Uspořádané kolekce

Table of Contents

Úvod

Motivace

- chceme prvky v kolekci uspořádané, ale nechceme to dělat "ručně"
- v kolekci typu `String` chceme jména od K po M

Implementace

- uspořádání dáné třídy musí být definováno ve třídě

Rozhraní `Comparable<T>`

- rozhraní slouží k definování **přirozeného** (defaultního) **uspořádání** třídy
- třída implementuje rozhraní ⇒ objekty jsou vzájemně *uspořádatelné*
- použití zejména u uspořádaných kontejnerů
- předepisuje jedinou metodu `int compareTo(T o)`

- `T` = typ objektu, název třídy

Javadoc třídy `Comparable<T>`

Metoda `compareTo`

```
int compareTo(T that)
// used as e1.compareTo(e2)
```

- metoda porovná 2 objekty — `this` (e1) a `that` (e2)
- vrací celé číslo, pro které platí:
  - číslo je záporné, když e1 < e2
  - číslo je kladné, když e1 > e2
  - 0, když nezáleží na pořadí
- na samotném čísle nezáleží, je v pořádku používat pouze hodnoty -1, 0, 1

Implementace `Comparable<E>`

```
public class Point implements Comparable<Point> {
  private int x;
  // ascending order
  public int compareTo(Point that) {
    return this.x - that.x;
  }
}
...
new Point(1).compareTo(new Point(4)); // -3
```

Existuje i beztypové rozhraní `Comparable`, to ale nebudeme používat!

`Comparable` jako příklad funkcionálního rozhraní

- Comparable<T> je hezký typický příklad tzv. *funkcionálního rozhraní* (functional interface); má jedinou metodu `compareTo` a lze použít například jako predikát pro filtrování objektů v proudech.

`compareTo` vs. `equals`

- chování `compareTo` by mělo být konzistentní s `equals`

- pro rovné objekty by `compareTo` mělo vrátit `0`
- není to však nutnost
  - např. třída `BigDecimal` pro přesné hodnoty podmínku porušuje
  - pro stejné hodnoty s rozdílnou přesností — např. 4.0 a 4.00
- `compareTo` na rozdíl od `equals` nemusí vstupní objekt přetypovávat a může vyhazovat výjimku

Více uspořádání

Co kdybychom chtěli více typů uspořádání, nebo alternativu k přirozenému uspořádání?

Nemůžeme nadefinovat stejnou metodu víckrát.

- rozhraní Comparator<T> slouží k definování uspořádání zvnějšku — pomocí objektu jiné třídy
- předepisuje jedinou metodu `int compare(T o1, T o2)`
- uspořádání funguje nad objekty typu `T`
- návratová hodnota `compare` funguje stejně jako u `compareTo`
- funguje jako alternativa pro další uspořádání

Příklad komparátoru

Třída `String` má definované přirozené uspořádání lexikograficky.

Definujme lexikografický komparátor, který ignoruje velikost písmen:

```
public class IgnoreCaseComparator implements Comparator<String> {
  public int compare(String o1, String o2) {
    return o1.toLowerCase().compareTo(o2.toLowerCase());
  }
}
...
new IgnoreCaseComparator().compare("HI", "hi"); // 0
```

Skutečné použití

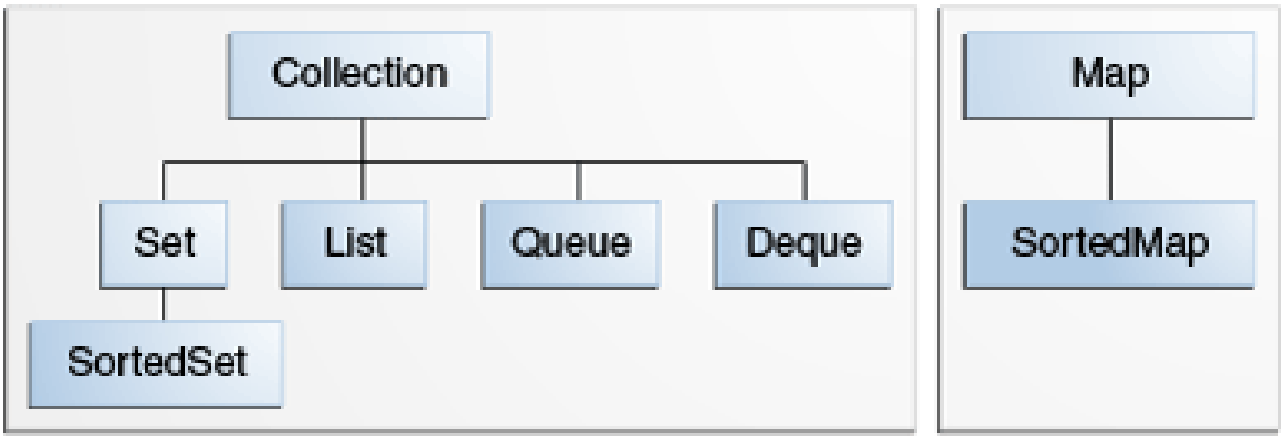
- metody pro uspořádání programátor v kódu obvykle nepoužívá
- namísto toho používá **uspořádané kolekce**, kdy prvky v kolekci jsou řazeny automaticky
- je nutno definovat přirozené uspořádání nebo použít komparátor, aby kolekce věděla, podle jakých pravidel prvky seřadit
- komparátor se nastavuje při vytváření uspořádané kolekce nebo mapy (viz dále)
- Jedná se o použití návrhové vzoru Strategy:
  - Komparátor implementuje strategii třídění na daném typu objektů. Přitom můžeme mít víc

strategií (víc způsobů třídění).

- Uspořádaná kolekce nebo mapa pak představuje `Context` ve vzoru, kdy říkáme, jaká strategie třídění se má v daném případě použít.

Hierarchie rozhraní kolekcí

Budeme se zabývat rozhraními `SortedSet` a `SortedMap`.



`SortedSet, SortedMap`

`SortedSet`

- rozhraní pro uspořádané množiny
- všechny vkládané prvky musí implementovat rozhraní `Comparable` (nebo použít komparátor)
- implementace `TreeSet`

`SortedMap`

- rozhraní pro uspořádané mapy
- všechny vkládané **klíče** musí implementovat rozhraní `Comparable` (nebo použít komparátor)
- implementace `TreeMap`

Konstruktory `TreeSet`

- `TreeSet()`
  - vytvoří prázdnou množinu
  - prvky jsou uspořádány podle **přirozeného uspořádání**
- `TreeSet(Collection<? extends E> c)`
  - vytvoří množinu s prvky kolekce `c`
  - prvky jsou uspořádány podle **přirozeného uspořádání**
- `TreeSet(Comparator<? super E> comparator)`

    - vytvoří prázdnou množinu
    - prvky jsou uspořádány podle **komparátoru**
- `TreeSet(SortedSet<E> s)`
    - vytvoří množinu s prvky i uspořádáním podle `s`

Příklad `TreeSet` I

Definice přirozeného uspořádání:

```
public class Point implements Comparable<Point> {
  ...
  public int compareTo(Point that) {
    return this.x - that.x;
  }
}
```

Příklad `TreeSet` II

Použití:

```
SortedSet<Point> set = new TreeSet<>();
set.add(new Point(3));
set.add(new Point(3));
set.add(new Point(-1));
set.add(new Point(0));
System.out.println(set);
// prints -1, 0, 3
```

Jiný příklad `TreeSet`

Třída `String` má definované přirozené uspořádání lexikograficky.

```
SortedSet<String> set = new TreeSet<>();
set.add("Bobik");
set.add("ALIK");
set.add("Alik");
System.out.println(set); // [ALIK, Alik, Bobik]

SortedSet<String> set2 = new TreeSet<>(new IgnoreCaseComparator());
set2.addAll(set);
System.out.println(set2); // [ALIK, Bobik]
```

`TreeSet` pro porovnávání prvků používá `compareTo` / `compare`, proto má druhá množina pouze 2 prvky!

`TreeSet` pod lupou

- implementována jako *červeno-černý vyvážený vyhledávací strom*
  - ⇒ operace `add, remove, contains` jsou v *O(log n)*
- hodnoty jsou uspořádané
  - prvky jsou procházeny v přesně definovaném pořadí

Javadoc třídy `TreeSet`

`TreeMap`

- množina klíčů je de facto `TreeSet`
- hodnoty nejsou uspořádány
- uspořádání lze ovlivnit stejně jako u uspořádané množiny
- implementace stromu a složitost operací je stejná

Javadoc třídy `TreeMap`

Příklad `TreeMap`

Klíče jsou unikátní a uspořádané, hodnoty nikoliv.

```
SortedMap<String, Integer> population = new TreeMap<>();
population.put("Brno", -1);
population.put("Brno", 500_000);
population.put("Bratislava", 500_000);

System.out.println(population);
// {Bratislava=500000, Brno=500000}
```

Repl.it demo k uspořádaným množinám a mapám

- https://repl.it/@tpitner/PB162-Java-Lecture-08-sorted-set-and-map