
Programmazione orientata agli oggetti

Ereditarietà

**Leggere cap. 10 di Programmazione di base e avanzata
con Java**

Dalla programmazione basata su oggetti all'OOP

La **programmazione basata su oggetti (object-based)** poggia su due concetti fondamentali:

- **Astrazione:** separazione fra interfaccia e implementazione
- **Incapsulamento:** insieme di meccanismi che consentono di proteggere lo stato di un oggetto e in generale di nascondere gli aspetti che non si vogliono rendere pubblici
- **Vantaggi rispetto alla programmazione procedurale**
 - Consente di realizzare programmi con **struttura modulare** in cui ogni modulo è indipendente dai dettagli implementativi degli altri
 - Consente anche di realizzare **componenti riutilizzabili** (le classi) – **ma come ottengo un nuovo componente da uno già disponibile?**

Programmazione basata su oggetti

- Il modello visto finora costituisce un sottoinsieme del modello orientato agli oggetti
- Questo sottoinsieme viene chiamato normalmente **programmazione basata su oggetti (object-based)**
- E' un modello evolutivo: è nato dall'evoluzione delle pratiche di programmazione

- Anche nella programmazione procedurale abbiamo forme di riuso: le librerie sono collezioni di elementi riusabili (funzioni)
- Le librerie però sono una forma di riuso di tipo “**prendere o lasciare**”: una funzione ci va bene così com'è oppure dobbiamo scrivercene una da soli

Riuso fai da te

- Per quello che abbiamo visto finora anche le classi si comportano nello stesso modo
- Nel definire la classe Orologio abbiamo riusato la classe Counter perché ci andava bene così com'era
- Se non ci fosse andata del tutto bene avremmo certo potuto modificarla ma questo approccio pone due problemi:
 - E' attuabile solo se riusiamo classi scritte da noi, di cui possediamo il sorgente (file .java)
 - Richiede di andare a rimettere mano a parti di codice già collaudate e potenzialmente utilizzate in molti punti.
- Questo secondo aspetto è molto rischioso perché è facile introdurre errori che si propagano in tutto il sistema!

Riutilizzo: approcci

- **ricopiare manualmente il codice della classe esistente e cambiare quel che va cambiato**
- Serve il codice sorgente
- Si duplicano di parti di codice ...
- La stessa cosa, ripetuta tante volte (ogni volta ne serve una variante) ... in manutenzione, devo operare su tante copie dello stesso codice:
impensabile a farsi!!!

Una forma migliore di riuso

- Per fare un vero salto in avanti in questo campo sarebbe utile poter fare una cosa di questo tipo:
 - La classe Counter ci va quasi bene ma non completamente
 - Non per questo dobbiamo rinunciare ad utilizzarla o a modificarla: ne creiamo una variante con le modifiche che ci servono
- In questo modo abbiamo una forma di riuso molto più flessibile:
 - Non siamo costretti a rifare da zero qualcosa che in gran parte è già pronto
 - Non corriamo rischio di introdurre errori in parti già stabili del sistema modificandole

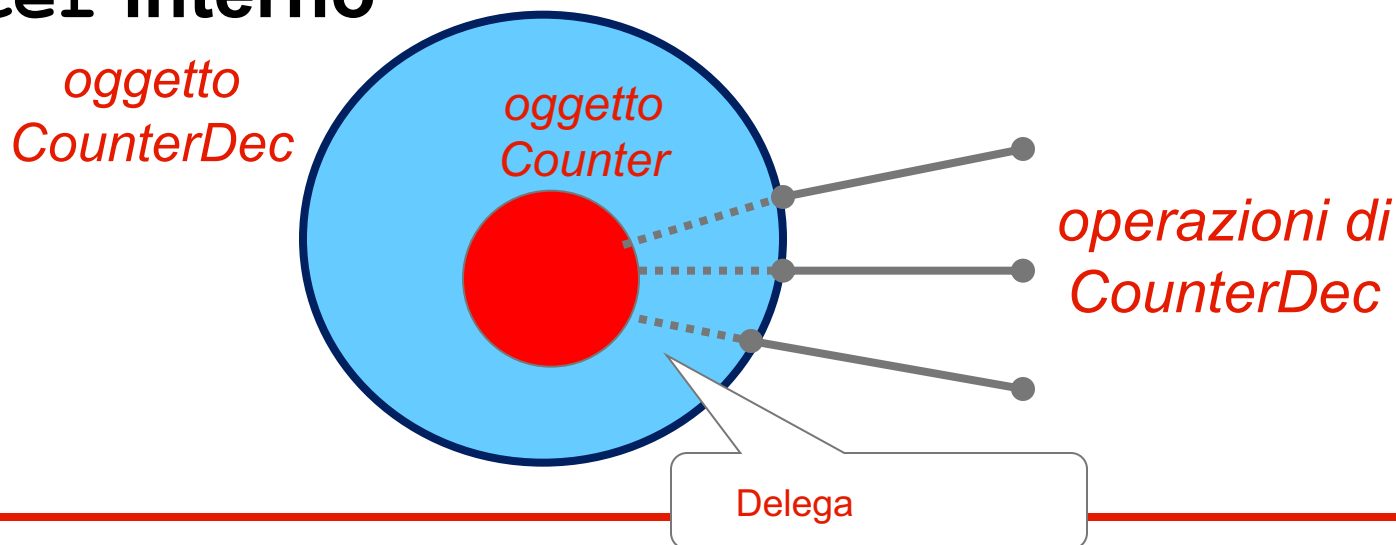
- **creare un oggetto composto** (e usare delega)
 - che incapsuli il componente esistente...
 - ... gli “inoltri” le operazioni già previste...
 - ... e crei, sopra di esso, le nuove operazioni richieste (eventualmente definendo nuovi dati)

Dal contatore (solo in avanti) ...

```
public class Counter {  
    private int val;  
    public Counter() { val = 1; }  
    public Counter(int v) { val = v; }  
    public void reset() { val = 0; }  
    public void inc()    { val++; }  
    public int getValue() { return val; }  
}
```


Esempio CounterDec

- ... al *contatore avanti/indietro (con decremento)*
- Concettualmente, ogni oggetto CounterDec **ingloba un oggetto Counter al suo interno**
 - Ogni operazione di Counter richiesta a CounterDec viene **delegata** all'oggetto Counter interno



... al *contatore avanti/indietro (con decremento)*

```
public class CounterDec {  
    private Counter c;  
    public CounterDec() { c = new Counter(); }  
    public CounterDec(int v) { c = new Counter(v); }  
    public void reset() { c.reset(); }  
    public void inc() { c.inc(); }  
    public int getValue() { return c.getValue(); }  
    public void dec() { ... }  
}
```



Il metodo dec ()

- recupera il valore attuale V del contatore
- resetta a zero il contatore
- lo riporta, tramite incrementi, al valore $V' = V-1$

```
public void dec() {  
    int v = c.getValue(); c.reset();  
    for (int i=0; i<v-1; i++) c.inc();  
}
```

- **creare un oggetto composto** (e usare delega)
 - che incapsuli il componente esistente...
 - ... gli “inoltri” le operazioni già previste...
 - ... e crei, sopra di esso, le nuove operazioni richieste (eventualmente definendo nuovi dati)
 - Ma anche questo approccio è un po' ridondante (devo ridefinire tutti i metodi delegati)
- **specializzare (per ereditarietà) il tipo di componente**

Ereditarietà - OOP

- Il **modello orientato agli oggetti** (**object-oriented** e non object-based) ci mette a disposizione uno strumento per fare quello che abbiamo appena descritto
- Questo strumento si chiama **ereditarietà** (**inheritance**)
- Grazie all'ereditarietà possiamo creare una nuova classe che **estende un classe già esistente**
- Su questa classe possiamo:
 - Introdurre nuovi comportamenti
 - Modificare i comportamenti esistenti
- 💣 **Attenzione:** la classe originale non viene assolutamente modificata. **Le modifiche vengono fatte sulla classe derivata**
- **E' un concetto del tutto nuovo: non esiste nulla di simile nella programmazione procedurale**

Esempio di ereditarietà

- Partiamo dalla classe Counter:

```
public class Counter
{
    private int val;
    public void reset()
    { val = 0; }
    public void inc()
    { val++; }
    public int getValue()
    { return val; }
}
```

- Counter implementa un contatore monodirezionale: può andare solo avanti

- Immaginiamo di aver bisogno di un contatore bidirezionale, che può andare avanti e indietro
- Ci troviamo nella situazione appena descritta: abbiamo una classe che va quasi bene ma non del tutto
- Vorremmo poter aggiungere un metodo, `dec()`, che permetta di decrementare il valore del contatore

BiCounter con l'ereditarietà

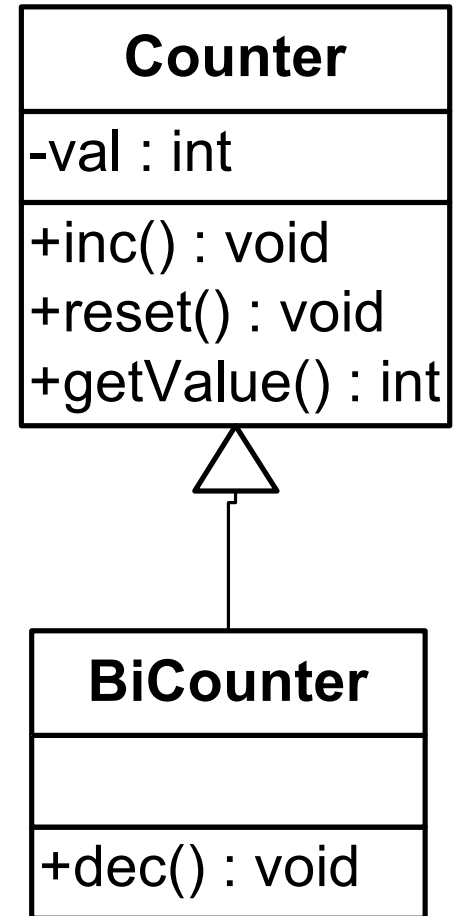
- L'**ereditarietà** ci consente di trovare la situazione ottimale:

```
public class BiCounter extends Counter
{
    public void dec()
    { val--; }
}
```

- Questa nuova classe:
 - **eredita** da Counter il campo val (un int)
 - **eredita** da Counter tutti i metodi
 - **aggiunge** a Counter il metodo dec()
- Il segreto è nella parola chiave **extends** che ci dice che BiCounter non è una classe creata da zero, ma **estende** Counter riusandola in modo flessibile

Rappresentazione dell'ereditarietà in UML

- UML mette a disposizione una notazione grafica particolare per rappresentare l'ereditarietà
- Si usa una linea con un triangolo per collegare la classe che eredita a quella originale
- Il triangolo ha la parte larga (la base) rivolta verso la classe BiCounter per rappresentare l'idea di estensione
- Link **is-a**, **BiCounter is-a Counter**



Esempio di uso di BiCounter

- Vediamo un esempio di utilizzo:

```
public class EsempioBiCounter
{
    public static void main(String[] args)
    {
        int n;
        BiCounter b1;
        b1 = new BiCounter();
        b1.inc(); // metodo ereditato
        b1.dec(); // metodo nuovo
        n = b1.getValue();
        System.out.println(n);
    }
}
```

- Come si può notare possiamo invocare sull'istanza di BiCounter sia il metodo dec() definito in BiCounter che il metodo inc() che BiCounter **eredita** da Counter

Programma completo...

```
public class Counter
{
    private int val;

    public void reset()
    { val = 0; }

    public void inc()
    { val++; }

    public int getValue()
    { return val; }
}
```

```
public class BiCounter
    extends Counter
{
    public void dec()
    {
        val--;
    }
}
```

ERRORE!

```
public class EsempioBiCounter
{
    public static void
        main(String Args[])
    {
        Counter c =
            new Counter();
        BiCounter c1 =
            new BiCounter();
    }
}
```

C'è qualcosa che non va...

- Sembra tutto a posto, ma se si prova a compilare questo esempio si ottiene un errore nel metodo dec()

```
public void dec()  
{ val--; } // questa riga dà un errore di compilazione!
```

- Il problema è che l'attributo **val** è stato definito in Counter come **private** e tutto quello che è private può essere visto e usato solo all'interno della classe che lo ha definito.
- Il metodo dec() appartiene a BiCounter, che è una classe diversa da Counter, e quindi gli attributi e gli eventuali i metodi privati di Counter non sono accessibili

La visibilità protected

- Potremmo definire val come public, ma è una soluzione un po' eccessiva: val sarebbe visibile a tutti.
- E' evidente che serve un nuovo livello di visibilità.
- Java, come buona parte dei linguaggi ad oggetti, definisce a questo scopo il livello **protected**.
- Un attributo o metodo dichiarato **protected** è visibile nella classe che lo definisce, nelle altre classi dello stesso package e in tutte le classi che ereditano, direttamente o indirettamente, dalla classe che lo definisce, anche se in altri package.
- **Attenzione:** indirettamente vuol dire che se io definisco val come protected in Counter, val è accessibile in BiCounter, che eredita da Counter, ma anche in una eventuale classe SuperCounter che erediti da BiCounter

Visibilità package

- Oltre a public, private e protected, c'è quarto livello di visibilità, chiamato **package**
- Si ottiene non specificano nessun modificatore di visibilità (visibilità di default)
- Un metodo con questo livello di visibilità è visibile in tutte le classi dello stesso package
- Ricapitolando

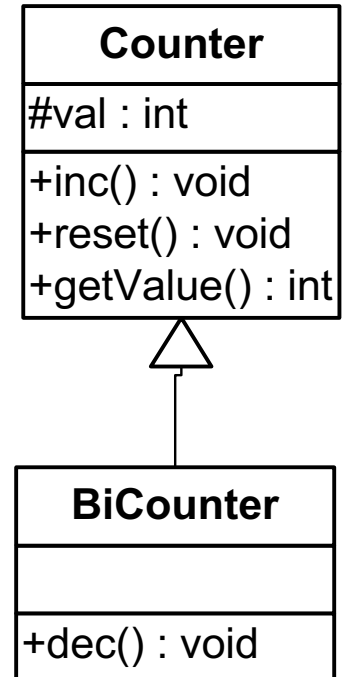
Modifier	Class	Package	Subclass	World
public	Y	Y	Y	Y
protected	Y	Y	Y	N
<i>no modifier</i>	Y	Y	N	N
private	Y	N	N	N

La soluzione corretta e notazione UML

- Vediamo la dichiarazione corretta di Counter e BiCounter:

```
public class Counter
{
    protected int val;
    public void reset()
    { val = 0; }
    public void inc()
    { val++; }
    public int getValue()
    { return val; }
}
```

```
public class BiCounter extends Counter
{
    public void dec()
    { val--; }
}
```



- In UML gli elementi protetti vengono indicati con il simbolo **#** (vedi a lato)

Così funziona ...

```
public class Counter
{
    protected int val;

    public void reset()
    { val = 0; }

    public void inc()
    { val++; }

    public int getValue()
    { return val; }
}
```

```
public class BiCounter
    extends Counter
{
    public void dec()
    {
        val--;
    }
}
```

```
public class EsempioBiCounter
{
    public static void
        main(String Args[])
    {
        Counter c =
            new Counter();
        BiCounter c1 =
            new BiCounter();
    }
}
```

Metodi get e set

- Rendere privati o protected tutti gli attributi di istanza di una classe permette di avere un controllo completo
- Però a volte esistono ragioni legittime per accedere alle variabili di istanza
- Si usano **metodi d'accesso** (o **metodi selettori**): i metodi **get** (o **getter**) permettono di leggere una variabile di istanza
- Forma: `tipo getAttributo()` se attributo è una variabile di istanza con tipo `tipo`
- Uno per ogni variabile
- **Metodi di modifica**: i metodi **set** (o **setter**) assegnano un valore ad una variabile di istanza
- Forma: `void setAttributo(tipo valore)` se attributo è una variabile di istanza con tipo `tipo`
- Uno per ogni variabile

Esempio

```
public class Persona {
    private String nome;
    private int eta
    public Persona() {
        nome = "Ancora nessun nome";
        eta=0
    }
    public Persona(String nomeIniziale, int etaIniziale) {
        nome = nomeIniziale;
        eta=etaIniziale;
    }
    public String getNome() {
        return nome;
    }
    public int getEta() {
        return eta;
    }
    public void setNome(String nuovoNome) {
        nome = nuovoNome;
    }
    public void setEta(int nuovaEta) {
        eta = nuovaEta;
    }
}
```

Un po' di terminologia

- La relazione espressa in Java dalla parola chiave **extends** prende il nome di **ereditarietà (inheritance)**
- In una relazione di **ereditarietà**:
 - La classe di partenza (nel nostro esempio Counter) prende il nome di **classe base**
 - La classe di arrivo (nel nostro caso BiCounter) prende il nome di **classe derivata**
- Si dice anche che:
 - BiCounter è una **sottoclasse** di Counter
 - Counter è una **superclasse** di BiCounter
- Il fatto che usando BiCounter possiamo utilizzare metodi definiti in Counter prende il nome di **riuso**

Ricapitolando

- L'ereditarietà è uno strumento, tipico della programmazione **orientata** agli oggetti (OOP)
- Ci consente di creare una nuova classe che **riusa** metodi e attributi di una classe già esistente
- Nella classe derivata (**sottoclasse**) possiamo fare tre cose:
 - **Aggiungere metodi**
 - **Aggiungere attributi**
 - **Ridefinire metodi**
- 💣 **Attenzione:** non è possibile togliere né metodi né attributi
- Non a caso c'è la parola **extends**

Ridefinizione di metodi

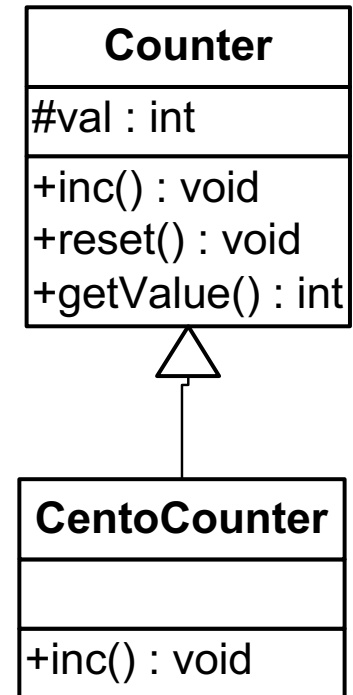
- Prendiamo in considerazione un altro esempio: ci serve un contatore monodirezionale che possa contare fino a 100 e non oltre
- Anche in questo caso Counter ci va quasi bene, ma non del tutto
- Però è un caso un po' diverso dal precedente perché non dobbiamo **aggiungere** un comportamento (metodo) ma **cambiare** il funzionamento di un metodo esistente (inc())
- L'ereditarietà consente di fare anche questo: se in una classe derivata ridefiniamo un metodo già presente nella classe base questo sostituisce il metodo preesistente.
- Questo meccanismo prende il nome di **overriding** (sovrascrittura)

Esempio: la classe CentoCounter

- Definiamo quindi la classe CentoCounter:

```
public class CentoCounter extends Counter
{
    public void inc()
    {
        if (val<100)
            val++;
    }
}
```

- Come possiamo vedere anche in questo caso usiamo la parola chiave **extends**,
- Però non aggiungiamo un metodo ma ne ridefiniamo uno già esistente (**overriding**)
- A lato vediamo la rappresentazione UML di questa situazione
- Vedremo in seguito che la scelta che abbiamo fatto pone dei problemi



Overriding e overloading

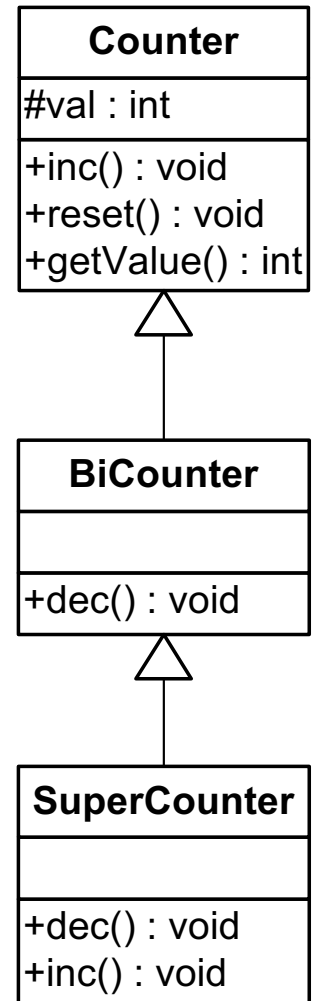
- 💣 **Attenzione:** non bisogna assolutamente confondere l'**overloading** con l'**overriding**!
- L'**overloading** ci permette di creare un nuovo metodo con lo **stesso nome** ma **parametri diversi**
- Il nuovo metodo si **affianca** a quello già esistente, che continua a poter essere utilizzato
- L'**overriding** ci permette di ridefinire un metodo esistente: il metodo ridefinito deve avere lo **stesso nome** e gli **stessi parametri**
- Il nuovo metodo **sostituisce** quello preesistente che non è più accessibile nella classe derivata
- 💣 **Attenzione:** se per caso ci sbagliamo e nel fare un overriding cambiamo il tipo di un parametro, Java lo interpreta come un overloading!

Esempio su overriding e overloading

- Vogliamo derivare da BiCounter la classe SuperCounter che permette di fare incrementi e decrementi di valore specificato

```
public class SuperCounter
    extends BiCounter
{
    public void inc(int n)
    { val = val + n; }
    public void dec(int n)
    { val = val - n; }
}
```

- In questo caso abbiamo **overloading** e **non overriding**: i metodi inc() e dec() di BiCounter rimangono accessibili e vengono affiancati da inc(int n) e dec(int n)



Ereditarietà e costruttori - 1

- Abbiamo visto che quando usiamo l'ereditarietà la classe derivata (sottoclasse) eredita dalla classe base (superclasse):
 - **Tutti gli attributi**, anche quelli privati, a cui comunque i metodi della classe derivata non potranno accedere direttamente.
 - **Tutti i metodi**, anche quelli privati che le istanze della classe derivata non potranno usare direttamente
- Ma **non eredita i costruttori**: i costruttori sono specifici di una particolare classe: il costruttore di una classe non a caso ha il nome uguale alla classe
- Questo significa che quando creo un'istanza di BiCounter non viene invocato il costruttore di Counter ma il costruttore di default di BiCounter
- Dato che non ne abbiamo definito uno esplicitamente è quello creato automaticamente dal sistema

Ereditarietà e costruttori - 2

- Il fatto che vengano ereditati gli attributi implica che in ogni istanza della classe derivata abbiamo anche tutti gli attributi (lo stato) di un'istanza della classe base
- Alcuni di questi attributi non sono accessibili perché sono stati dichiarati come privati e quindi non abbiamo alcun modo per inizializzarli direttamente nel costruttore della classe derivata
- Ogni costruttore della classe derivata deve quindi invocare un costruttore della classe base
- Ognuno deve costruire quello che gli compete

Ereditarietà e costruttori - 3

- Perché ogni costruttore della classe derivata deve invocare un costruttore della classe base?
- Per almeno tre motivi:
 - Solo il costruttore della classe base può sapere come inizializzare i dati ereditati in modo corretto
 - Solo il costruttore della classe base può garantire l'inizializzazione dei dati privati, a cui la classe derivata non potrebbe accedere direttamente
 - E' inutile duplicare nella sottoclasse tutto il codice necessario per inizializzare i dati ereditati, che è già stato scritto

Ereditarietà e costruttori - Super

- Ma come può un costruttore della classe derivata invocare un costruttore della classe base?
- Abbiamo visto che i costruttori non si possono mai chiamare direttamente!
- Occorre un modo per consentire al costruttore della classe derivata di invocare un opportuno costruttore della classe base: la parola chiave **super**
- La definizione completa di BiCounter sarà quindi

```
public class BiCounter extends Counter
{
    public BiCounter()
    { super(); }
    public void dec()
    { val--; }
}
```

Ereditarietà e costruttori - automatismi

- E se non indichiamo alcuna chiamata a **super(...)**?
- Il sistema inserisce automaticamente una chiamata al costruttore di default della classe base aggiungendo la chiamata a **super()**.
- In questo caso il costruttore di default della classe base deve esistere, altrimenti si ha **errore**.
- 💣 **Attenzione:** il sistema genera automaticamente il costruttore di default solo se noi non definiamo alcun costruttore!
- Se c'è anche solo una definizione di costruttore data da noi, il sistema assume che noi sappiamo il fatto nostro, e non genera più il costruttore di default automatico!

Ancora su super

- La parola chiave **super** non è limitata solo ai costruttori.
- Nella forma **super(...)** invoca un costruttore della classe base ma può essere usata ovunque ci sia il bisogno di invocare un metodo della classe base
- Quando noi ridefiniamo un metodo (overriding) rendiamo invisibile il metodo della classe base
- Se all'interno del metodo ridefinito vogliamo invocare quello originale possiamo usare **super**
- Nella classe **CentoCounter** avremmo potuto fare così:

```
public class CentoCounter extends Counter
{
    public void inc()
    {
        if (val<100)
            super.inc();
    }
}
```

- E' una forma ancora più flessibile di riuso: in questo modo riusiamo il metodo originale aggiungendo solo quello che ci serve