Objektno orijentisano programiranje 2

Izvođenje

Proširivanje klasa

- Ugovor klase:
  - zbirka spolja pristupačnih metoda (i eventualno polja), zajedno sa semantikom
- Proširiti klasu znači proširiti ugovor
- Nasleđeni deo ugovora ne treba da se menja
  - objekat izvedene klase treba da zamenjuje objekat osnovne
- Razumna je promena implementacije ugovora natklase
  - promena implementacije znači nadjačavanje metoda

Primer - Stek

- Klasa `Stek` koja se proširuje da bi se dobila klasa steka sa prioritetima:

```
class Stek {
  protected int sp=0;
  protected Object[] niz;
  public Stek(int velicina){
        niz=new Object[velicina];
  }
  public void resetuj(){
        sp=0; for(int i=0;i<niz.length;i++)niz[i]=null;
  }
  public void stavi(Object o){
        niz[sp++]=o;
  }
  public Object uzmi(){
        Object o=niz[--sp]; niz[sp]=null; return o;
  }
}
```

- Napomena: klasa `Stek` ne rešava probleme prekoračenja i uzimanja sa praznog steka

Primer – PriorStek (1)

```
public class PriorStek extends Stek{
   private static final int MIN_PRIOR=0;
   private int[] prioriteti;
   public PriorStek(int velicina){
        super(velicina);
        prioriteti=new int[velicina];
   }
   public void stavi(Object o){
        super.stavi(o);
        prioriteti[sp-1]=MIN_PRIOR;
   }
   public void stavi(Object o, int p){
        super.stavi(o);
        prioriteti[sp-1]=p;
   }
//...
```

Primer - PriorStek (2)

```
//...
public Object uzmi(){
  int maxPri=maxPrioritet();
  Object o1,o2;
  int p1,p2,spp=--sp;
  o1=niz[spp];
  niz[spp]=null;
  p1=prioriteti[spp];
  prioriteti[spp]=MIN_PRIOR;
  while (p1!=maxPri && --spp>=0){
      o2=niz[spp];
      p2=prioriteti[spp];
      niz[spp]=o1;
      prioriteti[spp]=p1;
      o1=o2; p1=p2;
  }
  return o1;
}
```

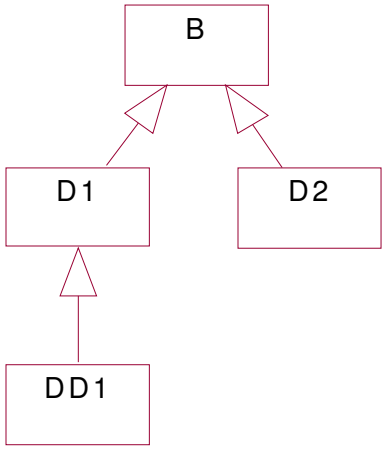
```
private int maxPrioritet(){
  int maxPri=MIN_PRIOR;
  for(int i=0; i<sp; i++)
    if (prioriteti[i]>maxPri)
      maxPri=prioriteti[i];
  return maxPri;
}
```

Korena klasa `Object`

- Koren cele hijerarhije klasa predstavlja klasa `Object`
- Klase koje ne koriste `extends` klauzulu
  - implicitno proširuju klasu `Object`
- Promenljive (reference) tipa `Object`
  - mogu da upućuju na proizvoljan objekat
  - ne mogu da upućuju na primitivne tipove
  - mogu da upućuju na objekte klasa omotača (*wrapping classes*) npr. `Integer`, `Boolean`
  - od Jave 5.0 postoji "samopakovanje" *(autoboxing)*
    - ispravno je čak da se piše: `Object o=100;`
    - automatski se stvara objekat klase `Integer` (u memoriji literala)
    - argument konstruktora je vrednost `100` tipa `int`
    - referenca `o` pokazuje na stvoreni objekat tipa `Integer`
    - različito od `Object o=new Integer(100);` gde se objekat stvara na hipu

Značenje `protected`

- Zaštićenom nestatičkom članu može da se pristupi iz izvedene klase
  - direktnim imenovanjem
  - preko referenci na objekte koje su tipa:
    - te izvedene klase
    - neke klase izvedene iz te izvedene klase
- Primer:
  - neka je u klasi `B`: `protected int x;`
  - kod u klasi `D1` može da pristupi `x`
    - direktrno, preko reference `this`
    - preko referenci tipa `D1` ili `DD1`
  - kod u klasi `D1` ne može da pristupi `x`
    - preko referenci tipa `D2` ili `B`



- Zaštićenim statičkim članovima može da se pristupi preko reference na osnovnu `B` i bilo koju izvedene klase (npr. preko `D2`)
- Zaštićeni članovi su pristupačni celom kodu unutar paketa

Konstruktori

- Izvedena klasa mora da pozove jedan od konstruktora svoje osnovne klase da obezbedi valjano početno stanje nasleđenih polja
- Eksplicitan poziv konstruktora osnovne klase ("superklase"):
  `super(<lista argumenata>)`
  - ako se koristi taj poziv – to mora da bude prva naredba u konstruktoru
  - ako se ne koristi – *no-arg* konstruktor osnovne klase će da bude pozvan implicitno
  - ako osnovna klasa nema *no-arg* konstruktor
    – obavezan eksplicitan poziv konstruktora osnovne klase
- `this(<lista argumenata>)` poziva odgovarajući vlastiti konstruktor
- Ako postoji, `this(<lista argumenata>)`
  - mora da bude prva naredba u konstruktoru
  - tada ne može da postoji i poziv `super(<lista argumenata>)`
  - praktično, odluka koji će konstruktor osnovne klase da se pozove može da se zaobiđe pozivom drugog konstruktora iste klase
    `this(<lista argumenata>)`

Podrazumevani konstruktor

- Podrazumevani konstruktor je
  - bez argumenata (*no-arg*)
  - sa telom koje ima samo poziv `super(<lista argumenata>)`
- Podrazumevani konstruktor u javnoj izvedenoj klasi `A` je ekvivalentan

```
public class A extends B{
  public A(){ super(); }
}
```

- Konstruktor je javni, ako je klasa javna
  - npr. `A` je javna, pa je i konstruktor
- Jezik ga obezbeđuje automatski,
  ukoliko nije napisan neki konstruktor klase
- Ako osnovna klasa nema *no-arg* konstruktor,
  izvedena klasa mora da definiše koji konstruktor osnovne klase se poziva

Redosled konstrukcije objekata

- Kada se stvara objekat, njegovi atributi (polja) se postave na podrazumevane vrednosti, prema tipu atributa:
  - nula (numerički), `\u0000` (char), `false` (boolean), `null` (referenca)
- Konstruktor ima 3 faze:
  - (1) poziv konstruktora osnovne klase
  - (2) inicijalizacija polja koristeći njihove inicijalizatore i nestatičke inicijalizacione blokove sleva-udesno, odozgo-naniže
  - (3) izvršavanje tela konstruktora
- Ako se pozove metod za vreme konstrukcije
  - izvršiće se za objekat u tekućem stanju
  - neka polja objekta mogu još uvek da budu neinicijalizovana
  - takvi metodi treba da se projektuju pažljivo

Primer redosleda

```
class X{
  protected int xMaska = 0x00ff;
  protected int celaMaska;
  public X(){celaMaska = xMaska;}
  public int maska(int orig)
    {return(orig & celaMaska);}
}

class Y extends X{
  protected int yMaska = 0xff00;
  public Y(){celaMaska |= yMaska;}
}

Y y=new Y();
```

	Akcija	xMaska	yMaska	celaMaska
0	Polja ←podraz. vred.	0	0	0
1	Y() pokrenut	0	0	0
2	X() pokrenut	0	0	0
3	X inicijalizacija polja	00ff	0	0
4	X() izvršen	00ff	0	00ff
5	Y inicijalizacija polja	00ff	ff00	00ff
6	Y() izvršen	00ff	ff00	ffff

- Ako bi konstruktor `X()` pozvao `maska(orig)` vršilo bi se maskiranje sa `0x00ff`, a ne sa `0xffff`

Nadjačavanje metoda

- Preklapanje imena metoda (*overloading*)
  - više metoda ima isto ime
  - obavezna je razlika u potpisima metoda
  - mehanizam povezivanja je statički
- Nadjačanje (polimorfna redefinicija) metoda (*overriding*)
  - zamena implementacije metoda iz osnovne klase
  - potpisi i povratni tipovi moraju da budu identični (uz izuzetak kao u C++)
  - mehanizam povezivanja je dinamički
- Samo nestatički i neprivatni metodi mogu da se nadjačaju
- Referenca `super` može da se koristi za pristup nadjačanim metodima osnovne klase
- Klauzula `throws` može da bude različita od `throws` klauzule datog metoda osnovne klase
  - metod izvedene klase može da suzi listu `throws` klauzule
- Statički metodi ne mogu da se nadjačaju, oni se sakrivaju

Pravo pristupa nadjačanim metodima

- Nadjačani metodi imaju svoje vlastite modifikatore prava pristupa
- Izvedena klasa može da promeni pravo pristupa metodima svoje natklase dajući im širi pristup
  - `protected` metod može da bude nadjačan kao `protected` ili `public`, ali ne i `private`
- Smanjivanje prava pristupa nije dozvoljeno i ne bi imalo smisla:
  - restrikcija bi se zaobišla konverzijom tipa u osnovni tip sa širim pravom pristupa

Sakrivanje polja i polimorfizam

- Polja ne mogu da budu nadjačana, ali mogu da budu sakrivena
- Ako se u izvedenoj klasi deklariše polje
  sa istim imenom kao u osnovnoj klasi $\Rightarrow$ 2 polja
- Polje osnovne klase je sakriveno istoimenim poljem izvedene klase
- Referenca na osnovnu klasu (`super`)
  mora da se koristi da se pristupi polju osnovne klase
- Nestatički metodi u Javi su podrazumevano polimorfni
- Kada se pozove metod objekta
  - stvarni tip objekta (ne reference) određuje
    koja se implementacija metoda koristi (polimorfno ponašanje)
- Kada se pristupa polju
  - tip reference određuje kojem polju se pristupa (nepolimorfno ponašanje)

Primer

```
class B{
  public String s="B";
  public void m(){ System.out.println("B.m(): " + s); }
}
class D extends B{
  public String s = "D";
  public void m(){ System.out.println("D.m(): " + s); }
  public static void main(String[] arg){
    D d = new D();
    B b = d;
    b.m();
    d.m();
    System.out.println("B.s: " + b.s);
    System.out.println("D.s: " + d.s);
  }
}
```

Izlaz:

```
D.m(): D
D.m(): D
B.s: B
D.s: D
```

Referenca `super`

- Na raspolaganju u nestatičkim metodima izvedene klase
- Referenca `super` se ponaša kao
  - referenca na tekući objekat koji je primerak svoje osnovne klase
- Poziv `super.`*`metod`*`()` koristi implementaciju iz osnovne klase
- Poziv metoda preko reference `super` je različit od drugih poziva preko referenci:
  - izbor je zasnovan na tipu reference, a ne objekta (ne primenjuje se dinamičko vezivanje, nema polimorfizma)
- Nije dozvoljeno:
  - `B b=super; // B b=this; je dozvoljeno`
  - `… super.super.m()… // pristup nasleđu daljih predaka`

Primer

```
class B{ protected String m(){ return "B"; } }
class D extends B{
  protected String m(){ return "D"; }
  void p(){
    B bref = (B)this;  // (B)this semantički odgovara super;
    System.out.println("this.m()  = " + this.m());
    System.out.println("bref.m()  = " + bref.m());
    System.out.println("super.m() = " + super.m());
  }
}
```

Izlaz:

`this.m()` = D (jer `this` upućuje na tekući objekat)
`bref.m()` = D (jer i `bref` upućuje na tekući objekat)
`super.m()` = B (jer pristup preko `super` nije polimorfan)

Kompatibilnost tipova

- Java je strogo tipiziran jezik
  - intenzivno se proverava kompatibilnost tipova prilikom prevođenja
- Tip izraza mora da bude kompatibilan tipu promenljive kojoj se rezultat izraza dodeljuje i to pri:
  - operaciji dodele,
  - inicijalizaciji,
  - prenosu argumenata i
  - vraćanju rezultata metoda
- Podaci primitivnog tipa mogu da se implicitno konvertuju u smeru koji ne preti gubitkom tačnosti, a u suprotnom kastom
- Referenca koja je rezultat izraza mora da bude:
  - tipa promenljive kojoj se dodeljuje
  - izvedenog tipa iz tipa promenljive kojoj se dodeljuje
  - literal `null` (kompatibilan sa svim tipovima referenci)

Konverzija

- Nadtipovi su manje posebni – oni su "širi" i nalaze se "više" u hijerarhiji
- Podtipovi su više posebni – oni su "uži" i nalaze se "niže" u hijerarhiji
- Konverzija proširivanja (naviše, nagore):
  - podtip se konvertuje u nadtip
  - bezbedna konverzija – automatski
- Konverzija sužavanja (naniže, nadole):
  - nadtip se konvertuje u podtip
  - nije bezbedna, treba da se radi oprezno – mora eksplicitno (*cast*)
- Primer: (u metodu izvedene klase `D` iz klase `B`)

```
B b = (B)this;   // može i: B b = this;
D d = (D)b;      // obavezan cast
```

- Ako prevodilac može da zaključi da je konverzija sužavanja neispravna
  - javlja grešku
- Ako prevodilac ne može sa sigurnošću da zaključi da je konverzija pogrešna
  - radi se provera u vreme izvršenja i u slučaju greške – `ClassCastException`

Operator provere tipa `instanceof`

- Operator `instanceof` služi za proveru
  da li je izraz kompatibilan za dodelu datom tipu reference
- Izraz je levi operand (rezultat je referenca na objekat, ne primitivni podatak), a ime (ne-primitivnog) tipa je desni operand
- Provera za dodelu reference osnovne klase `B b` referenci izvedene kl. `D d`:

```
if (b instanceof D) d=(D)b;
```

- Primer:

```
public static void sortiraj (Lista l){
        if (l instanceof SortiranaLista) return;
        // sortiranje liste
}
```

- Ovaj operator ne treba "zloupotrebljavati"
  - ne treba da se koristi umesto nadjačavanja i polimorfnog ponašanja metoda
  - nije dobro:
    - da se ispituje tip izraza pomoću `instanceof` u nekoj selekciji (`if-else`/`switch`)
    - pa da se na osnovu rezultata testova, u pojedinim granama pozivaju različiti metodi objekta na koji ukazuje referenca koja je rezultat izraza levog operanda (b)

Konačni metodi i klase

- Modifikator nestatičkog metoda `final` sprečava izvedene klase da ga nadjačaju
- I statički metod može da bude konačan – nije dozvoljeno sakrivanje
- Cela klasa može da bude označena kao konačna (`final`):

```
final class F{//...}
```

- Konačna klasa ne može da se proširi (te su joj i svi metodi automatski konačni)
- Razlozi da se metod proglasi konačnim:
  - sigurnost: ponašanje klase se neće promeniti, bez obzira na stvarni tip objekta
  - optimizacija: nema dinamičkog vezivanja, provere tipova mogu da se vrše u vreme prevođenja
- U pogledu optimizacije
  - `final` metodi su ekvivalentni sa `private` i `static` metodima
  - na privatne i statičke metode se ne primenjuje dinamičko vezivanje

Apstraktni metodi i klase

- Apstrakcija je korisna kada neko ponašanje ima smisla samo za pojedine podtipove
- Apstraktan metod (modifikator `abstract`)
  - metod čija će implementacija da bude definisana tek u izvedenoj klasi
- Apstraktna klasa (modifikator `abstract`)
  - način da se definiše tip sa delimičnom implementacijom
- Klasa sa barem jednim apstraktnim metodom mora da bude apstraktna
- I klasa sa svim konkretnim metodima može da bude apstraktna
- Ako je potrebno da svi metodi budu apstraktni, verovatno je potreban interfejs (ne klasa)
- Ne mogu da se stvaraju objekti apstraktne klase
- Reference na apstraktnu klasu su dozvoljene
- Običan metod može da bude nadjačan kao apstraktan

Primer

```
abstract class Testiranje {
  abstract void test();
  public long izvrsi(int n){
    long start = System.currentTimeMillis();
    for (int i = 0; i < n; i++) test();
    return (System.currentTimeMillis() - start);
  }
}
class TestiranjePraznogMetoda extends Testiranje {
  void test() {}
  public static void main(String[] argumenti) {
    int n = Integer.parseInt(argumenti[0]);
    long vreme = new TestiranjePraznogMetoda().izvrsi(n);
    System.out.println(n+" poziva metoda za "+vreme+" ms");
  }
}
```

Klasa `Object`

- Sve klase se izvode (implicitno ili indirektno) iz klase `Object`
- Klase nasleđuju sledeće metode klase `Object` :
  - poređenje objekata na jednakost (`==` se koristi za proveru jednakosti referenci)
    ```
    public boolean equals(Object obj)
    ```
    - podrazumevano proverava da li je `obj==this` (podrazumevano samo `o.equals(o)==true`)
  - kloniranje objekta (novi objekat preuzima stanje onog koji se klonira)
    ```
    protected Object clone()throws CloneNotSupportedException
    ```
  - dohvatanje `Class` objekta koji opisuje tip (klasu, interfejs, niz) datog objekta
    ```
    public final Class getClass()
    ```
  - finalizacija objekta za vreme sakupljanja đubreta
    ```
    protected void finalize() throws Throwable
    ```
  - konverzija u `String`
    ```
    public String toString()
    ```
    - objekat se konvertuje u string `<ime klase>@<heksadecimalni heš kod>`

Kloniranje objekata

- Metod `clone()` vraća novi objekat
  čije je inicijalno stanje kopija tekućeg stanja objekta
- Promene klona više ne utiču na original
- Klasa koja omogućava kloniranje
  - treba da implementira (prazan) interfejs `Cloneable`
- Metod `Object.clone()`
  - obavlja jednostavno (plitko) kloniranje
    kopiranjem svih polja originala
- Izuzetak `CloneNotSupportedException`
  - koristi se da signalizira da `clone()` metod nije uspeo
- Kloniranjem se izbegava pozivanje konstruktora

Stvaranje klona

- Koraci `Object.clone()`:
  - proverava da li objekat za koji je metod pozvan implementira interfejs `Cloneable`
  - ako ne implementira, baca izuzetak `CloneNotSupportedException`
  - inače, stvara novi objekat istog tipa kao i originalni objekat i kopira polja
  - vraća referencu tipa `Object` na novi klon
- Najjednostavniji način da se napravi klasa koja (uslovno) omogućava kloniranje, ali samo plitko:

```
public class MojaKlasa extends DrugaKlasa implements Cloneable {
  public MojaKlasa clone()throws CloneNotSupportedException{
   return (MojaKlasa) super.clone();}
}
```

  - sva polja `MojaKlasa` će da budu kopirana pomoću `Object.clone()`
  - uslov: da `DrugaKlasa` i njeni preci podržavaju kloniranje (realizuju `clone()` koji poziva `super.clone()`)
- Ako klasa ima polja tipa reference, po pravilu je potreban duboki klon

Primer – plitki klon

- Primer neodgovarajućeg plitkog kloniranja:

```
public class CelobrojniStek implements Cloneable{
  private int[] bafer; private int vrh;
  public CelobrojniStek(int kapacitet)
    { bafer = new int[kapacitet];   vrh = -1; }
  public void stavi(int v){ bafer[++vrh] = v; }
  public int uzmi(){ return bafer[vrh--]; }
  public CelobrojniStek clone() throws CloneNotSupportedException
    { return (CelobrojniStek) super.clone(); }
}
...
CelobrojniStek prvi = new CelobrojniStek(2);
prvi.stavi(1);  prvi.stavi(2);
try{CelobrojniStek drugi = prvi.clone()}
catch(CloneNotSupportedException i){};
```

  - obe reference `prvi.bafer` i `drugi.bafer` ukazuju na istu lokaciju

Primer – duboki klon

- Rešenje problema – duboko kloniranje:

```
// nadjačanje metoda clone() da se postigne kopiranje niza
public CelobrojniStek clone(){
  try {
    CelobrojniStek noviStek = (CelobrojniStek)super.clone();
    noviStek.bafer = (int[])bafer.clone();
    return noviStek;
  } catch(CloneNotSupportedException i) { // nece se dogoditi
    throw new InternalError(i.toString());
  }
}
```

Naklonosti klase prema klonovima

- 4 nivoa naklonosti prema klonovima:
  - klasa i potklase bezuslovno podržavaju kloniranje:
    - klasa implementira `Cloneable` i
    - deklariše svoj javni `clone()` metod koji ne baca izuzetke
  - klasa uslovno podržava kloniranje:
    - implementira `Cloneable`,
    - dopušta svom javnom `clone()` metodu da prosledi izuzetak dobijen od drugih objekata čije je kloniranje pokušao
  - klasa ne podržava kloniranje, ali dopušta potklasi da podrži kloniranje:
    - klasa ne implementira `Cloneable`,
    - ali obezbeđuje zaštićen `clone()` metod koji klonira njena polja korektno (ako `Object.clone()` ne zadovoljava)
  - klasa sprečava kloniranje svojih objekata i objekata potklasa:
    - klasa ne implementira `Cloneable` i
    - obezbeđuje javni konačni `clone()` metod koji bezuslovno baca izuzetak

Izvođenje ili sadržanje: kako i kada?

- Izvođenje definiše novi tip objekata koji su i tipa osnovne klase
  - *IsA* relacija
- Relacija *IsA* je potpuno različita od *HasA* relacije
- U relaciji *HasA* jedan objekat
  - čuva stanje drugog (sadrži drugi)
  - sadržani često radi neki deo posla sadržaoca
- Primeri:
  - `Piksel` *IsA* `Tačka` sa proširenjem (informacija o boji)
  - `Krug` *HasA* `Tačka` (kao centar)
- Ponekad dobar izbor između dve relacije nije očigledan
- Promena lošeg inicijalnog izbora može da bude teška

Primer problematičnog izvođenja (1)

- Klasa tačaka u 2D

```
class Tacka2D{
  protected double x=0., y=0.;
  Tacka2D(){}
  Tacka2D(double x, double y){ this.x=x; this.y=y; }
  Tacka2D(Tacka2D p){ this(p.x,p.y); }
  public double rastojanje(Tacka2D p){
    double dx=x-p.x, dy=y-p.y;
    return Math.sqrt(dx*dx+dy*dy);
  }
  public String toString(){ return "("+x+","+y+")"; }
}
```

Primer problematičnog izvođenja (2)

- Klasa `Tacka2D` se proširuje poljem `z` da bi se dobila tačaka u 3D

```
class Tacka3D extends Tacka2D{
  private double z=0.;
  Tacka3D(){}
  Tacka3D(double x, double y, double z){
      super(x,y); this.z=z;
  }
  Tacka3D(Tacka3D p){ this(p.x,p.y,p.z); }
  public double rastojanje(Tacka3D p){
    double d2D=super.rastojanje(p), dz=z-p.z;
    return Math.sqrt(d2D*d2D+dz*dz);
  }
  public String toString(){ return "("+x+","+y+","+z+")"; }
}
```

- Metod `rastojanje()` nije nadjačanje, nego preklapanje imena