Seminář Java

Kontejnery

Radek Kočí

Fakulta informačních technologií VUT

Březen 2012

Téma přednášky

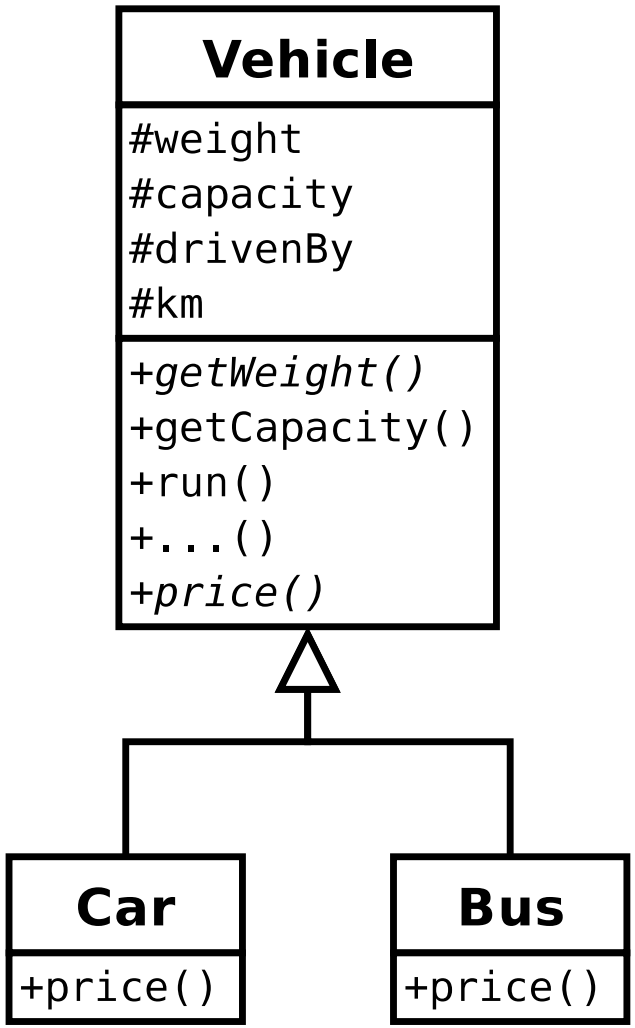
- Kontejnery
- For-each loop
- Autoboxing

Příklad

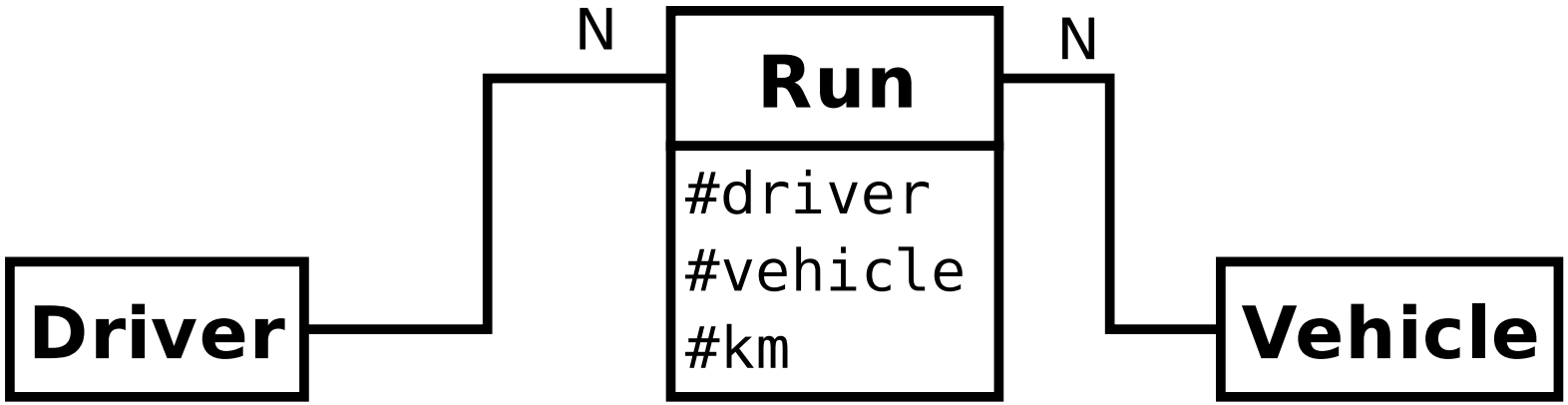
```
public class Car {
    ...
    public int run(int km) { ... }
}

public class Driver {
    protected String name;
    protected Car driverCar;
    public void driveCar(Car c) {
        driveCar = c;
        driveCar.drivenBy(this);
    }
}
```

Příklad


Vehicle
#weight
#capacity
#drivenBy
#km
+getWeight()
+getCapacity()
+run()
+...()
+price()
Car
+price()
Bus
+price()

Příklad



Kontejnery

Kontejnery (containers) v Javě

- slouží k ukládání objektů (ne hodnot primitivních typů!)
- verze $<$ 5.0
  - kontejnery jsou koncipovány jako beztypové
- verze $=>$ 5.0
  - kontejnery nesou typovou informaci o prvcích

Většinou se používají kontejnery hotové, vestavěné (součást Java Core API):

- vestavěné kontejnerové třídy jsou definovány v balíku `java.util`
- je možné vytvořit si vlastní implementace, obvykle ale zachovávající/implementující ”standardní” rozhraní

Kontejnery

K čemu slouží?

- jsou dynamickými alternativami k poli a mají daleko širší použití
- k uchování proměnného počtu objektů
- počet prvků se v průběhu existence kontejneru může měnit
- oproti polím nabízejí časově efektivnější algoritmy přístupu k prvkům

Kontejnery

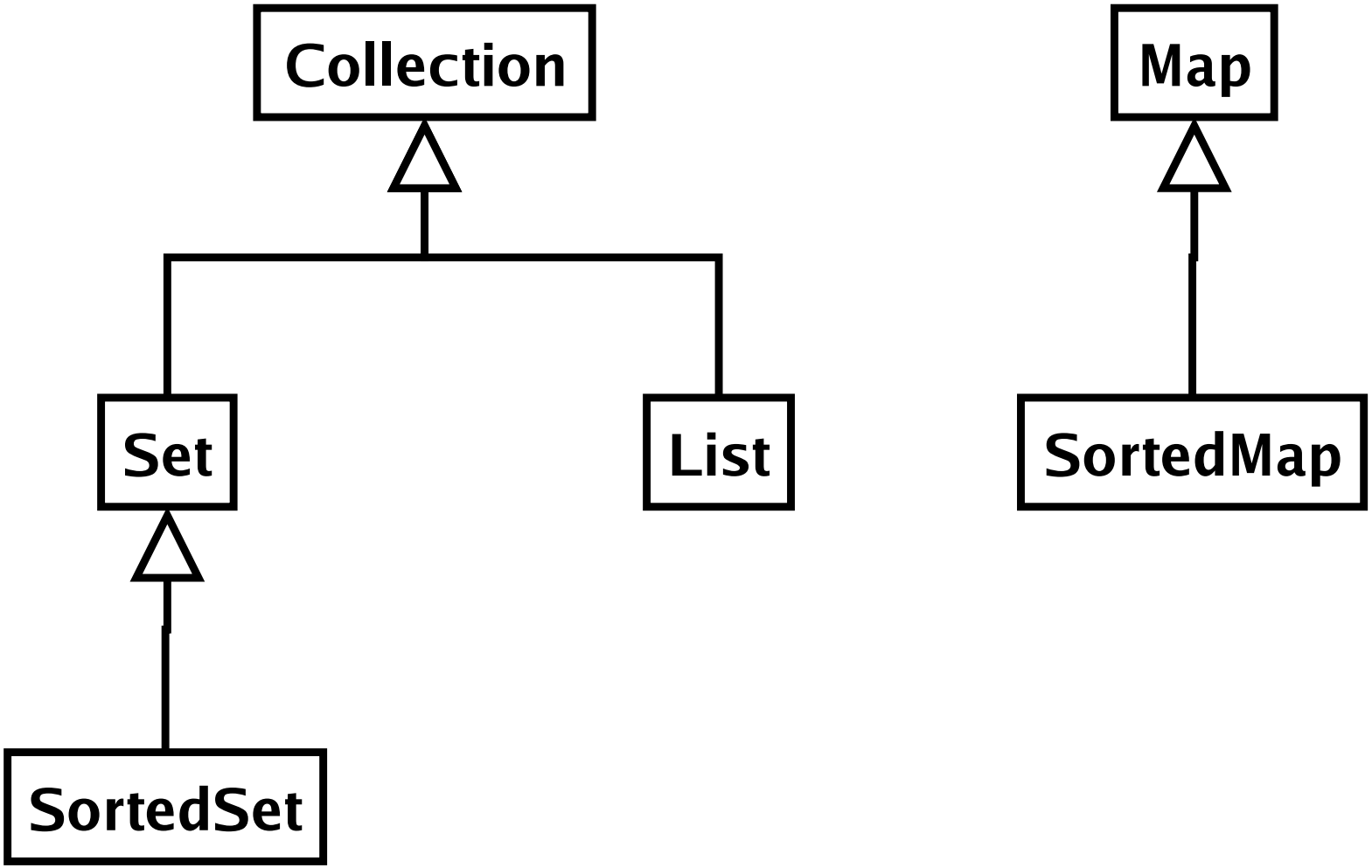
Základní kategorie kontejnerů

- seznam (`List`) – lineární struktura
- množina (`Set`) – struktura bez uspořádání, rychlé dotazování na přítomnost prvku
- asociativní pole, mapa (`Map`) – struktura uchovávající dvojice `klíč→hodnota`, rychlý přístup přes klíč

Kontejnery – rozhraní, nepovinné metody

- Funkcionalita vestavěných kontejnerů je obvykle předepsána výhradně rozhraním, které implementují.
- Rozhraní však připouštějí, že některé metody jsou nepovinné, třídy jej nemusí implementovat (*optional operations*)!
- V praxi se totiž někdy nehodí implementovat jak čtecí, tak i zápisové operace – některé kontejnery jsou ”read-only”

Kontejnery – rozhraní



Kontejnery – implementace rozhraní

	hash table	*resizable array*	*balanced tree*	*linked list*
`Set`	`HashSet`		`TreeSet`	
`List`		`ArrayList`		`LinkedList`
`Map`	`HashMap`		`TreeMap`	
			—	
			`SortedSet`	
			`SortedMap`	

Uvedené kontejnery

- implementují všechny *optional* operace
- povolují `null` elementy (klíče, hodnoty)
- jsou nesynchronizované

Kontejnery – souběžný přístup, výjimky

- Moderní kontejnery jsou nesynchronizované, nepřipouštějí souběžný přístup z více vláken.
- Standardní, nesynchronizovaný, kontejner lze však ”zabalit” synchronizovanou obálkou.
- Při práci s kontejnery může vzniknout řada výjimek, např. `IllegalStateException` apod.
- Většina má charakter výjimek běhových, není povinností je odchytávat – pokud věříme, že nevzniknou.

Kolekce

- jsou kontejnery implementující rozhraní `Collection` (viz *API doc k rozhr. Collection*)
- Rozhraní kolekce popisuje velmi obecný kontejner, disponující operacemi: přidávání, rušení prvku, získání iterátoru, zjišťování prázdnosti atd.
- Mezi kolekce patří mimo `Map` všechny ostatní vestavěné kontejnery – `List`, `Set`
- Prvky kolekce nemusí mít svou pozici danou indexem – viz např. `Set`

Kontejnery – Java 1.4.2

```
public interface List extends Collection {
   ...
   public boolean add(Object o);
   public Object get(int index);
}
```

- při vybírání elementu z kolekce musíme *přetypovat*
- není hlídáno kompilátorem
- pouze dynamická typová kontrola
- $\Rightarrow$ šance na vygenerování run-time výjimky

Generics (vlastnost Java 5.0)

```
public interface List<E> extends Collection<E>
{
    ...
    public boolean add(E o);
    public E get(int index);
}
```

- umožňuje komunikaci s kompilátorem
- statická kontrola typů při manipulaci s kontejnery
- bez přetypování!

Iterátory

Iterátory jsou prostředkem, jak ”chodit” po prvcích kolekce buďto

- v neurčeném pořadí nebo
- v uspořádání (u uspořádaných kolekcí)

Každý iterátor musí implementovat velmi jednoduché rozhraní `Iterator` se třemi metodami:

- `boolean hasNext()`
- `Object next()` (resp. `E next()`)
- `void remove()`

Seznamy

Seznamy

- lineární struktury
- implementují rozhraní `List`
- prvky lze adresovat indexem (typu `int`)
- poskytují možnost získat dopředný i zpětný iterátor
- lze pracovat i s podseznamy

Standardní implementace

- `ArrayList`
- `LinkedList`

Seznamy – Příklad

```
public class Run {
    protected Driver driver;
    protected Car car;
    protected int km;
    ...
}

public class Car {
    protected List runs = new ArrayList();
    ...
    public int run(Driver d, int km) {
        runs.add(new Run(d, this, km));
    }
}
```

Seznamy – Příklad

```
public class Car {
    protected List runs = new ArrayList();
    ...
    public int run(Driver d, int km) {
        runs.add(new Run(d, this, km));
    }
    public iterate() {
        for (Iterator i = seznam.iterator();
                                    i.hasNext(); )
        {
            Run r = (Run)i.next();
            r.getDriver();
            ...
        }
    }
}
```

Seznamy – příklad (Generics 5.0)

Při překladu předchozího kódu:

```
Note:  ListDemo2.java uses unchecked or unsafe
operations.
Note:  Recompile with -Xlint:unchecked for
details.
```

```
javac -Xlint:unchecked ListDemo2.java

ListDemo2.java:9:  warning:  [unchecked]
unchecked call
      to add(E) as a member of the raw type
java.util.List
   seznam.add(new Run(d, this, km));
...
```

Seznamy – Příklad (Generics 5.0)

```
public class Car {
    protected List<Run> runs = new ArrayList<Run>();
    ...
    public int run(Driver d, int km) {
        runs.add(new Run(d, this, km));
    }
    public iterate() {
        for (Iterator<Run> i = seznam.iterator();
                                    i.hasNext(); )
        {
            Run r = i.next();
            r.getDriver();
            ...
        }
    }
}
```

Seznamy – Příklad (Generics 5.0)

```
public class Car {
  protected List<Run> runs = new ArrayList<Run>();
  ...
  public int run(Driver d, int km) {
    runs.add(new Run(d, this, km));
  }
  public iterate() {
    ListIterator<Run> it = seznam.listIterator(1);
    Run r;
    r = it.previous();
    r = it.next();
    ...
  }
}
```

The For-Each Loop (Java 5.0)

```
void cancelAll(Collection<TimerTask> c)
{
    for (Iterator<TimerTask> i = c.iterator();
                                 i.hasNext(); )
    {
        TimerTask t = i.next();
        t.cancel();
    }
}
```

```
    for (TimerTask t : c )
    {
        t.cancel();
    }
```

The For-Each Loop (Java 5.0)

```
List suits, ranks = ...;
List sortedDeck = new ArrayList();

// BROKEN - throws NoSuchElementException!

for (Iterator i = suits.iterator(); i.hasNext(); )
  for (Iterator j = ranks.iterator(); j.hasNext();
    sortedDeck.add(new Card(i.next(), j.next()));
```

```
// Fixed, though a bit ugly
for (Iterator i = suits.iterator(); i.hasNext(); )
{
  Suit suit = (Suit) i.next();

  for (Iterator j = ranks.iterator(); j.hasNext();
    sortedDeck.add(new Card(suit, j.next()));
}
```

The For-Each Loop (Java 5.0)

```
List suits = ...;
List ranks = ...;
List sortedDeck = new ArrayList();

for (Suit suit : suits)
    for (Rank rank : ranks)
        sortedDeck.add(new Card(suit, rank));
```

Množiny

Množiny

- struktury standardně bez uspořádání prvků (uspořádané viz dále)
- implementují rozhraní `Set` (což je rozšíření `Collection`)

Cílem množin je mít možnost rychle (se složitostí `O(log(n))`) provádět atomické operace:

- vkládání prvku (`add`)
- odebírání prvku (`remove`)
- dotaz na přítomnost prvku (`contains`)
- lze testovat i relaci `je podmnožinou`

Standardní implementace

- `HashSet` – hašovací tabulka
- `TreeSet` – vyhledávací strom

Množiny – příklad

```
Set<Driver> mnozina = new HashSet<Driver>();

Driver d1 = new Driver("Pepa");
Driver d2 = new Driver("Franta");

mnozina.add(d1);
mnozina.add(d2);

System.out.println("Je v mnozine Franta?" +
    mnozina.contains(d2));
```

Množiny (equals a hashCode)

```
Set<Driver> mnozina = new HashSet<Driver>();

Driver d1 = new Driver("Pepa");
Driver d2 = new Driver("Franta");

mnozina.add(d1);
mnozina.add(d2);

Driver d3 = new Driver("Franta");

System.out.println("Je v mnozine Franta?" +
    mnozina.contains(d3));
```

Množiny (equals a hashCode)

```
class Driver {
  String name;
  ...
  public boolean equals(Object o) {
    if (o instanceof Driver) {
      Driver d = (Driver) o;
        return name.equals(d.name);
    }
    else
      throw new IllegalArgumentException("...");
  }

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

Uspořádané množiny

Uspořádané množiny

- Implementují rozhraní `SortedSet` (viz *API doc k rozhraní SortedSet*)
- Jednotlivé prvky lze tedy iterátorem procházet v přesně definovaném pořadí (uspořádání) podle hodnot prvků.

Standardní implementace

- `TreeSet` – vyhledávací *Red-Black Trees*

Uspořádané množiny – příklad

```
SortedSet<Driver> mnozina = new TreeSet<Driver>();

Driver d1 = new Driver("Pepa");
Driver d2 = new Driver("Franta");

mnozina.add(d2);
mnozina.add(d1);

for (Driver d : mnozina)
{
    d.getName();
}
```

Run-time vyjimka `java.lang.ClassCastException`

Uspořádané množiny – komparátor

Uspořádání je dáno:

- standardním chováním metody `compareTo` vkládaných objektů – pokud implementují rozhraní `Comparable`
- nebo je možné uspořádání definovat pomocí tzv. komparátoru (objektu impl. rozhraní `Comparator`) při vytvoření množiny.

Uspořádané množiny – komparátor (příklad)

Implementace operace `compareTo`

```
public class Driver implements Comparable {
  String name;
  ...
  public int compareTo(Object o) {
    if (o instanceof Driver) {
      Driver c = (Driver) o;
        return name.compareTo(name);
    }
    else
      throw new IllegalArgumentException("...");
  }
}
```

Mapy

Mapy (asociativní pole, nepřesně také hašovací tabulky nebo haše) fungují na stejných principech a požadavcích jako Set:

- avšak ukládají dvojice `(klíč→hodnota)` a umožnují rychlé vyhledání dvojice podle hodnoty klíče,
- základními metodami jsou: dotazy na přítomnost klíče v mapě (`containsKey`),
- výběr hodnoty odpovídající zadanému klíči (`get`),
- možnost získat zvlášť množiny klíčů, hodnot nebo dvojic `(klíč→hodnota)`

Mapy

Mapy mají:

- podobné implementace jako množiny (tj. hašovací tabulky nebo stromy)
- logaritmickou složitost základních operací
  - `put`
  - `remove`
  - `containsKey`

Standardní implementace

- `HashMap`
- `TreeMap`

Mapy – příklad

```
Map<String, Driver> mapa =
        new HashMap<String, Driver>();

Driver d1 = new Driver("Pepa");
Driver d2 = new Driver("Franta");

mapa.put(d1.getName(), d1);
mapa.put(d2.getName(), d2);

Driver d = mapa.get("Pepa");

for (String name : mapa.keySet())
{
    mapa.get(name);
}
```

Uspořádané mapy

Uspořádané mapy

- Implementují rozhraní `SortedMap`
- Dvojice (`klíč→hodnota`) jsou v nich uspořádané podle hodnot klíče.
- Uspořádání lze ovlivnit naprosto stejným postupem jako u uspořádané množiny.

Standardní implementace

- `TreeMap` – implementace Red-Black Trees

Uspořádané mapy – příklad

```
SortedMap<String, Driver> mapa =
        new TreeMap<String, Driver>();

Driver d1 = new Driver("Pepa");
Driver d2 = new Driver("Franta");

mapa.put(d1.getName(), d1);
mapa.put(d2.getName(), d2);

for (String name : mapa.keySet())
{
    Driver d = mapa.get(name);
}
```

Uspořádané mapy – příklad

```
Exception in thread "main"
java.lang.ClassCastException: ...
  at java.util.TreeMap.compare(TreeMap.java:1093)
  at java.util.TreeMap.put(TreeMap.java:465)
  at seminar6.SortedMapDemo.main(SortedMapDemo.java
```

Uspořádané mapy – příklad s komparátorem

```
SortedMap<Driver, Car> mapa =
        new TreeMap<Driver, Car>(new DComp());

Driver d1 = new Driver("Pepa");
Car c1 = new Car();
Driver d2 = new Driver("Franta");
Car c2 = new Car();

mapa.put(d1, c1);
mapa.put(d2, c2);

for (Driver d : mapa.keySet())
{
    Car c = mapa.get(d);
    // d ridi c
}
```

Uspořádané mapy – příklad s komparátorem

```
class DComp implements Comparator
{
   public int compare(Object o1, Object o2) {
      // porovnava jen podle jmena
      if (o1 instanceof Driver &&
          o2 instanceof Driver)
      {
         Driver c1 = (Driver)o1;
         Driver c2 = (Driver)o2;
         return c1.name.compareTo(c2.name);
       } else
          throw new IllegalArgumentException("..");
   }
}
```

Srovnání implementací kontejnerů

Seznamy

- na bázi pole (`ArrayList`) – rychlý přímý přístup (přes index)
- na bázi lineárního zřetězeného seznamu (`LinkedList`) – rychlý sekvenční přístup (přes iterátor)
- téměř vždy se používá `ArrayList` – stejně rychlý a paměťově efektivnější

Srovnání implementací kontejnerů

Množiny a mapy

- na bázi hašovacích tabulek (`HashMap`, `HashSet`) – rychlejší, ale neuspořádané (lze získat iterátor procházející klíče uspořádaně)
- na bázi vyhledávacích stromů (`TreeMap`, `TreeSet`) – pomalejší, ale uspořádané
- spojení výhod obou – `LinkedHashSet`, `LinkedHashMap` (novinka v Javě 2, v1.4)

Historie

Existují tyto starší typy kontejnerů ($\Rightarrow$ náhrada)

- `Hashtable` $\Rightarrow$ `HashMap`, `HashSet` (podle účelu)
- `Vector` $\Rightarrow$ `List`
- `Stack` $\Rightarrow$ `List`

Roli iterátoru plnil dříve výčet (enumeration) se dvěma metodami:

- `boolean hasMoreElements()`
- `Object nextElement()`

Nemodifikovatelné kolekce

Statické metody třídy `Collections`

- **`XXX unmodifiableXXX(XXX c);`**
- **`Set unmodifiableSet(Set c);`**
- **`Map unmodifiableMap(Map c);`**
- `...`

Nemodifikovatelné kolekce

```
public class UnmodifiableDemo {
  public static void main(String[] args) {
    List seznam = new ArrayList();
    seznam.add(new Integer(20));

    seznam = Collections.unmodifiableList(seznam);

    System.out.println(seznam);

    seznam.add(new Integer(20));
  }
}
```

Vyjimka `UnsupportedOperationException`

Nemodifikovatelné kolekce

```
// zjednodusena verze
public class Collections {
  private Collections {}

  public static Collection
      unmodifiableCollection(Collection c) {
        return new UnmodifiableCollection(c);
  }

  static class UnmodifiableCollection
    implements Collection, Serializable {
      public int size() { return c.size(); }
      public boolean add(E e){
        throw new UnsupportedOperationException();
      }
  }
}
```

Synchronizované kolekce

Statické metody třídy `Collections`

- **`XXX synchronizedXXX(XXX c);`**
- **`Collection synchronizedSet(Collection c);`**
- **`Map synchronizedMap(Map c);`**
- `...`

Příště ...

The For-Each Loop (Java 5.0)

Lze použít i pro pole ...

```
// Returns the sum of the elements of a
int sum(int[] a) {
    int result = 0;
    for (int i : a)
        result += i;
    return result;
}
```

Objektová verze primitivních datových typů

- int $\longrightarrow$ Integer
- long $\longrightarrow$ Long
- short $\longrightarrow$ Short
- byte $\longrightarrow$ Byte
- char $\longrightarrow$ Character
- float $\longrightarrow$ Float
- double $\longrightarrow$ Double
- boolean $\longrightarrow$ Boolean
- void $\longrightarrow$ Void

Double.MAX_VALUE
float f = Float.parseFloat(řetězec)

Autoboxing (Java 5.0)

```
// Prints a frequency table of the words
// on the command line
public class Frequency {
   public static void main(String[] args) {
      Map<String, Integer> m = new
            HashMap<String, Integer>();
      for (String word : args) {
         Integer freq = m.get(word);
         m.put(word, (freq == null ?
            new Integer(1) :
            new Integer(freq.intValue() + 1) ));
      }
      System.out.println(m);
   }
}
```

Autoboxing (Java 5.0)

```
public class Frequency {
    public static void main(String[] args) {
        Map<String, Integer> m = new
                HashMap<String, Integer>();
        for (String word : args) {
            Integer freq = m.get(word);
            m.put(word, (freq == null ?
                         1 : freq+1));
        }
        System.out.println(m);
    }
}
```

Autoboxing (Java 5.0)

```
java Frequency if it is to be it is up to me to do

{be=1, do=1, if=1, is=2, it=2, me=1, to=3, up=1}
```

Odkazy

Podrobné seznámení s kontejnery

`http://java.sun.com/docs/books/tutorial/collections/`

Java SE 5.0

`http://java.sun.com/j2se/1.5.0/docs/`

Java SE 6

`http://java.sun.com/javase/6/docs/`