



12. prednáška (10.12.2018)

Java Collections Framework



*Čo viac si môže
programátor priať pod
stromčekom?*





Spomínate si?

```
Turtle[] noveLopty = new Turtle[this.lopty.length+1];  
for (int i=0; i<this.lopty.length; i++)  
    noveLopty[i] = this.lopty[i];  
noveLopty[noveLopty.length-1] = lopta;  
this.lopty = noveLopty;
```

```
public void vlozNoveDvd(Dvd dvd) {  
    Dvd[] novePole = new Dvd[filmy.length+1];  
    System.arraycopy(filmy, 0, novePole, 0, filmy.length);  
    filmy = novePole;  
    filmy[filmy.length-1] = dvd;  
}
```



Polia v Java (nevýhody?)

- **Dĺžka poľa** (počet políčok/prvkov) je určená **pri** jeho **vytvorení** (cez **new**: **new** `Lopta[5]`)
 - Počet prvkov poľa nemožno zmeniť
- **Finty** na zmenu veľkosti poľa:
 - Vytvoríme nové pole „vhodnej“ veľkosti, vykopírujeme do neho obsah políčok pôvodného poľa a zmeníme referenčnú premennú tak, aby referencovala nové pole
 - Vyrobitíme dostatočne veľké pole (napr. 1000 prvkov) a v nejakej *int* premennej si pamätáme koľko políčok „zlava“ má „platný obsah“ (“platný” počet prvkov)



ArrayList – „dynamické pole“

- Trieda: **java.util.ArrayList<E>**
 - od verzie Java 1.5

“Generická”
trieda

```
ArrayList<String> slova;
```

```
slova = new ArrayList<String> ();
```

Typ políček
ArrayList-u



ArrayList – metódy

- **int size ()** - vráti dĺžku (počet prvkov)
- **E get(int index)** - vráti obsah políčka na zadanom indexe (čísľujeme od 0)
- **void set(int index, E hodnota)** - nastaví obsah políčka na zadanom indexe
- **boolean add(E hodnota)** - na koniec „zoznamu“ pridá zadanú hodnotu (počet prvkov sa zvýši o 1)
- **void clear ()** - vyprázdni zoznam (počet prvkov bude 0)



ArrayList – príklad

```
ArrayList<String> slova;
```

```
slova = new ArrayList<String> ();
```

Pridávame na
koniec zoznamu
(ArrayList-u)

```
slova.add("Dobry"); slova.add("den");
```

```
System.out.println(slova.toString());
```

```
slova.set(1, "vecer");
```

Meníme obsah
uložený na
indexe 1

```
for (int i=0; i<slova.size(); i++)
```

```
    System.out.println(slova.get(i));
```



Pole vs. ArrayList

```
String[] slova;
```

```
ArrayList<String> slova;
```

```
slova = new String[10];
```

```
slova = new ArrayList<String>();
```

```
slova[2] = "Ahoj";
```

```
slova.set(2, "Ahoj");
```

```
String s = slova[1];
```

```
String s = slova.get(1);
```

```
slova.length
```

```
slova.size()
```

ArrayList **má navyše**: add, remove, clear, toString, indexOf, ...

Veľkosť ArrayList-u sa **mení len cez** metódy add a remove!!



ArrayList nie je dokonalý?

```
ArrayList<Turtle> korytnacky =
```

```
    new ArrayList<Turtle>();
```

```
ArrayList<FilmNaDVD> filmy =
```

```
    new ArrayList<FilmNaDVD>();
```

```
ArrayList<int> cisla =
```

```
    new ArrayList<int>();
```

ArrayList<int>
nebude fungovať!

Medzi < > môžeme dať
len triedu, nie
primitívny typ.

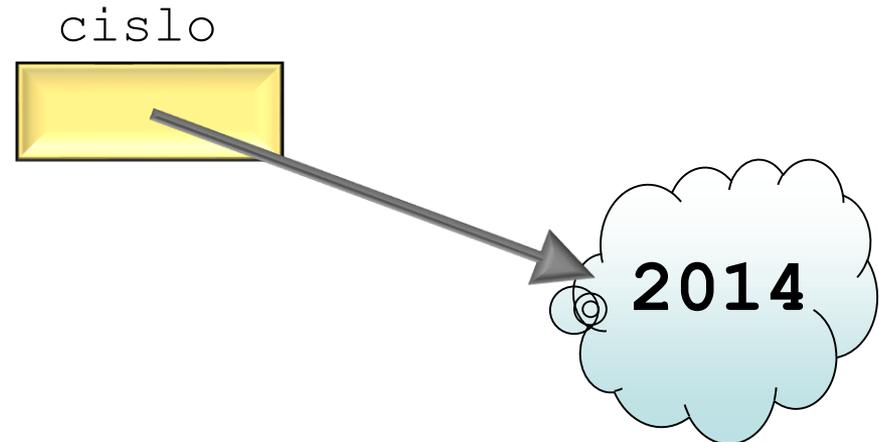
ArrayList uchováva
referencie na objekty
zadanej triedy ...



Zabaľme hodnoty do objektov

- Java ponúka **obaľovacie** (wrapovacie) triedy na zabalenie hodnôt primitívnych typov do objektov:
 - **Integer** - `int`
 - **Long** - `long`
 - **Byte** - `byte`
 - **Short** - `short`
 - **Character** - `char`
 - **Boolean** - `boolean`

```
Integer cislo =  
    new Integer(2014);
```





Balíme a vybalujeme ...

```
Integer cislo1 = new Integer(2014);  
Integer cislo2 = new Integer(2015);
```



Získanie „zabalenej“ hodnoty



```
int c = cislo1.intValue();  
  
if (cislo1.intValue() < cislo2.intValue()) { }  
if (cislo1.equals(cislo2)) { }  
  
Character znak = new Character('a');  
char z = znak.charValue();
```



Autoboxing ("tajné" skratky)

- **Autoboxing** - riešenie pre lenivých ...

```
Integer cislo = new Integer(2014);
```

```
Integer cislo = 2014;
```

Automatické "zabalenie" do objektu triedy Integer

Automatické získanie (rozbalenie) "zabalenej" hodnoty

```
int c = cislo;
```

```
int c = cislo.intValue();
```





ArrayList čísel a autoboxing

```
ArrayList<Integer> cisla =  
    new ArrayList<Integer> ();
```

Skratka pre:
`cisla.add(new Integer(10));`

```
cisla.add(10);
```

```
int prveCislo = cisla.get(0);
```

Skratka pre:
`int prveCislo = cisla.get(0).intValue();`



Algoritmy s ArrayListom

- Vytvorme triedu **Zoznamar**, ktorej objekty budú poskytovať pár užitočných metód na spracovanie zoznamov (*ArrayList*-ov) čísel:

```
int sucet (ArrayList<Integer> zoznam)
```

- spočíta súčet všetkých čísel v zozname
- **null** hodnoty vynecháva (pozor, **políčka** zoznamu **sú referencie** na objekty triedy `Integer` a teda **môžu byť** aj **null**)



ArrayList nie je jediný!

- Okrem triedy `ArrayList<E>` existuje v Jave aj trieda **`LinkedList<E>`**, ktorá robí presne to isté ...
- Načo sú 2 triedy, ktoré robia to isté?
 - Keď dvaja robia to isté, nie je to to isté ...
- **ArrayList-y skrývajú** v sebe **pole**, ktoré sa pri `add` a `remove` metódach zväčšuje/zmenšuje na základe „finty“ s vytvorením nového poľa
 - v skutočnosti je tam o dost' **chytřejšia** implementácia, než sme používali my (s kapacitou)



ArrayList vs. LinkedList

- $O(1)$ = „rýchlo“, $O(n)$ = „pomaly“ (v najhoršom prípade)

	ArrayList<E>	LinkedList<E>
get	$O(1)$	$O(n)$
add na začiatok alebo koniec	$O(n)$	$O(1)$
remove prvého alebo posledného	$O(n)$	$O(1)$
set	$O(1)$	$O(n)$

- Každý z nich je **výhodnejší pre iné** praktické situácie
 - pri častom vkladaní a odoberaní z konca je lepší LinkedList



ArrayList + LinkedList = List

- Obe triedy majú spoločné to, že **reprezentujú nejaký zoznam** objektov a majú príslušné „užitočné“ metódy pre zoznamy
- **Rozhranie List<E>** je „zoznam“ tých metód, ktoré by mal každý slušný „zoznamový“ objekt implementovať
- `ArrayList<E>` a `LinkedList<E>` implementujú rozhranie `List<E>`!
 - Upravme triedu `Zoznamar` ...



Pripomeňme si interface

- Interface = pomenovaný **zoznam hlavičiek** metód
 - hlavička metódy = názov, návratový typ, zoznam typov parametrov

```
public interface Rozhranie { ... }
```

```
public class Trieda implements Rozhranie { ... }
```

Trieda prehlasuje, že bude mať všetky metódy, ktoré sú uvedené v rozhraní.

```
Rozhranie o = ...;
```

Premenná `o` je schopná referencovať objekt ľubovoľnej triedy, ktorá prehlásila, že implementuje interface `Rozhranie`



Rozhranie List<E>

- Predpisuje základné metódy na prácu so zoznamami:
 - *add, remove, get, set, clear, size, isEmpty*
- Metódy na prácu s väčším počtom prvkov:
 - *addAll, removeAll*
 - *subList* - vráti zoznam reprezentujúci podzoznam prvkov
 - *toArray* - na základe zoznamu vyrobí klasické Java pole a naplní ho podľa zoznamu
- <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/util/List.html>



Rozhrania v praxi

```
public int sucet (ArrayList<Integer> zoznam)
```

Kde sa len dá, používame namiesto triedy (implementácie) rozhranie.

```
public int sucet (List<Integer> zoznam)
```





Množina (Set<E>)

- **Množina** je skupina objektov
 - žiadne poradie
 - každý prvok sa tam nachádza len raz
- Rozhranie: **Set<E>**
- Implementácie:
 - triedy implementujúce rozhranie Set<E>
 - **HashSet<E>**, TreeSet<E>, LinkedHashSet<E>
 - každá z tried robí rôzne veci rôzne efektívne



Metódy rozhrania `Set<E>`

- `int size()` - vráti počet prvkov množiny
- `boolean contains(E o)` - vráti, či objekt `o` je v množine
- `boolean add(E o)` - pridá do množiny objekt `o`
- `boolean remove(E o)` - odstráni z množiny objekt `o`
- `void clear()` - vyprázdni množinu

- `boolean` návratová hodnota hovorí, či operácia spôsobila zmenu obsahu množiny
 - Ak do množiny `{1, 2, 3}` pridáme číslo 2, množina sa nezmení ...
 - Ak z množiny `{1, 2, 3}` odoberieme číslo 5, množina sa nezmení



Množinové záhady?

- Vypíše sa **true** alebo **false**? Prečo?

```
Set<Integer> cisla = new HashSet<Integer>();
cisla.add(new Integer(2014));
```

2 rôzne objekty s rovnakým obsahom

```
System.out.println(cisla.contains(new Integer(2014)));
```

- Ako overiť, či všetky prvky v množine majú nejakú vlastnosť? Ako sa k nim dostať?
 - máme `size()`, ale nemáme `get(int index)` ako pri zoznamoch `List<E>`



Záhada č. 1: Zhodnosť objektov

- Aj **rôzne objekty**, môžu reprezentovať (uchovávať) **rovnaký obsah**:
 - Príklady: `String`, `Integer`, `Double`, ...

```
String retazec1 = new String("Ahoj");  
String retazec2 = new String("Ahoj");  
retazec1.equals(retazec2);
```



Na zistenie toho, či obsah objektov je rovnaký sa používa metóda `equals` ...



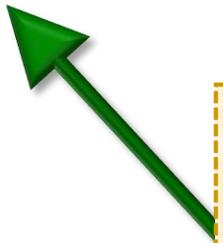
Rodokmeň metódy equals (1)

- Metóda `equals` je definovaná v triede `Object`
 - Dôsledok: Každý Java objekt má metódu `equals`
- `equals` overuje, či iný objekt má rovnaký obsah ako objekt, nad ktorým túto metódu voláme

```
String retazec1 = new String("Ahoj");
```

```
Turtle k = new Turtle();
```

```
if (retazec1.equals(k)) { ... }
```



Reprezentujú objekty referencované z `retazec1` a `k` ten istý obsah?
Určite nie.



Rodokmeň metódy equals (2)

- Ako je implementovaný equals v Object-e?

```
public boolean equals (Object o) {  
    return this == o;  
}
```



Test: Ten istý objekt?

- Niektoré **triedy prekryli metódu** equals („preprogramovali“ správanie), tak aby fungovala zmysluplnejšie (napr. String, Integer, ...)
 - Zvykneme si: **objekty** testujeme **na rovnosť** cez metódu equals (spoločnime sa na tvorcu triedy)



Testujeme metódu equals

- Vytvorme triedu `Bod`, ktorá bude uchovávať x-ovú a y-ovú súradnicu nejakého bodu:
 - to, aké súradnice má bod reprezentovaný objektom, je určené pri volaní konštruktora (žiadne `setX` a `setY`)
 - náš `Bod` bude podobný `String`-u: po vytvorení objektu jeho obsah nemožno zmeniť
- Preprogramujme metódu `equals` ...
 - dva body sú rovnaké, keď reprezentujú bod s tými istými súradnicami



Equals pre Bod

```

public boolean equals(Object obj) {
    if (obj == null)
        return false;

    if (obj == this)
        return true;

    if (!(obj instanceof Bod))
        return false;

    Bod objBod = (Bod) obj;
    return (objBod.x == this.x) &&
        (objBod.y == this.y);
}

```

Ja nie som rovnaký ako **null**!

Som rovnaký ako ja sám!

Môžem sa porovnávať iba s iným Bod-om!
(upozornenie: vzhľadom na dedičnosť nie je tento test úplne v poriadku)

Pretypujem referenciu...

Porovnávam sa s objBod (resp. s obj) po „zložkách“



Equals len v tandeme ...

- Aj keď sme prekryli `equals` pre triedu `Bod`, práca s množinou a bodmi nefunguje ...
- Dôvod: `equals` funguje **v tandeme s** metódou `hashCode`
 - metóda `hashCode` definovaná v triede `Object`
- Vždy musí platiť (implikácia):
Ak majú dva objekty rovnaký obsah (`equals` vráti **true**), **potom volania metódy `hashCode` vrátia rovnakú hodnotu.**



Čo s hashCode?

```
public int hashCode () {  
    return 0;  
}
```

Splníme podmienku z predchádzajúceho slajdu.
Pozor: takto sa to v praxi nerobí!!!

- Pamätajte:

Ak `o1.equals(o2)`,

potom `o1.hashCode() == o2.hashCode()`

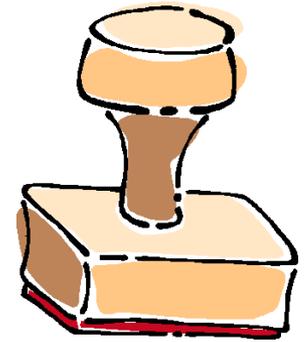
- `Set<Bod>` už konečne beží ...

- O vygenerovanie metód `equals` a `hashCode` radšej požiadajte Eclipse



Čo je to hashCode?

- hashCode je funkcia, ktorá vráti **odtlačok obsahu** objektu
 - rovnaký obsah znamená rovnaký hashCode (odtlačok)
- Prečo je hashCode **užitočný**?
 - porovnanie cez `equals` môže byť výpočtovo náročné
 - ak si pamätám hashCode obsahu, viem dať veľmi často rýchlu zápornú odpoveď bez vykonania `equals`
 - Ak sú hashCode-y rôzne, tak objekty sú rôzne ...
 - hashCode pre `String` (“naivný“, nie reálny):
 - súčet kódov znakov modulo 1000





Záhada č. 2: Prvky množiny ...

- Ako zistiť, že všetky prvky množiny majú nejakú vlastnosť, keď k nim **nemáme prístup**?
- Riešenie:
 - **for-each cyklus**
 - **iterátory**
- Poznámka: riešenia fungujú pre všetky triedy implementujúce rozhranie `Iterable<E>`
 - `Iterable<E>` je zdedené v rozhraniach `Set<E>`, `List<E>`, ...



Iterátor

```
Iterator<Bod> it = body.iterator();
```

```
while (it.hasNext()) {  
    Bod b = it.next();  
    System.out.println(b);  
}
```

Povieme množine,
aby vytvorila iterátor
Bod-ov

Pracujeme podobne
ako so Scanner-om

- Cez metódu `remove` iterátora vieme bezpečne odstrániť prvok naposledy vrátený cez `next` z tej kolekcie (množina, zoznam, ...), ktorú práve iterujeme.



For-each cyklus

Premenná, do ktorej postupne ukladáme prechádzané prvky

Cez prvky čoho prechádzame

```
for (Bod b: body)
```

```
    System.out.println(b);
```

- For-each cyklus funguje aj pre polia ...



Iterácia – prechod prvkami

- **Kolekcia** - spoločné pomenovanie pre niečo, čo obsahuje nejako nejaké prvky (množina, zoznam, atď.)
- Počas iterácie prvkami kolekcie **nikdy nemodifikujeme** (nepridávame, neodoberáme, nemeníme) iterovanú **kolekciu!!!** (inak je zle)
 - Povolené je len volanie metódy `remove` iterátora
- Finta:
 - Prvky, ktoré chceme odstrániť, uložíme „bokom“ do novej kolekcie (napr. množina) a po skončení iterácie ich (po jednom alebo naraz) odstránime.



Ukážka bezpečného odstránenia

```
public void odstranParne (Set<Integer> cisla) {  
    Set<Integer> naOdstranenie =  
        new HashSet<Integer>();  
  
    for (Integer cislo: cisla)  
        if (cislo % 2 == 0)  
            naOdstranenie.add(cislo);  
  
    for (Integer cislo: naOdstranenie)  
        cisla.remove(cislo);  
}
```

Vyberieme tie čísla,
ktoré chceme odstrániť

Alternatíva:

```
cisla.removeAll(naOdstranenie);
```



Implementácie $\text{Set}\langle E \rangle$

● $\text{HashSet}\langle E \rangle$

- najčastejšia voľba, založená na tzv. hašovaní
- prvky sa iterujú v bližšie neurčenom poradí



● $\text{TreeSet}\langle E \rangle$

- uchováva prvky množiny usporiadané
 - trieda E musí implementovať rozhranie $\text{Comparable}\langle E \rangle$
alebo
 - musí byť zadaný $\text{Comparator}\langle E \rangle$, ktorý vie porovnávať prvky
- prvky sa iterujú v poradí od najmenšieho

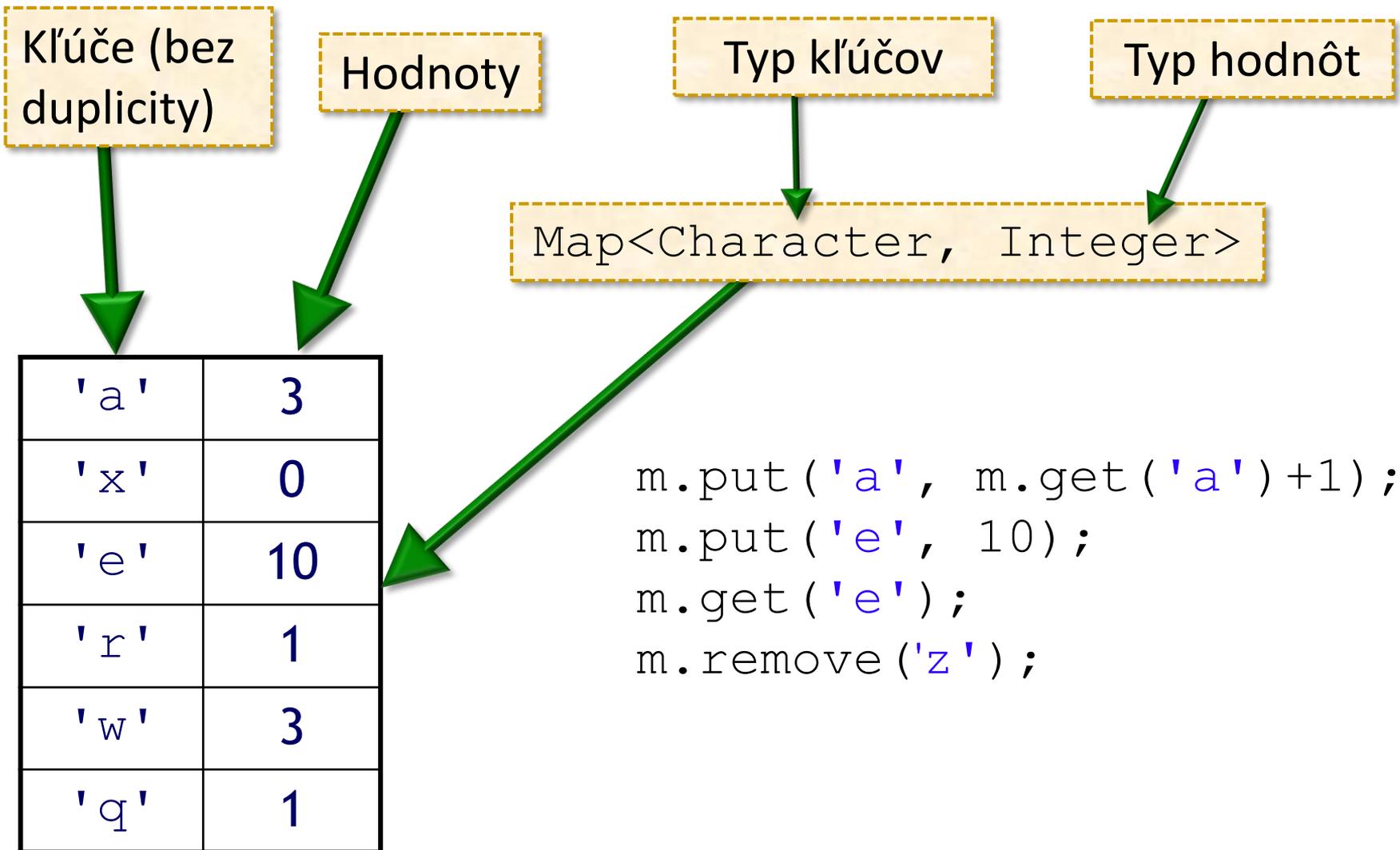


Map<K, V>

- **Mapa** je mapovaním **klúčov** typu K na **hodnoty** typu V
 - Každý klúč môže mať nanejvýš jednu hodnotu
 - Žiadna duplicita klúčov
- **Metafory:**
 - Zobrazenie z množiny klúčov do množiny hodnôt
 - **Asociatívne pole:** hodnoty políček nie sú prístupné cez indexy, ale cez klúče ľubovoľného typu
 - Množina párov: **<Klúč, Hodnota>**
 - **Tabuľka s 2 stĺpcami**
 - Frekvenčná tabuľka slov je `Map<String, Integer>`



Map ako tabuľka





Metódy rozhrania `Map<K, V>`

- `int size()` - vráti počet kľúčov (párov)
- `V put(K key, V value)` - nastaví novú hodnotu mapovanú ku kľúču `key` a vráti predchádzajúcu hodnotu
- `V get(K key)` - vráti hodnotu mapovanú k danému kľúču
- `V remove(K key)` - odstráni hodnotu kľúča a aj kľúč samotný z `Map`-u, vráti pôvodne uloženú hodnotu
- `void clear()` - vyprázdni `Map`



Metódy rozhrania `Map<K, V>`

- **`boolean containsKey (K key)`** - vráti či `Map` obsahuje zadaný kľúč
- **`boolean containsValue (V value)`** - vráti či `Map` obsahuje zadanú hodnotu pri nejakom kľúči
- **`Set<K> keySet ()`** - vráti množinu kľúčov, ktoré majú v `Map`-e definovanú hodnotu
- **`Set<Map.Entry<K, V>> entrySet ()`** - vráti množinu položiek (párov) uložených v `Map`-e
 - vrátené `Set`-y sú prepojené s `Map`-om (napr. odstránenie prvku z množiny kľúčov vymaže záznam v `Map`-e)



Map v praxi

```
Map<String, Integer> m = new HashMap<String, Integer>();  
m.put("ahoj", 1);  
m.put("ahoj", m.get("ahoj") + 1);  
m.put("java", 1000);  
  
for (String kluc: m.keySet())  
    System.out.println(kluc + ": " + m.get(kluc));  
m.remove("java");  
  
// pre pokročilých  
for (Entry<String, Integer> par: m.entrySet())  
    par.setValue(par.getValue() + 1);
```



Implementácie `Map<K, V>`

● `HashMap<K, V>`

- interne využíva `HashSet` na uloženie kľúčov
- najčastejšia voľba



● `TreeMap<K, V>`

- interne využíva `TreeSet`
- kľúče sú vždy usporiadané (`K` musí implementovať `Comparable` alebo sa musí definovať `Comparator<K>`)

● `LinkedHashMap<K, V>`

- interne využíva `LinkedHashSet`
- kľúče sú v poradí vloženia do `Map-u`



Java Collections Framework

- Má 3 základné zložky:
 - **rozhrania** (`List`, `Set`, `Map`, ...)
 - **implementácie** rozhraní (`ArrayList`, `HashSet`, `LinkedHashSet`, ...)
 - **algoritmy** (dostupné cez `Collections`.)

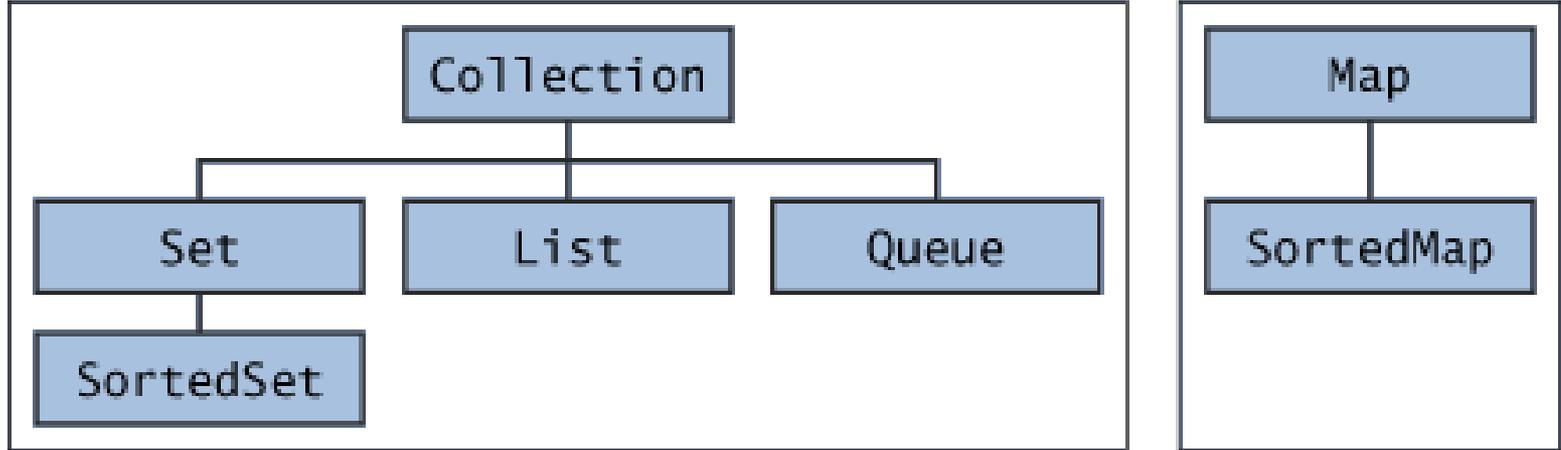
rozhrania

implementácie

algoritmy



Rozhrania JCF



- **Collection<E>**

- najvšeobecnejšia skupina (kolekcia) prvkov typu E
- rozširujú ju rozhrania `Set<E>`, `List<E>` a `Queue<E>`

- **SortedSet/SortedMap** - usporiadané prvky/klúče



Prehľad rozhraní a ich implementácií

Rozhrania	Implementácie (triedy)				
	Hašovacia tabuľka	Pole	Strom	Spájaný zoznam	Hašovacia tabuľka + spájaný zoznam
Set	HashSet		TreeSet		LinkedHashSet
List		ArrayList		LinkedList	
Map	HashMap		TreeMap		LinkedHashMap



Algoritmy

- Tak ako matematické veci sú v Math (Math.abs, Math.min, Math.sin, ...), algoritmy pre kolekcie sú v **Collections** a pre polia v **Arrays**.

- Príklady:

```
List<Integer> cisla = ...;
Collections.sort(cisla);
Collections.reverse(cisla);
int minimum = Collections.min(cisla);
int pocetVyskytov2 =
    Collections.frequency(cisla, 2);
```



Take-home message ...

- Skoro **všetko**, čo bežný programátor potrebuje, je **už** v Jave (chytro) **naprogramované**
- Princípy fungovania JCF a jeho ponuku
 - pamätajte na `equals`, `hashCode` a autoboxing
- Detaily jednotlivých rozhraní, metód, tried a algoritmov si netreba pamätať (ale treba mať prehľad), **všetko je v dokumentácii** ku API
 - <http://java.sun.com/javase/6/docs/api/java/util/package-summary.html>
 - <http://java.sun.com/docs/books/tutorial/collections/index.html>



ak nie sú otázky...

Ďakujem za pozornosť !

