Breve introduzione a Java

(ed alla programmazione ad oggetti)

Marco Piastra

Argomenti

1. Modello astratto e modello implementativo
   (in un linguaggio di programmazione)

2. Modello astratto: rappresentazione ad oggetti

3. Modello implementativo: macchina virtuale

4. Aspetti particolari:
   - gestione implicita della memoria (*garbage collection*)
   - multi-threading;
   - programmazione distribuita.

1

Modello astratto e modello implementativo

Il progetto di un linguaggio

Da tener presente:

- un 'linguaggio di programmazione' è progettato in riferimento ad *modello implementativo* specifico
  (linguaggio compilato, linguaggio interpretato)
- il progetto del linguaggio include un rilevante aspetto teorico, cioè un *modello astratto*
  (*variabili, oggetti, classi, metodi*)
- i due aspetti sono strettamente correlati

Il progetto di un linguaggio (2)

- Scelta di un modello astratto:
  - entità di base della programmazione
    (e.g. variabili globali, variabili locali, array, puntatori, funzioni).
  - modo di descrivere i programmi
    (e. g. programmazione strutturata);
  - linguaggio (inteso come unione di una *sintassi* ed una *semantica* formale);
- Scelta di un modello implementativo:
  - tecniche di compilazione (e.g. compilazione parziale) e di linking;
  - esecuzione a run-time (e.g. gestione della memoria, gestione dello stack delle chiamate);
  - possibilità di estensione (librerie specifiche).

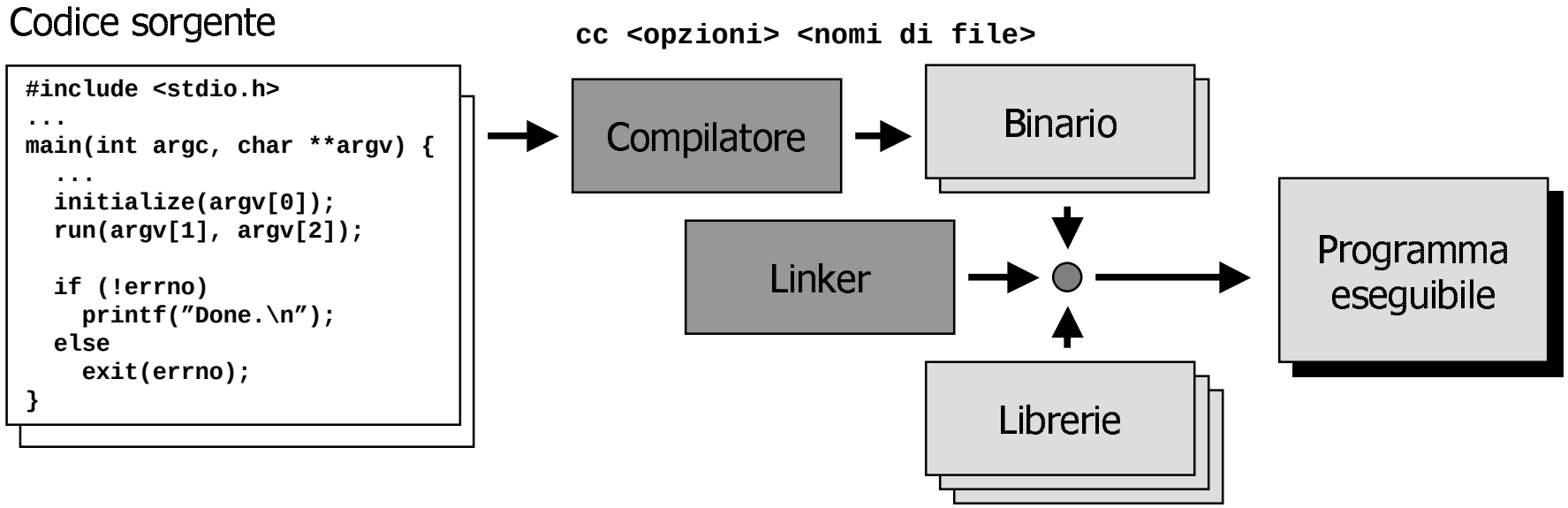
Origini di Java e C (e C++)

- I due linguaggi hanno origini diverse

- Il C (ed il C++) derivano dagli studi sui linguaggi per la realizzazione di sistemi operativi (e.g. Unix) e software di base (e.g. database server)
- Java deriva (in buona misura) dai linguaggi sviluppati per l'intelligenza artificiale

- Infatti, ad esempio:
  - la *sintassi* assomiglia a quella del C++;
  - il *modello ad oggetti* e l'idea della *macchina virtuale* e del *bytecode* provengono dallo Smalltalk-80;
  - l'idea dei *package* proviene dal Common Lisp.

Creare un programma in C

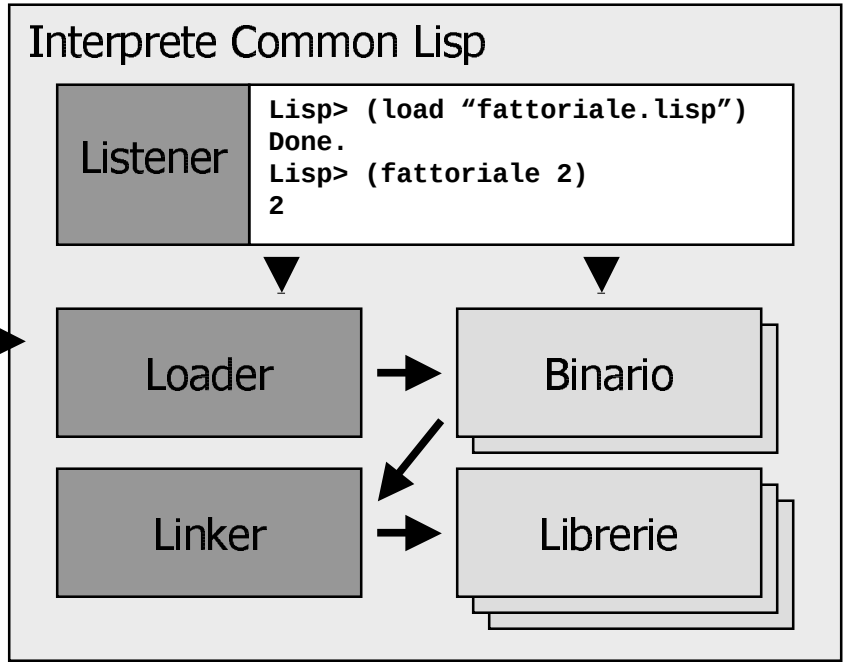


- Tipicamente:
  - si creano uno o più moduli (file) di *codice sorgente*;
  - si utilizzano *librerie* standard e/o *librerie* specifiche;
  - il *compilatore* traduce il codice sorgente in un *formato binario*;
  - il *linker* combina il prodotto della compilazione con le librerie.

Un interprete di programmi

Codice sorgente

```
;; File fattoriale.lisp
(defun fattoriale (n)
   (if (eq n 0)
      ;; then
      (return 1)
      ;; else
      (return
         (* n
           (fattoriale
             (- n 1)))))
)
```



- Tipicamente:
  - non si produce un programma eseguibile indipendente
  - il codice sorgente viene tradotto in un formato binario
  - il collegamento tra 'pezzi' di programma viene fatto 'al volo'
  - le operazioni effettive vengono eseguite dall'*interprete*

Differenze di paradigma

- In C:
  - la sintassi è concepita per favorire i controlli di correttezza;
  - le entità principali sono *statiche* (variabili globali, funzioni)
  - si usano tecniche esplicite per la gestione della memoria dinamica (i.e. `malloc` e `free`)
  - un programma eseguibile (compilato e 'linkato') è di fatto *immutabile* (eccezione: librerie a linking dinamico)

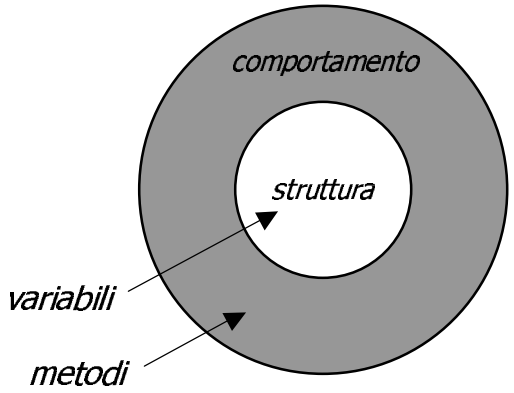
- In un linguaggio interpretato (e.g. Common Lisp):
  - la sintassi è concepita per facilitare la scrittura di codice
  - le entità principali sono *dinamiche* (e.g. *liste* di elementi)
  - la composizione di un programma è definita dallo *stato* dell'*interprete* al momento dell'esecuzione.

2

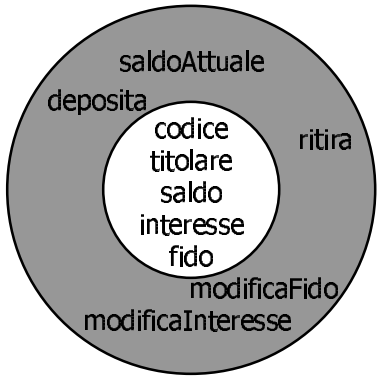
Il modello astratto di Java: programmazione ad oggetti

Un modello ad oggetti

- L'idea informale:
  rappresentare le entità della programmazione come aggregazioni di *variabili* e *metodi*



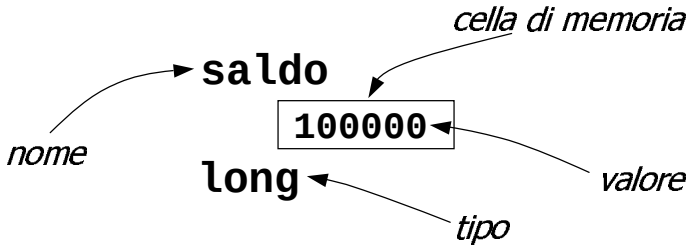
Esempio: ContoCorrente

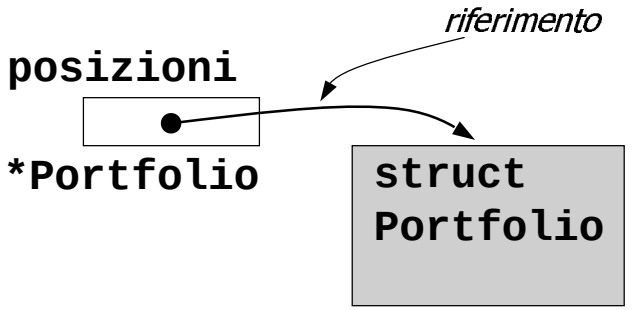


- Agli inizi, qualcuno ha suggerito l'idea di
  circuiti integrati software

Modello ad oggetti: variabili e valori

- "Una variabile è una cella di memoria"
  - (sempre ricordare)
  - la cella ha una *dimensione* prestabilita (p.es. 4 bytes)
  - di solito ogni variabile ha un *tipo* (in alcuni linguaggi no)

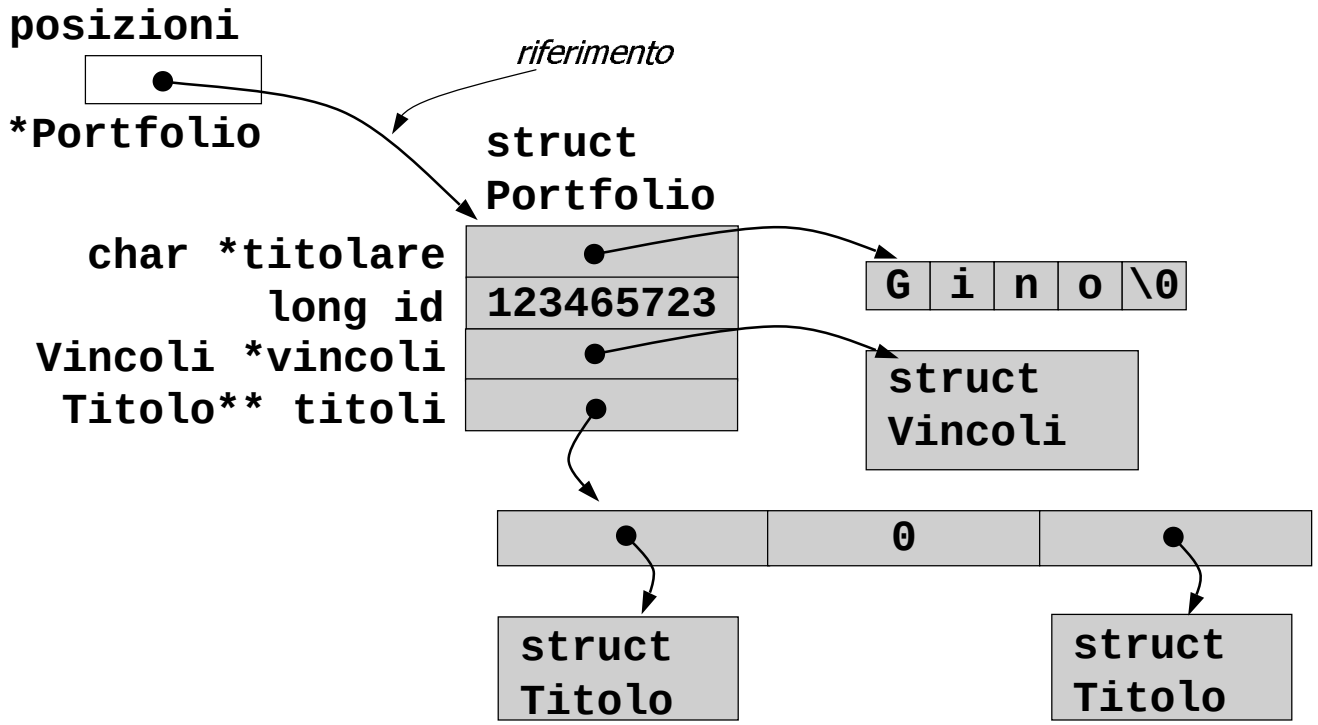




- Vi sono due categorie principali di variabili
  - le variabili che contengono un *valore immediato* (p.es. `int`, `long`, `char`, etc.)
  - le variabili che contengono un *riferimento* (p.es. un puntatore)

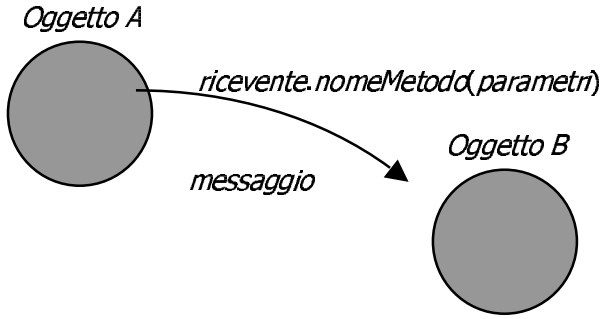
Modello ad oggetti: array e strutture

- Le variabili (le celle) possono essere aggregate in:
  - strutture: tipi eterogenei, dimensione prefissata
  - array: tipi omogenei, dimensione variabile

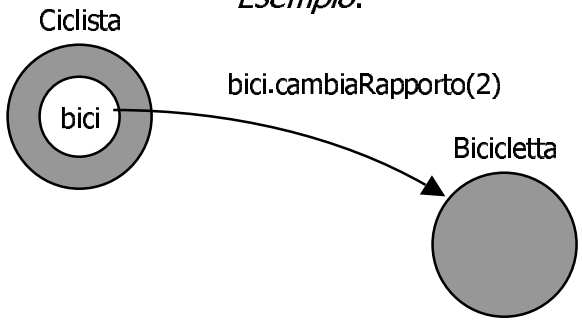


Scambio di messaggi

- Il flusso dell'esecuzione viene visto come un flusso di *messaggi* scambiati tra oggetti
- In generale gli oggetti 'vedono':
  - la loro propria struttura interna
  - la parte visibile (interfaccia?) degli altri oggetti



Esempio:

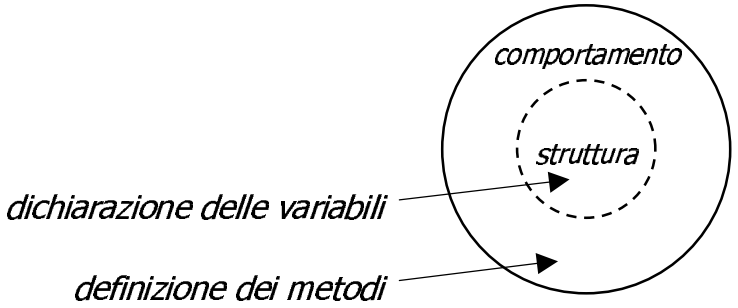


- Componenti di un *messaggio*:
  - un riferimento al ricevente;
  - il nome del metodo;
  - i parametri.

Classi

- Descrivere gli oggetti uno ad uno è poco vantaggioso. Infatti:
  - ogni oggetto richiederebbe una descrizione specifica;
  - la grande varietà ostacolerebbe la comunicazione.

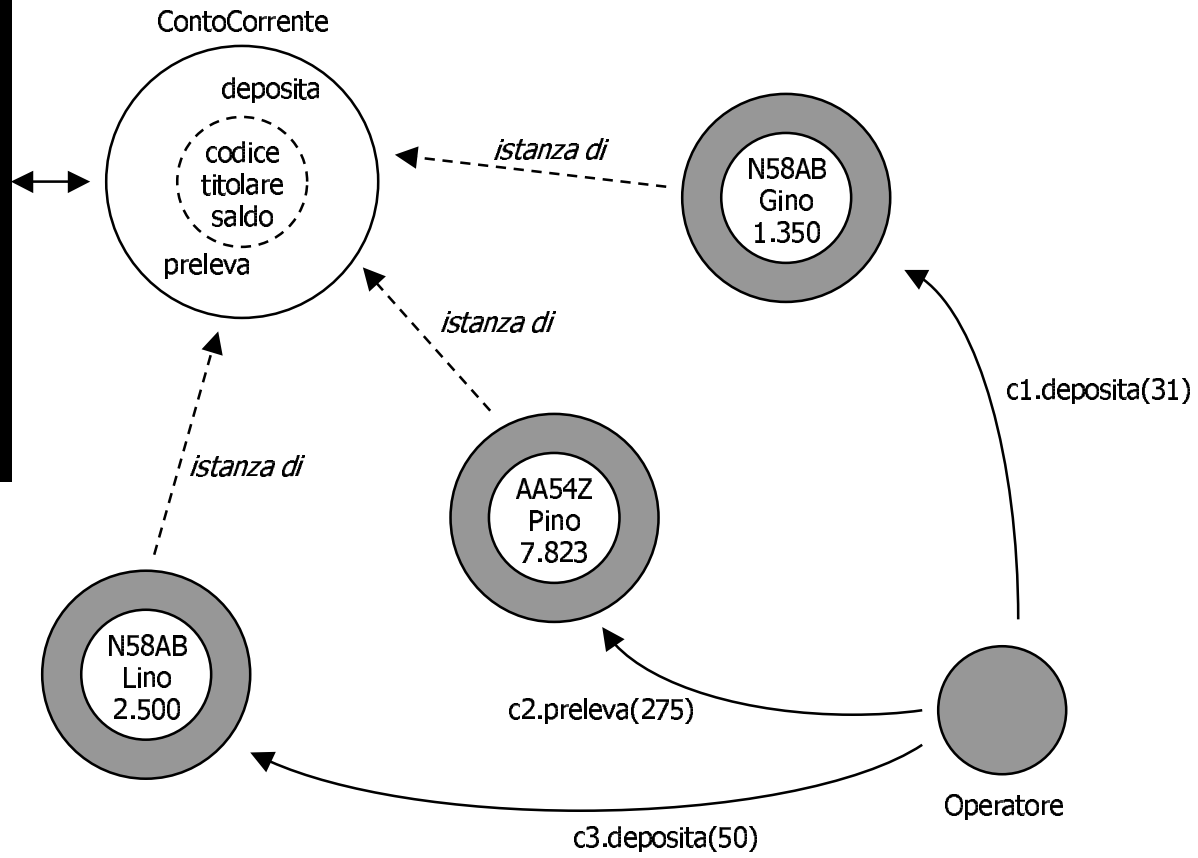
- Al contrario, una *classe* è uno **schema generale** per la creazione di oggetti simili:
  - la *struttura* degli oggetti è descritta come *schema*;
  - il *comportamento* degli oggetti è definito in modo effettivo.




```
['public'][('abstract'|'final')]'class' class_name
      '{'
        // metodi e variabili
        // sono definite qui
      '}'
```

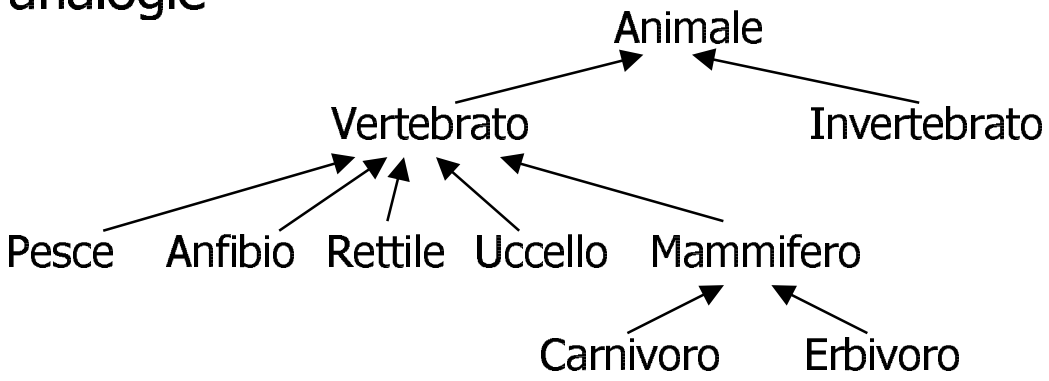
Classi e istanze: ContoCorrente

```
public class ContoCorrente {
  String codice;
  String titolare;
  float saldo;

  ...

  void deposita(float somma) {
    saldo += somma;
  }

  void preleva(float somma) {
    saldo -= somma;
  }
}
```

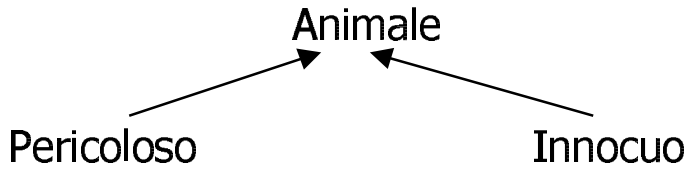


Ereditarietà

- L'idea di base è quella di classificare gli oggetti mettendo a fattor comune le analogie

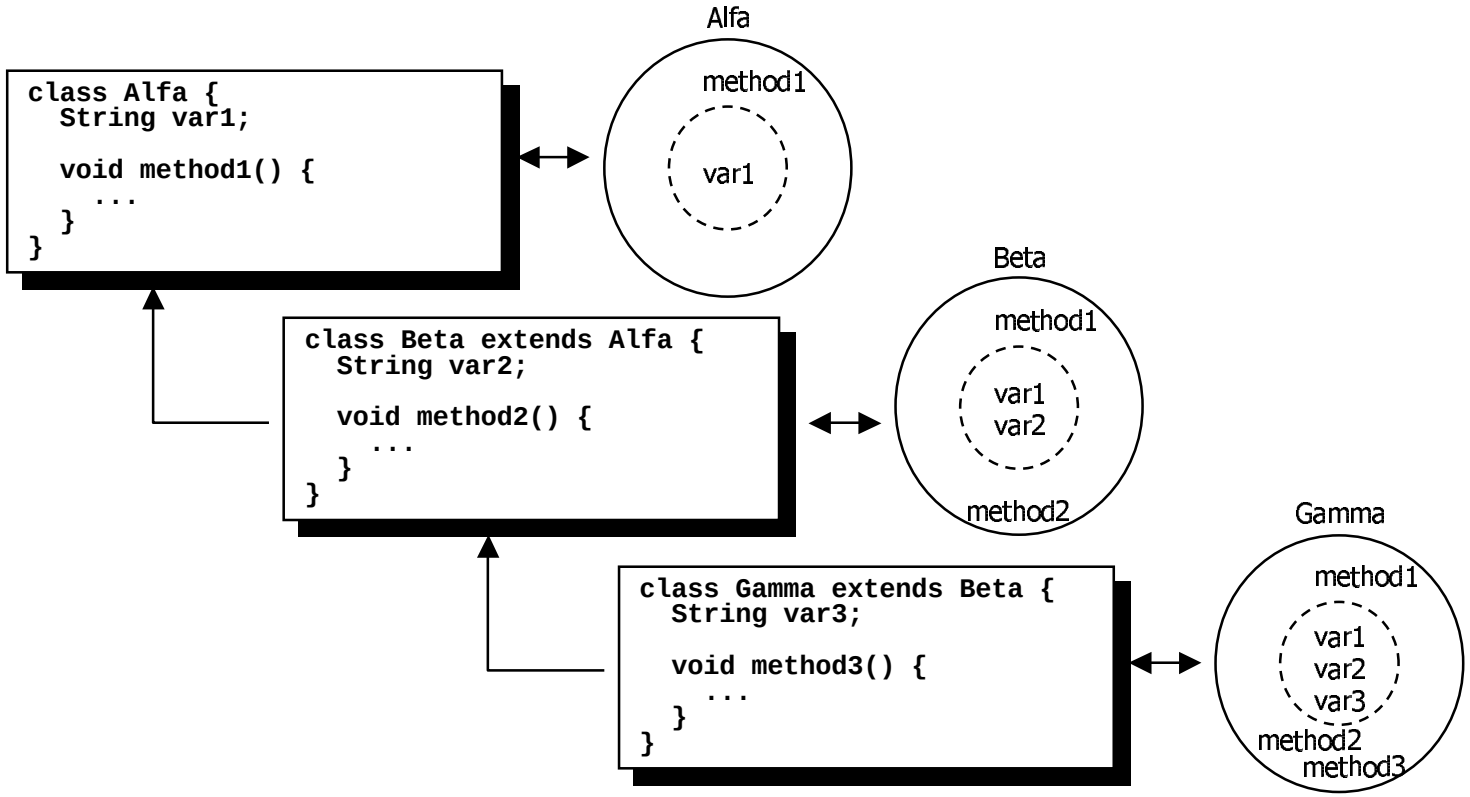


- Attenzione: la gerarchia dipende dallo *scopo*



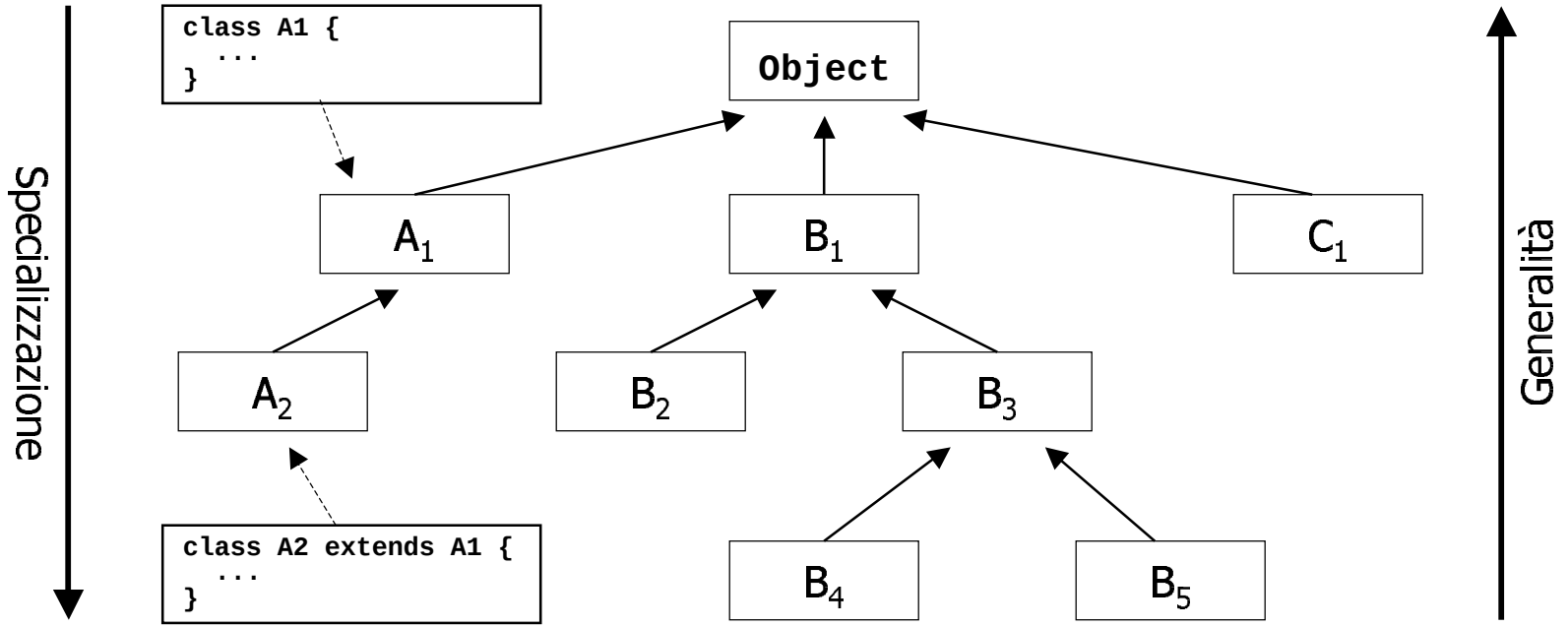
Ereditarietà in Java

- Le sottoclassi ereditano la *struttura* (intesa come *schema*) ed il *comportamento* dalle superclassi



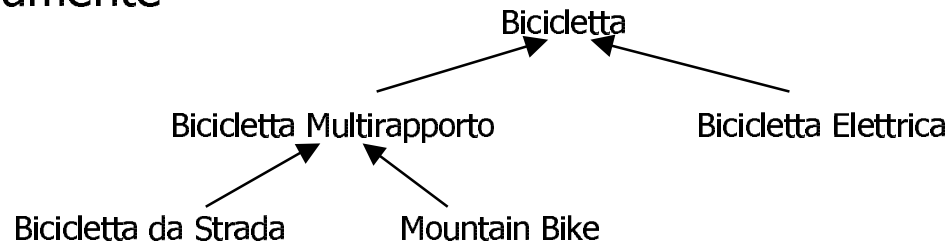
Struttura di classi

- Un programma Java è rappresentato da una *gerarchia* di classi
- La classe **`Object`** è la radice di tale gerarchia

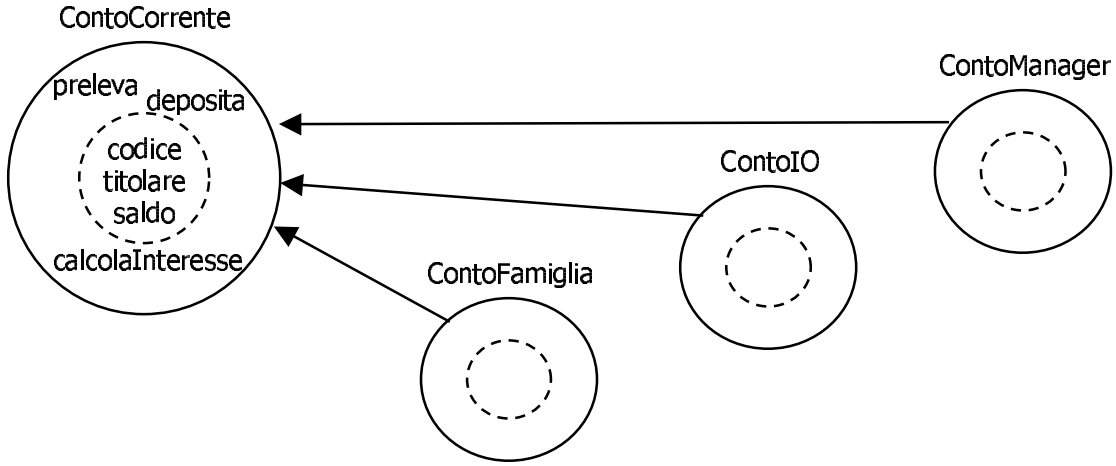


Uso di una struttura di classi

- Per *classificare*, cioè per strutturare le differenze
  - ma nella pratica, si usa raramente

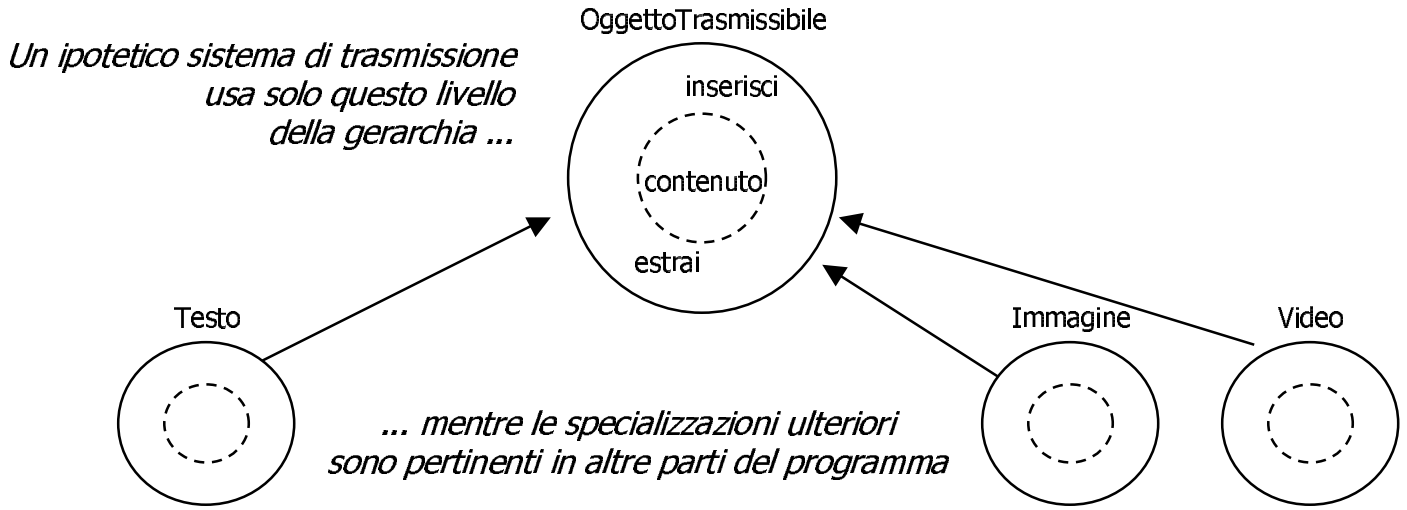


- Per *fattorizzare*, cioè per scrivere meno codice



Uso di una struttura di classi

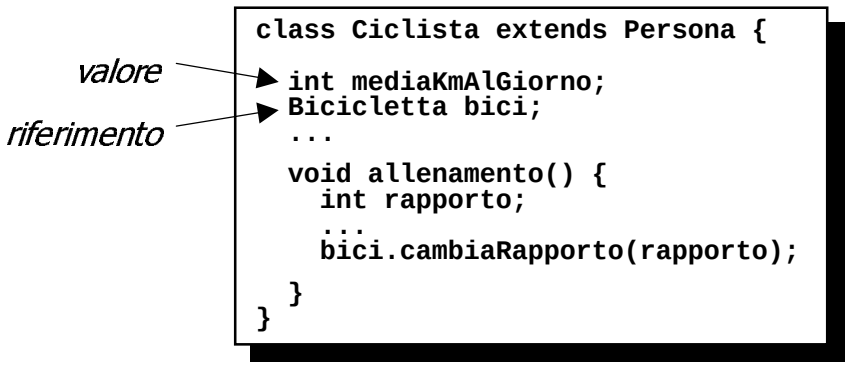
- Per *disaccoppiare* aspetti diversi di uno stesso programma
  - e rendere lo stesso programma più facile da estendere

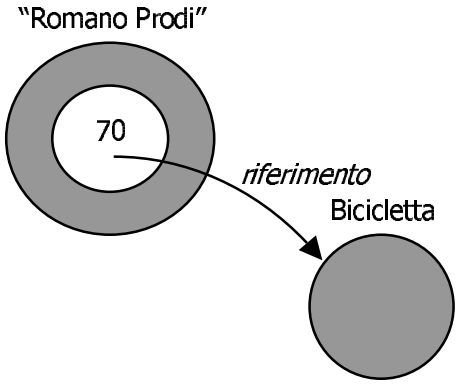


  - a questo scopo in Java si usano spesso anche le *interfacce*

Tipo delle variabili

- In Java ogni variabile deve avere un *tipo* dichiarato
- In prima approssimazione, vi sono due categorie di tipi:
  - tipi primitivi: **`int`**, **`float`**, **`byte short`**, **`long`**, **`double`**, **`char`**, **`boolean`**);
  - riferimenti ad oggetti (i.e. **`Object`** o sottoclasse).





Come si scrive un metodo

- In prima approssimazione, un *metodo* Java è molto simile ad una *funzione* C:
  - dichiarazione formale: nome del metodo, tipo di valore ritornato, nome e tipo dei parametri formali;
  - gli operatori sono quelli del C
    (e.g. `+`, `*`, `=`, `+=`, `==`, `!=`, ...)
  - le istruzioni di controllo sono quelle del C
    (i.e., `if`, `else`, `switch`, `for`, `while`, `do`)
  - l'istruzione di ritorno è `return`.

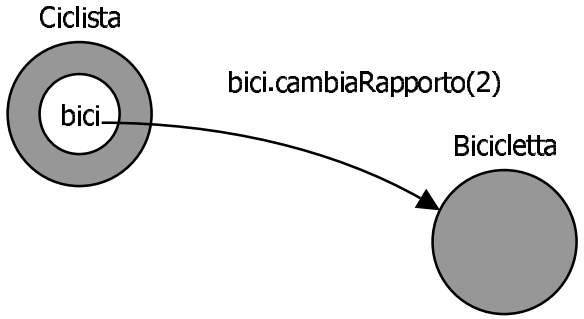
```
class Aritmetica {

  long fattoriale(long arg) {
    if (arg == 0) {
      return 1L;
    }
    else {
      long temp;

      temp = arg * this.fattoriale(arg - 1);
      return temp;
    }
  }
}
```

Oscuramento dei metodi

- (Detto anche *overriding*)
- In una sottoclasse si può *oscurare* un metodo definito in una superclasse tramite una nuova definizione.

```
class Bicicletta {
  ...
  void cambiaRapporto(int r) {
    ...
  }
}
```

```
class MountainBike extends Bicicletta {
  ...
  void cambiaRapporto(int r) {
    ...
  }
}
```

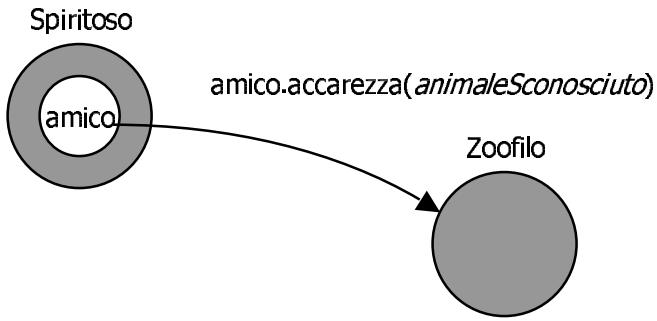


- La selezione viene effettuata (automaticamente) durante l'esecuzione in base al tipo effettivo

Specializzazione dei metodi

- (Detta anche *overloading*)
- La 'risposta' di un oggetto ad un messaggio può dipendere dal *tipo* dei parametri

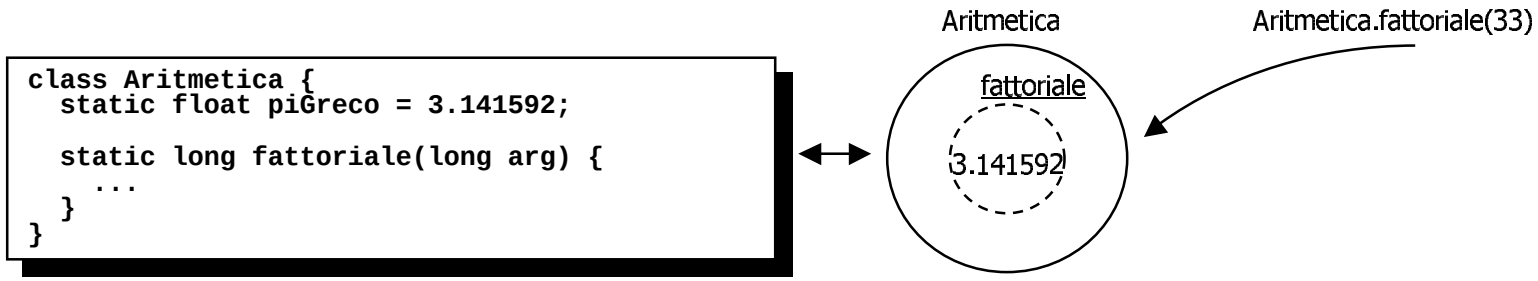
```
class Zoofilo extends Persona {
  ...
  void accarezza(Gattino g) {
    affettuosamente
  }
  void accarezza(Tigre t) {
    col pensiero
  }
  void accarezza(Object o) {
    informati prima
  }
}
```



- La selezione è effettuata (automaticamente) in base al tipo dichiarato

Classi come oggetti

- In Java anche le classi sono oggetti
- Quindi anche le classi:
  - rispondono ai messaggi;
  - hanno variabili (di classe);
  - hanno metodi (di classe).
- Per definire le entità di classe si usa la parola chiave **`static`**

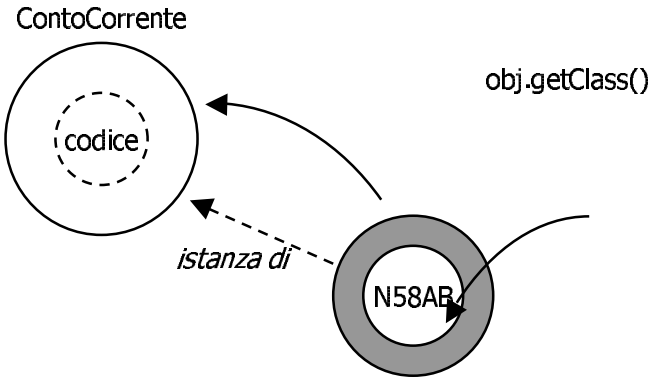


- Alle classi si può fare riferimento anche *per nome*

Nota: per chi conosce il C++

- In C++ si usa la parola chiave **`static`** con lo stesso significato
- Ma in C++, le classi **non** sono oggetti ma solo dichiarazioni a beneficio del compilatore
- Conseguenza notevole: in Java si può determinare a *run-time* la classe di un oggetto, in C++ no.

```
class Zoofilo extends Persona {
  ...
  void accarezza(Object obj) {
    if (obj instanceof Serpente) {
      no grazie
    }
    else if (obj instanceof Pesciolino) {
      volentieri, ma come?
    }
    ...
  }
}
```



Protezioni

- L'accesso alle entità (metodi e variabili) di classe o di istanza può essere protetto
  - le verifiche di accessibilità sono effettuate durante la compilazione
- In Java vi sono quattro livelli di protezione e tre parole chiave:
  - **`public`** *accesso senza restrizioni*
  - *package* *solo nello stesso package*
  - **`protected`** *solo nella classe o nelle sottoclassi*
  - **`private`** *solo nella classe*

```
class ContoCorrente {
  private float saldo;
  ...
  float saldo(Persona richiedente) {
    if (richiedente.autorizzato())
      return saldo;
    else
      nega informazione
  }
}
```

```
class MountainBike
  extends Bicicletta {

  void cambiaRapporto(int r) {
    attivaProtezione();
    super.cambiaRapporto();
    disattivaProtezione();
  }

  private void attivaProtezione() {...}

  private void disattivaProtezione() {...}
}
```

Protezioni: esempio

```
class Automobile {
  // attributi di classe
  static int numeroDiRuote = 4;
  static public boolean haTarga = true;
  static private Vector archivio;

  // attributi di istanza
  public String marca;
  public String colore;
  public int annoDiImmatricolazione;
  public String targa;
  public int numero DiCavalli;
  protected Persona titolare;
  private int rapporto;

  // metodi di classe
  static protected void inserisciInArchivioAutoveicoli(Automobile a) {
    archivio.addElement(a);
  }
  ...
  // metodi di istanza
  public void cambiaRapporto(int r) {
    ...
    rapporto = r;
  }

  public int rapporto() {
    return rapporto;
  }....
  ...
}
```

Costruttori

- Un oggetto Java viene sempre creato tramite un metodo speciale detto *costruttore*
- Ogni classe ha uno o piu` costruttori
- Valgono i principi di *ereditarieta`*, di *specializzazione* e di *oscuramento*

```
class ContoCorrente {
  ContoCorrente() {
     generico
  }
  ContoCorrente(Persona richiedente) {
     intestato
  }
}
```

```
class ContoAziendale
  extends ContoCorrente {
  ContoAziendale() {
     // Oscuramento
     generico
  }
  ContoAziendale(Azienda richiedente) {
     // Specializzazione
     intestato
  }
}
```

Pseudo-variabili

- Nei metodi di istanza, è possibile utilizzare le pseudo-variabili **`this`** e **`super`**
- **`this`** fa riferimento all'istanza stessa
  - si usa per evitare ambiguità

```
class Ciclista extends Persona {
  Bicicletta bici;

  boolean dimmiSeTua(Bicicletta bici) {
    return this.bici = bici;
  }
}
```

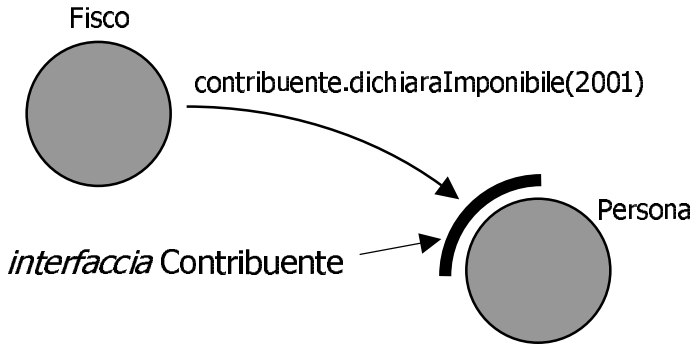
- **`super`** fa riferimento all'istanza stessa *come se appartenesse alla superclasse*
  - si usa per evitare ambiguità e per specializzare metodi

```
class ContoCorrente {
  float saldo;

  void deposita(float somma) {
    saldo += somma;
  }
}
```

```
class ContoAziendale {
  RegistroCassa registro;

  void deposita(float somma) {
    super.deposita(somma);
    registro.annotaEntrata(somma);
  }
}
```

Interfacce

- L'idea di base è quella di un *contratto* tra oggetti, una sorta di accesso limitato ma garantito




```
interface Contribuente {
  float dichiaraImponibile(int anno);
}
```

```
class Ingegnere extends Persona
  implements Contribuente {
  ...
  float dichiaraImponibile(int anno) {
    ...
  }
}
```

Uso delle interfacce

- Le interfacce contengono solo:
  - la dichiarazione di metodi (come *signature*);
  - la definizione di costanti
- Le interfacce sono un *tipo* valido per le variabili
- Le interfacce possono essere organizzate in strutture ad eredità multipla
- Una classe può implementare un numero qualsiasi di interfacce

```
class Ingegnere extends Persona
  implements Contribuente,
    MembroOrdineIngegneri,
    PersonaTipicamenteNoiosa,
    ... {
  ...
}
```

Tipi in Java

- I tipi di dati in Java sono organizzati in quattro categorie:
  - tipi primitivi (**`boolean`**, **`byte`**, **`char`**, **`int`**, **`long`**, **`short`**, **`float`**, **`double`**)
  - le classi (i.e. **`Object`** e tutte le sue sottoclassi)
  - le interfacce
  - gli **`array`** (dei tre tipi precedenti)

- Non esistono invece i tipi:
  - puntatori
  - funzioni

Array in Java

- Gli array in Java sono *oggetti* di un tipo particolare:
  - sono formati da celle contigue e di tipo omogeneo (come in C)
  - hanno una loro classe (e.g. **`int[]`**, **`char[][]`**, etc.)
  - hanno un attributo **`length`**
  - prevedono il controllo *run-time* degli accessi (a differenza del C)

```
class Portfolio {

  long creaTitoli(int n) {

    Titolo[] titoli = new Titoli[n];
    int[] ids = new long[n];

    for(int i = 0; i < titoli.length; i++) {
      titoli[i] = new Titolo();
      ids[i] = titoli[i].getId();
    }

  }
}
```

Gestione delle eccezioni

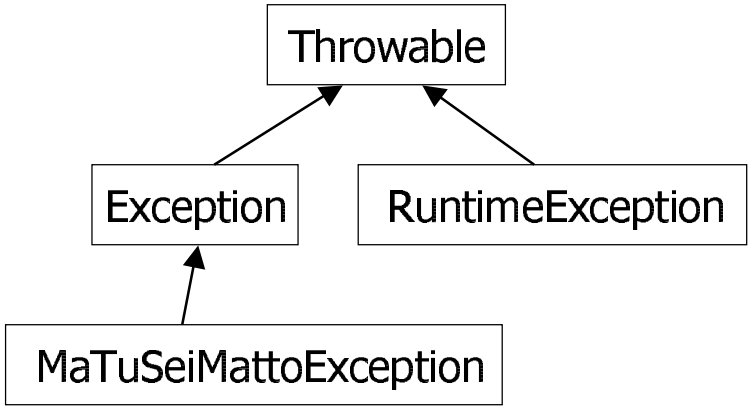
- La gestione delle eccezioni in Java è un sistema per governare il flusso dell'esecuzione a seguito di errori
  - di fatto, sostituisce l'unico uso sensato della **`goto`**
  - (che in Java non esiste)

```
class Spiritoso extends Persona {
  ...
  void proponi(Zoofilo amico) {
    try {
      amico.accarezza(...);
    }
    catch (MaTuSeiMattoException e) {
      // Evidentemente, non gradisce
    }
   ...
  }
}
```

```
class Zoofilo extends Persona {
  ...
  void accarezza(Object obj) {
    if (obj instanceof ScorpioneVelenoso) {
      throw new MaTuSeiMattoException();
    }
   ...
  }
}
```

Eccezioni

- Le eccezioni sono organizzate come una gerarchia di classi
- L'abbinamento **`throw`** / **`catch`** si stabilisce in base al *tipo*
- Due tipi fondamdentali:
  - *checked* (sottoclassi di **`Exception`**)
    gestione obbligatoria, controllata al momento della compilazione
  - *uncheked* (sottoclassi di **`RuntimeException`**)
    gestione facoltativa




```
class Zoofilo extends Persona {
  ...
  void accarezza(Object obj)
      throws MaTuSeiMattoException {

    if (obj instanceof ScorpioneVelenoso) {

      throw new MaTuSeiMattoException();
    }

    ...
  }
}
```