Programmazione ad Oggetti

Collezioni
Liste generiche

Sommario

- Introduzione alle Collezioni
  - Interface Collection<E>
  - Iterare una collezione: Iterator<E>
  - Rimuovere elementi da una collezione
  - Boxing-unboxing
- Liste Generiche
  - aggiungere elementi
  - iterare sugli elementi della lista
- Ordinamento di liste
  - **`Comparable`**, **`Comparator`**

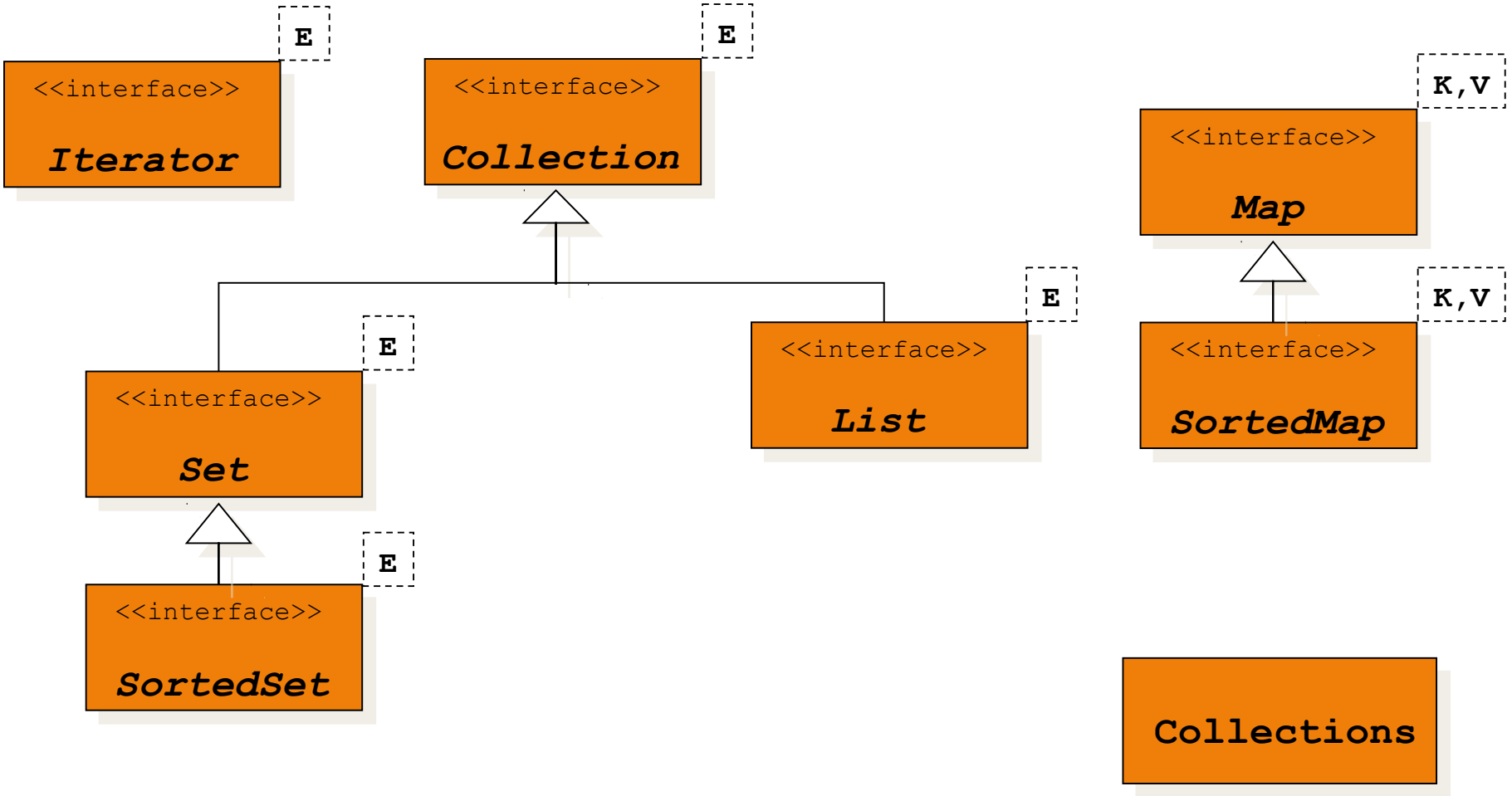
Introduzione

- Molte applicazioni richiedono di gestire collezioni di oggetti
- Gli **`array`** sono uno strumento di basso livello
  - La dimensione di una collezione in genere non è nota a priori e può variare notevolmente
  - Negli esercizi fatti fino ad ora abbiamo supposto un numero massimo di elementi, e abbiamo usato un indicatore di riempimento per tenere traccia del numero di elementi memorizzati nell'array
  - Possiamo avere bisogno di molte modalità di accesso (non solo indicizzato; ad es. LIFO, FIFO, ecc. ecc.)
  - Ci può essere la necessità di mantenere gli elementi ordinati

Le collezioni del package `java.util`

- Nella libreria di base di Java abbiamo un package che ci offre un vasto insieme di interfacce e di classi per la gestione di collezioni di oggetti
- Il package ha subito una sostanziale modifica in seguito alla introduzione dei Generics

Collezioni


E
<<interface>>
Iterator
E
<<interface>>
Collection
K,V
<<interface>>
Map
E
<<interface>>
Set
E
<<interface>>
List
K,V
<<interface>>
SortedMap
E
<<interface>>
SortedSet
Collections

Un primo sguardo: `Collection<E>`

- L'interface **`Collection<E>`** dichiara i metodi di una generica collezione
- Questi metodi permettono di svolgere operazioni quali:
  - Aggiungere un elemento alla collezione
  - Verificare la dimensione della collezione
  - Verificare se la collezione è vuota
  - Aggiungere tutti gli elementi di un'altra collezione
  - Ottenere un *iteratore* con cui scandire la collezione

Uno primo sguardo: `Set<E>`

- L'interface **`Set<E>`** estende **`Collection<E>`**: è una collezione che non può contenere *duplicati*
- Offre tutti e soli i metodi della interface **`Collection`**, con la restrizione che le classi che la implementano si impegnano a non ammettere la presenza di elementi *duplicati*
  - Per poter parlare di duplicati sarà necessario stabilire e modellare un criterio di equivalenza tra gli elementi dell'insieme

Uno sguardo d'insieme: `List<E>`

- L'interface **`List<E>`** estende **`Collection<E>`** e corrisponde ad una sequenza, ovvero una collezione ordinata di elementi
- Le liste, rispetto agli insiemi, possono contenere elementi duplicati
- Oltre alle operazioni offerte dal supertipo **`Collection`**, la interface **`List`** include altre operazioni specifiche, quali:
  - Accesso posizionale: permette di accedere agli elementi in base alla loro posizione nella lista (in maniera simile a quanto avviene per gli array)
  - Ricerca: permette di ricercare un elemento nella lista e ritorna la sua posizione all'interno della sequenza

Uno sguardo d'insieme: `Map<K,V>`

- L'interface **`Map<K,V>`** offre le operazioni di una mappa, o dizionario: una mappa è una collezione di coppie chiave-valore
- L'interface **`Map<K,V>`** dichiara i metodi per operazioni quali:
  - Ottenere il valore associato ad una chiave
  - Cancellare una coppia in cui compare una chiave
  - Inserire una nuova coppia nella mappa
  - Ottenere una collezione contente tutte le chiavi o tutti i valori

Uno sguardo d'insieme: `Collections`

- La classe **`java.util.Collections`** (al plurale: attenzione alla s finale!)
  - offre un vasto insieme di metodi (statici) generici che implementano utili algoritmi per la manipolazione di liste quali:
    - ordinamento
    - ricerca max e min
    - shuffle
    - ...

Sommario

- Introduzione alle Collezioni
  - Interface Collection<E>
  - Iterare una collezione: Iterator<E>
  - Rimuovere elementi da una collezione
  - Boxing-unboxing
- Liste Generiche
  - aggiungere elementi
  - iterare sugli elementi della lista
- Ordinamento di liste
  - **`Comparable`**, **`Comparator`**

Interface `Collection<E>`

- L'interface **`Collection<E>`** dichiara i metodi di una collezione generica
- Questi metodi permettono di svolgere operazioni quali:
  - Aggiungere un elemento alla collezione
  - Verificare la dimensione della collezione
  - Verificare se la collezione è vuota
  - Aggiungere tutti gli elementi di un'altra collezione
  - Ottenere un *iteratore* con cui scandire la collezione

Interface Collection<E>

```
public interface Collection<E> extends Iterable<E> {
   //Basic operations
        int size();
        boolean isEmpty();
        boolean contains(Object element);
        boolean add(E element); //optional
        boolean remove(Object element); //optional
        Iterator<E> iterator();
   //Bulk operations
        boolean containsAll(Collection<?> c);
        boolean addAll(Collection<? extends E> c); //optional
        boolean removeAll(Collection<?> c); //optional
        boolean retainAll(Collection<?> c); //optional
        void clear(); //optional
   //Array operations
        Object[] toArray();
        <T> T[] toArray(T[] a);
}
```

Collection<E>: metodi base

- **`int size();`**
  ritorna il numero di elementi presenti nella collezione

- **`boolean isEmpty();`**
  ritorna **`true`** se la collezione è vuota

- **`boolean contains(Object element);`**
  ritorna **`true`** se la collezione contiene un elemento uguale a quello passato come parametro (l'uguaglianza è verificata dal metodo **`equals()`**)

- **`boolean add(E element);`**
  aggiunge alla collezione l'elemento passato; ritorna **`true`** se la collezione è cambiata dopo la chiamata a questo metodo

- **`boolean remove(Object element);`**
  rimuove dalla collezione gli elementi uguali all'oggetto passato come parametro (l'uguaglianza è verificata dal metodo **`equals()`**). Ritorna **`true`** se la collezione è cambiata dopo l'invocazione del metodo

- **`Iterator<E> iterator();`**
  restituisce un oggetto Iterator, per iterare sugli elementi della collezione

Collection<E>: metodi bulk

- **`boolean containsAll(Collection<?> c);`**
  ritorna **`true`** se la collezione contiene tutti gli elementi della collezione passata come parametro
- **`boolean addAll(Collection<? extends E> c);`**
  aggiunge alla collezione tutti gli elementi della collezione passata come parametro; ritorna **`true`** se la collezione è cambiata dopo l'invocazione di questo metodo
- **`boolean removeAll(Collection<?> c);`**
  rimuove dalla collezione tutti gli elementi uguali (l'uguaglianza è verificata dal metodo **`equals()`**) che sono contenuti nella collezione passata come parametro; ritorna **`true`** se la collezione è cambiata dopo l'invocazione di questo metodo
- **`boolean retainAll(Collection<?> c);`**
  rimuove dalla collezione tutti gli elementi che non sono presenti nella collezione passata come parametro; ritorna **`true`** se la collezione è cambiata dopo l'invocazione di questo metodo
- **`void clear();`**
  rimuove tutti gli elementi dalla collezione

Sommario

- Introduzione alle Collezioni
- Interface Collection<E>
- Iterare una collezione: Iterator<E>
- Rimuovere elementi da una collezione
- Boxing-unboxing
- Liste Generiche
- Ordinamento di liste
  - **`Comparable`**, **`Comparator`**

Iterazione: interface `Iterator<E>`

- L'iterazione di una collezione avviene attraverso un oggetto che ha la responsabilità di governare l'iterazione
- Questo oggetto, che viene chiesto alla collezione mediante il metodo **`iterator()`**, implementa l'interface **`Iterator<E>`**, che offre i metodi
  - **`boolean hasNext()`**
  - **`E next()`**
  - **`void remove()`**

`Iterator<E>`: metodi

- **`boolean hasNext();`**
  ritorna **`true`** se e solo se esiste un altro elemento da scandire
- **`E next();`**
  restituisce il prossimo elemento della collezione nella scansione corrente ed avanza
- **`void remove();`**
  rimuove dalla collezione l'ultimo elemento che è stato restituito dalla chiamata di **`next()`**

`Iterator<E>`: iterazione

- La chiamata ripetuta di **`next()`** permette di scorrere gli elementi della collezione uno alla volta
- Se si raggiunge la fine della collezione viene sollevata una eccezione (che interrompe il programma)

  `java.util.NoSuchElementException`
- Per evitare questa situazione, prima di chiamare **`next()`** si usa il metodo **`hasNext()`**, che ritorna **`true`** se e solo se esiste un altro elemento su cui iterare

Sommario

- Introduzione alle Collezioni
  - Interface Collection<E>
  - Iterare una collezione: Iterator<E>
  - Rimuovere elementi da una collezione
  - Boxing-unboxing
- Liste Generiche
  - aggiungere elementi
  - iterare sugli elementi della lista
- Ordinamento di liste
  - **`Comparable`**, **`Comparator`**

Rimuovere elementi da una collezione

- Ci sono diversi modi per rimuovere un elemento da una collezione, ciascuno è dettato da esigenze specifiche:
  - per la rimozione di un elemento uguale ad un elemento dato (passato come parametro) si usa il metodo **`remove(Object o)`** di **`Collection`**
  - per la rimozione di un elemento durante la scansione di una lista si usa il metodo **`remove()`** di **`Iterator`**

Il metodo `remove(Object o)` di `Collection`

- boolean **remove**(Object o)
  - Removes a single instance of the specified element from this collection, if it is present (optional operation). More formally, removes an element e such that (o==null ? e==null : o.equals(e)), if this collection contains one or more such elements. Returns true if this collection contained the specified element (or equivalently, if this collection changed as a result of the call).
  - **Parameters:**
    - o - element to be removed from this collection, if present
  - **Returns:**
    - true if an element was removed as a result of this call

(dalla documentazione)

Il metodo `remove()` di `Iterator`

- void **remove**()
  - Removes from the underlying collection the last element returned by the iterator (optional operation). This method can be called only once per call to next. The behavior of an iterator is unspecified if the underlying collection is modified while the iteration is in progress in any way other than by calling this method.

(dalla documentazione)

Il metodo `remove()` di `Iterator`

- Il metodo **`remove()`** rimuove l'elemento restituito dall'ultima chiamata di **`next()`**
- Non è ammesso chiamare **`remove()`** se prima non si è chiamato **`next()`**

- Es. voglio eliminare due elementi consecutivi:

```
it.remove();
it.remove();   // ERRORE
```

devo prima chiamare **`next()`**:

```
it.remove();
it.next();
it.remove();   // OK
```

Rimuovere elementi da una collezione

- Attenzione: è un errore cercare di rimuovere elementi da una collezione con il metodo
  - **`boolean remove(Object o)`**

  di **`Collection`** mentre si sta visitando la collezione con un iteratore
  - la collezione verrebbe modificata "sotto i piedi" dell'iteratore
- Se si stanno cercando elementi da rimuovere attraverso un iteratore, deve essere usato il metodo **`remove()`** dell'iteratore

Sommario

- Introduzione alle Collezioni
  - Interface Collection<E>
  - Iterare una collezione: Iterator<E>
  - Rimuovere elementi da una collezione
  - Boxing-unboxing
- Liste Generiche
  - aggiungere elementi
  - iterare sugli elementi della lista
- Ordinamento di liste
  - **`Comparable`**, **`Comparator`**

Collezioni e tipi primitivi

- Nelle collezioni non si possono memorizzare tipi primitivi
- Se si vogliono gestire tipi primitivi è necessario usare le classi wrapper
- Esempio: una collezione di interi

```
Collection<Integer> c;
```

- Dalla versione 1.5 di Java, la gestione di oggetti wrapper è semplificata dalle funzionalità di *boxing* e *unboxing*

Boxing

- *Boxing*: è possibile assegnare direttamente tipi primitivi a oggetti wrapper
- Le seguenti istruzioni sono equivalenti:

```
int i = 0;
Integer iWrap;
iWrap = i;
iWrap = 5;
```

```
int i = 0;
Integer iWrap;
iWrap = new Integer(i);
iWrap = new Integer(5);
```

- È il compilatore che inserisce le istruzioni per gestire il wrapping

Unboxing

- *Unboxing*: è possibile assegnare direttamente oggetti wrapper a tipi primitivi
- Le seguenti istruzioni sono equivalenti:

```
int i = 0;
Integer iWrap;
iWrap = 5;
i = iWrap;
```

```
int i = 0;
Integer iWrap;
iWrap = new Integer(5);
i = iWrap.intValue();
```

- È il compilatore che inserisce le chiamate a costruttori e metodi

Boxing, unboxing e collezioni

- Grazie a boxing e unboxing, anche la gestione collezioni che memorizzano informazioni riconducibili a tipi primitivi è semplificata
- Le seguenti operazioni sono lecite (grazie a boxing e unboxing):

```
Collection<Integer> c;
c = new LinkedList<Integer>();
int i = 4;
c.add(i);
c.add(5);
```

Attenzione allo zucchero sintattico

- Le nuove versioni del compilatore tendono a semplificare la gestione dei tipi primitivi

- Tuttavia, è necessario comprendere a fondo
  - la differenza tra il concetto di tipo primitivo e la loro controparte ad oggetti, i wrapper
  - quali operazioni non sono necessarie solo grazie ai servizi offerti dalle ultime versioni del compilatore java (sarebbero necessarie con versioni precedenti)
  - quali operazioni il compilatore inserisce per conto nostro
- Perché conviene avere queste competenze?
  - per stimare meglio il numero di oggetti creati dalle nostre applicazioni
  - per migliorare la nostra capacità di ricerca delle origine degli errori sia a tempo di compilazione che di esecuzione
  - per riuscire ad usare versioni precedenti del compilatore

Sommario

- Introduzione alle Collezioni
  - Interface Collection<E>
  - Iterare una collezione: Iterator<E>
  - Rimuovere elementi da una collezione
  - Boxing-unboxing
- Liste Generiche
  - aggiungere elementi
  - iterare sugli elementi della lista
- Ordinamento di liste
  - **`Comparable`**, **`Comparator`**

Liste: interface `List<E>`

- Una lista è una collezione che mantiene gli elementi ordinati secondo l'ordine di inserimento (il primo elemento aggiunto alla lista, è in prima posizione, il secondo in seconda posizione, ..., l'ultimo elemento aggiunto è in ultima posizione)

Liste: interface `List<E>`

- L'interface **`List<E>`** estende l'interface **`Collection<E>`**
- Oltre ai metodi della interface **`Collection<E>`**, **`List<E>`** offre metodi che consentono accesso e inserimento indicizzati degli elementi. Ad esempio
  - *E **get**(int index): Returns the element at the specified position in this list*
  - *int **indexOf**(Object o): Returns the index of the first occurrence of the specified element in this list, or -1 if this list does not contain the element.*

Implementazioni di `List<E>`

- Il package **`java.util`** offre due diverse implementazioni di **`List<E>`**
  - **`ArrayList<E>`**
  - **`LinkedList<E>`**

Implementazioni di `List<E>`: intuizione

- Diamo una intuizione della implementazione delle due classi implementano la interface **`List<E>`**
  - **`ArrayList<E>`**
  - **`LinkedList<E>`**
- E qualche (grossolana) indicazione su come scegliere l'implementazione più opportuna
  - NOTA: Questi aspetti sono stati approfonditi nel corso "*Algoritmi e Strutture Dati*"

ArrayList<E>: implementazione

- Gli elementi sono memorizzati in un contenitore implementato con array con indicatore di riempimento
- Al momento della creazione, la dimensione dell'array (capacità della collezione) è inizializzata ad un valore prestabilito (ci sono costruttori e metodi che permettono di agire su questo valore)
- Quando il numero di elementi è prossimo alla capacità dell'array, viene istanziato un nuovo array di dimensione maggiore (ad esempio doppia) nel quale vengono copiati tutti gli elementi dell'array originario. Il nuovo array diventa il contenitore

`LinkedList<E>`: implementazione

- Gli elementi sono memorizzati in una lista concatenata
- Ogni elemento della lista contiene
  - un riferimento all'elemento successivo
  - un riferimento all'oggetto memorizzato
- Non è necessario stabilire una capacità iniziale

`LinkedList<E>` o `ArrayList<E>`?

- Molto schematicamente
  - **`ArrayList<E>`** conviene se:
    - La dimensione è abbastanza stabile
    - È necessario un accesso indicizzato (la classe ArrayList offre un metodo opportuno)
  - **`LinkedList<E>`** conviene se:
    - La dimensione può variare anche significativamente
    - Gli accessi sono perlopiù sequenziali

Implementazioni di `List<E>`: costruttori

- I costruttori sono sovraccarichi. In particolare facciamo osservare che esiste un costruttore che permette la creazione di una lista a partire da una collezione
- Costruttori di **`ArrayList<E>`**
  - **`ArrayList()`** *Constructs an empty list with an initial capacity of ten.*
  - **`ArrayList(Collection<? extends E> c)`** *Constructs a list containing the elements of the specified collection, in the order they are returned by the collection's iterator.*
  - **`ArrayList(int initialCapacity)`** *Constructs an empty list with the specified initial capacity.*
- Costruttori di **`LinkedList<E>`**
  - **`LinkedList<E>`** *Constructs an empty list.*
  - **`LinkedList<E>(Collection<? extends E> c)`** *Constructs a list containing the elements of the specified collection, in the order they are returned by the collection's iterator.*

List<E>: Esercizio

- La classe **ArrayList<E>** implementa l'interfaccia **List<E>** (e quindi **Collection<E>**)
- Proviamo a rivedere il codice della classe **Borsa** nello studio di caso:
  - anziché usare un array per memorizzare l'insieme di attrezzi, usiamo un **ArrayList<E>**
- Vediamo come gestiamo
  - Aggiunta di un elemento
  - Scansione della lista

List<E>: Esercizio
Aggiungere elementi

```
public class Borsa {
  private Attrezzo[] attrezzi;
  private int numeroAttrezzi;

  public Borsa() {
    this.numeroAttrezzi = 0;
    this.attrezzi = new Attrezzo[10];
  }

  public void addAttrezzo(Attrezzo attrezzo){
    this.attrezzi[this.numeroAttrezzi] = attrezzo;
    this.numeroAttrezzi++;
  }
…
}
```

Con array

```
import java.util.List;
import java.util.ArrayList;

public class Borsa {
  private List<Attrezzo> attrezzi;

  public Borsa() {
    this.attrezzi = new ArrayList<Attrezzo>();
  }

  public boolean addAttrezzo(Attrezzo attrezzo){
    return this.attrezzi.add(attrezzo);
  }
…
}
```

Con ArrayList

List<E>: Esercizio
Osservazioni

- Dobbiamo importare:

  `java.util.List`

  `java.util.ArrayList`
- Non ci dobbiamo preoccupare di stabilire a priori le dimensioni massime della collezione
- Non ci dobbiamo preoccupare di gestire l'indicatore di riempimento, che memorizza il numero di elementi effettivamente memorizzati nell'array

`List<E>`: Esercizio
Aggiungere elementi

- L'aggiunta di elementi in un **`ArrayList<E>`** viene realizzata tramite il metodo **`add(E el)`**
- Questo metodo aggiunge un riferimento ad oggetto (istanza di tipo **`E`**) nell'ultima posizione della collezione
- Gli elementi della lista rimangono ordinati secondo l'ordine di inserimento
  - L'oggetto inserito per primo è nella prima posizione, l'oggetto inserito per secondo è nella seconda posizione, ..., l'oggetto inserito per ultimo è in ultima posizione

`List<E>`: Esercizio
Osservazioni

- La lista aumenta la sua capacità se necessario
- Mantiene un conteggio del numero di elementi (possiamo accedere a questo valore con il metodo **`int size()`**)
- Mantiene gli oggetti in ordine di inserimento
- I dettagli di come tutto ciò viene realizzato ci è nascosto
  - È importante? Non conoscere questi dettagli ci impedisce di usare la collezione?

List<E>: Esercizio
Scandire la lista con un iteratore

```
public class Borsa {
  private Attrezzo[] attrezzi;
  private int numeroAttrezzi;
  …
  public int getPeso(){
    int pesoTotale = 0;
    for(int i=0; i<this.numeroAttrezzi; i++) {
       Attrezzo a;
       a = this.attrezzi[i];
       pesoTotale += a.getPeso();
    }
    return pesoTotale;
}
  …
}
```

Con array

```
import java.util.List;
import java.util.ArrayList;

public class Borsa {
  private List<Attrezzo> attrezzi;
…
  public int getPeso(){
    int pesoTotale = 0;
    Iterator<Attrezzo> iteratore = this.attrezzi.iterator();
    while (iteratore.hasNext()) {
      Attrezzo a;
      a = iteratore.next();
      pesoTotale += a.getPeso();
    }
    return pesoTotale;
  }
…
```

Con ArrayList

List<E>: Esercizio
Scandire la lista con un iteratore

- Commentiamo il codice
  - `Iterator<Attrezzo> iteratore = this.attrezzi.iterator();`

    Abbiamo chiesto alla lista di darci un oggetto che sa gestire l'iterazione su una collezione di oggetti Attrezzo
  - `while (iteratore.hasNext())`

    Fintanto che ci sono ancora elementi da scandire: questo ce lo dice l'oggetto iteratore
  - `a = iteratore.next();`

    Attraverso il metodo **`next()`** ci facciamo dare dall'iteratore il prossimo elemento della scansione

Rimuovere elementi da una collezione

- Ci sono diversi modi per rimuovere un elemento da una collezione, ciascuno è dettato da esigenze specifiche:
  - per la rimozione di un elemento uguale (secondo il metodo **`equals`**) ad un elemento dato (passato come parametro) si usa il metodo **`remove(Object o)`** di **`Collection`**
  - per la rimozione di un elemento durante la scansione di una lista si usa il metodo **`remove()`** di **`Iterator`**

Il metodo `remove()` di `Iterator`

- void **remove**()
  - Removes from the underlying collection the last element returned by the iterator (optional operation). This method can be called only once per call to next. The behavior of an iterator is unspecified if the underlying collection is modified while the iteration is in progress in any way other than by calling this method.

(dalla documentazione)

List<E>: Esercizio
Rimuovere un elemento dalla lista

```
import java.util.List;
import java.util.ArrayList;

public class Borsa {
  private List<Attrezzi> attrezzi;
…
  public Attrezzo removeAttrezzo(String nomeAttrezzo) {
    Attrezzo a = null;
    Iterator<Attrezzo> iteratore = this.attrezzi.iterator();
    while (iteratore.hasNext()) {
       a = iteratore.next();
       if (a.getNome().equals(nomeAttrezzo)) {
            iteratore.remove();
            return a;
      }
    }
    return null;
  }
…
}
```

Con ArrayList

Esercizio: la semantica di `Iterator`

- Per comprendere la semantica dei metodi di una classe non esiste metodo più preciso di una scriverci sopra una batteria di test

- Per **`Iterator<E>`** e **`List<E>`**
  - scriviamo test per i tre metodi dell'interfaccia **`Iterator<E>`**

Test per capire la semantica

```
import …junit framework import omessi…
import java.util.*;
public class TestIterator {
  private List<String> emptyList;
  private List<String> oneElementList;
  private String singolo;
  @Before
  public void setUp() {
    this.emptyList = new ArrayList<String>();
    this.oneElementList = new ArrayList<String>();
    this.singolo = new String("singolo");
    this.oneElementList.add(this.singolo);
  }
  @Test public void testNext() {…}
  @Test public void testHasNext() {…}
  @Test public void testRemove() {…}
}
```

Test di `Iterator.hasNext()`

```
@Test
public void testHasNext_noNext() {
  Iterator<String> it =
          this.emptyList.iterator();
  assertNotNull(it);
  assertFalse(it.hasNext());
}
@Test
public void testHasNext_yesNext() {
  Iterator<String> it =
          this.oneElementList.iterator();
  assertNotNull(it);
  assertTrue(it.hasNext());
  it.next();
  assertFalse(it.hasNext());
}
```

Test di `Iterator.next()`

```
@Test
public void testNext_oneElement() {
   Iterator<String> it =
            this.oneElementList.iterator();
   assertNotNull(it);
   assertTrue(it.hasNext());
   String elemento =  it.next();
   assertSame(this.singolo,elemento);
}
```

Test di `Iterator.next()`

```
@Test
public void testNext_twoElements() {
  List<String> twoElementList =
          new ArrayList<String>();
  twoElementList.add(new String("primo"));
  twoElementList.add(new String("secondo"));
  Iterator<String> it =
          twoElementList.iterator();
  assertNotNull(it);
  assertTrue(it.hasNext());
  assertEquals("primo",it.next());
  assertTrue(it.hasNext());
  assertEquals("secondo",it.next());
  assertFalse(it.hasNext());
```

Test di `Iterator.remove()`

```
@Test
public void testRemove() {
   Iterator<String> it =
            this.oneElementList.iterator();
   assertNotNull(it);
   assertTrue(it.hasNext());
   String elemento = it.next();
   assertFalse(this.oneElementList.isEmpty());
   it.remove();
   assertTrue(this.oneElementList.isEmpty());
}
```

Iterazione: for-each

- Per iterare su **tutti** gli elementi di una collezione (e quindi anche di una lista) è possibile usare la forma "for-each" dell'istruzione **`for`**

`for(`*Tipo elemento* **`:`** *collezione*`)`

istruzione_su elemento

List<E>: Esercizio
Scandire la lista con l'istruzione for-each

```
import java.util.List;
import java.util.ArrayList;

public class Borsa {
  private List<Attrezzo> attrezzi;
…
  public int getPeso(){
    int pesoTotale = 0;
    for(Attrezzo a : this.attrezzi)
      pesoTotale += a.getPeso();
    return pesoTotale;
  }

…
}
```

Con ArrayList
e istruzione for-each

Esercizio

- Compilare ed eseguire i test riportati nelle trasparenze precedenti
- Analizzare, compilare ed eseguire la classe di test ListTest riportata nella prossima trasparenza
  - aggiungere opportuni metodi di test per verificare la semantica dei metodi: retainAll(Collection<?> c), contains(Object o), containsAll(Collection<?> c)
  - Suggerimento:

Esercizio

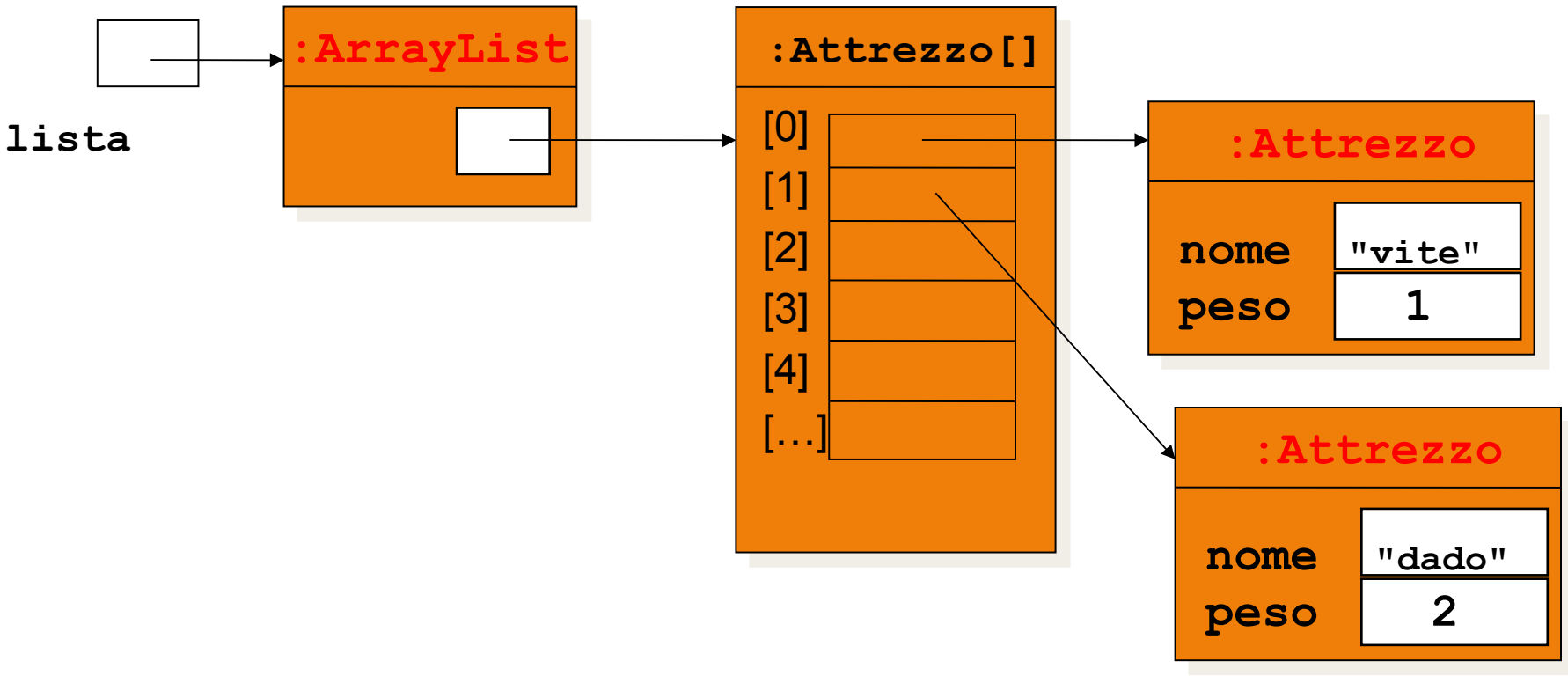
```
public class ListTest {
   private Collection<Integer> c;
   private Collection<Integer> t;

   @before
   public void setUp () {
       c = new LinkedList<Integer>();
       t = new ArrayList<Integer>();
       c.add(1);
       c.add(2);
       c.add(3);
       t.add(1);
       t.add(2);
   }

   @Test
   public void testRemoveAll() {
       assertTrue(c.removeAll(t));
       Iterator<Integer> it = c.iterator();
       assertTrue(it.hasNext());
       assertEquals(3,it.next().intValue());
       assertFalse(it.hasNext());
   }
}
```

Liste: diagramma degli oggetti

- Nel seguito introduciamo una notazione grafica per la rappresentazione di oggetti **`ArrayList`** e **`LinkedList`**
  - la rappresentazione proposta è una astrazione (molto semplificata, ma utile a fini didattici) della rappresentazione interna delle due implementazioni

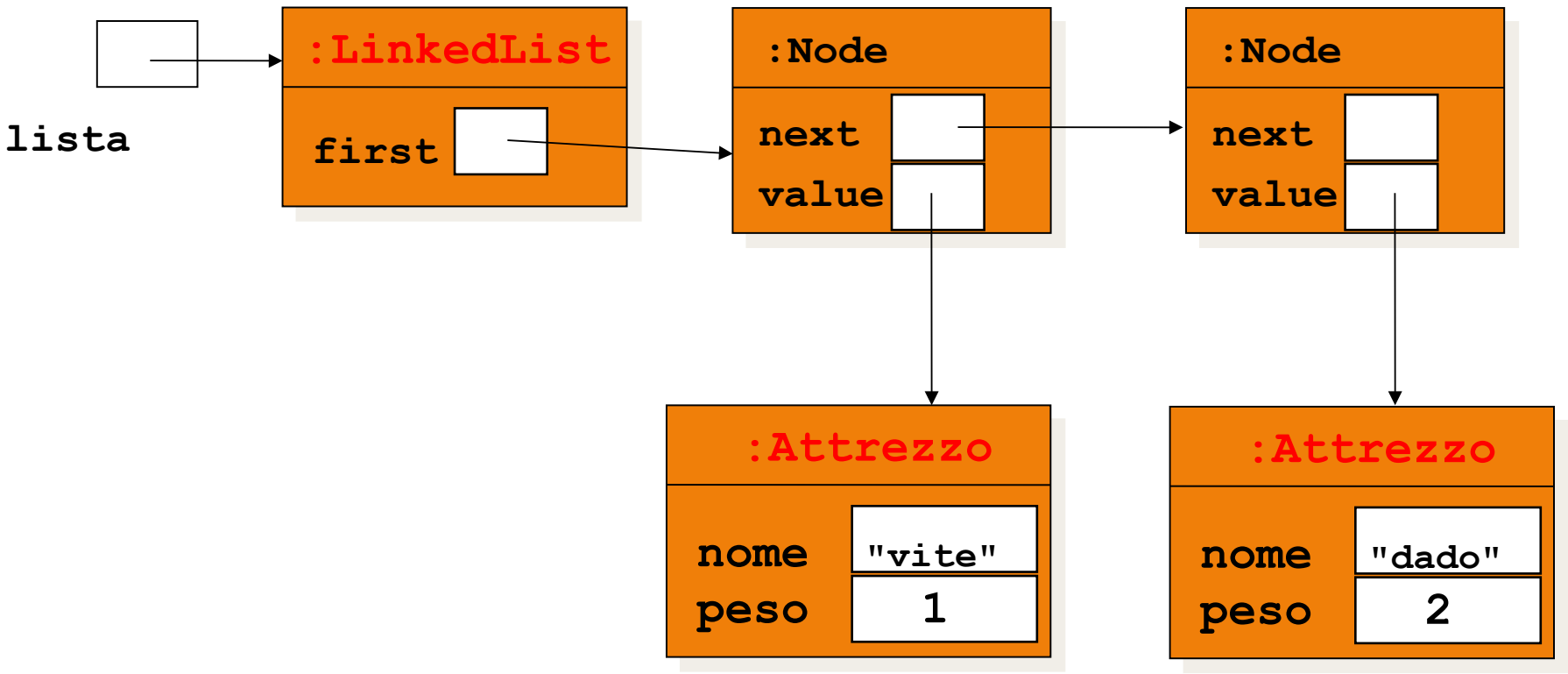
ArrayList: Diagramma degli Oggetti

```
List<Attrezzo> lista;
lista = new ArrayList<Attrezzo>;
lista.add(new Attrezzo("vite",1);
lista.add(new Attrezzo("dado",2);
```



LinkedList: Diagramma degli Oggetti

```
List<Attrezzo> lista;
lista = new LinkedList<Attrezzo>;
lista.add(new Attrezzo("vite",1);
lista.add(new Attrezzo("dado",2);
```



Sommario

- Introduzione alle Collezioni
  - Interface Collection<E>
  - Iterare una collezione: Iterator<E>
  - Rimuovere elementi da una collezione
  - Boxing-unboxing
- Liste Generiche
  - aggiungere elementi
  - iterare sugli elementi della lista
- Ordinamento di liste
  - **`Comparable`**, **`Comparator`**

Ordinamenti e ricerche

- Abbiamo metodi che implementano algoritmi efficienti per
  - ordinare una lista
  - ricercare la posizione di un elemento in una lista ordinata
  - ricercare l'elemento "più grande"/"più piccolo" in una lista

Ordinamenti e ricerche

- Queste operazioni hanno un senso se esiste una relazione d'ordine tra gli elementi della lista
  - in altri termini, gli elementi della lista devono sapersi confrontare
  - oppure ci deve essere un oggetto esterno che sa come confrontare due oggetti della lista

Definire un criterio di ordinamento

- I metodi (per le operazioni di ordinamento e ricerca) della classe **`Collections`** si affidano all'esistenza di un criterio di ordinamento specifico per il tipo degli elementi contenuti nella collezione (o suo supertipo)
- La responsabilità di modellare il criterio di ordinamento può essere affidata, in alternativa:
  - alla stessa classe degli oggetti contenuti, che deve implementare una apposita interfaccia **`java.lang.Comparable`**
  - ad una classe esterna alle classe degli oggetti contenuti; tale classe esiste solo con l'obbiettivo di confrontarli, si chiama *comparatore* e rispetta l'interfaccia **`java.util.Comparator`**

L'interface
java.lang.Comparable<T>

- L'interface **java.lang.Comparable<T>** ha un solo metodo:

```
public int compareTo(T that)
```

che deve restituire un valore che è:

- minore, uguale, maggiore di zero a seconda che l'oggetto corrente sia
- minore, uguale, maggiore dell'oggetto riferito dal parametro **that**

L'interface `java.lang.Comparable<T>`

- Molte importanti classi della libreria standard implementano **`java.lang.Comparable<T>`**, es.
  - **`java.lang.String`**
  - **`java.util.Calendar`**
  - **`java.util.Date`**
  - **`java.io.File`**
  - **`java.net.URI`**
  - tutte le classi wrapper
  - ... e molte altre ancora

L'interface java.lang.Comparable<T>: esempio

```
public class Persona implements Comparable<Persona> {
  private String nome;
  private int eta;

   public Persona(String nome, int eta) {
       this.nome = nome;
       this.eta = eta;
   }

   public String getNome() {
       return this.nome;
   }

   public int getEta() {
       return this.eta;
   }

   public int compareTo(Persona p) {
       return this.nome.compareTo(p.getNome());
   }
}
```

L'interface java.lang.Comparable<T>: esempio

```
public class PersonaTest {
   @Test
   public void testCompareTo() {
      Persona p1 = new Persona("Paolo", 10);
      Persona p2 = new Persona("Valter", 5);

      assertTrue(p1.compareTo(p2) < 0);    // <0

      Persona p3 = new Persona("Paolo", 10);
      assertTrue (p1.compareTo(p3) == 0); // 0

      Persona p4 = new Persona("Anna", 8);
      assertTrue (p1.compareTo(p4) > 0);  // >0
   }
}
```

Ordinamento "naturale"

- Su un oggetto **`List<T>`** contenente oggetti che implementano l'interfaccia **`java.lang.Comparable<T>`**
  - si possono effettuare ricerche
  - si può calcolare il massimo e il minimo
  - si può effettuare l'ordinamento
- Queste operazioni si basano sull'ordinamento "naturale", ovvero sulla relazione d'ordine implementata dal metodo **`compareTo()`**

Ordinare una lista

- Una lista **`List<T>`** i cui elementi implementino l'interface **`Comparable<T>`** può essere ordinata (secondo l'ordinamento naturale) mediante il metodo statico **`Collections.sort()`**
  - NOTA: se gli elementi della lista **`List<T>`** non implementano l'interface **`java.lang.Comparable<T>`** si solleva un errore a tempo di compilazione

Ordinare una lista secondo l'ordinamento naturale

```
public class SortTest {
   @Test
   public void testSort() {
      List<Persona> l = new LinkedList<Persona>();
      l.add(new Persona("Valter", 5));
      l.add(new Persona("Paolo", 10));
      l.add(new Persona("Giacomo", 7));
      l.add(new Persona("Alessandro", 8));
      Collections.sort(l);
      assertEquals("Alessandro", l.get(0).getNome());
      assertEquals("Giacomo", l.get(1).getNome());
      assertEquals("Paolo", l.get(2).getNome());
      assertEquals("Valter", l.get(3).getNome());
}
```

NOTA: se `Persona` non implementasse `Comparable<Persona>`, si solleverebbe un errore a tempo di compilazione

Ottenere l'elemento max/min di una lista

- Da una lista **`List<T>`** i cui elementi implementino l'interface **`java.lang.Comparable<T>`** può essere ottenuto l'elemento massimo/minimo (rispetto all'ordinamento naturale) mediante il metodo statico **`Collections.max()/Collections.min()`**
  - NOTA: se gli elementi della lista **`List<T>`** non implementano l'interface **`java.lang.Comparable<T>`** si solleva un errore a tempo di compilazione

Ottenere l'elemento max/min di una lista

```
public class SortTest {
   @Test
   public void testSort() {
      List<Persona> l = new LinkedList<Persona>();
      l.add(new Persona("Valter"), 5);
      l.add(new Persona("Paolo"), 10);
      l.add(new Persona("Giacomo"), 7);
      l.add(new Persona("Alessandro"), 8);

      assertEquals("Alessandro",Collections.min(l).getNome());
     assertEquals("Valter", Collections.max(l).getNome());
}
```

NOTA: se **`Persona`** non implementasse **`Comparable<Persona>`**, si solleverebbe un errore a tempo di compilazione

L'interface
java.util.Comparator<T>

- Se vogliamo ordinare una lista secondo un criterio diverso dall'ordinamento naturale?
- La classe **`Collections`** offre una versione del metodo *sort()* che si affida ad un **oggetto esterno**, passato come parametro, che sa effettuare i confronti necessari all'ordinamento

```
Collections.sort(
        List<T> listaDaOrdinare,
        Comparator<? super T> comparatore
       )
```

L'interface `java.util.Comparator<T>`

- L'interfaccia **`java.util.Comparator<T>`** ha un metodo:

```
public int compare(T o1, T o2)
```

che deve restituire un valore che è

  - minore, uguale, maggiore di zero a seconda che l'oggetto riferito da **`o1`** sia
  - minore, uguale, maggiore dell'oggetto riferito dal parametro **`o2`**

- N.B. è simile ma non identico al metodo **`compareTo()`** di **`Comparable<T>`**

Ordinare una lista con `java.util.Comparator<T>`

- Ordinamenti e ricerche possono essere effettuate anche facendo affidamento ad oggetti istanza di classi che implementano **`Comparator<T>`**, un'interface parametrica che prevede il metodo (vedi dettagli nella documentazione):
- int **compare**(T o1, T o2)
  Compares its two arguments for order.

  Returns a negative integer, zero, or a positive integer as the first argument is less than, equal to, or greater than the second.

Esercizio (cont.)

- Supponiamo di voler ordinare una lista di oggetti Persona per età
- Introduciamo (e usiamo) un opportuno comparatore esterno

```
import java.util.Comparator;

public class ComparatorePersonePerEta
             implements Comparator<Persona> {

   public int compare(Persona p1, Persona p2) {
       return p1.getEta() - p2.getEta();
   }
}
```

Esercizio (cont.)

```
import static org.junit.Assert.*;

import org.junit.Test;

public class ComparaPersonePerEtaTest {

   @Test
   public void testCompare() {
        Persona paolo = new Persona("Paolo", 61);
        Persona anna = new Persona("Anna", 55);
        ComparatorePerEta comparator =
                new ComparatorePersonePerEta<Persona> ();

        assertTrue(comparator.compare(paolo, anna) > 0);
        assertTrue(comparator.compare(anna, paolo) < 0);
        assertEquals(0,comparator.compare(paolo, paolo));
        assertEquals(0,comparator.compare(anna, anna));
   }
}
```

Ordinare una lista secondo un criterio diverso dall'ordinamento naturale

```
public class SortTest {
   @Test
   public void testSort() {
      List<Persona> l = new LinkedList<Persona>();
      l.add(new Persona("Valter", 5));
      l.add(new Persona("Paolo", 10));
      l.add(new Persona("Giacomo", 7));
      l.add(new Persona("Alessandro", 8));
      ComparatorePersonePerEta<Persona> comparatore =
              new ComparatorePersonePerEta<Persona>();
      Collections.sort(l, comparatore);
      assertEquals("Valter",l.get(0).getNome());
      assertEquals("Giacomo",l.get(1).getNome());
      assertEquals("Alessandro",l.get(2).getNome());
      assertEquals("Paolo",l.get(3).getNome());
}
```

Ordinamenti

- In sostanza, se abbiamo bisogno di operare ordinamenti (o altre operazioni basate su una relazione d'ordine) su una lista **`List<T>`**
  - Gli elementi della lista devono implementare l'interface **`java.lang.Comparable<T>`**: la relazione d'ordine rappresentata da questa implementazione corri-sponde all'ordinamento naturale degli elementi
- Se abbiamo bisogno di effettuare ordinamenti su relazioni d'ordine diverse da quella naturale, allora possiamo definire una implementazione di **`java.util.Comparator<T>`**

Nota

- L'interface **`Comparable<T>`** è nel package **`java.lang`**, quindi non è necessario importarla
- L'interface **`java.util.Comparator<T>`** è nel package **`java.util`**, quindi va importata