

Indice

1 4-02-2019

DICHIARAZIONE \neq ASSEGNAMENTO

L'assegnamento fa riferimento alla modifica di una variabile.

```
1
2 int n    \\ Dichiarazione
3 int m = n = 1;  \\ Inizializzazione
4 n = 2        \\ Assegnamento
```

JAVA è un linguaggio *imperativo* ad oggetti.

Java è stato realizzato con un compilatore integrato, che non compila in assembly, questo compilatore invece produce un file sorgente che non è eseguibile direttamente dalla macchina, bensì è eseguibile da una virtual machine, la JVM(*java virtual machine*). In questo modo viene garantita la portabilità del codice in vari computer con CPU diversa (come il Python e .NET).

Questa separazione non conta niente per il linguaggio, si riflette solamente sul modello architetturale.

U.M.L. = unified model language \Rightarrow rappresentazioni di gerarchie di classi.

The file `ao.pdf` hasn't been created from `ao.dot` yet.
Run '`dot -Tpdf -o ao.pdf ao.dot`' to create it.
Or invoke L^AT_EX with the `-shell-escape` option to have this done automatically.

- Tutte le sottoclassi sono dei sottoinsiemi.
- Tutte le superclassi sono dei sovrainsiemi.

I linguaggi ad oggetti ci permettono di costruire *tipi* e di definire *valori*.

```
1  Animale a = new Animale(); \\ in Java gli oggetti sono valori
2  \\ dove: Animale -> tipo -> CLASSE
3  \\ a = nome variabile
4  \\ new Animale() ha un valore -> OGGETTO
```

Compilatore(compiling time):

- controllo sintattico
- controllo dei tipi, cioè che gli insiemi siano corretti

Esecuzione(RunTime):

- Abbiamo a che fare con valori e non con tipi

I tipi di fatto sono una astrazione del linguaggio.

Il senso di un compilatore è quello di evitare di scrivere castonerie che a livello di esecuzione non avrebbero senso.

SOUNDNESS: un linguaggio è sound quando il compilatore ti dà la certezza che funzioni

PARAMETRO IMPLICITO

Ogni metodo dichiarato ha sempre un parametro implicito (il parametro *this*). Esso è sotto

inteso e viene passato automaticamente, più eventuali parametri che vengono passati all'interno del metodo.

```
1  public class Animal {
2      private int peso;
3      ...
4      public void mangia(Animali a){
5          this.peso = this.peso + a.peso;
6      }
7  }
8
9  Cane fido = new Cane();
10 a.mangia(fido);          \\ SUBSUMPTION (assunzione)
```

POLIMORFISMO

L'eredità è un meccanismo che garantisce il funzionamento del *polimorfismo*.

- Polimorfismo per *SUBTYPING* o anche polimorfismo per inclusione: si riferisce al fatto che una espressione il cui tipo sia descritto da una classe A può assumere valori di un qualunque tipo descritto da una classe B sottoclasse di A (Vedi codice appena sopra)
- Polimorfismo dei *GENERICIS*: si riferisce al fatto che il codice del programma può ricevere un tipo come parametro invece che conoscerlo a priori (polimorfismo parametrico). In questo modo non si perde il tipo originario passato dall'oggetto al metodo

```
1  \\ POLIMORFISMO SUBTYPING
2  \\ basato sui sottotipi ereditarietà
3  Object ident (Object x){
4      return x;
5  }
6
7  \\ POLIMORFISMO GENERICS (parametrico)
8  \\ non perdo informazioni sui tipi
9  <T> T ident (T x){
10     return x;
11 }
12 \\ questa funzione mi permette di riusare il metodo, in questo modo evito
13 \\ di fare CAST, e di sbagliare a farli
```

2 7-02-2019

Nei linguaggi ad oggetti, lo strumento più potente è la classe. Quando definisco le entità che poi vado a tramutare in classi sto definendo DATI.

Le classi possono contenere dei metodi (funzioni che operano sugli oggetti della classe).

Definire sottoclassi significa definire *sottoinsiemi* nell'ambito dell'ereditarietà. Le nuove operazioni delle sottoclassi vanno inserite sapendo che le sottoclassi ereditano il set di funzioni delle superclassi.

OVERRIDING

L'*OVERRIDING* è il punto cruciale di tutta la programmazione ad oggetti. Fare overriding significa sovrascrivere un metodo ereditato dalla super classe per poterne specializzare il suo comportamento. Se non potessi farlo significa che nelle sottoclassi non posso andare a specializzare un metodo. Specializzare un metodo significa cambiare l'implementazione della super classe senza cambiarne la firma.

@ serve per creare delle annotazioni nel codice, serve per il compilatore (es: @ override)

IL *POLIMORFISMO* è uno strumento molto utile perchè ci permette di scrivere codice, funzioni che posso adoperare anche con tipi diversi!

DINAMIC DISPATCHING

Il *DINAMIC DISPATCHING* serve in fase di runtime a scegliere la versione giusta del metodo da richiamare. Infatti se ho degli over ride nelle mie classi, sarà solo in fase di run time che Java deciderà quale metodo richiamare. Se nella mia classe non esiste il metodo richiamato, il dinamic dispatching va a prendere l'implementazione del metodo dalla superclasse. Nella memoria che contiene le informazioni degli oggetti ci sono tutti i puntatori ai metodi di una classe, in run time viene eseguito il codice del puntatore corretto. (*vedere: virtual table*). Un *OGGETTO* infatti è costituito da un insieme dei suoi campi e da puntatori ai metodi della classe ed è grazie a questo che il dispatching funziona: il compilatore controlla i tipi e garantisce che nel compiling time tutto questo funzioni.

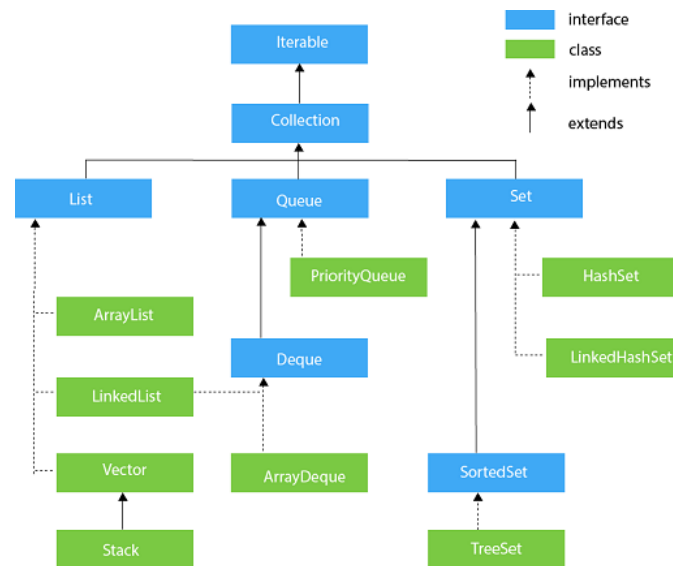
Ogni espressione ha un tipo!

CLASSI E METODI STATICI

- I metodi statici sono quei metodi di una classe che appartengono alla classe, non alle istanze di una classe. Si possono richiamare senza creare un oggetto. I metodi statici possono quindi accedere solo a dati statici e non alle variabili di istanza della classe, possono solo richiamare altri metodi statici della classe, e soprattutto non possono usare il parametro implicito *this*.
- Le classi statiche in java possono solamente esistere se sono *innestate (nested)*. Esse possono accedere solamente dati statici della classe che le contiene. Una classe statica interna non vede il riferimento *this* dell'altra classe, essa può accedere solamente ai campi statici della classe che la contiene.

Le *COLLECTION* sono delle interfacce della libreria di JAVA e non si possono costruire.

Le *COLLECTION* da sole non sono dei tipi, le *COLLECTION* di un "qualcosa" sono dei tipi. I tipi parametrici vogliono infatti un *argomento*



PACCHETTI JAVA

JAVA SE \Rightarrow Standard Edition

JAVA EE \Rightarrow Enterprise Edition

JAVA ME \Rightarrow Mobile Edition

JAVA JDK \Rightarrow linguaggio + tutte le librerie standard (java development kit)

JAVA JRE \Rightarrow Solo a runtime, versione ridotta che serve solo a chi usa i programmi ma non al programmatore (java runtime environment)

File jar \Rightarrow Archivio di tutti i pacchetti del programma

JAVA JVM \Rightarrow (Java virtual machine) serve per eseguire i file .jar

La documentazione di java si trova on-line ed è diffusa in pacchetti che servono ad organizzare logicamente le classi, che sono organizzate in ordine alfabetico.

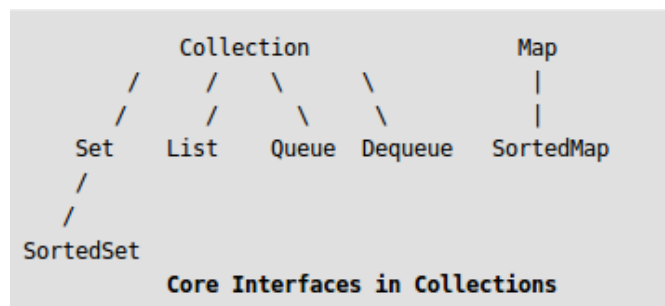
3 11-02-2019

- **ITERATORE**: E' un pattern, uno stile di programmazione. Il pattern degli iteratori esiste in tutti i linguaggi ad oggetti. Con iteratore intendiamo lo scorrimento di una collezione di elementi. L'iteratore serve quindi a scorrere una collection.
- **ITERABLE**: E' una super interfaccia, e l'interfaccia **COLLECTION** implementa questa super interfaccia. Iterable è super tipo di tutte le interfacce.

Se una interfaccia rappresenta una super interfaccia significa che non ha un genitore, anche se in realtà estende *Object*

MAPPA

Una mappa è una struttura dati che mappa chiavi e valori, ha quindi due parametri: il tipo della chiave e il tipo del valore. Una mappa è una *collection* solo se vista come una collection di coppie. Infatti una *collection* è figlia di *iterable* (la posizione più alta nella gerarchia), ma una *mappa* NON è figlia di *iterable*



GENERICS

<? extends classe> rappresenta un tipo.

<? extends E>

Ci riferiamo ad un oggetto usando la parola *sottotipo* quando esso è:

- O una sottoclasse (extends)
- O una sotto interfaccia (implements)

Ad esempio ArrayList ha come superclasse abstract ArrayList. ArrayList implementa collection. Quindi ne è sottotipo ma non sottoclasse.

La **SUBSUMPTION** non funziona tra GENERICS. Per il parametro stesso c'è subsumption, ma non per le collection. Il tipo con il ? accetta sottotipi di parametri.

TIPO ESTERNO: gode sempre della subsumption, il tipo interno NO, solo con <? extends E>

[Invarianza del subtyping]: Se ciò non fosse le assunzioni funzionerebbero anche nel tipo di ritorno e questo rischierebbe la totale spaccatura

Se così non fosse in java non verrebbero mai rispettate le regole delle classi.

Java di unico ha che esiste il wildcard (?), che è un modo controllato per risolvere questo problema.

Prima dei generics (2003/2004) in java si programmava tutto a typecast. Per motivi di retro-compatibilità è possibile programmare in tutti e due i modi. E' comunque consigliato usare la

programmazione con i *generics*.

Metodi che ritornano un booleano iniziano con sempre come se fossero domande; es: `hasNext`, `isEmpty` etc..

Un iteratore non può essere costruito con un `new` perchè è un'interfaccia.

4 15-02-2019

INTERFACCE

```
1
2  public interface Iterator<T>{}
```

L'interfaccia è un contratto, nel senso che mette a disposizione una serie di metodi che ogni classe che estende quell'interfaccia deve obbligatoriamente implementare, pena un errore durante la fase di compilazione. In java quindi si può scrivere del codice ancora prima di sapere come si potrebbe implementare.

Facciamo un esempio: il "contratto" di iteratore è il seguente:

- boolean hasNext();
- T next();
- void remove()

Data una certa classe che può non essere sotto al nostro controllo non abbiamo bisogno sapere necessariamente come sono stati implementati i suoi metodi, ma ci basta sapere che esistono per poter dire se sia o meno un iteratore.

Esempio di definizione di un metodo con iteratore come input:

```
1
2  public static void scorri(Iterator<Integer> it){
3      while(it.hasNext()){
4          integer n = it.next();
5      }
6  }
```

Esempio di utilizzo

```
1
2  scorri(new Iterator<>(){
3      ...
4      ...
5      ...
6  });
```

Quest'ultima è un'espressione, o come meglio dire, un'oggetto fatto al volo. Questa sintassi è stata creata appositamente per le interfacce (dato che non si possono istanziare direttamente), senza dover andare a definire una classe con la classica implementazione dell'interfaccia.

ANONYMOUS CLASS meccanismo comodo per design pattern come le call-back.

Questa implementazione garantisce che la funzione sia *SOUND*, e non crasherà mai a *RunTime*

IMPLEMENTARE INTERFACCE

1) Con implements:

- controlla i metodi che hai implementato all'interno della classe
- assicura che siano implementati tutti

Tipi delle interfacce

Iterator \Rightarrow non è un tipo

Iterator<T> \Rightarrow è un tipo

NOTAZIONE BNS

BNS è il nome della notazione e serve per poter dare delle regole grammaticali. E' una notazione che definisce la sintassi delle espressioni

Iterator da solo, sintatticamente, sarebbe un tipo. Ma il compilatore verifica che non è un tipo e dà errore.

5 18-02-2019

CLASSE ASTRATTA

Una classe si dice astratta quando ha almeno un metodo astratto, essa serve per impedire la sua costruzione (non posso quindi istanziarla). Delle classi vengono definite astratte se anche un solo metodo è astratto. Una delle maggiori differenze tra classi astratte ed interfacce è che una classe può implementare molte interfacce ma può estendere una sola classe astratta. Una interfaccia è zucchero sintattico di una classe astratta con soli metodi astratti. Zucchero sintattico (Syntactic sugar) è un termine coniato dall'informatico inglese Peter J. Landin per definire costrutti sintattici di un linguaggio di programmazione che non hanno effetto sulla funzionalità del linguaggio, ma ne rendono più facile ("dolce") l'uso per gli esseri umani. La differenza tra classe ed interfaccia in realtà non esiste.

Un array è una struttura dati lineare, omogenea e contigua in memoria.

Per leggere una *collection* si usano gli iteratori che servono per farne il get in sequenza.

```
1
2 public static class Animale() {
3     private int peso;
4 }
5
6 public static class Cane extends Animale {
7     private String nome;
8     public void abbaia() {}
9 }
10
11 public static class PastoreTedesco extends Cane {
12
13 }
```

Se costruisco un oggetto di tipo PastoreTedesco, esso sarà grande quanto un tipo int (32 bit) ed una stringa (un puntatore). Il tutto grazie alla virtual table che tiene in memoria i puntatori dei vari campi di uno oggetto.

6 21-02-2019

REFLECTION

La *reflection* è una *features* del linguaggio java che non tutti i linguaggi di programmazione posseggono (Ad esempio il C++ non la possiede). Essa ci permette di conoscere i tipi e il contenuto delle classi a runtime. Ad esempio se voglio conoscere il tipo dell'enclosing class (classe che contiene) posso fare : `nome.classe.this.nome`

Ad esempio se abbiamo degli oggetti che vengono passati dentro ad un metodo che come parametro ha il tipo `Object`, non saremo più in grado di distinguere il loro tipo di classe "originale", per superare questo problema possiamo invocare la funzione `getClass()` che ci ritorna il loro vero tipo.

BINDING

BINDING avviene anche con i tipi

I parametri di una funzione sono binding nello scope della funzione.

I type argument fanno binding con i type parameter, esattamente come avviene per le funzioni tra argomenti e parametri.

Quando si programma con i generics si PROPAGANO.

TYPE ERASURE

La cancellazione dei tipi in java avviene quando il compilatore "butta" via i generics generando classi non anonime e li sostituisce con `Object`: il motivo è per mantenere la compatibilità con il vecchio codice che non aveva generics. Quindi i generics sono verificati dal compilatore e poi cancellati per eseguire.

7 25-02-2019

Se un oggetto ha dei campi esso pesa tanto quanto la dimensione dei campi.
Nei pc a 64 bit i puntatori pesano 8 byte

L'ereditarietà serve anche a modificare i metodi della classe che viene ereditata. E' l'unico modo che abbiamo per modificare delle cose anche se non sappiamo cosa e chi le ha costruite. Soprattutto se non le possediamo. Un esempio è la classe ArrayList, che deve essere ereditata per implementare un metodo che ci permetta di scorrerla all'indietro.

I metodi statici non si possono override perchè non sono presenti nelle virtual table (sono funzioni sciolte).

Regola ereditarietà costruttore: se non definisco nessun costruttore nella sottoclasse è come se chiamassi il costruttore della superclasse SENZA parametro.

8 28-02-2019

COVARIANZA e CONTROVARIANZA dei tipi

VARIANZA :

$C_1 < \tau_1 > \leq C_2 < \tau_2 > \Leftrightarrow C_1 \leq C_2 \wedge \tau_1 \equiv \tau_2$ Questa regola del type system di java si dice che il linguaggio NON è COVARIANTE, in quanto i generics non cambiano.

Esempio: `ArrayList<cane>` è minore uguale a `List<cane>` (sottotipo)

Esempio: `ArrayList<cane>` NON è minore uguale a `List<Animali>`

L'ultima formula non è covariante, se fosse possibile si avrebbe una doppia soluzione sul guscio interno e il tipo esterno

CONTROVARIANZA :

Quando eredito posso fare l'override, quando lo faccio il tipo di ritorno è controvariante (uno sale e uno scende. Il parametro sale (si specializza) e il ritorno scende (si despecializza).

```
1
2  \\ nella classe Animale:
3  public Cane m(Cane c){
4      return c;
5  }
6
7  \\ nella classe Cane:
8  @Override
9  public PastoreTedesco m(Animale c){ return new PastoreTedesco();}
10 \\ il tipo di ritorno del metodo (PastoreTedesco) scende (sottoclassi)
11 \\ il tipo del parametro di ingresso (Animale) sale (superclasse)
```

In java è possibile controvariare solo il tipo di ritorno del metodo, solo scendendo (sottotipo)

```
1
2  public Cane m (Cane c){return c;}
3
4  @Override
5  public PastoreTedesco m(Cane c){return new PastoreTedesco();}
```

SOUND : un programma che compila può essere eseguito

SOUND JAVA: un programma che compila e termina, a meno di una eccezione.

In java è possibile avvenga un segmentation fault non per un problema di casting, ma solamente se accediamo ad un indice di un array non abbiamo allocato.

Ci sono linguaggi dove non esistono gli array, quindi non accadrà mai segmentation fault e il codice terminerà sempre, ovviamente senza fare i controlli di semantica.
Recentemente è stato inserito un pattern che qualcosa la covarianza:

```
1  
2 ArrayListi<? extends Animale> m = new ArrayList<Cane>();
```

Da questo si capisce che la covarianza può essere usata, ma solamente se esplicitata con il wildcard.

Sono molto usati perchè non sono tipi del primo ordine

Non posso definire una variabile:

```
1 ? extends Animale m = new Cane();  
2 \\ questa sintassi si puo usare solo come type argument
```

Significato: permettono la covarianza, sono tipi temporanei che non possono essere scritti nel codice, però possono essere sostituiti con il get().

Un altro DESIGN PATTERN: callback

9 4-03-2019

DESIGN PATTERN

- Iteratore
- Compact o Callback o Unary function

CLASSI ANONIME

Le classi *lambda* servono per fare funzioni al "volo", senza quindi avere il bisogno di implementare delle interfacce in classi separate. Vediamone un esempio:

```
1 interface HelloWorld {
2     public void greet();
3     public void greetSomeone(String someone);
4 }
5
6 public static void main (String args[]) {
7     HelloWorld frenchGreeting = new HelloWorld() {
8         String name = "tout le monde";
9         public void greet() {
10             greetSomeone("tout le monde");
11         }
12         public void greetSomeone(String someone) {
13             name = someone;
14             System.out.println("Salut " + name);
15         }
16     };
17 }
```

LAMBDA ASTRAZIONI

Le espressioni *lambda* servono per fare funzioni al "volo", senza quindi avere il bisogno di implementare delle interfacce in classi separate, classi anonime e classi innestate. Si ricorda che le espressioni lambda possono essere usate solo per implementare interfacce funzionali (cioè interfacce che possiedono un solo metodo astratto). Vediamone un esempio:

```
1 interface MyString {
2     String myStringFunction(String str);
3 }
4
5 public static void main (String args[]) {
6     MyString reverseStr = (str) -> {
7         String result = "";
8         return result;
9     };
10    reverseStr.myStringFunction("temp");
11 }
```

FUNZIONI DI ORDINE SUPERIORE

Sono delle funzioni che prendono delle funzioni come parametri di ingresso

```

1  /* questa interfaccia é equivalente all'interfaccia java.util.Functional
2   * essa infatti espone una serie di funzioni, senza implementazione, tra
3   * cui anche le call-back */
4  public interface Func<A, B>{
5      B execute(A a);
6
7      /* questa é l'unica funzione esposta dall'interfaccia
8       * un altro nome ragionevole per il metodo execute() é apply()
9       * oppure call() il nome deve ricordare il fatto di richiamare
10      * la funzione */
11  }
12
13  /* questa funzione va ad utilizzare la funzione Func definita sopra */
14  public static <A,B> List<B> map(List<A> l, Func<A,B> f){
15      List<B> r = new ArrayList<>();
16      for(A x: l)
17          r.add(f.execute(x));
18      return r;
19  }
20  }

```

A e B sono *generics* locali al metodo(e solo al metodo)

I generics sulle classi servono per parametrizzare, non per fare polimorfismo

```

1  public static <A,B> List<B> map(List<A> l, Func<A,B> f){
2  /* dove in "public static <A,B>" dichiaro i parametri che useremo
3   * mentre in "List<a> .. Func <A,B>" "uso" i parametri */

```

Funzione FILTER:

```

1  /* questa funzione é simile alla funzione Func definita sopra
2   * solo che rende piú chiaro il suo scopo: filtrare degli elementi
3   * da aggiungere in una lista */
4  public static <A> List<A> Filter (List<A> l, Func<A, Boolean> p){
5      List<A> r = new ArrayList<>();
6      for(A x : l)
7          if(p.execute(x))
8              r.add(x);
9      return r;
10  }

```

La seguente *Filter2* NON funziona perché usa la *remove()* delle Collection, ma non è possibile rimuovere un elemento in fase di scorrimento (è scritto nella documentazione)


```

1 public static <A> void Filter2 (List<A>, Func<A, boolean> p){
2     for(A a: l) /* il for each in Java essere zucchero sintattico */
3         if(p.execute(a))
4             l.remove(a);
5
6 }

```

Se non posso rimuovere come ho fatto sopra un elemento posso invece chiedere all'iteratore di rimuovere l'elemento stesso, esso rimuoverà quello a cui stiamo puntando. Quindi invece di usare un ciclo for come sopra, uso l'iteratore per scorrere la lista usando in metodo *hasNext*.

```

1 /* questo funziona perché chiama la remove() dell'iteratore
2  * mentre prima chiamavo il remove della lista */
3 public static <A> void Filter2 (List<A>, Func<A, boolean> p){
4     Iterator<A> it = l.iterator();
5     while(it.hasNext()){
6         A a = it.next();
7         if(!(p.execute(a)))
8             it.remove();
9     }
10 }
11
12 /* volendo posso usare le funzionalita delle nuove API FUNZIONALI
13  * l.removeIf(a -> !p.execute(a)); */

```

Posso usare Function<A,B> di java come funziona Func?

Esempio di chiamata:

```

1 public static void main() {
2     List<String> strings = new ArrayList<>();
3     string.add("ciao");
4     string.add("pippo");
5     string.add("unive");
6     /* voglio calcolare la lunghezza della mia lista */
7     List<Integer> r = map(strings, new Func<String, Integer>{
8
9         /* "String" é la lista , "Integers" é la funzione
10          * In realtà devo passare un oggetto di tipo Func<
11          * alla funzione map, perciò passo una classe anonima,
12          * all'interno della quale trovo solo un metodo
13          * (che ha la stessa firma del metodo dell'interfaccia Func)*/
14
15         @Override
16         public Integer execute(String a){
17             return a.length();
18         }
19     });
20 }

```

La seguente funzione data una lista di interi scarta gli elementi minori di zero: questo è il modo per non usare un for con un ciclo if innestato.

```
1 public static void main__filter() {
2     List<Integer> interi = new ArrayList<>();
3     interi.add(89);
4     interi.add(34);
5     interi.add(-16);
6     interi.add(560);
7     interi.add(-1);
8     interi.add(46);
9     /* filter prende una lista e un predicato e produce una lista in uscita
      */
10    List<Integer> l = Filter(ints, new Func<Integer, boolean>(){
11        @Override
12        public Boolean execute (Integer a){
13            return a>=0;
14        }
15    });
16 }
```

Oppure

```
1 Filter2 (interi, new Func<Integer, Boolean>(){
2     @Override
3     public Boolean execute (Integer a)
4         return a>=0;
5 })
```

Generics Locali (Polimorfismo parametrico di primo ordine)

```
1 public static Object ident__ugly(Object o) {
2     return o;
3 }
4 /* con un metodo di subtyping che è POLIMORFISMO VERTICALE,
5  * questa funzione NON è SOUND perché sono costretto a
6  * fare un CAST di ciò che ricevo */
7
8 public static <X> X ident(X x) {
9     return x;
10 }
11 /* con i generics, che è POLIMORFISMO PARAMETRICO, non
12  * devo più fare nessun cast. Sono sicuro del tipo di
13  * ritorno */
```

```
1  public static void main__ident  () {
2      Cane fido = new Cane();
3      Cane c = (Cane) ident__ugly(fido); /* ritorna un cane
4                                          * facendo un cast */
5      Cane c2 = ident(fido); /* ritorna un cane senza dover
6                              * fare un fast */
7      Gatto g = ident(new Gatto());
8  }
```

10 7-03-2019

WILDCARDS

I tre tipi possibili di wildcards sono:

- `<?>` *top type* (o chiamato Unbounded Wildcard)
- `<? extends nametype>` (o chiamato Upper Bounded Wildcards)
- `<? super nametype >` (o chiamato Lower Bounded Wildcards)

```
1  /* TOP TYPE*/
2  List<?> l1 = new ArrayList<Cane>();
3  /* Il "?" da solo indica un tipo che gerarchicamente
4   * e più in alto di Object, viene detto top type.
5   * In poche parole indica che non ci sono
6   * restrizioni sul tipo di parametro passato */
7
8  l1.get(int index) /* il compilatore ritorna " capture of ? "
9                    * qualcosa che sia figlio del top type */
```

Il tipo ? non può essere usato come tipo per una variabile, ? x non si può fare, però posso fare Object x = l1.get(..)

Mentre ? extends Animale -> qualsiasi cosa che sia figlio di animale

l2.get(0) -> ritorna un capture of ? extends Animale -> qualsiasi cosa figlia di animale (posso però fare Binding di qualcosa che sia al massimo Animale)

```
1
2  List<Animale> t3 = new ArrayList<Gatto>();
3  // essere errato, si può sottoscrivere solamente il guscio esterno, la
4   // versione corretta essere fatta con il
5   // wildcard
6  List<? extends Animale> t3 = new ArrayList<Gatto>();
```

Posso subsumere solo il tipo esterno, se voglio subsumere anche il tipo interno devo usare le wildcards.

Il caso simmetrico è il seguente:

? super Animale -> qualcosa che sia più su di Animale (più generale)

In questo caso posso passare animale a tutto quello che sta sopra l2.add(new Animale) -> ?? non compila perchè...

Riprenderemo la map vista l'altra volta. Ad esempio, per trasformare animali in piante:

```

1
2 public static class Vegetale{}
3
4 public static void main_map(){
5     List<cani> l1 = new ArrayList<>();
6     List<Vegetali> l2 = map(l1, new func<Animale, Vegetale>(){
7         @Override
8         public Vegetale execute(Animale a){
9             return null;
10        }
11    });
12 }
13 }

```

Questo non compila in quanto i generics non sono soggetti alla subsumption.
Per farlo compilare modifichiamo la funzione map:

```

1
2 public static <x, y> List<x> map(List<x>, Func(? super <x, y> f)){
3     ...
4 }
5

```

```

1
2 public static <X, Y> List<Y> map(List<X> l, Func<? super X, ? extends
3     Y> f) {
4     List<Y> r = new ArrayList<>();
5     for (X x : l) {
6         r.add(f.execute(x));
7     }
8     return r;
9 }

```

Questa è la versione più generale possibile.

NESTED CLASS

La Nested Class (o Inner Class) è totalmente senza relazione rispetto alla enclosed class (outer class).

Nel caso precedente `main_functional` è la enclosed class, in quanto sto lavorando su quella.

Le nested class vedono i campi della enclosing class, ma se sono statiche non vedono i campi.

Normalmente le nested class vedono il "this" della classe che le contiene (outer class), se però sono statiche non vede il this.

OVERLOADING

Permette di definire metodi con stesso nome ma firma diversa.

```

1
2
3 public static class c{
4     public int m(){
5         return 1;
6     }
7     public int m(int x){
8         return x+1;
9     }
10    public int m(float x){
11        return (int)(x-1.0f);
12    }
13    public int m(int x, int y){
14        return x+y;
15    }
16 }

```

L'overloading non è permesso cambiando il tipo di ritorno e lasciando il resto inalterato. Devono essere diversi i parametri!

- ordine
- tipi
- numeri

L'overloading è del tutto gestito dal compilatore.

```

1
2
3 public Number m(Number x){
4     return x;
5 }

```