

# Java Collections



Peter Borovanský  
KAI, I-18

borovan 'at' ii.fmph.uniba.sk  
<http://dai.fmph.uniba.sk/courses/JAVA/>

# Java Collections



dnes bude:

- podtriedy Collection
  - množiny (sets)
  - zoznamy (lists)
  - fronty (queues)
  - zobrazenia (maps) – asociativne polia, adš

Cvičenie:

- prioritný front
- HashSet, ArrayList, HashMap, ...

literatúra:

- Thinking in Java, 3rd Ed. (<http://www.ibiblio.org/pub/docs/books/eckel/TIJ-3rd-edition4.0.zip>) – 11: Collections of Objects

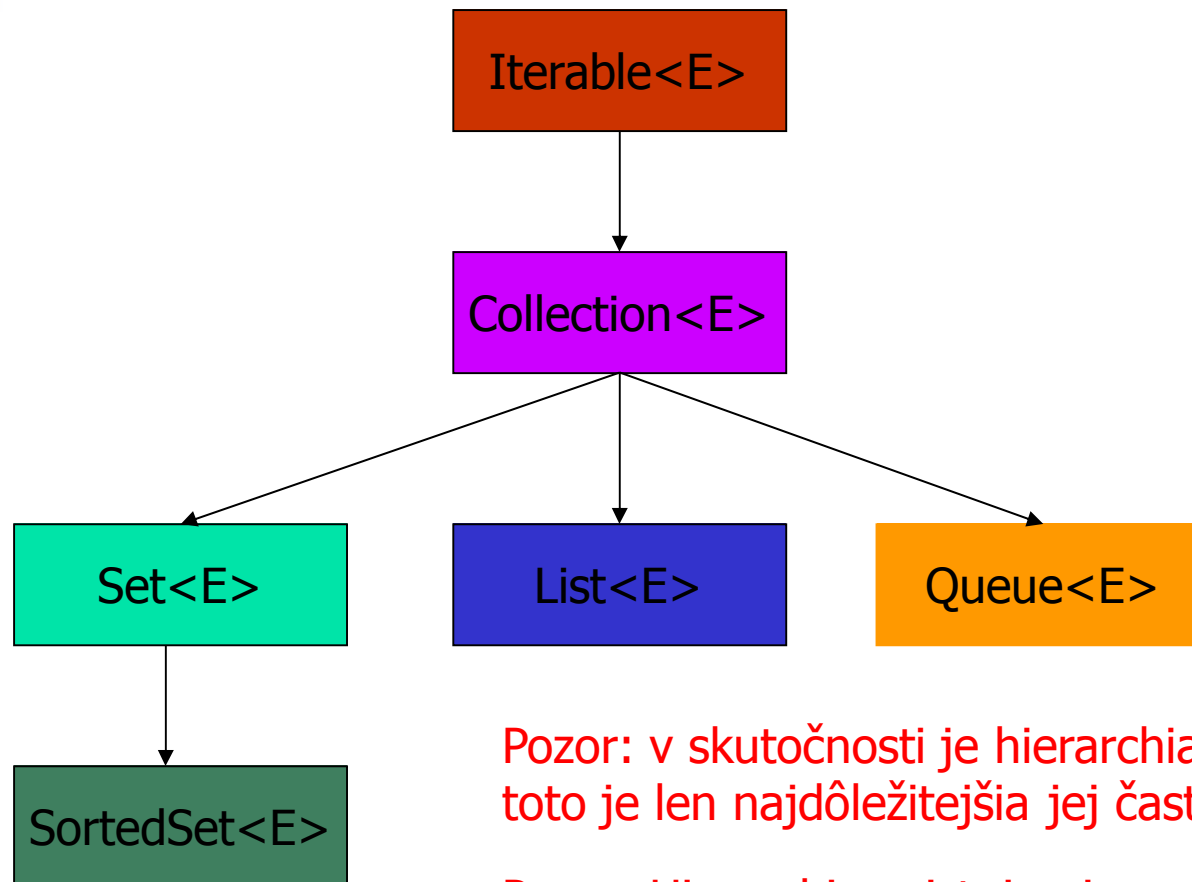


# Java Collections

---

- s poliami by sme si ešte dlho vystačili, **JAVA Collections** patria k **používaným triedam zručného programátora** - podobne ako C++ kontajnery v STL,
- Hoc ide len o knižničné triedy, budeme sa im venovať z troch pohľadov:
  1. **interface** - aký ADT definujú
  2. **implementation** - zvolená reprezentácia pre ADT
  3. **algorithm** - ako efektívne sú realizované metódy
- pre **eleganciu kódovania**: treba mať prehľad v kolekciách po kontajneroch STL nás neprekvapí, že najpoužívanéjšie z nich sú:
  1. set=množina
  2. list=zoznam
  3. queue=front
  4. map=zobrazenie
- pre **efektívnosť kódu**: treba mať predstavu o ich implementácii

# Iterable interface hierarchy



Pozor: v skutočnosti je hierarchia oveľa košatejšia  
toto je len najdôležitejšia jej časť

Pozor: Hierarchia existuje aj v negenerickej verzii,  
neradno ich miešať (heterogénne kolekcie z Object)

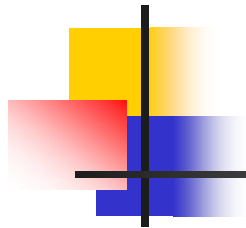
```
public interface Iterable<T> {  
    public Iterator<T> iterator();  
}
```



# Iterable/Iterator interface

Iterable/Iterator interface umožňuje sekvenčný prechod ľubovoľnou collection:

```
public interface Iterator<E> {  
    boolean hasNext();           // true, ak som na poslednom prvku  
    E next();                   // choď na ďalší prvok  
    void remove();              // vyhod' ten, na ktorom stojíš–voliteľné  
  
    // ako prejsť collection, nechať x také, že platí cond(x)  
    static <E> void filter(Collection<E> c) {  
        for (Iterator<E> it = c.iterator(); it.hasNext(); )  
            if (!cond(it.next())) // cond je logická podmienka  
                it.remove();  
    }  
  
    static <E> void printCollection(Collection<E> c) {  
        for (Iterator<E> it = c.iterator(); it.hasNext(); )  
            System.out.println(it.next());  
    }  
}
```



# Generické vs. negenerické

(homogénne vs. heterogénne)

// generická kolekcia neznámeho typu

```
static void printCollection(Collection<?> c) {  
    for (Iterator<?> it = c.iterator(); it.hasNext(); )  
        System.out.println(it.next());  
}
```

// negenerická (hetero-) kolekcia

```
static void printCollection(Collection c) {  
    for (Iterator it = c.iterator(); it.hasNext(); )  
        System.out.print(it.next());  
}
```

// cyklus for-each na homogénnych kolekciach

```
static <E> void printCollection(Collection<E> c) {  
    for (E elem : c) System.out.print(elem);  
}
```

// cyklus for-each na heterogénnych kolekciach

```
static void printCollection(Collection c) {  
    for (Object o : c) System.out.print(o);  
}
```



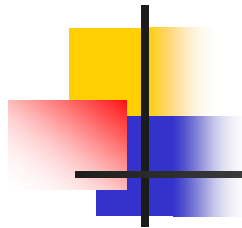
# Interface Collection<E>

Spoločné minimum pre všetky triedy implementujúce Collection:

```
public interface Collection<E> extends Iterable<E> {  
    int size(); // veľkosť  
    boolean isEmpty(); // či je prázdna  
    boolean add(E element); // pridaj do nej  
    boolean contains(Object element); // nachádza sa v nej  
    boolean remove(Object element); // vyhod' prvok  
    Iterator<E> iterator(); // iterátor cez collection  
  
    ....  
    Object[] toArray(); // konverzia do poľa Object-ov  
    <T> T[] toArray(T[] a); // konverzia do poľa T[]  
}
```

Ďalšie pod-interfaces prikazujú implementovať iné partikulárne metódy:

....., Deque<E>, List<E>, Queue<E>, Set<E>, SortedSet<E>, .....



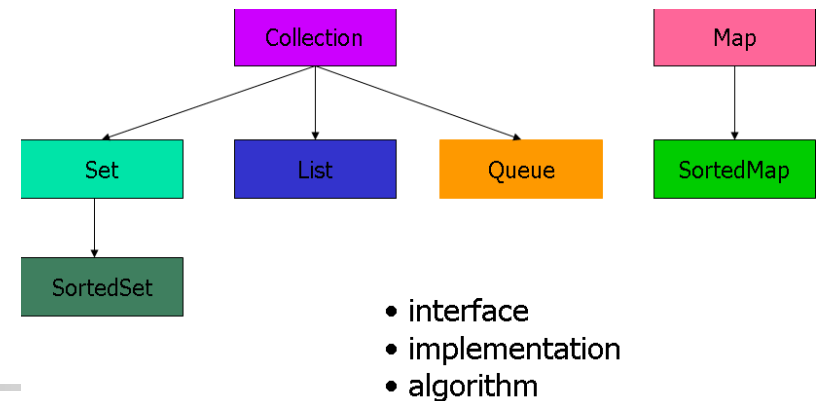
# Implementácie Collection<E>

.. je ich veľa, všimnime si dôležitejšie ..

AbstractCollection, AbstractList, AbstractQueue, AbstractSequentialList, AbstractSet, ArrayBlockingQueue, ArrayDeque, ArrayList, AttributeList, BeanContextServices Support,	BeanContextSupport, ConcurrentLinked Queue, ConcurrentSkipListSet, CopyOnWriteArrayList, CopyOnWriteArraySet, DelayQueue, EnumSet, HashSet, JobStateReasons, LinkedBlockingDeque, LinkedBlockingQueue, LinkedHashSet, LinkedList,	PriorityBlocking Queue, PriorityQueue, RoleList, RoleUnresolvedList, Stack, SynchronousQueue, TreeSet, Vector
--	--	---



# Implementation



Inter faces	Implementations				
	Hash table	Resizable array	Tree	Linked List	Hash table + Linked list
Set	HashSet		TreeSet		LinkedHashSet
List		ArrayList		LinkedList	
Queue		ArrayList		LinkedList	
Map	HashMap		TreeMap		LinkedHashMap

## Najčastejšia implementácia

1. TreeMap a TreeSet sú usporiadané, potrebujú usporiadanie na prvkoch
2. Set a Map nemôžu obsahovať duplikáty, porovnanie na rovnosť
3. Zobrazenie Map obsahuje páry (*key;object*) prístupné cez kľúč *key*



# Množina - Set

prvky sa neopakujú

implementácie:

- HashSet
- LinkedHashSet
- TreeSet
- EnumSet

```
public interface Set<E> extends Collection<E> {  
    int size();  
    boolean isEmpty();  
    boolean add(E element);  
    boolean contains(Object element);  
    boolean remove(Object element);  
    boolean containsAll(Collection<?> c);  
    boolean addAll(Collection<? extends E> c);  
    boolean removeAll(Collection<?> c);  
  
    Iterator<E> iterator();  
    Object[] toArray();  
    <T> T[] toArray(T[] a);  
}
```

```
// pridaj  
// nachádza sa  
// vyhod'  
// podmnožina  
// zjednotenie  
// rozdiel'
```

```
// konverzia do  
// poľa
```

# Príklad HashSet (Set)

- HashSet negarantuje poradie pri iterácii

- LinkedHashSet iteruje v poradí insertu prvkov

```
import java.util.HashSet;
```

```
public class HashSetDemo {  
    public static void main(String[] args) {
```

```
        HashSet<String> s = new HashSet<String>();
```

```
        for (String a : args)
```

```
            if (!s.add(a)) // nepodarilo sa pridať
```

```
                System.out.println("opakuje sa: " + a);
```

```
        System.out.println(s.size() + " rozne: " + s);
```

```
        Object[] poleObj = s.toArray();
```

```
        for(Object o:poleObj) System.out.print(o);
```

```
        String[] poleStr = s.toArray(new String[0]);
```

```
        for(String str:poleStr) System.out.print(str);
```

```
    }  
}
```

Konverzia do poľa

Podhodím mu typ poľa aby vedel...

java HashSetDemo a b b a

opakuje sa: b

opakuje sa: a

2 rozne: [a, b]

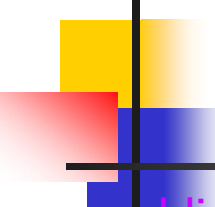
abab

- TreeSet iteruje podľ'a usporiadania

okrem toho, čo ponúka `Set<E>` dostaneme:

[illegible]

# Príklad TreeSet (SortedSet)



```
import java.util.TreeSet;

public class TreeSetDemo {
    public static void main(String[] args) {

        List<String> list = Arrays.asList( // rozdelí reťazec na slová do poľa, z ktorého
            "jedna dva tri styri pat sest sedem osem devat".split(" "); //vyrobí List

        TreeSet<String> sortedSet = new TreeSet<String>(list); //vyrobí SortedSet
        System.out.println(sortedSet);
            // [devat, dva, jedna, osem, pat, sedem, sest, styri, tri]
        String low = sortedSet.first(), high = sortedSet.last(); // devat, tri
        System.out.println(sortedSet.subSet("osem", "sest")); // [osem, pat, sedem]
        System.out.println(sortedSet.headSet("sest"));
            // [devat, dva, jedna, osem, pat, sedem]
        System.out.println(sortedSet.tailSet("osem"));
            // [osem, pat, sedem, sest, styri, tri]
    }
}
```



# Konštruktory kolekcií

---

pre efektívnu prácu s vybranou kolekciou si všimnite jej konštruktory

- `HashSet()` // vytvorí prázdnu množinu
- `HashSet(Collection<? extends E> c)` // vytvorí množinu z prvkov  
// inej kolekcie podtypu E
- `HashSet(int initialCapacity)` // veľkosť hash-tabuľky
  
- `TreeSet()` // vytvorí prázdnu usp.množinu
- `TreeSet(Collection<? extends E> c)` // vytvorí usp.množinu z prvkov  
// inej neutriedenej kolekcie
- `TreeSet(SortedSet<E> e)` // inej utriedenej kolekcie
- `TreeSet(Comparator<? super E> comparator)` // vytvorí prázdnu usp.množinu  
// typu E so špecifikovaným porovnávaním pracujúcim pre nejakú nadtriedu E



# Zoznam - List

implementácie:

- ArrayList
- LinkedList
- Vector
- Stack

prvky sa môžu opakovať a majú svoje poradie, resp. usporiadanie

```
public interface List<E> extends Collection<E> {  
  
    E get(int index);                // priamy prístup cez index - getter  
    E set(int index, E element);      // priamy prístup cez index - setter  
    boolean add(E element);          // pridaj  
    void add(int index, E element);   // pridaj na pozíciu  
    E remove(int index);              // vyhod'  
    boolean addAll(int index, Collection<? extends E> c); // vsuň celú coll.  
    int indexOf(Object o);             // vyhľadávanie, vráti index, ak nájde  
    int lastIndexOf(Object o);  
    ListIterator<E> listIterator();   // bohatší iterátor, vie ísť aj od zadu  
    ListIterator<E> listIterator(int index); // iteruj od indexu  
    List<E> subList(int from, int to); // podzoznam  
}
```



# Príklad ArrayList (List)

```
import java.util.*;
```

```
public class ArrayListDemo {  
    public static void main(String[] args) {  
        String[] p = {"a","b","c","d"};  
        ArrayList<String> s=new ArrayList<String>(); // vytvor prazdny zoznam  
        for (String a : p) s.add(a);                // nasyp doň prvý poľa p  
        for (Iterator<String> it = s.iterator(); it.hasNext(); )  
            System.out.println(it.next());           // vypíš zoznam, abcd  
        s.set(1,"99"); s.remove(2);                  // prepíš 1. "99", vyhod' 2., a99d  
  
        for (ListIterator<String> it = s.listIterator(s.size()); it.hasPrevious(); )  
            System.out.println(it.previous());        // vypíš zoznam opačne d99a  
  
        HashSet<String> hs = new HashSet<String>();  
        hs.add("A"); hs.add("B");                    // množina [A, B]  
        s.addAll(2,hs);                               // vsunutá množina[a, 99, A, B, d]  
    }  
}
```





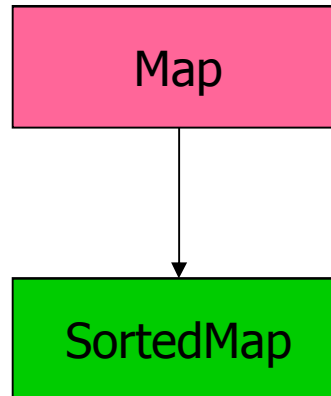
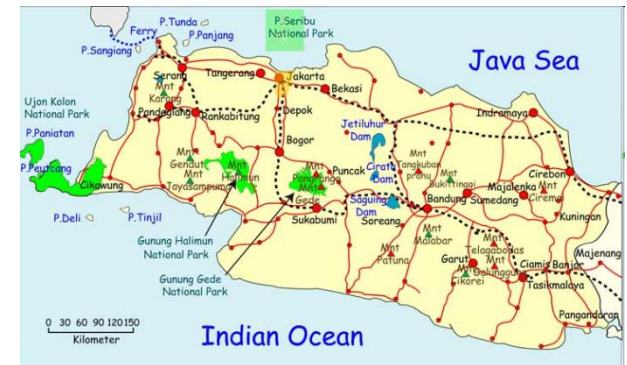
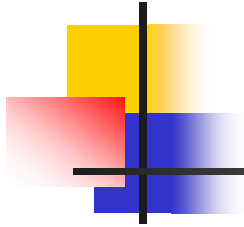
# Príklad LinkedList (List)

java.util.LinkedList;

implementujte zásobník pomocou LinkedList

```
public class LinkedListStack2<E> {  
    private LinkedList<E> lst = new LinkedList<E>();  
  
    void push(E elem) { lst.addFirst(elem); }  
    void pop() { lst.removeFirst(); }  
    E top() { return lst.getFirst(); }  
  
    public String toString() {  
        String s = "";  
        for (E elem : lst) s += elem + ", ";  
        return s;  
    }  
    boolean empty() { return lst.size() == 0; }
```

# Map interface hierarchy





# Interface Map<K,V>

implementácie:

- HashMap
- LinkedHashMap
- EnumMap
- TreeMap

```
public interface Map<K,V> {
```

Zobrazenie:K->V

```
V put(K key, V value);
```

// pridaj dvojicu [key;value] do zobrazenia

// ak už key->value', tak prepíš

```
V get(Object key);
```

// nájdi obraz pre key, ak neexistuje->null

```
V remove(Object key);
```

```
boolean containsKey(Object key); // patrí do definičného oboru
```

```
boolean containsValue(Object value); // patrí do oboru hodnôt
```

```
int size();
```

```
boolean isEmpty();
```

```
....
```

```
// Collection Views
```

```
public Set<K> keySet();
```

// definičný obor

```
public Collection<V> values();
```

// obor hodnôt

```
}
```

# Príklad HashMap (Map)



```
import java.util.HashMap;
```

```
public class HaspMapDemo {  
    public static void main(String[] args) {
```

Zobrazenie:String->Integer

```
        HashMap<String, Integer> m = new HashMap<String, Integer>();  
        for (String a : args) {  
            Integer freq = m.get(a);  
            m.put(a, (freq == null) ? 1 :  
                freq + 1);  
        }  
        System.out.println(m);  
    }  
}
```

```
java HaspMapDemo d o k o l a o k o l o k o l a  
{o=6, d=1, k=3, a=2, l=3}
```

# TreeMap (Map)

```
import java.util.TreeMap;
```

```
public class CountryCapitals {  
    public static final String[][] AFRICA = {  
        {"ALGERIA", "Algiers"},  
        {"ANGOLA", "Luanda"},  
        {"BENIN", "Porto-Novo"},  
        {"BOTSWANA", "Gaberone"},  
        {"BURKINA FASO", "Ouagadougou"},  
    }
```

```
    public static TreeMap<String,String> getTreeMap(String[][] p) {  
        TreeMap<String,String> tmp = new TreeMap();  
        for(int i=0; i<p.length; i++)  
            tmp.put(p[i][0], p[i][1]);  
        return tmp;  
    }  
    public static void main(String[] args) {  
        TreeMap<String,String> europe = getTreeMap(CountryCapitals.EUROPE);  
        TreeMap<String,String> america = getTreeMap(CountryCapitals.AMERICA);
```

```
        System.out.println(europe); // {ALBANIA=Tirana, ANDORRA=Andorra la Vella, ARMENIA=...  
        System.out.println(europe.keySet()); // [ALBANIA, ANDORRA, ARMENIA, AUSTRIA, ...  
        System.out.println(europe.values()); // [Tirana, Andorra la Vella, ...  
        europe.putAll(america);  
        System.out.println(europe); // {ALBANIA=Tirana, ..., ARGENTINA=Buenos Aires,
```



# TreeMap (Map)

(inverzia)

Pre ilustráciu práce so štruktúrou TreeMap vytvoríme inverziu zobrazenia (hl.mesto->štát)

```
TreeMap<String,String> inverseEurope = new TreeMap();

for(Iterator<Map.Entry<String,String>> it = europe.entrySet().iterator();
    it.hasNext(); ) {
    Map.Entry<String,String> item = it.next(); // prechádzam prvky
                                              // pôvodného zobrazenia
    inverseEurope.put(item.getValue(),item.getKey()); // čo bolo kľúč je
                                                       // hodnota a naopak
}
System.out.println(inverseEurope);
{... Belgrade=SERBIA, Berlin=GERMANY, Berne=SWITZERLAND,
    Bratislava=SLOVAKIA,...}
```



# TreeMap (Map)

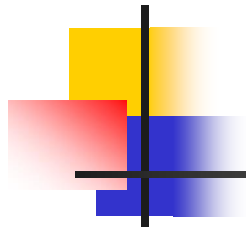
(skladanie zobrazení)

---

// skladanie zobrazení (hl.mesto->štát) x (štát->prezident) = (hl.mesto->prezident)

```
TreeMap<String,String> sefHlavnehoMesta = new TreeMap();
```

```
for(Iterator<Map.Entry<String,String>> it= inverseEurope.entrySet().iterator();  
    it.hasNext();){  
    Map.Entry<String,String> item = it.next(); // prechádzame jedno zobrazenie  
    String president = europePresidents.get(item.getValue()); // hodnotu zobrazíme v  
                                                                // druhom zobrazení  
    if (president != null) // ak v druhom má hodnotu, tak  
        sefHlavnehoMesta.put(item.getKey(),president);  
                                                                // pôvodný kľúč a zobrazení hodnotu  
                                                                // pridáme do zloženého zobrazenia  
}  
System.out.println(sefHlavnehoMesta);  
{Bratislava=Kiska, Moscow=Putin, Prague=Zeman}
```



# Collections.sort

```
public static void main(String[] args) {  
    Zamestanec nameArray[] = {  
        new Zamestanec("Jozef", "Novak"),  
        new Zamestanec("Peter", "Novy"),  
        new Zamestanec("Paul", "Newman"),  
        new Zamestanec("Adam", "Novak")  
    };  
    List<Zamestanec> names = Arrays.asList(nameArray);  
    Collections.sort(names);  
    System.out.println(names);  
}
```

[Paul Newman, Adam Novak, Jozef Novak, Peter Novy]



# Príklad EnumSet (Set)



```
import java.util.EnumSet;
```

Enumerovaný typ alias skalár  
v Jave od verzie 1.5 (5.0)

- **Farba.java:** // sedmové farby  

```
public enum Farba { Gula, Zalud, Srdce, Zelen};
```
- **Farba1.java:**  

```
public enum Farba1 { // volanie konštruktora  
    Gula("gula"), Zalud("zelen"), Srdce("srdce"), Zelen("zelen");  
    private String meno; // lokálna premenná  
    Farba (String s) { meno = s; }  
    public String toString() { return meno; }  
};
```
- **EnumSetDemo.java:**  

```
EnumSet<Farba> es = EnumSet.of(Farba.Gula, Farba.Zelen);  
es.add(Farba.Srdce);  
for(Farba f : es)  
    System.out.println(f);
```

Poradie je dané poradím  
v enum type, t.j.  
gula, srdce, zelen