Објектно орјентисано програмирање

Владимир Филиповић
vladaf@matf.bg.ac.rs
Александар Картељ
kartelj@matf.bg.ac.rs

Енумерисани и генерички типови

Владимир Филиповић
vladaf@matf.bg.ac.rs
Александар Картељ
kartelj@matf.bg.ac.rs

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Енумерисани тип

- Понекад променљива служи за чување вредности из ограниченог скупа. На пример, можда се продаје одећа у четири величине: small, medium, large и extra large.
- Наравно, ове величине се могу кодирати целим бројевима 1, 2, 3, 4 или знацима S, M, L, X. Али такав приступ је склон грешкама. Може се догодити да променљива добије погрешну вредност (попут 0 или m).
- У Јави је могуће дефинисати сопствени енумерисани тип. Такав тип има коначан број именованих вредности.
- На пример, за претходно описану ситуацију уводи се енумерисани тип:

```
enum Velicina {SMALL, MEDIUM, LARGE, EXTRA_LARGE};
```

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Енумерисани тип (2)

- Енумерисани тип се заправо понаша као класа.
- Класа из претходног примера садржи тачно четири податка тј. тачно четири примерка - није могуће конструисати нове објекте.
- Према томе, нема потребе користити метод equals() за поређење вредности енумерисаног типа, већ се подаци тог типа пореде коришћењем оператора ==.
- Могуће је декларисати променљиву енумерисаног типа. На пример.

```
Velicina v = Velicina.MEDIUM;
```

- Променљива типа Velicina може чувати само једну од вредности излистаних у декларацији овог типа или специјалну вредност null.

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Енумерисани тип (3)

- Могуће је, по потреби, додати конструкторе, методе и поља типу енумерације. Наравно, конструктори се позивају само приликом конструисања константи енумерације. Следи пример.

```
enum Velicina {
        SMALL("S"), MEDIUM("M"), LARGE("L"), EXTRA_LARGE("XL");

        private String skracenica;

        private Velicina(String skracenica) {
                this.skracenica = skracenica;
        }

        public String getSkracenica() {
                return skracenica;
        }
}
```

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Енумерисани тип (4)

- Сви типови енумерације су поткласе класе Enum. Они наслеђују известан број метода од те класе.
- Најкориснији међу њима је метод toString(), који враћа име константе енумерације.
- Тако, на пример, Velicina.SMALL.toString() враћа стринг „SMALL“.
- Супротан ефекат има статички метод valueOf().
  На пример наредба,

```
Velicina v = (Velicina) Enum.valueOf(Velicina.class, "SMALL");
```

  поставља v на Velicina.SMALL.

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Енумерисани тип (5)

- Сваки тип енумерације поседује статички метод values() који враћа низ вредности енумерације.
- Тако, на пример, наредба

```
Velicina[] vrednosti = Velicina.values();
```

враћа низ са елементима:

Velicina.SMALL, Velicina.MEDIUM, Velicina.LARGE и Velicina.EXTRA_LARGE.

- Метод ordinal() враћа позицију константе енумерације у enum декларацији, при чему бројање почиње од 0.
- Тако, на пример, Velicina.MEDIUM.ordinal() враћа 1.

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Енумерисани тип (6)

- Енумерације се могу користити код вишеструког гранања помоћу наредбе switch:

```
Velicina v = . . .;
switch (v) {
        case SMALL: // nema potrebe koristiti Velicina.SMALL
        . . .
        break;
        . . .
}
```

- У case клаузама не наводи се тип енумерације, већ само име константе.

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Појам генеричког типа

- Генерички тип омогућује да при дефинисању класа, интерфејса и метода сами типови (тј. класе и интерфејси) буду параметри.
- Дакле, генерички типови се понашају слично као формални параметри при дефинисању метода.
- Програмирање коришћењем генеричких типова има следеће предности:
    1. Строжија контрола типа приликом превођења Јава програма.
    2. Елиминација експлицитне конверзије типа (кастовања).
    3. Омогућавање да се имплементирају генерички алгоритми.

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Предности генеричког типа

```
List stones = new LinkedList();
stones.add(new Stone(RED));
stones.add(new Stone(GREEN));
stones.add(new Stone(RED));
Stone first = (Stone) stones.get(0);

public int countStones(Color color) {
        int tally = 0;
        Iterator it = stones.iterator();
        while (it.hasNext()) {
                Stone stone = (Stone) it.next();
                if (stone.getColor() == color)
                        tally++;
        }
        return tally;
}
```

Код старог приступа експлицитна конверзија је досадна али суштински неопходна!

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Предности генеричког типа (2)

У новом приступу интерфејс List је генерички интерфејс коме тип елемента листе представља параметар.

```
List<Stone> stones = new LinkedList<Stone>();
stones.add(new Stone(RED));
stones.add(new Stone(GREEN));
stones.add(new Stone(RED));
Stone first = /*no cast*/ stones.get(0);

public int countStones(Color color) {
        int tally = 0; /*no temporary*/
        for (Stone stone : stones) {
                /*no temporary, no cast*/
                if (stone.getColor() == color)
                        tally++;
        }
        return tally;
}
```

Предности генеричког типа (3)

стари начин

```
List stones = new LinkedList();
stones.add("ovo nije kamen");
...
Stone stone = (Stone) stones.get(0);
```

Нема провере

Грешка при извршавању
Runtime error

нови начин

```
List<Stone> stones = new LinkedList<Stone>();
stones.add("ovo nije kamen");
...
Stone stone = stones.get(0);
```

Провера при превођењу

Извршење је без проблема

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Стек као генерички интерфејс

```
public interface StackInterface {
        public boolean isEmpty();
        public int size();
        public void push(Object item);
        public Object top();
        public void pop();
}
```

Стари начин

```
public interface StackInterface<E> {
        public boolean isEmpty();
        public int size();
        public void push(E item);
        public E top();
        public void pop();
}
```

Нови начин: Дефинише се генерички интерфејс који има тип као параметар

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Дефинисање генеричког типа

- Генерички тип је уствари генеричка класа или интерфејс са параметризованим типовима.

Пример.

- Следећа класа, названа Box, ће бити модификована тако да опише концепт генеричког типа. На почетку се ради о обичној класи.

```
public class Box {
        private Object object;

        public void set(Object object) {
                this.object = object;
        }

        public Object get() {
                return object;
        }
}
```

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Дефинисање генеричког типа (2)

- Генеричка класа се дефинише на следећи начин:

```
class name<T1, T2, ..., Tn> { /* ... */ }
```

- Секција са параметрима који представљају типове, ограничена са знацима < и > следи непосредно иза имена класе.
- У тој секцији се специфицирају параметри који представљају типове T1, T2, ..., и Tn.
- Сада класа Box има следећу структуру:

```
public class Box<T> {
        // T je oznaka tipa
        private T t;

        public void set(T t) {
                this.t = t;
        }

        public T get() {
                return t;
        }
}
```

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Дефинисање генеричког типа (3)

- Конвенције за именовање параметара који представљају тип код генеричких типова, интерфејса и метода:
- По конвенцији, параметри су означени једним великим словом.
- Најчешће се користе следеће ознаке:
- E - Елеменат (енг. Element - њега ексклузивно користи Java Collections Framework)
- K – Кључ (енг. Key)
- N – Број (енг. Number)
- T – Тип (енг. Type)
- V – Вредност (енг. Value)
- S,U,W итд. – други, трећи, четврти итд. тип

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Генерички позив типа

- Да би се из програмског кода реферисало на генеричку класу Box, потребно је извршити ***генерички позив типа***.
- То подразумева замену параметра T конкретном вредношћу.

```
Box<Integer> integerBox;
```

- Генерички позив типа се може посматрати слично обичном позиву метода, само се уместо вредности аргумента прослеђује тип (у овом случају тип Integer).
- Позивање генеричког типа се обично означава као ***параметарски тип***.
- За креирње примерка класе користи се кључна реч new, али се између имена класе и заграда поставља <Integer>:

```
Box<Integer> integerBox = new Box<Integer>();
```

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Генерички позив типа (2)

- Програмски језик Јава допушта да се у конструктору примерка генерички тип изостави ако преводилац може на основу контекста да одреди ког типа треба да буду аргументи. Нпр.

```
Box<Integer> integerBox = new Box<>();
```

- Аргумент који представља тип се може приликом генеричког позива заменити са:
  - конкретним типом
    (нпр. са Integer или са Student)
  - али се може заменити и са параметризованим типом
    (нпр. са Box<Double> или са List<String>).

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Генерички метод

- Генерички методи су они методи са параметрима који представљају типове.
- Они су слични генеричким типовима, али је опсег параметара ограничен на метод у ком су ти параметри декларисани.
- Синтакса за генерички метод садржи (пре повратног типа) параметре који представљају тип између знака < и >.
- **Пример.** Класа Util садржи генерички метод compare за поређење два примерка генеричке класе Pair:

```
public class Util {

        public static <K, V> boolean compare(Pair<K, V> p1, Pair<K, V> p2){
                return p1.getKey().equals(p2.getKey()) &&
                        p1.getValue().equals(p2.getValue());
        }
}
```

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Генерички метод (2)

- **Пример (наставак):** Сама класа Pair има следећу структуру:

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

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

        // Generičke metode
        public void setKey(K key) { this.key = key; }
        public void setValue(V value) { this.value = value; }
        public K getKey() { return key; }
        public V getValue() { return value; }
}
```

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Генерички метод (3)

- **Пример (наставак):** Синтакса за позив метода који пореди примерке класе Pair је следећа:

```
Pair<Integer, String> p1 = new Pair<>(1, "apple");
Pair<Integer, String> p2 = new Pair<>(2, "pear");
boolean same = Util.<Integer, String>compare(p1, p2);
```

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Ограничења за типове

- Понекад је потребно да генеричка класа или генерички метод постави ограничење на промењљиве типа.
- **Пример:** Треба одредити најмањи елеменат низа:

```
class ArrayAlg {
        public static <T> T min(T[] a){
                if (a == null || a.length == 0)
                        return null;
                T smallest = a[0];
                for (int i = 1; i < a.length; i++)
                        if (smallest.compareTo(a[i]) > 0)
                                smallest = a[i];
                return smallest;
        }
}
```

- Промењљива smallest је типа T, што значи да она може бити примерак ма које класе. Одмах се поставља питање: како можемо знати да класа T садржи метод compareTo?

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Ограничења за типове (2)

- Решење је да се ограничи параметар типа T само на оне класе које имплементирају интерфејс Comparable.
- Ово се постиже постављањем ограничења на променљиву типа T:

```
public static <T extends Comparable> T min(T[] a)
```

- У овом случају, интерфејс Comparable је и сам генерички тип.
- Сада се генерички метод min може позивати само над низовима примерака класа које имплементирају интерфејс Comparable, као што су String, Date итд.
- Позив овог метода над низом објеката неке класе која не имплементира интерфејс Comparable доводи до грешке у превођењу.

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Ограничења за типове (3)

- Поставља се питање: зашто се у претходном случају користи кључна реч extends, а не нпр. implements – на крају крајева, Comparable је интрефејс, а не класа.
- Нотација <T extends TipKojiOgranicava> изражава да параметарски тип T треба да буде подтип типа који ограничава.
- При томе, и параметарски тип T и тип који ограничава могу бити и класе и интерфејси.
- Кључна реч extends најбоље описује такав однос међу њима, тј. концепт подтипова - узевши у обзир да дизајнери Јаве нису желели да додају нову кључну реч (нпр. sub) у језик.

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Ограничења за типове (4)

- Параметар типа може имати више ограничења. На пример:

```
T extends Comparable & Serializable
```

- Типови који ограничавају су одвојени знаком & зато што се знак зарез користи за раздвајање променљивих типа.
- Исто као и код Јава наслеђивања, могуће је имати више интерфејса који ограничавају параметар типа, али само једно ограничење може да се односи на класу.
- Ако класа представља ограничење sa тип, назив класе се мора навести пре назива интерфејса.

Пример. Метод minmax, који одређује минимум и максимум низа, је направљен тако да буде генерички:

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Ограничења за типове (5)

Пример (наставак).

```
import java.util.*;

public class PairTest2 {

        public static void main(String[] args) {
                GregorianCalendar[] birthdays = {
                        new GregorianCalendar(1906, Calendar.DECEMBER, 9),
                        new GregorianCalendar(1815, Calendar.DECEMBER, 10),
                        new GregorianCalendar(1903, Calendar.DECEMBER, 3),
                        new GregorianCalendar(1910, Calendar.JUNE, 22),
                };
                Pair<GregorianCalendar> mm = ArrayAlg.minmax(birthdays);
                System.out.println("min = " + mm.getFirst().getTime());
                System.out.println("max = " + mm.getSecond().getTime());
        }
}
```

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Ограничења за типове (6)

Пример (наставак).

```
class ArrayAlg {
        public static <T extends Comparable> Pair<T> minmax(T[] a) {
                if (a == null || a.length == 0)
                        return null;
                T min = a[0];
                T max = a[0];
                for (int i = 1; i < a.length; i++) {
                        if (min.compareTo(a[i]) > 0)
                                min = a[i];
                        if (max.compareTo(a[i]) < 0)
                                max = a[i];
                }
                return new Pair<T>(min, max);
        }
}
```

Математички факултет

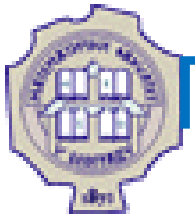
{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Генерици и виртуелна машина

- Кад год се дефинише генерички тип, аутоматски бива обезбеђен одговоарајући сирови (енг. raw) тип.
- Име сировог типа је исто као име генеричког типа, само што су уколоњени параметри који представљају типове.
- Промењљиве које представљају типове су просто замењене са типовима који их ограничавају или са Object типом (ако за те промењљиве није било ограничења).

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs



Генерици и виртуелна машина (2)

Пример.

Сирови тип за Pair<T> има следећи облик:

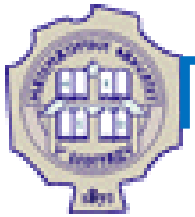
```
public class Pair {
        private Object first;
        private Object second;

        public Pair(Object first, Object second) {
                this.first = first;
                this.second = second;
        }

        public Object getFirst() { return first; }
        public Object getSecond() { return second; }
        public void setFirst(Object newValue) { first = newValue; }
        public void setSecond(Object newValue) { second = newValue; }
}
```

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs



Генерици и виртуелна машина (3)

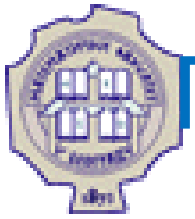
- У претходном примеру параметар T није био ограничен, па је стога он једноставно замењен са класом тј. типом Object.
- Мада програм може садржати различите врсте парова, као што су Pair<String> или Pair<GregorianCalendar>, током превођења сви они буду преведени у сирове Pair типове.
- **Пример.** Претпоставимо да је донекле другачије дефинисан тип:

```
public class Interval<T extends Comparable & Serializable>
implements Serializable {
        private T lower;
        private T upper;

        public Interval(T first, T second) {
                if (first.compareTo(second) <= 0) {
                        lower = first;
                        upper = second;
                } else {
                        lower = second;
                        upper = first;
                }
        }
}
```

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs



Генерици и виртуелна машина (4)

- **Пример (наставак).** Тада сирови Interval тип има следећи облик:

```
public class Interval implements Serializable {
        private Comparable lower;
        private Comparable upper;

        public Interval(Comparable first, Comparable second) {
                if (first.compareTo(second) <= 0) {
                        lower = first;
                        upper = second;
                } else {
                        lower = second;
                        upper = first;
                }
        }
}
```

- Ако се промени редослед граница у дефиницији класе Interval :

  class Interval<T extends Serializable & Comparable>

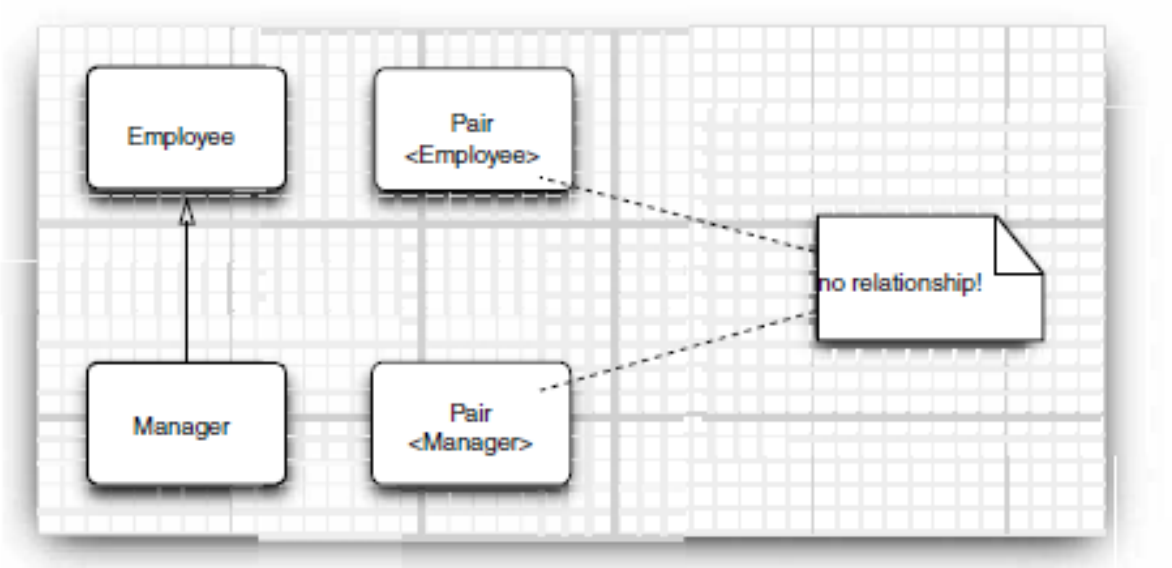
  тада се код сировог типа T замењује са Serializable и преводилац убацује конверзије у Comparable где год је то неопходно.

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Генерици и наслеђивање

- Уопштено говорећи, не постоји веза између Pair<S> и Pair<T>, без обзира на то како су S и T повезани.



- У Јави је класа Manager подкласа клаее Employee само ако интерфејси потклаасе укључују све интерфејсе надкласе.
- Међутим, направљени генерици обично имају различите интерфејсе па не може бити наслеђивања.

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Генерици и наслеђивање (2)

- У примеру који следи, преводилац спречава превођење кода са операцијама које нису безбедне за тип – није могуће са листом ниски радити као са листом објеката, без обзира на то што је класа String изведена из класе Object.

```
List<String> ls = new ArrayList<String>();
List<Object> lo = ls;

lo.add(0, new Object()); // legalno?!
ls.get(0); // Nije string?!
```

Грешка при превођењу јер конверзија није безбедна за тип!

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Закључак

- Као закључак, потребно је водити рачуна о следећим чињеницама када се ради са Јава генерицима:
    1. У раду Јава виртуелне машине не постоје генерици, већ само обичне класе и методи.
    2. Сви типовни параматри бивају замењени са својим границама.
    3. Преводилац генерише методе-мостове и на тај начин задржава полиморфно понашање.
    4. Да би се обезбедила безбедност типова, преводилац тамо где је потребно убацује наредбе за експлицитну конверзију типова.

Математички факултет

{vladaf, kartelj}@matf.bg.ac.rs

Захвалница

Велики део материјала који је укључен у ову презентацију је преузет из презентације коју је раније (у време када је он држао курс Објектно орјентисано програмирање) направио проф. др Душан Тошић.

Хвала проф. Тошићу што се сагласио са укључивањем тог материјала у садашњу презентацију, као и на помоћи коју ми је пружио током конципцирања и реализације курса.

Надаље, један део материјала је преузет од колегинице Марије Милановић.

Хвала Марији Милановић на помоћи у реализацији ове презентације.