



Programmazione III

Prof.ssa Liliana Ardissono
Dipartimento di Informatica
Università di Torino

**Programmazione parallela con i Java Thread –
Thread e Task – Pool di Thread, Future e
Callable**



Questa presentazione è distribuita sotto licenza Creative Commons CC BY ND

Thread e Task - I



Task (Runnable): unità logica di lavoro. Si tratta della sequenza di istruzioni che va eseguita, possibilmente in parallelo rispetto a altri task.

Thread: è il meccanismo di esecuzione di un task.

```
Class MyTask implements Runnable {  
    ...  
    public void run() {...}  
}
```

```
// Creo un nuovo Thread e gli passo il task da eseguire  
Thread t = new Thread(new MyTask());
```



Thread e Task - II

Sebbene i thread siano processi "light", occupano una discreta quantità di RAM e la loro creazione e distruzione genera lavoro (in termini di interazione con il sistema operativo) che, in presenza di molti thread, aumenta l'overhead nella JVM →

- La creazione di thread nuovi può andare bene per piccoli programmi, ma non è scalabile in generale
- Limitare la creazione di nuovi thread e usare i Runnable per definire i task, da far eseguire a un numero limitato di thread (in modo controllato)



Thread e Task - III

Per organizzare un'applicazione in modo modulare e facilitare il parallelismo conviene

- suddividere la sua logica applicativa in Task - i compiti da fare (in modo indipendente) e
- specificare nella gestione dei Thread le politiche di esecuzione dei task (permettendo parallelismo, o imponendo sequenzialità, a seconda delle relazioni di dipendenza esistenti tra i task).



Thread pool - I

Un programma che crea numerosi thread, ciascuno dei quali fa attività brevi, è inefficiente

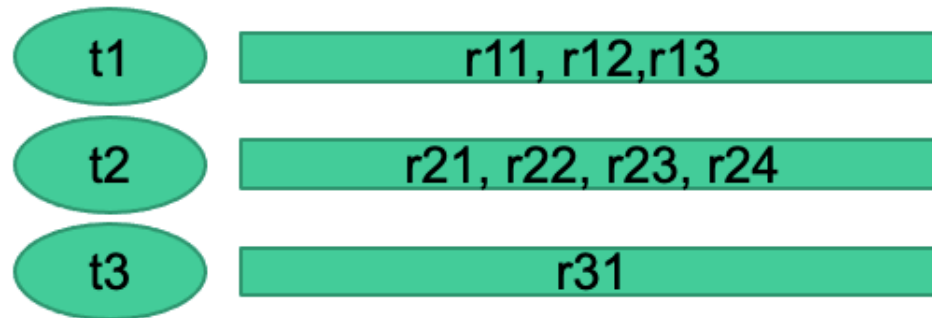
- **Thread pool**: il programma può creare un certo numero di thread in un colpo solo e poi distribuire su questi i task da eseguire
- La creazione di pool di thread e la loro esecuzione viene gestita dagli **Executors**, a cui si chiede di creare i pool e di mandarli in esecuzione



Thread pool - II

Insieme di thread omogenei e pronti all'esecuzione dei task che vengono loro assegnati

Ogni thread del pool ha una coda di task da eseguire



Quando un thread ha finito un task prende un task dalla sua coda. Se vuota, ruba il task ad un altro thread. Se non ci sono task da fare si sospende in attesa di nuovi task o di terminazione.

Thread pool: Executors - I



Package `java.util.concurrent`:

Executor interface: specifica la policy di esecuzione di task di un'applicazione

- **`void execute(Runnable command)`:** esegue command ad un certo punto, nel futuro, secondo la policy specificata (ci sono tipi diversi di executor, vd. prox. lucido)

Thread pool: Executors - II



Executors: factory degli oggetti di tipo Executor:


- **ExecutorService newFixedThreadPool(int n):** crea un pool di thread con un numero fisso di elementi
- **ScheduledExecutorService newScheduledThreadPool(int n):** crea un pool thread con scheduling delle attività (serve per creare pool di thread che eseguiranno i task con un ritardo specificato in input, oppure ciclicamente)
- **ExecutorService newSingleThreadExecutor():** crea un Executor che usa un solo thread e usa la ThreadFactory per crearne di nuovi
- ...

Thread pool fisso – Esempio - I

class PingPong implements Runnable {

```
    private int delay;
    private String name;
    public PingPong(String str, int d) {
        delay = d;
        name = str; }

    public void run() {
        for (int i = 1; i < 3; i++) {
            System.out.println(name + " " +
                Thread.currentThread().getName());
            try {
                Thread.sleep(delay);
            } catch (InterruptedException e) {return;}
        }
        System.out.println("DONE! "+name+"
            "+Thread.currentThread().getName());
    }
}
```



PingPong: tipo di
task da eseguire

Thread pool fisso – Esempio - II

```
public class PingPongThreadPool {  
    private static final int NUM_THREAD = 5;
```



```
    public static void main (String[] args) {  
        ExecutorService exec = Executors.newFixedThreadPool(NUM_THREAD);  
        for (int i=0; i<10; i++) {           // creo 10 task da eseguire  
            Runnable task = new PingPong("PING"+i, 200);  
            exec.execute(task); }  
        exec.shutdown(); // initiates an orderly shutdown in which previously  
            // submitted tasks are executed, but no new tasks will be accepted  
        try {  
            exec.awaitTermination(5, TimeUnit.SECONDS);  
            //Blocks until all tasks have completed execution after a shutdown  
            request,  
            // or the timeout occurs, or the current thread is interrupted,  
            // whichever happens first (lo uso se voglio terminare entro una  
            scadenza)  
        } catch (InterruptedException e) {  
            System.out.println(e.getMessage());  
        }  
    }  
}
```

Thread pool fisso

– Esecuzione



i 5 thread del pool eseguono
2 task per ciascuno

```
C:\WINDOWS\system32\cmd...
PING1 pool-1-thread-2
PING2 pool-1-thread-3
PING4 pool-1-thread-5
PING3 pool-1-thread-4
PING0 pool-1-thread-1
PING2 pool-1-thread-3
PING4 pool-1-thread-5
PING3 pool-1-thread-4
PING0 pool-1-thread-1
PING1 pool-1-thread-2
DONE! PING3 pool-1-thread-4
DONE! PING1 pool-1-thread-2
DONE! PING0 pool-1-thread-1
DONE! PING2 pool-1-thread-3
DONE! PING4 pool-1-thread-5
PING8 pool-1-thread-3
PING7 pool-1-thread-1
PING6 pool-1-thread-2
PING5 pool-1-thread-4
PING9 pool-1-thread-5
PING6 pool-1-thread-2
PING7 pool-1-thread-1
PING5 pool-1-thread-4
PING8 pool-1-thread-3
PING9 pool-1-thread-5
DONE! PING6 pool-1-thread-2
DONE! PING7 pool-1-thread-1
DONE! PING8 pool-1-thread-3
DONE! PING9 pool-1-thread-5
DONE! PING5 pool-1-thread-4
Premere un tasto per continuare . . .
```

Thread pool fissi e "graceful degrading" delle applicazioni

I thread pool fissi sono essenziali per permettere alle applicazioni di degradare le proprie prestazioni, quando sotto carico eccessivo, senza smettere di funzionare.

Es. web server: ogni richiesta HTTP viene servita da un thread. Se il web server creasse un thread nuovo per ogni richiesta, in presenza di troppe richieste ne genererebbe troppi → smetterebbe di funzionare. Invece con un pool fisso di thread servirà le richieste in coda man mano che termina l'esecuzione delle precedenti → ritardo, ma senza crash dell'applicazione



Interface Callable

- I task che devono restituire un risultato al chiamante possono essere implementati come Callable
- **Callable<T>:**
 - Offre metodo **T call()** (analogo a run()) per l'esecuzione del task
 - La sua esecuzione restituisce un valore di tipo T



Interface Future<T>

Rappresenta il risultato di una computazione asincrona. Offre i metodi per verificare se la computazione è completata e per estrarre il risultato. Il tipo T è quello del risultato della computazione

- **FutureTask(Callable<T> task)**: crea un FutureTask che, quando parte, esegue il task passato come parametro
- **boolean isDone()**: per verificare se il task è completato
- **T get()**: se necessario attende che la computazione asincrona termini; poi restituisce il suo risultato
 - NB: se il task non termina, chi invoca la get() resta bloccato in attesa – ma esistono metodi con time-out, in caso si possa ignorare qualche risultato

Future-Callable – Esempio - I



```
class Computazione implements Callable<Integer> {  
    private int num;  
  
    public Computazione(int n) {num = n;}  
  
    public Integer call() {  
        System.out.println("INIZIO computazione " + num);  
        try {  
            Thread.sleep((int) Math.round(Math.random() * 4000));  
        } catch (InterruptedException e)  
        {System.out.println("Interruzione thread");}  
        System.out.println("FINE computazione " + num +  
                           ": risultato = " + 2*num);  
        return new Integer(2*num);  
    }  
}
```

Computazione è un tipo di task da eseguire, che restituisce un risultato

Future-Callable – Esempio - II



```
public static void main (String[] args) {  
    // estratto di codice da esempio FutureCallable  
    // preparo il pool di esecutori dei task callable  
    ExecutorService exec =  
        Executors.newFixedThreadPool(NUM_THREADS);  
    ... // creo il task callable  
    FutureTask<Integer> ft = new FutureTask<>(new Computazione(i));  
    exec.execute(ft);  
  
    ...  
    try {  
        int result = (ft.get()).intValue();  
    } catch (Exception e) {System.out.println(e.getMessage());}  
}
```


Future-Callable – Esempio - esecuzione



```
inizio il main
INIZIO computazione 0
INIZIO computazione 1
FINE computazione 1: risultato = 2
INIZIO computazione 2
FINE computazione 0: risultato = 0
INIZIO computazione 3
FINE computazione 3: risultato = 6
INIZIO computazione 4
FINE computazione 4: risultato = 8
INIZIO computazione 5
FINE computazione 2: risultato = 4
INIZIO computazione 6
FINE computazione 5: risultato = 10
INIZIO computazione 7
FINE computazione 7: risultato = 14
INIZIO computazione 8
FINE computazione 6: risultato = 12
INIZIO computazione 9
FINE computazione 9: risultato = 18
FINE computazione 8: risultato = 16

Il totale è: 90
```



Thread pool: Executors - III



Executors: factory degli oggetti di tipo Executor:

- **ExecutorService newFixedThreadPool(int n):** crea un pool di thread con un numero fisso di elementi
- **ScheduledExecutorService newScheduledThreadPool(int n):** crea un pool thread con scheduling delle attività (serve per creare pool di thread che eseguiranno i task con un ritardo specificato in input, oppure ciclicamente)
- **ExecutorService newSingleThreadExecutor()** crea un Executor che usa un solo thread e usa la ThreadFactory per crearne di nuovi
- ...

ScheduledExecutorService - I



schedule (Runnable task, long delay, TimeUnit timeunit)

```
public static void main (String[] args) {  
    ScheduledExecutorService exec =  
        Executors.newScheduledThreadPool(3); // pool di 3 thread  
  
    ScheduledFuture<Integer> task =  
        exec.schedule(new Computazione1(2),  
            5, // tempo di attesa  
            TimeUnit.SECONDS);  
  
    try {  
        System.out.println("result = " + task.get();)  
    } catch (Exception e){System.out.println(e.getMessage());}  
    exec.shutdown();  
}  
  
// TimeUnit temporizza esecuzione di task con ritardo
```

ScheduledExecutorService - II

Esecuzione ciclica di task con ritardo iniziale (initDelay)

scheduleAtFixedRate (Runnable, long initDelay, long period, TimeUnit timeunit)

```
public static void main (String[] args) {  
    ScheduledExecutorService exec =  
        Executors.newScheduledThreadPool(3);  
  
    exec.scheduleAtFixedRate (new MyTask("TASK"),  
        2,  
        3,  
        TimeUnit.SECONDS  
        );  
  
    // esecuzione ciclica infinita. Se voglio fermarla devo inserire lo  
    // shutdown ma dopo un certo tempo se no il thread termina subito  
    // e non esegue mai il task. Vd. ScheduledExecutorTest  
}
```

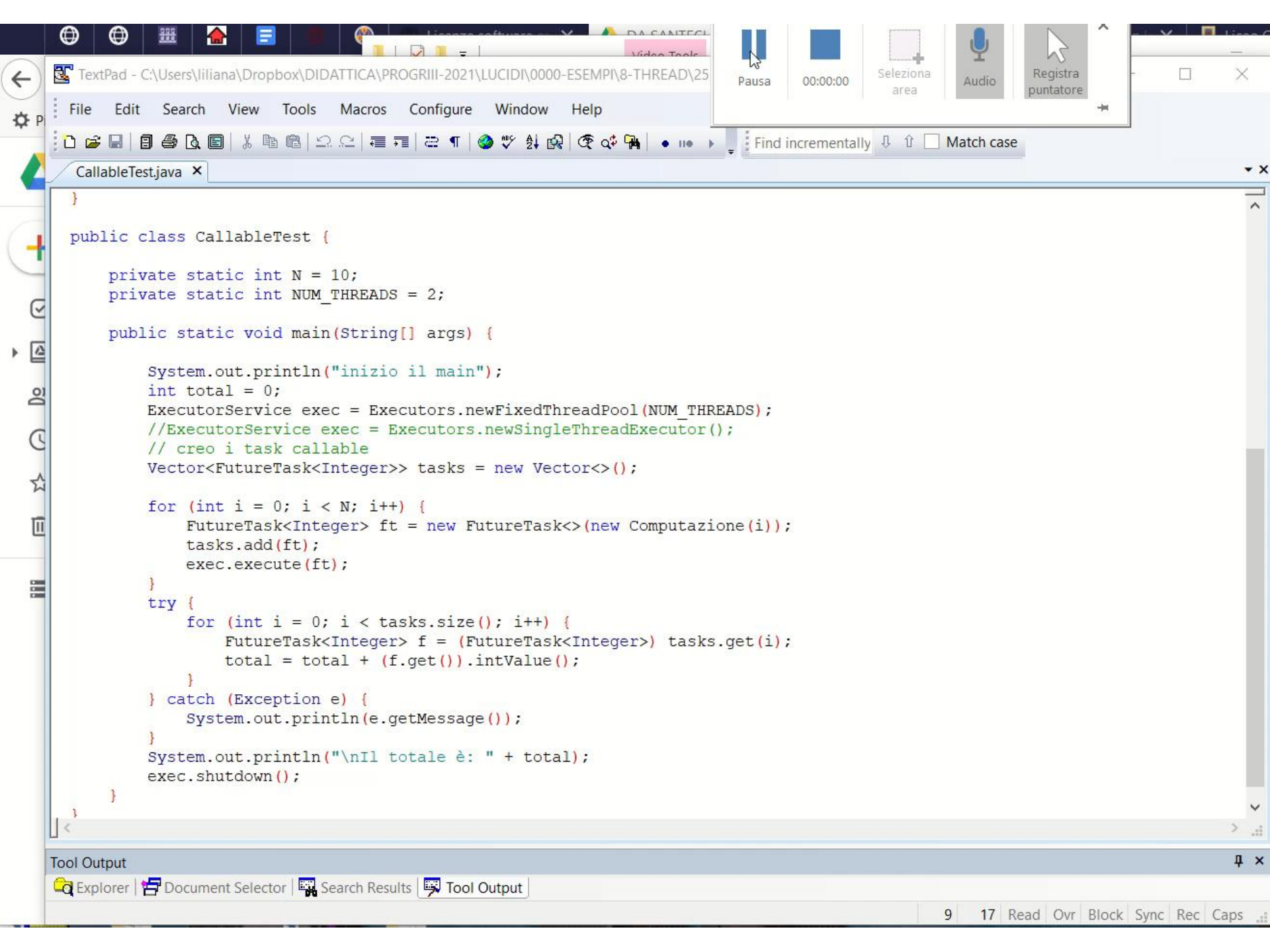
ScheduledExecutorTest – Esecuzione



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

INIZIO computazione
FINE computazione
Risultato = 4

Ora lancio un task ciclico ma lo lascio andare avanti solo per pochi secondi
TASK pool-1-thread-1
DONE! TASK pool-1-thread-1
TASK pool-1-thread-1
DONE! TASK pool-1-thread-1
TASK pool-1-thread-1
DONE! TASK pool-1-thread-1
TASK pool-1-thread-1
DONE! TASK pool-1-thread-1
TASK pool-1-thread-1
DONE! TASK pool-1-thread-1
TASK pool-1-thread-1
DONE! TASK pool-1-thread-1
Premere un tasto per continuare . . .
```



TextPad - C:\Users\liliana\Dropbox\DIDATTICA\PROGRIII-2021\LUCIDI\0000-ESEMPI\8-THREAD\25

File Edit Search View Tools Macros Configure Window Help

Find incrementally Match case

CallableTest.java x

```
}  
  
public class CallableTest {  
  
    private static int N = 10;  
    private static int NUM_THREADS = 2;  
  
    public static void main(String[] args) {  
  
        System.out.println("inizio il main");  
        int total = 0;  
        ExecutorService exec = Executors.newFixedThreadPool(NUM_THREADS);  
        //ExecutorService exec = Executors.newSingleThreadExecutor();  
        // creo i task callable  
        Vector<FutureTask<Integer>> tasks = new Vector<>();  
  
        for (int i = 0; i < N; i++) {  
            FutureTask<Integer> ft = new FutureTask<>(new Computazione(i));  
            tasks.add(ft);  
            exec.execute(ft);  
        }  
        try {  
            for (int i = 0; i < tasks.size(); i++) {  
                FutureTask<Integer> f = (FutureTask<Integer>) tasks.get(i);  
                total = total + (f.get()).intValue();  
            }  
        } catch (Exception e) {  
            System.out.println(e.getMessage());  
        }  
        System.out.println("\nIl totale è: " + total);  
        exec.shutdown();  
    }  
}
```

Tool Output

Explorer Document Selector Search Results Tool Output



Conclusioni

I pool di thread non aggiungono nulla ai concetti che ho descritto (parallelismo etc.), ma servono per sviluppare applicazioni scalabili.

Anche nel caso di pool di thread potrebbe essere necessario gestire accessi in mutua esclusione a risorse condivise → si usano i lock, Semaphore, synchronized, etc., per gestire le sezioni critiche.