

Collections

Dagli array alle List
Interfaccia List
Interfaccia Comparable
Interfaccia Comparator
Algoritmi polimorfi sulle liste
Collections e implementazioni
Set, SortedSet

Bank

- Supponiamo di voler definire una classe **Bank** che gestisca un certo numero di **BankAccount**
- Una **Bank** deve permettere di aggiungere un nuovo conto, stampare tutti i conti, ricercare un conto, ecc..
- L'interfaccia pubblica di tale classe è semplice e non presenta problemi
- Un problema rilevante invece si presenta nell'implementazione

Collezione di oggetti

- Per poter fornire i servizi a lei richiesti una **Bank** deve poter gestire un insieme di oggetti
- Nello stato di ogni oggetto **Bank** deve essere presente una struttura dati che permetta di raggruppare insieme un certo numero di oggetti di una stessa classe
- In questo caso **BankAccount**
- L'unica struttura dati che conosciamo finora per far questo è l'array

Stato di Bank

- Dovremo avere nello stato le seguenti variabili istanza

```
private BankAccount[] conti;  
// Posizione attuale  
private int posizioneAttuale;  
...
```

Costruttore

- All'atto della creazione di una nuova **Bank** dovremo decidere quanti conti questa potrà gestire
- Questo perché un array può essere creato di qualsiasi dimensione, ma questa non è espandibile successivamente
- Ciò impone delle restrizioni sul comportamento della **Bank**
- Inoltre siamo costretti a gestire il controllo del numero di conti

Costruttore di Bank

```
public Bank(String nome, String
    internationalCode, int dimensione) {
    . . .
    conti = new
        BankAccount[dimensione];
    posizioneAttuale = 0;
}
```

Controlli su Bank

```
public BankAccount nuovoConto(String
    intestatario, double initialBalance)
throws DimensioneBancaInsufficienteException
{
    if (posizioneAttuale == conti.length)
        throw new
            DimensioneBancaInsufficienteException("Si
vogliono inserire più di " + conti.length +
" conti, che è la dimensione massima.");
    else { ... // Crea il conto
```

Per la ricerca di un conto

- Dobbiamo istanziare lo schema della ricerca lineare incerta
- Com'è fatta la condizione di ricerca?
- Può essere basata, ad esempio, sui valori di alcune variabili istanza dell'oggetto
- Quando si gestisce una collezione di oggetti è sempre bene specificare una relazione di uguaglianza fra gli oggetti ridefinendo il metodo **`equals`**

Ridefinizione di equals

- L'uguaglianza fra oggetti di una nuova classe va definita sempre utilizzando l'uguaglianza fra i valori di **alcune** variabili istanza
- È bene scegliere le variabili istanza i cui valori rimangono **immutati** durante la vita normale dell'oggetto
- Questo perché l'uguaglianza non deve cambiare durante la vita di un oggetto
- Queste variabili istanza dovrebbero essere dichiarate **final**

Uguaglianza fra conti

- Aggiungiamo allo stato di **BankAccount** una stringa che è l'identificatore del conto corrente
- Poniamola **final**
- Questa variabile potrà essere assegnata soltanto in un costruttore
- Come criterio di uguaglianza fra **BankAccount** utilizziamo l'uguaglianza fra questi identificatori (uguaglianza tra stringhe)

Stato di BankAccount

```
public class BankAccount {  
    // Si suppone sia un identificativo, il  
    // metodo equals usa questo valore  
    // per confrontare gli oggetti  
    private final String idConto;  
    // Intestatario del conto  
    private String intestatario;  
    private GregorianCalendar dataCreazione;  
    private double saldo;
```

Ridefinizione di equals

```
public boolean equals(Object o) {  
    if (!(o instanceof BankAccount))  
        return false;  
    BankAccount other = (BankAccount) o;  
    return idConto.equals(other.idConto);  
}
```



Utilizza l'equals fra stringhe

Codice hash di BankAccount

- L'uguaglianza si basa solo sulla variabile istanza `idConto`, che è una stringa
- Quindi in questo caso semplice non occorre calcolare l'`hashCode` con l'algoritmo generale
- Utilizziamo l'hash fornito dalla classe `String`

```
public int hashCode () {  
    return idConto.hashCode ();  
}
```

Ricerca di un BankAccount

- Avendo ridefinito in questo modo il metodo `equals` possiamo definire la condizione della ricerca lineare incerta come segue:
- Creiamo un oggetto `BankAccount` fittizio in cui l'unico valore significativo è quello della variabile istanza `idConto`
- La condizione di ricerca sarà che questo conto fittizio deve risultare uguale al conto in posizione `i` dell'array, secondo il metodo `equals`

Ricerca di un BankAccount

```
public int search(String idConto) {  
    // Conto fittizio per il confronto  
    BankAccount confronto = new  
        BankAccount(idConto, "", 0);  
    // Ricerca lineare incerta  
    boolean trovato = false; int i = 0;  
    while (i < posizioneAttuale && !trovato)  
        if (conti[i].equals(confronto))  
            trovato = true;  
    else i++;  
}
```

Rimozione di un BankAccount

```
public boolean remove(String idConto) {  
    int pos = search(idConto);  
    if (pos == -1)  
        return false;  
  
    for (int i = pos; i < posizioneAttuale - 1; i++)  
        conti[i] = conti[i+1];  
  
    conti[posizioneAttuale - 1] = null;  
  
    posizioneAttuale--;  
    return true;  
}
```

Prima ricerca
la posizione

Poi ricompatta l'array
spostando di una posizione
verso sinistra tutti i conti
successivi a quello cancellato

Dall'array alla List

- Nel pacchetto `java.util` è definita l'interface **List<E>**
- Oggetti di classi che implementano questa interfaccia possono collezionare in una lista (sequenza) un insieme di oggetti di una stessa classe
- **<E>** rappresenta un generico tipo (nome di classe)
- L'interface **List<E>** mette a disposizione metodi molto interessanti

Interface List<E>

```
public interface List<E> extends Collection<E> {  
    // Accesso  
    E get(int index);  
    E set(int index, E element); // Optional  
    boolean add(E element); // Optional  
    void add(int index, E element); // Optional  
    E remove(int index); // Optional
```

Optional si riferisce al fatto che alcune implementazioni potrebbero non fornire quel servizio, lanciando un'eccezione

Uso di List<E>

- Un oggetto con queste caratteristiche può essere visto come un array “evoluto”
- Supponiamo di avere un oggetto `myList` di questo tipo
- Il metodo `myList.get(i)` può essere visto come l'equivalente dell'accesso ad un array con la notazione `myList[i]`
- Allo stesso modo `myList.set(i, o)`; è l'analogo di `myList[i] = o;`

Uso di List<E>

- Una caratteristica importante si deduce dal metodo **add(o)**
 - Tale metodo aggiunge l'oggetto **o** alla fine della lista
 - Non c'è un limite alla dimensione
 - La capacità della lista si adatta automaticamente alla necessità (finché c'è memoria disponibile)
 - Il metodo **add(i, o)** mette l'oggetto **o** in posizione **i** spostando verso destra tutti gli oggetti in posizione **>= i**
-

Bank

- Invece dell'array di **BankAccount** possiamo utilizzare una **List**

```
public class Bank {  
    private String nome;  
    // Codice internazionale  
    private String internationalCode;  
    // Utilizzo una List per mantenere i conti  
    private List<BankAccount> conti;  
    ...  
}
```

Creazione di una List

- **List<E>** è una **interface** e quindi non possiamo creare direttamente oggetti di questo tipo
- Il pacchetto `java.util` mette a disposizione alcune classi che implementano questa interfaccia
- La classe standard è **ArrayList<E>**
- Se si usa una **List** è bene utilizzare variabili polimorfe e assegnarle con un oggetto di una certa classe solo al momento della creazione
- Ciò rende il nostro codice più generico e indipendente dall'implementazione della **List**

Costruttore di Bank

```
public Bank(String nome, String
                internationalCode) {
    this.nome = nome;
    this.internationalCode =
                internationalCode;
    // Utilizzo l'implementazione ArrayList
    conti = new ArrayList<BankAccount>();
}
```

Nuovo conto

```
public BankAccount nuovoConto(String
    intestatario, double initialBalance) {
    // Costruisco l'ID
    String idConto = internationalCode + id;
    id++;
    // Creo il nuovo conto e lo aggiungo alla lista
    // dei conti
    BankAccount tmp = new BankAccount(idConto,
        intestatario, initialBalance);
    conti.add(tmp);
    return tmp;
}
```

Nessun controllo richiesto

Ricerca

- L'interface `List<E>` mette a disposizione anche un algoritmo polimorfo di ricerca
- Esso si basa sul metodo `equals` degli oggetti che fanno parte della `List`
- Basta ridefinirlo in modo opportuno e non dobbiamo più scrivere noi il codice per la ricerca lineare incerta

Ricerca

```
public int search(String idConto) {  
    // Conto fittizio per il  
    confronto // tramite il metodo  
    equals  
  
    BankAccount confronto = new  
        BankAccount(idConto, "", 0);  
  
    // Ricerca tramite il metodo di List  
    return conti.indexOf(confronto);  
}
```

Ricerca lineare incerta basata su `equals` di `BankAccount`

Rimozione di un conto

```
public boolean remove(String idConto) {  
    // Cerca il conto  
    int pos = search(idConto);  
    if (pos == -1)  
        return false;  
  
    // Elimina l'elemento dalla lista dei conti  
    conti.remove(pos);  
    return true;  
}
```

Scorrere una List

- Abbiamo due modi
- Se durante lo scorrimento non dobbiamo eliminare oggetti dalla lista possiamo utilizzare il costrutto **for-each**
- Se c'è la necessità di eliminare qualche oggetto mentre si scorre la lista bisogna utilizzare un **iteratore**

Costrutto for-each

```
public String elencoConti () {  
    StringBuffer r = new  
        StringBuffer ();  
    for (BankAccount b : conti)  
        r.append (b.toString () + "\n");  
    return r.toString ();  
}
```

Durante il ciclo la variabile **b** punta ogni volta ad un oggetto diverso della lista, nell'ordine degli elementi della stessa

Iteratore

- Un iteratore è un oggetto che permette di scorrere gli elementi di una lista uno alla volta tramite la coppia di metodi
 - 1) **hasNext ()** che restituisce **true** se c'è ancora un oggetto da scorrere
 - 2) **next ()** che restituisce il prossimo oggetto da scorrere
- Si ottiene chiamando il metodo **iterator ()** su una **List**

Iteratore

```
public BankAccount getContoByName (String
    intestatario) {
    BankAccount tmp; boolean trovato = false;
    Iterator<BankAccount> i = conti.iterator();
    while (i.hasNext()) {
        tmp = i.next();
        if (tmp.getIntestatario().equals(intestatario))
            return tmp;
    }
    return null; }
}
```

Iteratore

- L'iteratore dà la possibilità di rimuovere alcuni oggetti dalla **List** durante lo scorrimento
- In seguito ad una chiamata al metodo **next ()** possiamo effettuare una chiamata al metodo **remove ()**
- Tale chiamata rimuove dalla **List** l'oggetto ottenuto dalla precedente chiamata di **next ()**
- Non sono ammesse più **remove ()** in corrispondenza dello stesso **next ()**

Algoritmi polimorfi su liste

- La classe `java.util.Collections` mette a disposizione diversi metodi **statici** polimorfici che operano su liste generiche
- Fra gli altri ci sono **sort**, **shuffle**, **reverse**
- Questi metodi statici prendono una generica `List<E>` e modificano l'ordine degli elementi della lista
- **shuffle** li mischia a caso
- **reverse** inverte la lista

Ordinamento di una List

- Il metodo `sort` ordina gli elementi della `List` in base ad un certo ordinamento
- Tale metodo opera su liste di oggetti di un generico tipo `E`
- Perché tutto funzioni la classe `E` deve preoccuparsi di definire l'ordinamento tra gli oggetti
- Esiste un concetto di ordinamento **naturale**

Comparable<E>

- L'interface `Comparable<E>` del pacchetto `java.lang` richiede a chi vi aderisce l'implementazione di un metodo

```
public int compareTo(E obj)
```

- Le classi involucro e alcune classi delle API (es. `String`) implementano questa interfaccia definendo quello che è l'ordinamento naturale fra gli oggetti della classe
- Ad esempio in `String` è l'ordinamento lessicografico (ordine alfabetico)

Ordinamento naturale

- Il metodo `compareTo` chiamato su certo un oggetto `obj`, passando come parametro un altro oggetto `other`, deve operare in questo modo:
- Se `obj` e `other` sono uguali (in accordo con il metodo `equals`) deve restituire 0
- Se l'oggetto `obj` precede l'oggetto `other` nell'ordinamento naturale deve restituire un valore < 0
- Se `obj` segue `other` deve restituire un valore > 0

Ordinamento naturale

- La definizione del metodo `compareTo` per una certa classe deve operare nel modo appena visto e deve garantire che
 - L'ordinamento definito sia totale, cioè il metodo deve funzionare correttamente per qualsiasi coppia di oggetti
 - Sia compatibile con `equals`, cioè il metodo deve rispondere 0 per tutte e sole le coppie di oggetti per i quali il metodo `equals` risponde `true`

Ordinamento di BankAccount

- Ad esempio possiamo decidere che l'ordinamento naturale fra `BankAccount` è quello lessicografico fra le stringhe `idConto`
- Utilizziamo quindi il metodo `compareTo` definito dalla classe `String` per implementare il metodo `compareTo` fra `BankAccount`:

```
public class BankAccount implements  
    Comparable<BankAccount>{
```

```
    . . .
```

Ordinamento di BankAccount

```
public int compareTo(  
    BankAccount other) {  
    // Utilizzo il metodo compareTo fra  
    // stringhe  
    return idConto.compareTo(  
        other.idConto);  
}
```

Ordinamento

```
public String elencoContiPerId() {  
    // Ordino la lista in base  
    // all'ordinamento naturale  
    Collections.sort(conti);  
    // Restituisco la lista dei conti  
    return elencoConti();  
}
```


Comparator<E>

- A volte c'è l'esigenza di ordinare gli elementi di una lista in base ad un ordine diverso rispetto a quello naturale
- Per far questo il pacchetto `java.util` definisce una **interfaccia strategica** `Comparator<E>`
- A differenza di `Comparable<E>`, il metodo richiesto da questa interfaccia è un comparatore diretto fra due oggetti:

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

Comparatori

- Per usare un ordinamento diverso basta definire una piccola classe che implementa l'interfaccia **Comparator** che definisce il metodo **compare** in accordo allo stesso
- A questo punto basta creare un oggetto di questa classe e passarlo al metodo polimorfico **sort(List<E> l, Comparator<E> c)**
- In genere si definiscono i diversi comparatori come oggetti di una classe interna

Comparatori per BankAccount

- Facciamo tre comparatori:
 - 0) In base al nome dell'intestatario
 - 1) In base alla data di creazione del conto
 - 2) In base al saldo
- Per ognuno di questi definiamo una costante statica della classe **BankAccount** a cui assegnamo un oggetto di una classe interna che implementa il relativo **Comparator**

Comparatori per BankAccount

```
public static final
    Comparator<BankAccount>
    ORDINA_PER_INTESTATARIO =
        new Comparator<BankAccount>() {
            public int compare (BankAccount b1,
                                BankAccount b2) {
                return b1.intestatario.compareTo (
                    b2.intestatario);
            }
        };
```

Comparatori per BankAccount

- Si noti che per definire il `Comparator` abbiamo utilizzato il metodo `compareTo` fra stringhe
- Per definire il `Comparator` fra saldo utilizziamo il metodo `compareTo` della classe involucro `Double`:

Comparatori per BankAccount

```
public static final Comparator<BankAccount>
    ORDINA_PER_SALDO =
        new Comparator<BankAccount>() {
            public int compare(BankAccount b1,
                               BankAccount b2) {
                Double bb1 = new Double(b1.saldo);
                Double bb2 = new Double(b2.saldo);
                return bb1.compareTo(bb2);
            }
        };
```

Ordinamento con comparatore

- Possiamo riordinare la lista in base a uno qualunque dei comparatori:

```
public String elencoContiPerSaldo() {  
    // Ordino la lista in base al  
    //saldo  
    Collections.sort(conti,  
        BankAccount.ORDINA_PER_SALDO);  
    return elencoConti();  
}
```

Attenzione

- L'ordinamento definito dai tre comparatori per `BankAccount` non è compatibile con `equals` di `BankAccount`
- Ad esempio due conti diversi intestati alla stessa persona sono diversi secondo `equals`, ma il comparatore `ORDINA_PER_INTESTATARIO` restituisce 0 in corrispondenza di essi!

Compatibilità con equals

- Utilizzando l'interfaccia `List` e i metodi polimorfici su di essa questo non costituisce un grosso problema
- Per altri tipi di `Collection`, però, ciò può costituire un grave problema
- È abbastanza semplice rendere i comparatori compatibili con `equals`
- Basta fare un confronto in due passi:

Comparator compatibile con equals

```
public static final
    Comparator<BankAccount>
    ORDINA_PER_INTESTATARIO =
        new Comparator<BankAccount>() {
            public int compare (BankAccount b1,
                               BankAccount b2) {
                int cmp = b1.intestatarario.compareTo (
                    b2.intestatarario);
```

Salvo il valore in una
variabile temporanea **cmp**

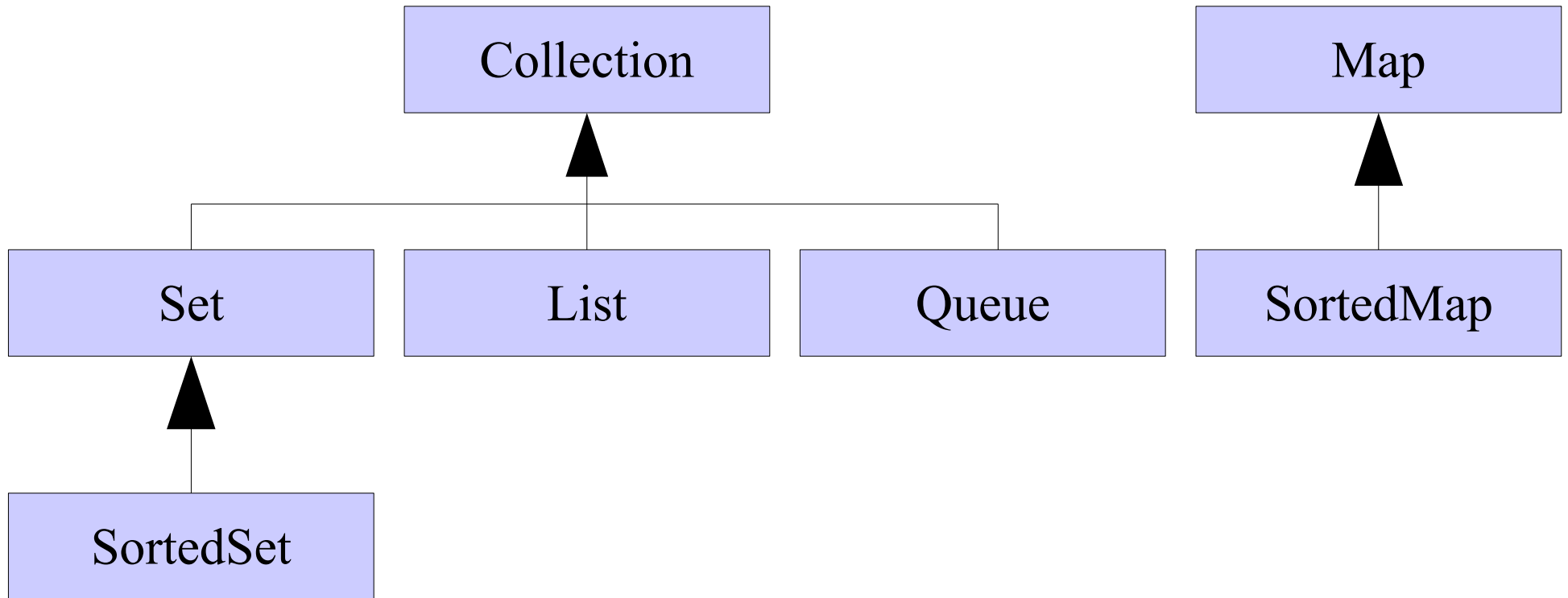
Comparator compatibile con equals

```
if (cmp != 0)
    return cmp;
// Se hanno lo stesso intestatario
// vale l'ordinamento naturale fra
// i due conti:
return b1.compareTo(b2) ;
}
```

Altre Collection

- L'interface `List<E>` fa parte di una **gerarchia di interfacce** per gestire collezioni generiche di oggetti
- In particolare `List<E>` è pensata per la gestione di collezioni di oggetti in cui sono possibili ripetizioni e/o si vuole un accesso con indice
- Possiamo mettere lo stesso oggetto più volte in posizioni diverse di una `List<E>`
- Possiamo inserire riferimenti `null` in una `List<E>`

Gerarchia di Collection



Gerarchia di Collection

- Vediamo un po' più in dettaglio solo `Set<E>` e `SortedSet<E>`
- Per le altre interfacce si possono consultare le API o il tutorial sulle collections (sul sito <http://java.sun.com>)

Set<E>

- Abbiamo visto **List<E>** per mantenere una collezione di oggetti con ripetizione
- L'interface **Set<E>** invece modella esattamente il **concetto matematico di insieme**
- Rappresenta una collezione di oggetti di tipo **E** in cui un oggetto è presente una sola volta oppure non è presente
- Se si aggiunge un oggetto già presente il **Set** non cambia

Interfaccia di Set<E>

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


Appartenenza

- Il metodo `contains` è l'analogo di `indexOf` di `List<E>`
- Qui restituisce `true` se presente e `false` se non presente, dato che **in un insieme non c'è il concetto di posizione**
- Valgono le stesse considerazioni fatte riguardo alla ridefinizione del metodo `equals`: l'appartenenza viene stabilita scorrendo gli elementi dell'insieme e confrontandoli, tramite il metodo `equals`, con l'oggetto passato

Inserimento e rimozione

- I metodi **add** e **remove** restituiscono un **boolean** che indica se l'operazione ha modificato il **Set<E>**
- Nel caso di **add** l'aggiunta di un oggetto già presente (secondo il metodo **equals** della classe **E**) non cambia il **Set<E>**
- Nel caso di **remove** l'eliminazione di un oggetto non presente (secondo il metodo **equals** della classe) non cambia il **Set<E>**
- L'iteratore è analogo a quello di **List<E>** tranne che qui l'ordine non ha un significato particolare

Classe standard di implementazione

- La classe standard del pacchetto `java.util` che implementa l'interface `Set<E>` è la classe `HashSet<E>`
- Fa uso di tecniche di hash: è quindi assolutamente necessario ridefinire correttamente il metodo `hashCode` della classe `E` se si ridefinisce `equals`
- Una classe alternativa è `TreeSet<E>` che usa alberi particolari che mantengono un ordinamento

SortedSet<E>

- L'interfaccia `SortedSet<E>` modella un insieme in cui **gli elementi hanno un ordinamento**
- Vale qui il concetto di ordinamento naturale espresso dall'interfaccia `Comparable<E>` che abbiamo visto anche in `List<E>`
- Però se si vuole utilizzare `SortedSet<E>` è assolutamente necessario che l'ordinamento naturale di `E` sia compatibile con `equals` di `E`

Interface SortedSet<E>

```
public interface SortedSet<E> extends Set<E> {  
    //Tutti i metodi di Set<E> più:  
    SortedSet<E> subSet(E fromElement,  
                        E toElement);  
    SortedSet<E> headSet(E toElement);  
    SortedSet<E> tailSet(E fromElement);  
    E first(); // Minimo  
    E last();  // Massimo
```

Classe implementazione

- La classe di implementazione standard per `SortedSet<E>` è `TreeSet<E>`
- L'iteratore di un `SortedSet<E>` scorre gli elementi dell'insieme **secondo l'ordinamento naturale** di `E`, dal più piccolo al più grande
- Un punto di forza dell'uso di questa interfaccia sta nel fatto che durante una ricerca possiamo **evitare di iterare su tutti gli elementi** fermandoci quando abbiamo oltrepassato il punto dove dovrebbe essere l'elemento cercato secondo l'ordinamento naturale

Esempio: prenotazioni di aule

- Modelliamo un dominio del discorso in cui una comunità di utenti ha a disposizione un certo insieme di aule con certe caratteristiche
- Ogni utente può prenotare un'aula per un certo giorno, in una certa ora, per una certa attività
- Non ci devono essere sovrapposizioni nelle prenotazioni
- Definiamo una classe `GestoreAule` che mantiene un `Set<Aula>` contenente le aule

GestoreAule

```
public class GestoreAule {  
    private Set<Aula> aule;  
    public GestoreAule() {  
        aule = new HashSet<Aula>();  
    }  
    public boolean add(Aula a) {  
        if (a == null)  
            return false;  
        return aule.add(a);  
    } ...  
}
```

Usiamo l'implementazione standard

L'implementazione standard permette di inserire in un **Set** anche elementi **null**
In questo caso facciamo un controllo per evitarlo

Prenotazione

- Una prenotazione viene fatta da un certo utente, in una certa data e ora per una certa attività

```
public class Prenotazione implements
    Comparable<Prenotazione> {
    // L'utente che effettua questa prenotazione
    private Utente utente;
    // Data e ora della prenotazione
    private DataEOra dataEOra;
    private String descrizione; ...
}
```

Prenotazione

- La classe `Prenotazione` implementa l'interfaccia `Comparable<Prenotazione>`
- L'ordinamento naturale che definisce è quello cronologico
- Una prenotazione precede un'altra se è in una data e ora precedente
- Questo ci permette di usare un `SortedSet<Prenotazioni>` per mantenere le prenotazioni di `Aula` ordinate per data e ora

Aula

- Ogni Aula ha il suo personale insieme di prenotazioni ordinato cronologicamente:

```
public class Aula {  
    // Identificativo unico di un'aula  
    private final String nome;  
    ...  
    // Insieme delle prenotazioni per  
    quest'aula, // in ordine cronologico  
    private SortedSet<Prenotazione> prenotazioni;  
    ...  
}
```

Controllo Aula libera

- Per controllare se un'Aula è libera in una certa data e ora dovremmo esaminare tutte le prenotazioni dell'Aula e verificare che non ce n'è nessuna in quella data e in quella ora
- Usando l'ordinamento cronologico dell'insieme possiamo organizzare la ricerca in modo tale da evitare di guardare tutte le prenotazioni se non è necessario
- Basterà fermarsi dopo il punto in cui dovrebbe trovarsi la prenotazione, se ci fosse

Controllo Aula libera

```
public boolean libera(DataEOra d) {  
    Prenotazione p;  
    DataEOra tmp;  
    // Scorre l'insieme ordinato di prenotazioni  
    e // vede se la data e l'ora sono occupate  
    Iterator<Prenotazione> i =  
        prenotazioni.iterator();  
    // Cerco una prenotazione nella stessa data  
    e // nella stessa ora  
    // Continua...
```

Controllo Aula libera

```
boolean trovato = false;
boolean interrompi = false;
while (i.hasNext() && !trovato && !interrompi) {
    p = i.next(); tmp = p.getDataEOra();
    if (tmp.equals(d))
        trovato = true;
    else if (tmp.compareTo(d) > 0)
        // Ho superato la data senza aver trovato
        interrompi = true;
} // Continua...
```

Controllo Aula libera

```
if (trovato)
    return false;
else return true;
}
```