Linguaggi

Corso M-Z - Laurea in Ingegneria Informatica
A.A. 2008-2009

Alessandro Longheu
http://www.diit.unict.it/users/alongheu
alessandro.longheu@diit.unict.it

- lezione 08 -

Classi astratte ed Interfacce in Java

Classi astratte

- L'ereditarietà porta a riflettere sul rapporto fra progetto e struttura:
- Una classe può limitarsi a definire solo l'interfaccia, lasciando "in bianco" uno o più metodi, ...che verranno poi implementati dalle classi derivate
- Questa è una classe astratta
- Una classe astratta fattorizza, dichiarandole, operazioni comuni a tutte le sue sottoclassi, ma non le definisce (implementa)
- In effetti, non viene creata per definire istanze (che non saprebbero come rispondere ai metodi "lasciati in bianco"), ma per derivarne altre classi, che dettaglieranno i metodi qui solo dichiarati.

Classi astratte

- Una classe astratta e' simile a una classe regolare: può avere attributi (tipi primitivi, classi (static), istanze di oggetti), può avere metodi, è caratterizzata dalla parola chiave abstract, ed ha tuttavia solitamente almeno un metodo che è dichiarato ma non implementato (abstract)
- Una classe astratta può quindi definire metodi la cui implementazione è demandata alle sottoclassi; suppone l'esistenza di almeno una sottoclasse
- Moltissime entità che usiamo per descrivere il mondo non sono reali sono pure categorie concettuali, ma sono comunque molto utili!
- Una classe astratta può anche non avere metodi astratti; in tal caso è definita astratta per non essere implementata, e costituire semplicemente una categoria concettuale, quindi l'imposizione della parola chiave abstract nella classe NON implica che i metodi saranno astratti, sono "liberi"
- Se comunque almeno un metodo è abstract, "abstract" va inserito anche nella classe, pena errore di compilazione

Classi astratte

- Un metodo può essere "de facto" astratto se è privo di codice ma ha le parentesi graffe {}; lavorare pero' in questo modo non ha molto senso, perché si permette l'istanziazione di una classe (sintatticamente NON astratta) che poi ha metodi vuoti; sarebbe stato meglio definire la classe o il metodo esplicitamente come astratti
- Una classe astratta può avere dei costruttori (l'errore si ottiene solo se si tenta di istanziarla); lo scopo potrebbe essere sempre quello: inserire operazioni comuni che probabilmente saranno sfruttate dalle sottoclassi (i loro costruttori quindi chiameranno super(…))

Classi astratte - Esempio

- Esempio: gli animali

```
public abstract class Animale {
    public abstract String verso();
    public abstract String si_muove();
    public abstract String vive();
    ...
}
```

- parlare di "animali" ci è molto utile, però non esiste "il generico animale", nella realtà esistono solo animali specifici; la categoria concettuale "animale" tuttavia ci fa molto comodo per "parlare del mondo", e per fattorizzare gli aspetti comuni
- Una classe che estende una astratta può fornire tutte le implementazioni necessarie; qualora ciò non avvenga, resta astratta anche se i suoi metodi non sono abstract, ad esempio:

```
public abstract class AnimaleTerrestre extends Animale {
    public String vive() { // era abstract
            return "sulla terraferma"; }
}
```

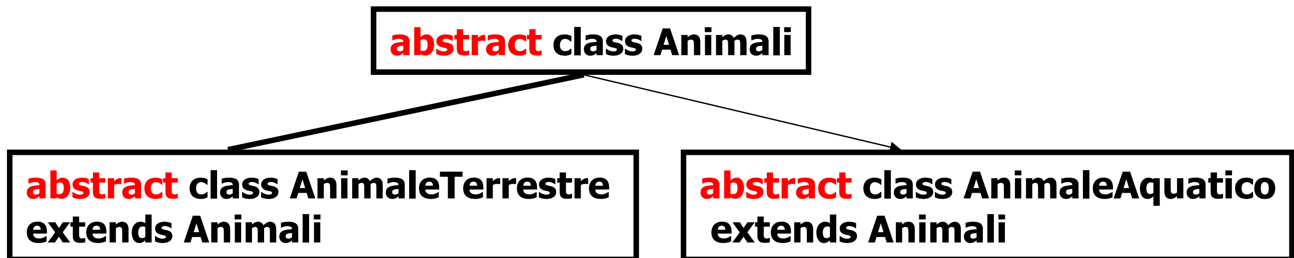

Classi astratte - Esempio

- Ipotesi:
  - ogni animale ha un metodo chi_sei() che restituisce una stringa descrittiva
  - ogni animale ha un metodo mostra() che lo stampa a video e che è indipendente dallo specifico animale (si appoggia sugli altri metodi)
  - tutti gli animali si rappresentano nello stesso modo, tramite il loro nome e il verso che fanno.

```
public abstract class Animale {
private String nome;
protected String verso;
public Animale(String s) { nome=s; }
public abstract String si_muove();
public abstract String vive();
public abstract String chi_sei();
public void mostra() { System.out.println(nome + ", " +
            chi_sei() + ", " + verso +", si muove " +
    si_muove() + " e vive " + vive() ); }
}
```

Classi astratte - Esempio

Una possibile classificazione:



Sono ancora classi astratte:

- nulla si sa del movimento
- quindi è impossibile definire il metodo si_muove()

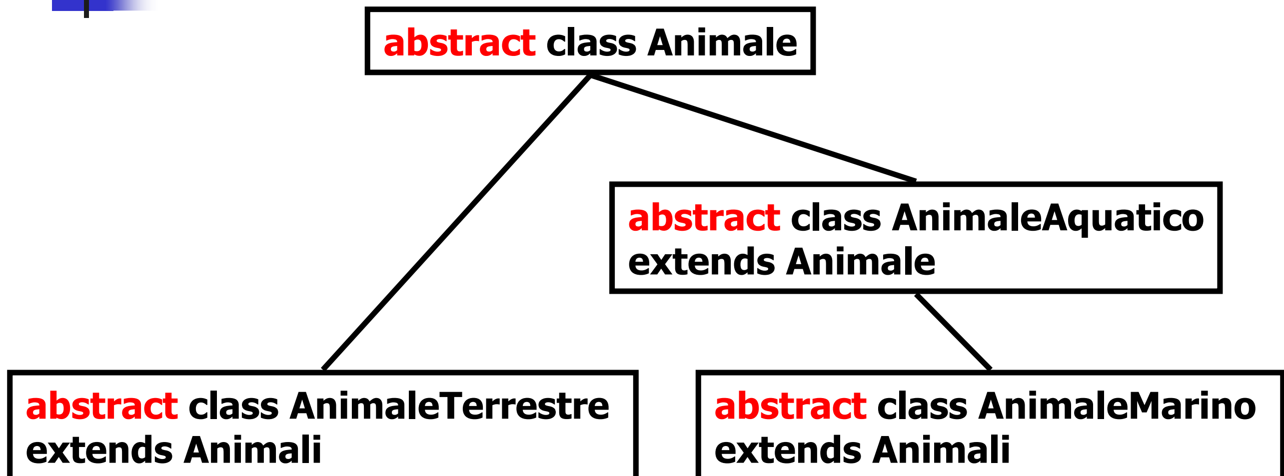
Classi astratte - Esempio

```
public abstract class AnimaleTerrestre extends Animale {
    public AnimaleTerrestre(String s) {super(s); }
    public String vive() {return "sulla terraferma"; }
    public String chi_sei()
          {return "un animale terrestre"; }
}

public abstract class AnimaleAcquatico extends Animale {
    public AnimaleAcquatico(String s) {super(s); }
    public String vive() {return "nell'acqua"; }
    public String chi_sei() {
                   return "un animale acquatico"; }
}
```

- Due metodi astratti su tre sono ridefiniti, ma uno è ancora astratto quindi la classe è ancora astratta

Classi astratte - Esempio



- Una possibile specializzazione:
  - Perché introdurre l'animale marino?
  - non è correlato a verso, movimento, ma rispecchia semplicemente una realtà.

Classi astratte - Esempio

```
public abstract class AnimaleMarino extends AnimaleAcquatico {
        public AnimaleMarino(String s) {super(s); }
        public String vive() {return "in mare"; }
        public String chi_sei() {return "un animale marino"; }
}
```

- Specializza i metodi vive() e chi_sei(), ma non definisce l'altro e quindi è ancora astratta

Classi astratte - Esempio

La Tassonomia Completa:

- Animale
  - Animale_terrestre
    - Quadrupede Bipede Uccello
    - Uomo Cavallo
    - Corvo Pinguino
    - Pesce
  - Animale_acquatico
    - Animale_marino
      - Tonno

Classi astratte - Esempio

```
public class PesceDiMare extends AnimaleMarino {
    public PesceDiMare(String s)
        {super(s);
        verso = "non fa versi"; }
    public String chi_sei()
        {return "un pesce (di mare)"; }
    public String si_muove() {
        return "nuotando"; }
}
```

- Definisce l'ultimo metodo astratto rimasto si_muove(). La classe non è più astratta

Classi astratte - Esempio

```
public class Uccello extends AnimaleTerrestre {
    public Uccello(String s) {super(s);verso="cinguetta"; }
    public String si_muove() { return "volando"; }
    public String chi_sei() { return "un uccello";}
    public String vive() { return "in un nido su un albero";}
}
public class Bipede extends AnimaleTerrestre {
    public Bipede(String s) { super(s); }
    public String si_muove() { return "avanzando su 2 zampe";}
    public String chi_sei() { return "un animale con due zampe";}
}
public class Quadrupede extends AnimaleTerrestre {
    public Quadrupede(String s) { super(s); }
    public String si_muove() { return "avanzando su 4 zampe"; }
    public String chi_sei() { return "un animale con 4 zampe"; }
}
public class Cavallo extends Quadrupede {
        public Cavallo(String s) { super(s); verso = "nitrisce"; }
        public String chi_sei() { return "un cavallo"; }}
```


Classi astratte - Esempio

```
public class Corvo extends Uccello {
    public Corvo(String s) {super(s); verso = "gracchia"; }
    public String chi_sei() {return "un corvo"; }
}
public class Uomo extends Bipede {
    public Uomo(String s) {super(s); verso = "parla"; }
    public String si_muove() { return "camminando su 2 gambe"; }
    public String chi_sei() { return "un homo sapiens"; }
    public String vive() { return "in condominio"; }
}
public class Pinguino extends Uccello {
    public Pinguino(String s) { super(s); verso = "non fa versi"; }
    public String chi_sei() { return "un pinguino"; }
    public String si_muove() { return "ma non sa volare"; }
}
public class Tonno extends PesceDiMare {
    public Tonno(String s) { super(s); }
    public String chi_sei() { return "un tonno"; }}
```

Classi astratte - Esempio

```
UN MAIN… "mondo di animali"
public class MondoAnimale {
   public static void main(String args[]) {
         Cavallo c = new Cavallo("Furia");
         Uomo h = new Uomo("John");
         Corvo w = new Corvo("Pippo");
         Tonno t = new Tonno("Giorgio");
         Uccello u = new Uccello("Gabbiano");
         Pinguino p = new Pinguino("Tweety");
         c.mostra(); h.mostra();
         w.mostra(); t.mostra();
         u.mostra(); p.mostra();
   }
}
```


Interfacce

- Nella sua parte non statica, una classe fornisce la definizione di un ADT, ossia la parte visibile esternamente (public), ed anche però la relativa implementazione (dati e metodi privati, protetti, o visibili nel package)
- In questo modo, però, diventa impossibile dare una pura specifica di interazione di un ADT senza definirlo.

- Alcuni linguaggi permettono poi l'ereditarieta' multipla:

- L'ereditarieta' multipla fornisce una grande flessibilita' …
- ma anche una grande confusione, perchè possono essere presenti metodi con lo stesso nome ereditati da classi distinte, e quindi con semantica probabilmente differente

Interfacce

- Date quindi le due esigenze di:
  - potere definire un ADT senza doverlo implementare
  - potere supportare una forma di ereditarietà multipla senza conflitti
- Può essere utile disporre di un nuovo costrutto simile alla (parte non statica di una) classe, nel senso di consentire la definizione del "modo di interagire" di un'entità...
  - ma non tenuto a fornire implementazioni…
  - … né legato alla gerarchia di ereditarietà delle classi, con i relativi vincoli.

- Nasce quindi **l'interfaccia**
- Un interfaccia è una collezione di metodi headers senza la loro definizione. Un interfaccia può anche dichiarare costanti.
- La scopo è quello di definire un protocollo del comportamento che deve essere fornito ad una classe. Una qualsiasi classe che implementa una data interfaccia è quindi obbligata a fornire l'implementazione di tutti i metodi elencati nell'interfaccia.
- Ad esempio, esistono le interfacce *Cloneable, Runnable, Serializable*

Interfacce

- Una interfaccia costituisce una pura specifica di interazione
  - contiene solo dichiarazioni di metodi, ed eventualmente costanti
  - ma non variabili né implementazioni di metodi
- Praticamente, una interfaccia è strutturalmente analoga a una classe, ma è introdotta dalla parola chiave interface anziché class
- Le interfacce inducono un diverso modo di concepire il progetto:
  - prima si definiscono le interfacce delle entità che costituiscono il sistema
    - in questa fase si considerano scelte di progetto (pulizia concettuale)
  - poi si realizzeranno le classi che implementeranno tali interfacce
    - in questa fase entreranno in gioco scelte implementative (efficienza ed efficacia)

Interfacce

- La dichiarazione di un’interfaccia adotta la sintassi:
  <modificatore> interface <nome> { <membri> }
- il modificatore può essere:
  - annotazione
  - public (alternativamente, non si mette nulla e sarà accessibile a livello di package)
  - strictfp, che impone l’artimetica stretta per l’inizializzazione delle costanti poste come membri; non viene invece propagato alcun vincolo sull’essere strictfp per i metodi, essendo essi astratti
- i membri possono essere costanti, metodi, e classi o interfacce innestate

Interfacce

- le costanti sono implicitamente static, final e public, e devono necessariamente essere inizializzati (inizializzazioni ritardate non sono ammesse); sono identificabili tramite la notazione puntata con il nome dell’interfaccia
- i metodi possono solo avere annotazioni, e nessun altro modificatore di accesso; sono implicitamente public, abstract, non possono essere statici (perché static e abstract sono incompatibili), né final, né prevedono synchronized, strictfp, native (tutti modificatori influenti sull’implementazione che qui non esiste)
- Esempio:

```
interface Verbose {
    int VERBOSE=3;
    void setVerbosity(int level);
    int getVerbosity();
}
```

Interfacce

- Le interfacce appaiono simili alle classi astratte ma hanno significative differenze:
  - Un interfaccia non può avere metodi con implementazione, mentre una classe astratta può fornire una implementazione parziale
  - Una classe può implementare molte interfacce ma puo' essere derivata da una sola superclasse
  - Le interfacce non fanno parte della gerarchia delle classi, quindi classi non discendenti l'una dall'altra possono implementare la stessa interfaccia
  - se occorre fornire ereditarietà multipla, si usano le interfacce
  - se si deve fornire una parte (comune) dell'implementazione, si usano le classi astratte
  - se tuttavia ci si trova a scrivere una classe astratta senza alcuna implementazione, di fatto è un'interfaccia

Interfacce - Esempio

- Definizione dell'astrazione "Collezione"
  - Cosa si intende per "Collezione"?
  - Come ci si aspetta di poter interagire con un'entità qualificata come "Collezione"?
- Indipendentemente da qualsiasi scelta o aspetto implementativo, una "Collezione" è tale perché:
  - è un contenitore
  - è possibile chiedersi se è vuota e quanti elementi contiene
  - vi si possono aggiungere e togliere elementi
  - è possibile chiedersi se un elemento è presente o no
  - ...
- Una "Collezione" è dunque una qualsiasi entità che si conformi a questo "protocollo di accesso"
- Si definiscono così astrazioni di dato in termini di comportamento osservabile, ossia di:
  - cosa ci si aspetta da esse
  - cosa si pretende che esse sappiano fare
  - rinviando a tempi successivi la realizzazione pratica di ADT (classi) che rispettino questa specifica.

Interfacce - Esempio

```
public interface Collection {
    public boolean add(Object x);
    public boolean contains(Object x);
    public boolean remove(Object x);
    public boolean isEmpty();
    public int size();
...
}
```


Interfacce - Gerarchie

- Le interfacce possono dare luogo a gerarchie, come le classi:

```
public interface List extends Collection {
...
}
```

- La gerarchia delle interfacce:
  - è una gerarchia separata da quella delle classi
  - è slegata dagli aspetti implementativi
  - esprime le relazioni concettuali della realtà
  - guida il progetto del modello della realtà.
- Le problematiche sono simili a quelle delle classi:
  - le costanti possono essere adombrate; è sempre possibile risalire ad una costante premettendo il nome della classe (membri statici)
  - dei metodi può essere operato l'overloading e/o l'overriding, più formale che sostanziale non esistendo alcuna implementazione

Interfacce - Gerarchie

- Come in ogni gerarchia, anche qui le interfacce derivate:
  - possono aggiungere nuove dichiarazioni di metodi
  - possono aggiungere nuove costanti
  - non possono eliminare nulla
- Significato: "Ogni lista è anche una collezione"
  - ogni lista può interagire col mondo come farebbe una collezione (magari in modo specializzato)…
  - … ma può avere proprietà peculiari al concetto di lista, che non valgono per una "collezione" qualsiasi.

Interfacce - Gerarchie

- Ad esempio, una "Lista" ha un concetto di sequenza, di ordine fra i suoi elementi
  - esiste quindi un primo elemento, un secondo, …
  - quando si aggiungono nuovi elementi bisogna dire dove aggiungerli (ad esempio, in coda)
  - è possibile recuperare un elemento a partire dalla sua posizione (il primo, il decimo,…)

```
public interface List extends Collection {
    public boolean add(int posizione, Object x);
    public Object get(int posizione);
...
}
```

Interfacce – Ereditarietà multipla

- Java supporta l'ereditarietà multipla fra interfacce
- una interfaccia contiene solo dichiarazioni di metodi
  - non ha implementazioni nessun problema di collisione fra metodi omonimi
  - non ha variabili nessun problema di collisione fra dati omonimi
- È un potente strumento di modellizzazione

```
public interface Worker {      ...      }
public interface Student {     ...      }
public interface WorkerStudent extends Worker, Student {
    ...
}
```

- Dopo extends può esservi un elenco di più interfacce

Interfacce – Implementazione

- Una interfaccia definisce una astrazione di dato in termini di comportamento osservabile, per sua natura però non implementa nulla.
- Qualcuno dovrà prima o poi implementare la astrazione definita dall'interfaccia. A questo fine, una classe può implementare (una o più) interfacce tramite la keyword implements; in tal caso, la classe deve implementare tutti i metodi richiesti, pena errore di compilazione.
- Una classe può anche implementare più interfacce; deve comunque fornire implementazione per tutti i metodi previsti
- se le interfacce da implementare prevedono metodi con la stessa signature, o se la classe implementa un'interfaccia estesa che ha operato l'overriding, l'implementazione fornita per tutti quei metodi che hanno (in un modo o in un altro) la stessa signature è unica; non è detto che essa tuttavia soddisfi tutti i contratti

Interfacce – Uso

- Il nome di una interfaccia può essere usato come identificatore di tipo per riferimenti e parametri formali di metodi e funzioni.

```
public static void main(String s[]){
    Collection c;
    ...
    List l1;
    List l2;
    ...
}
```

Interfacce – Uso

- A tali riferimenti si possono assegnare istanze di una qualunque classe che implementi l'interfaccia

```
public static void main(String s[]){
    Collection c = new Vector();
    c.add(new Point(3,4));
.   ..
    List l1 = new LinkedList();
    List l2 = new LinkedList(c);
}
```

- Le classi Vector e LinkedList implementano entrambe l'interfaccia List, che a sua volta estende Collection
- Il costruttore di default di Vector e LinkedList crea una collezione di oggetti vuota

Interfacce – Uso

- In effetti, quando una classe implementa una interfaccia, le dichiarazioni dei metodi contengono il nome dell'interfaccia...

```
public List copy(List z){
  return new LinkedList(z);
}
```

- ... ma in realtà tali metodi ricevono e manipolano istanze di una qualche classe che implementi l'interfaccia richiesta.
- I riferimenti che introduciamo devono riflettere la vista esterna
  - Collection, List, ...
- Gli oggetti che creiamo devono necessariamente essere istanze di classi concrete
  - LinkedList, Vector, ...
- Esempi

```
Collection c = new Vector();
List l1 = new LinkedList();
List l2 = new LinkedList(c);
```

Interfacce – Uso

- In generale, per utilizzare un'interfaccia si può:
  - estendere una classe che la implementa
  - se occorre invece estendere un'altra classe, allora la classe data si dichiara come implementatrice dell'interfaccia, ma anziché dovere riscrivere l'implementazione per tutti i metodi, solitamente si crea un oggetto della classe che implementa già l'interfaccia, e tutti i metodi da implementare dentro la nuova classe sono ciascuno di fatto una chiamata al corrispondente (e già implementato) metodo della classe che implementa già l'interfaccia. Questa tecnica è nota come reindirizzamento (forwarding)

Interfacce – Uso

Esempio di Forwarding:

```
   class Prova extends AltraClasse implements Interface
{
   private ClassCheImplementaGiaInterface x =
                 new ClassCheImplementaGiaInterface ();
   public void metodo1Interfaccia(parametri) {
        x.metodo1Interfaccia(parametri);
   }
public QualcheClasse metodo2Interfaccia(parametri) {
        return x.metodo2Interfaccia(parametri);
   }
}
```


Classi ed Interfacce innestate

- Un possibile membro di classi e di interfacce potrebbe essere un'altra classe o interfaccia; in tal caso essi sono definiti innestati
- L'innesto è ortogonale rispetto all'ereditarietà; un membro innestato è indipendente dalla classe o interfaccia entro cui si trova; viene ereditato in caso la classe/interfaccia contenitrice venga estesa
- L'innesto solitamente viene effettuato per connettere in modo semplice ed efficace oggetti correlati logicamente, caratteristica utilizzata ampiamente dal sistema AWT
- è ammesso l'innesto in profondità, ma se ne sconsiglia l'uso

Classi ed Interfacce innestate

- Una classe innestata può di per sé essere statica o meno; un'interfaccia innestata è invece per sua natura statica
- se una classe è innestata all'interno di un'interfaccia sarà considerata statica
- Quando una classe innestata non è statica, si definisce interna, in particolare
  - locale, se dichiarata dentro un metodo o un blocco di inizializzazione,
  - anonima, quando è priva di nome e viene allora definita solo entro il comando new
  - una classe può essere interna ad un'interfaccia, ma in tal caso non potrà essere locale o anonima (le interfacce sono vuote)

Classi ed Interfacce innestate

- Tassonomia degli innesti:

	Classe (statica o non)	**Interfaccia**
Classe statica	X	X
Classe non statica (interna, locale, anonima)	X	-
Interfaccia	X	X

- La denominazione per le classi o interfacce innestate è la notazione puntata *<nome_contenitore>.<nome_membro_innestato>*
- il membro innestato può accedere a tutti i membri del contenitore, compresi quelli privati, e viceversa, essendo di fatto l'innesto una relazione di fiducia
- un membro innestato può essere esteso da altre classi o interfacce, alla quali comunque deve risultare accessibile; la classe o interfaccia estesa non eredita comunque l'accesso privilegiato di cui il membro innestato dispone nei confronti del contenitore; un membro esteso può estendere qualsiasi classe/interfaccia, anche la contenitrice

Classi ed Interfacce innestate

- Quando il membro innestato è una classe statica dentro un'altra, essa viene di fatto utilizzata come componente software che vive dentro il suo contenitore
- Se ad essere innestata in una classe invece è una classe non statica, essa produrrà oggetti, che devono quindi essere associati al contenitore (se non statico)
- ogni istanza di una classe innestata non statica (interna) deve essere associata ad almeno una istanza della classe contenitrice; il viceversa non è vero, nel senso che l'istanza della classe contenitrice potrebbe anche non avere associata alcuna istanza della classe innestata o averne più di una

A. Longheu – Linguaggi M-Z – Ing. Inf. 2008-2009

Classi ed Interfacce innestate

- L'associazione fra classe interna e classe non statica contenitrice può essere semplicemente fatto tramite un oggetto della classe innestata, ad esempio:

```
public class Contenitore {
    private int campo1;
    private Innestata x;
    public class Innestata {
    …
    }
    public void metodo1() {
    …
    x= new Innestata();     // o anche x=this.new Innestata();
    …
    }
}
```

Classi ed Interfacce innestate

- L'estensione delle classi interne segue le stesse regole dell'estensione di qualsiasi altra classe, ma con il vincolo che ogni oggetto della sottoclasse dovrà essere collegato ad oggetti della classe contenitrice o di una sua sottoclasse, ad esempio:

```
Class Outer {          Class Inner {}          }
Class ExtendsOuter extends Outer{
   Class ExtendedInner extends Inner {}
   Inner ref=new ExtendedInner();
}
```

- Altro esempio:

```
Class Unrelated extends Outer.Inner {
Unrelated (Outer ref) {       ref.super();      }
}
```

  - in questo caso, la classe Unrelated non è interna ed è completamente separata da Outer e Inner; occorre però fornire al costruttore di Inner, invocato dentro il costruttore della sottoclasse Unrelated, un riferimento ad un oggetto contenitore Outer

Classi ed Interfacce innestate

- La classe interna può adombrare campi e/o metodi della classe contenitrice semplicemente sovrascrivendoli
- Una classe interna può però anche nascondere membri della classe contenitrice se eredita omonimi da qualche altra classe, ad esempio:

```
class Uno {
   int x;
   class Due extends Tre {
     void increment () { x++; }
   }
}
class Tre {          int x;          }
```

  - la x su cui opera Due non è quella di Uno ma quella di Tre; occorre in tal caso evitare il problema o utilizzare riferimenti espliciti, tipo this.x o Uno.this.x

Classi ed Interfacce innestate

- La classe interna può essere locale quando è definita dentro un metodo o blocco di inizializzazione; in tal caso, il suo livello di visibilità è limitato al solo ambiente del metodo o blocco in cui è definita; tale classe interna non è di fatto considerabile membro della classe in cui si trova
- una classe interna può essere locale ed il suo contenitore (membro o blocco di inizializzazione) essere statico; in tal caso non si collega a nessuna istanza della classe contenitrice
- una classe interna è anonima se è senza nome e viene definita nello stesso momento in cui viene istanziata tramite il new; le classi anonime dovrebbero essere utilizzate solo se costituite da poche righe di codice, ed il loro scopo è quello di mantenere semplice il codice esistente; se ciò non accade, è bene non ricorrere a questo strumento