

IL TEMA DELLA RIUSABILITÀ

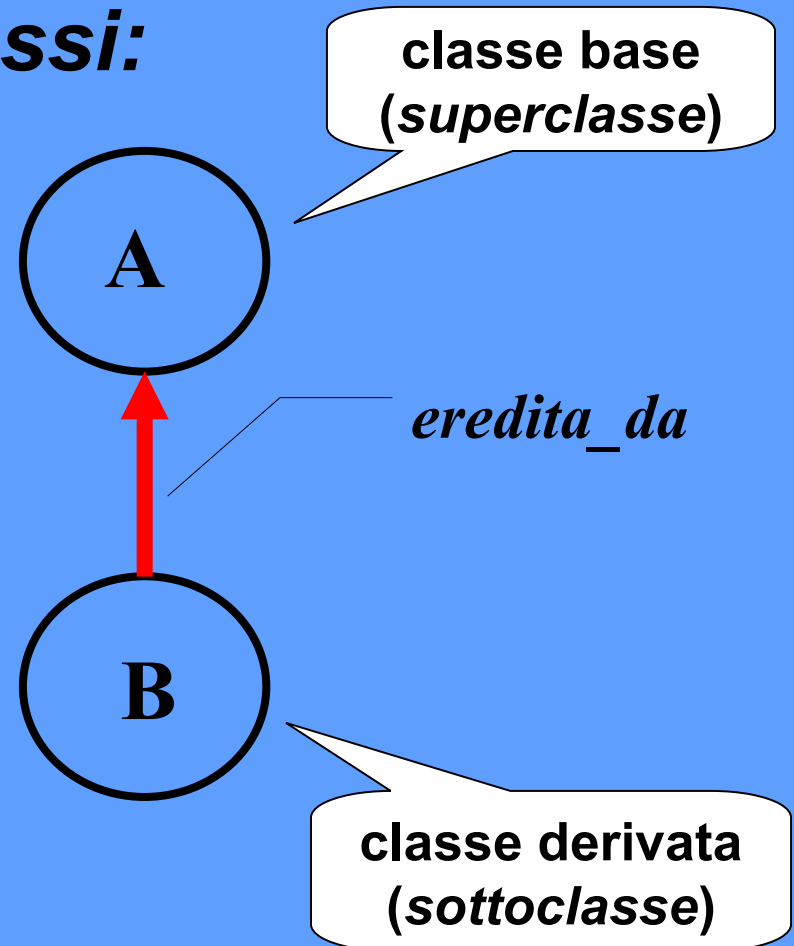
- Si vuole riusare tutto ciò che può essere riusato (*componenti, codice, astrazioni*)
- Non è utile né opportuno modificare codice *già funzionante e corretto*
 - il cui sviluppo ha richiesto tempo (anni-uomo)
 - ed è costato (molto) denaro
- Occorre disporre nel linguaggio di un modo per *progettare alle differenze*, procedendo *incrementalmente*.

L'OBIETTIVO

- **Poter definire una nuova classe a partire da una già esistente**
- **Bisognerà dire:**
 - quali dati la nuova classe *ha in più* rispetto alla precedente
 - quali metodi la nuova classe *ha in più* rispetto alla precedente
 - quali metodi la nuova classe *modifica* rispetto alla precedente.

EREDITARIETÀ

- Una *relazione tra classi*:
si dice che
la nuova classe B
eredita da
la pre-esistente
classe A



EREDITARIETÀ

- La nuova classe **ESTENDE** una classe già esistente
 - può aggiungere *nuovi dati o metodi*
 - può accedere ai dati ereditati *purché il livello di protezione lo consenta*
 - non può eliminare dati o metodi.
- La classe derivata condivide *la struttura e il comportamento* (per le parti non ridefinite) della classe base

ESEMPIO

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; }  
}
```

Attenzione alla protezione!

ESEMPIO

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

```
public class Counter2 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()`

ESEMPIO

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

```
public class Counter2 extends Counter {  
    public void dec() { val--; }  
}
```

Que

- er
- er
- ag

Ma val era privato!!

**ERRORE: nessuno può
accedere a dati e metodi
privati di qualcun altro!**

in int)

()

EREDITARIETÀ E PROTEZIONE

- Problema: **il livello di protezione private impedisce a chiunque di accedere al dato, anche a una classe derivata**
 - va bene per dati “veramente privati”
 - ma è *troppo restrittivo* nella maggioranza dei casi
- Per sfruttare appieno l’ereditarietà occorre *rilassare un po’ il livello di protezione*
 - senza dover tornare per questo a `public`
 - senza dover scegliere per forza la protezione `package di default`: il concetto di `package` *non c’entra niente* con l’ereditarietà!

LA QUALIFICA `protected`

Un dato o un metodo `protected`

- è come `package` (il default) per chiunque non sia una classe derivata
- ***ma consente libero accesso a una classe derivata***, indipendentemente dal package in cui essa è definita.

Occorre dunque ***cambiare la protezione del campo `val` nella classe `Counter`.***

ESEMPIO

Il contatore “riadattato”...

```
public class Counter {  
    protected 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; }  
}
```

Nuovo tipo di protezione.

ESEMPIO

... e il contatore con decremento:

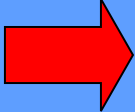
```
public class Counter2
    extends Counter {
    public void dec() { val--; }
}
```

Ora funziona !

UNA RIFLESSIONE

La qualifica `protected`:

- rende accessibile un campo *a tutte le sottoclassi*, presenti e future
- costituisce perciò un *permesso di accesso “indiscriminato”*, valido per ogni possibile sottoclasse che possa in futuro essere definita, senza possibilità di distinzione.

 I membri `protected` sono *citati* nella documentazione prodotta da Javadoc (a differenza dei membri qualificati *privati* o con visibilità *package*).

EREDITARIETÀ

Cosa si eredita?

- **tutti i dati** della classe base
 - anche quelli privati, a cui comunque la classe derivata non potrà accedere direttamente
- **tutti i metodi...**
 - anche quelli che la classe derivata non potrà usare direttamente
- **... *tranne i costruttori***, perché sono specifici di quella particolare classe.

EREDITARIETÀ E COSTRUTTORI

- Una classe derivata *non può prescindere dalla classe base*, perché **ogni istanza della classe derivata comprende in sé, indirettamente, un oggetto della classe base.**
- Quindi, **ogni costruttore della classe derivata deve invocare un costruttore della classe base** affinché esso costruisca la “parte di oggetto” relativa alla classe base stessa:

*“ognuno deve costruire
ciò che gli compete”*

EREDITARIETÀ E COSTRUTTORI

- Perché bisogna che ogni costruttore della classe derivata invochi un costruttore della classe base?
 - 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
 - è inutile duplicare nella sottoclasse tutto il codice necessario per inizializzare i dati ereditati, che è già stato scritto.

EREDITARIETÀ E COSTRUTTORI

- *Ma come può un costruttore della classe derivata invocare un costruttore della classe base?*

I costruttori non si possono mai chiamare direttamente!

- Occorre un modo per dire al costruttore della classe derivata di “*appoggiarsi*” a un *opportuno costruttore della classe base*: per questo si usa la parola chiave

super

ESEMPIO

Il contatore con decremento:

```
public class Counter2 {  
    Costruttore di default generato automaticamente dal sistema in assenza di altri costruttori  
    public void dec() { v--; }  
  
    public Counter2() { super(); }  
    public Counter2(int v) { super(v); }  
}
```

L'espressione **super(...)** invoca il costruttore della classe base che corrisponde come numero e tipo di parametri alla lista data.

EREDITARIETÀ E COSTRUTTORI

- *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 dei default della classe base deve esistere, altrimenti si ha **ERRORE**.

EREDITARIETÀ E COSTRUTTORI

RICORDARE: 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.

- In questo caso il costruttore di default della classe base deve esistere, altrimenti si ha **ERRORE**.

super: RIASSUNTO

La parola chiave **super**

- nella forma **super (...)**, invoca un costruttore della classe base
- nella forma **super.val** consente di accedere al campo **val** della classe base (*sempre che esso non sia privato*)
- nella forma **super.metodo ()** consente di invocare il metodo **metodo ()** della classe base (*sempre che esso non sia privato*)

COSTRUTTORI e PROTEZIONE

- Di norma, i costruttori sono `public`
 - in particolare, è sempre pubblico il costruttore di default generato automaticamente da Java
- *Almeno un costruttore pubblico deve sempre esistere*, a meno che si voglia *impedire espressamente* di creare oggetti di tale classe agli utenti “non autorizzati”
 - caso tipico: una classe che fornisce solo costruttori protetti è pensata per fungere da classe base per altre classi più specifiche
 - non si vuole che ne vengano create istanze.

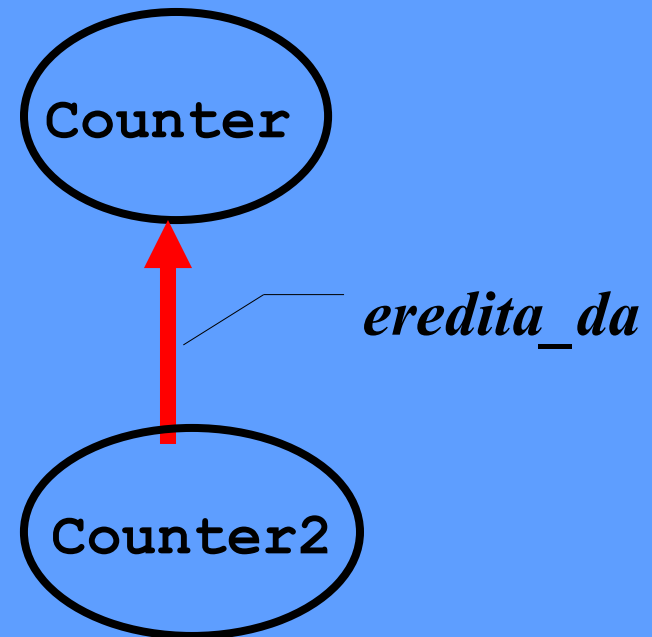
EREDITARIETÀ: CONSEGUENZE

- Se una classe eredita da un'altra, *la classe derivata mantiene l'interfaccia di accesso della classe base*

- anche se, naturalmente, può *specializzarla*, aggiungendo nuovi metodi

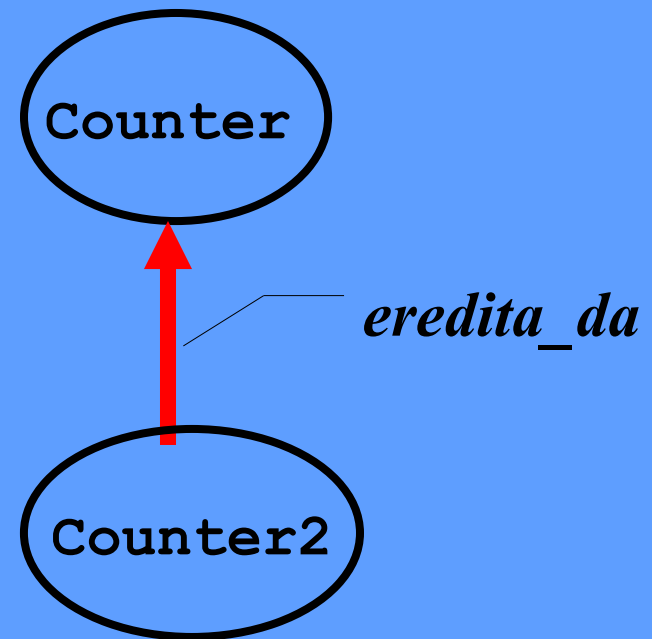
- Quindi, *un Counter2 può essere usato al posto di un Counter* se necessario

- *Ogni Counter2 è anche un Counter !*



EREDITARIETÀ: CONSEGUENZE

- Ogni oggetto di classe Counter2 è anche implicitamente di classe Counter
- *ma non viceversa*
 - un Counter è *meno ricco* di un Counter2
- Quindi, l'ereditarietà è più di un semplice “riuso di codice”: riusa *l'astrazione*
- *Induce una classificazione del mondo (aderente alla realtà...?)*



EREDITARIETÀ: CONSEGUENZE

Se ogni Counter2 è anche un Counter, è possibile **usare un Counter2 al posto di un Counter** senza che il sistema se ne accorga

```
public class Esempio6 {  
    public static void main(String args[]) {  
        Counter  c1 = new Counter(10);  
        Counter2 c2 = new Counter2(20);  
        c2.dec(); // OK: c2 è un Counter2  
        // c1.dec(); // NO: c1 è solo un Counter  
        c1=c2; // OK: c2 è anche un Counter  
        // c2=c1; // NO: c1 è solo un Counter  
    }  
}
```

EREDITARIETÀ: CONSEGUENZE

Se ogni Counter2 è anche un Counter, è possibile **usare un Counter2 al posto di un Counter** senza che il sistema se ne accorga

```
public class Esempio6 {
```

OK perché c2 è un Counter2, *quindi anche implicitamente un Counter* (e c1 è a sua volta un Counter)

```
// c1 = c2;
```

```
c1=c2;
```

```
// c2=c1;
```

```
}
```

```
}
```

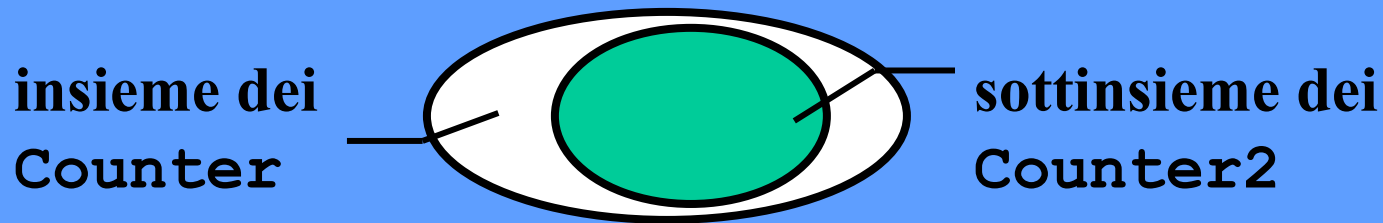
```
// NO: c1 è solo un Counter
```

```
// OK: c2 è anche un Counter
```

NO, perché c2 è un Counter2, e *come tale esige un suo “pari”*, mentre c1 è “solo” un Counter

EREDITARIETÀ: CONSEGUENZE

Dunque, la classe Counter2 definisce un sottotipo della classe Counter

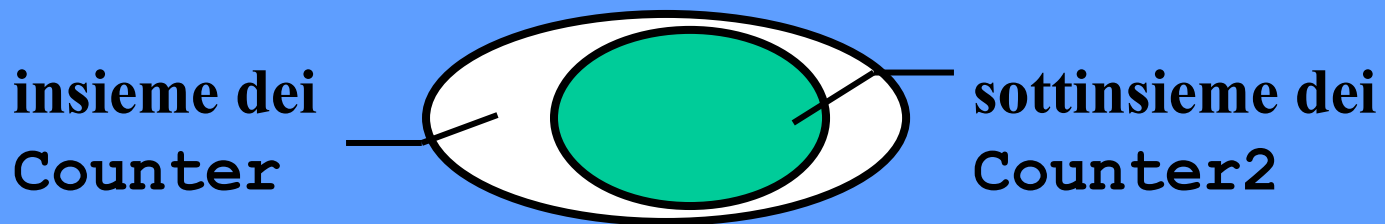


- Gli oggetti di classe Counter sono compatibili con gli oggetti di classe Counter2 (perché la classe Counter2 è inclusa nella classe Counter)
- ma non viceversa

Ovunque si possa usare un Counter, lì si può usare un Counter2 (ma non viceversa)

EREDITARIETÀ: CONSEGUENZE

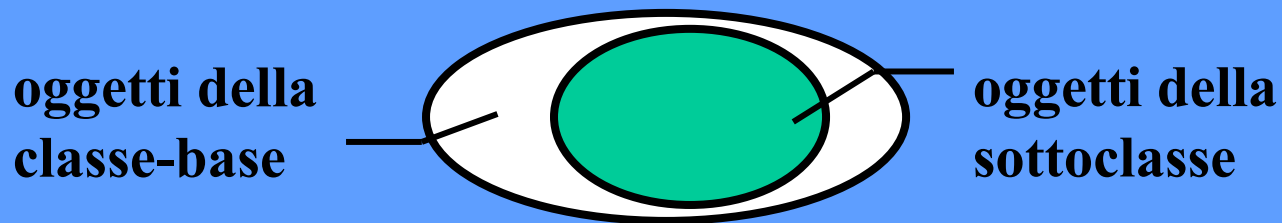
Dire che *ogni Counter2 è anche un Counter* significa dire che *l'insieme dei Counter2 è un sottoinsieme dell'insieme dei Counter*



- Se questo è vero nella realtà, la classificazione è *aderente alla realtà del mondo*
- Se invece è falso, questa classificazione *nega la realtà del mondo*
 - non è un buon modello del mondo
 - può produrre assurdità e inconsistenze

EREDITARIETÀ: CONSEGUENZE

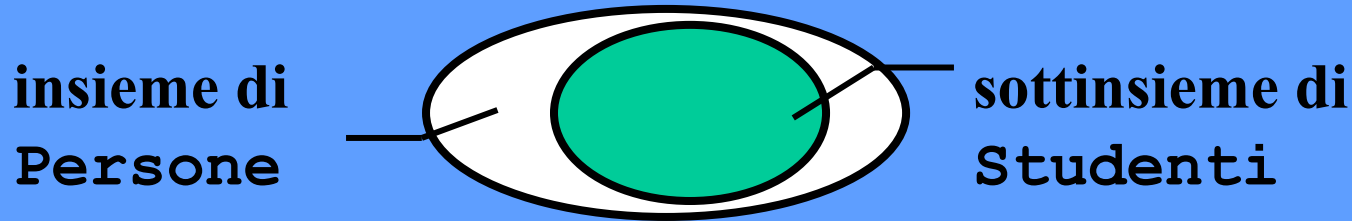
Una sottoclasse dovrebbe **delimitare un sottoinsieme** della classe base, altrimenti rischia di **modellare la realtà al contrario**.



Esempi

- Studente che deriva da Persona → OK
(ogni Studente è *anche* una Persona)
- Reale che deriva da Intero → NO
(non è vero che ogni Reale *sia anche* un Intero)

UN ESEMPIO COMPLETO



Una classe **Persona**
e una sottoclasse **Studente**

- è aderente alla realtà, perché è vero nel mondo reale che *tutti gli studenti sono persone*
- compatibilità di tipo: potremo usare uno studente (che è *anche* una persona) ovunque sia richiesta una generica persona
ma non viceversa: se serve uno studente, non ci si può accontentare di una generica persona.

LA CLASSE Persona

```
public class Persona {  
    protected String nome;  
    protected int anni;  
    public Persona() {  
        nome = "sconosciuto"; anni = 0; }  
    public Persona(String n) {  
        nome = n; anni = 0; }  
    public Persona(String n, int a) {  
        nome=n; anni=a; }  
    public void print() {  
        System.out.print("Mi chiamo " + nome);  
        System.out.println(" e ho " +anni+ "anni");  
    }  
}
```

Hanno senso tutti
questi
costruttori?

LA CLASSE `Studente`

```
public class Studente extends Persona {  
    protected int matr;  
    public Studente() {  
        super(); matr = 9999; }  
    public Studente(String n) {  
        super(n); matr = 8888; }  
    public Studente(String n, int a) {  
        super(n,a); matr=7777; }  
    public Studente(String n, int a, int m) {  
        super(n,a); matr=m; }  
    public void print() {  
        super.print();  
        System.out.println("Matricola = " + matr);  
    }  
}
```

Hanno senso tutti
questi
costruttori?

LA CLASSE Studente

```
public class Studente extends Persona {  
    protected int matr;
```

```
    public
```

```
        su
```

```
    pub
```

```
        su
```

```
    pub
```

```
        su
```

```
    public
```

```
        super(n,a); matr=m; }
```

```
    public void print() {
```

```
        super.print();
```

```
        System.out.println("Matricola = " + matr);
```

```
    }
```

```
}
```

Ridefinisce il metodo void print()

- sovrascrive quello ereditato da Persona
- è una versione specializzata per Studente che però riusa quello di Persona (super), estendendolo per stampare la matricola.

LA CLASSE EsempioDiCittà

```
public class EsempioDiCittà {  
    public static void main(String args[]) {  
        Persona p = new Persona("John");  
        Studente s = new Studente("Tom");  
        p.print(); // stampa nome ed età  
        s.print(); // stampa nome, età, matricola  
        p=s;       // OK (Studente estende Persona)  
        p.print(); // COSA STAMPA ???  
    }  
}
```

L'assegnamento `p=s` ***non comporta perdita di informazione***, perché si assegnano *referimenti* (gli oggetti puntati rimangono inalterati)

LA CLASSE EsemplioDiCittà

```
public class EsemplioDiCittà {
```

- Se prevale la natura del riferimento, stamperà solo nome ed età
- Se prevale la natura dell'oggetto puntato, stamperà nome, età e *matricola*

```
p.print() // stampa nome ed età  
s.print() // stampa nome, età, matricola  
p=s;  
p.print(), // COSA STAMPA ???
```

È un problema di POLIMORFISMO

PROBLEMA: cosa stampa?

- p è un riferimento a Persona
- *ma gli è stato assegnato un oggetto Studente*

POLIMORFISMO

- Un metodo si dice ***polimorfo*** quando è in grado di ***adattare il suo comportamento allo specifico oggetto*** su cui deve operare.
- In Java, la possibilità di usare riferimenti a una data classe
 - ad esempio, Personaper puntare a oggetti ***di classi più specifiche***
 - ad esempio, Studenteintroduce ***in astratto*** la possibilità di avere polimorfismo.

Ma in pratica?

POLIMORFISMO

In pratica, *dipende cosa prevale:*

- se prevale il tipo del riferimento,
non ci sarà mai polimorfismo
 - in tal caso, `p.print()` stamperà solo nome ed età, perché verrà invocato il metodo `print()` della classe `Persona`
- se invece prevale il tipo dell'oggetto,
allora ci potrà essere polimorfismo
 - in tal caso, `p.print()` stamperà nome, età e matricola, perché verrà invocato il metodo `print()` della classe `Studente`

POLIMORFISMO

In pratica, *dipende cosa prevale:*

- *se prevale il tipo del riferimento*

**Java supporta il Polimorfismo
→ prevale il tipo dell'oggetto**

nome ed età, poi verrà invocato il metodo print () della classe Persona

- *se invece prevale il tipo dell'oggetto*

LATE BINDING: le chiamate ai metodi sono collegate alla versione opportuna del metodo al momento della chiamata, in base all'oggetto effettivamente referenziato (a “run-time”)

BINDING STATICO vs DINAMICO

Binding statico

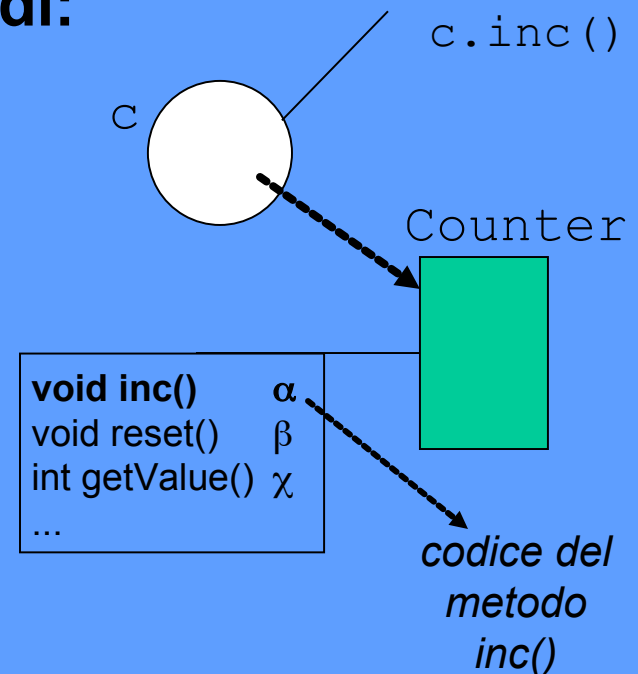
- le chiamate ai metodi sono collegate alla versione del metodo ***prestabilita a tempo di compilazione***, basandosi sul ***tipo statico*** del riferimento.
- è efficiente, ma non flessibile
- standard in C, default in C++, assente in Java

Binding dinamico

- le chiamate ai metodi sono collegate alla versione del metodo ***determinata a run-time***, basandosi sul ***tipo dinamico*** dell'oggetto referenziato *in quel momento*
- un po' meno efficiente, ma molto flessibile
- non presente in C, possibile a richiesta in C++ (virtual), default in Java

LATE BINDING - SCHEMA DI PRINCIPIO

- Ogni istanza contiene un riferimento alla propria classe
- Ogni classe include una tabella che mette in corrispondenza i **nomi dei metodi** da essa definiti con il **codice compilato** relativo a ogni metodo
- **Chiamare un metodo** comporta quindi:
 - accedere alla tabella opportuna in base alla classe dell'istanza
 - in base alla signature del metodo invocato, accedere alla entry della tabella corrispondente e ricavare il riferimento al codice del metodo
 - invocare il corpo del metodo così identificato.



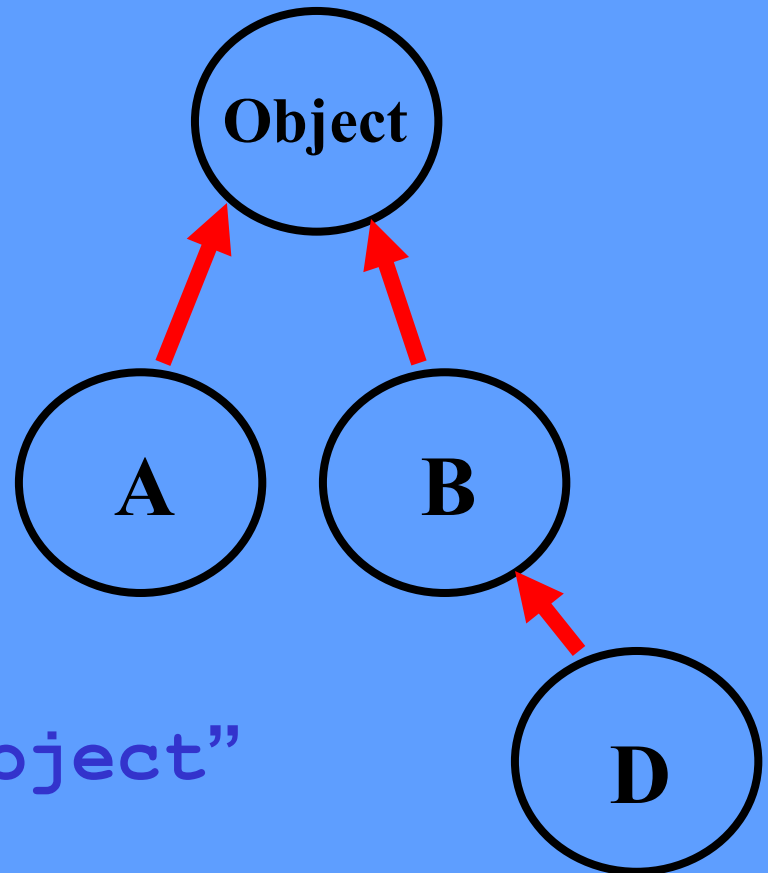
LA CLASSE EsempioDiCittà

```
public class EsempioDiCittà {  
    public static void main(String args[]) {  
        Persona p = new Persona("John");  
        Studente s = new Studente("Tom");  
        p.print(); // stampa nome ed età  
        s.print(); // stampa nome, età, matricola  
        p=s;  
        p.print(); // COSA STAMPA ???  
    }  
}
```

`void print()` è un metodo polimorfo
Poiché `p` referencia uno `Studente`,
stampa nome, età e *matricola*

GERARCHIE DI EREDITARIETÀ

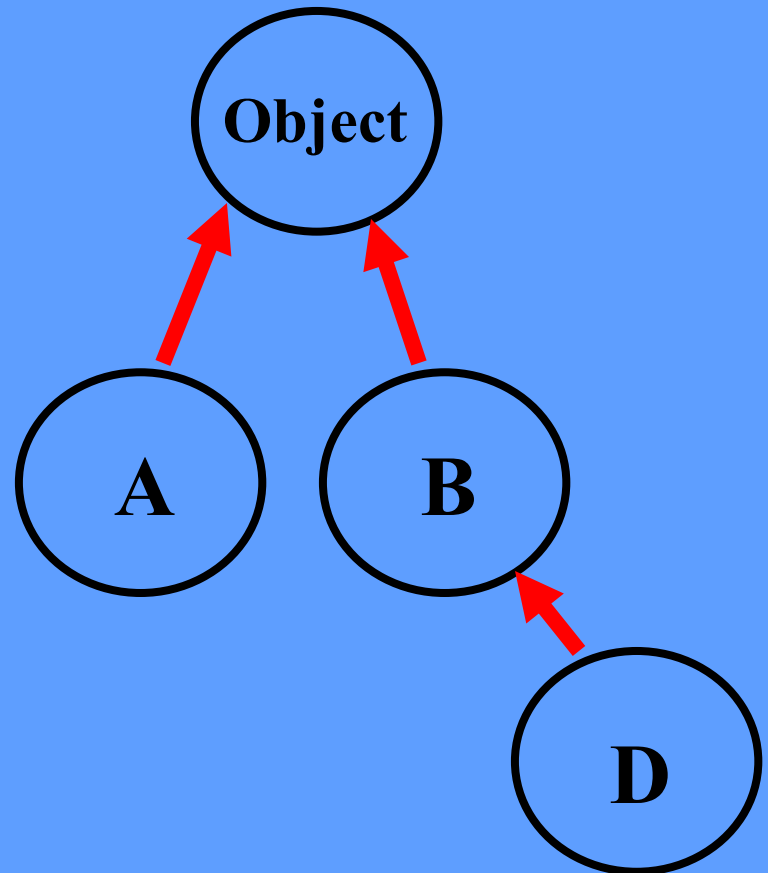
- La relazione di ereditarietà determina la nascita di *gerarchie* o *tassonomie* di ereditarietà
- In Java, *ogni classe deriva implicitamente dalla classe-base `Object`*, che è la radice della gerarchia
- La frase “`class A`” sottintende “`extends Object`”



Object, LA RADICE DI TUTTO

- La classe base *Object* definisce *alcuni metodi, ereditati da tutte le altre classi:*

- `clone()`
- `equals()`
- `toString()`
- ...



Object, LA RADICE DI TUTTO

Alcuni metodi interessanti:

- `protected Object clone()`
 - duplica l'oggetto su cui è invocato
 - è un metodo protetto: per rendere disponibile questa funzionalità in una classe, occorre *definirne* una versione *pubblica* che si appoggi a questa tramite un'invocazione `super.clone()`
- `public boolean equals(Object x)`
 - definisce il criterio di uguaglianza fra oggetti
 - per default, è l'uguaglianza fra riferimenti
- `public String toString()`
 - fornisce una rappresentazione dell'oggetto sotto forma di stringa

ESEMPIO

Una piccola classe (*eredita implicitamente* il metodo `toString()` da `Object`):

```
public class Deposito {  
    float soldi;  
    public Deposito() { soldi=0; }  
    public Deposito(float s) { soldi=s; }  
}
```

ESEMPIO

... e una classe che la usa:

```
public class Esempio7 {  
    public static void main(String args[]) {  
        Deposito d1 = new Deposito(312);  
        System.out.println(d1);  
    }  
}
```

Per stampare d1, viene invocato automaticamente il metodo toString()

È una forma compatta per

System.out.println(d1.toString());

ESEMPIO

Se il `toString()` predefinito da `Object` non soddisfa, si può ridefinirlo:

```
public class Deposito {  
    float soldi;  
    public Deposito() { soldi=0; }  
    public Deposito(float s) { soldi=s; }  
    public String toString() {  
        return "Deposito di valore " + soldi; }  
}
```

Viene creato un nuovo oggetto `String` concatenando la frase "Deposito di valore " con il risultato di `Float.toString(soldi)`

ESEMPIO

L'output nel primo caso...

Deposito@712c1a3c

Identificativo univoco generato da Java:
nome della classe + indirizzo dell'oggetto

... e nel secondo caso:

Deposito di valore 312.0

CLASSI FINALI

- Una **classe finale** (**final**) è una classe di cui si vuole *impedire a priori* che possano essere definite, un domani, delle sottoclassi
- Esempio:

```
public final class TheLastCounter  
    extends Counter {  
    ...  
}
```