# Java: Basilari di Gerarchie di Classi

Sommario: 26 Maggio, 2021

- Classi e Sottoclassi:
  Oggetti, Costruttori e il costrutto **new**
- Sottoclassi:
  Interfacce, Ereditarietà e Shadowing
- Overriding di metodi
- Binding dinamico dei metodi:
  Late Binding
- Overloading e Overriding:
  Rischi e Cautele.
- Esercizi

# Classi e Sottoclassi: Oggetti e Costruttori

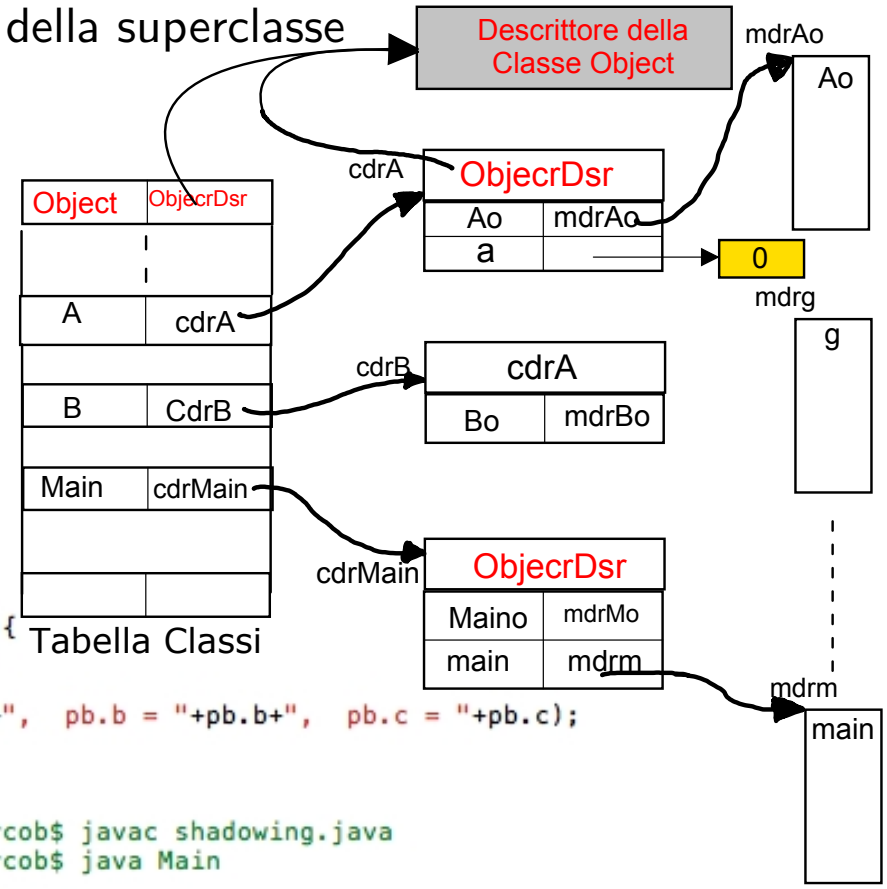
- **Sottoclasse** Estende la gerarchia delle classi del programma:
  - Estende campi e metodi della (super)classe
  - Eredita campi e metodi della superclasse

```
class A{
    static int a;
    int b;
    void g(){};
}
class B extends A{
    int c;
    void h(){b=(a=5)+(c=2);}
}
class Main {
    public static void main(String[] args){
        B pb = new B();
        pb.h();
        System.out.println("pb.a = "+pb.a+",  pb.b = "+pb.b+",  pb.c = "+pb.c);
    }
}
/*
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:sottoclasse marcob$ javac shadowing.java
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:sottoclasse marcob$ java Main
 pb.a = 5,  pb.b = 7,  pb.c = 2
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:sottoclasse marcob$
*/
```

# Classi e Sottoclassi: Oggetti e Costruttori

- **Sottoclasse** Estende la gerarchia delle classi del programma:
  - Estende campi e metodi della (super)classe
  - Eredita campi e metodi della superclasse

(a destra: vista delle classi)

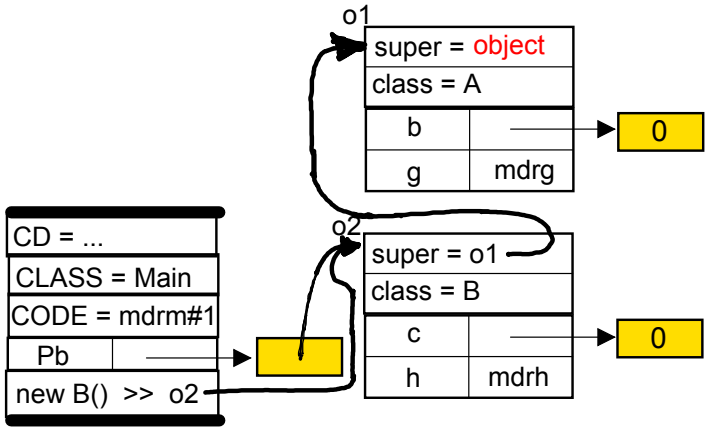



```
class A{
    static int a;
    int b;
    void g(){};
}
class B extends A{
    int c;
    void h(){b=(a=5)+(c=2);}
}
class Main {
    public static void main(String[] args){
        B pb = new B();
        pb.h();
        System.out.println("pb.a = "+pb.a+",  pb.b = "+pb.b+",  pb.c = "+pb.c);
    }
}
/*
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:sottoclasse marcob$ javac shadowing.java
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:sottoclasse marcob$ java Main
 pb.a = 5,  pb.b = 7,  pb.c = 2
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:sottoclasse marcob$
*/
```

# Classi e Sottoclassi: Oggetti, Costruttori e il costrutto new

- **Sottoclasse** Estende la gerarchia delle classi del programma:
  - Gli oggetti estendono campi e metodi degli oggetti della super
  - Gli oggetti ereditano campi e metodi degli oggetti della super

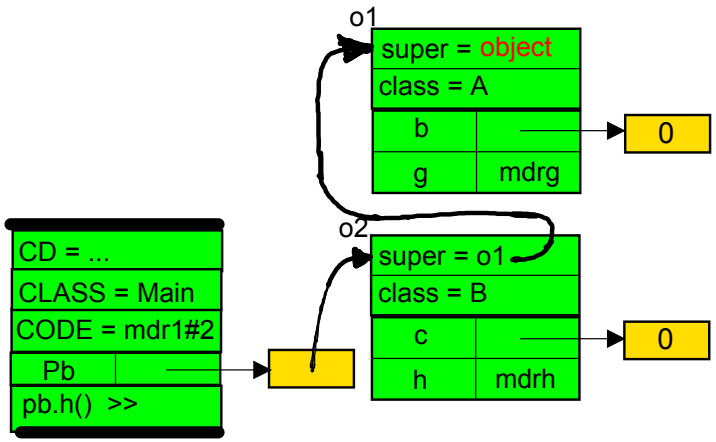
(a destra: creazione e vista di un oggetto di tipo B)



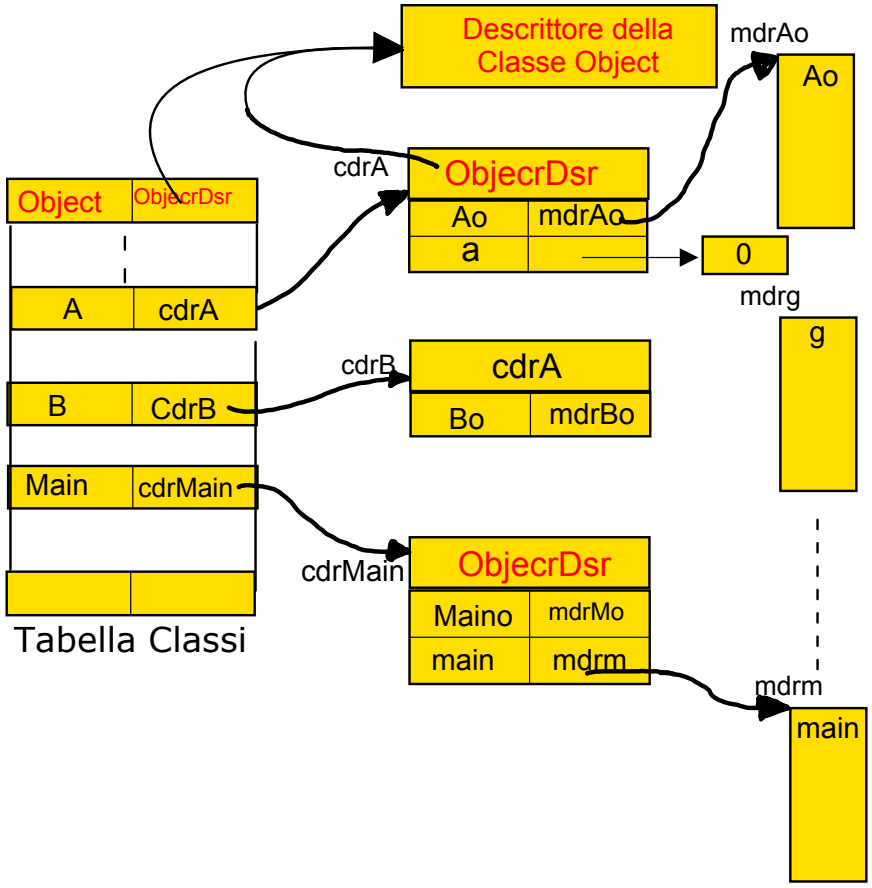

```
class A{
    static int a;
    int b;
    void g(){};
}
class B extends A{
    int c;
    void h(){b=(a=5)+(c=2);}
}
class Main {
    public static void main(String[] args){
        B pb = new B();
        pb.h();
        System.out.println("pb.a = "+pb.a+",  pb.b = "+pb.b+",  pb.c = "+pb.c);
    }
}
/*
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:sottoclasse marcob$ javac shadowing.java
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:sottoclasse marcob$ java Main
 pb.a = 5,  pb.b = 7,  pb.c = 2
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:sottoclasse marcob$
*/
```

# Classi e Sottoclassi: Oggetti e Costruttori

- **Sottoclasse** Estende la gerarchia delle classi del programma:




(sopra e a destra:
vista di uno stato)




```
class A{
    static int a;
    int b;
    void g(){};
}
class B extends A{
    int c;
    void h(){b=(a=5)+(c=2);}
}
class Main {
    public static void main(String[] args){
        B pb = new B();
        pb.h();
        System.out.println("pb.a = "+pb.a+",  pb.b = "+pb.b+",  pb.c = "+pb.c);
    }
}
/*
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:sottoclasse marcob$ javac shadowing.java
```

# Esercizi e Osservazioni

Consideriamo la scrittura:

```
System.out.println("pb.a = "+ pb.a + ", pb.b = "+ pb..b + ", pb.c = "+ pb..c);
```

utilizzata nel metodo main per la stampa.

## Esercizio

*Cosa indica* `System`*:*
*È una* **keyword** *di Java?*
*È una* **struttura** *procedurale e in tal caso: Comando, Dichiarazione, Espressione?*
*È una* **classe** *e in tal caso: Pubblica, Primitiva di Java, Definita dal Programma?*
*È un* **object** *e in tal caso: Primitivo di Java, Definito dal Programma?*
*È un* **campo** *e in tal caso di quale tipo e di qualche classe od oggetto?*
*È un* **metodo** *di qualche classe od Oggetto e in tal caso di quale?*

## Esercizio

*Cosa indicano* `out`*:* *e* `println`*, rispettivamente*
*È una* **keyword** *di Java?*
*È una* **struttura** *procedurale e in tal caso: Comando, Dichiarazione, Espressione?*
*È una* **classe** *e in tal caso: Pubblica, Primitiva di Java, Definita dal Programma?*
*È un* **object** *e in tal caso: Primitivo di Java, Definito dal Programma?*
*È un* **campo** *e in tal caso di quale tipo e di qualche classe od oggetto?*
*È un* **metodo** *di qualche classe od Oggetto e in tal caso di quale?*

# Esercizi e Osservazioni

Consideriamo la scrittura sotto che inseriremo come ultimo statement di main, sopra:

```
System.out.println("pb = " + pb + pb.toString());
```

## Esercizio

*Si dica:*
*Cosa ci aspettiamo che calcoli ?*
*Si verifichi cosa effettivamente produce*
*Si commenti la differenza tra quanto atteso e quanto ottenuto. In particolare si motivi la scrittura prodotta.*

## Esercizio

*Si dica cosa sia toString e in particolare:*
*È una* **keyword** *di Java?*
*È una* **struttura** *procedurale e in tal caso: Comando, Dichiarazione, Espressione?*
*È una* **classe** *e in tal caso: Pubblica, Primitiva di Java, Definita dal Programma?*
*È un* **object** *e in tal caso: Primitivo di Java, Definito dal Programma?*
*È un* **campo** *e in tal caso di quale tipo e di qualche classe od oggetto?*
*È un* **metodo** *di qualche classe od Oggetto e in tal caso di quale?*

## Esercizio

- *Si definisca una presentazione per gli oggetti di tipo A e di tipo B*
- *Si mostri come modificare il metodo main per stampare la presentazione dell'oggetto assegnato alla variabile pb.*

# Ereditarietà: Shadowing

- **shadowing** Una sottoclasse ridefinisce un field, e accede di default ...

```
import java.io.*;
import java.util.*;

class A{
    static int a;
    int b;
    void g(){};
}
class B extends A{
    static int a;
    int c;
    void h(){b=(a=5)+(c=2);}
}
class Main {
    public static void main(String[] args){
        B pb = new B();
        pb.h();
        System.out.println("A.a = "+A.a+"   , B.a = "+B.a);
    }
}
/*
 bellia:shadowing marcobellia$ cd code
 bellia:code marcobellia$ java Main
 A.a = 0   , B.a = 5
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:sottoclasse marcob$
*/
```

# Ereditarietà: Shadowing/2

- **shadowing** Una sottoclasse ridefinisce un field, accede di default ... Ma può accedere a entrambi. In questo caso, lo può fare in due modi diversi:

```
import java.io.*;
import java.util.*;

class A{
    static int a;
    int b;
    void g(){};
}
class B extends A{
    static int a;
    int c;
    void h(){b=(a=5)+(c=2)+(A.a=15);}
}
class Main {
    public static void main(String[] args){
        B pb = new B();
        pb.h();
        System.out.println("A.a = "+A.a+"   , B.a = "+B.a);
    }
}
```

- Applicabile perchè il field è di classe.
- Il secondo modo, accede al campo attraverso l'oggetto

# Ereditarietà: Shadowing/3

- **shadowing** Una sottoclasse ridefinisce un field, accede di default ... Ma può accedere a entrambi, in due modi diversi:

```
import java.io.*;
import java.util.*;

class A{
    static int a;
    int b;
    void g(){};
}
class B extends A{
    static int a;
    int c;
    void h(){b=(a=5)+(c=2)+(super.a=15);}
}
class Main {
    public static void main(String[] args){
        B pb = new B();
        pb.h();
        System.out.println("A.a = "+A.a+"   , B.a = "+B.a);
    }
}
```

- Applicabile perchè il field è di classe.
- Il secondo modo, accede al campo attraverso l'oggetto

# Ereditarietà: Overriding

- E l'analogo dello shadowing su metodi anzichè campi.
- Una sottoclasse ridefinisce un metodo della super, rispettando le seguenti 3 condizioni:
  - metodo di istanza (non si applica a costruttori)
  - stesso nome, stessi tipi degli argomenti,
  - eventuale tipo del valore calcolato ed eventuali tipi delle eccezioni sollevabili devono essere sotto-tipi del metodo della super.

```
class Point {
    double x;
    Point(double n1){
        x = n1;
    }
    public double distance (Point p){
        return Math.abs(x-p.x);
    }
}
class D2Point extends Point{
    double y;
    D2Point(double n1, double n2){
        super(n1);
        y = n2;
    }
    public double distance (Point p){
        double u = y-((D2Point)p).y;
        double d = super.distance(p);
        return Math.sqrt(d*d+u*u);
    }
}
```

- Riuso di codice.

# Ereditarietà: Overriding e Late Binding

- Quale binding deve assegnare il compilatore all'identificatore `"f"` che compare nell'invocazione `"aa.f()"`?

```
import java.io.*;
import java.util.*;

class A{
    static int a;
    char c;
    void g(){};
    void f(){System.out.println("sono oggetto di classe effettiva A");}
}
class B extends A{
    static int a;
    int b;
    void h(){B.a=5+(a=3);};
    void f(){System.out.println("sono oggetto di classe effettiva B");}
}

class Main {
    public static void main(String[] args){
        B pb = new B();
        A pa = new A();
        A aa = pb;//ad aa posso assegnare sia pb sia pa
        aa.f();
        ((B)aa).h();
        System.out.println("A.a = "+A.a+",  B.a = "+B.a);
    }
}
```

- **Late Binding** Il binding è stabilito dinamicamente, guardando:
  - ◇ il tipo effettivo dell'oggetto calcolato dall'espressione di invocazione `"aa"` nel nostro caso.

# Ereditarietà: Overriding e (Down) Cast

- La variabile "aa" ha comunque, tipo A e l'espressione "aa.h()" non è (sempre) definita.

```
import java.io.*;
import java.util.*;

class A{
    static int a;
    char c;
    void g(){};
    void f(){System.out.println("sono il metodo f di A");}
}
class B extends A{
    static int a;
    int b;
    void h(){B.a=5+(a=3);};
    void f(){System.out.println("sono il metodo f di B");}
}
class Main {
    public static void main(String[] args){
        B pb = new B();
        A pa = new A();
        A aa = pb;//ad aa posso assegnare sia pb sia pa
        aa.f();
        //aa.h(); -- error: cannot find symbol h
        ((B)aa).h(); //il cast rimanda il controllo al tempo di esecuzione
        System.out.println("A.a = "+A.a+",  B.a = "+B.a);
    }
}
/*
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:overridingLateBinding marcob$ java Main
 sono il metodo f di B
 A.a = 0,  B.a = 8
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:overridingLateBinding marcob$
*/
```

# Ereditarietà: Overriding e (Down) Cast/2

- **(Down) Cast** deve essere utilizzato: (T)E "dichiara" che il tipo effettivo del valore calcolato da E sia T.

```
import java.io.*;
import java.util.*;

class A{
    static int a;
    char c;
    void g(){};
    void f(){System.out.println("sono il metodo f di A");}
}
class B extends A{
    static int a;
    int b;
    void h(){B.a=5+(a=3);};
    void f(){System.out.println("sono il metodo f di B");}
}
class Main {
    public static void main(String[] args){
        B pb = new B();
        A pa = new A();
        A aa = pa;//ad aa posso assegnare sia pb sia pa
        aa.f();
        //aa.h(); -- error: cannot find symbol h
        ((B)aa).h(); //il cast rimanda il controllo al tempo di esecuzione
        System.out.println("A.a = "+A.a+",  B.a = "+B.a);
    }
}
/*
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:overridingLateBinding marcob$ java Main
 sono il metodo f di A
 Exception in thread "main" java.lang.ClassCastException: A cannot be cast to B
 at Main.main(staticE.java:25)
 Marco-Bellias-MacBook-Pro:overridingLateBinding marcob$
*/
```

# Ereditarietà: Overriding, (Up) Cast e Shadowing

- **(Up) Cast** può essere implicito `A aa = pb;` o esplicito `((A)pb).a`
  Definisce sempre un accesso ai campi del **super oggetto**.

```
import java.io.*;
import java.util.*;

class A{
    static int a = 5;
    char b = 'A';
    void g(){};
    void f(){System.out.println("sono il metodo f di A");}
}
class B extends A{
    static int a = 10;
    char b = 'B';
    void h(){B.a=5+(a=3);};
    void f(){System.out.println("sono il metodo f di B");}
}
class Main {
    public static void main(String[] args){
        B pb = new B();
        A pa = new A();
        A aa = pb;//ad aa posso assegnare sia pb sia pa
        aa.f();
        System.out.println("aa.a = "+ aa.a + ", aa.b = "+ aa.b);
        System.out.println("((A)pb).a = "+ ((A)pb).a + ", ((A)pb).b = "+ ((A)pb).b );
        ((B)aa).h(); //il cast rimanda il controllo al tempo di esecuzione
        System.out.println("A.a = "+A.a+",  B.a = "+B.a);
    }
}
/*
host-131-114-223-161:upCastcode marcob$ java Main
sono il metodo f di B
aa.a = 5, aa.b = A
((A)pb).a = 5, ((A)pb).b = A
A.a = 5,  B.a = 8
host-131-114-223-161:upCastcode marcob$
*/
```

# Overloading vs. Overriding

- **Overloading.** Metodi statici e non, ereditati e non, che hanno stesso nome ma a coppie, segnature differenti:
  - per numero di argomenti, o per tipo di un argomento, oppure
  - se uno è ereditato, l'altro ha tipo del valore calcolato che **non è sottotipo** dell'ereditato.

- Metodi overloaded sono tutti visibili ed applicabili;

- Nell'invocazione di metodo overloaded, a compile time, è scelto quello tra gli applicabili più prossimo al tipo atteso;

- Cautela. Errori nella definizione di un metodo overridden, rendono il metodo della superclasse un m. overloaded ed applicabile quando invece ci si attendeva che fosse "scavalcato".

# Overloading: Metodo Invocato

- **Overloading.** Metodi statici e non, ereditati e non, che hanno stesso nome ma a coppie, segnature differenti:
  - per numero di argomenti, o per tipo di un argomento, oppure
  - se uno è ereditato, l'altro ha tipo del valore calcolato che **non è sottotipo** dell'ereditato.

- Nell'invocazione di metodo overloaded, a compile time, è scelto quello tra gli applicabili più prossimo al tipo atteso;

```
class A{}
class B extends A{}
class C extends B{}

class E{
    void over(A x, A y){//overloaded
        System.out.println("sono overAA di E");
    }
    void over(A x, B y){//overloaded
        System.out.println("sono overAB di E");
    }
    void over(B x, C y){//overloaded
            System.out.println("sono overBC di E");
    }
}
class Main{
    public static void main(String[] argv){
        A x = new A();
        B y1 = new B();
        B y2 = new B();
        new E().over(y1,y2);
    }
```

# Overloading: Rischi

- Cautela. Errori nella definizione di un metodo overridden, rendono il metodo della superclasse un metodo overloaded ed applicabile ...

```
package D2PointEx1;

import java.io.*;
import java.util.*;

class Point {
    double x;
    Point(double n1){
        x = n1;
    }
    public double distance (Point p){
        return Math.abs(x-p.x);
    }
}
class D2Point extends Point{
    double y;
    D2Point(double n1, double n2){
        super(n1);
        y = n2;
    }
    public double distance (D2Point p){
        double u = y-((D2Point)p).y;
        double d = super.distance(p);
        return Math.sqrt(d*d+u*u);
    }
}
class Main {
    public static void main(String[] args){
        Point p = new Point(3);
        D2Point q = new D2Point(0,3);
        System.out.println("come si comporta la valutazione di q.distance(p)? ");
        System.out.println("Calcola il valore: " + q.distance(p));
    }
}
```

# Esercizi

- Si completi l'evoluzione dello Stack di Controllo, dell'Heap (e per il rimanente stato, le sole strutture di Memoria Statica che risultano modificate) durante l'esecuzione del metodo main riportato nella slide intitolata "Classi e Sottoclassi: Oggetti e Costruttori". In particolare si mostri:
  (1) l'invocazione `pb.h()`;
  (2) Il calcolo delle espressioni: `pb.a`, `pb.b`, `pb.c`
- Si dica cosa sarebbe cambiato nelle classi in slide "Ereditarietà: Shadowing" se a linea 10 avessimo sostituito `"static int a"` con `"int a"`. In particolare si dica:
  (1) se e sarebbe cambiata l'analisi dello shadowing dei fields;
  (2) se e come sarebbe cambiata l'esecuzione del "Main.main()"
  motivando adeguatamente le risposte.
- Lo stesso di esercizio precedente ma nel caso delle classi in slide "Ereditarietà: Shadowing/2" con stessa sostituzione alla stessa linea.
- Lo stesso di esercizio precedente ma nel caso del delle classi in slide "Ereditarietà: Shadowing/3" con stessa sostituzione alla stessa linea.
- Si consideri la struttura di classi in slide "Ereditarietà: Overriding". Si mostri l'evoluzione dello Stack di Controllo, dell'Heap durante la valutazione del seguente codice:
  ```
  Point q = new D2Point(-7,3);
  double d = q.distance(q);
  ```
- Si consideri la struttura di classi in slide "Ereditariet'a: Overriding e (Down) Cast". Si dica come cambia il comportamento di `Main.main`, allorchè la sua terza linea `"A aa = pb"` è sostituita da `"A aa = pa"`. Si motivino adeguatamente le ragioni del cambiamento.
- Si consideri la struttura di classi in slide "Ereditariet'a: Overriding e (Down) Cast". Si dica come cambia il comportamento di `Main.main`, allorchè la sua terza linea `"A aa = pb"` sia sostituita da `"A aa = pa"`. In particolare si dica:
  (1) se e come cambia la computazione di "aa.f();"
  (2) se e come cambia la computazione di "((B)aa).h();"
  Si motivino adeguatamente le ragioni del cambiamento.

Altri Esercizi in EserciziL13.pdf

# Esercizi

- Si consideri la struttura di classi in slide "Overloading: Metodo Invocato". Si dica se e come cambierebbe il comportamento di "Main.main" se apportiamo le seguenti modifiche:
  linea 6: "A" invece di "void"
  linea 8: inseriamo linea: "return new A();"
  linea 9: "B" invece di "void"
  linea 11: inseriamo linea: "return new B();"
  linea 22: inseriamo linea: "new E().over(y1,new C());"
  Si giustifichi il comportamento ottenuto. In particolare si dica quali metodi risultano ancora overloaded?
- Si consideri la struttura di classi in slide "Overloading: Rischi". Si sostituisca in linea 21, il parametro `D2Point p` con `Point p`.
  (1) Si dica se e come cambiano le proprietà dei metodi `distance` dichiarati in `Point` e D2Point;
  (2) Si dica se e come cambia il comportamento del metodo `Main.main`;
  (3) Si mostri l'evoluzione dello Stack di Controllo e dell'Heap durante la computazione di `Main.main`. Allo scopo si mostri anzitutto lo stato assunto immediatamente prima di tale computazione.
- Si consideri la struttura di classi in "Overloading: Rischi". Si sostituisca nell'ultima linea di `Main.main`, l'espressione `"q.distance(p)"` con `"p.distance(q)"`. Si mostri l'evoluzione dello Stack di Controllo e dell'Heap durante la computazione di `"p.distance(q)"`. Allo scopo si mostri anzitutto lo stato assunto immediatamente prima di tale valutazione.
- Si consideri la struttura di classi in slide "Overloading: Rischi". Si dica se e come cambierebbe il comportamento di `Main.main`, allorchè la sua ultima linea avesse `"q.distance(p)"` sostituita con `"p.distance (q)"`. Si motivino adeguatamente le ragioni dell'eventuale cambiamento.
- Si consideri la struttura di classi in "Overloading: Rischi". Si sostituisca nella prima linea di `Main.main`, l'espressione `"new Point(3)"` con `"new D2Point(3,-1)"`. Si mostri l'evoluzione dello Stack di Controllo e dell'Heap durante la computazione di `"q.distance(p)"`. Allo scopo si mostri anzitutto lo stato assunto immediatamente prima di tale valutazione.

Altri Esercizi in EserciziL13.pdf