

Seznam, množina, iterátory

```
<link rel="stylesheet" href="http://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-awesome/3.1.0/css/font-awesome.min.css">
```

Potomci `Collection`

Podívejme se na potomky třídy `Collection`, konkrétně:

- rozhraní `List`, implementace:
 - `ArrayList`
 - `LinkedList`
- rozhraní `Set`, implementace:
 - `HashSet`

Seznam, `List`

- něco jako dynamické pole
- každý uložený prvek má svou pozici — **číselný index**
- index je celočíselný, nezáporný, typu `int`
- možnost procházení seznamu dopředně i zpětně
- lze pracovat i s *podseznamy*:

```
List<E> subList(int fromIndex, int toIndex)
```

Implementace seznamu — `ArrayList`

- nejpoužívanější implementace seznamu
- využívá **pole** pro uchování prvků
- při zvětšování/zmenšování se vytváří nové pole a prvky se musejí přesouvat ([gif](#))
- rychlý přístup k prvkům dle indexu
- pomalé operace přidávání a odebrání prvků blíže k začátku seznamu (pole, v němž je seznam, se musí realokovat)



Javadoc třídy `ArrayList`

Implementace seznamu — `LinkedList`

- druhá nepoužívanější implementace seznamu
- využívá **zřetězený seznam** pro uchování prvků
- pomalejší operace přístupu k prvkům dle indexu "uvnitř" seznamu
- rychlejší operace přidávání a odebrání prvků na začátku a na konci, resp. blízko nich

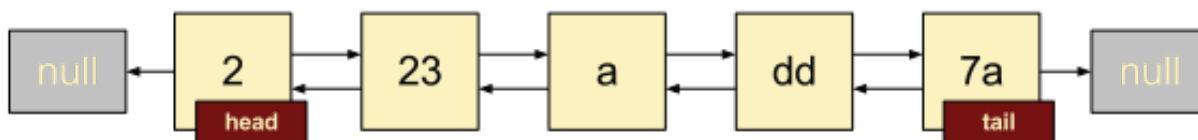


Javadoc třídy `LinkedList`

ArrayList vs. LinkedList

Array vs. Linked List

Linked List



Array



Kontejnery ukládají pouze jeden typ, v tomto případě `String`.

Výkonnostní porovnání seznamů

- Operace nad `ArrayList` vs `LinkedList`

<code>add 100000 elements</code>	12 ms	8 ms
<code>remove all elements from last to first</code>	5 ms	9 ms
<code>add 100000 elements at 0th position</code>	**1025 ms**	18 ms
<code>remove all elements from 0th position</code>	**1014 ms**	10 ms
<code>add 100000 elements at random position</code>	483 ms	**34504 ms**
<code>remove all elements from random position</code>	462 ms	**36867 ms**

Konstruktory seznamů

- `ArrayList()`
 - vytvoří prázdný seznam (s kapacitou 10 prvků)
- `ArrayList(int initialCapacity)`
 - vytvoří prázdný seznam s danou kapacitou
- `ArrayList(Collection<? extends E> c)`
 - vytvoří seznam a naplní ho prvky kolekce `c`



Kapacita reprezentuje interní kapacitu, **neznamená** to počet `null` prvků v nové kolekci!

Vytváření kolekcí

Statické "factory" metody:

- `List.of(elem1, elem2, ...)`
 - vytvoří seznam a naplní ho danými prvky
 - vrátí **nemodifikovatelnou** kolekci
- analogicky `Set.of`, `Map.of`
- jestli chceme kolekci modifikovatelnou, musíme vytvořit novou:

```
List<String> modifiableList = new ArrayList<>(List.of("Y", "N"));
```

Na zamyšlení

- Jak udělám se seznamu typu `List` kolekci `Collection`?

```
// change the type, it is its superclass  
Collection<Long> collection = list;
```

- Jak udělám z kolekce `Collection` seznam `List` ?

```
// create new list  
List<Long> l = new ArrayList<>(collection);
```

Metody rozhraní `List` I

Rozhraní `List` dědí od `Collection`.

Kromě metod v `Collection` obsahuje další metody:

- `E get(int index)`
 - vrátí prvek na daném indexu
 - `IndexOutOfBoundsException` je-li mimo rozsah
- `E set(int index, E element)`
 - nahradí prvek s indexem `index` prvkem `element`
 - vrátí předešlý prvek

Metody rozhraní `List` II

- `void add(int index, E element)`
 - přidá prvek na daný index (prvky za ním posune)
- `E remove(int index)`
 - odstraní prvek na daném indexu (prvky za ním posune)
 - vrátí odstraněný prvek
- `int indexOf(Object o)`
 - vrátí index **prvního** výskytu `o`
 - jestli kolekce prvek neobsahuje, vrátí -1
- `int lastIndexOf(Object o)` pro index **posledního** výskytu

Příklad použití seznamu

```
List<String> list = new ArrayList<>();
list.add("A");
list.add("C");
list.add(1, "B");
// ["A", "B", "C"]

list.get(2); // "C"
list.set(1, "D"); // "B"
list.indexOf("D"); // 1
```

Množina, `Set`

- odpovídá matematické představě množiny
- prvek lze do množiny vložit nejvýš *jedenkrát*
- při porovnávání rozhoduje rovnost **podle výsledku volání `equals`**
- umožňuje rychlé dotazování na přítomnost prvku

- provádí rychle atomické operace (se složitostí $O(1)$, $O(\log(n))$):
 - vkládání prvku — `add`
 - odebrání prvku — `remove`
 - dotaz na přítomnost prvku — `contains`



Množiny jsou primárně bez pořadí, bez uspořádání, existuje však i množina s uspořádáním.

Equals & hashCode — opakování

Equals

zjistí, jestli jsou objekty logicky stejné (porovnání atributů).

HashCode

vrací pro logicky stejné objekty stejné číslo, **haš**.

Hash

je *falešné ID* — pro různé objekty může `hashCode` vracet stejný haš.

Implementace množiny — HashSet

- Ukládá objekty do hašovací tabulky podle haše
- Ideálně konstantní operace (tj. sub-logaritická složitost)
- Když má více prvků stejný haš, existuje více způsobů řešení
- Pro (ne úplně ideální) `hashCode` $x + y$ vypadá tabulka následovně:

haš	objekt
0	[0,0]
1	[1,0]
2	
3	[2,1]



[Javadoc třídy HashSet](#)

HashSet pod lupou

- `boolean contains(Object o)`
 - vypočte haš tázaného prvku `o`
 - v tabulce najde objekt uložený pod stejným hašem
 - objekt porovná s `o` pomocí `equals`

- Co když mají všechny objekty stejný haš?
 - Množinové operace budou velmi, velmi pomalé.
- Co když porušíme *kontrakt* metody `hashCode` (pro stejné objekty vrátí **různá** čísla)?
 - Množina přestane fungovat jako množina, bude obsahovat duplicity!



Další implmentací množiny je `LinkedHashSet` = Hash Table + Linked List

Další lineární struktury

zásobník

třída `Stack`, struktura LIFO

fronta

třída `Queue`, struktura FIFO

- fronta může být také *prioritní* — `PriorityQueue`

oboustranná fronta

třída `Deque` (čteme "deck")

- slučuje vlastnosti zásobníku a fronty
- nabízí operace příslušné oběma typům

Starší typy kontejnerů

- Existují tyto starší typy kontejnerů (za → uvádíme náhradu):
 - `Hashtable` → `HashMap`, `HashSet` (podle účelu)
 - `Vector` → `List`
 - `Stack` → `List` nebo lépe `Queue` či `Deque`

Kontejnery a primitivní typy

- Kontejnery ukládají pouze odkazy na objekty, **neukládají primitivní typy**.
- Proto používáme jejich objektové protějšky — `Integer`, `Char`, `Boolean`, `Double`...
- Java automaticky dělá tzv. **autoboxing** — konverzi primitivního typu na objekt
- Pro zpětnou konverzi se analogicky dělá tzv. **unboxing**

```
List<Integer> list = new ArrayList<>();
list.add(new Integer(1));
list.add(1); // autoboxing
int primitiveType = list.get(0); // unboxing
```

Procházení kolekcí

Základní typy:

for-each cyklus

- jednoduché, intuitivní
- nepoužitelné pro modifikace samotné kolekce

iterátory

- náročnější, užitečnější
- modifikace povolena

lambda výrazy s `forEach`

- strašidelné

For-each cyklus I

- Je rozšířenou syntaxí cyklu `for`.
- Umožňuje procházení kolekcí i **polí**.

```
List<Integer> numbers = List.of(1, 1, 2, 3, 5);
for(Integer i: list) {
    System.out.println(i);
}
```

For-each cyklus II

- For-each neumožňuje modifikace kolekce.
- Jestli kolekci změním, nemůžeme pokračovat v iterování—dojde k vyhození `ConcurrentModificationException`.
- Odstranění prvku a vyskočení z cyklu však funguje:

```
Set<String> set = Set.of("Donald Trump", "Barrack Obama");
for(String s: set) {
    if (s.equals("Donald Trump")) {
        set.remove(s);
        break;
    }
}
```

Iterátory

- Sekvenční procházení prvků kolekce v *neurčeném pořadí* nebo *uspořádání* (u uspořádaných kolekcí)
- Každý iterátor musí implementovat velmi jednoduché rozhraní `Iterator<E>`
- Běžné použití pomocí `while`:

```
Set<Integer> set = Set.of(1, 2, 3);
Iterator<Integer> iterator = set.iterator();
while(iterator.hasNext()) {
    Integer element = iterator.next();
    ...
}
```

Metody iterátorů

- `E next()`
 - vrátí následující prvek
 - `NoSuchElementException` jestli iterace nemá žádné zbývající prvky
- `boolean hasNext()`
 - `true` jestli iterace obsahuje nějaký prvek
- `void remove()`
 - odstraní prvek z kolekce
 - maximálně jednou mezi jednotlivými voláními `next()`

Iterátor — příklad

Pro procházení iterátoru se dá použít i `for` cyklus:

```
Set<String> set = Set.of("Donald Trump", "Barrack Obama", "Hillary Clinton");

for (Iterator<String> iter = set.iterator(); iter.hasNext();) {
    String element = iter.next();
    if (!element.equals("Barrack Obama")) iter.remove();
}
```



Roli iterátoru plnil dříve výčet (`Enumeration`) — nepoužívat.

Repl.it demo k iterátorům (a komparátorům z příští přednášky)

- <https://repl.it/@tpitner/PB162-Java-Lecture-08-iterators-and-comparator>

Kontejnery kontejnerů

- Kromě kontejnerů obsahujících již koncové hodnoty, jsou často používány i kontejnery obsahující další kontejnery:
- Například `List<Set<Integer>>` bude obsahovat seznam množin celých čísel, tedy třeba `[[1, 4, -2], {0}, {-1, 3}]`.
- Nebo mapa, která studentům přiřazuje seznam známek `Map<Student, List<Integer>>`.

Repl.it demo ke kontejnerům kontejnerů

- <https://repl.it/@tpitner/PB162-Java-Lecture-08-map-of-lists>