Objektno orijentisano programiranje 2

Generici

Uvod

- Namena kao i u C++:
  - uopštavanje apstrakcija - parametrizovani tipovi i postupci
- Često korišćenje kod zbirki (Javina biblioteka)
- Sličnost sa C++ genericima – samo namena
- Implementacija u Javi je potpuno različita:
  - nezavisno prevođenje
  - samo jedan tip bez obzira na broj konkretizacija generika
    - veličina međukoda ne raste u zavisnosti od broja konkretizacija
  - parametrizacija primitivnim tipom nije moguća
- Generici: tipovi (klase i interfejsi), metodi i konstruktori

Motivacija

- Do Jave 1.5:
  - tip `Object` korišćen kao opšti tip
- Problem kod dohvatanja elemenata iz heterogene zbirke
  - zbirka sadrži objekte koji pripadaju jednoj hijerarhiji tipova
  - rezultat dohvatanja iz zbirke se mora konvertovati naniže
    - nebezbedna konverzija
    - ako nije dohvaćen objekat očekivanog tipa – `BadCastException`
- Java 1.5 uvodi generike koji rešavaju problem
  - nebezbedna konverzija naniže više nije potrebna

Primer problema

- Pre Jave 1.5:
  - klasa `Stek` koristi reference tipa `Object`
    - kako bi omogućila rad sa objektima proizvoljnog tipa
  - ako je u programu potreban stek diskova

```
Stek stek = new Stek();
...
Disk disk = new Disk()
String niska = "Disk";
stek.stavi(disk); stek.stavi(niska);
...
Disk disk = (Disk)stek.uzmi();
```

  - problem je u nebezbednoj konverziji

Rešenje problema

- Od Jave 1.5:
  - generička klasa `Stek`, zavisi od tipa elemenata `T`

```
class Stek <T> {
   public void stavi(T t){…};
   public T uzmi(){…};
}
```

  - kreiranje objekta steka diskova:

```
Stek<Disk> stekDiskova = new Stek<Disk>();
```

Rešenje (2)

- Stavljanje na stek diskova:

```
Disk disk1 = new Disk();
stekDiskova.stavi(disk1);
```

  - prevodilac dodaje proveru tipa pri stavljanju na stek
- Uzimanje sa steka diskova:

```
Disk disk2 = stekDiskova.uzmi();
```

  - nepotrebna nebezbedna konverzija naniže
  - rezultat dohvatanja je sigurno tipa `Disk`

Priroda generika

- Kod generika se prevodi nezavisno
- Samo jedna klasa, bez obzira na broj poziva generika
- Konkretizovane klase: `Stek<Disk>` i `Stek<String>`, u stvari su ista klasa `Stek`
- Eksperiment koji potvrđuje navedenu činjenicu:

```
Stek<Disk> stekDiskova= new Stek<Disk>();
Stek<String> stekNiski= new Stek<String>();
boolean isto = (stekDiskova.getClass() ==
                stekNiski.getClass());
```

  - rezultat: `isto==true`

Provera i “brisanje” tipa

- Prevodilac ubacuje proveru tipova
  - neće dozvoliti da se na `Stek` stavi nešto što nije `Disk`
- Formalni parametar generičkog tipa, u celom telu se zamenjuje tipom `Object`
- Prevodilac ubacuje i konverziju tipa `Object` u ciljni tip
  - iako je u pitanju konverzija naniže, sada je bezbedna
- Nakon toga – brisanje informacija o tipu (*type erasure*)
- U *bytecode* – jedinstveni tip za sve pozive generika
  - dati tip se naziva “sirovim” tipom (*raw type*)

Sirovi tip

- Za klasu `class Stek <T> {…}` sirovi tip je `Stek`
- Dozvoljeno bi bilo pisati:

```
Stek<String> stekNiski = new Stek<String>();
Stek stek = stekNiski;
```

- Razlog za sirove tipove
  - kompatibilnost sa zatečenim bibliotečkim klasama (pre JDK 5.0), kao što su klase zbirki (*Collections*), koje su bile ne-generičke
  - kada se koriste sirovi tipovi generičkih tipova, staro ponašanje: dohvatanje sa steka: objekat `Stek` vraća objekat tipa `Object`

Definisanje generičke klase

- Generička klasa
  - može biti parametrizovana jednim ili pomoću više tipova koji se pojavljuju kao formalni argumenti (parametri) generika

  `class` *`ime`* `<`*`T1`*`, `*`T2`*`, …, `*`Tn`*`> {…}`
- Parametri *`Ti`* se mogu pojaviti:
  - u deklaraciji polja
  - kao povratni tip metoda
  - kao tip parametra metoda ili konstruktora
  - u deklaraciji lokalne promenljive
  - u deklaraciji ugnežđenog tipa
- Doseg parametra:
  - do kraja klase (odosno generičkog tipa, metoda ili konstruktora)

Ograničenja u definicijama

- Formalni parametar generika se ne može koristiti kao:
  - tip statičkog polja generičke klase
  - u statičkim metodima za:
    - povratni tip, tip parametra metoda, tip lokalne promenljive
  - u statičkim inicijalizacionim blokovima date klase
  - razlog: postoji samo jedna klasa (sirovi tip)
- Statičkom članu klase se ne može pristupiti preko parametrizovanog imena tipa
  - na primer, ako je metod `m()` statički metod generičke klase `A<T>`: nije dozvoljeno `A<Integer>.m()`, dozvoljeno je `A.m()`
  - slično je sa literalom klase: nije dozvoljeno `A<Integer>.class`, dozvoljeno je `A.class`
- U `A<T>` nije dozvoljeno kreirati objekat tipa `T`, niti niz objekata tipa `T`
  - na primer, nije dozvoljeno `new T()` niti `new T[100]`

Korišćenje generika

- Konkretizovani tip ili “poziv” generika:
  - generički tip kojem su formalni parametri tipa zamenjeni stvarnim argumentima tipa
- Primer:
  - za generički tip `class G<T> {…}`, `G<String>` je poziv za konkretan tip `String`
- Pozivi generika se koriste u definicijama objekata
  - primer: `G<String> gS = new G<String>();`
- Argumenti generika mogu biti
  - klase, interfejsi i nizovi (čak i sa elementima primitivnog tipa),
- Argumenti generika ne mogu biti
  - primitivni tipovi

Zaključivanje o tipu

- Problem:
  - u definiciji objekta – dva puta se navode argumenti generika
  - što više parametara generika, to veći problem
- Java 7 rešava problem "dijamant simbolom"
  - u pozivu konstruktora se mogu izostaviti argumenti tipa
  - primer: `G<String> gS = new G<>();`
- Prevodilac automatski zaključuje o tipovima argumenata
  - na osnovu deklaracije tipa reference sa leve strane =

Generici i nizovi

- Argument generika može biti niz
  - referenci na objekte
  - podataka primitivnog tipa
- Niz objekata konk. generičke klase se ne može kreirati:
  - `G<Arg> [] gNiz = new G<Arg>[n]; // ! GRESKA`
- Može:
  - `G<Arg> [] gNiz = (G<Arg> []) new Object[n];`
  - nije bezbedno, jer niz može sadržati objekte različitog tipa

Generici, izvođenje i ugnežđenje

- Ako je `D` podtip `B`, generički tip `G<D>` nije podtip `G<B>`
- Generički tip može biti izveden iz
  - negeneričkog tipa ili
  - konkretizacije generičkog tipa
    - konkretizacija generičke osnovne klase može imati kao argument neki parametar generika, na primer:
      `class GD<T1,T2> extends GB<T1> {…}`
- Generička klasa ne može biti potklasa `Throwable`
- Kod ugnežđenih tipova
  - i spoljašnji i ugnežđeni tip mogu da budu generički ili ne

Ograničenje parametra

- Parametar generika se može ograničiti sa gornje strane:
  - `class G <T extends B & I1 & I2 & …> {…}`
- Argument koji menja `T` mora biti podtipa ili tipa svih navedenih tipova (klase `B`, interfejsa `I1`, `I2`,)
  - klasa `B` se može pojaviti samo ako je generik `G` klasa
  - u listi tipova se može naći i ranije navedeni parametar generika
- Podrazumevano ograničenje sa gornje strane je `Object`
  - `class G <T extends Object> {…}`
    je isto što i `class G <T> {…}`

Razlog za džokere

- Problem:
  - `G<IT>` nije podtip tipa `G<T>`, gde je `IT` tip izveden iz tipa `T`
- Različito od nizova:
  - niz `IT[]` je podtip tipa `T[]`
- Primer: ako je definisana generička klasa `Stek<T>`
  - `Stek<String>` nije jedna vrsta `Stek<Object>`
  - `String[]` jeste jedna vrsta `Object[]`
- U praksi ovo predstavlja prilično ograničenje
- Način da se ono prevaziđe – džokeri

Neograničeni džoker

- Džoker '`?`' na mestu stvarnog argumenta generika
  - parametrizovani tip sa kojim će biti kompatibilni kao podtipovi svi parametrizovani tipovi sa prozvoljnim tipom argumenta generika
  - primer: ako je formalni parametar nekog metoda tipa `Stek<?>`, metodu se mogu proslediti stvarni argumenti tipa `Stek<String>` ili `Stek<Integer>` ili `Stek<Object>`
- Ponekad je neograničeni džoker previše opšti
  - postoje slučajevi kada se želi ograničiti kompatibilnost parametrizovanog tipa sa njegovim podtipovima
  - postoje dve vrste ograničenja tipa: ograničenje gornje i ograničenje donje granice tipa

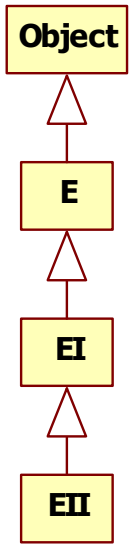
Ograničenje gornje granice tipa

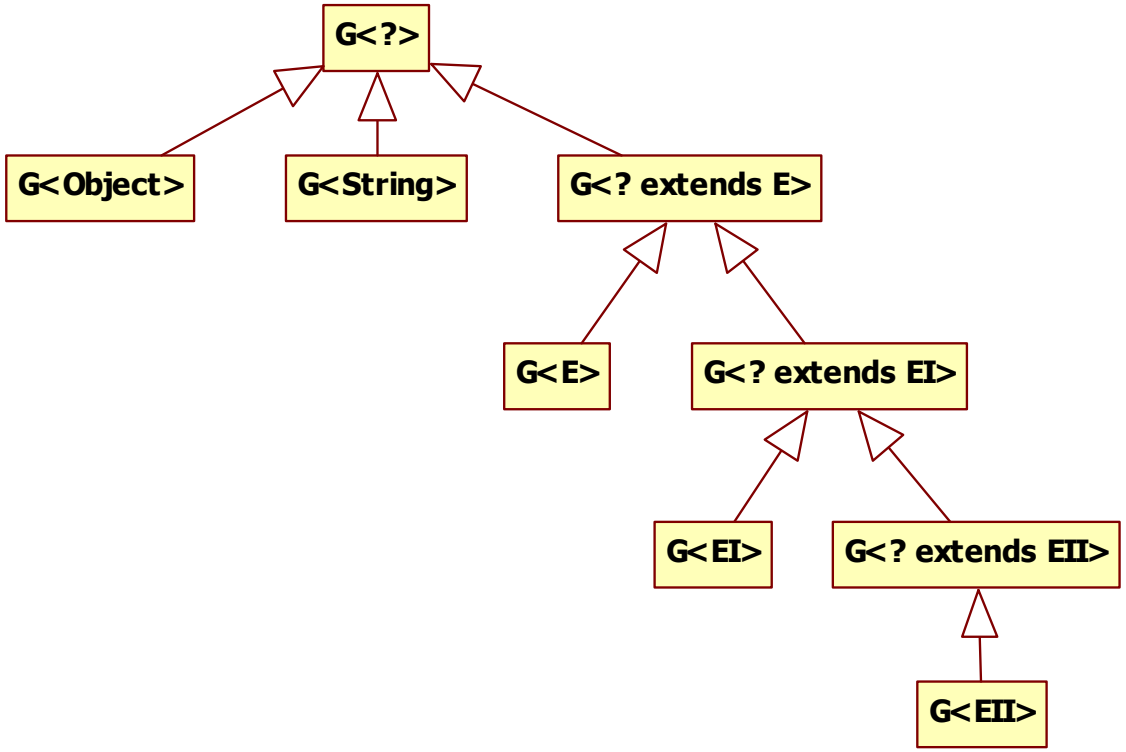
- Ograničenje gornje granice tipa se postiže pozivom:

  `G<? extends E>`

  - `E` – najviši tip u hijerarhiji tipova sa kojim postoji kompatibilnost
  - stvarni argument može biti tipa `E` ili njegovih podtipova
- Primer: `Stek<? extends Disk>`
  - kompatibilan kao nadtip sa stekovima elemenata tipa `Disk` i podtipova `Disk` npr. `Stek<Disk>`, `Stek<HD>`
    - gde je `HD` izveden tip iz tipa `Disk`
  - nije kompatibilan sa stekovima elemenata drugih tipova, npr. `Stek<String>` ili `Stek<Iteger>`

Hijerarhija tipova





Ograničenje donje granice tipa

- Ograničenje donje granice tipa se postiže pozivom:

  `G<? super E>`

  - `E` – najniži tip u hijerarhiji tipova sa kojim postoji kompatibilnost
- Primer: `Stek<? super Disk>`
  - kompatibilan kao nadtip sa stekovima elemenata tipa `Disk` i tipa `Object`
  - nije kompatibilan sa stekovima elemenata podtipova `Disk`, niti sa stekovima drugih tipova, npr. `Stek<String>`
- Tip `G<? super Object>`
  - kompatibilan kao nadtip samo sa `G<Object>` pa nema svrhe

Ograničenja ograničenih džokera

- Nije moguće istovremeno ograničiti džoker donjom granicom i gornjom granicom tipa
  - primer: `G<? extends EG super ED>` nije ispravno
- Ne može se granica (gornja ili donja) sastojati od više tipova
  - `G<? extends G1 & G2>` nije ispravno
    čak ni ako je `G1` neka klasa, a `G2` neki interfejs
  - ni: `G<? super G1 & G2>` nije ispravno

Nizovi objekata generičke klase

- Problem: pri kreiranju niza objekata generičke klase se ne može navesti argument za konkretizaciju g. klase
  - jedno rešenje (ranije navedeno):

    ```
    G<Arg>[] gNiz = (G<Arg>[]) new Object[n];
    ```

    - loše: elementi `gNiz` mogu biti proizvoljnog klasnog tipa
  - drugo rešenje:

    ```
    G<?>[] gNiz = new G<?> [n];
    ```

    - loše: i ovde elementi `gNiz` mogu biti proizvoljnog klasnog tipa
  - najbolje rešenje:

    ```
    G<Arg>[] gNiz = (G<Arg>[]) new G<?>[n];
    ```

    - preko `gNiz[i]` se u niz mogu upisati samo objekti tipa `G<Arg>`

Generički metodi

- Nestatički i statički metodi mogu biti generički
- Definicija generičkog metoda:

```
<param_gen> tip_rez ime_met(param_met){…}
```

- Pozivanje konkretizacije generičkog metoda:

```
ref.<arg_gen>ime_met(arg_met);
this.<arg_gen>ime_met(arg_met); // obavezno this
Klasa.<arg_gen>ime_met(arg_met);// za staticke
```

- Argumenti generičkog metoda mogu da se određuju automatski
  - poziv izgleda kao poziv negeneričkog metoda
  - arumenti generika se određuju prema tipu argumenata metoda, odnosno prema tipu konteksta u koji se vraća rezultat metoda