Università degli Studi di Roma “La Sapienza”
Facoltà di Ingegneria – Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale

Corso di Progettazione del Software

Proff. Toni Mancini e Monica Scannapieco
Dipartimento di Informatica e Sistemistica
Università di Roma “La Sapienza”

S.JOO.2 – Java: ereditarietà ed interfacce

versione del February 2, 2008

Derivazione fra classi

È possibile dichiarare una classe `D` come derivata da una classe `B`.

```
class B {                  // CLASSE BASE
  int x;
  void G() { x = x * 20; }
// ...
}

class D extends B {        // CLASSE DERIVATA
  void H() { x = x * 10; }
// ...
}
```

Princìpi fondamentali della derivazione

I quattro **princìpi fondamentali** del rapporto tra classe derivata e classe base:

1. Tutte le proprietà definite per la classe base vengono **implicitamente definite** anche nella classe derivata, cioè vengono **ereditate** da quest'ultima.
   Ad esempio, implicitamente la classe derivata `D` ha:
   - un campo dati `int x;`
   - una funzione `void G()`
2. La classe derivata può avere **ulteriori proprietà** rispetto a quelle ereditate dalla classe base.
   Ad esempio, la classe `D` ha una funzione `void H()`, in più rispetto alla classe base `B`.

Princìpi fond. della derivaz. (cont.)

3. Ogni oggetto della classe derivata **è anche** un oggetto della classe base.
   Ciò implica che è possibile usare un oggetto della classe derivata **in ogni situazione o contesto** in cui si può usare un oggetto della classe base.
   Ad esempio, i seguenti usi di un oggetto di classe `D` sono leciti.

```
  static void stampa(B bb) {
    System.out.println(bb.x);
  }
//...
D d = new D();
d.G();     // OK: uso come ogg. di invocazione di funz. definita in B
stampa(d); // OK: uso come argomento in funz. definita per B
```

La classe `D` è compatibile con la classe `B`

Princìpi fond. della derivaz. (cont.)

4. **Non è vero che** un oggetto della classe base è anche un oggetto della classe derivata. Ciò implica che **non è possibile** usare un oggetto della classe base laddove si può usare un oggetto della classe derivata.

```
B b = new B();
// b.H();
//    ^
// Method H() not found in class B.

// d = b;
//   ^
// Incompatible type for =. Explicit cast needed to convert B to D.

b = d;     // OK: D al posto di B
```

Esercizio 3: derivazione

Progettare due classi:

Punto: per la rappresentazione di un punto nello spazio tridimensionale, come aggregato di tre valori di tipo reale;

Segmento: per la rappresentazione di un segmento nello spazio tridimensionale, come aggregato di due punti.

Si ignorino costruttori e livelli di accesso ai campi. Scrivere le seguenti funzioni:

- `lunghezza()`, **esterna** alle suddette classi che ritorna la lunghezza del segmento passato per argomento;
- `stampa()`, metodo della classe Segmento che stampa su schermo le coordinate dei punti estremi del segmento oggetto di invocazione.

Scrivere una classe `SegmentoOrientato` derivata dalla classe `Segmento`, che contiene anche l'informazione sull'orientazione del segmento (dal punto di inizio a quello di fine, o viceversa). Verificare se:

- le funzioni esterne precedentemente definite con argomenti di classe `Segmento` (ad es. `lunghezza()`) possano essere usate anche con argomenti di classe `SegmentoOrientato`;
- sia possibile usare la funzione `stampa()` con oggetti di invocazione di classe `SegmentoOrientato`.

Gerarchie di classi

Una classe derivata può a sua volta fungere da classe base per una **successiva derivazione**.

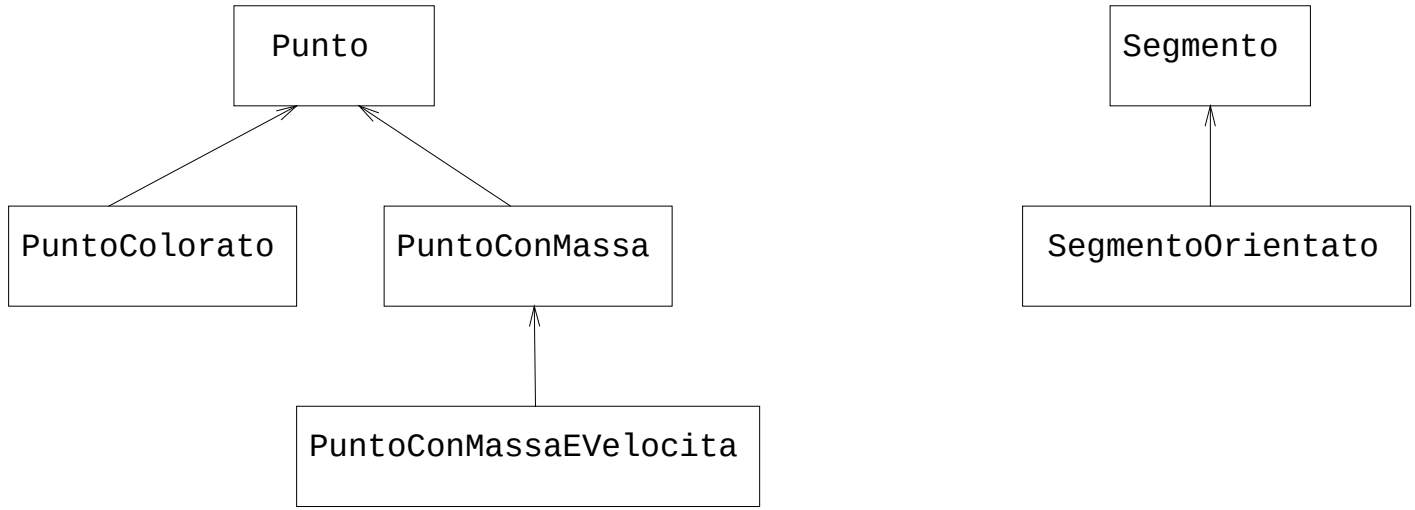
Ogni classe può avere **un numero qualsiasi** di classi derivate.

```
class B { ...
class D extends B { ...
class D2 extends B { ...
```

Una classe derivata può avere **una sola classe base**, (in Java non esiste la cosiddetta ereditarietà multipla).

Java supporta una sorta di ereditarietà multipla attraverso le interfacce – maggiori dettagli in seguito.

Gerarchie di classi: esempio



Esercizio 4: gerarchie di classi. Ignorando le funzioni e i livelli d'accesso dei campi, realizzare in Java la gerarchia di classi della figura precedente.

Significato dell'assegnazione

Abbiamo visto che, in base al principio 3 dell'ereditarietà, la seguente istruzione è lecita:

```
class B { /*...*/ }              // CLASSE BASE

class D extends B { /*...*/ } // CLASSE DERIVATA

// ...
D d = new D();
B b = d;                         // OK: D al posto di B
```

- **Non viene creato** un nuovo oggetto.
- Esiste **un solo oggetto**, di classe `D`, che viene denotato:
  - **sia** con un riferimento d di classe `D`,
  - **sia** con un riferimento b di classe `B`.

Casting

Non è possibile accedere ai campi della classe `D` attraverso `b`. Per farlo dobbiamo prima fare un **casting**.

```
// File Codice/J2/Esempio7.java
class B { }
class D extends B { int x_d; }

public class Esempio7 {
  public static void main(String[] args) {
    D d = new D();
    d.x_d = 10;
    B b = d;
    System.out.println(((D)b).x_d);  // CASTING
  }
}
```

Casting (cont.)

Il casting fra classi che sono nello stesso cammino in una gerarchia di derivazione è sempre sintatticamente corretto, ma **è responsabilità del programmatore** garantire che lo sia anche semanticamente.

```
// File Codice/J2/Esempio8.java
class B { }
class D extends B { int x_d; }

public class Esempio8 {
 public static void main(String[] args) {
  B b = new B();
  D d = (D)b;
  System.out.println(d.x_d); // ERRORE SEMANTICO: IL CAMPO x_d NON ESISTE
  // java.lang.ClassCastException: B
  //  at Esempio8.main(Compiled Code)
 }
}
```

Esercizio 5: casting

Con riferimento al seguente frammento di codice, scrivere una funzione `main()` che contiene un uso semanticamente corretto ed un uso semanticamente scorretto della funzione `f()`.

```
class B { }
class D extends B { int x_d; }
// ...
  static void f(B bb) {
    ((D)bb).x_d = 2000;
    System.out.println(((D)bb).x_d);
  }
```

Derivazione e regole di visibilità

Una classe `D` derivata da un'altra classe `B`, anche se in un package diverso, ha una relazione particolare con quest'ultima:

- **non è un cliente qualsiasi** di `B`, in quanto vogliamo poter usare oggetti di `D` al posto di quelli di `B`;
- **non coincide** con la classe `B`.

Per questo motivo, è possibile che `B` voglia mettere a disposizione dei campi (ad esempio i campi dati) solo alla classe `D`, e non agli altri clienti. In tal caso, questi campi devono essere dichiarati **protetti** (e non privati).

Ciò garantisce al progettista di `D` di avere accesso a tali campi (vedi tabella delle regole di visibilità), **senza tuttavia garantire tale accesso ai clienti generici** di `B`.

Costruttori di classi derivate

Al momento dell'invocazione di un costruttore della classe derivata, se il costruttore della classe derivata non contiene esplicite chiamate al costruttore della classe base (vedi dopo), viene chiamato **automaticamente** anche il costruttore senza argomenti della classe base. Ciò avviene:

- sia se la classe base ha il costruttore senza argomenti standard,
- sia se la classe base ha il costruttore senza argomenti definito esplicitamente,
- sia se la classe non ha il costruttore senza argomenti(!), in questo caso si ha un errore di compilazione.

```
class B { ... }
class D extends B { ... }

...
D d = new D(); // invoca il costruttore senza argomenti di B()
               // e quello di D()
```

Costruttori di classi derivate (cont.)

Il costruttore senza argomenti della classe base viene invocato:

- **anche se non definiamo** alcun costruttore per la classe derivata (che ha quindi quello standard senza argomenti),
- **prima** del costruttore della classe derivata (sia quest'ultimo definito esplicitamente oppure no).

Costruttori di classi derivate: esempio

```
// File Codice/J2/Esempio9.java

class B1 { protected int x_b1; }
class D1 extends B1 { protected int x_d1; } // OK: B1 ha cost. senza arg.

class B2 {
  protected int x_b2;
  public B2() { x_b2 = 10; }
}
class D2 extends B2 { protected int x_d2; } // OK: B2 ha cost. senza arg.

class B3 {
  protected int x_b3;
  public B3(int a) { x_b3 = a; }
}
// class D3 extends B3 { protected int x_d3; } // NO: B3 NON ha c. senza a
//       ^
// No constructor matching B3() found in class B3.
```

Costruttori di classi derivate: super()

Se la classe base ha costruttori con argomenti, è probabile che si voglia **riusarli**, quando si realizzano le classi derivate.

È possibile invocare esplicitamente un costruttore qualsiasi della classe base **invocandolo**, nel corpo del costruttore della classe derivata.

Ciò viene fatto mediante il costrutto `super()`, che deve essere la prima istruzione eseguibile del corpo del costruttore della classe derivata.

Uso di super() nei costruttori: esempio

```
// File Codice/J2/Esempio10.java
class B {
  protected int x_b;
  public B(int a) {  // costruttore della classe base
    x_b = a;
  }
}
class D extends B {
  protected int x_d;
  public D(int b, int c) {
    super(b);       // RIUSO del costruttore della classe base
    x_d = c;
  }
}
class Esempio10 {
  public static void main(String[] args) {
    D d = new D(3,4);  } }
```

Costruttori di classi derivate: riassunto

Comportamento di un costruttore di una classe `D` derivata da `B`:

1. **se** ha come prima istruzione `super()`, allora viene chiamato il costruttore di `B` esplicitamente invocato;
   altrimenti viene chiamato il costruttore senza argomenti di `B`;
2. viene eseguito il corpo del costruttore.

Questo vale **anche per il costruttore standard** di `D` senza argomenti (come al solito, disponibile se e solo se in `D` non vengono definiti esplicitamente costruttori).

Esercizio 6: costruttori e gerarchie

Facendo riferimento alla gerarchia di classi vista in precedenza, riprogettare le classi `Punto`, `PuntoColorato`, `PuntoConMassa` e `PuntoConMassaEVelocita` tenendo conto del livello d'accesso dei campi e con i seguenti costruttori:

`Punto`: con tre argomenti (le tre coordinate) e zero argomenti (nell'origine);

`PuntoColorato`: con quattro argomenti (coordinate e colore);

`PuntoConMassa`: con un argomento (massa); deve porre il punto nell'origine degli assi;

`PuntoConMassaEVelocita`: con due argomenti (massa e velocità); deve porre il punto nell'origine degli assi.

Nota: riuso di costruttori – this()

È possibile **riusare** anche i costruttori gà definiti anche nell'ambito di una stessa classe. Ciò viene fatto mediante il costrutto `this()`, analogo a `super()`, che analogamente deve essere la prima istruzione del corpo del costruttore della classe.

```
public class Persona {
  private String nome;  private String residenza;

  public Persona(String n, String r) {
    nome = n;
    residenza = r;
  }
  public Persona(String n) {
    this(n, null);
  }
  public Persona() {
    this("Mario Rossi");
  }
  ...
}
```

Si noti che l'uso contemporaneo di `this()` e `super()` in uno stesso costruttore non è possibile, poiche entrambi dovrebbero essere la prima istruzione del costruttore. D'altra parte l'uso contemporaneo di entrambe nello stesso costruttore non avrebbe senso.

Derivazione e overloading

È possibile fare **overloading** di funzioni ereditate dalla classe base esattamente come lo si può fare per le altre funzioni.

```
public class B {
  public void f(int i) { ... }
}

public class D extends B {
  public void f(String s) { ... } // OVERLOADING DI f()
}
```

La funzione `B.f(int)` ereditata da `B` **è ancora accessibile** in `D`.

```
D d = new D();
d.f(1);       // invoca f(int) ereditata da B
d.f("prova"); // invoca f(String) definita in D
```

Overriding di funzioni

Nella classe derivata è possibile anche fare **overriding** (dall'inglese, ridefinizione, sovrascrittura) delle funzioni della classe base.
Fare overriding di una funzione `f()` della classe base `B` vuol dire definire nella classe derivata `D` una funzione con lo stesso nome, lo stesso numero e tipo di parametri della funzione `f()` definita in `B`. Si noti che **il tipo di ritorno delle due funzioni deve essere identico**.

```
public class B {
  public void f(int i) { ... }
}

public class D extends B {
  public void f(String s) { ... } // OVERLOADING DI f()
  public void f(int n) { ... }    // OVERRIDING DI f()
}
```

Overriding di funzioni: esempio

```
// File Codice/J2/Esempio11.java
class B {
  public void f(int i) { System.out.println(i*i); } }
class D extends B {
  public void f(String s) { // OVERLOADING DI f()
    System.out.println(s); }
  public void f(int n) {    // OVERRIDING DI f()
    System.out.println(n*n*n); }
}
public class Esempio11 {
  public static void main(String[] args) {
    B b = new B();
    b.f(5);         // stampa 25
    D d = new D();
    d.f("ciao");    // stampa ciao
    d.f(10);        // stampa 1000     } }
```

Overriding e riscrittura

Su oggetti di tipo `D` **non è più possibile invocare** `B.f(int)`.

È ancora possibile invocare `B.f(int)` **solo dall'interno della classe** `D` attraverso un campo predefinito `super` (analogo a `this`).

```
// File Codice/J2/Esempio12.java
class B {
  public int f(int i) { return i; }
}
class D extends B {
  public int f(int n) { return super.f(n*n); }
}
public class Esempio12 {
  public static void main(String[] args) {
    D d = new D();
    System.out.println(d.f(5));
  }
}
```

Riassunto overloading e overriding

	OVERLOADING	OVERRIDING
nome della funzione	uguale	uguale
tipo restituito	qualunque	uguale
numero e/o tipo argomenti	diverso	uguale
relazione con la funzione della classe base	coesiste con la funzione della classe base	cancella la funzione della classe base

Esercizio 7: overriding e compatibilità

```
// File Codice/J2/Esercizio7.java
class B {
  protected int c;
  void stampa() { System.out.println("c: " + c); }
}
class D extends B {
  protected int e;
  void stampa() {
    super.stampa();
    System.out.println("e: " + e);
  }
}
public class Esercizio7 {
  public static void main(String[] args) {
    B b  = new B();    b.stampa();
    B b2 = new D();    b2.stampa();
    D d  = new D();    d.stampa();
    D d2 = new B();    d2.stampa();
  }
}
```

Il programma contiene errori rilevabili dal compilatore?
Una volta eliminati tali errori, cosa stampa il programma?

Overriding di funzioni: late binding

Invocando `f(int)` su un oggetto di `D` viene invocata **sempre** `D.f(int)`, **indipendentemente** dal fatto che esso sia denotato attraverso un riferimento `d` di tipo `D` o un riferimento `b` di tipo `B`.

```
public class B {
  public void f(int i) { ... }
}

public class D extends B {
  public void f(int n) { ... }
}
// ...
D d = new D();
d.f(1);  // invoca D.f(int)
B b = d; // OK: classe derivata usata al posto di classe base
b.f(1);  // invoca di nuovo D.f(int)
```

Late binding (cont.)

Secondo il meccanismo del **late binding** la scelta di quale funzione invocare non viene effettuata durante la compilazione del programma, **ma durante l'esecuzione**.

```
public static void h (B b) { b.f(1); }
// ...
B bb = new B();
D d = new D();
h(d);    // INVOCA D.f(int)
h(bb);   // INVOCA B.f(int)
```

Il gestore run-time riconosce **automaticamente** il tipo dell'oggetto di invocazione:

`h(d)`: `d` denota un oggetto della classe `D` – viene invocata la funzione `f(int)` definita in `D`;

`h(bb)`: `bb` denota un oggettp della classe `B` – viene invocata la funzione `f(int)` definita in B.

Esercizio 8: cosa fa questo programma?

```
// File Codice/J2/Esercizio8.java
class B {
  protected int id;
  public B(int i) { id = i; }
  public boolean get() { return id < 0; }
}
class D extends B {
  protected char ch;
  public D(int i, char c) {
    super(i);
    ch = c;
  }
  public boolean get() { return ch != 'a'; }
}
public class Esercizio8 {
  public static void main(String[] args) {
    D d = new D(1,'b');
    B b = d;
    System.out.println(b.get());
    System.out.println(d.get());
  }
}
```

Overriding e livello d'accesso

Nel fare overriding di una funzione della classe base è possibile cambiare il livello di accesso alla funzione, **ma solo allargandolo**.

```
// File Codice/J2/Esempio13.java
class B {
  protected void f(int i) { System.out.println(i*i); }
  protected void g(int i) { System.out.println(i*i*i); }
}

class D extends B {
  public void f(int n) { System.out.println(n*n*n*n); }
  //  private void g(int n) {
  //                 ^
  // Methods can't be overridden to be more private.
  // Method void g(int) is protected in class B.
  //    System.out.println(n*n*n*n*n); }
}
```

Impedire l'overriding: final

Qualora si voglia **bloccare l'overriding** di una funzione la si deve dichiarare `final`.

Anche una classe può essere dichiarata `final`, impedendo di derivare classi dalla stessa e rendendo implicitamente `final` tutte le funzioni della stessa.

```
// File Codice/J2/Esempio14.java
class B {
  public final void f(int i) { System.out.println(i*i); }
}
class D extends B {
// public void f(int n) { System.out.println(n*n*n*n); }
// Final methods can't be overriden. Method void f(int) is final in class
}
final class BB {}
// class DD extends BB {}
// Can't subclass final classes: class BB
```

Sovrascrittura dei campi dati

Se definiamo nella classe derivata una variabile con lo stesso nome e di diverso tipo di una variabile della classe base, allora:

- la variabile della classe base **esiste ancora** nella classe derivata, ma non può essere acceduta utilizzandone semplicemente il nome;
- si dice che la variabile della classe derivata **nasconde** la variabile della classe base;
- per accedere alla variabile della classe base è necessario utilizzare **un riferimento ad oggetto della classe base**.

Sovrascrittura dei campi dati: esempio

```
// File Codice/J2/Esempio15.java
class B { int i; }
class D extends B {
  char i;
  void stampa() {
    System.out.println(i); System.out.println(super.i);
  }
}
public class Esempio15 {
  public static void main(String[] args) {
    D d = new D();
    d.i = 'f';
    ((B)d).i = 9;
    d.stampa();
  }
}
```

Classi astratte

Le classi astratte sono classi particolari, nelle quali una o più funzioni possono essere solo **dichiarate** (cioè si descrive la segnatura), ma non **definite** (cioè non si specificano le istruzioni).

Esempio. Ha certamente senso associare alla classe `Persona` una funzione che calcola la sua aliquota fiscale, ma il vero e proprio calcolo per una istanza della classe `Persona` **dipende** dalla sottoclasse di `Persona` (ad esempio: straniero, pensionato, studente, impiegato, ecc.) a cui l'istanza appartiene.

Vogliamo poter definire la classe `Persona`, magari con un insieme di campi e funzioni normali, anche se non possiamo scrivere il codice della funzione `Aliquota()`.

Classi astratte: esempio

La soluzione è definire la classe `Persona` come **classe astratta**, con la funzione `Aliquota()` astratta, e definire poi le sottoclassi di `Persona` come classi non astratte, in cui definire la funzione `Aliquota()` con il relativo codice:

```
abstract class Persona {
  abstract public int Aliquota(); // Questa e' una DICHIARAZIONE
                                  // (senza codice)
  private int eta;
  public int Eta() { return eta; }
}

class Studente extends Persona {
  public int Aliquota() { ... } // Questa e' una DEFINIZIONE
}

public class Professore extends Persona {
  public int Aliquota() { ... } // Questa e' una DEFINIZIONE
}
```

Quando una classe va definita astratta

Una classe A si definirà come astratta quando:

- non ha senso pensare a oggetti che siano istanze di A **senza essere istanze anche di una sottoclasse (eventualmente indiretta) di A**;
- esiste una funzione che ha senso associare ad essa, ma il cui codice non può essere specificato a livello di A, mentre può essere specificato a livello delle sottoclassi di A; si dice che tale funzione è astratta in A.

Anche se spesso si dice che una classe astratta A non ha istanze, ciò non è propriamente corretto: la classe astratta A non ha istanze dirette, ma ha come istanze tutti gli oggetti che sono istanze di sottoclassi di A non astratte.

Si noti che la classe astratta può avere funzioni non astratte e campi dati.

Uso di classi astratte

Se A è una classe astratta, allora:

- **Non possiamo** creare direttamente oggetti che sono istanze di A. Non esistono istanze dirette di A: gli oggetti che sono istanze di A lo sono indirettamente.
- **Possiamo:**
  - definire variabili o campi di altri classi (ovvero, riferimenti) di tipo A (durante l'esecuzione, conterranno indirizzi di oggetti di classi non astratte che sono sottoclassi di A),
  - usare normalmente i riferimenti (tranne che per creare nuovi oggetti), ad esempio: definire funzioni che prendono come argomento un riferimento di tipo A, restituire riferimenti di tipo A, ecc.

Vantaggi delle classi astratte

Se non ci fosse la possibilità di definire la classe `Persona` come classe astratta, dovremmo prevedere un meccanismo (per esempio un campo di tipo `String`) per distinguere istanze di `Studente` da istanze di `Professore`, e definire nella classe `Persona` la funzione `Aliquota()` così

```
class Persona {
  private String tipo;
  public int Aliquota() {
      if (tipo.equals("Studente"))
           // codice per il calcolo dell'aliquota per Studente
      else if (tipo.equals("Professore"))
           // codice per il calcolo dell'aliquota per Professore
   }
  // ....
}
```

All'aggiunta di una sottoclasse di `Persona`, si dovrebbe riscrivere e ricompilare la classe `Persona` stessa. **Riuso ed estendibilità sarebbero compromessi!**

Vantaggi delle classi astratte (cont.)

Supponiamo di dovere scrivere una funzione esterna alla classe `Persona` che, data una persona (sia essa uno studente, un professore, o altro), verifica se è tartassata dal fisco (cioè se la sua aliquota è maggiore del 50 per cento).

Se ho definito `Persona` come classe astratta posso semplicemente fare così:

```
// ....
static public boolean Tartassata(Persona p) {
     return p.Aliquota() > 50;
}
```

È importante notare che, quando la funzione verrà attivata, verrà passato come parametro attuale un riferimento ad un oggetto di una classe non astratta, in cui quindi la funzione `Aliquota()` è definita con il codice. Il late binding farà il suo gioco, e chiamerà la **funzione giusta**, cioè la funzione definita nella classe più specifica non astratta di cui l'oggetto passato è istanza.

Esercizio 9

Si definisca una classe per rappresentare soggetti fiscali. Ogni soggetto fiscale ha un nome, e di ogni soggetto fiscale deve essere possibile calcolare l'anzianità, tenendo però presente che l'anzianità si calcola in modo diverso a seconda della categoria (impiegato, pensionato o straniero) a cui appartiene il soggetto fiscale. In particolare:

- se il soggetto è un impiegato, allora l'anzianità si calcola sottraendo all'anno corrente l'anno di assunzione;
- se il soggetto è un pensionato, allora l'anzianità si calcola sottraendo all'anno corrente l'anno di pensionamento;
- se il soggetto è uno straniero, allora l'anzianità si calcola sottraendo all'anno corrente l'anno di ingresso nel paese.

Interfacce

Una interfaccia è un'astrazione per un insieme di funzioni pubbliche delle quali si definisce solo la segnatura, e non le istruzioni. Un'interfaccia viene poi implementata da una o più classi (anche astratte). Una classe che implementa un'interfaccia deve definire o dichiarare tutte le funzioni della interfaccia.

Dal punto di vista sintattico, un'interfaccia è costituita da un insieme di dichiarazioni di funzioni pubbliche (**no campi dati**, a meno che non sia `final`), la cui definizione **è necessariamente lasciata alle classi che la implementano**. Possiamo quindi pensare ad una interfaccia come ad una dichiarazione di un tipo di dato (inteso come un insieme di operatori) di cui non vogliamo specificare l'implementazione, ma che comunque può essere utilizzato da moduli software, indipendentemente appunto dall'implementazione.

Esempio. Interfaccia `I` con una sola funzione `g()`

```
public interface  I {
  void g(); // implicitamente public: e' una DICHIARAZIONE: notare ';'
}
```

Cosa si fa con un'interfaccia

Se `I` è un'interfaccia, allora **possiamo**:

- definire una o più classi che **implementano** `I`, cioè che definiscono tutte le funzioni dichiarate in `I`
- definire variabili e campi di tipo `I` (durante l'esecuzione, conterranno indirizzi di oggetti di classi che implementano `I`),
- usare i riferimenti di tipo `I`, sapendo che in esecuzione essi conterranno indirizzi di oggetti (quindi possiamo definire funzioni che prendono come argomento un riferimento di tipo `I`, restituire riferimenti di tipo `I`, ecc.);

mentre **non possiamo**:

- creare oggetti di tipo `I`, cioè non possiamo eseguire `new I()`, perchè non esistono oggetti di tipo `I`, ma esistono solo riferimenti di tipo `I`.

Utilità delle interfacce

Le funzioni di un'interfaccia costituiscono un modulo software `S` che:

- può essere utilizzato da un modulo esterno T (ad esempio una funzione `t()` che si aspetta come parametro un riferimento di tipo `S`), **indipendentemente** da come le funzioni di `S` sono implementate; in altre parole, non è necessario avere deciso l'implementazione delle funzioni di `S` per progettare e scrivere altri moduli che usano `S`;
- può essere implementato in modi alternativi e diversi tra loro (nel senso che più classi possono implementare le funzioni di `S`, anche in modo molto diverso tra loro);
- ovviamente, però, al momento di attivare un modulo `t()` che ha un argomento tipo `S`, occorre passare a `t()`, in corrispondenza di `S`, un oggetto di una classe che implementa `S`.

Tutto ciò aumenta la possibilità di **riuso**.

Esempio: interfaccia e funzione cliente

Vogliamo definire una interfaccia `Confrontabile` che offra una operazione che verifica se un oggetto è **maggiore** di un altro, ed una operazione che verifica se un oggetto è **paritetico** ad un altro. Si noti che **nulla si dice** rispetto al criterio che stabilisce se un oggetto è maggiore di o paritetico ad un altro.

Si vuole scrivere poi una funzione che, dati tre riferimenti a `Confrontabile`, restituisca il maggiore tra i tre (o più precisamente un massimale, ovvero uno qualunque che non abbia tra gli altri due uno maggiore di esso).

Notiamo che, denotando con gli operatori binari infissi '$>$' e '$=$' le relazioni "maggiore" e "paritetico" (rispettivamente), x_1 è massimale in $\{x_1, x_2, x_3\}$ se e solo se:

$$(x_1 > x_2 \ \vee \ x_1 = x_2) \quad \wedge \quad (x_1 > x_3 \ \vee \ x_1 = x_3)$$

Esempio: interfaccia e f. cliente (cont.)

```
// File Codice/J2/Esempio16.java
interface  Confrontabile {
  boolean Maggiore(Confrontabile x);
  boolean Paritetico(Confrontabile x);
}

class Utilita {
  static public Confrontabile MaggioreTraTre(Confrontabile x1,
                                             Confrontabile x2,
                                             Confrontabile x3) {
    if ((x1.Maggiore(x2) || x1.Paritetico(x2)) &&
        (x1.Maggiore(x3) || x1.Paritetico(x3)))
      return x1;
    else if ((x2.Maggiore(x1) || x2.Paritetico(x1)) &&
             (x2.Maggiore(x3) || x1.Paritetico(x3)))
      return x2;
    else return x3;  }  }
```

Implementazione di un'interfaccia

Definiamo due classi che implementano l'interfaccia `Confrontabile`:

1. Una di queste è la classe `Edificio` (per la quale il confronto concerne l'altezza).
2. L'altra è una classe astratta `Persona` (per la quale il confronto concerne l'aliquota).

Implementazione di un'interfaccia (cont.)

```
// File Codice/J2/Esempio17.java
class Edificio implements Confrontabile {
  protected int altezza;
  public boolean Maggiore(Confrontabile e) {
    if (e != null && getClass().equals(e.getClass()))
      return altezza > ((Edificio)e).altezza;
    else return false;
  }
  public boolean Paritetico(Confrontabile e) {
    if (e != null && getClass().equals(e.getClass()))
      return altezza == ((Edificio)e).altezza;
    else return false;
  }
}
abstract class Persona implements Confrontabile {
  protected int eta;
  abstract public int Aliquota();
  public int Eta() { return eta; }
  public boolean Maggiore(Confrontabile p) {
    if (p != null && Persona.class.isInstance(p))
      return Aliquota() > ((Persona)p).Aliquota();
    else return false;
  }
  public boolean Paritetico(Confrontabile p) {
    if (p != null && Persona.class.isInstance(p))
      return Aliquota() == ((Persona)p).Aliquota();
    else return false;
  }
}
```

Commenti sull'implementazione

Notiamo che nelle classi `Edificio` e `Persona` abbiamo usato due criteri differenti per stabilire se possiamo effettuare i confronti fra due oggetti tramite le funzioni `Maggiore()` e `Paritetico()`:

- per la classe (non astratta) `Edificio`, verifichiamo se i due oggetti siano della stessa classe (`Edificio` o derivata da essa);
- per la classe (astratta) `Persona`, verifichiamo se i due oggetti siano entrambi derivati dalla classe `Persona`.
  Ciò permette di effettuare il confronto anche fra oggetti di classi differenti, purché entrambe derivate da `Persona`.

Esempio di uso di interfaccia

A questo punto possiamo chiamare la funzione `MaggioreTraTre()`:

- sia su Persone (cioè passandole tre oggetti della classe `Persona`),
- sia su Edifici (cioè passandole tre oggetti della classe `Edificio`).

Esempio di uso di interfaccia (cont.)

```
// File Codice/J2/Esempio18.java
class Studente extends Persona {
  public int Aliquota() { return 25; } }
class Professore extends Persona {
  public int Aliquota() { return 50; } }
class Esempio31 {
  public static void main(String[] args) {
    Studente s = new Studente();
    Professore p = new Professore();
    Professore q = new Professore();
    Edificio e1 = new Edificio();
    Edificio e2 = new Edificio();
    Edificio e3 = new Edificio();
    Persona pp = (Persona)Utilita.MaggioreTraTre(s,p,q);
    Edificio ee = (Edificio)Utilita.MaggioreTraTre(e1,e2,e3);
  }
}
```

Esercizio

Arricchire la classe `Utilita` con:

- una funzione `Massimale()` che, ricevuto come argomento un vettore di riferimenti a `Conparabile`, restituisca un elemento massimale fra quelli del vettore;
- una funzione `QuantiMassimali()` che, ricevuto come argomento un vettore di riferimenti a `Confrontabile`, restituisca un intero che corrisponde al numero di elementi massimali fra quelli del vettore.

Interfacce e classi che le implementano

Una classe può implementare anche più di una interfaccia (implementazione multipla), come mostrato da questo esempio:

```
public interface  I {
  void g();
}
public interface J {
  void h();
}
class C implements I,J {
  void g() { ... }
  void h() { ... }
}
```

Esempio di implementazione multipla

```
// File Codice/J2/Esempio19.java
interface  I  { void g(); }
interface  I2 { void h(); }
class B {
  void f() { System.out.println("bye!"); }
}
class C extends B implements I, I2 {
  public void g() { System.out.println("ciao!"); }
  public void h() { System.out.println("hello!"); }
}
public class Esempio19 {
  public static void main(String[] args) {
    C c = new C();
    c.g();
    c.h();
    c.f();
  }
}
```

Interfacce ed ereditarietà

L'ereditarietà si può stabilire anche tra interfacce, nel senso che una interfaccia si può definire derivata da un'altra. Se una interfaccia `J` è derivata da una interfaccia `I`, allora tutte le funzioni dichiarate in `I` sono implicitamente dichiarate anche in `J`.

Ne segue che una classe che implementa `J` deve anche definire tutte le funzioni di `I`.

```
public interface  I {
  void g();
}
public interface J extends I {
  void h();
}
class C implements J {
  void g() { ... }
  void h() { ... }
}
```

Interfacce ed ereditarietà multipla

Limitatamente alle interfacce, Java supporta l'**ereditarietà multipla**: una interfaccia può essere derivata da un qualunque numero di interfacce.

```
public interface  I {
  void g();
}
public interface J {
  void h();
}
public interface M extends I, J {
  void k();
}
class C implements M {
  void g() { ... }
  void h() { ... }
  void k() { ... }
}
```

Differenza tra interfacce e classi astratte

Interfacce e classi astratte hanno qualche similarità. Ad esempio: entrambe hanno funzioni dichiarate e non definite; non esistono istanze di interfacce, e non esistono istanze dirette di classi astratte.

Si tenga però presente che:

- Una classe astratta è comunque una classe, ed è quindi un'astrazione di un insieme di oggetti (le sue istanze). Ad esempio, la classe `Persona` è un'astrazione per l'unione delle istanze di `Studente` e `Professore`.
- Una interfaccia è un'astrazione di un insieme di funzioni. Ad esempio, è difficile pensare concettualmente ad una classe `Confrontabile` che sia superclasse di `Persona` ed `Edificio`, e che quindi metta insieme le istanze di `Persona` ed `Edificio`, solo perché ha senso confrontare tra loro (con le funzioni `Maggiore()` e `Paritetico()`) sia le persone sia gli edifici.

Riassunto classi, classi astratte, interfacce

	`class`	`abstract class`	`interface`
Riferimenti	SI	SI	SI
Oggetti	SI	SI (indirettamente)	NO
Campi dati	SI	SI	NO*
Funzioni solo dichiarate	NO	SI	SI
Funzioni definite	SI	SI	NO
`extends (abstract) class`	0 o 1	0 o 1	0
`implements interface`	≥ 0	≥ 0	0
`extends interface`	0	0	≥ 0

*Eccetto che per campi dati `final` (cioè costanti).