Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*

Università di degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli Dipartimento di Ingegneria

Programmazione ad Oggetti

a.a. 2018-2019

Polimorfismo

Classi Astratte

Docente: Prof. Massimo Ficco

E-mail: *massimo.ficco@unicampania.it*

Polimorfismo

È il terzo meccanismo fondamentale della programmazione ad oggetti dopo:

- *Data Abstraction*
- *Information Hiding*
- *Ereditarietà* → *Riuso*

IL ***Polimorfismo*** permette di ***estendere*** un progetto già sviluppato aggiungendo nuove funzionalità

Polimorfismo statico e dinamico V:

Letteralmente, per polimorfismo si intende la proprietà di una entità di assumere forme diverse nel tempo.

Riferendoci ad un sistema software ad oggetti, il polimorfismo è la capacità che hanno oggetti di classi derivate da una classe base comune di rispondere in maniera diversa ad uno stesso messaggio

Una entità è polimorfa se può fare riferimento, nel tempo, a classi diverse.

Polimorfismo V:

Polimorfismo statico → polimorfismo a tempo di compilazione o **binding static**

Polimorfismo dinamico → polimorfirmo a tempo di esecuzione o di binding dinamico

Early e late binding

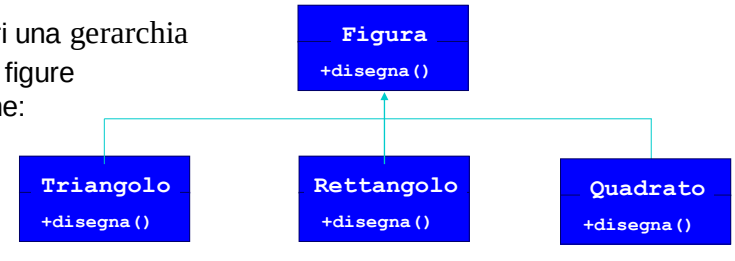
L'azione di collegare la chiamata di un metodo al codice corrispondente può avvenire a tempo di *compilazione* o a tempo di esecuzione

- Nel primo caso: ***early binding***
- Nel secondo caso: ***late binding***

Esempio

- Esempio:

  Si consideri una gerarchia di classi di figure geometriche:



Binding Statico

Sia ad es. A un vettore di N oggetti della classe Figura, composto di oggetti delle sottoclassi Triangolo, Rettangolo, Quadrato:

- **Figura A[N]** (ad es.: A[0] è un quadrato, A[1] un triangolo, A[2] un rettangolo, etc.)

Si consideri una funzione che disegna le figure contenute nel vettore A[i]:

```
for i = 1 to N do
        switch (A[i].tipo) {
                case 'Triangolo'
                        A[i].DisegnaTriangolo()
                case 'Rettangolo'
                        A[i].DisegnaRettangolo()
                case 'Quadrato'
                        A[i].DisegnaQuadrato()
    }
```

Esempio (3/3)

Si consideri una funzione che contiene il seguente ciclo di istruzioni:

```
for i = 1 to N do
        A[i].disegna()
```

L'esecuzione del ciclo richiede che sia possibile determinare dinamicamente (cioè a tempo d'esecuzione) l'implementazione della operazione disegna() da eseguire, in funzione del tipo corrente dell'oggetto A[i].

Un meccanismo con cui viene realizzato il polimorfismo è quello del *binding dinamico*.

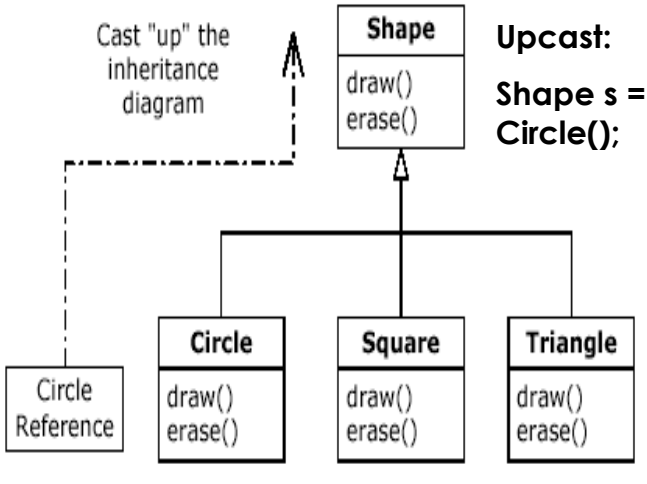
Polimorfismo → Estensibilità

Il polimorfismo supporta dunque la proprietà di **estensibilità** di un sistema, nel senso che minimizza la quantità di codice che occorre modificare quando si estende il sistema, cioè si introducono nuove classi e nuove funzionalità.

- L'istruzione A[i].disegna() non ha bisogno di essere modificato in conseguenza dell'aggiunta di una nuova sottoclasse di Figura (ad es.: Cerchio), anche se tale sottoclasse non era stata neppure prevista all'atto della stesura della funzione disegna()

for i = 1 to N do
A[i].disegna()

Esempio



Upcast:

Shape s = new Circle();

Realizzazione delle classi V:

```
class Shape {
  void draw() {}
  void erase() {}}

class Circle extends Shape {
   void draw() {System.out.println("Circle.draw()");}
   void erase() {System.out.println("Circle.erase()");}}

class Square extends Shape {
   void draw() {System.out.println("Square.draw()");}
   void erase() {System.out.println("Square.erase()");}}

class Triangle extends Shape {
   void draw() {System.out.println("Triangle.draw()");}
   void erase() {System.out.println("Triangle.erase()");}}
```

Late binding V:

```
class RandomShapeGenerator {
  private Random rand = new Random();
  public Shape next() {
     switch(rand.nextInt(3)) {
            case 0: return new Circle();
            case 1: return new Square();
            case 2: return new Triangle();}
}}

public class Shapes {
  private static RandomShapeGenerator gen =new RandomShapeGenerator();
  public static void main(String[] args) {
     Shape[] s = new Shape[9];
     for(int i = 0; i < s.length; i++)    s[i] = gen.next();   // Classi note a tempo di esecuzione
     for(int i = 0; i < s.length; i++)    s[i].draw();         // Chiamata a metodo polimorfo
}} ///:~
```

Ereditarietà-Polimorfismo-Upcasting

```
class Instrument {
        public void play() {System.out.println("Play Instrument"); }}

public class Wind extends Instrument {
        // Redefine interface method:
        public void play(Note n) {System.out.println("Wind.play() " + n);} }

public class Stringed extends Instrument {
        public void play(Note n) {System.out.println("Stringed.play() " + n);}}

class Brass extends Instrument {
        public void play(Note n) {System.out.println("Brass.play() " + n);}}

public class Music {
   public static void tune(Instrument i) {i.play(Note.MIDDLE_C);} //Polimorf.
   public static void main(String[] args) {
        Wind flute = new Wind();
        Stringed violin = new Stringed();
        Brass bas= new Brass ();
        tune(flute);  // Upcasting
        tune(violin);  // Upcasting
        tune(bas);   // Upcasting
}}
```


Quale sarebbe l'alternativa?

```
class Instrument {
   public void play() {System.out.println("Play Instrument");} }

public class Wind extends Instrument {
        public void play(Note n) {System.out.println("Wind.play() " + n);}

class Stringed extends Instrument {
        public void play(Note n) {System.out.println("Stringed.play() " + n);}}

class Brass extends Instrument {
        public void play(Note n) {System.out.println("Brass.play() " + n);}}

public class Music2 {
        public static void tune(Wind i) { i.play(Note.MIDDLE_C);}
        public static void tune(Stringed i) {i.play(Note.MIDDLE_C);}
        public static void tune(Brass i) {i.play(Note.MIDDLE_C);}

        public static void main(String[] args) {
                Wind flute = new Wind();
                Stringed violin = new Stringed();
                Brass frenchHorn = new Brass();
                tune(flute); // No upcasting
                tune(violin);
                tune(frenchHorn); }
```

Quindi: V:

Il polimorfismo consente di separare il *come* dal *cosa*:

- Il come è l'interfaccia dell'oggetto
- Il cosa è il tipo o la classe di un oggetto

Nel precedente esempio riusciamo ad eseguire il codice specifico di una classe derivata senza conoscere il tipo, ovvero la classe a cui appartiene l'oggetto

V:

LA CLASSE OBJECT

La classe Object

- La classe Object è la superclasse, diretta o indiretta, di ogni classe
- La classe Object definisce lo stato ed il comportamento base che ciascun oggetto deve avere e cioè l'abilità di
  - confrontarsi con un altro oggetto
  - convertirsi in una stringa
  - ritornare la classe dell'oggetto
  - attendere su una variabile condition
  - notificare che una variabile condition è cambiata

I metodi di Object

- Che possono essere sovrascritti
  - **clone**
  - **equals/hashCode**
  - **finalize**
  - **toString**
- Che non possono essere sovrascritti
  - **getClass**
  - **notify**
  - **notifyAll**
  - **wait**

Il metodo toString()

public String toString()

Crea una rappresentazione dell'oggetto sotto forma di stringa. La definizione originale di questo metodo è poco significativa: scrive il nome della classe e un indirizzo: Counter@712c1a3c

System.out.println()

- Vediamo in dettaglio perché le cose funzionano in questo modo
- **System.out** è un attributo della classe System
- E' di tipo **PrintWriter** (lo vedrete nelle lezioni sull'I/O), una classe che serve per scrivere a video e che ha una definizione di questo tipo:

```
public class PrintWriter extends Writer {
        public void println(Object x) {
          String s = x.toString();
          ... }
... }
```

- In virtù del subtyping questo implica che possiamo passare come parametro qualunque oggetto, dal momento che tutte le classi discendono da Object
- In virtù del polimorfismo questo implica che se la classe dell'oggetto passato come parametro ridefinisce il metodo toString() verrà invocato il metodo ridefinito

Esempio: Deposito (1/4)

Scriviamo una semplice classe:

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

- Dal momento che non abbiamo specificato nessun extends la classe discende direttamente da Object
- In quanto tale eredita il metodo toString()
- Dal momento che non lo ridefinisce invocandolo viene eseguita la versione originale definita in Object

Esempio: Deposito (2/4)

Scriviamo poi una semplice applicazione che la usa:

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

A video otterremo:

Deposito@712c1a3c

Esempio: Deposito (3/4)

Aggiungiamo a Deposito il metodo toString, ridefinendo così quello ereditato da Object (overriding)

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

Esempio: Deposito (4/4)

Se usiamo la classe nell'applicazione precedente:

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

A video otterremo:

Soldi: 312

IL metodo CLONE V:

In Java quando si vuole duplicare un oggetto si utilizza il **metodo *clone***

- Crea un oggetto indipendente dall'originale
- Modifiche sull'oggetto clonato non avranno ripercussioni sull'oggetto clonato

```
protected Object clone() throws
                    CloneNotSupportedException
```

Quindi:

- ritorna un Object
- è protected

Utilizzo del metodo CLONE V:

Pemette di effettuta una copia superficiale (per valore):

- viene allocato spazio in memoria heap e copiati tutti i valori delle variabili membro della classe originaria
- per le variabili membro di tipo complesso viene copiato solo il riferimento (modifiche all'oggetto originario vengono viste anche nel oggetto clonato)

Overriding del metodo clone V:

```
Class Studente implements Cloneable { // Interfaccia fittizia
 String nome;
 int anno;

 public Object clone(){  //Bisogna ridefinirlo public
                altrimenti non è visibile dalle altre classi
      try {
            return super.clone();
      } catch (CloneNotSupportedException e) {
            System.err.println("Implementation error");
            System.exit(1);
      }
      return null; //qui non arriva mai
 }
 }
```

Utilizzo del metodo clone V:

```
public static void main(String args[]) {
    Studente p, q;
    p=new Studente();
    p.nome = "Massimo";

    q=(Studente) p.clone(); // Bisogna effettuare un cast
 }
```

Esempio 1

V:

```
class P implements Cloneable {
 int x; int y;
 public String toString() {
      return ("x="+x+" ; y="+y);
 }
 public Object clone(){
   try {
         return super.clone();
   } catch (CloneNotSupportedException e) {
        System.err.println("Implementation error");
        System.exit(1);
   }
   return null; //qui non arriva mai }
 }
}
```

Esempio 1

V:

```
public class Test {
  public static void main(String []a){new Test();}

  Test() {
    P p1=new P(); p1.x=5; p1.y=6;
    P p2=p1;
    P p3=p1.clone();
    System.out.println(p1);
    System.out.println(p2);
    System.out.println(p3);

    p1.x=7
    System.out.println(p1);
    System.out.println(p2);
    System.out.println(p3);
}
```

```
x=5 ; y=6
x=5 ; y=6
x=5 ; y=6

x=7 ; y=6
x=7 ; y=6
x=5 ; y=6
```

Esempio 2 – Cloning Superficiale V:

```
class V implements Cloneable {
 int x[];
 V(int s) {
   x=new int[s];
   for (int k=0;k<x.length;k++) x[k]=k;
 }

 public String toString() {
   String s="";
   for (int k:i;) s=s+x[k]+" ";
   return s;
 }
... // clone definito come prima
}
```

Esempio 2 – Cloning Superficiale V:

```
public class Test {
 public static void main(String []a){new Test();}

 Test() {
   V p1=new V(5);
   V p2=p1.clone();
   System.out.println(p1);
   System.out.println(p2);

   p1.x[0]=9;
   System.out.println(p1);
   System.out.println(p2);
 }
}
```

```
0 1 2 3 4
0 1 2 3 4

9 1 2 3 4
9 1 2 3 4
```

Esempio 2 – Cloning ProfondoV:

```
class V implements Cl…on eable {
int x[]; V(int s){…}; public String toString(){…}

public Object clone(){
  Object tmp=null;
  try {
    tmp=super.clone();
  } catch (CloneNotSupportedException e) {
    e.printStackTrace(); return null;
  }

  ((V)tmp).x=new int[x.length];
  for (int k:x)((V)tmp).x[k]=x[k];
return tmp;
}
}
```

Esempio 2 – Cloning ProfondoV:

```
public class Test {
  public static void main(String []a){new Test();}

  Test() {
   V p1=new V(5);
   V p2=p1.clone();
   System.out.println(p1);
   System.out.println(p2);

   p1.x[0]=9;
   System.out.println(p1);
   System.out.println(p2);
}
}
```

```
0 1 2 3 4
0 1 2 3 4
9 1 2 3 4
0 1 2 3 4
```

Il metodo CLONE

Non tutti gli oggetti sono clonabili:

```
String a, b;
a=new String("abcd");
b=(String) a.clone(); // errore
```

Inoltre, non va tanto bene se Studente ha sottoclassi oppure è una classe composta

Copia superficiale e profonda

La scelta di utilizzo tra copia superficiale e profonda dipende dai singoli campi, se sono mutabili o meno, e dal contesto applicativo.

- **Copia superficiale** - duplica solo i riferimenti
- **Copia profonda** - più lenta e costosa ma più sicura perché duplica gli oggetti.

Esempio

```
public class Exmployee{
   private int salary;
   private Date hireDate;
   private String name;
   private Employee boss;
 }
```

1) **salary**, essendo un semplice intero effettuiamo una copia superficiale;

2) **name**, useremo una copia superficiale perché è di tipo String, anche se venisse modificato il nome, l'oggetto clonato non avrebbe ripercussioni;

3) **boss**, dipende dal contesto, in generale scegliamo una copia superficiale;

4) **hireDate**, dato che un'eventuale modifica all'oggetto originale influenzerebbe anche l'oggetto clonato effettueremo una copia profonda;


```
public class Employee implements Cloneable {

   ...
   public Employee clone() throws CloneNotSupportedException {
        Employee e = (Employee) super.clone();
        e.hireDat e = (Date) hireDate.clone();
        return e;
   }
 }
```

CLASSI ASTRATTE

Problemi

Le cose viste fino ad ora possono causare dei problemi:

- Il programmatore potrebbe sbagliare il prototipo di un metodo e crearne uno nuovo invece di ridefinirlo
- Il programmatore potrebbe dimenticare di effettuare l'overiding
- Il metodo della classe base richiamata potrebbe essere solo fittizio, quindi dovremmo stampare un messaggio di errore visualizzato quando è troppo tardi
- La classe base fittizia potrebbe essere creata ed utilizzata in maniera scorretta

Soluzione V:

Occorre un meccanismo per prevenire questi problemi a tempo di compilazione

Java propone l'utilizzo delle:

"classi astratte"

Classi astratte V:

Una classe si definisce astratta quando uno o tutti i suoi metodi non sono implementati

Essa definisce solo l'interfaccia delle classi derivate (ed eventualmente una parziale implementazione)

Essendo una classe astratta non definita completamente non è possibile istanziare un oggetto di tal tipo

Al prototipo di un metodo non corrisponde un codice che lo implementa

Chiariamo con un esempio V:

```
abstract class Instrument {
  private int i; // Storage allocated for each

  public String what() {return "Instrument";}

  public abstract void play(Note n);
  public abstract void adjust();
}
```

N.B.:

- Due metodi astratti (la loro presenza obbliga a dichiarare la classe abstract)
- *what* può non essere ridefinito
- La non ridefinizione degli altri genera errore di compilazione
- Si può dichiarare abstract una classe senza metodi astratti se si vuole impedire la creazione di una sua istanza
- Non cambia niente nelle classi derivate
- Un metodo astratto è per definizione polimorfo

V:

Considerazoni

Un'azione pericolosa !!

La chiamata di un metodo polimorfo all'interno di un costruttore può essere pericoloso perché la costruzione dell'oggetto non è terminata

Soluzione ?

Semplicemente evitare

Chiamare solo i metodi final o privati …

Esempio

```
abstract class Glyph {
   abstract void draw();
   Glyph() {
     System.out.println("Glyph() before draw()");
     draw();
     System.out.println("Glyph() after draw()");  }
}
class RoundGlyph extends Glyph {
            private String radius = new String();
            RoundGlyph(String r) {
                 radius = r;
                 System.out.println("RoundGlyph.RoundGlyph(), radius = " + radius);
             }
            void draw() {System.out.println("RoundGlyph.draw(), radius = " + radius);}
 }
public class PolyConstructors {
   public static void main(String[] args) {new RoundGlyph(5);}
} ///:~
```

Output

"Glyph() before draw()“
"RoundGlyph.draw(), radius = 0"
"Glyph() after draw()"
"RoundGlyph.RoundGlyph(), radius = 5"

Cosa succede

1. La memoria allocata per l’oggetto è inzializzata a zero prima che succeda qualunque cosa.
2. Il costruttore della classe ereditate sono chiamati come descritto precedentemente.

   A questo punto il metodo ridefinito ***draw( )*** *viene chiamato (prima che venga chiamato il costruttore di* ***RoundGlyphv****) visualizzando* ***radius=0 per lo step 1.***
3. Vengono inizializzati i membri in ordine di dichiarazione.
4. Viene chiamato il corpo del costruttore della classe derivata.

Early e late binding

Linguaggio c → usa solo early binding

Linguaggio c++ → per default usa early binding, usa late binding per i metodi definiti ***virtual*** (metodi polimorfi, cioè modificati nelle classi derivate)

Linguaggio java → usa solo late binding (tutti i metodi sono virtuali)

Quando Java usa *l'early binding*?

Es. Quando il metodo o l'attributo è dichiarato ***final,*** *in caso di overload, …*

Il *binding dinamico* (o *late binding*) consiste nel determinare a tempo d'esecuzione, anziché a tempo di compilazione, il corpo del metodo da invocare su un dato oggetto

Esercizio

Creare un programma, utilizzando la tecnica ad oggetti, che consente la gestione delle camere di un albergo.

- Presupporre tre diverse tipologie di camere, normale, lusso, extralusso
- Tutte le camere devono essere caratterizzate da un prezzo, uno stato (occupata/libera/luce accesa), e funzionalità base tra le quali pulisci, informazioni…
- Le camere più grandi supportano le stesse funzioni di quelle più piccole, ma hanno maggior numero di optional e operazioni (es: televisione, condizionatore…).

Presupporre che ogni stanza possa essere occupata da una lista di clienti.

- Prevedere tre tipi di clienti: adulto, bambino, ragazzo
- Per ogni oggetto di tal tipo deve essere possibile richiedere le informazioni riguardanti il cliente
- Per tutti le informazioni base sono nome e cognome
- In più per adulto e ragazzo è necessaria la carta d'identità, per il bambino età ed i nomi dei genitori.

V:

A cura del

Prof. Massimo Ficco

e del

Prof. Salvatore Venticinque