APPROCCI PER IL RIUTILIZZO:

- ***ricopiare manualmente il codice* della classe esistente e *cambiare quel che va cambiato***
- ***creare un oggetto composto***
  - **che incapsuli il componente esistente...**
  - **… gli "inoltri" le operazioni già previste…**
  - **… e crei, *sopra di esso*, le nuove operazioni richieste (eventualmente definendo nuovi dati)**
  - ***sempre che ciò sia possibile!***
- ***specializzare (per ereditarietà) la classe Counter***

Oggetti composti

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


… e il loro uso:

```
public class EsempioNuovo {
 public static void main(String v[]) {
    CounterDec c = new CounterDec();
    c.reset();
    c.inc(); c.inc();
    System.out.println(c.getValue());
    c.dec();
    System.out.println(c.getValue());
 }
}
```

IL TEMA DELLA RIUSABILITÀ

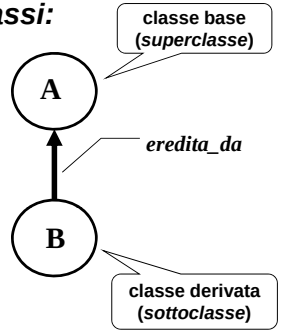
- **Si vuole riusare tutto ciò che può essere riusato (*componenti*, *codice*, *astrazioni*)**
- **Non è utile né opportuno modificare codice *già funzionante* e *corretto***
  - **il cui sviluppo ha richiesto tempo (anni-uomo)**
  - **ed è costato (molto) denaro**
- **Occorre disporre nel linguaggio 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** … **nt)**
- **er**
- **ag**

Ma `val` era privato!!

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

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 però 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 `private` (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.**

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 quello 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
  public void dec() { ... }
  public Counter2() { super(); }
  public Counter2(int v) { super(v); }
}
```

Costruttore di default *generato automaticamen-te dal sistema* in assenza di altri costruttori

L'espressione `super(…)` invoca il costrut-tore della classe base che corrisponde co-me 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

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

`super`: RIASSUNTO

La parola chiave *`super`*

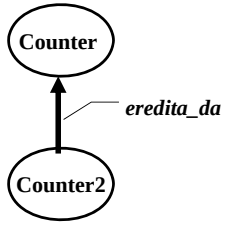
- **nella forma `super(...)`, invoca un costruttore della classe base**
- **nella forma `super.val`, consente di accedere al campo `val` della classe base *(sempre che esso non sia private)***
- **nella forma `super.metodo()`, consente di invocare il metodo `metodo()` della classe base *(sempre che esso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

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 vengano istanziati oggetti**

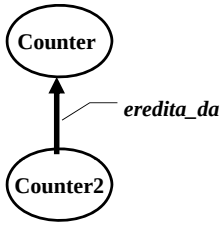
EREDITARIETÀ: CONSEGUENZE

- **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*!**

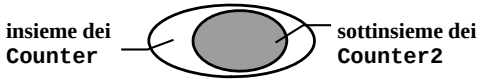
```
public class Esempio6 {
                                          s[]) {
  // c1.dec(); // NO: c1 è solo un Counter
  c1=c2;
  // c2=c1;
 }
}
```

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

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

EREDITARIETÀ: CONSEGUENZE

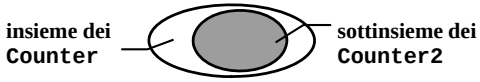
- **Dunque, la classe `Counter2` *definisce un sottotipo* della classe `Counter`**



  - **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

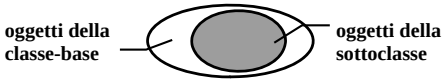
- **Dire che *ogni `Counter2` è anche un `Counter`* significa dire che *l'insieme dei `Counter2` è un sottoinsieme dell'insieme dei `Counter`!***



  - **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

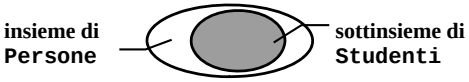
EREDITARIETÀ: CONSEGUENZE

- **Una sottoclasse dovrebbe dunque *delimitare un sottoinsieme* della classe da cui deriva: altrimenti, si modella 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 si può accontentarsi 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");
 }
}
```

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);
 }
}
```


LA CLASSE `Studente`

```
public class Studente extends Persona {
 protected int matr;
 pub
 pul
 pul
 pub
     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 EsempioDiCitta {
 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 *riferimenti* (gli oggetti puntati rimangono inalterati)

LA CLASSE `EsempioDiCittà`

```
public class EsempioDiCitta {
  p=s;
  p.print();
 }
}
```

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

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, `Persona`

  per puntare a oggetti *di classi più specifiche*
  - ad esempio, `Studente`

  introduce *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 c'è 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, 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 c'è polimorfismo
  - in tal caso, `p.print()` stamperà nome, età e matricola, perché verrà invocato il metodo `print()` della classe `Studente`

Java supporta il Polimorfismo
→ 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")

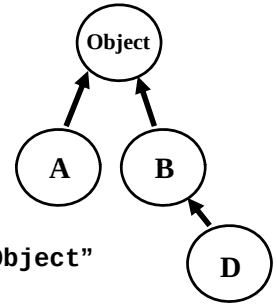
LA CLASSE `EsempioDiCittà`

```
public class EsempioDiCitta {
 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` referenzia uno `Studente`,
stampa nome, età *e matricola*

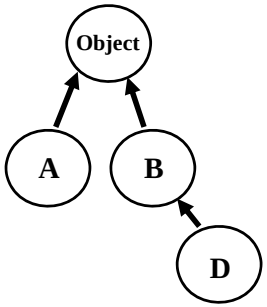
GERARCHIE DI EREDITARIETÀ

- 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 all'esterno di una classe, occorre *ridefinirlo come pubblico*
- `public boolean equals(Object x)`
  - definisce il criterio di uguaglianza fra oggetti
  - per default, è l'uguaglianza fra riferimenti
- `public String toString()`
  - crea 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
```

ESEMPIO `equals`

```
public class Esempio8 {
 public static void main(String args[])
 {Deposito d1 = new Deposito(312);
  Deposito d2 = new Deposito(104*3);
  if (d1.equals(d2))
       System.out.println("uguali!");
 }
}
```

ESEMPIO `equals`

Se l' `equals(Object x)` predefinito da `Object` non soddisfa, si può ridefinirlo:

```
public class Deposito {
  float soldi;
  public Deposito() { soldi=0; }
  public Deposito(float s) { soldi=s; }
  public boolean equals(Deposito x) {
    return (soldi==x.soldi); }
}
```

Consideriamo uguali due Deposito se e solo se hanno *identico valore*

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 {
   ...
}
```