Linguaggi

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

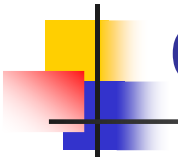
Alessandro Longheu
http://www.diit.unict.it/users/alongheu
alessandro.longheu@diit.unict.it

- lezione 22 -

Generics in Java

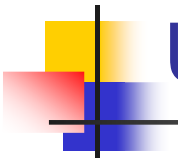
Cosa sono i Generics?

- Un generic è uno strumento che permette la definizione di un tipo parametrizzato, che viene successivamente esplicitato in fase di compilazione secondo le necessità (simile ai template C++).
- Svantaggi:
  - Invece di: List words = new ArrayList();
  - Si definisce: List<String> words = new ArrayList<String>();
- Vantaggi:
  - Fornisce una migliore gestione del type checking durante la compilazione
  - Evita il casting da Object. I.e., invece di:
  - *String title = ((String) words.get(i)).toUppercase();*
  - utilizzeremo *String title = words.get(i).toUppercase();*



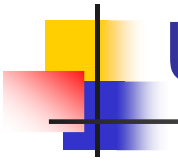
Cosa sono i Generics?

- Per permettere una maggiore genericità si potrebbe rilassare il controllo sui tipi, ma questo presta il fianco ad errori…
  - È sbagliato abolire il controllo di tipo!
  - Occorre *un altro modo* per esprimere genericità, che consenta un controllo di tipo a compile time, in modo da garantire la type safety: *"se si compila, è certamente corretto"*
- Java 1.5 introduce i tipi parametrici ("generici")
  - Il tipo può essere un parametro:
    - in attributi e metodi di classi, purche' non statici; la notazione è NomeClasse<TIPO> se serve indicare un oggetto di classe NomeClasse, o semplicemente TIPO nei punti dove c'era Object
    - Si possono definire relazioni fra "tipi generici", quindi si recupera il "lato buono" dell'ereditarietà, inquadrandolo in un contesto solido.



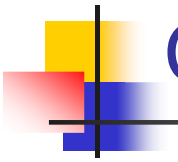
Una classe parametrica

```
class tipo <T> {
  T attributo;
  public tipo  (T x){attributo = x;}
  public T getValue() {return attributo;}
  }
```



Uso della classe parametrica

```
public class Prova {
   public static void main(String []s){
        tipo <String> p1 = new tipo<String>(s[0]);
        tipo <Integer> p2 = new tipo<Integer>(10);
        String a = p1.getValue();
        System.out.println(a);
        Integer b = p2.getValue();
        System.out.println(b);
   }
}
```

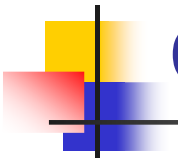
Generics dalla 1.5

- Tutta la JFC è stata riscritta dalla versione 1.5 per far uso dei generici
  - Anche classi preesistenti (come Vector) sono state reingegnerizzate e riscritte in accordo al nuovo idioma
  - Le operazioni sulla JFC "generica" si dicono *checked (controllate) o type-safe (sicure come tipo)*

Uso dei Generics

```
public interface List<E> {
    void add(E x);
    Iterator<E> iterator(); }
public interface Iterator<E> {
    E next();
    boolean hasNext(); }
...
List<Integer> myIntList = new LinkedList<Integer>(); // 1'
myIntList.add(new Integer(0)); //2'
Integer x = myIntList.iterator().next(); // 3'

List myIntList = new LinkedList(); // 1
myIntList.add(new Integer(0)); // 2
Integer x = (Integer)myIntList.iterator().next(); // 3
```

- Tipi parametrizzati, perchè tutte le occorenze del parametro "formal type" (E in questo caso) sono sostituite dagli argomenti "*actual type*" (in questo caso Integer).



Comportamento dei Generics

- Il bytecode dello stesso codice con e senza generici è identico:
  List
  List<String>
  <List<List<String>>
- sono identici in bytecode e corrispondono alla plain old List.
- L'**Erasure** è il processo che converte il programma scritto con i generici nella forma senza generici che rispecchia più da vicino il bytecode prodotto. Il termine *Erasure* non è proprio corretto in quanto vengono rimossi i generici, ma aggiunti i cast.
- L'aggiunta dei cast è implicita, e java fornisce la **Cast-iron guarantee:** il cast implicito aggiunto dalla compilazione dei generici NON DEVE MAI FALLIRE. Questa regola si applica solo per il codice che non presenta *unchecked warnings*.
- I vantaggi dell'implementazione via Erasure sono:
  - mantiene le cose semplici (non c'è nulla di nuovo)
  - mantiene le cose piccole (una sola implementazione di List)
  - semplifica l'evoluzione (la stessa libreria può essere acceduta da codice *generico* e da codice legacy)

Ereditarietà dei tipi generici

- In generale, se C2 è una classe derivata da C1 e G è una dichiarazione generica, non è vero che G<C2> è un tipo derivato da G<C1>.

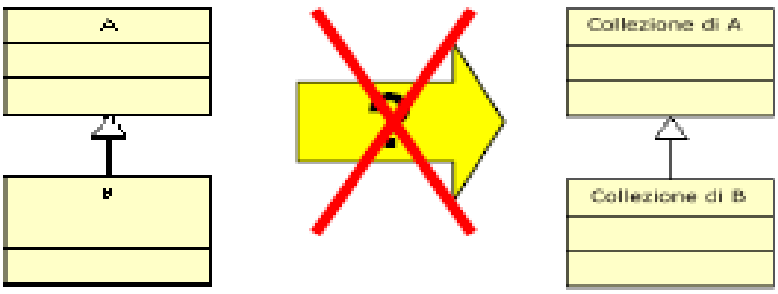
  List<String> ls = new ArrayList<String>(); //1

  List<Object> lo = ls; //2

- L'istruzione 2 genera un errore in compilazione

Ereditarietà dei tipi generici

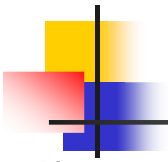
- Se B deriva da A, NON si può dire che una collezione di elementi di B derivi dalla collezione di elementi di A, perché in generale ciò non ha senso (operazioni impossibili)



- ALCUNE operazioni potrebbero anche essere sicure (negli array, la lettura), ma ciò non è vero in generale.

Ereditarietà dei tipi generici

- Consideriamo la classe generica LinkedList <T>:
- prendiamo due sue "istanziazioni"
  - LinkedList <Number>
  - LinkedList<Integer>
- Sono due tipi diversi, incompatibili fra loro, anche se Integer estende Number; situazione in contrasto a quella che si verifica negli array, dove Integer[] è un sottotipo di Number[].
- Per verificarlo, creiamo due liste:
  - LinkedList<Number> l1 = new LinkedList<Number>();
  - LinkedList<Integer> l2 = new LinkedList<Integer>();
- …e consideriamo i due possibili assegnamenti l1 = l2 e l2 = l1; si ottiene in ogni caso errore perché…
- LinkedList<Integer> non estende LinkedList<Number>



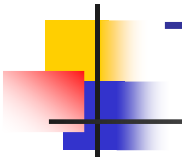
Ereditarietà dei tipi generici

- Gli assegnamenti in precedenza sono impossibili perché viene violato il (noto) principio di sostituzione: Ad una variabile di un dato tipo può essere assegnato un valore di ogni sottotipo e un metodo con un argomento di un dato tipo può essere chiamato con un argomento di ogni sottotipo.

```
List<Number> numbers = new ArrayList<Number>();
numbers.add(2);
numbers.add(3.14d);
assert numbers.toString().equals("[2, 3.14]");
```

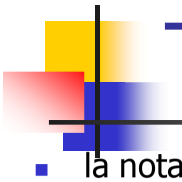
- Qui il principio vale fra List e ArrayList e fra Number e Integer e Double rispettivamente.
- List<Integer> invece NON E' UN SOTTOTIPO di List<Number> in quanto viene violato il principio di sostituzione, ad esempio:

```
List<Integer> integers = Arrays.asList(1, 2);
List<Number> numbers = integers; // non compila!
numbers.add(3.14d);
assert integers.toString().equals("[1, 2,3.14]");
```



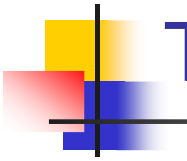
Tipi parametrici varianti

- L'esperimento precedente ha mostrato che non ha senso cercare una compatibilità generale fra tipi parametrici, perché non può esistere.
- Ha senso invece cercare compatibilità fra casi specifici e precisamente fra tipi di parametri di singoli metodi.
- Perciò, alla normale notazione dei tipi generici List<T>, usata per creare oggetti, si affianca una nuova notazione, pensata esplicitamente per esprimere i tipi accettabili come parametri in singoli metodi
- Si parla quindi di tipi parametrici varianti, in Java più brevemente detti WILDCARD.



Tipi parametrici varianti

- la notazione List<T> denota il normale tipo generico
- il tipo **covariante** List<? extends T> fattorizza le proprietà dei List<X> in cui X estende T
- il tipo **controvariante** List<? super T> fattorizza le proprietà dei List<X> in cui X è esteso da T
- il tipo **bivariante** List<?> fattorizza tutti i List<T> senza distinzione (equivale a scrivere List<? extends Object>)
- Vale il cosiddetto Get and Put PRINCIPLE:
- si usa extends quando si devono solo estrarre valori da una struttura
- Relativamente al tipo controvariante, poiché la classe supertipo potrebbe essere qualsiasi, fino ad Object, i metodi a cui si potrebbe ricorrere entro il codice che contiene il tipo controvariante non possono essere i metodi di T, ma al massimo quelli di Object, sicuramente supportati, quindi questa wildcard non permette di operare efficacemente e si usa quando si devono solo inserire valori in una struttura (senza farci null'altro); diviene necessario nei casi in cui si debbano copiare elementi da una collezione ad un' altra di un suo supertipo, che si ipotizza accessibile come parametro del metodo.
- non si usano wildcard quando si devono sia estrarre che inserire valori nella stessa struttura.

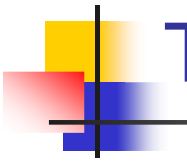


Tipi parametrici varianti

```
void printCollection(Collection c) {
   Iterator i = c.iterator();
while (i.hasnext()){
//for (k = 0; k < c.size(); k++) {
        System.out.println(i.next());
}}
 void printCollection(Collection<Object> c) {
 for (Object e : c) { System.out.println(e);}}
```

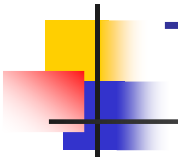
Wildcards

```
 void printCollection(Collection<?> c) {
   for (Object e : c) { System.out.println(e);}}
```

Tipi parametrici varianti

```
public class MyList<T> {
    private T head;
    private MyList<T> tail;
    public T getHead(){ return head; }
    public <E extends T> void setHead(E element){
        head=element; }
}

MyList<Number> list1 = new MyList<Number>();
MyList<Integer> list2 = new MyList<Integer>();
list1.setHead( new Double(1.4) ); // OK!
list1.setHead( list2.getHead() ); // OK!
```



Tipi parametrici varianti

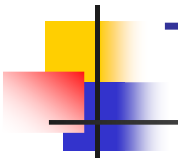
```
public class MyList<T> {
    private T head;
    private MyList<T> tail;
    public T getHead(){ return head; }
    public <E extends T> void setHead(E element){ head=element; }
    public void setTail(MyList<T> l){ tail=l; }
    public MyList<? extends T> getTail(){ return tail; }
}
```

- Restituisce una lista di elementi di tipo T o più specifico di T

```
MyList<? extends Number> list3 = list1.getTail();
MyList<? extends Number> list4 = list2.getTail();
MyList<? extends Integer> list5 = list2.getTail();
```

I primi due restituiscono una lista di Number, compatibile col tipo "lista di qualcosa che estenda Number"

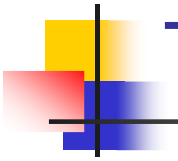
Il terzo restituisce una lista di Integer, compatibile col tipo "lista di qualcosa che estenda Integer"



Tipi parametrici varianti

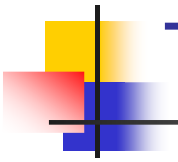
```
public class MyList<T> {
    private T head;
    private MyList<? extends T> tail;
    public T getHead(){ return head; }
    public <E extends T> void setHead(E element){...}
    public MyList<? extends T> getTail(){ return tail; }
    public void setTail(MyList<? extends T> l){ tail=l;}
}
```

- Non c'è realmente bisogno che la coda sia una lista di T!
- Possiamo essere più generici!
- Conseguentemente, possiamo rilassare il vincolo su setTail, il cui argomento ora può essere una lista di qualunque cosa estenda T
- list1.setTail(list2); // SI', ORA VA BENE!
- Si rendono così SELETTIVAMENTE possibili TUTTE e SOLE le operazioni "sensate" e significative!



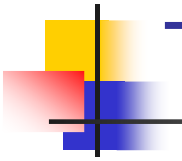
Tipi parametrici varianti

- Nell'esempio precedente abbiamo usato:
- il tipo generico MyList<T> *per creare oggetti*
  - MyList<Number>, MyList<Integer>, …
- tipi covarianti come MyList<? extends Number>
  - fattorizza le proprietà dei tipi di liste che estendono Number, come MyList<Integer>, MyList<Double>, o MyList<Number> stessa
- NON abbiamo invece usato:
  - tipi controvarianti come MyList<? super Number>
    - fattorizzerebbe le proprietà di tutte le liste di tipi più generici di Number, come ad esempio MyList<Object>
  - il tipo bivariante MyList<?>



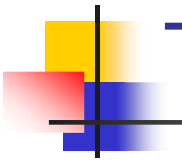
Tipi parametrici varianti

```
public abstract class Shape {
    public abstract void draw(Canvas c);}

public class Circle extends Shape {
    private int x, y, radius;
    public void draw(Canvas c) { … }}

public class Rectangle extends Shape {
    private int x, y, width, height;
    public void draw(Canvas c) { … }}

public void drawAll(List<Shape> shapes) {
    for (Shape s: shapes) { s.draw(this);}}

public void drawAll(List<? extends Shape> shapes) { … }
```



Tipi parametrici varianti

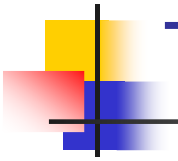
- List<? **extends** Shape> è un esempio di *bounded wildcard.*
- *Il simbolo*? Sta per un tipo sconosciuto
- Sappiamo che in questo caso tale tipo sconosciuto è un subtype di Shape.
- Diremo che Shape è un *upper bound di una* wildcard.



Tipi parametrici varianti

- Supponiamo di voler scrivere un metodo che prende un array di objects e pone gli oggetti dell'array in una collection.
- Soluzione:

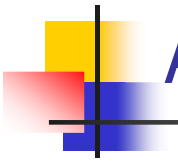
```
static void fromArrayToCollection
    (Object[] a, Collection<?> c)
    { for (Object o : a) { c.add(o); // compile time
  error
}}
```



Tipi parametrici varianti

- I metodi generici consentono di superare un tale problema.
- Cosi come in una dichiarazione di tipo, la dichiarazione di un metodo può essere generica cioè parametrizzata rispetto ad uno o più parametri

```
static <T> void fromArrayToCollection
                (T[] a, Collection<T> c)
  { for (T o : a) { c.add(o); // correct}
 }
```

Argomenti avanzati su Generics

- Siti in cui è possibile trovare argomenti avanzati sui generics:
- http://home.dei.polimi.it/ghezzi/_PRIVATE/Generics_Paper.pdf
- http://www.jugpadova.it/files/JUGPD41_Zoleo_Generics.pdf