



Programmazione III

Prof.ssa Liliana Ardissono
Dipartimento di Informatica
Università di Torino

**Programmazione parallela con i Java Thread –
classi per la gestione della concorrenza nel
package `java.util.concurrent`**



Questa presentazione è distribuita sotto licenza Creative Commons CC BY ND

Classi per la programmazione concorrente, disponibili nel package `java.util.concurrent`.



Abbiamo già visto la classe **Semaphore**.

Il costruttore **Semaphore(int n)** costruisce un semaforo con **n** permessi. Se $n = 1$ si ha un semaforo binario.

I metodi **acquire()** e **release()** acquisiscono o rilasciano un permesso.

Quando non ci sono più permessi un thread rimane in attesa al semaforo.

Interface BlockingQueue



L'interfaccia **BlockingQueue** definisce una coda sincronizzata:

- Quando la coda è piena, il thread che cerca di scrivere nella coda con il metodo **put()** viene messo in attesa.
- Quando la coda è vuota, il thread che cerca di leggere dalla coda con il metodo **take()** viene messo in attesa.

Con questa classe è molto semplice realizzare uno schema produttore-consumatore.

```
java.util.concurrent
```

Interface **BlockingQueue**<E>

Type Parameters:

E - the type of elements held in this collection

All Superinterfaces:

Collection<E>, Iterable<E>, Queue<E>

All Known Subinterfaces:

BlockingDeque<E>, TransferQueue<E>

All Known Implementing Classes:

ArrayBlockingQueue, DelayQueue, LinkedBlockingDeque, LinkedBlockingQueue, LinkedTransferQueue, PriorityBlockingQueue, SynchronousQueue



BlockingQueue è un'interfaccia: ci sono diverse classi che la implementano. Ad esempio:

```
BlockingQueue<Integer> c =  
    new ArrayBlockingQueue<Integer>(5);
```

Integer: tipo degli elementi della coda

5: capacità della coda



```
class Producer extends Thread {  
    private BlockingQueue<Integer> bq;  
    private int num;  
  
    public Producer(BlockingQueue<Integer> c, int num) {  
        bq = c;  
        this.num = num;  
    }  
  
    public void run() {  
        for (int i = 0; i < 10; i++) {  
            try {  
                bq.put(num*10+i);  
                System.out.println("Producer #" + this.num  
                                   + " put: " + (num*10+i));  
                sleep((int)(Math.random() * 1000));  
            } catch (InterruptedException e) { }  
        }  
    }  
}
```

Interface Lock e Condition



In Java ogni oggetto ha un lock implicito. È anche possibile usare dei lock espliciti mediante l'interfaccia **Lock**. **Lock** fornisce una funzionalità analoga con il metodo **newCondition()** che restituisce un oggetto di tipo **Condition**.

L'interfaccia **Condition** fornisce i metodi:

await()	analogo alla wait() di Object
signal()	analogo alla notify() di Object
signalAll()	analogo alla notifyAll() di Object

```
java.util.concurrent.locks
```

Interface Lock

All Known Implementing Classes:

```
ReentrantLock, ReentrantReadWriteLock, ReadLock, ReentrantReadWriteLock, WriteLock
```



```
Lock lock = new ReentrantLock();  
Condition notFull = lock.newCondition();  
Condition notEmpty = lock.newCondition();  
.....  
lock.lock(); // ottiene il lock  
.....  
notFull.await(); // il thread viene messo in attesa  
                // sulla condizione notFull  
.....  
notEmpty.signal(); // viene risvegliato un thread  
                  // in attesa sulla condizione notEmpty  
.....  
lock.unlock(); // rilascia il lock
```

ReentrantLock: implementazione dell'interface Lock

Lock può essere usato per realizzare un bounded buffer, con due metodi **put()** e **take()**.



I due metodi si sincronizzano su un lock esplicito, con due condizioni **notFull** e **notEmpty**.

Quando il buffer è pieno, un thread che cerca di scrivere nel buffer viene messo in attesa sulla condizione **notFull**.

Quando il buffer è vuoto, un thread che cerca di leggere dal buffer viene messo in attesa sulla condizione **notEmpty**.

Quando un thread finisce di scrivere fa una **signal()** su **notEmpty**.

Quando un thread finisce di leggere fa una **signal()** su **notFull**.

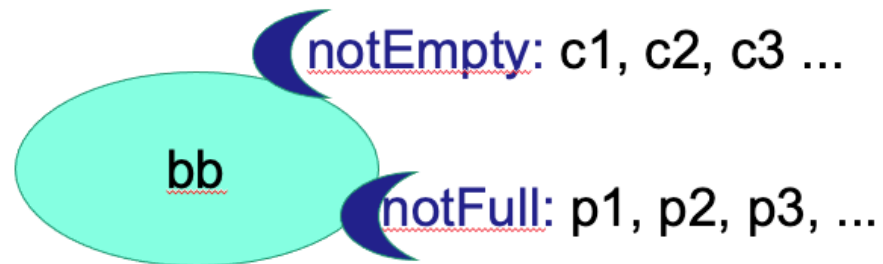
Es. produttore-consumatore:



```
class BoundedBuffer {
    final Lock lock = new ReentrantLock();
    final Condition notFull = lock.newCondition();
    final Condition notEmpty = lock.newCondition();

    final int[] items = new int[10];
    int putptr, takeptr, count;

    public void put(int x) throws InterruptedException {
        lock.lock();
        try {
            while (count == items.length)
                notFull.await();
            items[putptr] = x;
            if (++putptr == items.length) putptr = 0;
            ++count;
            notEmpty.signal();
        } finally {
            lock.unlock();
        }
    }
}
```





```
public int take() throws InterruptedException {  
    lock.lock();  
    try {  
        while (count == 0)  
            notEmpty.await();  
        int x = items[takeptr];  
        if (++takeptr == items.length) takeptr = 0;  
        --count;  
        notFull.signal();  
        return x;  
    } finally {  
        lock.unlock();  
    }  
}
```



Nell'esempio precedente non è necessario usare la **signalAll()** anche se ci sono molti produttori e molti consumatori.

Infatti i thread in wait su **notFull** sono tutti produttori e non c'è differenza fra svegliarne uno o un altro.

Analogamente i thread in wait su **notEmpty** sono tutti consumatori.

Viceversa nella implementazione con la classe **CubbyHole** c'è una sola coda di wait in cui vengono inseriti sia produttori che consumatori. Facendo la **notify()** invece della **notifyAll()** si potrebbe svegliare un thread che non è in grado di proseguire, causando una situazione di deadlock.

Lettori e scrittori



Interface **ReadWriteLock** specifica due metodi:

Lock readLock()

Lock writeLock()

Il primo metodo restituisce un lock che può essere tenuto simultaneamente da più lettori, purché non ci siano scrittori.

Il secondo metodo restituisce un lock esclusivo.

Con questi due lock è facile definire una struttura dati con un metodo `read()` che usa il primo lock e un metodo `write()` che usa il secondo.

Esempio: ReadersWritersLock - I



```
class Database
```

```
{    private ReadWriteLock rwl = new ReentrantReadWriteLock();
    private Lock rl = rwl.readLock();
    private Lock wl = rwl.writeLock();

    public void read(int i)    // i rappresenta l'ID del thread reader
    {    rl.lock();
        .....
        rl.unlock();
    }

    public void write(int i)    // i rappresenta l'ID del thread writer
    {    wl.lock();
        .....
        wl.unlock();
    }
}
```

Questo garantisce la mutua esclusione ma un lettore potrebbe leggere prima che qualche scrittore scriva → vd esempio

TextPad - C:\Users\liliana\Dropbox\DIDATTICA\PROGR\III-2021\LUCIDI\0000-ESEMPI\8-THREAD\19-ReadersWriters\1-RWReentrantLock\ReadersWritersLock.java...

File Edit Search View Tools Macros Configure Window Help

Find incrementally ☐ Match case

ReadersWritersLock.java

```

import java.util.concurrent.locks.*;

// Implementa i lettori-scrittori usando il
// ReadWriteLock

class ReadersWritersLock {
    public static void main(String[] args) {
        int numReaders = 3;
        int numWriters = 2;

        Database db = new Database();

        for (int i = 0; i < numReaders; i++)
            new Reader(i, db);
        try {
            Thread.sleep(300);
        } catch (InterruptedException e) {}
        for (int i = 0; i < numWriters; i++)
            new Writer(numReaders + i, db);
    }
}

/* NB: SE SI USANO I READER/WRIER LOCKS POSSONO LEGGERE
   IN PARALLELO PIU' READERS, SE UN WRITER SCRIVE E' IN MUTUA
   ESCLUSIONE TOTALE, MA UN LETTORE PUO' INIZIARE A LEGGERE
   PRIMA CHE ALCUNO SCRITTORE SCRIVA. DIRE CHE I LETTORI ACCEDONO
   IN MUTUA ESCLUSIONE RISPETTO AGLI SCRITTORI, E CHE OGNI SCRITTORE
   OPERA IN MUTUA ESCLUSIONE TOTALE NON BASTA...
*/

class Database {

```

Tool Output
 Explorer Document Selector Search Results Tool Output

16 31 Read Ovr Block Sync Rec Caps

Esempio: ReadersWritersLock - II



Come si resolve il problema della lettura di dati inesistenti?

Usando le Condition per mettere in attesa i reader che tentano di leggere quando non ci sono dati disponibili, come fatto negli esempi precedenti (notFull, notEmpty).

Ringraziamenti



Grazie al Prof. Emerito Alberto Martelli del Dipartimento di Informatica dell'Università di Torino per aver redatto la prima versione di queste slides.