Projektovanje softvera

Dijagrami klasa

Uvod

- Dijagram klasa prikazuje skup klasa, interfejsa, saradnji i drugih stvari strukture, povezanih relacijama
- Dijagram klasa je graf obrazovan od temena (stvari) povezanih granama (relacijama)
- Specificira logičke i statičke aspekte modela
- Elementi dijagrama klasa
  - stvari: klase, interfejsi, tipovi, izuzeci, šabloni, saradnje, paketi, …
  - relacije: zavisnosti, generalizacije, asocijacije, realizacije
- Dijagrami klasa su najčešći u objektnom modeliranju
- Većina alata podržava generisanje skeleta koda iz dijagrama klasa

Klasifikator

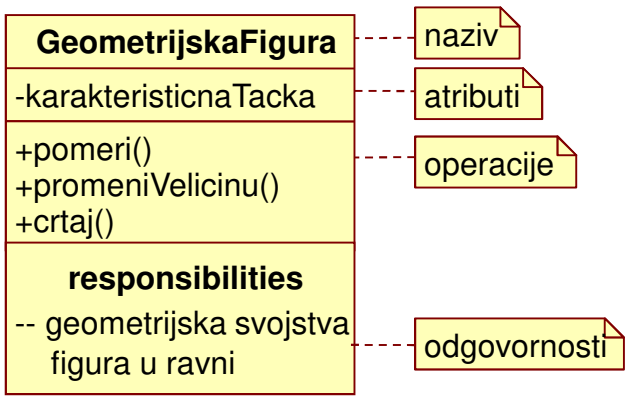
- Klasifikator je
  - karakterizacija primeraka (*instances*) sa zajedničkim karakteristikama
  - mehanizam koji opisuje strukturu i ponašanje (ima atribute i operacije)
  - apstraktna metaklasa
  - prostor imena
  - tip koji je moguća generalizacija ili specijalizacija drugog
  - potencijalno ugnežđen u drugi klasifikator
- Ne pojavljuju se svi klasifikatori na dijagramima klasa
- Konkretni klasifikatori su: klase, interfejsi, tipovi podataka, komponente, čvorovi, slučajevi korišćenja, ...
- Klasifikator ima odeljke, koji se ne moraju svi prikazati
  - odeljci mogu imati svoje nazive,
    da bi se izbegla dvoznačnost kada neki odeljak nedostaje

Klasa

- UML 2 definicija: klasa je opis skupa objekata koji dele istu specifikaciju karakteristika (*features*), ograničenja (*constraints*) i semantike
  - karakteristike: atributi i operacije
- Klasa implementira jedan ili više interfejsa
- Klase opisuju apstrakcije iz domena
  - problema
  - rešenja
- Koriste se da reprezentuju
  - konkretne softverske stvari
  - konceptualne stvari

Simbol klase

- Simbol klase je pravougaonik podeljen horizontalnim linijama u odeljke
  - odeljak može imati i naziv odeljka (npr. `responibilities`)
- Naziv klase
  - jednostavan:
    `<naziv>`
  - sa putanjom:
    `<naziv paketa>::`
    `<jednostavan naziv>`
    npr: `java::awt::Rectangle`
- Odgovornosti klase
  - neformalna semantika – dokumentacija
  - u zasebnom odeljku (`responibilities`)
  - slobodan tekst
  - svaka počinje sa `--`
- Svaka dobro strukturirana klasa bi trebalo da ima barem jednu i ne više od nekoliko odgovornosti



Atributi

- Atributi su imenovana svojstva klase
  koja opisuju opsege vrednosti
  koje pojave tog svojstva mogu sadržati
- Drugi nazivi: članovi podaci (C++), polja (Java)
- Atributi su strukturne karakteristike klase
- Notacija: ime, opciono sa tipom i podrazumevanom vrednošću
- Primer: `izbor:Boolean=false`

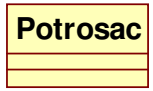
Operacije

- Operacije su servisi klase
  koji se mogu zahtevati od nekog objekta klase
- Operacije su karakteristike ponašanja klase
- Operacije su deklaracije metoda klase
- Notacija: potpis koji sadrži listu parametara sa eventualnim tipovima i podrazumevanim vrednostima, kao i tipom rezultata
- Primer:

```
pomeri(novaPozicija:Pozicija=koordinatniPocetak):Pozicija
```

Opcije odeljaka

- Simbol klase može sadržati prazne odeljke



  - prazan odeljak atributa/operacija ne znači da ih klasa nema, već da nisu relevantni za dati pogled (dijagram)
- Simbol klase može biti i bez odeljaka

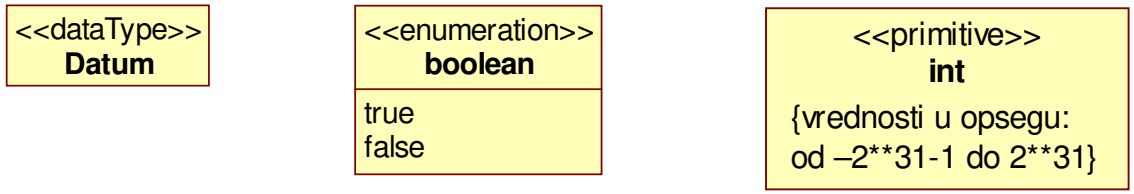
- Ako odeljak ima članova, mogu se koristiti i tri tačke (`. . .`) da naznače postojanje dodatnih atributa/operacija
- Atributi/operacije se mogu grupisati, a svakoj grupi može da prethodi opisni prefiks
  - naziv kategorije grupisanih članova
  - piše se kao stereotip, npr. `<<constructor>>` ili `<<query>>`

Ukrasi klase i članova klase

- Apstraktna klasa i apstraktna operacija
  - naziv se piše *italikom* ili uz ograničenje `{abstract}`
- Zajednički članovi (atributi i operacije) - podvučeno
- Pravo pristupa članu (vidljivost, *visibility*)
  znak se piše ispred atributa/operacije:
  - javni član: + (podrazumevano)
  - zaštićeni član: #
  - paketski član: ~
  - privatni član: –

Tipovi podataka

- Tipovi podataka su tipovi čije vrednosti (podaci) nemaju identitet
- Vrste tipova podataka:
  - apstraktni tipovi podataka (`<<dataType>>`)
    - primerci imaju samo vrednost, bez identiteta (npr. `Datum`)
  - tipovi nabrajanja (`<<enumeration>>`)
    - uzimaju vrednost iz definisanog skupa simboličkih imena (npr. `boolean`)
  - primitivni tipovi (`<<primitive>>`)
    - postojeći prosti tipovi podataka u jeziku implementacije (npr. `int`)



Osobine klasa

- Multiplikativnost – osobina koja ograničava broj primeraka klase
- Multiplikativnost se navodi u gornjem desnom uglu
- Specifične vrednosti multiplikativnosti:
  - `0` – uslužna klasa, sadrži samo zajedničke (statičke) atribute i operacije
  - `1` – unikat (*singleton*) – klasa koja ograničava broj primeraka na 1
- Podrazumevani slučaj je proizvoljan broj primeraka
- Koren hijerarhije klasa (*root*) je klasa koja nema roditelje
- List hijerarhije klasa (*leaf*) je klasa koja nema potomke, tj. ona iz koje se ne može izvoditi
- Osobine `{root}` i `{leaf}` se pišu u odeljku naziva klase

Sintaksa atributa

- Sintaksa atrubuta:
  `[pravo_pristupa] [/] ime [:tip] [multiplikativnost] [=inicijalna_vrednost][{osobine}]`
- Simbol `/` označava da je atribut "izveden" (može se "izračunati" na osnovu drugih)
- Multiplikativnost atributa (podrazumevano 1), navodi se u zagradama `[ ]`
  - specificira se kao interval celih brojeva, gornja granica može biti neograničena (`*`)
  - primer: `consolePort:Port[2..*]`
- Osobine atributa se navode razdvojene zarezima; neke od njih:
  - `readOnly` – vrednost se ne može menjati, dodavati ni uklanjati nakon inicijalizovanja
  - `ordered` – vrednosti elemenata su uređene (podrazumevano `unordered`)
  - `unique` – vrednosti elemenata (u jednom objektu zbirke) su jedinstvene (skup) (podrazumevano `unique`), dakle `{unordered, unique}` – skup
  - `bag` – isto kao `unordered nonunique` (nije skup, nije uređena zbirka)
  - `seq` ili `sequence` – isto kao `ordered nonunique` (uređen niz elemenata sa ponavljanjem)
  - `composite` – atribut složene strukture
  - `redefines` *ime* – redefiniše nasleđen atribut *ime*
  - `subsets` *ime* – podskup skupa vrednosti atributa *ime*

Sintaksa operacije

- Sintaksa operacije:
  `[pravo_pristupa] ime ([lista_parametara])`
  `[: tip_rezultata] [{osobina}]`
- Sintaksa parametra u listi:
  `[smer] ime : tip [multiplikativnost]`
  `[ = podrazumevana_vrednost] [{osobina}]`
- Smer može biti:
  - `in` – ulazni parametar, ne sme biti modifikovan (podrazumevano)
  - `out` – izlazni parametar, mora se inicijalizovati u metodu
  - `inout` – ulazno-izlazni parametar, inicijalizovan pre poziva, može se modifikovati
  - `return` – vrednost parametra se vraća kao rezultat operacije pozivaocu
- Osobine operacije:
  - `query` – izvršenje ne menja stanje objekta, operacija je čista funkcija bez bočnih efekata
  - `exception` *`lista`* – operacija može da baca izuzetke iz liste
  - `leaf` – operacija nije polimorfna i ne može se redefinisati u izvedenoj klasi
  - `concurrency =` *`vrednost`* – šta garantuje operacija pri izvršenju u konkurentnoj sredini
    - `sequential` – pozivaoci moraju obezbediti da je samo jedna nit u jednom trenutku poziva
    - `guarded` – operacija garantuje sekvencijalizaciju svih poziva svih štićenih operacija
    - `concurrent` – operacija se izvršava kao atomska

Aktivne klase

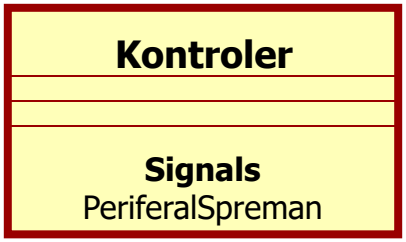
- Aktivni objekat je onaj koji poseduje vlastiti tok kontrole koji se odvija simultano sa drugim tokovima kontrole
- Simultano – konkurento (isti resurs) ili paralelno (posebni resursi)
- Aktivna klasa je klasa čiji su primerci aktivni objekti
- Aktivni objekti su “koreni” pojedinih tokova kontrole
  - oni pozivaju svoje ili metode drugih (aktivnih ili pasivnih) objekata
- Tok kontrole se pokreće/zaustavlja:
  - kada se aktivni objekat stvara/uništava, ili
  - posebnim operacijama za pokretanje i zaustavljanje
- Mnogi jezici podržavaju aktivne objekte (Ada, Java, Smalltalk)
- Aktivni objekti i klase - mogu se pojaviti u dijagramima gde i pasivni

Procesi i niti

- Proces (*process*, *task*) je "teški" (*heavyweight*) tok kontrole
  - ima vlastiti adresni prostor
- Nit (*thread*) je "laki" (*lightweight*) tok kontrole
  - deli zajednički adresni prostor sa drugim nitima
- Jedan proces može sadržati više niti
- Proces je jedinica konkurentnosti u operativnim sistemima:
  - procesi konkurišu za resurse
- Primeren mehanizam za komunikaciju:
  - procesi – razmena poruka (*message passing*)
  - niti – deljenje zajedničkih podataka (*data sharing*)

Aktivne klase - notacija

- Grafički simbol aktivne klase:
- UML 1:



UML2:

  - poseban odeljak se predviđa za signale koje klasa može primati

- Nit (`thread`)

- Proces (`process`)

UML 1 UML 2

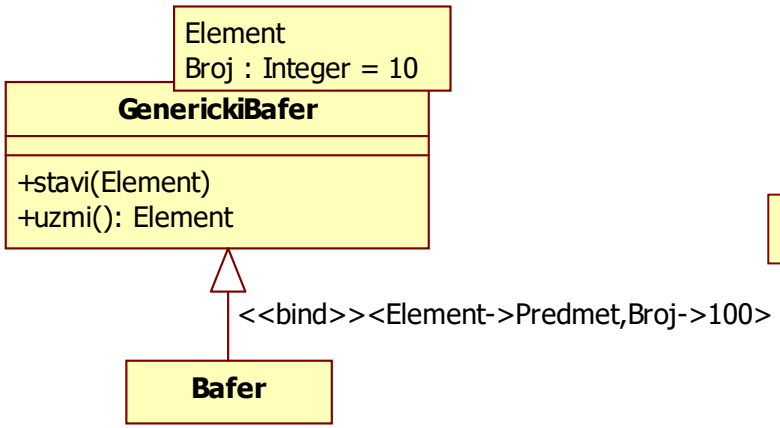
Šabloni

- Šablon (*template*) je parametrizovani element
  - C++, Ada, Java podržavaju šablone (generike)
- Primer na C++:

```
template <class Element, int Broj> class GenerickiBafer{
public:
   virtual void stavi(const Element&);
   virtual Element& uzmi();
   ...
};
typedef GenerickiBafer<Predmet,100> Bafer; // eksplicitno generisanje
GenerickiBafer<Predmet,100> bafer;         // implicitno generisanje
```

Šabloni - notacija

- Primer generičkog bafera:
  - definicija šablona i eksplicitno generisanje iz njega:



implicitno generisanje:

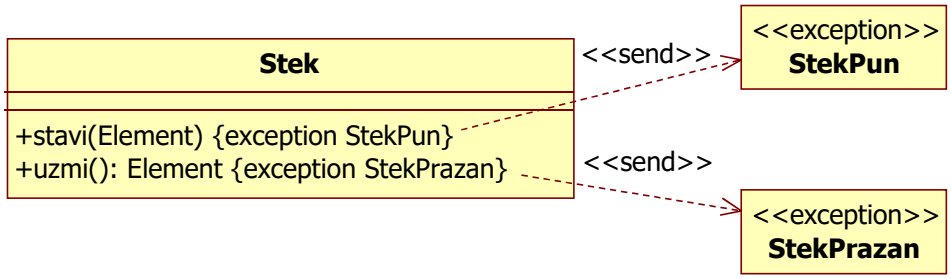
GenerickiBafer<Element->Predmet, Broj->100>

alternativno eksplicitno generisanje:

Bafer: GenerickiBafer<Element->Predmet, Broj->100>

Izuzeci

- Izuzeci su (prema UML 1) vrste signala
- Mogu da se modeliraju nestandardnim stereotipom klase `<<exception>>`
- Signal šalje operacija koja izaziva izuzetak
  - modelira se stereotipom `<<send>>` relacije zavisnosti
  - samo vizuelna informacija, jer operacija već navodi kao osobinu `exception`
- Primer:



- UML 2 tretira izuzetke na način kako ih tretiraju savremeni OO jezici

Relacije

- Na klasnim dijagramima se pojavljuju sve četiri (prve tri su češće) vrste relacija:
  - zavisnost (*dependency*)
  - asocijacija (*association*)
  - generalizacija (*generalization*)
  - realizacija (*realization*)

Zavisnost

- Povezuje stvari kod kojih izmena nezavisne stvari utiče na ponašanje zavisne stvari

- Zavisna stvar koristi nezavisnu stvar
- Grafička notacija: klasa A zavisi od klase B
- Često se koristi kad je jedna klasa (B) tip parametra operacije druge klase (A)
- Klasa B može biti i tip rezultata operacije klase A, a može biti i tip lokalnog objekta metoda klase A

Generalizacija

- Povezuje opštije sa specijalizovanim stvarima
  - opštija stvar – superklasa, natklasa, osnovna klasa ili roditelj
  - specijalizovana stvar – subklasa, potklasa, izvedena klasa ili dete
- Grafička notacija: klasa A je dete, B je roditelj

- Drugi nazivi relacije:
  - vrsta (*is-a-kind-of*),
  - izvođenje (A se izvodi iz B),
  - nasleđivanje,
  - proširivanje
- Generalizacija znači:
  - objekti dece se mogu pojaviti gde god se očekuje objekat roditelja
- Deca nasleđuju osobine svojih roditelja, atribute (strukturu) i operacije (ugovor)
- Operacija deteta koja ima isti potpis kao operacija roditelja redefiniše operaciju roditelja
- Redefinicija operacije omogućava njeno polimorfno ponašanje
- Klasa koja ima samo jednog roditelja koristi jednostruko nasleđivanje
- Klasa koja ima više roditelja koristi višestruko nasleđivanje

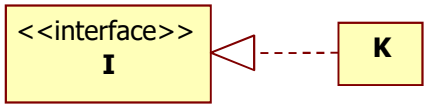
Asocijacija

- Specificira da li su primerci jedne stvari povezani sa primercima druge stvari

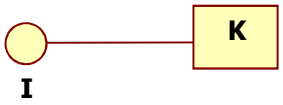
- Asocijacija je apstrakcija veza između objekata klasa u asocijaciji
- Asocijacija je strukturna relacija
- Asocijacija može biti unidirekcionalna ili bidirekcionalna
  - jednosmerna, odnosno dvosmerna, navigabilnost
- Dozvoljena je i asocijacija sa samim sobom
  - postoje veze između objekata iste klase
- Uobičajeno je da asocijacija povezuje dve klase (binarna asoc.)
- Moguće je da asocijacija povezuje i više klasa (n-arna asocijacija)
- Grafička notacija: klasa A je u asocijaciji sa klasom B

Realizacija

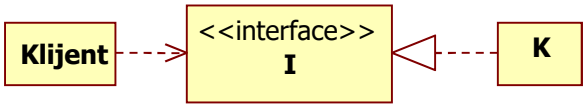
- Semantička relacija između klasifikatora od kojih jedan specificira ugovor a drugi garantuje njegovu implementaciju
- Grafička notacija:
  - kanonička forma:



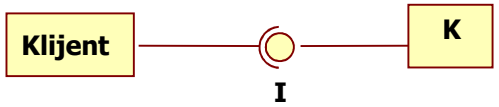
  - skraćena forma:



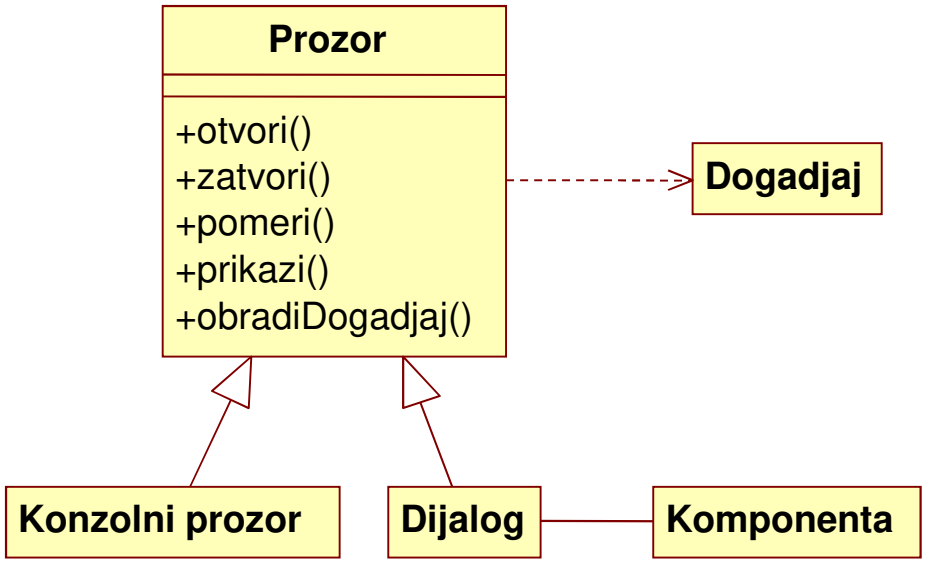
- Korišćenje interfejsa (relacija zavisnosti)
  - kanonička forma:



  - skraćena forma (*ball & socket*):

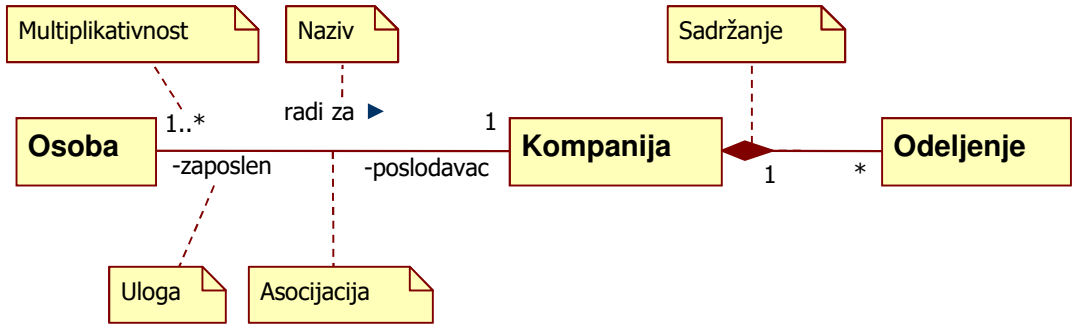


Primer osnovnih relacija



Ukrasi asocijacije

- Na asocijaciji se mogu pojaviti sledeći ukrasi:
  - naziv
  - smer čitanja
  - uloge
  - navigabilnost
  - multiplikativnost
  - sadržanje (agregacija ili kompozicija)
  - pravo pristupa (vidljivost) kraju preko asocijacije
  - vlasništvo kraja asocijacije



Multiplikativnost

- Na jednoj strani asocijacije označava se broj objekata sa te strane koji su u vezi sa tačno jednim objektom sa druge strane relacije
- Može biti:
  - tačno *n*, gde *n* može biti proizvoljan pozitivan broj (npr. `1`)
  - proizvoljno mnogo, uključujući nijedan (`*`),
  - opseg (npr. `0..1` ili `2..*`)
- UML 2.0 više ne dozvoljava izraze sa diskontinuitetom
  - npr. `0..1,3..4,6..*` – proizvoljan broj osim 2 i 5
- Ograničenja uz multiplikativnost:
  - `{oredered}`, `{unique}` – kao kod atributa

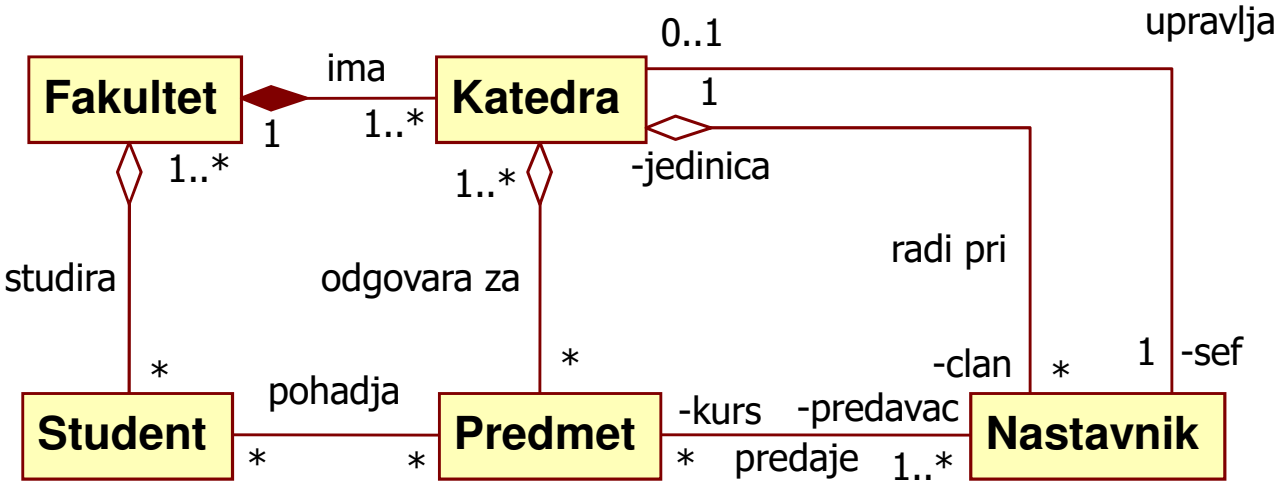
Agregacija

- Vrsta asocijacije kod koje jedna strana igra ulogu celine a druga ulogu dela (*whole/part*)
- Celina sadrži delove ("*has-a*" relacija)
- Agregacija najčešće označava grupisanje delova
- Agregacija ne govori ništa o uzajamnom odnosu životnih vekova celine i dela
- Deo u agregaciji može biti zajednički deo više celina
- Grafička notacija:

Kompozicija

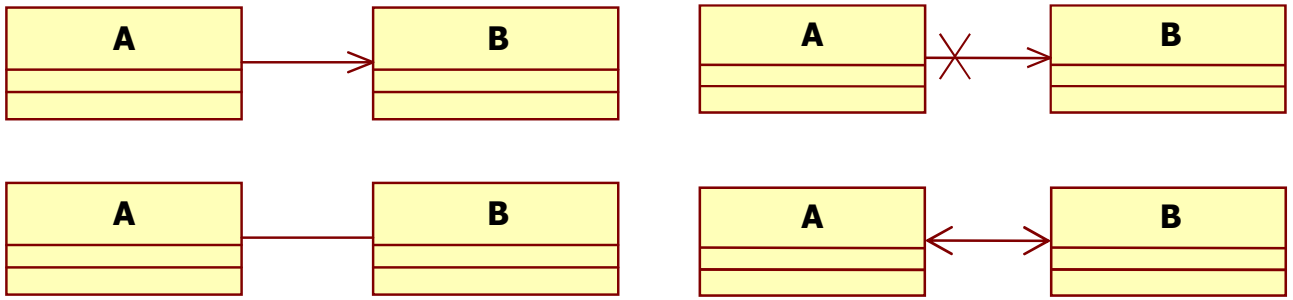
- Asocijacija kod koje postoji odnos celina/deo, ali je celina odgovorna za životni vek dela
- Sadržanje sa strogim vlasništvom
- Koincidentni životni vek dela u odnosu na celinu
  - deo može nastati u toku života celine i može biti uništen pre uništenja celine
- Deo u kompoziciji može biti deo samo jedne celine
- Grafički notacija:

Primer asocijacija



Navigabilnost

- Strelica označava navigabilnost u naznačenom pravcu
- Krstić označava da nema navigabilnosti prema označenoj strani
- Za asocijaciju bez ukrasa navigabilnosti se smatra da je navigabilnost neodređena
- Grafička notacija:



UML 1/UML 2 UML2

Pravo pristupa preko asocijacije

- Ograničava vidljivost (*visibility*) objekata klasa u asocijaciji za spoljašnji svet
- Označava se sa + , #, −, ~
  ispred imena uloge odgovarajuće strane relacije
- \+ znači da objektima sa te strane mogu pristupati svi objekti preko objekta sa druge strane
- − znači da objektima klase sa te strane mogu pristupati samo objekti klase sa druge strane
- # znači da i objekti klasa izvedenih iz klase sa drugog kraja asocijacije imaju pristup
- ~ znači da i objekti klasa iz istog paketa kao klasa sa drugog kraja asocijacije imaju pristup
- Primer:

- Podrazumevan je javni vizibilitet uloge u asocijaciji

Ugnežđivanje

- Označava pojam kada je klasa B deklarisana u prostoru imena klase A

- Primer:

- Ugnežđenje ograničava vidljivost ugnežđene stvari na prostor imena čiji je član
- Relacija ne implicira relaciju između objekata odgovarajućih klasa