11

Tvorba objektů

- Generika
- Syntax hlaviček
- Typový parametr
- Parametrizované objekty
- ? v referenci
- Erasure
- Relfexe

Next >

Objektové Modelování - podzim 2022

david.kadlecek@cvut.cz, www.czm.fel.cvut.cz

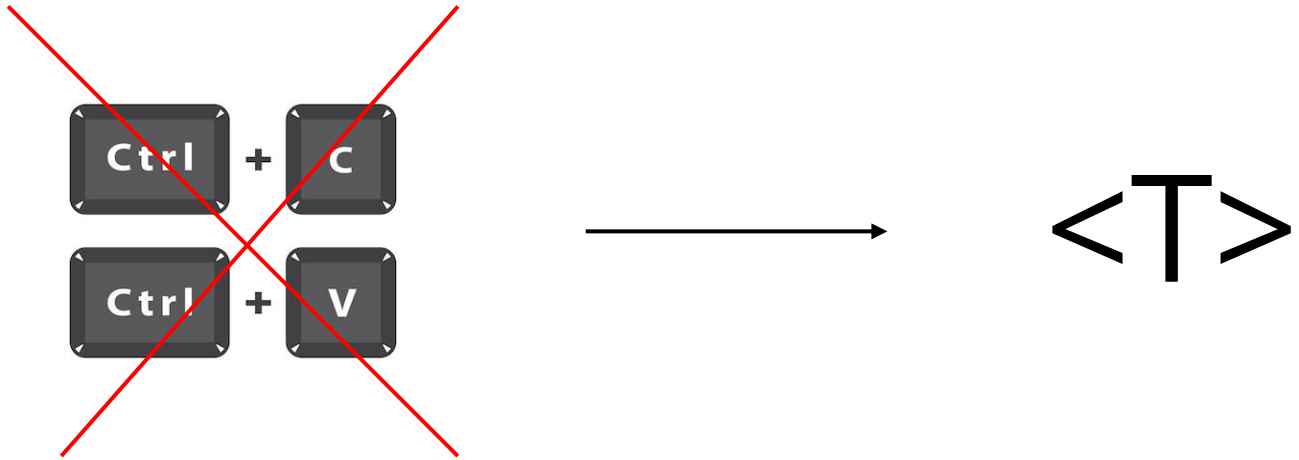
11 Co jsou generika?

- Umožňují používání generických typů při delkaraci tříd, rozhraní a metod.
- K dispozici od JDK 1.5

11 Motivace

Cílem je:

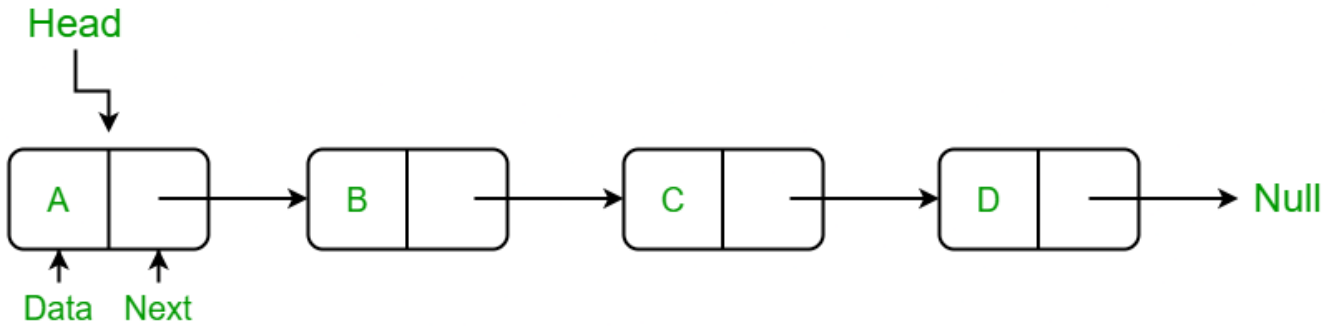
- Nebýt omezen datovými typy
  - Typ Object komplikuje/znemožňuje datovou kontrolu
- Rozšíření typové kontroly
- Využít kód opakovaně s různými datovými typy



11 Příklady co všichni známe

- Spojové seznamy (jednosměrný, obousměrný, cyklický…)
- Mapy (TreeMap, HashMap…)
- Fronty
- Sety
- …

11 Spojový seznam bez generik

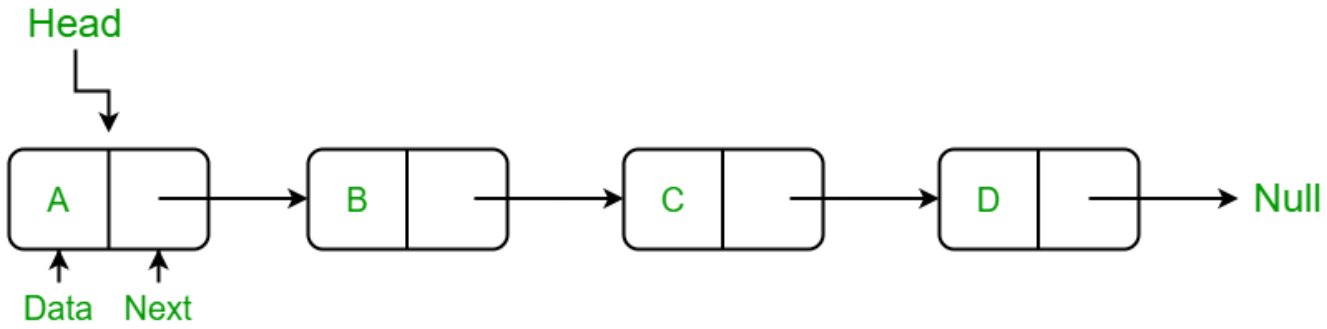


Co když budu chtít udělat list integerů, doublů nebo dalších typů?

A co hůř, co jednotlivé objekty v aplikaci?

```
class Node {
  String value;
  Node next;

  Node (String value, Node next) {
    this.value = value;
    this.next = next;
  }
}

Node tmp = new Node ("D", null);
tmp = new Node ("C", tmp);
tmp = new Node ("B", tmp);
Node linkedList = new Node ("A", tmp)
```

11 Spojový seznam s generiky



Všechno lze snadno vyřešit pomocí generik.
Je možné vytvořit samostatné listy pro integer, double a další.

Dokonce ani objekty nebudou takový pain.

```
class Node<T> {
  T value;
  Node next;

  Node (T value, Node next) {
    this.value = value;
    this.next = next;
  }
}

Node<String> tmp = new Node ("D", null);
tmp = new Node ("C", tmp);
tmp = new Node ("B", tmp);
Node<String> linkedList = new Node ("A", tmp)
```

11 Další příklady

ArrayList

```java
List<String> wordList = new ArrayList<>();
wordList.add("Hi");
wordList.add("Hello");
wordList.add("Hola");
```

HashMap

```java
Map<String, String> wordMap = new HashMap<>();
wordMap.put("Ahoj, "Hi");
wordMap.add("Ahoj", "Hello");
wordMap.add("Nashledanou", "Bye");
```

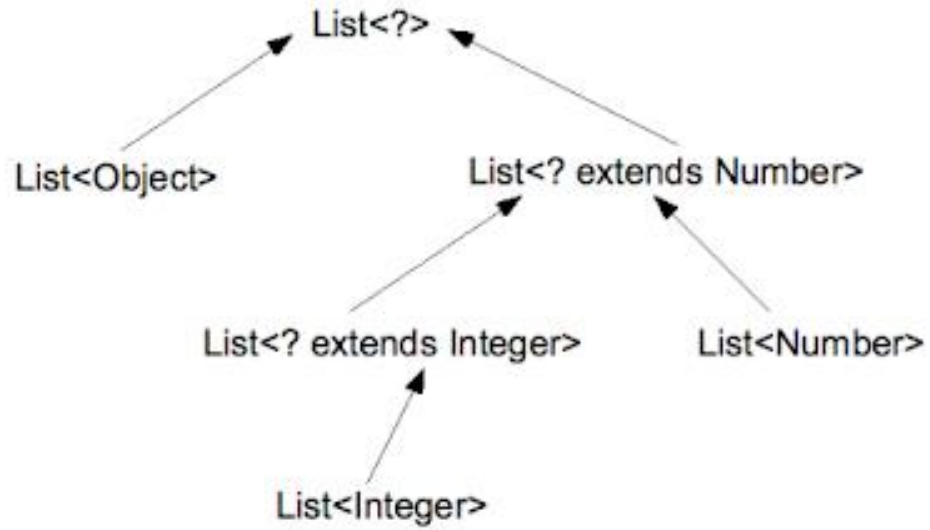
Co když nedefinuju typ?

```java
Map map = new HashMap();
map.put("1", 1);
Integer x = map.get("1"); // Object cannot be converted to Integer
```

Je potřeba hodnotu přetypovat, jinak je to Object

```java
Map map = new HashMap();
map.put("1", 1);
Integer x = (Integer) map.get("1");
```

11 Dědičnost



Taxonomy of the generic *List* types

11 Generické typy

Jsou třídy či interface deklarující tzv. typové parametry jimiž:

- Systematizují typovou kontrolu kompilátorem
- Vyjadřují jasněji smysl, zlepšují čitelnost a robustnost programu
- Ulehčují psaní programu v IDE
- V class souborech jsou vyznačeny, ale je pominout (tzv. erasure)
- V runtime se nijak neuplatňují – tam jsou jen tzv. hrubě (raw) typy
- Užívají se zejména v kolekcích k vymezení typů prvků

11 Generické typy

Typové parametry lze užít jen na referenční typy, ale nikoliv:

- Ve statickém kontextu

```
static void M() { List<T> list = ...}
```

- Na statické atributy

```
static T t = ...
```

- V poli pro vytvoření pole

```
E[] e = (E[]) new Object[5]
```

- Na vytvoření instance

```
E e = new E()
```

- Na primitivní typy

```
List<int> list = ...
```

- Na potomky třídy throwable

```
class MyExeption<T> extends Exception {}
```

11 Generické typy - příklad

```
class Pair<K, V> {
  private K key;
  private V value;

  public Pair (K key, V value) {
    this.key = key;
    this.value = value;
  }

  // ...
}

Pair<int, char> p = new Pair<8, 'a'>; // compile-time error
Pair<Integer, Character> p = new Pair<8, 'a'>; // OK
```

Důvod compile erroru?

Viz předchozí slide, v jako hodnoty nelze použít primitivní datové typy.

11 Syntax hlaviček

```
…class JménoTřídy [<Deklarace>]                          // generická třída
        [extends JménoNadTřídy[<TypArgument,…>]
        [impllements JménoInterface[<TypArgument,…>, …] {…}

... interface JménoInterface [ < Deklarace > ]           // generický interface
        [ extends JménoNadInterface [ < TypArgument, ... > ] , ... ] {…}

... [ [ static] [ final ] | [ abstract ] ]               // generická metoda
        [ < Deklarace > ] ( void | ReturnTyp | TypParm ) jménoMetody ( [ [ final ] ( Typ | TypParm )
jménoParametru, ... ] ) ( {…} | ; )
```

< Deklarace > je seznam typových parametrů: < T_1 , T_2 , ... T_i , ... T_n >
T_i ve třídě či interface jsou globální a nelze je užít ve statickém kontextu
T_i konstruktoru či metodě jsou lokální a lze je zastínit.

11 Typový parametr

Deklarovaný v seznamu <T_1, T_2, …, T_i, …, T_n> může být vymezen takto:

- **T_i** [extends java.lang.Object] - **T_i** je jakákoliv třída
- **T_i** extends **Z** - **T_i** musí být potomkem již definované třídy **Z**
- **T_i** extends (**R** | **I**) [**&** |**&** | …] - **R** je třída
  - **I** je interface
  - **&** je logický součin

- Typové parametry se obvykle značí jednopísmenným identifikátorem:
  - **T** – type
  - **E** – element
  - **K** – key
  - **V** – value
  - **N** – number
  - **S** – service
  - **A** - action

```
class Demo <T, E extends Y & K, N extends J & K> {}

public <Y, K> K Demo (Y y, K k, int I) { ... return k;}

Kde Y je např třída, J a K jsou interfacy.
```

11 Parametrizovaný objekt

- Vytvoří konstruktor s typovými argumenty v počtu a s vymezením formálních parametrů dle definice typu:
  - New Demo <A, B, C> (…)
- 4 možné způsoby parametrizace:

```
Demo ref;  // generic objects are Object, Object, Object
Demo<A, B, C> genericRef;

genericRef  = new Demo<A, B, C>(...);  // Decorated typ
            = new Demo<> (...);  // Inference diamantem <> od verze 7
ref = genericRef;  // Erasure
ref = new Demo(...);  // Raw type
genericRef = ref;  // Unchecked conversion
```

- Příklad:

```
public class Interval TODO {
  TODO low, high;

  public Interval( TODO ) {
    if ( low.compareTo( high ) >0 )
      throw new IllegalArgumentException( );
    this.low=low; this.high=high;
  }

  @Override
  public int compareTo( TODO  {
    return this.low.compareTo( that.low );
  }

  @Override
  public String toString( ) {
    return "Interval["+low+","+high+"]";
  }

}
```

11 Parametrizovaný objekt

- Řešení:

```
public class Interval <E extends Comparable<E>> implements Comparable<Interval<E>> {
 private E low, high;

 public Interval( E low, E high ) {
    if ( low.compareTo( high ) >0 ) throw new IllegalArgumentException( );
    this.low=low; this.high=high;
 }

 @Override
 public int compareTo( Interval<E> that ) {
   return this.low.compareTo( that.low );
 }

  @Override
 public String toString( ) {
   return "Interval["+low+","+high+"]";
 }
}

class XI <E extends Comparable<E>> extends Interval<E> {
 public XI( E a, E b) { super(a,b); }
}
```

11 Wildcard – Typový argument se žolíkem

- Reference (proměnné a parametry metod) lze vymezit jako množinu přijatelných neznámých typů
  - < ? [extends Typ | extends java.lang.Object] >
    - Zde extends zahrnuje i implements
    - Typ vyznačuje horní mez včetně
    - Nelze vkládat nebo měnit hodnoty (kromě null)
      - Jen k nim přistupovat a v kolekcích i odstraňovat
  - < ? super Typ >
    - Typ vyznačuje dolní mez včetně
    - Lze vkládat hodnoty

```
void printArray(List<?> c) {
  for (Object o : c)
    System.out.println(o);
  c.get(0);  // lze, nemá parametrizovaný typ
  c.add(new Object());  // compile error, má parametr E
}
```

11 Wildcard – Typový argument se žolíkem

```
class Box<V extends B> {
  // tato krabice umožní uložit jednu věc
  V v ;
  // splňující: V instanceof B
  Box ( V v ) {
    this.v = v;
  }
  // nutno vložit B nebo C nebo null

  V get( ) {
    RETURN V;
  }

  void set( V v ) {
    this.v = v;
  }
  // vždy lze vložit null
}
```

- Máme definovanou hierarchii
  A <- B <- C <- D (B je potomek A, …)
- Krabice slouží k řádnému uložení, reference vymezuje vklad a výběr věcí:
  - Box< B> x1 = new Box<>(B);
    - X1.set(B…); B z1=x1.get();
  - Box< C> x2 = new Box<>(C);
    - X2.set(C…); C z2=x2.get();
  - Box< ? Super B > x3 = new Box<>(B);
    - X3.set(B…); B z3=x3.get();
  - Box< ? SUPER C > x4 = new Box<>(B | C);
    - X4.set(C…); B z4=x4.get();
  - Box< ? EXTENDS B > x5 = new Box<>(B…);
    - B z5 = x5.get();
  - Box< ? EXTENDS C > x6 = new Box<>(C…);
    - C z6 = x6.get();
  - Box< ?[EXTENDS A] > x7 = new Box<>(B…);
    - B z7 = x7.get();
- @SUPPRESSWARNINGS("RAWTYPES") // Potlačení před metodou či Class
  - Box x= new B<>(B | C);
    - x.set(B | C); B z= x.get();

11 Příklad

- Upravte následující kód tak, aby šel spustit:

```
class Demo<X, Y extends Number, Z extends AbstractMap<K, V> implements NavigableMap<K, V> ... > {
  private Comparator<? super K> comparator = null;
  public TreeMap(Comparator<? super K> c) {
    comparator = c;
    ...
  }

  public TreeMap(Map<? extends K, ? extends V> m) {
    putAll(m);
    ...
  }
}

Map<String, Integer> m = new TreeMap<String, Integer>();
m.put("AAA", 1);
int i = m.get("AAA");
```

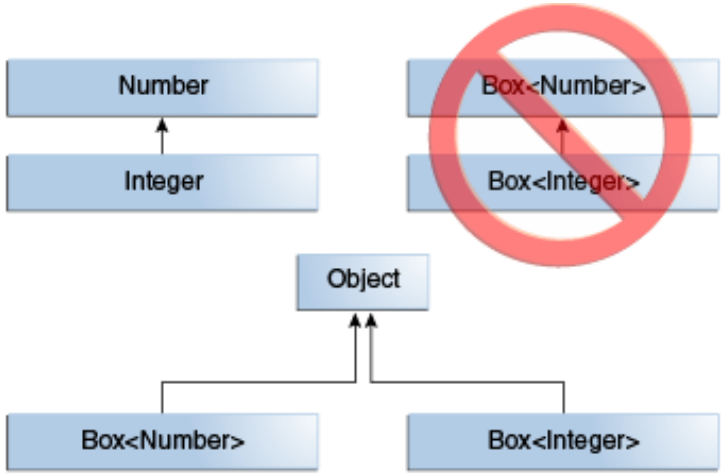
11 Příklad - řešení

```
class TreeMap<K, V> extends AbstractMap<K, V> implements NavigableMap<K, V> ... > {
  private Comparator<? super K> comparator = null;
  public TreeMap(Comparator<? super K> c) {
    comparator = c;
    ...
  }

  public TreeMap(Map<? extends K, ? extends V> m) {
    putAll(m);
    ...
  }
}

Map<String, Integer> m = new TreeMap<String, Integer>();
m.put("AAA", 1);
int i = m.get("AAA");
```

- Co kdybychom chtěli dát podmínku na String a Integer?

11 Generika a subtypy

- Důležitá, byť neintuitivní zábrana proti narušení vymezení:
  - Pro vztah SubTyp → SuperTyp neplatí L<SubTyp> → L<SuperTyp>




```
class Driver extends Person {...}

List<Driver> drivers = new ArrayList<>();
List<Person> people = drivers;      // error
people.add(new Person());           // non-driver in drivers
```

11 Erasure

- Proces vynucování typových omezení pouze při kompilaci a vyřazení informací o typu prvku při běhu

```
// Před kompilací
public static <E> boolean containsElement(E [] elements, E element){
  for (E e : elements) {
    if(e.equals(element)) {
      return true;
    }
  }
  return false;
}

// Po kompilaci
public static boolean containsElement(Object [] elements, Object element){
  for (Object e: elements) {
    if(e.equals(element)) {
      return true;
    }
  }
  return false;
}
```

11 Erasure

```
Collection<String> cs = new ArrayList <>( );
    cs.add("AAA");

Collection cr = cs; // RAW TYPE
    cr.add(666); // UNSAFE OPERATION

Collection<?> cx = cs;
    cx.add("BBB"); // ERROR

Collection<? super String > cx = cs;
    cx.add("CCC");

Collection<? extends String> cy = cs;
cy.add("DDD"); // ERROR

Collection<Object> co = cs; // ERROR INCOMPATIBLE TYPES
```

- Příklad: Napište třídu heterogenní kolekce, do které můžeme vložit různé objekty, ale bude splňovat Comparable (má metodu compare ;)).

11 Erasure – řešení příkladu

```
List<Comparable<?>> list = new ArrayList<>();

// VLOŽENÍ OBJEKTŮ RŮZNÝCH TŘÍD AVŠAK SPLŇUJÍCÍ COMPARABLE.

Collections.sort(list, new MyComp()); // ŘAZENÍ

@SuppressWarnings({"RAWTYPES"})
class MyComp implements Comparator<Comparable> {
  @Override
  @SuppressWarnings({"UNCHECKED"})
  public int compare(Comparable o1, Comparable o2) {
    Class c1 = o1.getClass(), c2 = o2.getClass();
    return c1 == c2 ?
      - o1.compareTo(o2) // TÉŽE TŘÍDY
      : - c1.getName().compareTo(c2.getName()); // RŮZNÝCH TŘÍD
  }
}
```

11 Co generika neumí?

- Jedná se o „+“ nad kompilátorem (v bytekódu neexistují).
- Nemůžeme používat typové parametry za běhu programu (v daný okamžik již neexistují).
  - Dané typy předat konstruktoru (při konstrukci objektu je znát musíme).

11 Reflext – jak obejít zapouzdření

```
private static void set(Object object, String varr, Object value) throws NoSuchFieldException, IllegalArgumentException,
IllegalAccessException {
Field f = Object.getClass().getDeclaredField(varr);
f.setAccessible(true);
f.set(object, value);
// TODO: MŮŽEME ODCHYTÁVAT VÝJIMKY A VYHAZOVAT VLASTNÍ VÝJIMKU PŘÍPADNĚ BĚHOVOU
}
```

- Rychlost ☹
  - Přímý přístup: celkový čas = 5ms (100%)
  - Setter: celkový čas = 5ms (100%)
  - Reflexe: celkový čas = 151ms (3020%)
  - Připravená reflexe: celkový čas = 16ms (320%)
    - Pokud najdeme field jen poprvé a poté ho jen využíváme
- Absolutní časy jsou pro milion opakování