

Example01

NOTA SUL CODICE

Le lezioni sugli esempi di programmazione in JAVA saranno d'ora in avanti così annotate:

- ciascuna parte di codice di rilevanza, verrà qui discussa nel dettaglio;
- la discussione sul codice è presa dalle lezioni in presenza/registrazioni, potete verificare così la veridicità;
- il codice finale (nella cartella `JAVA/eclipse-workspace/Example/src`) potrebbe non essere lo stesso codice che riscontrate qui. Tuttavia non vi perdetevi nulla siccome commenterò anche quello.

Table of contents

- [Costruzione dei thread](#)
 - [`Notifier`](#)
 - [`InterruptedException` vs `Throwable`](#)
 - [`Notifier.java`](#)
 - [`Notifier` + `Example01`](#)
 - [`Waiter`](#)
 - [`mutex` e regione critica](#)
 - [Esemplificazione del codice](#)
 - [Metodi separati](#)
 - [Interfacce funzionali \(→\)](#)
 - [Soluzione al problema di sincronizzazione](#)
- [`Example01.java`](#)

Costruzione dei thread

Nomenclatura in JAVA

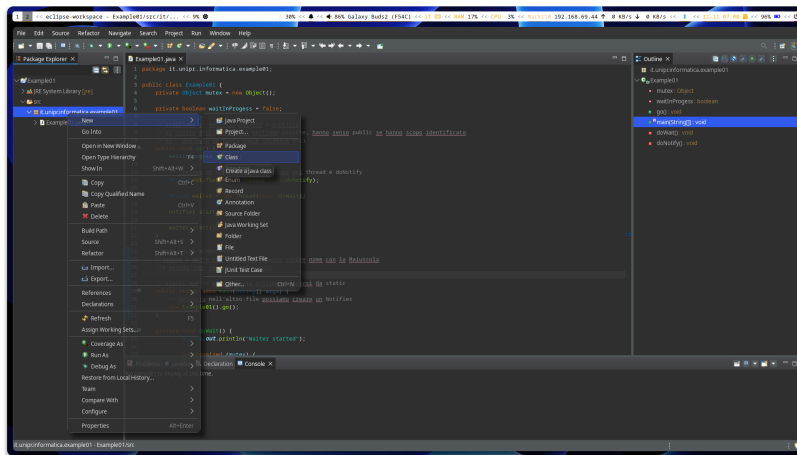
Seguiamo la denominazione standard:

- i metodi vengono sempre scritti con l'iniziale minuscola;
`run()`
- le classi vengono sempre scritte con l'iniziale Maiuscola;
`Notifier`
- per separare le parole composte NON usiamo '_' ma mettiamo la Maiuscola ad ogni nuova parola;
`waitInProgress`

Abbiamo visto la costruzione dei thread in JAVA (estendendo `Thread` o implementando `Runnable`) e abbiamo visto come costruire un progetto in Eclipse. Abbiamo visto come aggiungere una classe in un package, quindi usiamo quello appena imparato per crearne due:

- un thread *Waiter* rimane in attesa aspettando la notifica di un altro;
- un thread *Notifier* dopo un'attesa di tot secondi randomica, notifica con `notifyAll()`.

Usando Eclipse clicchiamo col tasto destro sul nostro file `Example01` e creiamo una nuova classe con `New > Class` chiamandola *Notifier*.



Notifier

Al suo interno estendiamo la classe `Thread`, siccome uno dei due modi per creare thread è o questo, o implementare l'interfaccia `Runnable`. Siccome il metodo `run()` (seppure vuoto) esiste già all'interno di `Thread`, facciamo `@Override` per scriverne un'implementazione.

Nota su `@Override`

Buona norma detta che il nostro metodo debba sempre essere preceduto da `@Override`, perché ci aiuta a non fare errori nell'implementazione: se omettessimo la parola chiave, non verrebbe segnalato nulla, il codice funzionerebbe lo stesso ma la creazione del metodo non sarebbe più una della classe che stiamo estendendo `Thread`

```
package it.univr.informatica.example01;

public class Notifier extends Thread {
    @Override
    public void run() {
    }
}
```

InterruptedException vs Throwable

Proviamo a mettere all'interno del nostro metodo, un metodo statico di `Thread` per l'attesa di qualche secondo: `sleep(millis)`. Facendo ciò, decidiamo che 5sec possono essere sufficienti. Gestiamo anche l'eccezione che lancerebbe `sleep` con un `try-catch`.

L'eccezione da catturare possiamo deciderla noi:

di base, `sleep` lancia `InterruptedException` (siccome estende `InterruptedException`), ma nel caso in cui non ci fidassimo o volessimo verificare la presenza di altre eccezioni, catturiamo `Throwable` per catturarle tutte.

Estendiamo di default `InterruptedException`

```
try {
    Thread.sleep(5000);
} catch (InterruptedException e) {
    //TODO
}
```

Catturiamo tutto `Throwable`

```
try {
    Thread.sleep(5000);
} catch(Throwable throwable) {
    //TODO
}
```

Quindi, per intenderci, dobbiamo catturare l'eccezione perché quando siamo in stato d'attesa qualcuno dall'esterno, può bloccare il Thread che lancerà, per ciascuno, `InterruptedException`. Ogni Thread verrà interrotto.

Notifier.java

 **Esempio di classe** Notifier.java **che usa** Throwable

```
package it.unipr.informatica.example01;

public class Notifier extends Thread {
    @Override
    public void run() {
        System.out.println("Started");

        try {
            // best-effort, almeno 5sec vengono garantiti
            Thread.sleep(5000);
        } catch(Throwable throwable) {
            // blank
        }

        System.out.println("Terminated")
    }
}
```

Example01.java

Torniamo ora nella classe con il `main`, dove ragioneremo su come lanciare il thread `Notifier`. Il `main`, essendo metodo `static` non ha accesso agli attributi che non sono uguali di tipo; definiamo la `go()` come tipo `public`.

Per usare la `Notifier`, creiamo un oggetto di tipo `Thread`; prendiamo l'abitudine di creare nuovi oggetti, siccome poi ci potrebbe servire usare i loro stati.

Il nuovo oggetto avrà compito di fare `start()` per avviare l'attesa.

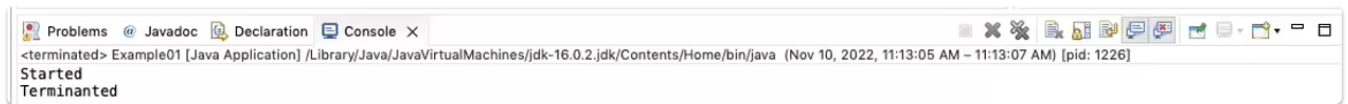
 **Esempio di classe** Example01.java

```
public class Example01 {
    public void go() {
        Thread notifier = new Notifier();

        notifier.start();
    }

    public static void main(String[] args) {
        new Example01().go();
    }
}
```

La compilazione ed esecuzione del programma porterà al seguente risultato atteso.



Notifier + Example01

Se il `Waiter` deve fare `wait()` su un oggetto, e il `Notifier` deve fare `notifyAll()` su un oggetto, quello sarà lo stesso oggetto, che è `Example01`.

`Notifier` non vede tuttavia l'oggetto `Example01`.

Ragionevolmente lo scopo di `Notifier` è solo quello di costruire un thread e fare `notifyAll()`, mentre quello del `Waiter` e' fare `wait()`.

Un nuovo file separato dall'oggetto `Example01` non ha molto senso, siccome entrambi `Notifier` e `Waiter` devono vedersi gli stati a vicenda.

Spostiamo quindi il codice della `Notifier` dentro a `Example01`, cancellando il vecchio file e mentre lo facciamo, *anonimizziamo* la classe siccome dargli un nome non e' necessario, siccome la usiamo una volta soltanto.

✎ Estendere `Thread` o implementare `Runnable` ?

Sono la stessa cosa.

L'importante e' non creare un file separato per la classe `Notifier`, siccome poi non potrebbe vedere gli stati di `Example01`.

```
Thread notifier = new Thread () {  
}
```

E' equivalente a scrivere:

```
Runnable runnable = new Runnable() {  
}
```

✎ `Example01.java` contiene ora la `Notifier`

```
package it.unipr.informatica.example01;  
  
public class Example01 {  
    public void go() {  
        // usiamo Runnable  
        Runnable runnable = new Runnable() {  
            @Override  
            public void run() {  
                System.out.println("Started");  
                try {  
                    // best-effort, almeno 5sec vengono garantiti  
                    Thread.sleep(5000);  
                } catch (Throwable throwable) {  
                    // blank  
                }  
                System.out.println("Terminated")  
            }  
        };  
        // usiamo come argomento del costruttore il Runnable  
        Thread notifier = new Thread(runnable);  
        notifier.start();  
    }  
}
```

```

    }

    public static void main(String[] args) {
        new Example01().go();
    }
}

```

Waiter

Si dovrà mettere in attesa e aspettare che il `Notifier` lo notifichi.
Per crearlo, ci basta prima ridefinire l'implementazione di `Runnable`.

```

// ridefiniamo Runnable
runnable = new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        System.out.println("Waiter started");

        System.out.println("Waiter terminated");
    }
};

// creiamo il waiter
Thread waiter = new Thread(runnable);

```

mutex e regione critica

L'oggetto su cui facciamo operazioni e' uno di tipo `Object`, privato ad `Example01`, e lo scriviamo in cima, prima della `go()`. Chiamiamo per semplicita' questo oggetto: `mutex`.

```
private Object mutex = new Object();
```

⚠ Attenzione alla sincronizzazione sul `mutex`

L'oggetto su cui vogliamo lavorare, `mutex`, si deve trovare in una regione critica o meglio, in un blocco `synchronized`. Questo e' l'unico caso in qui il compilatore ci segnala errore. Da ricordare anche che l'oggetto su cui facciamo la sincronizzazione, deve essere lo stesso argomento del blocco.

```

synchronized(mutex){
    mutex.notifyAll();
}

```




```

<terminated> Example01 [Java Application] /Library/Java/JavaVirtualMachines/jdk-16.0.2.jdk/Contents/Home/bin/java (Nov 10, 2022, 11:38:41 AM - 11:38:44 AM) [pid: 1324]
Notifier started
Waiter started
Waiter terminated
Exception in thread "Thread-0" java.lang.IllegalMonitorStateException: current thread is not owner
    at java.base/java.lang.Object.notifyAll(Native Method)
    at it.unipr.informatica.examples.Example01$1.run(Example01.java:18)
    at java.base/java.lang.Thread.run(Thread.java:831)

```

Aggiunta la regione critica per entrambi i thread che opereranno sull'oggetto in comune, e aggiunti i blocchi `try-catch` per catturare l'eccezioni, ecco il risultato.

 Waiter e Notifier **lavorano assieme sul** `mutex`

```

package it.unipr.informatica.example01;

public class Example01 {

```

```

// Notifier e Waiter possono accedervi
private Object mutex = new Object();

public void go() {
    // usiamo Runnable
    // Notifier
    Runnable runnable = new Runnable() {
        @Override
        public void run() {
            System.out.println("Notifier started");
            try {
                // best-effort, almeno 5sec vengono garantiti
                // 2
                Thread.sleep(5000);
            } catch (Throwable throwable) {
                // blank
            }
            // 3
            synchronized(mutex) {
                mutex.notifyAll();
            }
            System.out.println("Notifier terminated")
        }
    };
    // usiamo come argomento del costruttore il Runnable
    Thread notifier = new Thread(runnable);

    // Waiter
    runnable = new Runnable() {
        @Override
        public void run() {
            // 5
            System.out.println("Waiter started");
            synchronized(mutex) {
                try {
                    // 6
                    mutex.wait();
                } catch (Throwable throwable) {
                    // blank
                }
            }
            System.out.println("Waiter terminated");
        }
    };

    Thread waiter = new Thread(runnable);
    // 1
    notifier.start();
    // 4
    waiter.start();
}

public static void main(String[] args) {
    new Example01().go();
}
}

```

Abbiamo tuttavia un problema, non irrilevante, di sincronizzazione.

Seguiamo questo ragionamento per identificarlo (vedi commenti in alto numerati):

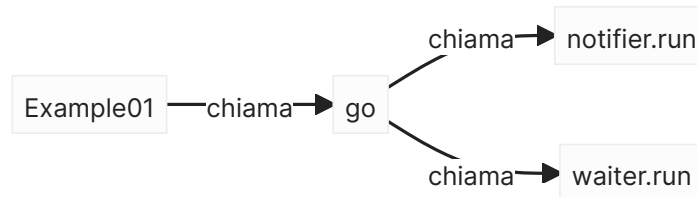
1. facciamo `start()` di `Notifier`
2. facciamo `sleep(5000)`

3. facciamo `notifyAll()`
4. facciamo `start()` del `Waiter`
5. facciamo `System.out.println("Waiter started");`
6. facciamo `wait()`

Niente ci garantisce che la `NotifyAll()` venga fatta dopo la `wait()`.

Potrebbe succedere, anche se poco probabile nel caso di 5 secondi di attesa, che i due thread partano ma senza l'ordine da noi voluto.

Esemplificazione del codice



Sarebbe utile semplificare il codice.

Così come è scritto non è sbagliato ma inizia a essere complicato: proprio a causa delle inner class che stiamo creando a mano a mano che andiamo avanti, nuovi percorsi di esecuzione si stanno aggiungendo alla lista e gestirli nell'insieme diventa difficile.

Metodi separati

Per risolvere, potremmo creare un metodo che contiene la `run()` di ciascuno.

Questo è solo *refactoring* del codice, i 2 flussi di esecuzione sono ancora presenti ma leggermente più comprensibile diventa il codice.

```
runnable = new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        doWait();
    }
};

private void doWait() {
    System.out.println("Waiter started");
    synchronized(mutex) {
        try {
            mutex.wait();
        } catch (Throwable throwable) {
            //blank
        }
    }
    System.out.println("Waiter terminated");
}
```

```
runnable = new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        doNotify();
    }
};

private void doNotify() {
    System.out.println("Notifier started");
    try {
```

```

        // best-effort, almeno 5sec vengono garantiti
        Thread.sleep(5000);
    } catch(Throwable throwable) {
        // blank
    }
    synchronized(mutex) {
        mutex.notifyAll();
    }
    System.out.println("Notifier terminated")
}

```

Interfacce funzionali (->)

Ma quello che invece facciamo e' usare la stessa tecnica, pero' in JAVA8, dove possiamo implementare sia interfaccia che unico metodo in una volta sola.

Il nome e' **interfaccia funzionale**, applicante quella che e' la *lambda expression*.

```

Thread notifier = new Thread(() -> {
    doNotify();
});

```

```

Thread waiter = new Thread(() -> {
    doWait();
});

```

Scritto meglio ancora, siccome la lambda-expression e' invocata sull'oggetto `this`:

```

Thread notifier = new Thread(this::doNotify);

```

```

Thread waiter = new Thread(this::doWait);

```

Soluzione al problema di sincronizzazione

Come risolviamo il problema visto in [`mutex` e regione critica?](#)

Permettiamo alla `notifyAll()` di aspettare che venga eseguita la `wait()`, usando uno stato:

```

private boolean waitInProgress = false;

```

che impostiamo a `true` appena entriamo nel blocco `synchronized` di `doWait()`

```

private void doWait() {
    System.out.println("Waiter started");
    synchronized(mutex) {
        waitInProgress = true;
        try {
            mutex.wait();
        } catch(Throwable throwable) {
            //blank
        }
    }
    System.out.println("Waiter terminated");
}

```

Example01.java

```

package it.unipr.informatica.example;

```



```

public class Example01 {
    // creiamo mutex condiviso
    private Object mutex = new Object();
    // creiamo una barriera per controllare se siamo in wait o no
    private boolean waitInProgress = false;

    public void go() {
        // ridondante, ma per sicurezza lo mettiamo
        waitInProgress = false;
        Thread notifier = new Thread(this::doNotify);
        Thread waiter = new Thread(this::doWait);
        notifier.start();
        waiter.start();
    }

    private void doWait() {
        System.out.println("Waiter started");
        synchronized(mutex) {
            waitInProgress = true;
            mutex.notifyAll();
            try {
                mutex.wait();
            } catch (Throwable throwable) {
                //blank
            }
        }
        System.out.println("Waiter terminated");
    }

    private void doNotify() {
        System.out.println("Notifier started");
        synchronized(mutex) {
            try {
                // continuiamo a controllare se siamo in wait o no
                while (!waitInProgress)
                    mutex.wait();
                // facciamo sleep se lo siamo
                Thread.sleep(5000);
                // notifichiamo infine
                mutex.notifyAll();
            } catch (Throwable throwable) {
                // blank
            }
        }
        System.out.println("Notifier terminated")
    }

    public static void main(String[] args) {
        new Example01().go();
    }
}

```

Problems @ Javadoc Declaration Console X

<terminated> Example01 [Java Application] /Library/Java/JavaVirtualMachines/jdk-16.0.2.jdk/Contents/Home/bin/java (Nov 10, 2022, 11:43:34 AM – 11:43:39 AM) [pid: 1340]

```

Notifier started
Waiter started
Notifier terminated
Waiter terminated

```