Programmazione orientata agli oggetti
Classi astratte e interfacce

Ereditarietà - recap

- Una classe può derivare da un'altra (e da una sola) - extends
- Eredita metodi e attributi (non i costruttori)
- Aggiunge attributi e metodi, ma può anche ridefinire metodi - overriding
- Grazie al subtyping, il reference di un oggetto o può essere dichiarato di una classe Classe, e l'istanza creata di una sottoclasse SottoClasse

```
Classe o;
o= new SottoClasse();
```

- In Java tutte le classi discendono, direttamente o indirettamente, dalla classe Object
- Ogni classe extends Object

La classe Object

- La classe Object è il capostipite della gerarchia di classi, definisce alcuni metodi (equals, toString, etc) che possono essere ridefiniti ad-hoc nelle sotto classi

Istanze

```
Classe o;
o= new SottoClasse();
```

- L'oggetto o sa rispondere ai metodi di Classe (ereditarietà di interfaccia, o subtyping), questo è controllato dal compilatore a *compile-time* (controllo statico)
- per risolvere i metodi invocati su o, si esegue la versione più specifica di codice (quella di SottoClasse se c'è overriding); questo legame delle chiamate, detto *late binding*, è fatto a *run-time* dal suppoirto all'esecuzione (*con un meccanismo molto efficiente di tabelle hash)*

Ricordiamo dall'Esercitazione 2 con Java

```
class Veicolo {
  public void printNRuote() {
      System.out.println("Numero di ruote"); } }

class Automobile extends Veicolo {
  ... //ridefinisce printNruote() }

class Bicicletta extends Veicolo {
  ... //ridefinisce printNruote() }

// nel main:
Veicolo a,b;
a=new Automobile("DC474KL");
b=new Bicicletta();
a.printNruote();
b.printNruote();
```

Un attimo…

- Ha senso che la classe Veicolo definisca un'implementazione per il metodo printNRuote?
- Non molto…
- Più in generale, possono esistere classi – come Veicolo – che modellano entità astratte che hanno senso solo come capostipite di una gerarchia di entità concrete
- Non ha molto senso permettere di istanziare oggetti di classi che rappresentano entità astratte
- Come evitare che questo accada?

Classi astratte

Classi astratte

- Java ci consente di definire classi in cui uno o più metodi non sono implementati, ma solo dichiarati
- Questi metodi sono detti astratti e vengono marcati con la parola chiave abstract
- Non hanno un corpo tra parentesi graffe, ma solo la dichiarazione terminata con ;
- Attenzione: un metodo vuoto ({}) e un metodo astratto sono due cose diverse
- Una classe che ha almeno un metodo astratto si dice classe astratta
- Le classi non astratte si dicono concrete
- Una classe astratta deve essere marcata a sua volta con la parola chiave abstract

Utilità delle classi astratte

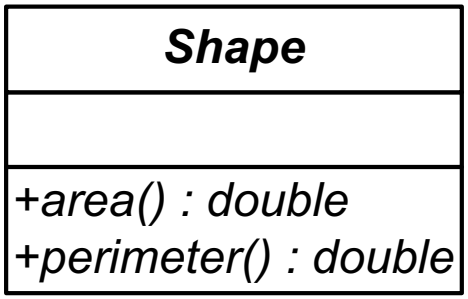
- L'aspetto più importante è che non è possibile creare istanze di una classe astratta
- Dal momento che una classe astratta non può generare istanze a che cosa serve?
- Serve come superclasse comune per un insieme di sottoclassi concrete
- Queste sottoclassi, in virtù del subtyping, sono in qualche misura compatibili e intercambiabili fra di loro
- Infatti sono tutte sostituibili con la superclasse: sulle istanze di ognuna di esse possiamo invocare i metodi ereditati dalla classe astratta

- Ciascuna li potrà implementare diversamente però

Esempio - 1

- Scriviamo la classe astratta Shape che definisce una generica figura geometrica di cui possiamo calcolare area e perimetro

```
public abstract class Shape
{
  public abstract double area();
  public abstract double perimeter();
}
```



- A lato vediamo la rappresentazione UML: metodi e classi astratte sono in corsivo
- Definiamo quindi due classi concrete, Circle e Rectangle che discendono da Shape e forniscono un'implementazione dei metodi astratti di Shape

Esempio - 2

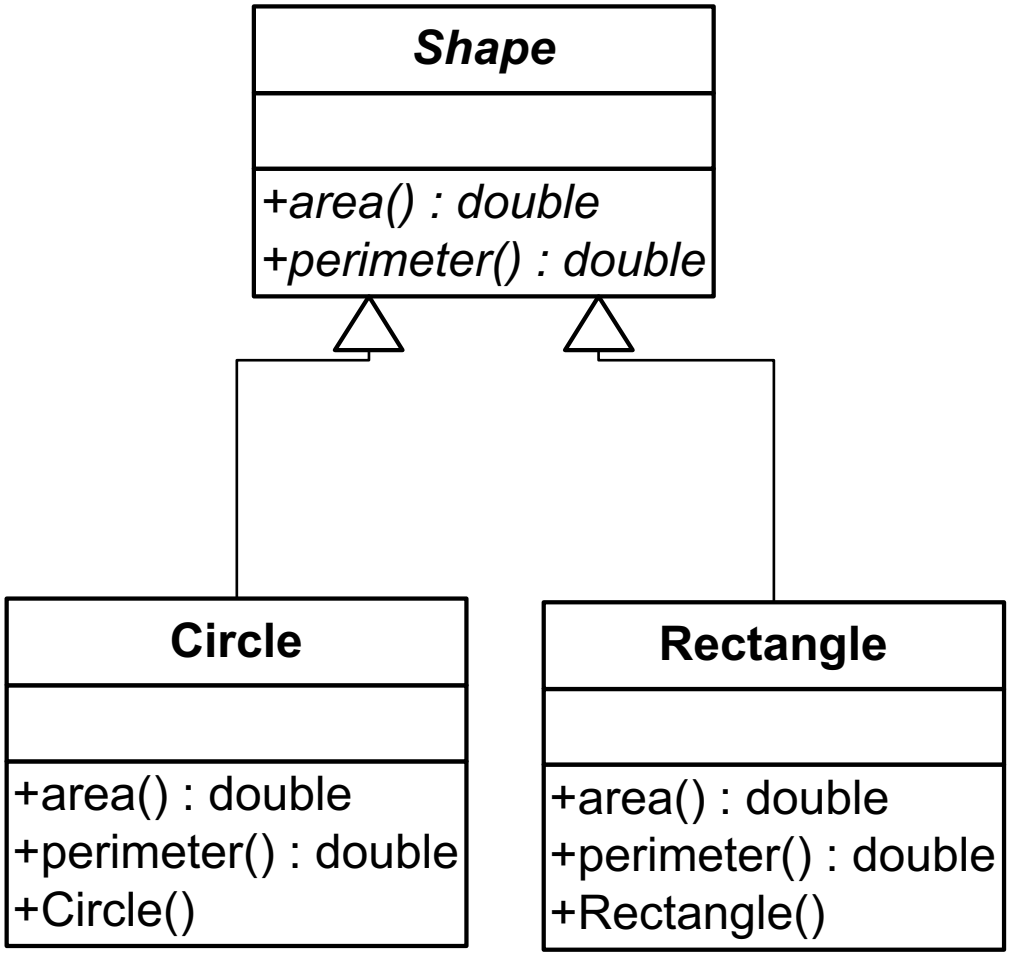
- Vediamo l'implementazione di Circle e di Rectangle:

```
public class Circle extends Shape
{
  private double r;
  public Circle(double r) { this.r = r; }
  public double area() { return Math.PI * r * r; }
  public double perimeter() { return 2 * r * Math.PI; }
  public double getRadius() { return r }
}

public class Rectangle extends Shape
{
  private double w,h;
  public Rectangle(double w, double h)
   {this.w = w; this.h = h;}
  public double area() { return w * h; }
  public double perimeter() { return 2 * (w + h); }
  public double getWidth() { return w; }
  public double getHeight() { return h; }
}
```

Esempio – Diagramma UML

- Ecco il diagramma delle classi:



Esempio - 3

- Vediamo infine la classe EsempioShape:

```
public class EsempioShape
{
  public static void main(String args[])
  {
    Shape[] shapes = new Shape[3];
    shapes[0] = new Circle(2.5);
    shapes[1] = new Rectangle(1.2, 3.0);
    shapes[2] = new Rectangle(5.5, 3.8);
    double totalArea = 0;
    for (int i=0; i<shapes.length; i++)
     totalArea=totalArea+shapes[i].area();
    System.out.println(totalArea);
  }
}
```

- Grazie all'uso della classe astratta abbiamo potuto costruire un array che contiene indifferentemente cerchi e rettangoli
- Abbiamo poi calcolato l'area totale trattando uniformemente cerchi e rettangoli

Utilità delle classi astratte – slight reprise

- Le classi astratte si prestano benissimo anche per incapsulare procedure personalizzabili
- Ad esempio posso avere una ricetta generica di pizza a partire dalla quale preparare Margherita, Marinara, ecc.

```
abstract class RicettaPizza {
    public void prepara() {
        preparaPasta();
        stendiPasta();
        aggiungiSalsa();
        aggiungiIngredienti();
    }
    abstract void preparaPasta();
    abstract void stendiPasta();
    abstract void aggiungiSalsa();
    abstract void aggiungiIngredienti();
}
```

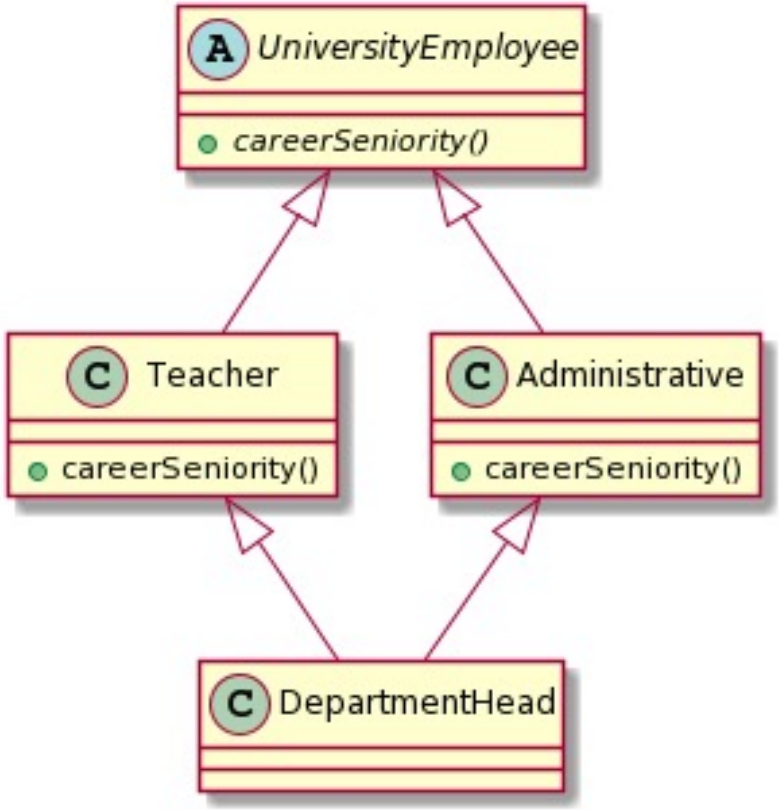
- Costrutto di design noto come **Template method pattern**

Limiti del subclassing (ereditarietà di implementazione)

- Supponiamo di voler estendere il nostro lavoro implementando forme geometriche che possono anche essere disegnate sullo schermo
- Potremmo ingenuamente pensare di definire:
  - Una classe astratta Drawable
  - Una classe DrawableCircle che discende sia da Drawable che da Circle
  - Una classe DrawableRectangle che discende sia da Drawable che da Rectangle
  - ecc.
- Purtroppo…

Multiple inheritance

- L'ereditarietà multipla (di implementazione, ovverosia subclassing) presenta dei problemi
- Vediamo un esempio in ambito personale universitario
- Direttori di dipartimento sono sia personale docente che amministrativo
- **Conflitto su calcolo seniority**
- Quale metodo careerSeniority usa DepartmentHead? Quello di Teacher o di Administrative?
- **Diamond pattern inheritance problem**



Java non supporta ereditarietà multipla

- Java (1995) non supporta l'ereditarità multipla!!!
  - … così come tutti i linguaggi OOP recenti
  - C++ (1985) supporta ereditarietà multipla (virtual inheritance per mitigare problema diamond pattern)
- Le classi in Java sono a ereditarietà singola (una sola classe base)
- In Java quindi DrawableCircle non può discendere contemporaneamente da Circle e da Drawable
- Non possiamo scrivere

```
class DrawableCircle extends Circle, Drawable
```

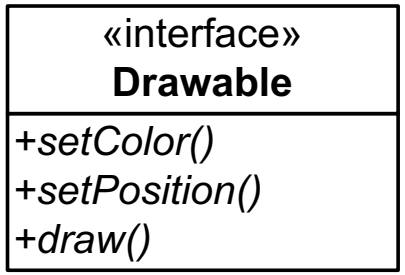
- Come risolvere il problema?
- Non dobbiamo ragionare in termini di subclassing (ereditarietà di implementazione) ma di subtyping (ereditarietà di interfaccia) -> uso di Interfacce

Interfacce

Interfacce

- Fortunatamente Java ci mette a disposizione uno strumento per risolvere questo problema: le interfacce
- Possiamo definire l'interfaccia Drawable in questo modo:

```
public interface Drawable
{
  public void setColor(int c);
  public void setPosition(double x, double y);
  public void draw();
}
```



- La definizione di un'interfaccia è molto simile a quella di una classe astratta, è un'elenco di metodi senza implementazione
- A differenza di una classe astratta: tutti i metodi sono privi di implementazione
- A lato la rappresentazione UML

Uso delle interfacce

- Possiamo scrivere DrawableRectangle così:

```
public class DrawableRectangle
  extends Rectangle implements Drawable
{
  private int c;
  private double x, y;
  public DrawableRectangle(double w, double h)
  { super(w,h); }
  public void setColor(int c) { this.c = c; }
  public void setPosition(double x, double y)
  { this.x = x; this.y = y; }
  public void draw()
   { System.out.println("Rettangolo, posizione"+x +
     " " +y+" colore "+c);}
}
```

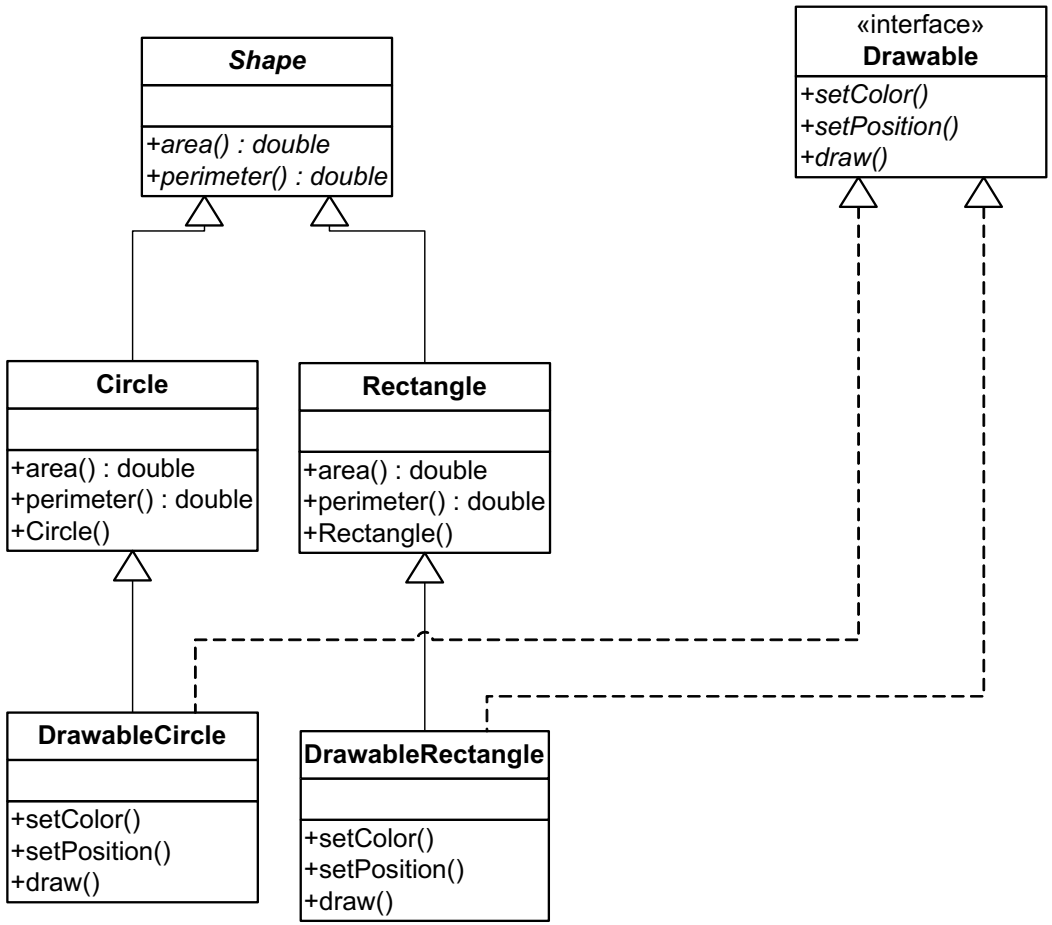
Uso delle interfacce

- In maniera del tutto simile possiamo definire DrawableCircle che sarà dichiarata come:

```
public class DrawableCircle
  extends Circle implements Drawable
{
  private int c;
  private double x, y;
  public DrawableCircle(double r)
  { super(r); }
  public void setColor(int c) { this.c = c; }
  public void setPosition(double x, double y)
  { this.x = x; this.y = y; }
  public void draw()
   { System.out.println("Cerchio, posizione"+x +
     " " +y+" colore "+c);}
}
```

Diagramma UML

- Il diagramma UML complessivo è riportato qui sotto
- Le relazioni implements sono rappresentate in modo simile a extends, ma con una riga tratteggiata



Precisazioni sulle interfacce

- Un'interfaccia è una collezione dichiarazioni di metodi, simile ad una classe astratta
- Una classe oltre a discendere da una superclasse, specificata con la parola chiave extends, può implementare una o più interfacce usando la parola chiave implements
- Attenzione: se una classe dichiara che implementa una interfaccia deve obbligatoriamente fornire un'implementazione di tutti i metodi dell'interfaccia
- Non può implementare solo alcuni metodi!
- In Java è possibile definire variabili (riferimenti) che hanno come tipo un'interfaccia:
  `Drawable d;`
- A cosa servono?

Interfacce e subtyping

- Java prevede una forma estesa di subtyping
- Nella definizione classica il subtyping ci permette di utilizzare una classe derivata al posto della classe base
- Quindi ci permette di scrivere

```
Shape s;
s = new Circle(5.7);
```

- Il subtyping in Java ci permette anche di utilizzare al posto di un'interfaccia qualunque classe la implementi
- Possiamo quindi scrivere, usando una variabile che ha come tipo l'interfaccia Drawable

```
Drawable d;
d = new DrawableCircle(6.5);
```

Esempio

- Vediamo la classe EsempioDrawable, simile a EsempioShape:

```
public class EsempioDrawable
{
  public static void main(String args[])
  {
    Drawable[] drawables = new Drawable[3];
    drawables[0] = new DrawableCircle(2.5);
    drawables[1] = new DrawableRectangle(1.2, 3.0);
    drawables[2] = new DrawableRectangle(5.5, 3.8);
    for (int i=0; i<drawables.length; i++)
    {
      drawables[i].setColor(i);
      drawables[i].setPosition(i*10.0,i*20.0);
      drawables[i].draw();
  }
}
```

- Grazie all'uso dell'interfaccia abbiamo potuto costruire un array che contiene indifferentemente istanze di classi diverse che implementano l'interfaccia Drawable e disegnarle tutte insieme con un solo ciclo for

Ancora sulle interfacce

- Un altro aspetto interessante è la possibilità di definire una classe che implementa Drawable, ma non discende da Shape
- Esempio: testo disegnato ad una data posizione:

```
public class DrawableText implements Drawable
{
  private int c;
  private double x, y;
  private String s;
  public DrawableText(String s) { this.s = s }
  public void setColor(int c) { this.c = c; }
  public void setPosition(double x, double y)
  { this.x = x; this.y = y; }
  public void draw()
   { System.out.println("Testo, posizione"+x +
     " " +y+" colore "+c);}
}
```

- Si ha quindi una forma di compatibilità e di sostituibilità tra classi indipendente dalla catena di ereditarietà

Esempio

- Potremmo riscrivere EsempioDrawable così:

```
public class EsempioDrawable
{
  public static void main(String args[])
  {
    Drawable[] drawables = new Drawable[3];
    drawables[0] = new DrawableCircle(2.5);
    drawables[1] = new DrawableRectangle(1.2, 3.0);
    drawables[2] = new DrawableText("Ciao");
    for (int i=0; i<drawables.length; i++)
    {
      drawables[i].setColor(i);
      drawables[i].setPosition(i*10.0,i*20.0);
      drawables[i].draw();
    }
  }
}
```

- Abbiamo trattato l'istanza di DrawableText in modo del tutto uniforme a DrawableRectangle e DrawableCircle

Precisazioni

- A differenza di extends dopo la clausola implements possiamo aggiungere un numero qualsiasi di nomi di interfacce

```
public class DrawableRectangle
  extends Rectangle
  implements Drawable, Sizeable, Draggable
```

- Una classe può implementare più interfacce
- Un'interfaccia è un contratto tra chi la implementa e chi la usa
- La classe che implementa un'interfaccia, essendo obbligata ad implementarne tutti i metodi, garantisce la fornitura di un servizio
- Se una classe implementa un'interfaccia si ha la garanzia che il contratto di servizio è effettivamente realizzato: ogni metodo specificato nell'interfaccia è implementato nella classe e invocabile sulle sue istanze.

Precisazioni

- A partire dalla versione 8, Java permette di definire interfacce che contengono implementazioni di default di metodi

```
interface Logger {
    default void log(String s) { System.out.println(s); }
 }
```

- Attenzione che questa feature ripropone il problema del diamond pattern inheritance!!!
- Caveat emptor…

Riprenderemo Classi astratte e interfacce con ulteriori esempi in una lezione successiva