PT&SCHE

Introduction of part-time and short cycle studies in Serbia

Funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

UNIVERZITET
METROPOLITAN
BEOGRAD

KI201 - JAVA 4: STRUKTURE PODATAKA I ALGORITMI – DEO A

Generičke klase i metodi

Lekcija 02

PRIRUČNIK ZA STUDENTE

KI201 - JAVA 4: STRUKTURE PODATAKA I ALGORITMI – DEO A

Lekcija 02

GENERIČKE KLASE I METODI

- Generičke klase i metodi
- Poglavlje 1: Šta su generičke klase?
- Poglavlje 2: Korist od primene generičkih klasa i metoda
- Poglavlje 3: Definisanje generičkih klasa i interfejsa
- Poglavlje 4: Generički metodi
- Poglavlje 5: Studija slučaja: Sortiranje niza elemenata
- Poglavlje 6: Sirovi tipovi i kompatibilnost unazad
- Poglavlje 7: Džoker generički tipovi
- Poglavlje 8: Brisanje tipova
- Poglavlje 9: Ograničenja primene generičkih tipova
- Zaključak

UVOD

Generičke (uopštene) klase i metodi omogućuju vam da otkrijete greške u vreme kompilacije programa, umesto u vreme njegovog izvršenja.

Ova lekcija treba da ostvari sledeće ciljeve:

- Da opiše prednosti primene generičkih klasa
- Da ukaže na upotreba generičkih klasa i interfejsa
- Da definiše generičke klase i interfejse
- Da objasni zašto generički tipovi mogu da poboljšaju pouzdanost i čitljivost
- Da definišu i ukažu na upotrebu generičkih metoda i graničnih generičkih tipova
- Da razvije generički metod sortiranja radi sortiranja reda***Comarable*** objekata
- Da ukaže na upotrebu tipova radova za povratnu kompatibilnost
- Da objasni zašto su potrebni džoker generički tipovi
- Da opiše generički tip za brisanje i da izlista određena ograničenja generičkih tipova prouzrokovanih tipom za brisanje.
- Ukaže na projektovanje i implementaciju generičkih klasa za matrice

Referenca: Y. Daniel Liang, INTRODUCTION TO JAVA PROGRAMMING (COMPREHENSIVE VERSION), Tenth Edition, Pearson, ISBN 10: 0-13-376131-2, ISBN 13: 978-0-13-376131-3

Ovo je osnovni udžbenik za ovaj predmet i preporučuje se studentima da ga koriste,

Poglavlje 1

Šta su generičke klase?

POJAM GENERIČKIH KLASA I METODA

Generičke (opšte) klase i metode vam omogućuju parametrizovanje tipova.

Generičke (opšte) klase i metode vam omogućuju parametrizovanje tipova. To znači da možete da definišete neku klasu ili metod sa generičkim (opštim) tipom koje kompajler može da zameni sa konkretnim tipovima. Na primer, Java definiše generičku klasu ***ArrayList*** za sortiranje elemenata generičkog (opšteg) tipa Sa ovom generičkom klasom, možete da kreirate ***ArrayList*** objekat koji sadrži stringove (nizove sa znacima) i ***ArraList*** objekat koji sadrži brojeve. U ovom slučaju, stringovi i brojevi su konkretni tipovi koji zamenjuju generičke (opšte) tipove.

Glavna korist od generičkih klasa i metoda je u pronalaženju grešaka u vreme kompilacije umesto u fazi izvršenja programa. *Generička klasa ili metod dozvoljava vam da specificirate dozvoljene tipove objekata sa kojima klasa ili metod može da radi.* Ako pokušate da upotrebite neki nekompatibilan objekat (tipa koji nije specificiran), kompajler će otkriti grešku.

Na primer, neka konkretna klasa Box izgleda ovako:

```
public class Box {
    private Object object;

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

Generički (opšti) oblik klase Box bi izgledao ovako:

```
public class GenericBox<T> {
    // T je skraćenica od "Type"
    private T t;

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

Koja je razlika između ove dve klase?

U klasi **Box** koristi se atribut object čiji je tip Object.

U klasi **GenericBox** koristi se atribut t tipa ***T*** , gde se oznaka za tip ***T*** može da odnosi i na tip Object, ali i za neke druge tipove. Zato je klasa **GenericBox** opštija, tj. ona je generička.

ZAŠTO KORISTITI GENERIČKE TIPOVE?

Generici omogućavaju da tipovi (klase i interfejsi) postanu parametri pri definisanju klasa, interfejsa ili metoda. Omogućavaju vam da ponovo koristite isti kod sa drugim ulazima

Generici omogućavaju da tipovi (klase i interfejsi) postanu parametri pri definisanju klasa, interfejsa ili metoda. Tipovi kao parametri, ili parametri tipova omogućavaju vam da ponovo koristite isti kod sa drugim ulazima. Dok je kod korišćenja formalnih parametara, to su vrednosti, dok kod unosa parametara tipova, to su tipovi (klase ili interfejsi).

Kod koji upotrebljava generike donosi niz koristi u odnosu na kodove bez generika:

1. **Bolja provera tipa u vreme kompilacije**: Java kompajler primenjuje čvrstu proveru tipa generičkog koda i javlja greške ako kod ne poštuje sigurnost tipa. Otklanjanje grešaka u vreme kompilacije je jednostavnije nego u vreme izvršenja programa, kada je teško naći grešku.
2. **Eliminacija konverzije tipa:** Sledeći kod bez generika zahteva konverziju tipa (casting),

```
List list = new ArrayList();
 list.add("hello");
 String s = (String) list.get(0);
```

: Upotrebom generika, programeri mogu da primene generičke algoritme koji koriste kolekcije različitih tipova,koji mogu da se prilagode, i koje sigurni tipovi i lakše se čitaju.

Ubacivanjem u program generike, konverzija tipova nije više potrebna:

```
List<String> list = new ArrayList<String>();
 list.add("hello");
 String s = list.get(0);   // bez konverzije
```

Poglavlje 2

Korist od primene generičkih klasa i metoda

ZAŠTO SE KORISTE GENERIČKE KLASE I METODI?

Razlog upotrebe Java generičkih klasa i metoda je u otkrivanju grešaka u vreme kompilacije.

Od izdanja JDL 1.5 Java nam omogućava korišćenje generičkih klasa i metoda. Na slici 1 prikazana je promena interfejsa ***java.lang.Comparable*** koja je usledila pojavom JDK 1.5.

```
package java.lang;

public interface Camparable {
  public int compareTo(Object o)
}
```

a) Pre JDK 1.5

```
package java.lang;

public interface Camparable<T> {
  public int compareTo(T o)
}
```

a) Od JDK 1.5

Slika 2.1 Interfejs Comparable pre i posle pojave JDK 1.5

Na slici 1.a, oznaka ***<T>*** predstavlja formalni generički (opšti) tip, koji se kasnije može zameniti stvarnim, konkretnim tipom. Zamena generičkog tipa sa konkretnim tipom naziva se *generička konkretizacija* (engl., generic instantiation). Konvencijom, formalni generički tip se označava sa velikim slovom ***E*** ili***T.***

Radi ilustracije koristi od primene generike, pogledajmo kod na slici 2. Iskaz na slici 2a deklariše **c** kao referentnu promenljivu čiji je tip ***Comparable*** i pobuđuje metod ***compareTo*** da bi uporedio objekat ***Date*** sa jednim stringom. Kod se ovaj kod kompilira, ne javlja se grešae, ali pri izvršenju dolazi do greške jer se string ne može upoređivati sa datumom, tj. sa ***Date***,.

```
Comparable c = new Date();
System.out.println(c.compareTo("red") );
```

a) Pre JDK 1.5

```
Comparable<Date> c = new Date();
System.out.println(c.compareTo("red") );
```

b) Posle JDK 1.5

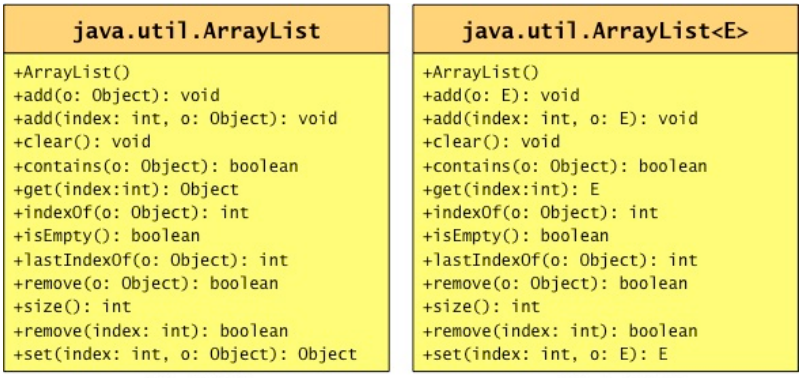
Slika 2.2 Novi generički tip otkriva moguće greške u vreme kompilacije

Iskaz na slici 2b objavljuje da je **c** referentna promenljiva čiji je tip **Camparable<Date>** i koji pobuđuje metod compareTo radi upoređenja objekta Date sa jednim stringom. Ovaj kod generiše grešku pri kompilaciji, jer je prenet argument metodom ***compareTo*** mora da bude tipa***Date***. Kako je greška otkrivena pri kompilaciji, a ne u fazi izvršenja, jasno je da je generički tip doprineo većoj pouzdanosti programa.

PRIMER KLASE ARRAYLIST

Konverzija tipova podataka (engl. casting) nije potrebna da bi se dobila vrednost iz liste koja ima elemente određenog tipa, jer kompajler već zna tip elementa

UML dijagram klase***ArrayList*** data je na slici 3., i to u verziji pre JDK 1.5 i od verzije JDK 1.5. Od verzije JDK 1.5 klasa***ArrayList*** je generička klasa.



Slika 2.3 Klasa ArrayList koja je generička klasa od JDK 1.5

Na primer, sledeći iskaz kreira listu tekstova (strings):

```
ArrayList<String> list = new ArrayList<>();
```

U nju možete dodati samo tekstovne elemente (strings), kao na primer:

```
list.add("Red");
```

Ako bi dodali element nekog drugog tipa podataka (npr. ceo broj), kompajler bi javio grešku.

Konverzija tipova podataka (engl. casting) nije potrebna da bi se dobila vrednost iz liste koja ima elemente određenog tipa, jer kompajler već zna tip elementa. Na primer, sledeći iskaz kreira listu koja sadrži elemente tekstova (strings), dodaje nove u listu i čita tekstovne elemente iz listi:

```
1 ArrayList<String> list = new ArrayList<>();
 2 list.add("Red");
 3 list.add("White");
 4 String s = list.get(0); // Nema potrebe za konverzijom
```

Pre korišćenja JDK 1.5, bez upotrebe generika, morali bi da izvršite konverziju povratne vrednosti u String, jer: je:

```
String s = (String)(list.get(0)); // Neophodna konverzija pre JDK 1.5
```

AUTOANBOKSING

Autoanboksing je direktno dodeljivanje elementa nekoj promenljivoj primitivnog tipa ako su elementi liste učaureni.

Ako su elementi liste tzv. učaureni tipovi (eng. wrapper types), kao što su ***Integer, Double, i Character***, onda možete da direktno dodelite element nekoj promenljivoj primitivnog tipa. To se zove **autoanboksing** (engl. autounboxing). Na primer, pogledajte sledeći kod:

```
1 ArrayList<Double> list = new ArrayList<Double>();
 2 list.add(5.5); // 5.5 je  konvertovano u new Double(5.5)
 3 list.add(3.0); // 3.0  je konfertovano u new Double(3.0)
 4 Double doubleObject = list.get(0); // Nije potrebna konverzija
 5 double d = list.get(1); // Automatska konverzija u double
```

U linijama 2 i 3, 5.5 i 3.0 su automatski konvertovane u ***Double*** objekte i dodati listi. U liniji 4, prvi element liste je promenljiva tipa ***Double***. Nije potrebna konverzija (casting) jer je list lista deklarisana sa ***Double*** objektima. U liniji 5, drugi element u listi list je promenljiva tipa double.***Objekat*** u **list.get(1)** je automatski konvertovan u jednu u vrednost primitivnog tipa.

ZADACI ZA SAMOSTALNI RAD

Proverite vaše razumevanje generičkih klasa i metoda

3.Šta je pogrešno u iskazima (a)? Da li je kod u (b) korektno napisan?

Zadatak 1. Da li ima grešaka pri kompajliranju iskaza (a) i (b)?

```
ArrayList dates = new ArrayList();
dates.add(new Date());
dates.add(new String());
```

(a) Prior to JDK 1.5

```
ArrayList<Date> dates =
  new ArrayList<Date>();
dates.add(new Date());
dates.add(new String());
```

(b) Since JDK 1.5

Slika 2.4 Primer 1 za samostalni rad

Zadatak 2. Šta nije u redu sa kodom na Slici 2(a)? Da li je kod na slici 2(b) korektan?

```
ArrayList dates = new ArrayList();
dates.add(new Date());
Date date = dates.get(0);
```

(a) Prior to JDK 1.5

```
ArrayList<Date> dates =
  new  ArrayList<Date>();
dates.add(new Date());
Date date = dates.get(0);
```

(b) Since JDK 1.5

Slika 2.5 Primer 2 za samostalni rad

Zadatak 3. Koje su koristi od korišćenja generičkih tipova?

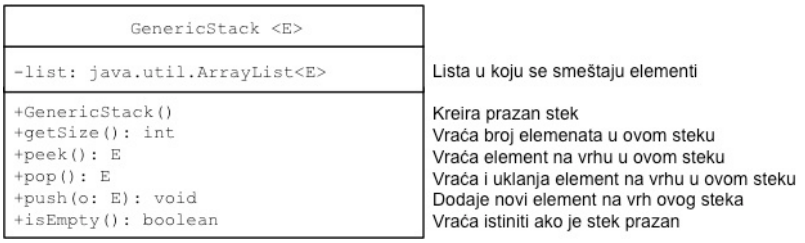
Poglavlje 3

Definisanje generičkih klasa i interfejsa

KLASA GENERICSTACK

Generički tip se definiše za klasu ili interfejs. Kada se klasa koristi pri kreiranju objekta, mora da se koristi i konkretan tip ili kada se koristi klasa ili interfejs za deklarisanje referentne prom

Na slici 1 prikazana je **GenericStack** klasa koja obezbeđuje stek memoriju i obezbeđuje operacije za manipuliranje stekom.



Slika 3.1 Metode generičke klase GenericStack

Listing klase **GenericStack** izgleda ovako:

```
1 public class GenericStack<E> {
  2   private java.util.ArrayList<E> list = new java.util.ArrayList<>();
  3
  4   public int getSize() {
  5  return list.size();
  6   }
  7
  8   public E peek() {
  9  return list.get(getSize() - 1);
 10   }
 11
 12   public void push(E o) {
 13  list.add(o);
 14   }
 15
 16   public E pop() {
 17  E o = list.get(getSize() - 1);
 18  list.remove(getSize() - 1);
 19  return o;
 20   }
```

```
21
22   public boolean isEmpty() {
23  return list.isEmpty();
24   }
25
26   @Override
27   public String toString() {
28    return "stack: " + list.toString();
29   }
30 }
```

Sledeći primer kreira stek za smeštaj stringova i dodaje tri stringa u stek:

```
GenericStack<String> stack1 = new GenericStack<>();
 stack1.push("London");
 stack1.push("Paris");
 stack1.push("Berlin");
```

Sledeći primer prikazuje kreiranje steka za smeštaj celih brojeva i način dodavanja tri cela broja u stek.

```
GenericStack<Integer> stack2 = new GenericStack<>();
 stack2.push(1); // autoboksing 1 u new Integer(1)
 stack2.push(2);
 stack2.push(3);
```

Umesto da koristite generički tip, mogli ste koristiti element tipa ***Object***, koji može da predstavi bilo koji tip objekta. Međutim, upotrebom generičkog tipa popravlja se pouzdanost i čitljivost softvera, jer se pojedine greške mogu da otkriju prilikom kompilacije, umesto prilikom izvršenja. Na primer, u slučaju objekta stack1, korišćena je deklaracija ***GenericStack<String>,*** samo se stringovi mogu smeštati u stek. Ako bi se smeštao ceo broj, na primer, prilikom kompilacije javila bi se greška.

ZADATAK: KREIRANJE GENERIČKIH KLASA

Cilj ovog zadatka je provežbavanje generičkih klasa sa jednim parametrom

Napraviti klasu ProstGenerik koja predstavlja generičku klasu koja prima kao parametar bilo koji tip parametra (T). Unutar klase napraviti metodu printType koja vraća ime klase prosleđenog objekta

Klasa ProstGeneric:

```
class ProstGeneric<T>{
```

```
    private T objReff = null;

    public ProstGeneric(T param){
        this.objReff = param;
    }

    public T getObjReff(){
        return this.objReff;
    }

    public void printType(){
        System.out.println("Type: "+objReff.getClass().getName());
    }
}
```

Klasa Main:

```
public class Main {

    public static void main(String[] args) {
        new Main();
    }

    public Main() {
        ProstGeneric<String> sgs = new ProstGeneric<String>("JAVA2NOVICE");
        sgs.printType();
        ProstGeneric<Boolean> sgb = new ProstGeneric<Boolean>(Boolean.TRUE);
        sgb.printType();
    }
}
```

U ovom zadatku kreiramo klasu koja ima jedan atribut generičkog tipa T.

Klasa ProstGenerik sadrži konstruktor, getter za generički atribut i metodu koja štampa tip generičkog atributa koji je naveden. Štampanje tipa podrazumeva štampanje naziva konkretne klase koja će biti definisana i može se dobiti tako što prvo pozovemo metodu getClass() koja sadrži određene informacije o samoj referenci uključujući i naziv klase. Konkretan naziv klase se dobija pozivom metode getName().

Svaki put kada kreiramo novu instancu tipa ProstGenerik u dijamatskim zagradama (<>) moramo definisati tip odnosno klasu koja se odnosi na generički tip.

ZADACI ZA SAMOSTALNI RAD

Na osnovu usvojenog znanja uraditi samostalno sledeće zadatke

Zadatak 1. Izmeniti GenericStack primer tako da se koristi niz umesto liste. Mora se proveriti da li je niz pun pre dodavanja elementa, ako je pun onda treba napraviti novi duplo veci niz i kopirati sve elemente u njega.

Zadatak 2. Implementirati GenericStack tako da nasleđuje (extends) ArrayList. Napisati program koji ce od korisnika da trazi pet brojeva i da ih ispise u obrnutom redosledu.

Zadatak 3. Napisati metod definisan ispod koji vraća novu listu na osnovu unete. Nova lista sadrži elemente stare, ali bez duplikata.

```
public static <E> ArrayList<E> removeDuplicates(ArrayList<E> list)
```

Poglavlje 4

Generički metodi

KLASA GENERICMETHODDEMO

Upotrebom generičkih tipova definišu se generički metodi

Upotrebom generičkih tipova definišu se generički metodi. U sledećem izlaganju prikazan je listing generičkog metoda print (linije 10-14) radi štampanja reda objekata. Linija 6 prebacuje red objekata celih brojeva pri pobuđivanju generičkog metoda ***print*****.** Linija 7 pobuđuje metod print sa redom stringova.

```
1 public class GenericMethodDemo {
 2   public static void main(String[] args ) {
 3   Integer[] integers = {1, 2, 3, 4, 5};
 4   String[] strings = {"London", "Paris", "New York", "Austin"};
 5
 6   GenericMethodDemo.<Integer>print(integers);
 7   GenericMethodDemo.<String>print(strings);
 8   }
 9
 10   public static <E> void print(E[] list) {
 11  for (int i = 0; i < list.length; i++)
 12    System.out.print(list[i] + " ");
 13  System.out.println();
 14   }
 15 }
```

Da bi deklarisali generički metod, treba da postavite generički tip <E> odmah posle ključne reči static u zaglavlju metoda:

```
public static <E> void print(E[] list)
```

Da bi se prizvao generički metod, treba navesti ime metoda sa stvarnim tipom u uglastim zagradama:

```
GenericMethodDemo.<Integer>print(integers);
 GenericMethodDemo.<String>print(strings);
```

ili kraće:

```
print(integers);
 print(strings);
```

U ovom drugom slučaju, stvarni tip nije eksplicitno naveden. Kompajler automatski otkriva stvarni tip.

OGRANIČEN GENERIČKI TIP

Ograničen generički tip je generički tip koji se može specificirati i kao pod-tip nekog tipa.

Generički tip se može specificirati i kao pod-tip nekog tipa. Ovakav generički tip se naziva ograničen (engl.bounded). Listing prikazuje metod **equalArea()** a ograničen generički tip ***<E extends GeometricObject>*** (linija 7) specificira da je ***E*** generički pod-tip od **GeometricObjec**t. Da bi prizvali metod **equalArea()**, treba da prenesete dva objekta tipa **GeometricObject**.

```
1 public class BoundedTypeDemo {
 2   public static void main(String[] args ) {
 3   Rectangle rectangle = new Rectangle(2, 2);
 4   Circle circle = new Circle(2);
 5
 6   System.out.println("Same area? " +
 7     equalArea(rectangle, circle));
 8   }
 9
 10   public static <E extends GeometricObject> boolean equalArea(
 11    E object1, E object2) {
 12  return object1.getArea() == object2.getArea();
 13   }
 14 }
```

Neograničen generički tip ***E*** je isto što i ***<E extends Object>***

Da bi se definisa**o** generički tip neke klase, treba ga postaviti posle naziva klase, kao na primer**: GenericStack<E>.**

Da bi se definisao generički tip za metod, treba postaviti generički tip pre povratnog tipa metoda, kao na primer**: <E> void max(E o1, E o2).**

VIDEO: GENERIČKI METODI

Intermediate Java Tutorial - 17 - Generic Methods (4,38 minuta)

Ova lekcija sadrži video materijal. Ukoliko želite da pogledate ovaj video morate da otvorite LAMS lekciju.

VIDEO: PRIMENA GENERIČKIH METODA

Intermediate Java Tutorial - 18 - Implementing a Generic Method (4,56 minuta)

Ova lekcija sadrži video materijal. Ukoliko želite da pogledate ovaj video morate da otvorite LAMS lekciju.

VIDEO: GENERIČKI POVRATNI TIPOVI

Intermediate Java Tutorial - 19 - Generic Return Types (6,04 minuta)

Ova lekcija sadrži video materijal. Ukoliko želite da pogledate ovaj video morate da otvorite LAMS lekciju.

ZADATAK: GENERIKSADVAPARAMETRA

Cilj ovog zadatka je provežbavanje generičkih klasa sa dva parametra

Napraviti klasu **GenerikSaDvaParametra** koja prima dva objekta i metodu printType koja vraća ime klase oba prosleđena objekta.

Klasa GenerikSaDvaParametra:

```
public class GenerikSaDvaParametra<U, V>{

    private U objUreff;
    private V objVreff;

    public GenerikSaDvaParametra(U objU, V objV){
        this.objUreff = objU;
        this.objVreff = objV;
    }

    public void printTypes(){
        System.out.println("U Type: "+this.objUreff.getClass().getName());
        System.out.println("V Type: "+this.objVreff.getClass().getName());
    }
}
```

Klasa Main:

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        new Main();
    }
```

```
    public Main(){
        GenerikSaDvaParametra<String, Integer> sample
                    = new GenerikSaDvaParametra<String, Integer>("KI201 JE SUPER",
100);
        sample.printTypes();
    }
}
```

Ovaj primer demonstrira rad sa klasom koja sadrži dva atributa generičkog tipa. Za generičke tipove smo definisali vrednosti U i V s tim što je za te vrednosti moguće koristiti i bilo koje drugo slovo. Važno je naglasiti da definisani generički atributi mogu biti i istog i različitog tipa u zavisnosti od potreba programa.

Klasa **GenerikSaDvaParametra** pored konstruktora sadrži i metodu printTypes koja štampa definisane tipove odnosno nazive konkretnih klasa generičkih atributa što se realizuje identično kao u prethodnom zadatku.

Sada svaki put kada kreiramo instancu klase **GenerikSaDvaParametra** potrebno je da definišemo tip podatka za oba generička atributa kao što je urađeno u klasi Main.

ZADATAK: GENERICINASLEDJIVANJE

Cilj ovog zadatka je provežbavanje generičkih klasa sa parametrom koji nasleđuje klasu

Napraviti klasu A koja ima metodu **printClass** koja ispisuje da je ona super klasa A. Potom napraviti klase B i C koje nasleđuju klasu A i imaju svoje implementacije metode printClass koje vraćaju da su pod klase klase A. Napraviti klasu GenericiNasledjivanje koja prima parametar T koji nasleđuje klasu A. Napraviti u ovoj klasi metodu doRunTest koja zove printClass nad prosleđenom T objektu koji nasleđuje A.

Klasa GenericiNasledjivanje:

```
public class GenericiNasledjivanje<T extends A> {

    private T objRef;

    public GenericiNasledjivanje(T obj) {
        this.objRef = obj;
    }

    public void doRunTest() {
        this.objRef.printClass();
    }
}

class A {

    public void printClass() {
        System.out.println("I am in super class A");
```

```
    }
}

class B extends A {

    public void printClass() {
        System.out.println("I am in sub class B");
    }
}

class C extends A {

    public void printClass() {
        System.out.println("I am in sub class C");
    }
}
```

Klasa Main:

```
public class Main {

    public static void main(String[] args) {
        new Main();
    }

    public Main() {
        GenericiNasledjivanje<C> bec = new GenericiNasledjivanje<C>(new C());
        bec.doRunTest();
        GenericiNasledjivanje<B> beb = new GenericiNasledjivanje<B>(new B());
        beb.doRunTest();
        GenericiNasledjivanje<A> bea = new GenericiNasledjivanje<A>(new A());
        bea.doRunTest();
    }
}
```

U ovom zadatku je napravljena hijerarhija klasa, gde je klasa A nadklasa ili superklasa, dok su klase B i C podklase odnosno klase koje nasleđuju klasu A.

U ovkiru klase GenericiNasledjivanje definišemo generički tip koristeći ograničavanje generika sa gornje strane. Dakle, kada definišemo generik korišćenjem klauzulu extends u formatu <T extends A> to podrazumeva da taj generički atribut mora pripadati ili klasi A ili klasi koja nasleđuje klasu A, čime se ograničava mogućnost definisanja tipova.

ZADACI ZA SAMOSTALNI RADI

Na osnovu usvojenog znanja uraditi samostalno sledeće zadatke

Zadatak 1. Implementirati sledeći metod koji vraća maksimalan broj prosleđenog niza.

```
public static <E extends Comparable<E>> E max(E[] list)
```

Zadatak 2. Implementirati sledeći metod koji vraća maksimalan broj dvodimenzionalnog niza.

```
public static <E extends Comparable<E>> E max(E[][] list)
```

Poglavlje 5

Studija slučaja: Sortiranje niza elemenata

SORTIRANJE NIZA ELEMENATA

Možete da razvijete generički metod za sortiranje niza Comparable objekata.

Ovde ćemo navesti generički metod za sortiranje reda ***Comaprable*** objekata. Objekti su primerci intefejsa ***Comaprable***, a upoređuju se primenom metoda ***compareTo().*** Da bi se metod testirao, program sortira niz celih brojeva, niz brojeva duple preciznosti, niz karaktera i niz stringova (tekstualnih elemenata). Program je prikazan na slici 1, dobiejni rezultati, tj. prikaz sortianih nizova koje su kreirani u klasi GenericSort. Slika 1 prikazuje dobijene rezultate sortiranja.

```
Sorted Integer objects: 2 3 4
Sorted Double objects: -22.1 1.3 3.4
Sorted Character objects: J a r
Sorted String objects: Kim Susan Tom
```

Slika 5.1 Prikaz rezultata sortiranja

Metod **sort()** u ovom programu sortira niz sa bilo kojim tipom objekata, pod uslovim da taj je tip podržan sa interfejsom ***Comparable***. Generički tip je definisan sa ***<E extends Comparable<E>>*** (linija 36). Ovo ima dva značenja. Prvo, specificira da je ***E*** pod-tip od***Comparable***. Drugo, specificira da elementi koji se upoređuju su takođe tipa***E***.

Metod **sort()** upotrebljava metod compareTo da bi odredio redosled objekata u nizu (lijija 46). ***Integer, Double, Character i String*** primenjuju ***Comparable***, te objekti ovih klasa se mogu upoređivati sa metodom compareTo.

Program kreira redove ***Integer*** objekata, ***Double*** objekata, ***Character*** objekata i ***String*** objekata (linije 4-16) i poziva **sort()** metod radi sortiranja ovih redova (linije 19-22).

```
1 public class GenericSort {
  2   public static void main(String[] args) {
  3  // Kreiranje niza sa Integer elementima
  4  Integer[] intArray = {new Integer(2), new Integer(4),
  5    new Integer(3)};
  6
  7  // Kreiranje niza sa Double elementima
  8  Double[] doubleArray = {new Double(3.4), new Double(1.3),
  9    new Double(-22.1)};
```

```
10
11  // Kreiranje niza Character elementima
12  Character[] charArray = {new Character('a'),
13    new Character('J'), new Character('r')};
14
15  // Kreiranje niza sa String elementima
16  String[] stringArray = {"Tom", "Susan", "Kim"};
17
18  // sortiranje nizova
19  sort(intArray);
20  sort(doubleArray);
21  sort(charArray);
22  sort(stringArray);
23
   // Prikaz sortiranih nizova
25  System.out.print("Sorted Integer objects: ");
26  printList(intArray);
27  System.out.print("Sorted Double objects: ");
28  printList(doubleArray);
29  System.out.print("Sorted Character objects: ");
30  printList(charArray);
31  System.out.print("Sorted String objects: ");
32  printList(stringArray);
33   }
34
35   /** Sortiranje niza sa uoredljivim (Comparable) elementima */
36   public static <E extends Comparable<E>> void sort(E[] list) {
37  E currentMin;
38  int currentMinIndex;
39
40  for (int i = 0; i < list.length - 1; i++) {
41    // Nalaženje minimuma u listi list[i+1..list.length-2]
42    currentMin = list[i];
43    currentMinIndex = i;
44
45    for (int j = i + 1; j < list.length; j++) {
46      if (currentMin.compareTo(list[j]) > 0) {
47        currentMin = list[j];
48        currentMinIndex = j;
49      }
50    }
51
52    // Zamena list[i] sa list[currentMinIndex]ako je potrebno;
53    if (currentMinIndex != i) {
54      list[currentMinIndex] = list[i];
55      list[i] = currentMin;
56    }
57  }
58   }
59
60   /** Štampanje niza objekata */
61   public static void printList(Object[] list) {
62  for (int i = 0; i < list.length; i++)
```

```
63    System.out.print(list[i] + " ");
64  System.out.println();
65    }
66 }
```

ZADACI ZA SAMOSTALNI RAD

Na osnovu usvojenog znanja uraditi samostalno sledeće zadatke

Zadatak 1. Napisati sledeći metod koji meša elemente liste na slučajan način.

```
public static <E> void shuffle(ArrayList<E> list)
```

Zadatak 2. Napisati sledeći metod koji sortira datu listu.

```
public static <E extends Comparable<E>>
    void sort(ArrayList<E> list)
```

Zadatak 3. Napisati sledeći metod koji vraća najveći broj u datoj listi.

```
public static <E extends Comparable<E>> E max(ArrayList<E> list)
```

Poglavlje 6

Sirovi tipovi i kompatibilnost unazad

PRIMER KORIŠĆENJA SIROVOG TIPA

Generička klasa ili interfejs koji se koristi bez specifikacioje konkretnog tipa, a koji se naziva sirovi tip, omogućava kompatibilnost unazad, tj. kompatibilnost sa ranijim verzijama Java.

Možete da upotrebite generičku klasu bez specifikacije konkretnog tipa, kao na ovom primeru:

```
GenericStack stack = new GenericStack(); // sirov tip
```

Ovo je ekvivalentno sa iskazom (po posledicama):

```
GenericStack<Object> stack = new GenericStack<Object>();
```

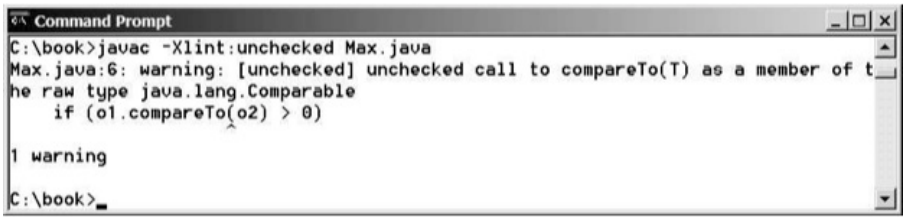
Generička klasa koje se koriste bez tipa parametra, nazivaju se sirovim tipom (engl., raw type). Upotrebom sirovih tipova omogućava se kompatibilnost unazad, tj. sa prethodnim verzijama Java. Na primer, generički tip se koristi u java.lang.***Comparable*** od JDK 1.5 ali još puno programa koristi sirovi tip ***Camparable***, kao sedeći primer.

```
1 public class Max {
 2   /** Vraća maksimum od dva objekta */
 3   public static Comparable max(Comparable o1, Comparable o2) {
 4   if (o1.compareTo(o2) > 0)
 5     return o1;
 6   else
 7     return o2;
 8   }
 9 }
```

Comparable o1 i **Comparable o2** su sirovi tipovi deklaracija. One nisu sigurne. Evo primera:

```
Max.max("Welcome", 23); // 23 ije autboksovan u s autoboxed into new Integer(23)
```

Ovo bi izazvalo grešku pri izvršenju programa, jer se ne može upoređivati ***String*** sa objektom celog broja (***Integer***). Java kompajler bi pokazao tu grešku u vidu poruke date na slici.



Slika 6.1 Poruka o grešci u izvršenju programa

POBOLJŠANA KLASA MAX

Primenom generičkog tipa u metodu max() dobija se prikaz greške prilikom kompilacije, ako oba tipa dva argumenta nisu istog tipa.

Bolji način za pisanje metoda **max** je da se koristi generički tip, je sledeći:

```
1 public class MaxUsingGenericType {
 2   /** Vraća veću vrednost dva objekta */
 3   public static <E extends Comparable<E>> E max(E o1, E o2) {
 4   if (o1.compareTo(o2) > 0)
 5     return o1;
 6   else
 7     return o2;
 8   }
 9 }
```

Ako pozovete metod **max** upotrebom instrukcije**:**

```
// 23 je outboksovan u  new Integer(23)
 MaxUsingGenericType.max("Welcome", 23);
```

dobićete prikaz greške kompilacije, jer dva argumenta u metodu **max** moraju biti istog tipa (npr. dva stringa ili dva objekata celih brojeva (integer). Pored toga, tip E mora biti podtip ***Comparable<E>***.

Drugi primer, u sledećem kodu (programu), vi deklarišete sirovi tip stack u liniji 1, dodeljujete mu ***new GenericStack<String>*** u liniji 2, i gurate string i objekat celog broja (integer) u stack u linijama 3 I 4

```
1 GenericStack stack;
 2 stack = new GenericStack<String>();
 3 stack.push("Welcome to Java");
 4 stack.push(new Integer(2));
```

Međutim, linja 4 nije bezbedna jer je stek planiran da memoriše stringove, a u njega je smešten objekt celog broja (Integer). Linja 3 je u redu, međutim, kompajler će ukazati na greške u linijama 3 i 4 jer ne može da sledi semantičko značenje programa. Sve što kompajler

zna je da je stek sirovi tip i da izvršava nebezbedno neke operacije. Prema tome, prikazuje se upozorenje na buduće greške.

Poglavlje 7

Džoker generički tipovi

ŠTA JE DŽOKER?

Možete koristiti neograničene džokere, ograničene džokere ili nisko-ograničene džokere da bi specificirali opseg nekog generičkog tipa

Šta je džoker generičkih tipova i zašto je on potreban? Da bi pokazali potrebu za džokerima, analiziraćemo sledeći primer. Primer definiše generički metod **max()** koji nalazi maksimalnu vrednost brojeva smeštenih u steku (stack). Metod **main** kreira stek objekata celih brojeva (integer objects) dodaje tri cela broj u stek i poziva metod **max()** radi nalaženja maksimalne vrednosti brojeva u steku.

```
1 public class WildCardNeedDemo {
 2   public static void main(String[] args ) {
 3   GenericStack<Integer> intStack = new GenericStack<>();
 4   intStack.push(1); // 1 je autboksovan  new Integer(1)
 5   intStack.push(2);
 6   intStack.push(-2);
 7
 8   System.out.print("The max number is " + max(intStack));
 9   }
 10
 11   /** Nalaženje maksimuma u steku brojeva */
 12   public static double max(GenericStack<Number> stack) {
 13  double max = stack.pop().doubleValue(); // Inicijalizacija max
 14
 15  while (!stack.isEmpty()) {
 16    double value = stack.pop().doubleValue();
 17    if (value > max)
 18      max = value;
 19  }
 20
 21  return max;
 22   }
 23 }
```

Program priložen prethodnim listingom ima grešku kompilacije u linji 8 jer **intStack** nije objekt klase **GenericStack<Number>.** Zato, ne možemo da pozovemo metod **max(intStack)**

Činjenica je da Integer pod-tip od ***Number***, ali **GenericStack<Integer>** nije pod-tip od **GenericStack<Number>.** Da bi se rešio ovaj problem, upotrebićemo džokera generičkih tipova. Džoker generičkih tipova ima tri forme: **?** i **? extend T**, kao i **? super T**, gde je ***T*** generički tip.

Prva forma, **?,** naziva se neograničeni džoker (engl., unbounded wildcard), isti je kao i **? extend Object**. Druga forma, **? extends T**, naziva se *ograničeni džoker*, predstavljen sa***T*** ili sa nepoznatim pod-tipom ***T***. Treća forma**, ? super T**, se naziva džoker sa donjom granicom, označen sa ***T*** ili sa nepoznatim pod-tipom ***T..*** Otklanjanje greške se vrši zamenom linje 12 u listingu klase WildCardNeedDemo na sledeći načina:

```
public static double max(GenericStack<? extends Number> stack) {
```

<? extends Number> je džoker tipa koji predstavlja***Number*** ili pod-tip od ***Number***, te je ispravno da se pozove metod **max(new GenericStack<Integer>())** ili **max(new GenericStack<Double>())**.

PRIMENA DŽOKER TIPA

Džoker <?> predstavlja bilo koji tip objekta.

Listing klase **AnyWildCardDemo** pokazuje primer korišćenja **?** džokera u metodu **print**, koji štampa objekte u steku i prazni stek. **<?>** je džoker koji predstavlja bilo koji tip objekata. On je ekvivalentan sa **<? extends Object>.** Šta se dešava kada vi zamenite **GenericStack<?>** sa **GenericStack<Integer>?** Bilo bi pogrešno da se pozove **print(intSteck)**, jer **intSteck** nije objekat klase **GenericStack<Object>.** Takođe, **GenericStack<Integer>** nije podtip **GenericStack<Object>**, iako je ***Integer*** pod-tip od ***Object.***

```
1 public class AnyWildCardDemo {
  2   public static void main(String[] args ) {
  3  GenericStack<Integer> intStack = new GenericStack<Integer>();
  4  intStack.push(1); // 1 se transformiše u new Integer(1)
  5  intStack.push(2);
  6  intStack.push(-2);
  7
  8  print(intStack);
  9   }
 10
 11   /** Štampa objekte i prazni stek */
 12   public static void print(GenericStack<?> stack) {
 13  while (!stack.isEmpty()) {
 14    System.out.print(stack.pop() + " ");
 15  }
 16   }
 17 }
```

Kada je džoker **<? super T>** potreban? Pogledajmo primer na klase **SuperWildCardDemo**. Primer kreira stek stringova **stack1** (linija 3) i stek objekata **stack2** (linija 4) i poziva metod

add(stack1, stack2) (linija 8) kojom dodaje stringove u **stack1** i **stack2**. GenericStack**<? super T>** je upotrebljen radi deklaracije **stack2** u liniji 13. Ako se **<? super T>** zameni sa **<T>,** javiće se greška kompilacije kod **add(stack1, stack2)** u liniji 8, jer je tip steka **stack1 GenericStack<String>,** i steka **stack2** je **GenericStack<Object>. <? super T>** predstavlja tip***T*** ili pod-tip od ***T***. ***Object*** je supertip od ***String***.

```
1 public class SuperWildCardDemo {
 2   public static void main(String[] args) {
 3   GenericStack<String> stack1 = new GenericStack<String>();
 4   GenericStack<Object> stack2 = new GenericStack<Object>();
 5   stack2.push("Java");
 6   stack2.push(2);
 7   stack1.push("Sun");
 8   add(stack1, stack2);
 9   AnyWildCardDemo.print(stack2);
 10   }
 11
 12   public static <T> void add(GenericStack<T> stack1,
 13      GenericStack<? super T> stack2) {
 14  while (!stack1.isEmpty())
 15      stack2.push(stack1.pop());
 16   }
 17 }
```

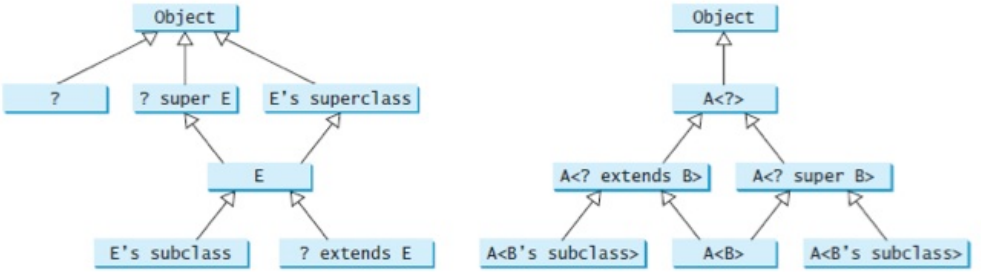
VEZE NASLEĐIVANJA GENERIČKIH TIPOVA I DŽOKER TIPOVA

Džoker tip, kao i generičke klase, se mogu nasleđivati.

Programski kod klase **SuperWildCardDemo** će takođe raditi ako se zaglavlje metoda u linijama 12 i 13 zameni sa:

```
public static <T> void add(GenericStack<? extends T> stack1,
        GenericStack<T> stack2)
```

Veze nasleđivanja generičkih tipova i džoker tipova su prikazane na slici 1. Na toj slici, **A** i **B** predstavljaju klase ili interfejse, a ***E*** je parametar generičkog tipa.



Slika 7.1 Veze između generičkih tipova i džoker tipova

ZADATAK: PRIMENA DZOKER TIPA

Cilj ovog zadatka je provežbavanje generičkih klasa sa univerzalnim metodama za upoređivanje klasa koji poštuju istu nad klasu

Napraviti klasu ***Zaposleni*** koja ima od podataka ime i platu.Napraviti klase ***CompAZap*** i ***CompBZap*** koje nasleđuju klasu Zaposleni. Napraviti klasu ***MyEmployeeUtil*** koja ima generički parametar koji treba da bude zaposleni. Ima metodu za opšte uzimanje plate kao i metodu koja proverava da li je plata ista kao nekom drugom zaposlenom.

Klasa MyEmployeeUtil:

```
class MyEmployeeUtil<T extends Zaposleni>{

    private T zap;

    public MyEmployeeUtil(T obj){
        zap = obj;
    }

    public int getPlata(){
        return zap.getPlata();
    }

    public boolean isSalaryEqual(MyEmployeeUtil<?> otherEmp){

        if(zap.getPlata()== otherEmp.getPlata()){
            return true;
        }
        return false;
    }
}

class Zaposleni{

    private String ime;
    private int plata;

    public Zaposleni(String ime, int plata){
```

```
        this.ime = ime;
        this.plata = plata;
    }

    public String getIme() {
        return ime;
    }
    public void setIme(String ime) {
        this.ime = ime;
    }
    public int getPlata() {
        return plata;
    }
    public void setPlata(int plata) {
        this.plata = plata;
    }
}

class CompAZap extends Zaposleni{

    public CompAZap(String nm, int sal){
        super(nm, sal);
    }
}

class CompBZap extends Zaposleni{

    public CompBZap(String nm, int sal){
        super(nm, sal);
    }
}
```

Klasa MainClass:

```
public class MainClass {

    public static void main(String a[]){

        MyEmployeeUtil<CompAZap> empA
                    = new MyEmployeeUtil<CompAZap>(new CompAZap("Ram", 20000));
        MyEmployeeUtil<CompBZap> empB
                    = new MyEmployeeUtil<CompBZap>(new CompBZap("Krish", 30000));
        MyEmployeeUtil<CompAZap> empC
                    = new MyEmployeeUtil<CompAZap>(new CompAZap("Nagesh", 20000));
        System.out.println("Is salary same? "+empA.isSalaryEqual(empB));
        System.out.println("Is salary same? "+empA.isSalaryEqual(empC));
    }
}
```

U klasi ***MyEmployeeUtil*** imamo generički tip koji se ograničava na klase tipa ***Zaposleni*** ili klase koje je nasleđuju. Zbog tog ograničenja je moguće da preko metode ***isSalaryEqual***

poredimo plate zaposlenih koji pripadaju bilo kojoj klasi u definisanoj hijerarhiji (Zaposleni ili njene podklase).

Ograničenjem generika garantovano imamo metodu ***getPlata*** koja je definisana u graničnoj superklasi Zaposleni preko koje pristupamo vrednostima plata kako bi smo izvršili poređenje. Na ovaj način svaka podklasa može da primeni drugačiju formulu za izračunavanje plata ili može override-ovati metodu getPlata u podklasama s tim što je sama funkcionalnost poređenja plata apstrahovana u okviru klase MyEmployeeUtil.

ZADACI ZA SAMOSTALNI RAD

Na osnovu usvojenog znanja uraditi samostalno sledeće zadatke

Zadatak 1. Šta se dešava ako promenimo definiciju metoda **add** iz primera **SuperWildCardDemo** na sledeći način:

```
public static <T> void add(GenericStack<T> stack1,
    GenericStack<T> stack2)
```

Zadatak 2. Šta se dešava ako promenimo definiciju metoda **add** iz primera **SuperWildCardDemo** na sledeći način:

```
public static <T> void add(GenericStack<? extends T> stack1,
    GenericStack<T> stack2)
```

Zadatak 3. Koja je razlika između sledeće dve definicije metode za kopiranje iz jedne liste u drugu?

```
public static <T extends Number> void copy(List<T> dest, List<T> src)
```

```
public static void copy(List<? extends Number> dest, List<? extends Number> src)
```

Zadatak 4. Koja je razlika između sledeće dve definicije metoda za štampanje liste?

```
public void print(List<? super Integer> list)
```

```
public <T super Integer> void print(List<T> list)
```

Poglavlje 8

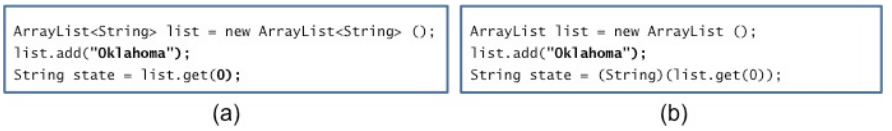
Brisanje tipova

ŠTA JE BRISANJE TIPA?

Informacija o genericima koji se upotrebljavaju za vreme kompilacije, a koji nisu raspoloživi u vreme izvršenja. To se zove brisanje tipa.

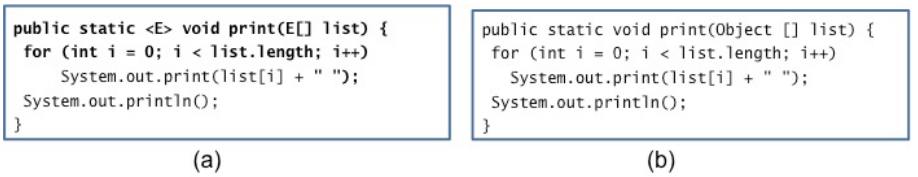
Generici se primenjuju upotrebom jednog pristupa koji se naziva brisanje tipa: kompajler upotrebljava informaciju o generičkom tipu da bi kompilirao kod, ali ga posle briše. Zbog toga, informacija o genericima nije raspoloživa u vreme izvršenja koda. Ovaj pristup omogućava generički kod da ostvari kompatibilnost unazad sa starim kodom koji upotrebljava sirove tipove.

Generici su prisutni samo u vreme kompilacije. Kada kompajler potvrdi da je neki generički tip upotrebljen bezbedno, on ga konvertuje u sirovi tip. Na primer, kompajler proverava da li kod na slici 1a na korektan način koristi generike i onda ga prevodi u ekvivalentan kod dat na slici 1b u vreme izvršavanja koda. Kod na slici 1b koristi sirovi tip.



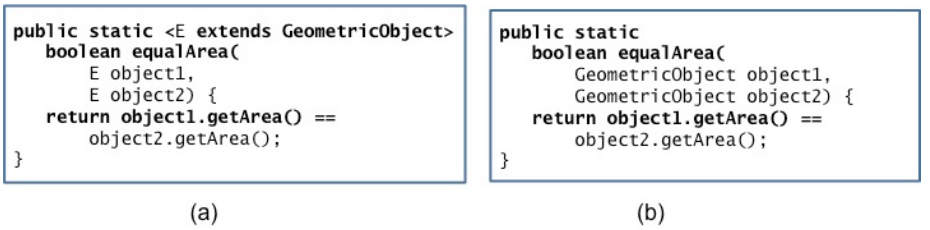
Slika 8.1 Prevođenje generika u sirove tipove od strane kompajlera

Kada se kompiliraju generičke klase, interfejsi i metodi, kompajler zamenjuje generički tip sa tipom Object. Na primer, kompajler bi preveo metod dat na slici 2a u metod na slici 2b



Slika 8.2 Prevođenje metoda print sa generikom u metod sa sirovim tipom.od strane kompajlera

Ako je generički tip ograničen, kompajler ga zamenjuje sa ograničenim tipom. Na primer, kompajler će metod na slici 3a, zameniti s metodom na slici 3b.



```
public static <E extends GeometricObject>
   boolean equalArea(
       E object1,
       E object2) {
   return object1.getArea() ==
       object2.getArea();
}
```

(a)

```
public static
   boolean equalArea(
       GeometricObject object1,
       GeometricObject object2) {
   return object1.getArea() ==
       object2.getArea();
}
```

(b)

Slika 8.3 Prevođenje metoda sa generikom u metod sa sirovim tipom.od strane kompajlera

Važna napomena je da generička klasa se deli sa svim objektima bez obzira od njihovog stvarnog i konkretnog tipa.

PRIMER SA KLASOM ARRAYLIST I OGRANIČENJA

Generički tipovi se brišu u vreme kompilacije.

Predpostavimo da su list1 i list2 kreiranje na sledeći način:

```
ArrayList<String> list1 = new ArrayList<>();
 ArrayList<Integer> list2 = new ArrayList<>();
```

Iako su **ArrayList<String> i ArrayList<Integer>** dva tipa u vreme kompilacije, samo klasa **ArrayList** se unosi u JVM u vreme izvršenja. **list1 i list2** su objekti klase **ArrayList,** tako da su sledeća dva iskaza istinita (true):

```
System.out.println(list1 instanceof ArrayList);
 System.out.println(list2 instanceof ArrayList);
```

Međutim, iskazi **list1** ***instanceof*** **ArrayList<String>** je pogrešan. Kako se **ArrayList<String>** ne smeštra kao posebna klasa u JVM, upotreba u vreme izvršenja nema nikakvog smisla.

Kako se generički tipovi brišu u vreme izvršenje programa, postoje određena ograničenja kako se generički tipovi mogu da koriste. Navećemo neka od ograničenja:

BRISANJE GENERIČKIH TIPOVA BEZ OGRANIČENJA

Kako tip parametra T nije ograničen, Java kompajler ga zamenjuje sa tipom Object

Za vreme procesa brisanja tipova, Java kompajler briše sve tipove parametara i svaki od njih zamenjuje sa njegovim prvim ograničenjem ako je tip parametra ograničen, ili zamenjuje sa tipom ***Object*** ako tip parametra nije ograničen.

Pogledajmo sledeću generičku klasu koja predstavlja čvor u povezanoj listi.

```
public class Node<T> {

    private T data;
    private Node<T> next;

    public Node(T data, Node<T> next) }
        this.data = data;
        this.next = next;
    }

    public T getData() { return data; }
    // ...
 }
```

Kako tip parametra ***T*** nije ograničen, Java kompajler ga zamenjuje sa tipom ***Objec***t

```
public class Node<T extends Comparable<T>> {

    private T data;
    private Node<T> next;

    public Node(T data, Node<T> next) {
        this.data = data;
        this.next = next;
    }

    public T getData() { return data; }
    // ...
 }
```

BRISANJE GENERIČKIH TIPOVA SA OGRANIČENJEM

Java kompajler zamenjuje ograničen tip parametra T sa prvom povezanom klasom, a to je klasa Comparable

U sledećem primeru, generička klasa **Node** upotrebljava ograničen tip parametra.

```
public class Node<T extends Comparable<T>> {

    private T data;
    private Node<T> next;

    public Node(T data, Node<T> next) {
        this.data = data;
        this.next = next;
    }
```

```
    public T getData() { return data; }
    // ...
}
```

Java kompajler zamenjuje ograničen tip parametra ***T*** sa prvom povezanom klasom, a to je klasa ***Comparable***.

```
public class Node {

    private Comparable data;
    private Node next;

    public Node(Comparable data, Node next) {
        this.data = data;
        this.next = next;
    }

    public Comparable getData() { return data; }
    // ...
}
```

BRISANJE GENERIČKIH METODA

Java kompajler briše tipove parametara u argumentima generičkih metoda

Java kompajler takođe briše tipove parametara u argumentima generičkih metoda. Pogledajmo sledeći generički metod:

```
// Broji broj javaljanja elemenata u anArray .
 //
 public static <T> int count(T[] anArray, T elem) {
    int cnt = 0;
    for (T e : anArray)
        if (e.equals(elem))
            ++cnt;
        return cnt;
 }
```

Kako **T** nije ograničen, Java kompajler ga zamenjuje sa ***Object***.

```
public static int count(Object[] anArray, Object elem) {
    int cnt = 0;
    for (Object e : anArray)
        if (e.equals(elem))
```

```
            ++cnt;
        return cnt;
```

Pretpostavimo da su definisane sledeće klase:

```
class Shape { /* ... */ }
 class Circle extends Shape { /* ... */ }
 class Rectangle extends Shape { /* ... */ }
```

Možete napisati generički metod za crtanje različitih geometrijskih oblika:

```
public static <T extends Shape> void draw(T shape) { /* ... */ }
```

Java kompajler zamenjuje **T** sa ***Shape***.

```
public static void draw(Shape shape) { /* ... */ }
```

EFEKTI BRISANJA TIPOVA

Brisanje tipa proizvodi neočekivane efekte

Ponekad, brisanje tipa proizvodi neočekivane efekte. Sledeći primer pokazuje kako se mogu ti neočekivani efekti da jave. Primer pokazuje kako kompajler kreira sintetikčki metod, koji se naziva **metod mosta** (bridge method), kao deo procesa brisanja tipa.

Date su sledeće dve klase:

```
public class Node<T> {

    public T data;

    public Node(T data) { this.data = data; }

    public void setData(T data) {
        System.out.println("Node.setData");
        this.data = data;
    }
 }

 public class MyNode extends Node<Integer> {
    public MyNode(Integer data) { super(data); }

    public void setData(Integer data) {
        System.out.println("MyNode.setData");
        super.setData(data);
    }
 }
```

Pogledajmo sledeći programski kod:

```
MyNode mn = new MyNode(5);
 Node n = mn;  // Sirovi tip - kompajler iybacuje upozorenje neproveravanja
 n.setData("Hello");
 Integer x = mn.data; // Prouzrukuje izbacivanje izuzetka ClassCastException
```

Posle brisanja tipa, kod postaje:

```
yNode mn = new MyNode(5);
 Node n = (MyNode)mn;  // Sirovi tip - kompajler iybacuje upozerenje
neproveravanja
 n.setData("Hello");
 Integer x = (String)mn.data; // Prouzrukuje izbacivanje izuzetak
ClassCastException
```

Evo šta se dešava kada se ovaj program izvršava:

1. **n.setData("Hello");** - prouzrukuje izvršenje metoda **setData(Object)** nad objektom klase **MyNode** (Klasa **MyNode** nasleđuje metod **setData(Object)** iz klase **Node**.)
2. U telu metoda **setData(Object**), atribut **n** se dodeljuje ***String***.
3. atribut istog objekta označen sa **mn**, postaje ceo broj (jer **mn** je **MyNode** je podklasa od **Node<Integer>.**
4. Pokušaj da se String dodeli tipu Ineteger prouzrukuje javljanje **ClassCastException** kao rezultat konverzije r.

METODI MOSTA

Prilikom kompilacije neke klase ili interfejsa koji proširuje parametrizovanu klasu ili primenjuje parametrizovani interfejs, kompajler može da kreira sintetički metod koji se naziva metod mosta

Prilikom kompilacije neke klase ili interfejsa koji proširuje parametrizovanu klasu ili primenjuje parametrizovani interfejs, kompajler može da kreira sintetički metod koji se naziva metod mosta, kao deo procesa brisanja tipa. Vi ne morate da se oko toga brinete, ali se moožete zbuniti kada se se metod mosta pojavi u steku.

Posle brisanja tipa, klase **Node** i **MyNode** postaju:.

```
public class Node {

    public Object data;

    public Node(Object data) { this.data = data; }

    public void setData(Object data) {
```

```
        System.out.println("Node.setData");
        this.data = data;
    }
}

public class MyNode extends Node {

    public MyNode(Integer data) { super(data); }

    public void setData(Integer data) {
        System.out.println("MyNode.setData");
        super.setData(data);
    }
}
```

Posle brisanja tipa, ne slaže se potpisi metoda. Metod **Node** postaje **setData(Object)** i metod **MyNod**e postaje setData(Integer). Prema tome, metod **MyNode setData** ne redefiniše metod **Node setData**.

Da bi se ovaj problem rešio i zadržao polimorfizam generičkih tipova posle brisanja tipa, Java kompajler generiše metod mosta radi obezbeđivanja da se radi sa podtippovima, kao što se očekuje. Za klasu **MyNode**, kompajler generiše sledeći metod mosta za **setData:**

```
class MyNode extends Node {

    // Metod mosta koji generiše kompajler
    //
    public void setData(Object data) {
        setData((Integer) data);
    }

    public void setData(Integer data) {
        System.out.println("MyNode.setData");
        super.setData(data);
    }

    // ...
}
```

Metod mosta ima isti potpis kao metod **setData** klase Node, posle brisanja tipa delegira originalni **setMetod** metod.

Poglavlje 9

Ograničenja primene generičkih tipova

OGRANIČENJA U PRIMENI GENERIČKIH TIPOVA

Upotrebu generičkih tipova u Javi prati i određena ograničenja o kojima morate da vodite računa:

Upotrebu generičkih tipova u Javi prati i određena ograničenja o kojima morate da vodite računa:

1. Ne može da se kreira istanca (objekat) upotrebom parametra generičkog tipa
2. Ne možete kreirati niz (array) upotrebom parametra generičkog tipa
3. Parametar generičkog tipa neke klase nije dozvoljen u statičkom kontekstu
4. Klase izuzetka ne mogu da budu generičke, tj. ne mogu se kreirati, hvatati (***catch***) ili izbacivati (***throw***) objekti sa parametrizovanim tipovima
5. Ne možete primeniti generičke tipove sa primitivnim tipovima
6. Ne možete upotrebiti konverziju tipova ili koristiti objekte sa parametriyovanim tipovima
7. Ne možete preoptereitit (overload) metod sa formalnim tipovima parametara svakog brisanja preopterećenja u isti sirovi tip.

Mi ćemo ovde detaljnije objasniti četiri od ovih ograničenja, a za ostale vam preporučujemo korišćenje informacije na: https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/generics/restrictions.html

OGRANIČENJA PRIMENE GENERIČKIH TIPOVA 1 I 2

Postoje određena ograničenja kako se generički tipovi mogu da koriste. Ne mogu se upotrebljavati E() i E[].

1. **Ne može da se upotrebljava new E():** Ne može da se kreira istanca (objekat) upotrebom parametra generičkog tipa. Na primer, sledeći iskaz je pogrešan

```
E object = new E();
```

Razlog za ove je u činjenici da se **newE()** izvršava za vreme rada programa, a tada generički tip **E** nije raspoloživ (generički tipovi su raspoloživi samo za vreme kompilacije).
2. **Ne može da se upotrebljava new E[]**: Ne možete kreirati niz (array) upotrebom parametra generičkog tipa. Na primer, sledeći iskaz je pogrešan

```
E[] elements = (E[])new Object[capacity];
```

Možete zaobići ovo ograničenje kreiranjem niza tipa ***Object*** i onda konvertovati ga u tip **E**[]:

```
[] elements = (E[])new Object[capacity];
```

Međutim, moguće je dobiti upozoravajuću poruku prilikom kompilacije. Razlog za to je što kompajler nije siguran da će konverzija uspeti u fazi rada programa. Na primer, ako je E tipa ***String*** i new ***Object*** [ ] je niz objekata tipa Integer, onda će (String[])(new Object[]) poruzorokovati javljanje ClassCastException. Ova vrsta upozorenjea u vreme kompiacije je ograničenje Java generika i ne može se izbeći.

Kreiranje generičkog niza upotrebom neke generičke klase nije dozvoljeno, takođe. Na primer, sledeći kod je pogrešan

```
ArrayList<String>[] list = new ArrayList<String>[10];
```

Vi možete da upotrebite sledeći kod da bi se rešili ovog ograničenja:

```
ArrayList<String>[] list = (ArrayList<String>[])new
 ArrayList[10];
```

Međutim, ovde ćete dobiti upozorenje prilikom kompilacije.

OGRANIČENJA PRIMENE GENERIČKIH TIPOVA 3 I 4

Parametar generičkog tipa neke klase nije dozvoljen u statičkom kontekstu. Klase izuzetka ne mogu da budu generičke.

Kako sve instance (objekti) generičke klase imaju istu klasu u vreme izvršenja, statičke promenljive i metodi generičke klase se dela od strane svih instanci. Prema tome, nepravilno je pozvati parametar generičkog tipa klase u nekom statičkom metodu, polju ili u inicijalizatoru.

```
public class Test<E> {
   public static void m(E o1) { // Nepravilno
   }
   public static E o1; // Nepravilno
   static {
    E o2; // Nepravilno
   }
 }
```

Generička klasa ne mogu da prošire java.lang.Throwable. Sledeći iskaz bi bio bo nepravilan:

```
public class MyException<T> extends Exception {
 }
```

Zašto? Kada bi bilo dozvoljno, mogli bi da uhvatiti (catch) klauzulu za **MyExeption<E>** na sledeći način:

```
try {
 ...
 }
 catch (MyException<T> ex) {
 ...
 }
```

JVM treba da proveri izbačen izuzetak iz***try*** klauzule da bi proverila da li odgovara tipu koji je specificiran u ***catch*** kaluzuli. To je nemoguće, jer ta vrsta informacije nije raspoloživa u vreme izvršenja programa.

ZADATAK 1

Cilj ovog zadatka je provežbavanje generičkih klasa sa parametrom koji implementira interfejs

Napraviti interfejs D koja ima metodu printClass. Potom napraviti klase G i F koje implementiraju klasu D i imaju svoje implementacije metode printClass koje vraćaju da su implementacije klase D. Napraviti klasu GenericiInterfejsi koja prima parametar T koji nasleđuje interfejs D. Napraviti u ovoj klasi metodu doRunTest koja zove printClass nad prosleđenom T objektu koji implementira D.

Klasa GenericiInterfejsi:

```
class GenericiInterfejsi<T extends D>{

    private T objRef;

    public GenericiInterfejsi(T obj){
        this.objRef = obj;
    }

    public void doRunTest(){
        this.objRef.printClass();
    }
}

interface D{
```

```
    public void printClass();
}

class G implements D{
    public void printClass(){
        System.out.println("I am in class D");
    }
}

class F implements D{
    public void printClass(){
        System.out.println("I am in class Z");
    }
}
```

Klasa Main:

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        new Main();
    }
    public Main(){
        GenericiInterfejsi<G> bey = new GenericiInterfejsi<G>(new G());
        bey.doRunTest();
        GenericiInterfejsi<F> bez = new GenericiInterfejsi<F>(new F());
        bez.doRunTest();
    }
}
```

U klasi GenericiInterfejsi je takođe demonstrirano ograničavanje generika sa gornje strane. U ovom primeru možemo zaključiti da se klauzulom extends može ograničiti tip generika u zavisnosti od interfejsa koji klase implementiraju.

Pošto je D interfejs, definisanjem generika u formatu <T extends D> ograničavamo tip generika na klase koje implementiraju interfejs D. Pošto klase F i G implementiraju D, one predstavljaju validan tip generika klase GenericiInterfejsi, dok bi u protivnom u fazi kompajliranja bila prijavljena greška.

ZADATAK 2

Cilj zadatka je da se provežba rad sa generičkim metodama

Kreirati klasu GenericsUtility koja ima sledeće statičke metode:

-generičku metodu koja prima ArrayList-u i uklanja sve duplikate iz ArrayList-e

-generičku metodu koja prima dvodimenzionalni niz i pronalazi maksimalan element u njemu

-generičku metodu koja pravi nasumičan raspored elemenata u ArrayList-i koju prima kao parametar

-generičku metodu koja pronalazi indeks elementa koji se prosleđuje kao parametar i vraća -1 ukoliko element ne postoji u nizu; niz se takođe prosleđuje kao parametar

Takođe napraviti Main klasu u kojoj ćete testirati rad statičkih metoda

ZADATAK 2 - REŠENJE

Prikaz programskog koda zadatka 6

Klasa MyEmployeeUtil:

```
public class GenericsUtility {

    // ukljanja duplikate iz ArrayList-e
    public static <E> ArrayList<E> removeDuplicates(ArrayList<E> list) {

        for (int i = 0; i < list.size(); i++) {
            for (int j = i + 1; j < list.size(); j++) {
                if(list.get(i).equals(list.get(j))){
                    list.remove(j);
                }
            }
        }
        return list;
    }

    // pronalazi maksimalni element matrice
    public static <E extends Comparable<E>> E max(E[][] matrix){
        E max = matrix[0][0];
        for (int i = 0; i < matrix.length; i++) {
            for (int j = 0; j < matrix[0].length; j++) {
                if(matrix[i][j].compareTo(max) > 0){
                    max = matrix[i][j];
                }
            }
        }
        return max;
    }

    // pravi nasumican raspored elemenata u listi
    public static <E> void shuffle(ArrayList<E> list){
        Random rand = new Random();
        for (int i = 0; i < list.size(); i++) {
            int randIndex = rand.nextInt(list.size());
            E pom = list.get(i);
            list.set(i, list.get(randIndex));
            list.set(randIndex, pom);
        }
    }

    // pretrazuje element niza i vraca vrednost indeksa ukoliko postoji i -1
```

```
ukoliko element ne postoji
    public static <E extends Comparable<E>> int indexSearch(E[] arr, E val){
        int index = -1;
        for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
            if(arr[i].equals(val)){
                index = i;
            }
        }
        return index;
    }
}
```

Main klasa:

```
public class GenericiMain {

    private Integer[] arr = new Integer[]{1, 3, 5, 0, 3, 5, 6, 10};
    private ArrayList<Integer> list = new ArrayList<>(Arrays.asList(arr));
    private String[][] niz2D = new String[][]{{"Rados", "Pavlicevic"}, {"Jovan",
"Antonic"}, {"Stevan", "Rakic"},
    {"Petar", "Ciric"}, {"Milena", "Vuckovic"}};

    public GenericiMain() {

        System.out.println("ArrayList: ");
        for(Integer tmp : list){
            System.out.println(tmp);
        }
        GenericsUtility.shuffle(list);
        System.out.println("Shuffled ArrayList: ");
        for(Integer tmp : list){
            System.out.print(tmp + "  ");
        }
        System.out.println("\nArrayList with duplicates removed: ");
        list = GenericsUtility.removeDuplicates(list);
        for(Integer tmp : list){
            System.out.println(tmp);

}
                System.out.println("Max element of 2dArray: ");
        System.out.println(GenericsUtility.max(niz2D));
        System.out.println("");
        System.out.println(GenericsUtility.indexSearch(arr, 10));

    }

    public static void main(String[] args) {
        new GenericiMain();
    }
}
```

ZADATAK 2 - OBJAŠNJENJE

Cilj sekcije je da se objasni programski kod zadatka 6

U ovom primeru potrebno je kreirati generičke metode kako bi se funkcionalnosti koje te metode obezbeđuju generalizovale odnosno kako bi bile nezavisne od tipa podataka. Ove metode su objedinjene u okviru klase GenericsUtility koja obezbeđuje globalni pristup tim metodama tako što su definisane kao public static.

Kod metoda shuffle i removeDuplicates imamo neograničene generike što zanči da se funkcionalnosti koje te metode pružaju mogu primeniti na svim tipovima koje nasleđuju klasu Object (metoda removeDuplicates koristi metodu equals koja se nasleđuje iz klase Object). Pored toga imamo metode max i indexSearch koje koriste metodu compareTo koja pripada interfejsu Comparable pa je zbog toga neophodno da se generički tip u okviru ovih metoda ograniči na klase koje implementiraju interfejs Comparable kako bi mogle da realizuju namenjene funkcionalnosti.

Metoda removeDuplicates prima ArrayList-u kao parametar i iz nje uklanja sve duplikate tako što proverava kroz dve ugnježdene petlje poredi svaki element liste sa svakim i kada naiđe na poklapanje vrednosti vrši izbacivanje jednog od elemenata iz liste.

Metoda max prima matricu kao parametar i izračunava maksimalni element matrice. Prvi element matrice se proglasi za trenutni maksimum, a zatim se prolazi kroz sve elemente matrice gde se proverava da li je neki element veći od trenutnog maksimuma i ukoliko jeste njegova vrednost se dodeli promenljivoj max koja se odnosi na trenutni maksimum.

Metoda shuffle vrši nasumičan raspored elemenata u listi koja joj se prosledi i to realizuje tako što za svaki element niza generiše nasumičan broj u opsegu od 0 do veličine liste i vrši zamenu mesta trenutnog elementa i elementa koji se nalazi na poziciji nasumično generisanog broja.

Metoda indexSearch prima listu i vrednost koja treba da se pretraži u listi i funkcioniše tako što prolazi kroz sve elemente liste dok ne naiđe na element koji je jednak traženoj vrednosti nakon čega vraća njegovu vrednost indeksa u listi (indeks prvog pojavljivanja vrednosti). Ukoliko se tražena vrednost ne nalazi u listi metoda vraća -1.

ZADACI ZA SAMOSTALNI RAD

Na osnovu usvojenog znanja uraditi samostalno sledeće zadatke

Zadatak 1. Napisati generičku metodu koja pronalazi indeks poslednjeg pojavljivanja elementa niza u listi koju prima kao parametar.

Zadatak 2. Napisati generičku metodu koja vrši sortiranje elemenata niza. Kao parametre prima niz koji treba da se sortira kao i indikator. Indikator može biti 1 ili -1. Ukoliko je indikator 1 onda se niz treba sortirati u rastućem, a ukoliko je -1 u opadajućem poretku. Za sortiranje koristiti SelectionSort algoritam.

Zadatak 3. Napisati generičku metodu koja pravi obrnut raspored elemenata u ArrayList-i koju prima kao parametar.

Zadatak 4. Napisati generičku metodu koja proverava da li je niz simetričan. Niz je simetričan ako je raspored elemenata sa desna na levo identičan rasporedu elemenata sa leva na desno.

Zadatak 5. Napisati generičku metodu koja iz liste uklanja sve elemente koji imaju veću vrednost od prosleđenog parametra. Za poređenje koristiti compareTo metodu interfejsa Comparable.

Zadatak 6. Napisati generičku metodu koja kao parametar prima matricu i proverava da li su elementi na glavnoj dijagonali jednaki elementima na sporednoj dijagonali.

Zadatak 7. Krairati sledeću hijerarhiju klasa. Klasa Zaposleni je super klasa i sadrži atribute ime, prezime i godine. Nakon toga kreirati pod klase Profesor i Asistent kojima treba dodati bar jedan dodatni atribut u odnosu na klasu zaposleni.

Zatim kreirati JavaFX formu za dodavanje zaposlenih koja treba da sadrži inicijalna tri polja za unos imena, prezimena i godina. Pored toga potrebno je u formu dodati još RadioButton grupu ili ComboBox po izboru gde će se odabrati da li je zaposleni profesor ili asistent. Nakon odabira pomenute stavke potrebno je u formu dodati polja koja će se odnositi na dodatne atribute podklase.

Nakon što se unesu svi parametri potrebno je dodati zaposlenog u ArrayList-u i u konzoli ispisati sve zaposlene iz liste.

Zaključak

REZIME

Pouke ove lekcije

10. Parametri generičkog tipa ne mogu se koristiti u klasama izuzetaka.
9. Ne možete upotrebiti parametar generičkog tipa klase u statičkom kontekstu.
8. Ne možete kreirati niz upotrebom parametra generičkog tipa.

1. Generici (generičke klase i metodi) vam daju mogučnost parametrizovanja tipova. Možete definisati klasu ili metod sa generičkim tipovima, koje kompajler zameni sa konkretnim tipovima.
2. Glavna korist od generika je što omogućavaju utvrđivanje grešaka prilikom kompilacije, umesto u fazi izvršenja programa.
3. Generička klasa ili metod dozvoljava vam da specificirate dozvoljene tipove objekata sa kojima klasa ili metod može da radi. Ako pokušate da upotrebljavate tu klasu ili metod sa drugim, nekompatibilnim objektom, kompajler će utvrditi grešku.
4. Generički tip koji je definisan u klasi, interfejsu ili u statičkom metodu, je formalni generički tip. On se kasnije može zameniti sa stvarnim i konkretnim tipom. Ta zamena generičkog tipa je generička konkretizacija (engl., generic instantiation).
5. Generička klasa, kao što je ArrayList koja se koristi bez parametra tipa, je sirov tip (engl., raw type). Upotreba sirovih tipova omogućava kompatibilnost unazad, tj. kompativilnost sa ranijim verzijama Jave.
6. Džoker generički tip ima tri forme: ? i ? extends T, i ? super T, gde je T genrički tip.

a. Prva forma ?, je neograničeni džoker, je ista kao i ? extends Object.

b. Druga forma, ? extend T, je ograničeni džoker, i predstavlja T ili nepoznati pod-tip T.

c. Treća forma, ? super T, je džoker sa ograničenom donjom granicom, označava T ili nepoznati pod-tip od T.
7. Ne možete kreirati instance upotrebom parametra generičkog tipa.