I Thread in Java parte 2: Sincronizzazione

Sincronizzazione: `wait` e `notify`

wait set: coda di thread associata ad ogni oggetto, inizialmente vuota.

- I thread entrano ed escono dal ***wait set*** utilizzando i metodi `wait()` e `notify()`.
- `wait` e `notify` possono essere invocati da un thread **solo all'interno di un *blocco sincronizzato* o di un *metodo sincronizzato*** (e` necessario il *possesso* del lock dell'oggetto).

wait, notify, notifyall

`wait` comporta il rilascio del lock, la sospensione del thread ed il suo inserimento in ***wait set***. Al risveglio (tramite notify o notifyall) il thread riacquisirà automaticamente il lock.

(NB. throws InterruptedException)

`notify` comporta l'estrazione di un thread da **wait set** ed il suo inserimento in ***entry set***. [Cioè: il thread risvegliato riacquisce automaticamente il lock.]

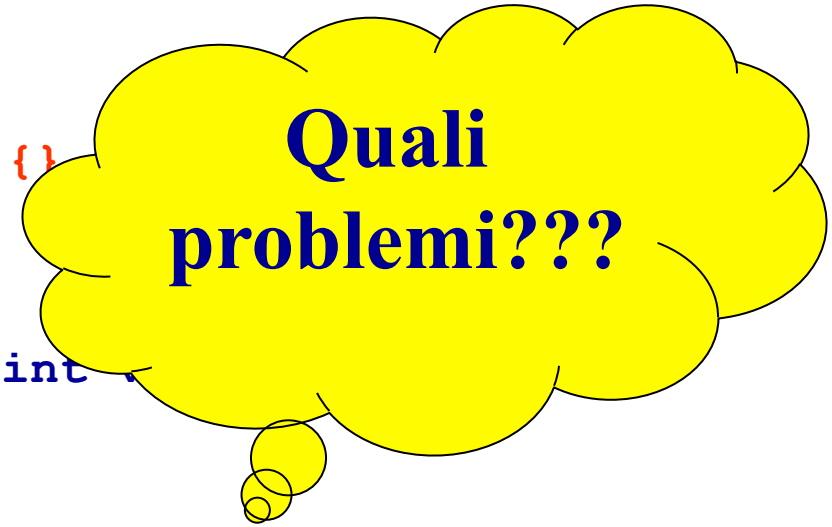
`notifyall` comporta l'estrazione di **tutti** i thread da ***wait set*** ed il loro inserimento in ***entry set***.

NB: **`notify`** e **`notifyall`** non provocano il rilascio del lock: ➔ i thread risvegliati devono attendere che il lock sia libero (Politica **signal&continue**).

```
//Esempio: mailbox con capacita`=1
public class Mailbox{
    private int contenuto;
    private boolean pieno=false;

   public synchronized int preleva()
    {   try{
        while (pieno==false)
               wait();
        pieno=false;
        notify();
        }catch(InterruptedException e){}
        return contenuto;
   }

   public synchronized void deposita(int
   {    try{
        while (pieno==true)
           wait();
        contenuto=valore;
        pieno=true;
        notify();
        }catch(InterruptedException e){}
   }
}
```



Problemi

- La presenza di una sola coda rende necessario dopo ogni inserimento ed ogni prelievo, il risveglio di TUTTI i processi (produttori e consumatori) sospesi.

```
//Esempio: mailbox con capacita`=1
public class Mailbox{
    private int contenuto;
    private boolean pieno=false;

   public synchronized int preleva()
    {   try{
        while (pieno==false)
               wait();
        pieno=false;
        notifyAll();
        }catch(InterruptedException e){}
        return contenuto;
   }

   public synchronized void deposita(int valore)
   {    try{
        while (pieno==true)
           wait();
        contenuto=valore;
        pieno=true;
        notifyAll();
        }catch(InterruptedException e){}
   }
}
```

```
//Mailbox di capacita` N
public class Mailbox {
  private int[]contenuto;
  private int contatore, testa, coda;

  public mailbox(){ //costruttore
    contenuto = new int[N];
    contatore = 0;
    testa = 0;
    coda = 0;
  }
  public synchronized int preleva (){
    int elemento;
    while (contatore == 0)
      wait();
    elemento = contenuto[testa];
    testa = (testa + 1)%N;
    --contatore;
    notifyAll();
    return elemento;
  }
  public synchronized void deposita (int valore){
    while (contatore == N)
      wait();
    contenuto[coda] = valore;
    coda = (coda + 1)%N;
    ++contatore;
    notifyAll();
  }
}
```

wait&notify

Principale limitazione **:**

- **unica coda (wait set)** per ogni oggetto sincronizzato

➔non e` possibile sospendere thread su code differenti!

Problema superato nelle versioni più recenti di Java (versione 5.0) tramite la possibilità utilizzare le ***variabili condizione***.

Variabili condizione

- Nelle versioni più recenti di Java (***Java™ 2 Platform Standard Ed. 5.0***) esiste la possibilità utilizzare le **variabili condizione**. Ciò è ottenibile tramite l'uso un'apposita interfaccia (definita in `java.util.concurrent.locks`):

```
public interface Condition{
//Public instance methods
void await ()throws InterruptedException;
void signal();
void signalAll();
}
```

- dove i metodi `await`, `signal`, e `signalAll` sono del tutto equivalenti ai metodi wait, signal e signalAll riferiti in genere alle variabili condizione
- La semantica di signal è "**signal_and_continue**"

Mutua esclusione: lock

- Oltre a metodi/blocchi synchronized, la versione 5.0 di Java prevede la possibilita` di utilizzare esplicitamente il concetto di *lock*, mediante l'interfaccia (definita in **`java.util.concurrent.locks`**):

```
public interface Lock{
//Public instance methods
void lock();
void unlock();
Condition newCondition();
}
```

Uso di Variabili Condizione

Ad ogni variabile condizione deve essere associato un lock, che:

- al momento della sospensione del thread mediante **`await`** il lock verra` liberato;
- al risveglio di un thread, il lock verra` automaticamente rioccupato.

➔ La creazione di una condition deve essere effettuata mediante in metodo newCondition del lock associato ad essa.

In pratica, per creare un oggetto Condition :

```
Lock lockvar=new Reentrantlock(); //Reentrantlock è una
                                  classe che implementa
                                  l'interfaccia Lock
Condition C=lockvar.newCondition();
```

Monitor

Con gli strumenti visti, possiamo quindi definire **classi** che rappresentano monitor:

Dati:

- le **variabili condizione**
- **1 lock per la mutua esclusione** dei metodi "entry", da associare a tutte le variabili condizione
- variabili interne: stato delle risorse gestite

Metodi:

- metodi public ("entry")
- metodi privati
- costruttore

Esempio: gestione di buffer circolare

```
public class Mailbox
{ //Dati:
private int[] contenuto;
private int contatore,testa,coda;
private Lock lock= new ReentrantLock();
private Condition non_pieno= lock.newCondition
   ();
private Condition non_vuoto= lock.newCondition
   ();

//Costruttore:
public Mailbox( ) {
contenuto=new int[N];
contatore=0;
testa=0;
coda=0;
}
```

```
//metodi "entry":

public int preleva()throws InterruptedException
{  int elemento;
   lock.lock();
   try
   {    while (contatore== 0)
                non_vuoto.await();
        elemento=contenuto[testa];
        testa=(testa+1)%N;
        --contatore;
        non_pieno.signal ( );
   } finally{lock.unlock();}
   return elemento;
}
```

```
public void deposita (int valore)throws
   InterruptedException
{  lock.lock();
   try
   {   while (contatore==N)
             non_pieno.wait();
       contenuto[coda] = valore;
       coda=(coda+1)%N;
       ++contatore;
       non_vuoto.signal( );
   } finally{  lock.unlock();}
}
}
```

Programma di test:

```
public class Produttore extends Thread
{  int messaggio;
   Mailbox m;
   public  Produttore(Mailbox M){this.m =M;}
   public void run()
   {    while(1)
        { <produci messaggio>
          m.deposita(messaggio);
        }

   }
}

public class Consumatore extends Thread
{  int messaggio;
   Mailbox m;
   public  Consumatore(Mailbox M){this.m =M;}
   public void run()
   {    while(1)
        {       messaggio=m.preleva();
                <consuma messaggio>
        }

   }
```

```
public class BufferTest{

  public static void main(String args[])
  {  Mailbox M=new Mailbox();
     Consumatore C=new Consumatore(M);
     Produttore P=new Produttore(M);
     C.start();
     P.start();
     ...
  }
```

I filosofi a cena

(E. Dijkstra, 1965)

Il problema

- 5 filosofi sono seduti attorno a un tavolo circolare; ogni filosofo ha un piatto di spaghetti tanto scivolosi che necessitano di 2 forchette per poter essere mangiati; sul tavolo vi sono in totale 5 forchette.

- Ogni filosofo ha un comportamento ripetitivo, che alterna due fasi:
  - una fase in cui pensa,
  - una fase in cui mangia.

Rappresentando ogni filosofo con un thread, realizzare una politica di sincronizzazione che eviti situazioni di deadlock.

Soluzione

Ogni filosofo verifica se entrambe le forchette sono disponibili:

- in caso affermativo, acquisisce le due forchette (in modo atomico);
- in caso negativo, aspetta.

[in questo modo non si puo` verificare deadlock: non c'e` possesso e attesa]

Realizzazione

Quali thread?

- filosofo

Risorsa condivisa?

la tavola apparecchiata

-> definiamo la classe tavola, che rappresenta il monitor allocatore delle forchette

Struttura Filosofo$_i$

```
public class filosofo extends Thread
{  tavola m;
   int i;
   public  filosofo(tavola M, int id){this.m =M;this.i=id;}

   public void run()
   {    try{
        while(true)
        { System.out.print("Filosofo "+ i+" pensa....\n");
          m.prendiForchette(i);
          System.out.print("Filosofo "+ i+" mangia....\n");
          sleep(8);
          m.rilasciaForchette(i);
          sleep(100);
        }
        }catch(InterruptedException e){}

   }
}
```

Monitor

```
public class tavola
{ //Costanti:
   private final int NF=5;     // costante: num forchette/filosofi
   //Dati:
   private int []forchette=new int[NF]; //num forchette disponibili
   per ogni filosofo i
   private Lock lock= new ReentrantLock();
   private Condition []codaF= new Condition[NF];//1 coda per ogni
   filosofo i
//Costruttore:
public tavola( ) {
int i;
for(i=0; i<NF; i++)
   codaF[i]=lock.newCondition();
for(i=0; i<NF; i++)
   forchette[i]=2;
}
// metodi public e metodi privati:...}
```

Metodi public

```
public void prendiForchette(int i)throws
   InterruptedException
{  lock.lock();
   try
   {
       while (forchette[i]!=2)
              codaF[i].await();

              forchette[sinistra(i)]--;
              forchette[destra(i)]--;

   } finally{ lock.unlock();}
   return;
}
```

```
public void rilasciaForchette(int i)throws
   InterruptedException
{  lock.lock();
   try
   {
        forchette[sinistra(i)]++;
        forchette[destra(i)]++;
        if (forchette[sinistra(i)]==2)
              codaF[sinistra(i)].signal();
        if (forchette[destra(i)]==2)
              codaF[destra(i)].signal();

   } finally{ lock.unlock();}
   return;
}
```

Metodi privati

```
int destra(int i)
{  int ret;
   ret=(i==0? NF-1:(i-1));
   return ret;
}

int sinistra(int i)
{ int ret;
   ret=(i+1)%NF;
   return ret;
}
```

Programma di test

```
import java.util.concurrent.*;

public class Filosofi {
    public static void main(String[] args) {
      int i;
       tavola M=new tavola();
      filosofo []F=new filosofo[5];
      for(i=0;i<5;i++)
            F[i]=new filosofo(M, i);
      for(i=0;i<5;i++)
            F[i].start();

    }
}
```