Esempio 2:
Subtyping

Subclassing e subtyping

- Fino ad ora abbiamo trattato l'ereditarietà come strumento che consente il riuso flessibile di classi già esistenti mediante l'aggiunta o la ridefinizione di metodi
- In realtà l'ereditarietà ha una doppia natura, comprende cioè due diversi aspetti:
  - **Subclassing** o **ereditarietà di implementazione**: è un meccanismo per il riuso che ci consente di estendere classi esistenti riusando il codice già scritto
  - **Subtyping** o **ereditarietà di interfaccia**: è un meccanismo flessibile di compatibilità fra tipi

Variabili e tipi

- Nei linguaggi tradizionali, soprattutto in quelli legati al modello procedurale, esiste un sistema rigido di corrispondenza fra variabili e tipi
- Ogni variabile viene dichiarata come appartenente ad un tipo e, tranne poche eccezioni, non è possibile assegnargli valori di tipi diversi da quello di appartenenza
- Questo vincolo è molto importante perché consente al compilatore di effettuare tutta una serie di controlli che evitano i più comuni errori di programmazione
- Questi controlli vengono chiamati **statici** perché vengono effettuati una volta sola al momento della compilazione e non devono essere ripetuti continuamente durante l'esecuzione del programma

Tipizzazione in Java

- In linea di principio questo vale anche per Java
- Infatti se scriviamo istruzioni come queste:

```
int n;
String s = "18";
n = s;
```

- Otteniamo un errore di compilazione alla terza riga perché interi e stringhe sono cose completamente diverse
- Se vogliamo passare da un tipo all'altro dobbiamo farlo esplicitamente

```
n = Integer.intValue(s);
```

- Si dice quindi che Java è un **linguaggio tipizzato** perché il suo compilatore verifica staticamente che non ci siano violazioni al sistema dei tipi

Conversioni implicite

- In realtà anche in un linguaggio tipizzato vengono fatte conversioni implicite.
- Un esempio molto comune sono le conversioni che avvengono in un'espressione matematica:

```
int n = 5;
double d;
d = n * 2.5;
```

- Oppure nella concatenazione di stringhe:

```
int n = 5;
String s;
s = "Numero "+n;
```

- Si tratta però di eccezioni, in generale in un linguaggio tipizzato il cambio di tipo deve essere esplicitato

Typecast

- Le conversioni implicite vengono fatte solo quando si ha la certezza che non si introducono errori o perdite di informazioni.
- Su quest'ultimo aspetto in particolare Java è più restrittivo del C
- Per esempio se dichiariamo due variabili in questo modo

```
int n = 7;
long l = 14;
double d = 7.5
```

- Si può scrivere `l = n; d = n; d = l;` perché la conversione non comporta perdita di precisione
- Ma non è possibile scrivere: `n = l; n = d; l = d;` perché in tutti questi casi abbiamo potenzialmente perdita di informazione
- Dobbiamo esplicitare la conversione usando usando il **typecast** con la stessa sintassi del C

```
n = (int)l;
n = (int)d;
l = (long)d;
```

- In questo modo il compilatore è sicuro che non si tratta di un errore, ma di una cosa voluta

Sottoclassi come sottotipi

- Un sistema di tipi come quello appena descritto rappresenta una sicurezza ma può anche risultare eccessivamente rigido
- La programmazione orientata agli oggetti mette a disposizione un meccanismo più flessibile, ma altrettanto sicuro, basato sull'ereditarietà
- In una sottoclasse noi possiamo solo **aggiungere** o **ridefinire** metodi, ma **non eliminarne**!
- Quindi un'istanza di una sottoclasse è capace di fare tutto quello che sa fare la sua superclasse
- **Ne consegue che possiamo utilizzare un'istanza di una sottoclasse al posto di un istanza di una superclasse**
- Si dice quindi che una **sottoclasse è un sottotipo (subtyping)**

Subtyping - 1

- In pratica nei linguaggi orientati agli oggetti **possiamo assegnare ad una variabile che ha come tipo una superclasse un'istanza di una qualsiasi delle sue sottoclassi**
- Per esempio possiamo scrivere:

```
Counter c;
c = new BiCounter();
```

- In queste due istruzioni è racchiuso il concetto di **subtyping**
- E' una forma estesa di conversione implicita:
  - L'insieme di metodi di BiCounter è un **sovrainsieme** di quello di Counter: BiCounter sa fare tutto quello che fa Counter
  - Il compilatore ha quindi la certezza che non possiamo chiedere all'istanza di BiCounter di fare qualcosa che non è in grado di fare

Ereditarietà di interfaccia e di implementazione

- L'insieme dei metodi di una classe viene anche chiamato **interfaccia della classe**
- Possiamo quindi dire che **l'interfaccia di una sottoclasse comprende l'interfaccia della sua superclasse (la eredita)**
- E' questo il senso del termine **ereditarietà di interfaccia** con cui spesso il **subtyping** viene designato
- In modo simile si parla di **ereditarietà di implementazione** per indicare il **subclassing**
- Infatti una classe derivata comprende l'implementazione della classe base (**a meno che non ridefinisca un metodo**)
- Proviamo alcuni esempi ….

Sostituibilità: Counter e BiCounter - 1

- Riprendiamo le due classi Counter e BiCounter (con o senza costruttori …)

```
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--; }
}
```

Sostituibilità: Counter e BiCounter - 2

- Proviamo a scrivere un'applicazione di esempio che usa Counter
- Definiamo nel main un oggetto Counter , creiamolo (new) e incrementiamolo 150 volte …
  - Ciclo for per i=1..150 usando il metodo inc()
- Poi stampiamone il valore (acquisendolo con il metodo getValue())

Sostituibilità: Counter e BiCounter - 2

```
public class Esempio
{
   public static void main(String[] args)
   {
    int n,i;
    Counter c1;
    c1 = new Counter();
    c1.reset();
    for (int i=0; i<150; i++)
      c1.inc();
    n = c1.getValue();
    System.out.println("Valore: "+n);
   }
 }
```

- **L'applicazione scriverà a video: Valore: 150**

Sostituibilità: Counter e BiCounter - 3

- Modifichiamo l'esempio usando un'istanza di BiCounter anziché una di Counter
- **Definiamo il reference come Counter, ma creiamo l'istanza come BiCounter nel main**
- Poi stampiamone il valore
- Cosa stampa?

Sostituibilità: Counter e BiCounter - 3

- Modifichiamo l'esempio usando un'istanza di BiCounter anziché una di Counter

```
public class Esempio
{
   public static void main(String[] args)
   {
    int n,i;
    Counter c1;
    c1 = new BiCounter(); // Era c1 = new Counter()
    c1.reset();
    for (i=0;i<150;i++)
      c1.inc();
    n = c1.getValue();
    System.out.println(n);
   }
 }
```

- Cosa stampa?

Sostituibilità: Counter e BiCounter - 3

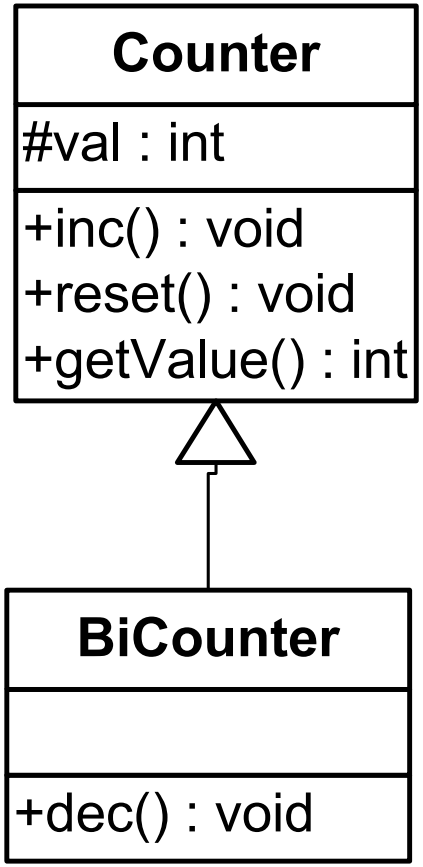
- Modifichiamo l'esempio usando un'istanza di BiCounter anziché una di Counter

```
public class Esempio
{
   public static void main(String[] args)
   {
    int n,i;
    Counter c1;
    c1 = new BiCounter(); // Era c1 = new Counter()
    c1.reset();
    for (i=0;i<150;i++)
      c1.inc();
    n = c1.getValue();
    System.out.println(n);
   }
 }
```

- Il programma funziona esattamente come prima scrivendo a video: Valore: 150

Subtyping

- Ogni oggetto istanza di BiCounter è un Counter
- Risponde agli stessi metodi di Counter (**ereditarietà di interfaccia**)
- Link **is-a**, **BiCounter is-a Counter**



Ancora sul subtyping

- Riprendiamo l'esempio di subtyping fra Counter e BiCounter

```
Counter c;
c = new BiCounter();
```

- **Attenzione:** anche se la variabile c fa riferimento ad un'istanza di BiCounter è di tipo Counter e quindi possiamo fare con c solo quello che sa fare Counter
- Possiamo scrivere: `c.inc();`
- Ma **non**: `c.dec();`
- **E' il tipo della variabile, e non il tipo dell'istanza, a determinare quello che possiamo fare!**

Overriding

- Se l'ereditarietà consentisse solo l'aggiunta di metodi non ci sarebbe molto altro da dire
- Sappiamo invece che è anche possibile la ridefinizione di un metodo esistente (**overriding**)
- Abbiamo visto che questo meccanismo aggiunge una notevole flessibilità ai meccanismi di riuso
- Ma oltre a ciò, la combinazione tra subtyping e overriding apre nuove prospettive…
- … ma anche qualche possibile fonte di confusione!

Sostituibilità: Counter e CentoCounter - 1

- Riprendiamo ora in esame la classe CentoCounter che, come BiCounter è una sottoclasse di Counter
- In questo caso però in CentoCounter anziché aggiungere un metodo ne avevamo ridefinito uno:

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

Sostituibilità: Counter e BiCounter - 3

- Modifichiamo l'esempio usando un'istanza di CentoCounter anziché una di Counter
- Definiamo il reference come Counter, ma creiamo l'istanza come CentoCounter nel main
- Poi stampiamone il valore
- Cosa stampa?

Sostituibilità: Counter e CentoCounter - 2

- Sostituendo un'istanza di Counter con una di CentoCounter nel nostro esempio:

```
public class Esempio
{
   public static void main(String[] args)
   {
    int n;
    Counter c1;
    c1 = new CentoCounter();// Era c1=new Counter()
    c1.reset();
    for (int i=0;i<150;i++)
      c1.inc();
    n = c1.getValue();
    System.out.println(n);
   }
 }
```

- Cosa stampa?

Sostituibilità: Counter e CentoCounter - 2

- Sostituendo un'istanza di Counter con una di CentoCounter nel nostro esempio:

```
public class Esempio
{
   public static void main(String[] args)
   {
    int n;
    Counter c1;
    c1 = new CentoCounter();// Era c1=new Counter()
    c1.reset();
    for (int i=0;i<150;i++)
      c1.inc();
    n = c1.getValue();
    System.out.println(n);
   }
 }
```

- Il programma scrive a video: **Valore: 100**
- **CentoCounter non è sostituibile con Counter!**

Violazioni di sostituibilità

- **Cosa è successo?**
- Ridefinendo il metodo inc() in CentoCounter abbiamo fatto saltare la sostituibilità fra Counter e CentoCounter
- **La classe derivata non è più sostituibile con la classe base**
- Il pasticcio è nato dalla combinazione di due fattori:
  - Abbiamo **ridefinito un metodo (overriding)**
  - Nel ridefinirlo abbiamo **ristretto** il comportamento della classe derivata
- **L'errore è stato quello di usare l'ereditarietà per restringere e non per estendere**
- Non a caso la parola chiave che Java usa per indicare i legami di ereditarietà è **extends**

Riassumendo

- **L'ereditarietà va sempre usata per estendere**
- Se si usa l'ereditarietà per restringere si viola la sostituibilità tra superclasse e sottoclasse
- Questo è il motivo per cui quando si eredità non è consentito eliminare metodi
- Aggiungendo metodi non ci corrono rischi …

- … tuttavia:

💣 **Attenzione:** quando si ridefinisce un metodo c'è un potenziale rischio: bisogna sempre operare in modo da non restringere il comportamento del metodo originale