Università di Roma "La Sapienza", Facoltà di Ingegneria

Corso di

Progettazione del Software

Anno Accademico 2003-2004

Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale

Prof. Giuseppe De Giacomo & Prof. Monica Scannapieco

Java Collections Framework

Introduzione al Java Collections Framework

Il **Java Collections Framework** è una libreria formata da un insieme di **interfacce** e di **classi** che le implementano per lavorare con gruppi di oggetti (collezioni).

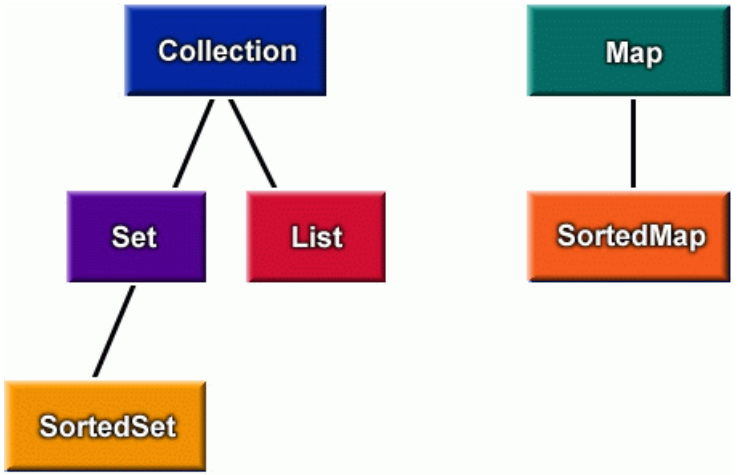
- Le interfacce e le classi del **Collections Framework** si trovano nel package `java.util`
- Il **Collections Framework** comprende:
  - **Interfacce**: rappresentano vari tipi di collezioni di uso comune.
  - **Implementazioni**: sono classi concrete che implementano le interfacce di cui sopra, utilizzando strutture dati efficienti (vedi corso di Algoritmi e Strutture Dati).
  - **Algoritmi**: funzioni che realizzano algoritmi di uso comune, quali algoritmi di ricerca e di ordinamento su oggetti che implementano le interfacce del **Collections Framework**.

Introduzione al Java Collections Framework

Perchè usare il **Collections Framework**?

- **Generalità**: permette di modificare l'implementazione di una collezione senza modificare i clienti.
- **Interoperabilità**: permette di utilizzare (e farsi utilizzare da) codice realizzato indipendentemente dal nostro.
- **Efficienza**: le classi che realizzano le collezioni sono ottimizzate per avere prestazioni particolarmente buone (vedi corso di Algoritmi e Strutture Dati).

Interfacce del Collections Framework



Interfaccia Collection

```
public interface Collection {
    // Basic Operations
    int size();
    boolean isEmpty();
    boolean contains(Object element);
    boolean add(Object element);    // Optional
    boolean remove(Object element); // Optional
    Iterator iterator();

    // Bulk Operations
    boolean containsAll(Collection c);
    boolean addAll(Collection c);    // Optional
    boolean removeAll(Collection c); // Optional
    boolean retainAll(Collection c); // Optional
    void clear();                    // Optional

    // Array Operations
    Object[] toArray();
    Object[] toArray(Object[] a);
}
```

L'interfaccia specifica

- Operazioni di base quali inserimento, cancellazione, ricerca di un elemento nella collezione
- Operazioni che lavorano su intere collezioni quali l'inserimento, la cancellazione la ricerca di collezioni di elementi
- Operazioni per trasformare il contenuto della collezione in un array .
- Operazioni **"opzionali"** che lanciano `UnsupportedOperationException` se non supportati da una data implementazione dell'interfaccia.

Interfaccia Set

```
public interface Set extends Collection {
/*
    // Basic Operations
    int size();
    boolean isEmpty();
    boolean contains(Object element);
    boolean add(Object element);    // Optional
    boolean remove(Object element); // Optional
    Iterator iterator();

    // Bulk Operations
    boolean containsAll(Collection c);
    boolean addAll(Collection c);    // Optional
    boolean removeAll(Collection c); // Optional
    boolean retainAll(Collection c); // Optional
    void clear();                    // Optional

    // Array Operations
    Object[] toArray();
    Object[] toArray(Object[] a);
*/
}
```

- `Set` estende `Collection`
- `Set` non contiene altre dichiarazioni di metodi che non siano già presenti in `Collection`
- `Set` serve a rappresentare il tipo **insieme**
- `Set` non permette di avere elementi duplicati (a differenza di `Collection`)
- le operazioni "bulk" corrispondono a:
  - `s1.containsAll(s2)` $\Rightarrow S_1 \subseteq S_2$
  - `s1.addAll(s2)` $\Rightarrow S_1 \cup S_2$
  - `s1.retainAll(s2)` $\Rightarrow S_1 \cap S_2$

Iterator

- Un **iteratore** è un oggetto che rappresenta un cursore con il quale scandire una collezione alla quale è associato.
- un iteratore è sempre associato ad un oggetto collezione.
- per funzionare, un oggetto iteratore deve essere a conoscenza degli aspetti più nascosti di una classe, quindi la sua realizzazione dipende interamente dalla classe collezione concreta che implementa la collezione.
- `public Iterator iterator()` in `Collection` restituisce un iteratore con il quale scandire la collezione oggetto di invocazione.
- `Iterator` è una interfaccia (non una classe). Questa è sufficiente per utilizzare tutte le funzionalità dell'interatore senza doverne conoscere alcun dettaglio implementativo.

Iterator (cont.)

```
public interface Iterator {
    boolean hasNext();
    Object next();
    void remove();    // Optional
}
```

- Un iteratore ha le seguenti funzionalità:
  - `next()` che restituisce l'elemento corrente della collezione, e contemporaneamente sposta il cursore all'elemento successivo;
  - `hasNext()` che verifica se il cursore ha ancora un successore o se si è raggiunto la fine della collezione;
  - `remove()` che elimina l'elemento restituito dall'ultima invocazione di `next()`;
  - `remove()` è opzionale perchè in certe collezioni non si vuole mettere a disposizione del cliente funzioni che modifichino la collezione durante la scansione dei suoi elementi (come apputo fà `remove()`

Uso di un Iterator

Un iteratore va usato per scandire la collezione come segue:

```
Collection c = ...            //collezione dove memorizziamo oggetti istanze di E
...
Iterator it = c.iterator();
while (it.hasNext()) {        //finche' il cursore non e' all'ultimo elemento
   E e = (E)it.next();        //  poni l'elemento corrente in e ed avanza
   ...                        //  processa l'elemento corrente (denotato da e)
}
```

Si noti che l'iteratore non ha alcuna funzione che lo "resetti":

- una volta iniziata la scansione, non si può fare tornare indietro l'iteratore;
- una volta finita la scansione, l'iteratore non è più utilizzabile.

Una realizzazione dell'interfaccia Set

Struttura base di una classe

```
public class XXX {
  // campi dati (rappresentazione degli oggetti XXX)
  // costruttori
  // funzioni proprie della classe
  // funzioni speciali ereditate da Object
  // funzioni non pubbliche ausiliarie
}
```


Una realizzazione dell'interfaccia Set (cont.)

Implementazione dell'interfaccia Set

```
import java.util.*;

public class InsiemeArray implements Set {
  // campi dati
  // costruttori

  // funzioni proprie della classe
  // (realizzazione delle funzioni di Set)

  // basic operations
  public int size() { ... }
  public boolean isEmpty() { ... }
  public boolean contains(Object e) { ... }
  public boolean add(Object e) { ... }
  public boolean remove(Object e) { ... }
  public Iterator iterator() { ... }

  // bulk Operations
  public boolean containsAll(Collection c) { ... }
  public boolean addAll(Collection c){ // opzionale - non supportata
    throw new UnsupportedOperationException("addlAll() non e' supportata");
  }
  public boolean removeAll(Collection c) { // opzionale - non supportata
    throw new UnsupportedOperationException("removeAll() non e' supportata");
  }
  public boolean retainAll(Collection c) { // opzionale - non supportata
    throw new UnsupportedOperationException("retainAll() non e' supportata");
  }
  public void clear() { // opzionale - non supportata
    throw new UnsupportedOperationException("clear() non e' supportata");
  }
  // array operations
  public Object[] toArray() { ... }
  public Object[] toArray(Object[] a) { ... }


  // funzioni speciali ereditate da Object
  // funzioni ausiliarie
}
```

Una realizzazione dell'interfaccia Set

Rappresentazione degli oggetti `InsiemeArray` basata su array "dinamici".

```
public class InsiemeArray implements Set {
  // campi dati
  protected Object[] array;
  protected static final int dimInit = 10; //dim. iniz. array

  protected int cardinalita;


  // costruttori

  // funzioni proprie della classe
  // (realizzazione delle funzioni di Set)
  ...
}
```


Una realizzazione dell'interfaccia Set

Costruttori per `InsiemeArray`

```
public class InsiemeArray implements Set {
  // campi dati
  protected Object[] array;
  protected static final int dimInit = 10; //dim. iniz. array

  protected int cardinalita;

  // costruttori
  public InsiemeArray() {
    array = new Object[dimInit];
    cardinalita = 0;
  }

  ...
}
```


Una realizzazione dell'interfaccia Set

Funzioni speciali ereditate da `Object`

```
public class InsiemeArray implements Set, Cloneable {
  // campi dati
  ...

  // costruttori
  ...

  // funzioni proprie della classe
  // (realizzazione delle funzioni di Set)
  ...

  // funzioni speciali ereditate da Object
  public boolean equals(Object o) {
    //verifica uguaglianza profonda
  }

  public Object clone() {
     //verifica copia profonda
  }

  public String toString() { ... }

}
```


Una realizzazione dell'interfaccia Set

Realizzazione dei singoli metodi (vedi codice allegato):

- `equals()`, `clone()`, `toString()`
- `size()`, `isEmpty()`, `contains()`
- `add()`, `remove()`

Una realizzazione dell'interfaccia Set

Realizzazione della funzione: `iterator()`

```
public class InsiemeArray implements Set, Cloneable {
   // campi dati
   . . .
   // funzioni proprie della classe
   // (realizzazione delle funzioni di Set)
   // basic operations
   . . .
   public Iterator iterator() {
     return new IteratorInsiemeArray(this); //nota!
   }
   . . .
}
```


Interfaccia Iterator

L'interfaccia Iterator

```
public interface Iterator {
  boolean hasNext();
  Object next();
  void remove(); // Optional  <- noi non lo realizzeremo mai
}
```

Esempio di uso dell'interfaccia Iterator

```
public class ClienteDiSet {
  . . .
  public static void StampaElementi(Set s) {
    Iterator it = s.iterator();
    while(it.hasNext()) {
      Object o = it.next();
      System.out.println(o);
    }
  }
  . . .
}
```


Realizzazione dell'interfaccia Iterator

Realizziamo literatore per `InsiemeArray`

```
// Quanto segue deve stare nello stesso package di InsiemeArray

package insiemearray;

import java.util.*;

class IteratorInsiemeArray implements Iterator {
// nota non e' pubblica, cioe' ne impediamo l'uso diretto da parte
// dei clienti (che quindi possono usare solo l'interfaccia Iterator)

  private InsiemeArray insiemeArray;
  private int indice;

  public IteratorInsiemeArray(InsiemeArray ia) {
    insiemeArray = ia;
    indice = 0;
  }

  // Realizzazione funzioni di Itarator
  public boolean hasNext() {
    return indice < insiemeArray.cardinalita;
```



```
        //nota accessibile perche' nello stesso package!!!
  }

  public Object next() {
    Object e = insiemeArray.array[indice];
        //nota accessibile perche' nello stesso package!!!
    indice++;
    return e;
  }

  public void remove() {  // non non la supportiamo
    throw new UnsupportedOperationException("remove() non e' supportata");
  }
}
```

Collezioni omogenee

L'implementazione InsiemeArray di Set, cosi' come tutte le implementazioni predefinite del Collections Framwork, realizzano collezioni **disomogenee**, cioe' i cui elementi possono essere di tipi diversi (es. In prima posizione possiamo avere una String, in seconda un Integer, ecc).

Come possiamo realizzare collezioni **omogenee**, cioe' i cui elementi siano tutti dello stesso tipo?

Imporre che una collezione sia omogenea in modo statico (cioe' a tempo di compilazione) non si puo' in Java!

Ma si puo' imporlo in modo dinamico (cioe' a tempo di esecuzione):

- dobbiamo memorizzare nella classe il tipo degli elementi,
- dobbiamo verificare durante l'inserimento che gli oggetti che inseriamo siano del tipo giusto.

Insieme di elementi omogenei

Costruiamo una classe `InsiemeArrayOmogeneo` che implementa `Set`, ma realizza insiemi omogenei.

Riusiamo l'implementazione InsiemeArray, realizzando InsimeArrayOmogeneo come una sua classe derivata, dove faremo overriding dei metodi che vanno modificati

```
public class InsiemeArrayOmogeneo extends InsiemeArray {
  // campi dati
  protected Class elemClass;

  // costruttori
  public InsiemeArrayOmogeneo(Class cl) {
    super();
    elemClass = cl;
  }
  public InsiemeArrayOmogeneo() {
    this(Object.class);
  }

  // overriding delle basic operations
```



```
  public boolean contains(Object e) {
    if (!elemClass.isInstance(e)) return false;
    else return super.contains(e);
  }

  public boolean add(Object e) {
    if (!elemClass.isInstance(e)) return false;
    else return super.add(e);
  }

  public boolean remove(Object e) {
    if (!elemClass.isInstance(e)) return false;
    else return super.remove(e);
  }

  // overriding delle bulk operations: non serve
  // overriding delle array operations: non serve
  ...

  // overriding delle funzioni speciali ereditate da Object
  public boolean equals(Object o) {
    if (super.equals(o)) {
      InsiemeArrayOmogeneo ins = (InsiemeArrayOmogeneo)o;
      if (elemClass.equals(ins.elemClass)) return true;
      else return false;
    }
```

```
    else return false;
  }

  public Object clone() {
    InsiemeArrayOmogeneo ins = (InsiemeArrayOmogeneo)super.clone();
    return ins; // Nota: clone() di Object si occupa gia' della copia
                //(superficiale) del campo elemClass.
    //oppure semplicemente: return super.clone();
  }
  // overriding di toString() non serve
  ...
}
```