadas a conexión mediante *sockets* de datagrama, y orientados a conexión mediante *sockets* de *stream*.

Modelando un Servidor Elemental Multihebrado de Sockets: Estructura I



La Clase ServerSocket I

- Sirve para poner a un servidor a «escuchar» a un puerto de red.
- El constructor suele estar parametrizado con el puerto que queremos escuchar.
- El servidor queda bloqueado escuchando el puerto a la espera de peticiones de servicio mediante el método accept.
- Para multihebrar el servidor, inmediatamente que se recibe un petición de servicio activamos una hebra (que se comunicará con el cliente) y el ciclo principal del servidor se pone de nuevo a la escucha.
- Esto permite tiempo de respuesta razonable cuando el número de peticiones es alto.
- Navegamos al API de la clase ServerSocket.

Modelando un Servidor Elemental Multihebrado de Sockets: El Código I

```
1  import java.net.*;
2  import java.io.*;
3
4  public class Servidor_Hilos
5    extends Thread
6  {
7      Socket enchufe;
8      public Servidor_Hilos(Socket s)
9      {enchufe = s; this.start();}
10
11     public void run()
12     {
13     try{
14         BufferedReader entrada = new BufferedReader(
15                                      new InputStreamReader(
16                                          enchufe.getInputStream()));
17         String datos = entrada.readLine();
18         int j;
19         int i = Integer.valueOf(datos).intValue();
20         for(j=1; j<=20; j++){
```

Modelando un Servidor Elemental Multihebrado de Sockets: El Código II

```
21            System.out.println("El hilo "+this.getName()+"
                  escribiendo el dato "+i);
22            sleep(1000);}
23            enchufe.close();
24            System.out.println("El hilo "+this.getName()+"cierra su
                  conexion...");
25        } catch(Exception e) {System.out.println("Error...");}
26        }//run
27
28    public static void main (String[] args)
29    {
30        int i;
31        int puerto = 2001;
32            try{
33                ServerSocket chuff = new ServerSocket (puerto,
                      3000);
34
35                while (true){
36                    System.out.println("Esperando solicitud de
                          conexion...");
```

Modelando un Servidor Elemental Multihebrado de Sockets: El Código III

```
37                  Socket cable = chuff.accept();
38                  System.out.println("Recibida solicitud de
                        conexion...");
39                  new Servidor_Hilos(cable);
40            }//while
41          } catch (Exception e)
42            {System.out.println("Error en sockets...");}
43    }//main
44
45    }//Servidor_Hilos
```

La Clase Socket I

- Soporta *sockets* de stream (TCP) en lenguaje Java
- El cliente pide al servidor (que está escuchando) abrir un nuevo *socket* para comunicarse con el.
- Para ello, el cliente necesita conocer:
  - dónde se ubica el servidor; esto habitualmente es una dirección IP.
  - qué puerto está escuchando el servidor
- Una vez abierto el canal (*socket*) servidor y cliente se comunican con los métodos de la clase para enviar y recibir flujos de datos. Estos métodos normalmente se «envuelven» en clase decoradoras para facilitar al programador el uso del *Socket*.
- El cliente recibe el servicio mediante una hebra dedicada desde el lado del servidor... aunque esto es trasparente para él.
- Este clase no proporciona canales seguros, pero la clase SSLSocket sí.

El Cliente: Código I

```
1  import java.net.*;
2  import java.io.*;
3
4  public class Cliente_Hilos
5  {
6      public static void main (String[] args)
7      {
8          int i = (int)(Math.random()*10);
9          int puerto = 2001;
10         try{
11             System.out.println("Realizando conexion...");
12             Socket cable = new Socket("localhost", 2001);
13             System.out.println("Realizada conexion a "+cable);
14             PrintWriter salida= new PrintWriter(
15                                     new BufferedWriter(
16                                         new OutputStreamWriter(
17             cable.getOutputStream())));
18             salida.println(i);
19             salida.flush();
20             System.out.println("Cerrando conexion...");
21             cable.close();
22
```

El Cliente: Código II

```
23                }//try
24                    catch (Exception e)
25            {System.out.println("Error en sockets...");}
26        }//main
27    }//Cliente_Hilos
```

Resolviendo el Ejercicio 1 I

- A partir de la solución que acabamos de analizar, realice las siguientes modificaciones:
  - soporte las tareas del servidor mediante objetos que implementen a `Runnable`.
  - procese la tareas mediante un ejecutor.
  - juegue con el código a fondo; no se limite a los cuatro cambios básicos que pedimos.

Control de Sección Crítica con synchronized I

```
1  public class secureCriticalSection
2    extends Thread{
3    public static long iterations = 1000000;
4    public static long n          = 0;
5    public static Object lock     = new Object();
6
7    public secureCriticalSection(){}
8    public void run(){
9      for(long i=0; i<iterations; i++)synchronized(lock){n++;}
10   }
11
12   public static void main(String[] args) throws Exception{
13     secureCriticalSection A = new secureCriticalSection();
14     secureCriticalSection B = new secureCriticalSection();
15     A.start(); B.start();
16     A.join(); B.join();
17     System.out.println(n);
18   }
19 }
```

Control de Objetos con synchronized I

Sincronizamos el objeto...

```
1  public class secureObject{
2    public long n = 0;
3
4    public secureObject(){}
5    public synchronized void inc(){n++;}
6    public synchronized long get(){return this.n;}
7  }
```

...y lo usamos de forma segura:

```
1  public class usingSecureObject
2    extends Thread{
3    public static long iterations = 1000000;
4    public secureObject obj;
5
6    public usingSecureObject(secureObject obj){this.obj = obj;}
7    public void run(){
8      for(long i=0; i<iterations; i++)obj.inc();
9    }
10
11   public static void main(String[] args) throws Exception{
```

Control de Objetos con synchronized II

```
12        secureObject o      = new secureObject();
13        usingSecureObject A = new usingSecureObject(o);
14        usingSecureObject B = new usingSecureObject(o);
15        A.start(); B.start();
16        A.join(); B.join();
17        System.out.println(o.get());
18      }
19    }
```

Resolviendo el Ejercicio 2: Exclusión Mutua sobre un Array I

- En Java, los arrays son objetos.
- No son seguros frente a concurrencia.
- Esto es, no debemos tener a múltiples hebras escribiendo concurrentemente en un array... salvo que lo hagan en regions diferentes del mismo..
- ... o tomemos precauciones con control de exclusión mutua...
- ... o utilicemos un contenedor sincronizado.

- Ahora construya múltiples hebras que compartan el acceso a un array, y controle el acceso a dicho objeto de forma que sea seguro frente a concurrencia.

Clases Seguras en Java: Objetos Inmutables I

- Un objeto es inmutable cuando no cambia de estado una vez ha sido creado.
- Técnicamente, carece de métodos modificadores.
- Son objetos seguros frente a concurrencia por diseño...
- ... pero a costa de restringir la fidelidad a la realidad modelada con el objeto, que suele ser dinámica y cambiante.
- Java establece una estrategia para diseñar objetos inmutables, que tiene las siguientes fases:
  - son objetos que carecen de modificadores («setters»).
  - todos los atributos son `private` y `final`.
  - la clase suele ser declarada como `final`.
  - si hay atributos que referencian a objetos mutables, no permitir que tales objetos sean modificados.
- La anterior es una estrategia muy radical...

Clases Seguras en Java: Objetos Inmutables II

- ... y puede tener una alternativa razonable en objetos donde todos los métodos están sincronizados, excepto los constructores, conservando la mutabilidad de los objetos, pero de forma controlada.

Resolviendo el Ejercicio 3: Objeto Heterogéno I

- En Java, en posible tener objetos con regiones de código sincronizadas y no sincronizadas.
- Esto dota al programador de una enorme flexibilidad para decidir qué regiones de sus objetos pueden ser ejecutadas por una única hebra, o por muchas...
- ... pero introduce riesgos si el control es incorrecto.
- En este ejercicio, se le pide que diseñe un objeto con regiones de código sincronizadas y no sincronizadas, a fín de que aprenda que este efecto puede ser ventajoso... o letal.

Resolviendo el Ejercicio 4: Provocando un *deadlock* I

- En el Tema 1 se le proporcionó un ejemplo de código con la estructura adecuda para (eventualmente) entrar en interbloqueo. Rescátelo
- Extienda ese código para que trabaje con tres hebras.
- Verifique que los interbloqueos se pueden dar.

Resolviendo el Ejercicio 5: Integración Numérica con Tareas Callable I

- Se trata de obtener la integral definida aproximada por Monte-Carlo de $f(x) = cos(x)$ en $[0, 1]$
- Cada tarea `Callable` recibe un número de puntos y devuelve los que están bajo la curva. Los resultados parciales se recolectan utilizando `Future`.
- El programa principal efectúa los cálculos finales y muestra el valor final resultante.

Resolviendo el Ejercicio 6: A Vuelta con las Condiciones de Concurso I

- En la asignación número 2 escribió varias condiciones de concurso sin control y comprobó la presencia de entrelazados indeseables que estas producen.
- En este ejercicio se le pide que rescate esos códigos, y utilizando cerrojos y `synchronized`, proceda a controlar las condiciones de concurso que escribió, obteniendo códigos que accedan a secciones críticas de forma controlada.