16 - Ereditarietà, tipi e gerarchie

Programmazione e analisi di dati
Modulo A: Programmazione in Java

Paolo Milazzo

Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
http://pages.di.unipi.it/milazzo
milazzo@di.unipi.it

Corso di Laurea Magistrale in Informatica Umanistica
A.A. 2016/2017

Sommario

1. Ancora sull'ereditarietà
   - Esempio: gestione di un teatro
   - Late binding
2. Ereditarietà e controllo dei tipi
3. Gerarchie di classi di Java
   - La classe Object e i suoi metodi

Ereditarietà

Abbiamo visto che tramite i meccanismi di ereditarietà di Java si possono definire classi che estendono altre classi già definite

```
public class Studente extends Persona { ... }
```

Questo consente di:

- raggruppare i membri comuni di più classi (es. `Studente` e `Professore`) in un'unica classe (es. `Persona`)
- definire una nuova classe che è un "caso particolare" di una già definita ri-definendo (overriding) solo i metodi che differiscono

Persona-Studente-Professore: richiamo (1)

```
public class Persona {

  private String nome;          // nome e cognome
  private String indirizzo;     // indirizzo

  // costruttore
  public Persona(String nome, String indirizzo) {
    this.nome = nome;
    this.indirizzo = indirizzo;
  }

  public String getNome() { return nome; }

  public String getIndirizzo() { return indirizzo; }

  public void setIndirizzo(String indirizzo) {
    this.indirizzo = indirizzo;
  }

  // visualizza i dati della persona
  public void visualizza() {
    System.out.println("     Nome: " + nome);
    System.out.println("Indirizzo: " + indirizzo);
    System.out.println();
  }
}
```

Persona-Studente-Professore: richiamo (2)

```
public class Studente extends Persona {

  private int matricola;    // numero di matricola
  private int anno;         // anno di frequentazione

  private static int ultimaMatricola = 0;

  // costruttore
  public Studente(String nome, String indirizzo) {

    super(nome,indirizzo);

    this.matricola = ultimaMatricola + 1;
    ultimaMatricola++;
    this.anno = 1;
  }

(segue)
```

Persona-Studente-Professore: richiamo (3)

```
(segue Studente)

  public int getMatricola() { return matricola; }
  public int getAnno() { return anno; }

  public void setAnno(int anno) {
    if (anno>0) this.anno = anno;
  }

  public boolean isFuoricorso() { return (anno>5); }

  // stampa le informazioni sullo studente
  public void visualizza() {
    System.out.println("     Nome: " + getNome());
    System.out.println("Indirizzo: " + getIndirizzo());
    System.out.println("Matricola: " + matricola);
    System.out.println("     Anno: " + anno);
    if (isFuoricorso())
      System.out.println("   ( Studente fuoricorso )");
    else
      System.out.println("   ( Studente in corso )");
    System.out.println();
  }

}
```

Persona-Studente-Professore: richiamo (4)

```
public class Professore extends Persona {

  private String codiceDocente;  // codice del docente
  private String dipartimento;   // dipartimento di afferenza

  // costruttore
  public Professore(String nome, String indirizzo,
                    String codiceDocente,
                    String dipartimento) {

    super(nome,indirizzo);
    this.codiceDocente = codiceDocente;
    this.dipartimento = dipartimento;
  }

  public String getCodiceDocente() { return codiceDocente; }

  public String getDipartimento() { return dipartimento; }

  // stampa le informazioni sul professore
  public void visualizza() {
    System.out.println("        Nome: Prof. " + getNome());
    System.out.println("   Indirizzo: " + getIndirizzo());
    System.out.println("      Codice: " + codiceDocente);
    System.out.println("Dipartimento: " + dipartimento);
    System.out.println();
  }
}
```

Gestione di un teatro (1)

Usando ancora l'esempio `Persona-Studente-Professore` visto nella lezione precedente proviamo a scrivere un programma per la gestione di un teatro.

Realizziamo una classe Spettacolo che rappresenta uno spettacolo teatrale:

- includerà il titolo dello spettacolo e il nome della compagnia teatrale che lo rappresenta
- includerà la data e l'ora dello spettacolo
- includerà l'elenco degli spettatori (persone) assumendo che vi siano 100 posti disponibili
- consentirà di aggiungere nuovi spettatori (prenotare posti) fino all'esaurimento dei posti
- consentirà di stampare l'elenco degli spettatori (prenotazioni)

Gestione di un teatro (2)

```
public class Spettacolo {

  private String titolo;     // titolo dello spettacolo
  private String compagnia;  // compagnia teatrale
  private String dataora;    // data e ora spettacolo

  // array che contiene gli spettatori (classe Persona)
  private Persona[] spettatori;

  // contatore dei posti prenotati (inizialmente zero)
  private int postiPrenotati = 0;

  // costante condivisa che indica la capienza del teatro
  private static final int CAPIENZA=100;

  // costruttore
  public Spettacolo(String titolo, String compagnia,
                    String dataora) {
    this.titolo = titolo;
    this.compagnia = compagnia;
    this.dataora = dataora;

    // inizializza l'array (inizialmente pieno di null)
    this.spettatori = new Persona[CAPIENZA];
  }

(segue)
```

Gestione di un teatro (3)

```
(segue Spettacolo)

  // restituisce il numero di posti ancora disponibili
  public int postiDisponibili() {
    return CAPIENZA-postiPrenotati;
  }

  // consente di prenotare un nuovo posto
  // restituisce false se non ci sono posti disponibili
  public boolean prenota(Persona spettatore) {
    if (postiDisponibili()>0) {
      spettatori[postiPrenotati] = spettatore;
      postiPrenotati++;
      return true;
    }
    else return false;
  }

  // stampa l'elenco delle prenotazioni
  public void stampaPrenotazioni() {
    System.out.println("Spettacolo " + titolo);
    System.out.println("Del " + dataora);
    System.out.println(); // riga vuota

    for (int i=0; i<postiPrenotati; i++) {
      spettatori[i].visualizza();
    }
  }
}
```

Gestione di un teatro (4)

Un main....

```
public class UsaSpettacolo {
  public static void main(String args[]) {

    // crea un paio di persone
    Persona p1 = new Persona("Mario Rossi","Via Garibaldi 23");
    Persona p2 = new Persona("Federico Bianchi","Via Mazzini 44");

    // crea uno spettacolo
    Spettacolo s = new Spettacolo("Macbeth","Attori dilettanti",
                                  "25/12/2013 - 21.00");

    // prenota posti per le due persone
    boolean ok1 = s.prenota(p1);
    boolean ok2 = s.prenota(p2);

    // controlla che sia andato tutto bene
    if (!ok1 || !ok2) System.out.println("Problemi...");

    // stampa l'elenco delle prenotazione
    s.stampaPrenotazioni();

    // stampa i posti ancora disponibili
    System.out.println("Posti disponibili: " +s.postiDisponibili());

  }
}
```

Gestione di un teatro (5)

Risultato dell'esecuzione:

```
Spettacolo Macbeth
Del 25/12/2013 - 21.00

     Nome: Mario Rossi
Indirizzo: Via Garibaldi 23

     Nome: Federico Bianchi
Indirizzo: Via Mazzini 44

Posti disponibili: 98
```

Gestione di un teatro (6)

Benissimo... e se volessi prenotare un posto per uno studente o un professore?

- La classe in questi casi non è `Persona`, ma `Studente` o `Professore`

Ragioniamo:

- studenti e professori sono a tutti gli effetti persone...
- corrispondentemente, grazie ai meccanismi di ereditarietà, le classi `Studente` e `Professore` possiedono tutti i membri della classe `Persona`
  - magari ne hanno qualcuno in più
  - magari ne hanno ridefinito qualcuno

  ma ci sono tutti!
- una classe (come `Spettacolo`) che usa `Persona` usa quindi membri che sono anche in `Studente` e `Professore`
- quindi: non c'e' motivo per cui `Spettacolo` non debba funzionare con studenti e professori

Gestione di un teatro (7)

Regola generale:

E' sempre possibile utilizzare un oggetto di una sottoclasse (es. Studente) dovunque sia richiesto un oggetto della superclasse (es. Persona)

Attenzione:

- Affinché possa avvenire tale sostituzione, tra le due classi deve valere una relazione superclasse-sottoclasse sancita dalla parola chiave `extends`
- Non è sufficente che le due classi contengano gli stessi metodi... (senza `extends`)

Gestione di un teatro (8)

Un altro `main`

```java
public class UsaSpettacolo2 {
  public static void main(String args[]) {

    // crea una persona, uno studente e un professore
    Persona pers = new Persona("Mario Rossi","Via Garibaldi 23");
    Studente stud = new Studente("Gianni Bianchi","Via Gramsci 88");
    Professore prof = new Professore("Luca Neri","Via Belli 11",
                                     "a11233","Dip. Matematica");
    // crea uno spettacolo
    Spettacolo s = new Spettacolo("Macbeth","Attori dilettanti",
                                  "25/12/2013 - 21.00");

    // prenota posti per tutti
    boolean ok1 = s.prenota(pers);
    boolean ok2 = s.prenota(stud);
    boolean ok3 = s.prenota(prof);

    // controlla che sia andato tutto bene
    if (!ok1 || !ok2 || !ok3) System.out.println("Problemi...");

    // stampa l'elenco delle prenotazione
    s.stampaPrenotazioni();

    // stampa i posti ancora disponibili
    System.out.println("Posti disponibili: " +s.postiDisponibili());
  }
}
```

Gestione di un teatro (9)

Risultato dell'esecuzione:

```
Spettacolo Macbeth
Del 25/12/2013 - 21.00

     Nome: Mario Rossi
Indirizzo: Via Garibaldi 23

     Nome: Gianni Bianchi
Indirizzo: Via Gramsci 88
Matricola: 1
     Anno: 1
   ( Studente in corso )

        Nome: Prof. Luca Neri
   Indirizzo: Via Belli 11
      Codice: a11233
Dipartimento: Dip. Matematica

Posti disponibili: 97
```

Late Binding

Nella stampa dell'elenco delle prenotazioni è stato richiamato il metodo `visualizza()` specifico della (sotto)classe di ogni spettatore

- La classe `Spettacolo` ha chiamato `visualizza()` convinta di lavorare con un oggetto di tipo `Persona`
- Durante l'esecuzione (non prima), la chiamata a `visualizza()` viene collegata alla (sotto)classe giusta (corrispondente al tipo vero dell'oggetto)
- Questo meccanismo di collegamento "ritardato" della chiamata di un metodo con la classe corrispondente viene detto:

LATE BINDING (oppure BINDING DINAMICO)

Sommario

1. Ancora sull'ereditarietà
   - Esempio: gestione di un teatro
   - Late binding
2. Ereditarietà e controllo dei tipi
3. Gerarchie di classi di Java
   - La classe Object e i suoi metodi

Ereditarietà e controllo dei tipi (1)

Abbiamo detto che un oggetto di una sottoclasse può essere essere usato ovunque sia richiesto un oggetto della superclasse

- Può essere passato a un metodo
- Può essere restituito da un metodo
- Può essere assegnato a una variabile

Quindi possiamo scrivere:

```
Persona p = new Studente("Guido Guidi","Via Roma 12");
```

La variabile p è di tipo Persona

- su di essa potremo chiamare solo metodi che facciano parte della classe Persona
- se tali metodi sono soggetti a overriding in Studente, verrà usata la versione di Studente
- non potranno essere chiamati altri metodi di Studente che non siano in Persona

Ereditarietà e controllo dei tipi (2)

```
Persona p = new Studente("Guido Guidi","Via Roma 12");
```

Ogni oggetto in Java ha quindi un tipo apparente e un tipo effettivo

- Il tipo apparente è quello specificato come tipo della variabile corrispondente (nell'esempio `Persona`)
- Il tipo effettivo è quello con cui si è costruito l'oggetto (nell'esempio `Studente`)

Ereditarietà e controllo dei tipi (3)

Il compilatore si basa solo sul tipo apparente:

- in quanto il tipo effettivo può variare durante l'esecuzione

```
...
Persona p;
if
  (n==0) p = new Studente("Guido Guidi","Via Roma 12");
else
  p = new Persona("Guido Guidi","Via Roma 12");

int m = p.getMatricola(); //funziona? il compilatore non si fida...
```

- quindi, per sicurezza, il compilatore controlla che `p` venga usato sempre come un oggetto di tipo `Persona`

A tempo di esecuzione l'interprete (Java Virtual Machine) usa il tipo effettivo:

- l'interprete può controllare il tipo vero dell'oggetto
- vengono richiamati i metodi della classe corrispondente

Ereditarietà e controllo dei tipi (4)

In qualunque momento possiamo forzare il compilatore a considerare una variabile come se fosse un oggetto di una sottoclasse

- come nel caso dei tipi primitivi, possiamo usare un type cast

```
Persona p = new Studente("Guido Guidi","Via Roma 12");
int m = ((Studente) p).getMatricola();  // forza il compilatore
Studente s = (Studente) p;              // forza il compilatore
```

- quando si usa un type cast bisogna essere sicurissimi che il tipo effettivo sarà compatibile con quello che forziamo...
- ...altrimenti si avrà un errore durante l'esecuzione che interromperà il programma!

Il type cast può essere usato solo tra classi che sono in una relazione supertipo-sottotipo

```
Studente s = (Studente) p;  // OK, Studente sottotipo di Persona
Persona p2 = (Persona) s; // OK, Persona supertipo di Studente
                          // (comunque poco utile)
Spettacolo s = (Spettacolo) p; // NO! Spettacolo non in relazione
                               // con Persona
```

Ereditarietà e controllo dei tipi (5)

Il tipo effettivo di un oggetto può essere testato usando il predicato `instanceof`

`p instanceof Studente`

il quale è

- un'espressione booleana
- che equivale a `true` se l'oggetto `p` ha tipo effettivo `Studente`

```
if (p instanceof Studente) {
  int m = ((Studente) p).getMatricola();
  System.out.println("Matricola: " + m);
}
```

Anche dopo aver testato il tipo effettivo con `instanceof` bisogna usare il type cast

- grazie al controllo siamo sicuri che il type cast non darà errore!

Esempio: gestione di un teatro

Arricchiamo l'esempio del teatro prevedendo prezzi dei biglietti

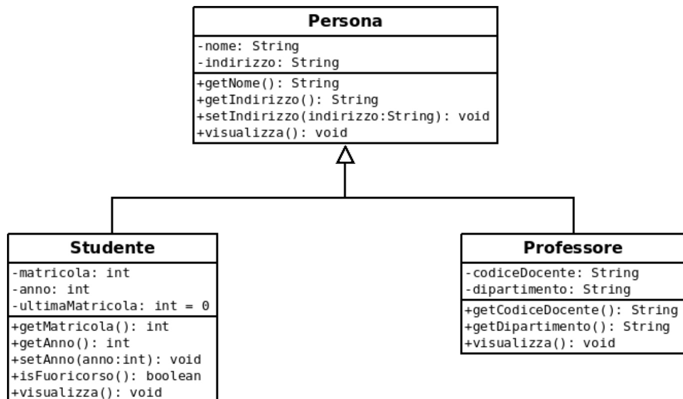
```
public class Spettacolo {

  // nuove variabili statiche con i prezzi dei biglietti
  private static double prezzoIntero = 10.0;
  private static double prezzoRidotto = 7.0

  ... // membri visti prima

  // nuovo metodo che calcola il prezzo in base allo spettatore
  // prezzo ridotto per professori e studenti in corso
  public double getPrezzo(Persona p) {
    if (p instanceof Professore) {
      return prezzoRidotto;
    } else if (p instanceof Studente) {
        if (!(Studente) p).isFuoricorso())
          return prezzoRidotto;
    } else
        return prezzoIntero;
  }
}
```

Sommario

1. Ancora sull'ereditarietà
   - Esempio: gestione di un teatro
   - Late binding
2. Ereditarietà e controllo dei tipi
3. Gerarchie di classi di Java
   - La classe Object e i suoi metodi

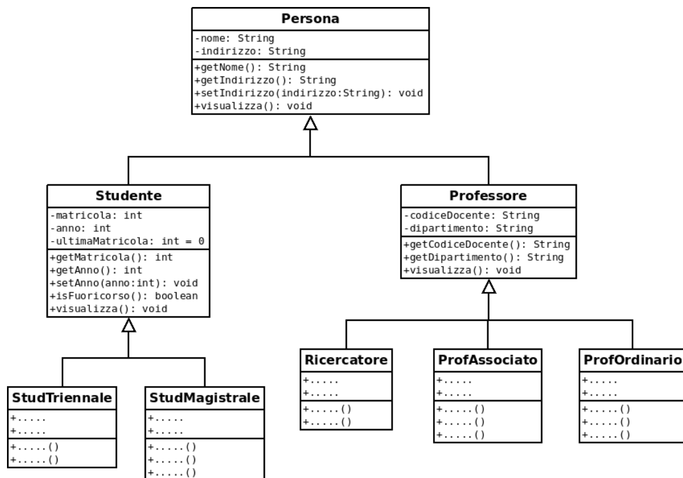
Gerarchie di classi (1)

Abbiamo visto come i meccanismi dell'ereditarietà consentono di specificare relazioni superclasse-sottoclasse



Gerarchie di classi (2)

Usando questo meccanismo ripetutatmente, si possono stabilire gerarchie di classi



Gerarchie di classi (3)

L'ereditarietà è transitiva

- Esempio: `StudMagistrale` è una sottoclasse di `Persona` (per transitività, grazie a `Studente`)

L'ereditarietà è singola

- ogni classe può estendere una sola altra classe
- la rappresentazione grafica di una gerarchia prende quindi la forma di un albero rovesciato (vedere grafico precedente)
- ereditarietà cicliche sono proibite (`Classe1 extends Classe2` e `Classe2 extends Classe1`)

La classe Object (1)

Nella Libreria Standard di Java esiste la classe `Object` (package `java.lang`)

Le classi che non estendono nessuna altra classe, estendono implicitamente `Object`

- ... ossia

```
public class Prova {  .... }
```

  corrisponde in realtà a

```
public class Prova extends Object {  .... }
```

- tutte le altre (sotto)classi estendono `Object` per transitività

Quindi: tutte le classi sono sottoclassi di `Object`

La classe Object (2)

La classe Object fornisce a tutte gli oggetti di tutte le classi alcuni metodi fondamentali

Alcuni dei metodi di Object:

- toString(): Restituisce una rappresentazione testuale (una stringa) che descrive l'oggetto
  - utile per stampare
- equals(): Consente di confrontare due oggetti
  - già visto con la classe String

Il metodo `toString()` (1)

Il metodo `toString()` restituisce una rappresentazione testuale dell'oggetto su cui è invocato.

Dentro a `Object`, il metodo `toString()` è definito in modo da restituire una stringa della forma

`<classe>@<hash_code>`

dove `<classe>` è il nome della classe e `<hash_code>` è un codice alfanumerico che cambia da oggetto a oggetto.

```
Persona p = new Persona("Mario Bianchi","Via Firenze 13");
String s = p.toString();
System.out.println(s);   // stampa Persona@7519ca2c
```

Il metodo toString() (2)

Il metodo toString() viene richiamato da System.out.println() quando gli si passano oggetti

```
Persona p = new Persona("Mario Bianchi","Via Firenze 13");
System.out.println(p);   // stampa Persona@7519ca2c
```

Può quindi essere utile ridefinire toString() nelle proprie classi (overriding)

```
public String toString()
```

In questo modo sarà possibile passare i propri oggetti a System.out.println() direttamente

Il metodo toString() (3)

Esempio:

```
public class Rettangolo {
  public int base;
  public int altezza;

  public Rettangolo(int x, int y) {
    base = x; altezza=y;
  }

  public String toString() {
    return "Rettangolo di base " + base + " e altezza " + altezza;
  }
}
```

```
....
Rettangolo r = new Rettangolo(10,20);
System.out.println(r);
...
// stampa "Rettangolo di base 10 e altezza 20"
```

Il metodo `equals()` (1)

Il metodo `equals()` serve per confrontare oggetti:

- Riceve un oggetto (di tipo `Object`) come parametro
- Restituisce `true` se l'oggetto corrente (`this`) e quello ricevuto sono istanze della stessa classe e sono da considerare equivalenti

L'implementazione di `equals()` in `Object` è basata su ==, quindi non è affidabile!

Tutte le principali classi della Libreria Standard di Java ridefiniscono `equals()`

- Ad esempio: la classe `String` (... `s1.equals(s2)`...)

Il metodo `equals()` (2)

Se si vuole consentire di confrontare oggetti delle proprie classi è bene ridefinire `equals()`

- Attenzione alla firma! Il metodo è così definito

```
public boolean equals(Object o) { .... }
```

- Quindi anche nelle proprie classi bisogna usare un parametro di tipo `Object`

Il metodo equals() (3)

Esempio:

```
public class Rettangolo {
  public int base;
  public int altezza;

  public Rettangolo(int x, int y) {
    base = x; altezza=y;
  }

  public boolean equals(Object o) {
    // meglio controllare il tipo effettivo!
    if (o instanceof Rettangolo) {
      Rettangolo r = (Rettangolo) o;
      return ((r.base==this.base)&&(r.altezza==this.altezza));
    }
    else return false;
  }
}
```

```
....
Rettangolo r1 = new Rettangolo(10,20);
Rettangolo r2 = new Rettangolo(10,20);
if (r1.equals(r2)) System.out.println("Sono uguali");
...
// stampa "Sono uguali"
```