Java tečaj

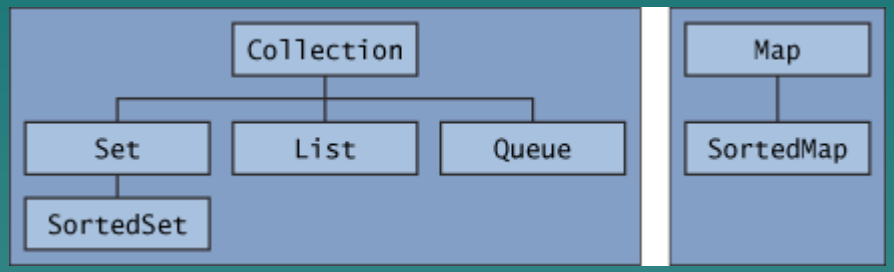
5. dio
Kolekcije, 2. dio

Kolekcije

- Nastavimo dalje s kolekcijama…
- Prošli puta smo vidjeli osnovne tipove kolekcija u Javi, te standardne implementacije, kao i njihova svojstva
  - Npr. složenost pojedinih operacija

Kolekcije: sučelja

- Sučelja koja definiraju kolekcije



- Kolekcija – najopćenitija grupa elemenata

Kolekcije

- Kako se kolekcije ponašaju s novim razredima?
- Primjerice, definirajmo razred Zaposlenik
- Svaki zaposlenik ima svoju sifru (jedinstveno), prezime, ime te plaću

Kolekcije

```
public class Zaposlenik {
      private String sifra;
      private String prezime;
      private String ime;
      private double placa;

      public Zaposlenik(String sifra, String prezime, String ime) {
        super();
        this.sifra = sifra;
        this.prezime = prezime;
        this.ime = ime;
      }

      public double getPlaca() {
        return placa;
      }

      public void setPlaca(double placa) {
        this.placa = placa;
      }
      …
}
```

Kolekcije

- Zbog lakšeg ispisa dodajmo metodu toString() u Zaposlenik

```
public String toString() {
   return String.format(
     "Zaposlenik: šifra=%s, prezime=%s, ime=%s, plaća=%f",
     sifra, prezime, ime, placa
    );
}
```

Kolekcije

- Pripremio sam pomoćne metode `Baza.napuni(..., ...)` koje primaju referencu na kolekciju te *strategiju* za stvaranje zaposlenika i koje pune kolekciju s tri zaposlenika
  - Pogledati kako su metode napisane!
  - Kolekcija može biti ili jednostavna, ili mapa

Kolekcije

- Zanima nas kako će se kolekcija koja elemente čuva u polju ponašati s ovim novim razredom (npr. `ArrayList`)
- Napravimo program koji će dodati nekoliko zapisa u listu, i potom ih sve ispisati

Kolekcije

```
package hr.fer.zemris.java.pred05.primjer1;

import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import hr.fer.zemris.java.pred05.zaposlenici.util.Baza;

public class DohvatZaposlenika {

    public static void main(String[] args) {
      List<Zaposlenik> lista = Baza.napuni(new ArrayList<>(), Zaposlenik::new);
      lista.forEach(System.out::println);
    }

}
```

Kolekcije

- Rezultat izvođenja

Zaposlenik: šifra=1, prezime=Perić, ime=Pero, plaća=0.0
Zaposlenik: šifra=2, prezime=Agić, ime=Agata, plaća=0.0
Zaposlenik: šifra=3, prezime=Ivić, ime=Ivana, plaća=0.0

Kolekcije

- Proširimo program još s nekoliko linija koda:

```
Zaposlenik zaposlenik =
 new Zaposlenik("1","Peric","Pero");
boolean sadrziZaposlenika = lista.contains(zaposlenik);
System.out.println("SadrziZaposlenika = "
      + sadrziZaposlenika);
```

- Što će biti rezultat?

Kolekcije

- Rezultat je false!
- Zašto? Razmislite!
- Ekvivalentno pitanje: jesmo li mogli zaposlenika tražiti metodom `indexOf`, i pronaći ga?

Kolekcije

- U razred `Zaposlenik` treba dodati metodu `equals()` koja govori kada su dva primjerka ista (ma što termin ista mogao značiti)!

```
public boolean equals(Object arg0) {
 if(arg0==null) return false;
 if(!(arg0 instanceof Zaposlenik)) return false;
 Zaposlenik drugi = (Zaposlenik)arg0;
 return
    Long.valueOf(sifra).equals(Long.valueOf(drugi.sifra))
    && prezime.equals(drugi.prezime)
    && ime.equals(drugi.ime);
}
```

Kolekcije

- Ponovimo li sada program, rezultat izvođenja je true!

- Pravilo:

  Kako bi se omogućilo ispravno pretraživanje kolekcija metodom usporedbe na jednakost, potrebno je implementirati metodu equals

Kolekcije

- Što se događa ako želimo zaposlenike dodavati u kolekciju koja ih želi čuvati u uređenom binarnom stablu (npr. `TreeSet`)?
- Pokušajmo!

- Program: ZaposleniciTree.java

Kolekcije

- Koji je rezultat izvođenja?

Exception in thread "main" java.lang.ClassCastException: hr.fer.zemris.java.tecaj_4.Zaposlenik
at java.util.TreeMap.compare(Unknown Source)
at java.util.TreeMap.put(Unknown Source)
at java.util.TreeSet.add(Unknown Source)
at hr.fer.zemris.java.tecaj_4.ZaposleniciTree.main(ZaposleniciTree.java:16)

- Zašto?

Kolekcije

- `TreeSet` objekte pokušava sortirati!
- Da bi to mogao, mora znati kako usporediti dva objekta – a u našem slučaju to nije jasno.
- Možemo napraviti vlastiti komparator zaposlenika
  - Razred koji implementira `java.util.Comparator`

Kolekcije

```
interface java.util.Comparator<T> {
   int compare(T arg0, T arg1);
}
```

- Metoda vraća:
  - Negativan broj ako je arg0 < arg1
  - Pozitivan broj ako je arg0 > arg1
  - 0 inače (dakle, ako je arg0 jednak arg1)

Kolekcije

```
class PoSifri implements Comparator<Zaposlenik> {
  public int compare(Zaposlenik z1, Zaposlenik z2) {
   return z1.getSifra().compareTo(z2.getSifra());
  }
}
```

- Konstruktor `TreeSet` prima argument na komparator koji zna usporediti objekte; `TreeSet` je klijent u *OO Strategiji*, kroz konstruktor prima konkretnu strategiju:

  new TreeSet<>(new PoSifri());

Kolekcije

- Međutim, što je s prirodnim poretkom? Zašto smo objekte tipa `Integer` i `String` mogli dodavati u `TreeSet`?

- Ovi razredi imaju definiran "prirodni" poredak ➔ implementiraju sučelje `java.lang.Comparable`!

Kolekcije

```
interface java.lang.Comparable<T> {
   int compareTo(T arg);
}
```

- Metoda vraća:
  - Negativan broj ako je this < arg
  - Pozitivan broj ako je this > arg
  - 0 inače (dakle, ako je this jednak arg)

Kolekcije

- Dakle, Zaposlenika treba proširiti:

```
public class Zaposlenik implements Comparable<Zaposlenik> {
…
}
```

Kolekcije

- I potom dodati `compareTo`:

```
public int compareTo(Zaposlenik zap) {
 if(zap==null) return 1;
 Zaposlenik drugi = (Zaposlenik)zap;
 return sifra.compareTo(drugi.sifra);
}
```

Kolekcije

- Ovime smo definirali poredak koji je određen kao uzlazni slijed šifri
- Sada možemo napraviti isti primjer dodavanja u `TreeSet` bez da sami navodimo komparator.
  - Ako ste kroz konstruktor ne preda komparator, `TreeSet` podrazumijeva da objekti koji se dodaju imaju definiran prirodni poredak

Kolekcije

- Pravilo:

  Kako bi se omogućio ispravan rad kolekcija koje za svoj rad koriste usporedbu objekata (veće, manje, jednako), potrebno je implementirati sučelje `Comparable`, ili ponuditi vanjski `Comparator`.

Kolekcije

- Što nam treba ako Zaposlenika želimo dodavati u kolekciju koja ih interno stavlja u tablicu raspršenog adresiranja (primjerice `HashMap`)?

- Pogledajmo primjer: Bonus.java

Kolekcije

```
public class Bonus {

    public static void main(String[] args) {

      Map<Zaposlenik,Double> mapa =
                                    Baza.napuni(new HashMap<>(), Zaposlenik::new);

      mapa.entrySet().forEach(System.out::println);

    }
}
```

Kolekcije

- Što je rezultat dodavanja sljedećeg koda?

```
Double bonusOd1 =
    bonusi.get(new Zaposlenik("1","Peric","Pero"));
System.out.println(
    "Bonus zaposlenika cija je sifra 1 je “
    +bonusOd1+" kn.");
```

Kolekcije

- Rezultat je false!
- Zašto? Razmislite!

Kolekcije

- Radi se, naravno, o metodi `hashCode` koju je potrebno implementirati u Zaposleniku
- Npr:

```
public int hashCode() {
  return sifra.hashCode()
          ^ prezime.hashCode()
          ^ ime.hashCode();
}
```

Ili Objects.hash(sifra, prezime, ime)

Kolekcije

- Da bi sve radilo kako spada, treba paziti na vezu između metoda `equals` i `hashCode`
  - Za objekte koje `equals` proglasi istima, `hashCode` mora također dati identične vrijednosti
- Ako sada ponovimo prethodni primjer, rezultat će biti true

Kolekcije

- Pravilo:

  Da bi mogli koristiti vlastite razrede u kolekcijama koje ih čuvaju u tablici raspršenog adresiranja, nužno je ispravno implementirati metode `equals` i `hashCode`.

Kolekcije

- Za rad s poljima također imamo na raspolaganju gotove metode!
- `java.util.Arrays`
- Primjerice, sortiranje polja…

Kolekcije

```
Arrays.sort(
   zaposlenici,
   new Comparator<Zaposlenik>() {
      // implementacija metoda ovog
      // razreda
   }
)
```

Kolekcije

- Često ćemo trebati komparator koji uspoređuje ili u jednom "smjeru" ili u suprotnom (npr. Prezimena od A prema Z ili od Z prema A)
  - Umjesto pisanja dva gotovo identična komparatora, problem možemo riješiti uporabom *OO Dekorator*: napisat ćemo dekorator koji je novi generički komparator koji u konstruktoru prima referencu na postojeći komparator, pamti ga, a u metodi `compare` njega pita za usporedbu pa vrati minus dobivenu vrijednost (čime okreće poredak)

```
public static class ReverseComparator<T> implements Comparator<T> {
  private Comparator<T> original;
  public ReverseComparator(Comparator<T> original) {
    this.original = original;
  }
  public int compare(T o1, T o2) {
    int r = original.compare(o1, o2);
    return -r;
  }
}
```

Oprez:
u praksi
compare(o2,o1)
umjesto
negiranja
rezultata!!!

Kolekcije

- Rješenje koje korektno koristi parametrizaciju i uvažava problem negiranja povratne vrijednosti

```
public class ReverseComparator<T> implements Comparator<T> {
  private Comparator<? super T> original;

  public ReverseComparator(Comparator<? super T> original) {
    super();
    this.original = original;
  }

  @Override
  public int compare(T o1, T o2) {
    return original.compare(o2, o1);
  }
}
```

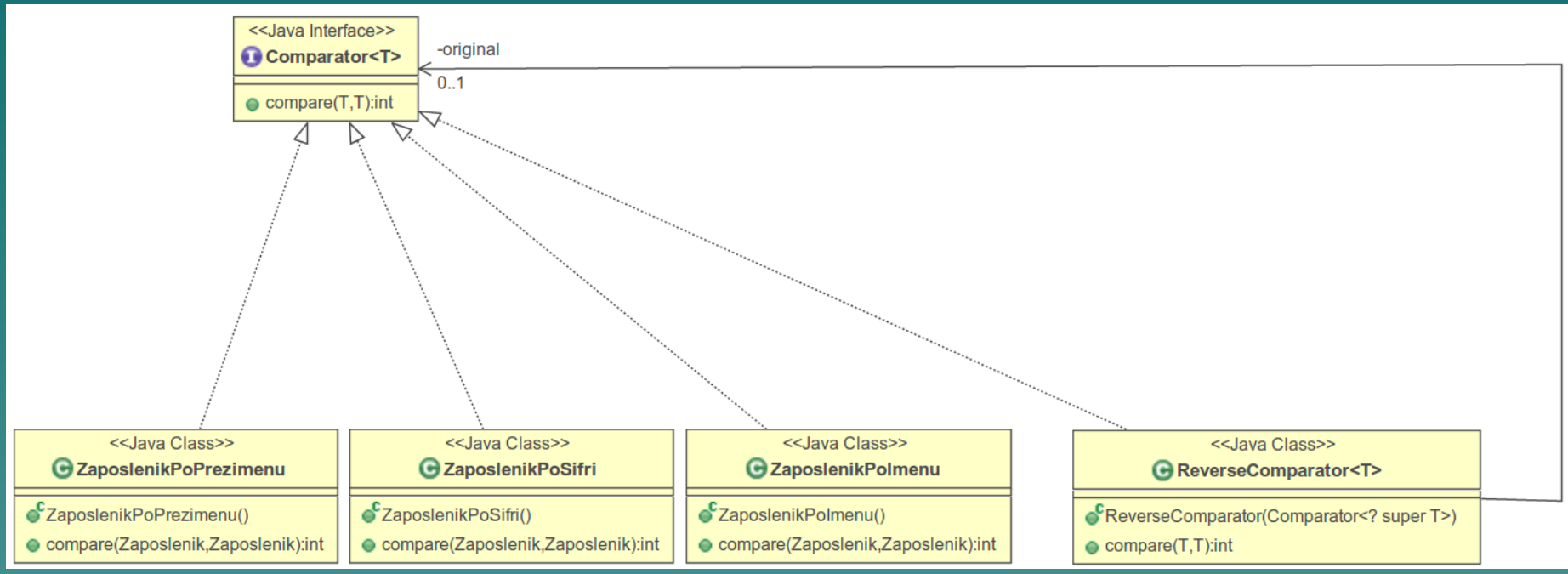
Kolekcije

- Često ćemo trebati komparator koji uspoređuje ili u jednom "smjeru" ili u suprotnom (npr. Prezimena od A prema Z ili od Z prema A)
  - Tada dalje možemo pisati:

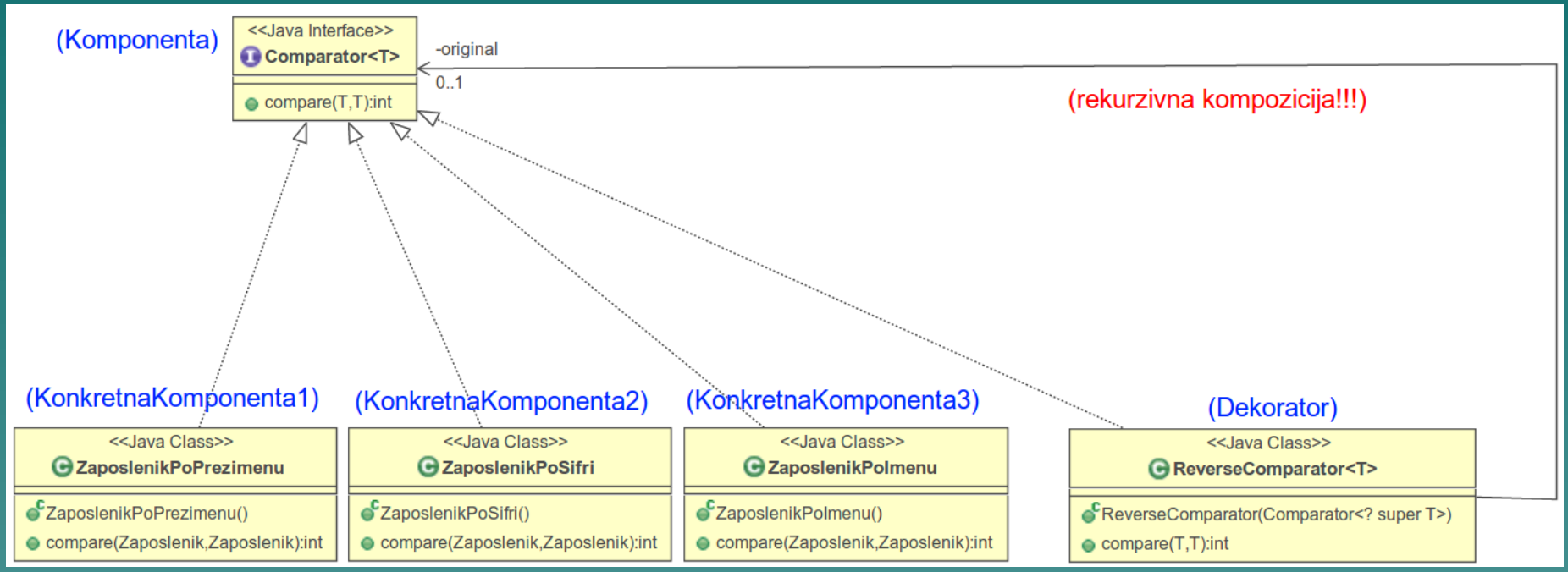
```
Comparator<Student> comparator = new Comparator<Student>() {…};

Set<Student> students = new TreeSet<>(
   new ReverseComparator<>(comparator)
);
```

- Dobiveni komparator može se primjenjivati na bilo koji prethodno napisani!

Oblikovni obrazac Dekorator



Oblikovni obrazac Dekorator



Obrazac se temelji na rekurzivnoj kompoziciji: dekorator sadrži referencu na neki drugi primjerak apstraktne komponente; istovremeno, i on sam nasljeđuje apstraktnu komponentu pa se njega može poslati gdje god smo prije slali dekoriranu komponentu.

Kolekcije

- S obzirom da je obrtanje rezultata usporedbe česta operacija, ne trebamo sami pisati generički razred koji to radi
  - Razred `Collections` nudi statičku metodu `reverseOrder` koja prima referencu na komparator i vraća novi komparator koji obrće njegov rezultat
  - Dapače, od Jave 8 u sučelje `Comparator` dodana je defaultna metoda koja omogućava uporabom ove funkcionalnosti direktno dobivanje reverznog komparatora uz vrlo malo pisanja kôda

```
public interface Comparator<T> {
  ...

  default Comparator<T> reversed() {
    return Collections.reverseOrder(this);
  }
}
```

Kolekcije

- želimo eksplicitni komparator koji najprije usporedi po prezimenu, pa potom po imenu, pa ako je i to isto, onda po šifri

```
public static void main(String[] args) {
  Comparator<Zaposlenik> comparator = new Comparator<Zaposlenik>() {
    @Override
    public int compare(Zaposlenik o1, Zaposlenik o2) {
      int r = o1.getPrezime().compareTo(o2.getPrezime());
      if(r!=0) return r;
      r = o1.getIme().compareTo(o2.getIme());
      if(r!=0) return r;
      return o1.getSifra().compareTo(o2.getSifra());
    }
  };
  Set<Zaposlenik> zaposlenici = new TreeSet<>(comparator);
  …
}
```

Kolekcije

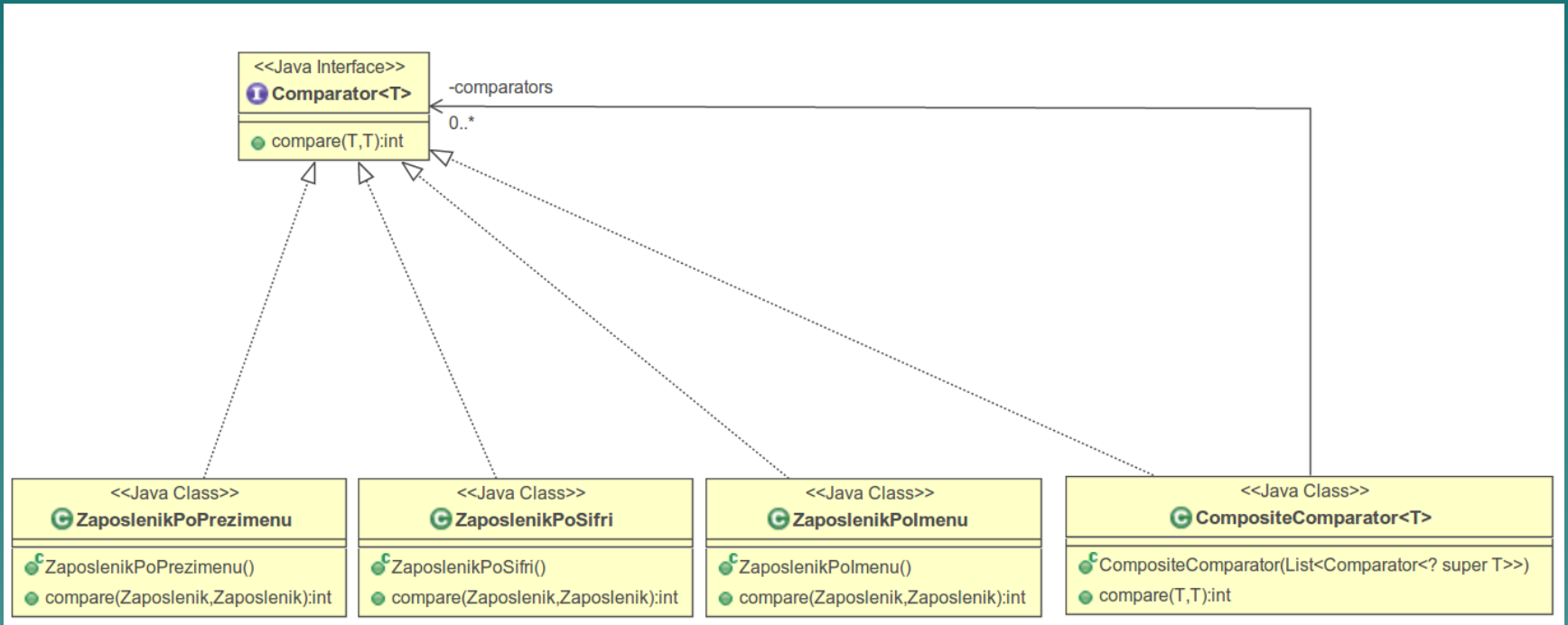
- Ponekad je u programima potrebno podržati sortiranje po više kriterija koje korisnik može podesiti tijekom izvođenja

Kolekcije

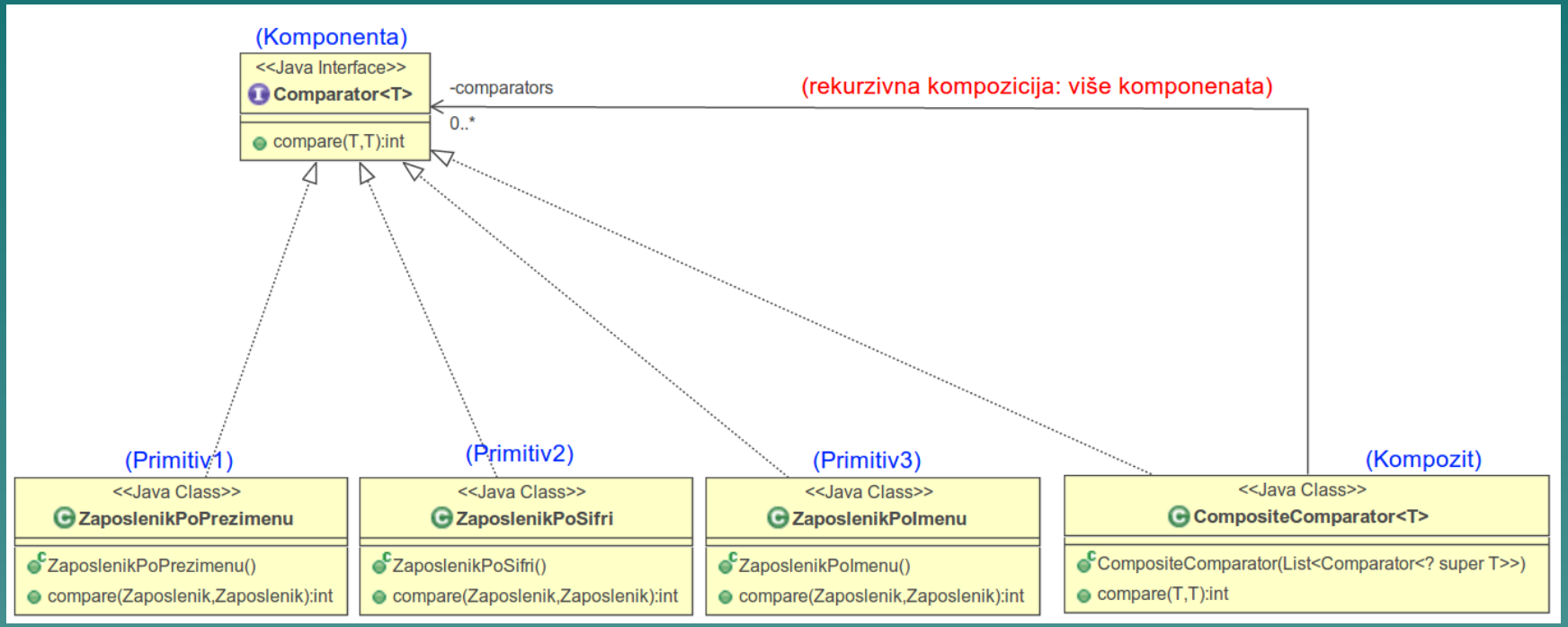
Oslonit ćemo se na *OO Kompozit*

```
public class CompositeComparator<T> implements Comparator<T> {
  private List<Comparator<? super T>> comparators;

  public CompositeComparator(List<Comparator<? super T>> comparators) {
    super();
    this.comparators = new ArrayList<>(comparators);
  }

  @Override
  public int compare(T o1, T o2) {
    for(Comparator<? super T> comp : comparators) {
      int res = comp.compare(o2, o1);
      if(res != 0) return res;
    }
    return 0;
  }
}
```

Oblikovni obrazac Kompozit



Oblikovni obrazac Kompozit



Oblikovni obrazac Kompozit omogućava da se prema klijentu kolekcija komponenata predstavi kao jedna komponenta: klijent ne mora moći razlikovati radi li s jednom komponentom ili s više njih. Usklađeno s načelom nadogradnje bez promjene, načelom jedinstvene odgovornosti, načelom inverzije ovisnosti.

Kolekcije

- Koji nam primitivi trebaju? Dovoljno je napisati:
  - Po jedan *prirodni komparator* za svaku od varijabli (uz pretpostavku da su različitog tipa) ili jedan generički komparator koji se za usporedbu oslanja na prirodan poredak samih objekata
  - Dekorator: generički komparator koji možemo koristiti za okretanje redosljeda usporedbe
  - Kompozit: generički komparator kojemu možemo predati listu drugih komparatora i koji za usporedbu proziva svaki od predanih komparatora
- Imamo li ovo, u kôdu možemo trivijalno složiti bilo koju usporedbu
- Do sada smo prikazali gotovo sve od navedenoga; napišimo još što nedostaje...

Kolekcije

- Usporedba prema prirodnom poretku:

```
public static class NaturalComparator<T extends Comparable<T>>
implements Comparator<T> {

  @Override
  public int compare(T o1, T o2) {
    if(o1==null) {
      return o2==null ? 0 : -1;
    } else if(o2==null) {
      return 1;
    }
    return o1.compareTo(o2);
  }

}
```

Kolekcije

- Primitivni komparatori: dodati kao statičke konstante u razred Zaposlenik
- Koristit ćemo kraće definicije uporabom lambdi (uočite, to su i dalje primjerci anonimnih razreda):

```
private static class Zaposlenik implements Comparable<Zaposlenik> {

  public static final Comparator<Zaposlenik> BY_PREZIME =
               (o1,o2) -> o1.prezime.compareTo(o2.prezime);

  public static final Comparator<Zaposlenik> BY_IME =
               (o1,o2) -> o1.ime.compareTo(o2.ime);

  public static final Comparator<Zaposlenik> BY_SIFRA =
               (o1,o2) -> o1.sifra.compareTo(o2.sifra);

}
```

Kolekcije

- Primjer uporabe: komparator koji najprije uspoređuje po imenu studenta i to reverzno, a u slučaju istih imena dalje uspoređuje po JMBAG-u

```
Comparator<Zaposlenik> comparator = new
CompositeComparator<Zaposlenik>(
    new ReverseComparator<>(Zaposlenik.BY_IME),
    Zaposlenik.BY_SIFRA
);
```

Kolekcije

- Sada kada razumijemo način izrade i uporabu dekoratora:
  - obrišimo ih sve iz kôda – već su napisani za nas (ali nemojmo zaboraviti što je u pozadini svega i kako je to implementirano)!
  - koristimo gotove dekoratore za sve:

```
public static void main(String[] args) {

  Comparator<Zaposlenik> comparator =
    Zaposlenik.BY_IME
    .reversed()
    .thenComparing(Zaposlenik.BY_SIFRA);
    Set<Zaposlenik> zaposlenici = new TreeSet<>(comparator);

    …

 }
```

Nove funkcionalnosti kolekcija: primjer 1

- Od Jave 8 u sučelja pojedinih kolekcija dodan je niz defaultnih (korisnih) metoda
- Upoznat ćemo se s nekima od njih, na primjeru sučelja Map
- Neka imamo mapu Map<String,Integer> mapa = …; i neka trebamo nad svakim od parova ključ-vrijednost obaviti neki posao (npr. ispisati ih). Klasično rješenje:

```
for(Map.Entry<String, Integer> entry :
mapa.entrySet()) {
  System.out.format("%s ==> %s%n",
            entry.getKey(), entry.getValue());
}
```

- Svaki puta moramo pisati ovakvu strukturu što je redundantno

Nove funkcionalnosti kolekcija: primjer 1

- Java 8 definira sučelje `BiConsumer`

```
@FunctionalInterface
public interface BiConsumer<T, U> {
  void accept(T t, U u);
}
```

- To sučelje možemo iskoristiti za enkapsulaciju posla, gdje će prvi argument metode `accept` biti ključ (i njegov tip) a drugi vrijednost (I njezin tip) a sama metoda `accept` sadrži kôd koji radi obradu
- Sučelje Map sadrži defaultnu metodu `forEach` koja sadrži implementaciju petlje i za svaki par ključ-vrijednost poziva metodu `accept` predanog objekta koji je razreda koji implementira sučelje `BiConsumer`

Nove funkcionalnosti kolekcija: primjer 1

- Tada kraće možemo napisati obradu:

```
map.forEach(new BiConsumer<String, Integer>() {
  @Override
  public void accept(String t, Integer u) {
    System.out.format("%s => %d%n", t, u);
  }
});
```

- Što uporabom lambda izraza postaje još kraće i čitljivije:

```
map.forEach((t,u) -> System.out.format("%s => %d%n", t, u));
```

Nove funkcionalnosti kolekcija: primjer 2

- Neka imamo istu prethodnu mapu, ali sada vrijednost koja je pridružena nekom ključu želimo zamijeniti nekom drugom vrijednošću koja se računa temeljem stare vrijednosti
- Sjetite se primjera s brojanjem imena i mapom u kojoj su ključevi imena a vrijednosti broj pojava tog imena
- Nailaskom na sljedeće ime u datoteci u mapu želimo upisati 1 ako ime već ne postoji, odnosno želimo ga povećati za jedan ako postoji
- Taj kôd smo također već napisali

Nove funkcionalnosti kolekcija: primjer 2

- Java 8 uvodi sučelje `BiFunction`

```
@FunctionalInterface
public interface BiFunction<T, U, R> {
/**

  * Applies this function to the given arguments.
   *
   * @param t the first function argument
   * @param u the second function argument
   * @return the function result

  */
   R apply(T t, U u);
}
```

- Sučelje modelira primjenu funkcije `apply` nad argumentima *u* i *v*
- Metoda compute prima tu funkciju i primjenjuje je na vrijednosti koje zamjenjuje rezultatom

Nove funkcionalnosti kolekcija: primjer 2

- Evo primjera koji Anti povećava ocjenu za 1:

```
Integer newGrade =
    grades.compute("Ante", new BiFunction<String, Integer,
Integer>() {
      @Override
      public Integer apply(String t, Integer u) {
        return u==null ? 1 : u+1;
      }
    });
System.out.println("Now Ante has grade: "+newGrade);
```

- Argumenti su ključ i stara vrijednost, a rezultat nova vrijednost
- Napomena: promjena je evidentirana i u mapi (uz to što je vraćena)!
- Metoda ima i dodatnu semantiku: ako se kao vrijednost funkcije vrati `null`, par se briše iz mape
- Uporabom lambde:

```
Integer newGrade2 = grades.compute("Ante", (t,u) -> u==null ? 1 :
u+1);
```

Nove funkcionalnosti kolekcija: primjer 3

- Slična situacija: ako vrijednost ne postoji, treba je postaviti na predanu vrijednost, a inače je treba zamijeniti transformacijom koja se računa na temelju stare vrijednosti i predane vrijednosti
- Koristimo defaultu metodu `merge` čiji je prototip:

```
default V merge(K key, V value,
      BiFunction<? super V, ? super V, ? extends V>
remappingFunction);
```

- Funkcija je opet `BiFunction` ali su sada argumenti stara vrijednost i predana vrijednost a rezultat nova vrijednost (svi tipovi su tipovi vrijednosti)
- Evo primjera (*sljedeći slide*)

Nove funkcionalnosti kolekcija: primjer 3

```
grades.merge(
     "Ante",
     Integer.valueOf(1),
     new BiFunction<Integer, Integer, Integer>() {
       @Override
       public Integer apply(Integer t, Integer u) {
         return t+u;
       }
     }
   );
```

- Ovo uporabom lambda izraza postaje još kraće:

```
grades.merge("Ante", 1, (o,i) -> o+i);
```

Nove funkcionalnosti kolekcija: drugi primjeri

- Ovakvih pomoćnih funkcija ima još niz pa ih nećemo sve navoditi
- Bilo bi dobro upoznati se s njima i sada malo detaljnije ponovno proći kroz defaultne metode svih obrađenih sučelja kolekcija!

Uporaba tokova

- Java 8 nudi još jednu nadogradnju rada s kolekcijama koja je temeljena na apstrakciji toka
  - Pogled koji je posebno pogodan **za modeliranje obrade podataka** koji su sadržani u kolekciji
  - Kolekciju gledamo kao tok pohranjenih elemenata
  - Taj tok možemo transformirati u tok drugih elemenata koji se računaju temeljem originalnih elemenata, ili ga možemo filtrirati (definirati koje elemente propuštamo)
  - Ove operacije možemo po potrebi ulančavati
  - Jednom kad smo gotovi, tok ponovno
    - Ili pretvaramo u kolekciju
    - Ili “kondenziramo” u neki drugi rezultat (primjerice, operacija koja uzima tok brojeva i kondenzira ga u jedan broj: njihovu sumu, ili njihov prosjek, ili ...)

Uporaba tokova

- Kolekciju u tok pretvaramo pozivom metode `stream()` odnosno `parallelStream()`
- Ovaj posljednji operacije izvodi paralelno (višedretveno)
- Tokovi su po prirodi “lijeni”: ništa se ne događa sve dok konačni konzument (zadan na kraju obrade) ne zatraži elemente
  - Na svaki zahtjev konzumenta, zahtjev za elementom se propagira unatrag prema početnoj kolekciji koja u tok ubacuje elemente

Uporaba tokova

- Radit ćemo na primjeru kolekcije studenata
- Razred Student definira ime, prezime, JMBAG te završnu ocjenu studenta
- Sučelje `Consumer` apstrahira obradu jednog elementa:

```
@FunctionalInterface
public interface Consumer<T> {
  void accept(T t);
}
```

- Slično već viđenom `BiConsumer`-u
- Najjednostavnija obrada: ispis studenta – terminalna operacija (ne vraća `stream()`)

Uporaba tokova

Metoda `forEach` prima referencu na obradu (posao) modeliranu sučeljem `Consumer` i poziva je nad svakim elementom kolekcije:

```
public interface Stream<T> extends BaseStream<T, Stream<T>> {
    void forEach(Consumer<? super T> action);
    …
}
```

Uporaba tokova

```
public static void main(String[] args) {

  List<Student> students = StudentData.load();

  // Uz puno pisanja:
  students.stream().forEach(new Consumer<Student>() {
    @Override
    public void accept(Student t) {
      System.out.println(t);
    }
  });

  // Ili kraće lambdom:
  students.stream().forEach(t -> System.out.println(t));

}
```

Uporaba tokova

- Jedna od operacija koju tokovi podržavaju je filtriranje toka
- Filtar se definira kao objekt razreda koji implementira sučelje `Predicate` i u metodi `test` vraća `true` ili `false` za pozvani element
- Sučelje je:

```
@FunctionalInterface
public interface Predicate<T> {
    boolean test(T t);
}
```

- Primjer: ispisati sve studente koji su odlikaši

Uporaba tokova

- Tok nudi metodu `filter` koja prima referencu na predikat i vraća tok koji sadrži samo elemente koji su zadovoljili test

```
public interface Stream<T> extends BaseStream<T, Stream<T>> {
    Stream<T> filter(Predicate<? super T> predicate);
    …
}
```

Uporaba tokova

```
// Uz puno pisanja:
students.stream()
  .filter(new Predicate<Student>() {
    @Override
    public boolean test(Student t) {
      return t.getFinalGrade()==5;
    }
  })
  .forEach(new Consumer<Student>() {
    @Override
    public void accept(Student t) {
      System.out.println(t);
    }
  });

// Ili kraće lambdom:
students
  .stream()
  .filter(s -> s.getFinalGrade()==5)
  .forEach(t -> System.out.println(t));
```

Uporaba tokova

- Prilikom obrade elemenata toka, važno je još jednom istaknuti da princip rada nije slijedna izgradnja kompletnih novih kolekcija po kojima se onda ponovno operira tokom
- Umjesto toga, bolja predodžba je koncept cjevovoda: tek kada se neki element zatraži terminalnom operacijom, krenut će se u njegov izračun: oblilaskom kroz kolekciju ne upravljate eksplicitno iteratorom već se iteracija događa implicitno, po potrebi

Uporaba tokova

- Operacija map elemente toka prevodi u transformirane elemente predanom funkcijom i daje tok tih novih elemenata

```
@FunctionalInterface
public interface Function<T, R> {
    R apply(T t);
}
```

- Metoda `map`:

```
public interface Stream<T> extends BaseStream<T, Stream<T>> {
    <R> Stream<R> map(Function<? super T, ? extends R> mapper);
    …
}
```

- Primjerice tok studenata možemo transformirati u tok njihovih JMBAG-ova (primjer u nastavku)

Uporaba tokova

- Operacija `collect` je terminalna operacija koja ne vraća tok već konačni rezultat obrade uporabom predanog objekta
- Razred `Collectors` sadrži nekoliko statičkih funkcija koje vraćaju gotove kolektore; primjerice, kolektor koji elemente toka transformira u listu ili skup
- Evo primjera mapiranja i pretvorbe u listu (sljedeći slide):

Uporaba tokova

```
List<String> studentIDs =
students.stream()
  .filter(new Predicate<Student>() {
    @Override
    public boolean test(Student t) {
      return t.getFinalGrade()>2;
    }
  })
  .map(new Function<Student,
String>() {
    @Override
    public String apply(Student t) {
      return t.getStudentID();
    }
  })
  .collect(Collectors.toList());
```

```
// Kraće:

List<String> studentIDs =
students
    .stream()
    .filter(s ->
s.getFinalGrade()>2)
    .map(s -> s.getStudentID())
    .collect(Collectors.toList());
```

Uporaba tokova

- Ako tok mapiramo u primitivne vrijednosti, tada nam na raspolaganju stoje metode koje znaju računati vrijednosti poput minimalne, maksimalne, srednje i slično; evo izračuna prosječne ocjene svih studenata koji imaju ocjenu barem 3 (dan kraći prikaz):

```
double avgGrade2 = students
  .stream()
  .filter(s -> s.getFinalGrade()>2)
  .mapToInt(s -> s.getFinalGrade())
  .average()
  .getAsDouble();
```

- Metoda `.average()` vraća primjerak `OptionalDouble` koji pamti ima li pohranjene double vrijednosti (metoda `isPresent()`) te nudi metodu `getAsDouble()` koja vraća taj double ako postoji odnosno baca `NoSuchElementException` ako ga nema

Uporaba tokova

- Detalje oko pisanja samih kolektora (koji su modelirani sučeljem `java.util.stream.Collector`) nećemo dalje obrađivati
  - Zainteresiranog čitatelja upućujemo na dodatnu literaturu (službena Oracle-ova dokumentacija)