Conceptos Básicos de Concurrencia en Java

Ingeniería del Software II
Curso 2008/2009

Sergio Ilarri Artigas
silarri@unizar.es

Parte del material está extraído de JavaSun y Java Tutorial:
Copyright 1994-2007 Sun Microsystems, Inc. All Rights Reserved.

Índice Detallado

- Programación Concurrente
  - Concepto de *Thread*
  - Crear y Arrancar *Threads*
  - Control de Threads: *stop*, *suspend/resume*, *sleep*, *join*, etc.
  - Planificación de *Threads*
  - Sincronización
  - Otros

Concepto de *Thread*

- CPU virtual
- Varias tareas al mismo tiempo
- Clase *Thread* (*java.lang*)
- Creación:
  - Clase *A* que implementa interface *Runnable*
  - Construir una instancia de *Thread* usando *A*
  - Llamar a *start*(), sólo 1 vez

Crear y Arrancar *Threads* (I)

```
public interface Runnable {
    abstract public void run();
}
```

No argumentos, no excepciones, no valor de retorno, vida del *thread*

Cualquier objeto puede convertirse en *thread*

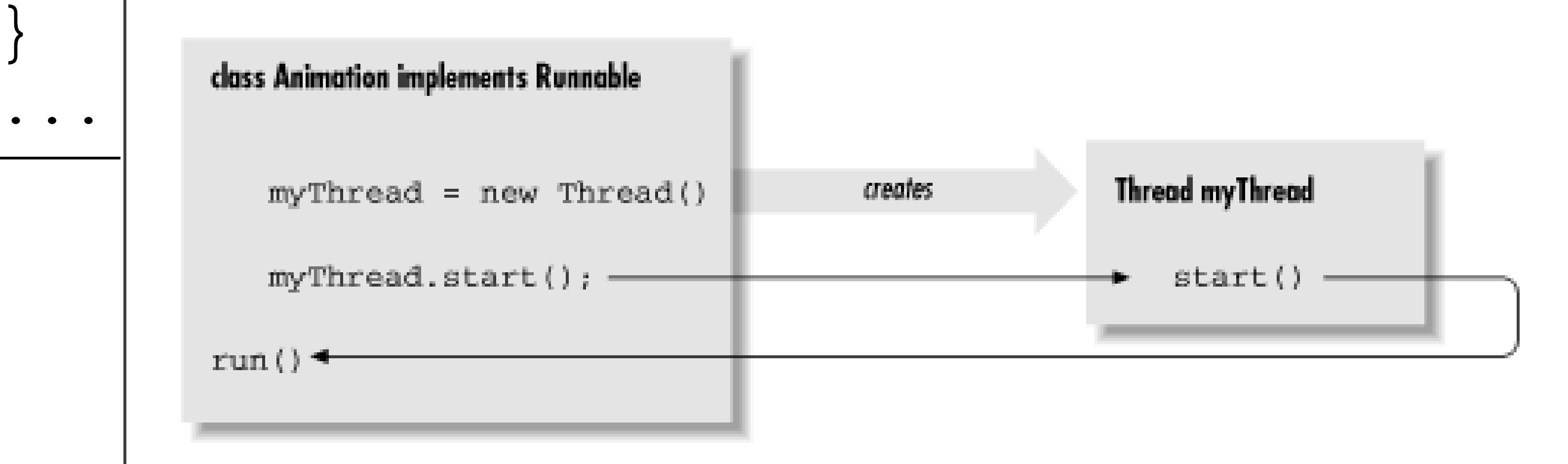
```
class Animation implements Runnable { ... }
```

```
Animation happy = new Animation("Mr. Happy");
Thread myThread = new Thread(happy);
myThread.start();
```

Crear y Arrancar *Threads* (II)

O arrancando en el constructor

```
class Animation implements Runnable {
   Thread myThread;
   Animation (String name) {
      myThread = new Thread(this);
      myThread.start();
   }
}
...
```



Control de *Threads* (I)

- *stop*()
  - método complementario de *start*()
  - destruye el *thread*
  - *deprecated* (Java 1.2)
- *suspend*(), *resume*()
  - pausa y reanuda el *thread*

Control de *Threads* (II)

- *sleep*(long millis)
- *join*() espera a que termine el *thread*
- *isAlive*()

Planificación de *Threads* (I)

- Si sólo hay una CPU, sólo se ejecuta 1 *thread* cada vez
- Llamar a *start*() pone al *thread* en estado ejecutable, no lo ejecuta
- Los *threads* son normalmente interrumpibles pero no se asegura un reparto por tiempo (no *time-slicing*)
- *setPriority*(...)

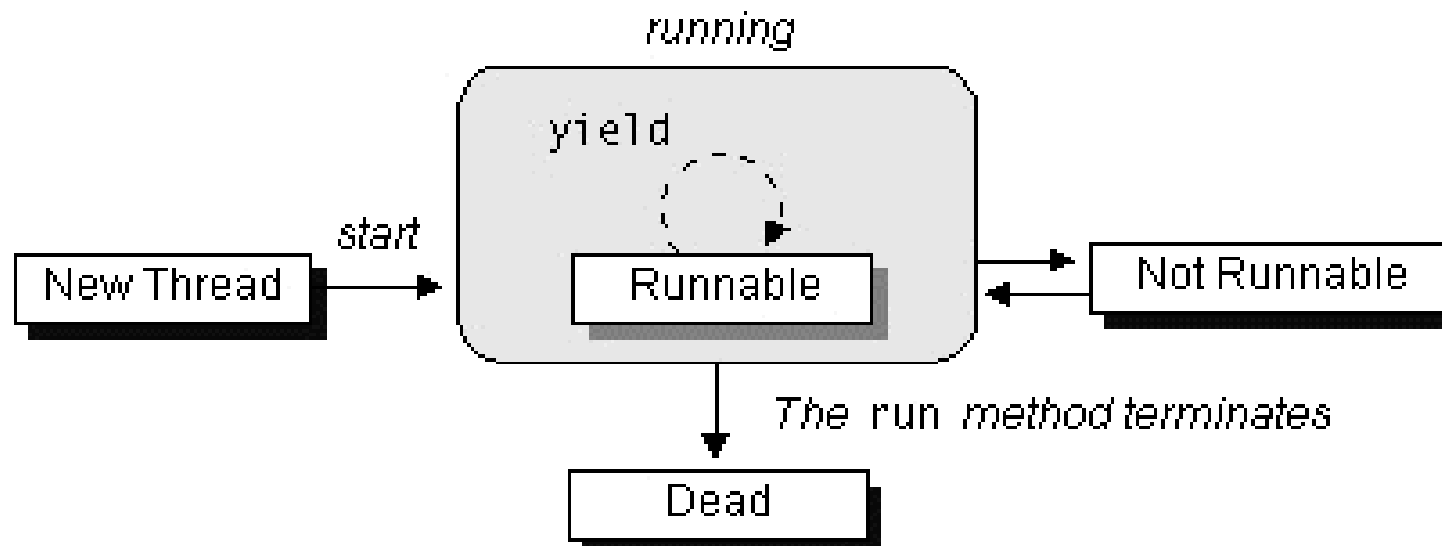
Planificación de *Threads* (II)

- Por tanto, hay que llamar a *sleep*() de vez en cuando
  - No necesariamente se reanuda el *thread* al terminar el período

```
try {Thread.sleep(1000);}
catch (InterruptedException e){…}
```

- El método *yield*() –pausa temporal- da paso a otros *threads* de igual prioridad

Ciclo de Vida



Otra Forma de Crear Threads

```
class MyThread extends Thread {
   …
   public void run() {
      …
   }
 }
 MyThread t = new MyThread();
 t.start();
```

Timer (en *java.util*):

- Ejecuta una *TimerTask* (implementa *Runnable)* tras un retardo

Resumiendo: Dos Métodos de Creación de *Threads*

```
public class HelloRunnable implements Runnable {

    public void run() {
        System.out.println("Hello from a thread!");
    }

    public static void main(String args[]) {
        (new Thread(new HelloRunnable())).start();
    }
}
```

```
public class HelloThread extends Thread {

    public void run() {
        System.out.println("Hello from a thread!");
    }

    public static void main(String args[]) {
        (new HelloThread()).start();
    }
}
```

http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/concurrency/runthread.html

Ejemplo: *SleepMessages*

```
public class SleepMessages {
  public static void main(String args[]) throws InterruptedException {
     String importantInfo[] = {
        "Mares eat oats",
        "Does eat oats",
        "Little lambs eat ivy",
        "A kid will eat ivy too"
     };
     for (int i = 0; i < importantInfo.length; i++) {
        //Pause for 4 seconds
        Thread.sleep(4000);
        //Print a message
        System.out.println(importantInfo[i]);
     }
  }
}
```

http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/concurrency/sleep.html

Ejemplo: *SimpleThreads*

```
public class SimpleThreads {

    //Display a message, preceded by the name of the current thread
    static void threadMessage(String message) {
        String threadName = Thread.currentThread().getName();
        System.out.format("%s: %s%n", threadName, message);
    }

    private static class MessageLoop implements Runnable {
        public void run() {
            String importantInfo[] = {
                "Mares eat oats",
                "Does eat oats",
                "Little lambs eat ivy",
                "A kid will eat ivy too"
            };
            try {
                for (int i = 0; i < importantInfo.length; i++) {
                    //Pause for 4 seconds
                    Thread.sleep(4000);
                    //Print a message
                    threadMessage(importantInfo[i]);
                }
            } catch (InterruptedException e) {
                threadMessage("I wasn't done!");
            }
        }
    }
...
```

http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/concurrency/simple.html

Ejemplo: *SimpleThreads*

```
...
public static void main(String args[]) throws InterruptedException {


    //Delay, in milliseconds before we interrupt MessageLoop
    //thread (default one hour).
    long patience = 1000 * 60 * 60;

    //If command line argument present, gives patience in seconds.
    if (args.length > 0) {
        try {
            patience = Long.parseLong(args[0]) * 1000;
        } catch (NumberFormatException e) {
            System.err.println("Argument must be an integer.");
            System.exit(1);
        }

    }

    ...
```

http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/concurrency/simple.html

Ejemplo: *SimpleThreads*

```
...

        threadMessage("Starting MessageLoop thread");
        long startTime = System.currentTimeMillis();
        Thread t = new Thread(new MessageLoop());
        t.start();

        threadMessage("Waiting for MessageLoop thread to finish");
        //loop until MessageLoop thread exits
        while (t.isAlive()) {
            threadMessage("Still waiting...");
            //Wait maximum of 1 second for MessageLoop thread to
            //finish.
            t.join(1000);
           if (((System.currentTimeMillis() - startTime) > patience) &&
                  t.isAlive()) {
                threadMessage("Tired of waiting!");
               t.interrupt();
                //Shouldn't be long now -- wait indefinitely
               t.join();
            }

        }
        threadMessage("Finally!");
    }
}
```

http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/concurrency/simple.html

Problemas de Concurrencia

```
public class MyStack {
    int index=0;
    char[] data=new char[10];
    public void push(char c) {
        data[index]=c;
        index++;
    }
    public char pop() {
        index--;
        return data[index];
    }
}
```

¡¡PROBLEMA!!

Sincronización: Uso de Cerrojos

- Cada objeto en Java tiene un *lock* asociado
- La palabra clave *synchronized* permite el acceso al lock:

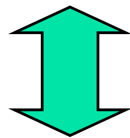
Espera en un *pool* por el cerrojo

```
synchronized(objeto) {
    // Aquí se dispone del cerrojo
    …
}
```

Se libera de nuevo el cerrojo

Ejemplo de Uso

```
public void sampleMethod {
    synchronized(this) {
        …
    }
}
```



```
public synchronized void sampleMethod {
    …
}
```

Métodos *notify* y *wait* (*Object*)

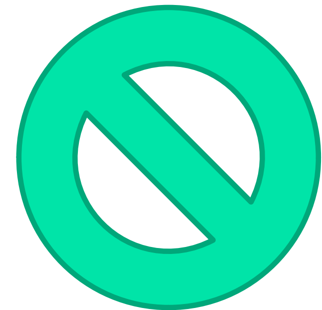
- *wait*():
  - libera cerrojo hasta que alguien avise (con *notify* o *notifyAll*) y entonces lo retoma
- *notify*():
  - despierta a 1 arbit. esperando en el cerrojo
- *notifyAll*():
  - despierta a todos
  - sólo 1 conseguirá el cerrojo

Para llamarlos, hay que estar en posesión del cerrojo

Ejemplo de Uso de *Wait* y *Notify*

Espera activa

```
public void guardedJoy() {
  //Simple loop guard. Wastes processor time. Don't do this!
  while(!joy) {}
  System.out.println("Joy has been achieved!");
}
```



http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/concurrency/guardmeth.html

Ejemplo de Uso de *Wait* y *Notify*

Espera "inteligente"

```
public synchronized guardedJoy() {
    //This guard only loops once for each special event, which may not
    //be the event we're waiting for.
    while(!joy) {
        try {
            wait();
        } catch (InterruptedException e) {}
    }
    System.out.println("Joy and efficiency have been achieved!");
}

public synchronized notifyJoy() {
    joy = true;
    notifyAll();
}
```

http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/concurrency/guardmeth.html

Otros Métodos de Interés

- Variantes de *wait*():
  - *wait(long millis)*
  - *wait(long millis, int nanos)*

Deadlocks

- Un *thread* A espera la liberación de un *lock* por parte de otro *thread* B que a su vez espera la liberación de un *lock* mantenido por A
- Es responsabilidad del programador
- Obtener siempre los cerrojos en el mismo orden y liberarlos en orden inverso

Ejemplo de *Deadlock*

```
public class Deadlock {
  static class Friend {
      private final String name;
      public Friend(String name) {
          this.name = name;
      }
      public String getName() {
          return this.name;
      }
      public synchronized void bow(Friend bower) {
         System.out.format("%s: %s has bowed to me!%n",
                  this.name, bower.getName());
         bower.bowBack(this);
      }
      ...
```

http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/concurrency/deadlock.html

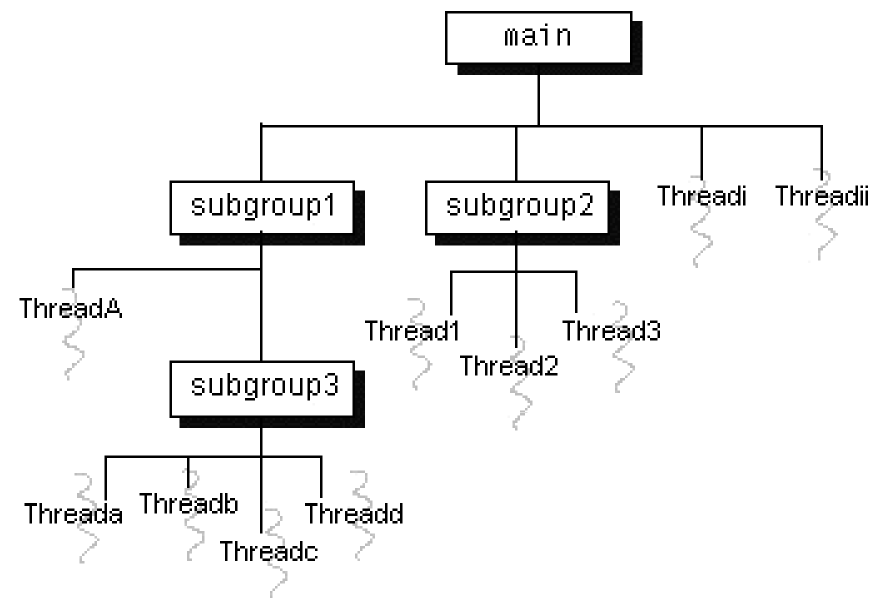
Ejemplo de *Deadlock*

```
...
        public synchronized void bowBack(Friend bower) {
            System.out.format("%s: %s has bowed back to me!%n",
                    this.name, bower.getName());
        }
    }
    public static void main(String[] args) {
        final Friend alphonse = new Friend("Alphonse");
        final Friend gaston = new Friend("Gaston");
        new Thread(new Runnable() {
            public void run() { alphonse.bow(gaston); }
        }).start();
        new Thread(new Runnable() {
            public void run() { gaston.bow(alphonse); }
        }).start();
    }
}
```

http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/concurrency/deadlock.html

Otros

- *ThreadGroup*
  - *activeCount*
  - *getMaxPriority*
  - *setMaxPriority*
  - *resume*
  - *stop*
  - *suspend*



Referencias

- Concurrency in Java - Tutorial. http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/concurrency/
- Thread Programming, Paul Hyde, Sams, ISBN 0672315858, 528 pages.
- Thinking in Java, Bruce Eckel, Prentice Hall, 4th edition, ISBN 0131002872.
- Thinking in Java, 3th edition. Free download: http://mindview.net/Books/TIJ/DownloadSites