

# Objektno orijentisano programiranje 2

Ugnežđeni tipovi



# Ugnežđene klase i interfejsi

- Klasa ili interfejs može biti član druge klase ili interfejsa
  - takav tip se naziva ugnežđenim
- Primer:

```
class ObuhvatajućaKlasa{ class UgnežđenaKlasa { . . . } }
```
- Ugnežđen tip treba definisati kad on ima smisla
  - treba da ima smisla samo u kontekstu obuhvatajućeg tipa
- Primer:
  - klasa `TekstKurzor` može biti ugnežđena u klasu `Tekst`
- Ugnežđena klasa može:
  - da proširuje proizvoljnu klasu,
  - da implementira proizvoljan interfejs,
  - da bude osnova za proširivanje,
  - da se deklarise kao `final` ili kao `abstract`
- Ime ugnežđenog tipa
  - dostupno je direktno u obuhvatajućem tipu,
  - izvan mu se pristupa kvalifikacijom: `<ObuhvatajućiTip>.<UgnežđeniTip>`

# Prava pristupa

- Uzajamni odnos obuhvatajuće i ugneždene klase je prijateljski
  - potpuno uzajamno poverenje
- Kao član obuhvatajuće klase, ugneždjena klasa ima specijalnu privilegiju:
  - ima pristup svim članovima obuhvatajuće klase, čak i ako su privatni
- Ova specijalna privilegija je potpuno konzistentna sa značenjem `private`
  - specifikatori pristupa ograničavaju pristup članovima za klase koje su *izvan* obuhvatajuće klase
  - ugneždjena klasa je *unutar* obuhvatajuće klase (njen je član), pa treba da ima pristup svim njenim članovima
- Obuhvatajuća klasa takođe ima potpuni pristup članovima ugneždene klase
- Za tipove ugneždene u klasu, mogući specifikatori:
  - `public`, `protected`, `private`
  - mogu se koristiti da ograniče pristup ugnežđenim tipovima, kao i svim drugim članovima klase
- Tipovi ugnežđeni u interfejse su uvek (podrazumevano) javni
- Klasa koja proširuje ugneždenu klasu ne nasleđuje prava pristupa

# Statički ugnežđeni tipovi i unutrašnje klase (1)

- Kao i drugi članovi klasa, ugnežđena klasa se može deklarirati kao `static`
  - ona se naziva statičkom ugnežđenom klasom (*static nested class*)
- Ugnežđena klasa bez modifikatora `static` (nestatička ugnežđena klasa)
  - se naziva unutrašnjom klasom (*inner class*)
- Primer:

```
class ObuhvatajućaKlasa{ . . .
    static class StatičkaUgnežđenaKlasa { . . . }
    class UnutrašnjaKlasa { . . . }
}
```
- Statički ugnežđeni tipovi
  - služe samo kao mehanizam strukturiranja tipova
- Unutrašnje klase
  - omogućavaju poseban odnos između njihovih objekata i objekata spoljašnje klase

## Statički ugnežđeni tipovi i unutrašnje klase (2)

- Statička ugnežđena klasa
  - ne može direktno (imenovanjem bez kvalifikacije) da pristupa nestatičkim poljima ili metodima obuhvatajuće klase
  - može preko reference na objekat
- Unutrašnja klasa ima direktan pristup nestatičkim članovima spoljašnje
- Klasa ugnežđena u interfejs je uvek statička,
  - specifikator `static` nije potreban
- Ugnežđeni interfejs je uvek statički,
  - specifikator `static` nije potreban
- Unutrašnja klasa ne može da sadrži statičke članove
  - izuzev konačnih statičkih polja inicijalizovanih konstantnim izrazom
- Objekat unutrašnje klase je uvek u vezi sa jednim objektom spoljašnje
- Više objekata unutrašnje može biti u vezi sa istim objektom spoljašnje

# Primer unutrašnje klase

```
public class RacunUbanci {
    private long broj; private long stanje; private Akcija poslednjaAkcija;
    public class Akcija{
        private String akcija; private long iznos;
        Akcija(String akcija, long iznos){this.akcija=akcija; this.iznos=iznos;}
        public String toString(){return broj + ": " + akcija + " " + iznos;}
    }
    public void uplata (long iznos){
        stanje+=iznos; poslednjaAkcija=new Akcija("uplata", iznos);
    }
    public void isplata(long iznos){
        stanje-=iznos; poslednjaAkcija=new Akcija("isplata", iznos);
    }
    public void prenos(RacunUbanci drugi,long iznos){
        drugi.isplata(iznos);
        uplata(iznos);
        poslednjaAkcija=this.new Akcija("prenos na", iznos);
        drugi.poslednjaAkcija=drugi.new Akcija("prenos sa", iznos);
    }
}
```

# Relacije objekata

- Termin "ugneždjena" reflektuje sintaksnu relaciju između dve klase
  - kod jedne klase se pojavljuje unutar koda druge klase
- Termin "unutrašnja" reflektuje relaciju između objekata ugneždjene i obuhvatajuće klase
  - objekat unutrašnje može postojati samo u vezi sa objektom obuhvatajuće klase
  - relacija se naziva sekundarni `this`
    - primer: navođenje polja `broj` u metodi `toString()`
    - puna kvalifikacija bi bila: `RacunUbanci.this.broj`
- Definicija unutrašnje klase: unutrašnja klasa je ugneždjena klasa čiji objekat
  - ima implicitnu referencu na odgovarajući objekat spoljašnje klase (sek. `this`) i
  - ima direktan pristup (bez kvalifikacije) nestatičkim članovima obuhvatajuće klase
- Relacija između objekta unutrašnje i obuhvatajuće klase se uspostavlja prilikom kreiranja objekta unutrašnje klase:

```
this.new Akcija("prenos", iznos); // može i bez eksplicitnog this
```

  - prosleđuje se referenca na objekat spoljašnje novom objektu unutrašnje klase

# Proširivanje unutrašnjih klasa (1)

- Unutrašnje klase se mogu proširivati kao i statičke ugneždene ili obične klase
- Objekat izvedene unutrašnje klase mora da je u vezi sa objektom
  - originalne spoljašnje klase (klase u okviru koje je definisana osnovna unutrašnja) ili
  - izvedene klase iz originalne spoljašnje klase
- Česta situacija: da se proširena unutrašnja klasa nalazi unutar proširene spoljašnje

```
class Spoljna { class Unutrasnja{} }
class IzvedenaSpoljna extends Spoljna {
    class IzvedenaUnutrasnja extends Unutrasnja {}
    Unutrasnja u = new IzvedenaUnutrasnja();
}
```
- Referenca `u` se inicijalizuje kada se kreira objekat `IzvedenaSpoljna`
- Pri konstrukciji objekta `IzvedenaUnutrasnja`
  - poziva se podrazumevani konstruktor:

```
IzvedenaUnutrasnja() {IzvedenaSpoljna.this.super();}
```
  - `super()` poziva konstruktor `Unutrasnja` koji zahteva ref. na objekat tipa `Spoljna`
  - `IzvedenaSpoljna.this` pokazuje na objekat tipa `IzvedenaSpoljna`
  - `IzvedenaSpoljna` je kompatibilan tip sa `Spoljna`



## Proširivanje unutrašnjih klasa (2)

- Eksplicitna referenca na objekat spoljne klase je potrebna ako:
  - potklasa unutrašnje klase nije i sama unutrašnja klasa, već je samostalna ili
  - obuhvatajuća klasa unutrašnje potklase nije potklasa spoljne klase

- Primer:

```
class Samostalna extends Spoljna.Unutrasnja {  
    Samostalna(Spoljna s) {s.super();}  
}
```

- `s.super()` poziva konstruktor `Unutrasnja` i prosleđuje mu referencu na objekat klase `Spoljna`
- referenca će inicijalizovati sekundarni `this` podobjekta tipa `Unutrasnja` u okviru stvorenog objekta tipa `Samostalna`

# Lokalne unutrašnje klase

- Lokalna klasa se definiše unutar proizvoljnog programskog bloka
  - unutar metoda,
  - unutar konstruktora ili
  - unutar inicijalizacionog bloka
- Lokalne klase nisu članovi okružujuće klase
  - ali objekat lokalne klase ima sekundarni `this` na objekat spoljašnje klase
- Lokalne klase su nepristupačne izvan bloka u kojem su definisane
- Reference na objekte lokalne klase se mogu:
  - prenositi kao argumenti ili
  - vraćati kao rezultati metoda
- Iz okružujućeg bloka, lokalna unutrašnja klasa ima pristup samo:
  - `final` lokalnim promenljivama ili
  - `final` argumentima metoda

# Primer lokalne klase

- U paketu `java.util` postoji interfejs:

```
public interface Iterator{
    boolean hasNext();
    Object next() throws NoSuchElementException; //...
}
```

- Može se pisati metod koji vraća `Iterator`:

```
public static Iterator obilazak(final Object[] objekti){
    class Iter implements Iterator{
        private int p = 0; //pozicija u nizu objekti
        public boolean hasNext(){return (p<objekti.length);}
        public Object next() throws NoSuchElementException {
            if (p>=objekti.length) throw new NoSuchElementException();
            return objekti[p++];
        }
    }
    return new Iter();
}
```

- Klasa `Iter` je lokalna klasa, klijenti metoda `obilazak()` nisu svesni tipa `Iter`
- Metoda može da vraća objekat tipa `Iter`, jer je to podtip tipa `Iterator`, a u izrazu odakle se poziva metoda očekuje se izraz tipa `Iterator`

# Anonimne lokalne klase

- Ako ime lokalne klase nije potrebno može se deklarirati anonimna klasa
- Anonimna klasa proširuje drugu klasu ili implementira neki interfejs
- Anonimna klasa se definiše u izrazu `new`, kao deo naredbe
- Ime nadtipa (osnovne klase ili interfejsa) se koristi za anonimnu klasu
- Anonimna klasa ne može da ima eksplicitne klauzule `extends` i `implements`
- Primer:

```
public static Iterator obilazak(final Object[] objekti){
    return new Iterator{
        private int p = 0; //pozicija u nizu objekti
        public boolean hasNext(){return p<objekti.length;}
        public Object next() throws NoSuchElementException {
            if (p>=objekti.length) throw new NoSuchElementException();
            return objekti[p++];
        }
    }
}
```

# Konstruktor anonimne klase

- Anonimna klasa ne može imati konstruktor, jer konstruktor nosi ime klase koje ne postoji
- Ako je potreban poziv specifičnog konstruktora natklase, iza imena apstraktne klase se dodaju argumenti:
- Primer:
  - neka postoji klasa `Atribut` sa konstruktorom koji ima argument tipa `String`
  - piše se anonimna klasa koja se izvodi iz klase `Atribut`

```
Atribut ime = new Atribut("Ime"){/*...*/}
```
  - poziva se `super("Ime")`, odnosno konstruktor klase `Atribut` sa argumentom tipa `String`
- Kada anonimna klasa implementira ineterfejs, onda se kao super-konstruktor poziva samo konstruktor klase `Object`

# Lambda izrazi

- Jednostavan način rada sa metodima anonimnih objekata anonimnih lokalnih klasa koje implementiraju interfejs sa samo 1 metodom
- Sličnost sa globalnom funkcijom
  - nema (eksplicitno) definisanu klasu kojoj pripada
- Razlike u odnosu na globalnu funkciju
  - postoji automatski generisana klasa “omotača” funkcije i njen objekat
  - funkcija, odnosno njena klasa, je lokalna
- Doprinosi konciznoj notaciji i eleganciji programa
- Često se metod svodi na izračunavanje izraza – odatle naziv “izraz”
  - naziv “izraz” ne odražava prirodu, u pitanju je funkcija, a ne izraz
- Na mestu definisanja – ne izračunava se izraz
  - stvara se objekat anonimne klase koja implementira interfejs sa 1 metodom

# Definisanje lambda izraza

- Opšti oblik definicije lambda izraza:  
`(parametri) -> {telo}`
  - `parametri` – uobičajena lista tipova i imena
    - tipovi mogu da se izostave, ako se o njima može zaključiti iz konteksta
    - moraju se ili navesti svi tipovi ili izostaviti svi tipovi
    - ako u listi postoji samo 1 parametar bez tipa – zagrade `()` mogu da se izostave
    - zagrade `()` su obavezne ako nema parametara
  - `telo` – uobičajeno telo funkcije (blok koji koristi parametre)
    - ako je samo jedna naredba (`return`), mogu da se izostave zagrade `{}` i reč `return`
    - tada se telo svodi na izraz koji izračunava vrednost lambda izraza
  - tip lambda izraza – ne navodi se
    - o njemu se zaključuje na osnovu tipa izraza u `return` naredbi
    - tip može biti i `void`

# Primeri definicija lambda izraza

```
(int k) -> {return k*k;}
```

```
k -> k * k; // skraćeni oblik
```

```
(double a, double b) -> {return a+b;}
```

```
(a,b) -> a+b;
```

```
(int x, y) -> x+y // ! Greška
```

```
n -> {int s=0; for(int i=0; i<n; s+=i++); return s;}
```



# Ciljni tip i cilj lambda izraza

- Cilj (*target*) lambda izraza – referenca na anonimni lambda objekat
- Lambda objekat – objekat anonimne klase lambda izraza
- Lambda klasa – automatski definisana, ostvaruje funkcijski interfejs
- Funkcijski interfejs – interfejs sa 1 apstraktnom metodom
  - može imati anotaciju: `@FunctionalInterface`
- Funkcijski interfejs predstavlja tip cilja lambda izraza (ciljni tip)
  - treba ga razlikovati od tipa rezultata lambda izraza
- Zaključivanje o parametrima lambda izraza i tipu rezultata
  - na osnovu parametara i tipa rezultata metoda ciljnog tipa
  - tip rezultata lambda izraza mora da bude kompatibilan sa tipom metoda

# Definisanje cilja lambda izraza

- U definiciji cilja (reference na lambda objekat) koristi se ciljani tip
- Primer:

```
@FunctionalInterface
interface FI{ int fi(int x); }
interface FD{ double fd(double x); }
class A{
    void m() {
        FI ciljFi=x->x*x; // int fi(int x){return x*x; }
        ...
    }
}
```

# Izračunavanje lambda izraza

- U naredbi u kojoj se izračunava lambda izraz
  - funkciji se pristupa preko cilja (reference) i imena metoda interfejsa
- Primer (nastavak prethodnog):

```
...
int i=ciljFi.fi(3);
FD ciljFd = x -> Math.exp(-0.1*x)*Math.sin(x);
double d=ciljFd.fd(2.0);
ciljFd = x -> x * x;
d=ciljFd.fd(2.0);
ciljFd = (int x) -> x * x; //! Greška
}
```