

Teorija baza podataka

Objektno-orijentirane i objektno-relacijske baze podataka

Izv. prof. dr. sc. Markus Schatten

Fakultet organizacije i informatike,
Sveučilište u Zagrebu
Pavlinska 2, 42000 Varaždin
markus.schatten@foi.hr

Uvod

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

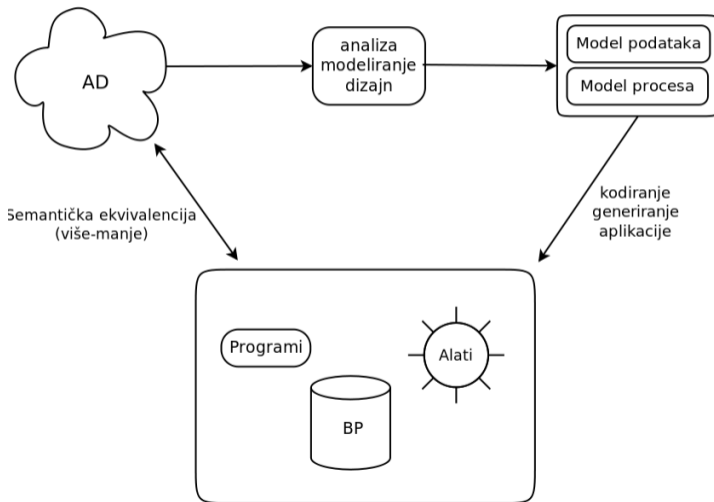
Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

- U uvodu karakteriziramo motivaciju za uvođenje objektno orijentiranih baza podataka (OOBP, OODB) i njihova temeljna svojstva. Osnovni cilj je bio postići veći stupanj sličnosti između BP (model) i aplikacijske domene (dio 'realnog' svijeta).

Tradicionalni implementacijski model



Gubljenje semantike

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

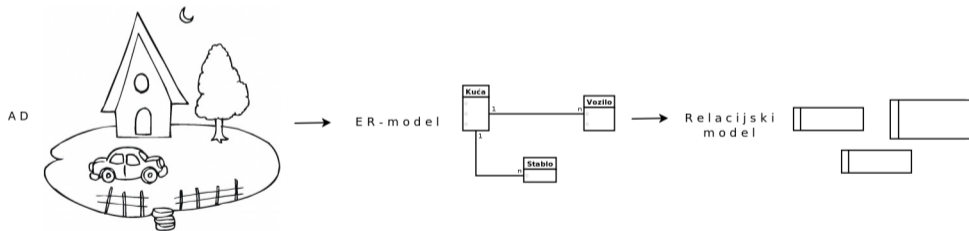
Pitanja?

- U tradicionalnom implementacijskom modelu imamo gubljenje semantike.
- Radi se zapravo o razlici između aplikacijske domene i modela aplikacijske domene.
- U slučaju modeliranja sve složenijih aplikacijskih domena (npr. CAD - computer-aided design, CAS - computer-aided systems, računalne igre i sl.), raskorak između aplikacijske domene i modela postaje sve izrazitiji.

Gubljenje semantike

Teorija baza podataka
Objektno-orientirane i objektno-relacijske baze podataka

Gubljenje semantike u postupku modeliranja (aplikacijska domena → ER-model → relacijska baza podataka) možemo prikazati na sljedeći način:



Uvod

Karakteristike sustava za upravljanje objektno-orientiranom bazom podataka

Objektno-relacijski model podataka

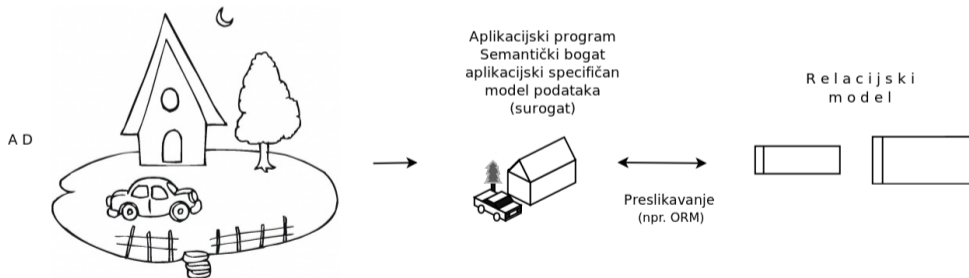
Zadaci

Pitanja?

Gubljenje semantike

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Prvi korak u smanjenju gubljenja semantike bio je kreiranje aplikacijskih-specifičnih struktura, koje mogu obuhvatiti više semantike.



Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Gubljenje semantike

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

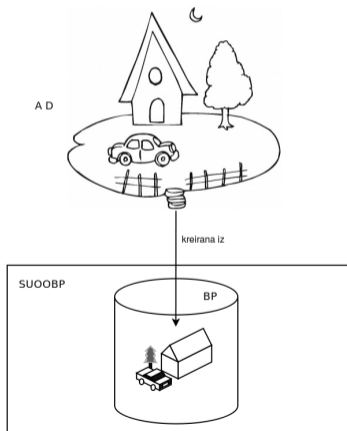
Pitanja?

Problem je u ograničenosti (jednostavnosti) relacijskog modela (RM):

Tipovi podataka modeliranje AD zahtijeva apstraktne tipove podataka, koje definira korisnik

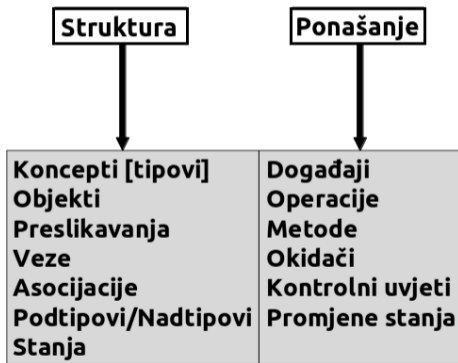
Operacije reprezentacija nekih poslovnih pravila nije moguća u RM i mora biti dana u aplikacijskom programu.

Sljedeći (logičan) korak je pokušaj ugrađivanja semantike u SUBP. Time se eliminira preslikavanje (Surogat \leftrightarrow SUBP).



Osnovni OO koncepti

Na sljedećoj slici prikazani su osnovni koncepti objektno-orijentiranog modeliranja.



Struktura predstavlja statički aspekt objekata, dok se ponašanje odnosi na dinamički aspekt.

Karakteristike SUOOBP

Osnovne karakteristike SUOOBP uključuju:

- Složeni (apstraktni) koncepti (tipovi odnosno klase)
- Učahurenje (enkapsulacija) kojim se postiže nezavisnost od reprezentacije, tj., aplikacije se ne moraju mijenjati ako se mijenja reprezentacija. Isto možemo reći i tako da kažemo da je specifikacija (sučelje) nezavisna od implementacije.
- Visok stupanj konzistencije; sve aplikacije mogu pozvati samo operacije, koje su definirane i učahurene unutar objekta. Poslovna pravila su, također, dio objekta i ne zavise više o aplikaciji (u protivnome, imamo problem sinkronizacije konzistencije).
- Promjene u poslovnim pravilima obavljaju se u definiciji objekta, a ne u proceduralnom aplikacijskom kodu. Redukcija cijene za novi aplikacijski razvoj kroz višekratnu upotrebu objekta (koda). Naime, definicije, koje su registrirane u biblioteci klasa, mogu se ponovo upotrijebiti u razvoju novih aplikacija ili funkcija.

OR model podataka

U nastavku ćemo proširiti relacijski model podataka osnovnim konceptima objektno-orijentiranog pristupa. Pri tome ćemo se poslužiti sljedećim mapiranjem:

Relacijski pristup	Objektno-orijentirani pristup
relacija	klasa
slog	objekt (podatkovni dio)

Stoga ćemo u nastavku klase označavati sa k, l, k_1, l_1, \dots i objekte s o, p, q, o_1, p_1, q_1 . Klase reprezentiraju složene tipove podataka, tj. domena svakog atributa može biti definirana nekom klasom.

Funkcije

- U nastavku ćemo sheme klasa proširiti funkcijama kao što slijedi: shema R klase k može sadržavati jednostavne atribute, složene atribute ili kodomene funkcija.
- Argumenti funkcije mogu biti konstante, vrijednosti atributa i upiti.
- Funkcije ćemo označavati sa f/n pri čemu je f naziv funkcije, a n njezina arnost.
- Po potrebi ćemo definirati domene pojedinih argumenata funkcija.
- Upotrebu funkcija pokazat ćemo na primjerima.

Primjer I

Neka je zadana klasa $k(A, B, f/1)$ i funkcija $f(x) \mapsto x + 1$.

k	A	B
	1	3
	3	3

Neka je zadan upit $U_1 = \Pi_{ABf(1)}(k)$. Odgovor na upit je:

$o(U_1)$	A	B	$f(1)$
	1	3	2
	3	3	2

Primjer II

Neka je zadan upit $U_2 = \Pi_{ABf(A)}(k)$. Odgovor na upit je:

$o(U_2)$	A	B	$f(A)$
	1	3	2
	3	3	4

Neka je zadan upit $U_3 = \Pi_{ABf(U)}(k)$, pri čemu je $U = \Pi_B(k)$. Odgovor na upit je:

$o(U_2)$	A	B	$f(U)$
	1	3	4
	3	3	4

Identitet objekta

Uvodimo identitet objekta kao jedinstveni identifikator svakog objekta na razini čitave baze podataka.

Definicija

Neka je \mathbb{I} skup identiteta objekata za bazu BP. Identitet objekta I klase k definirane nad shemom R je funkcija $I : R \rightarrow \mathbb{I}$, koja svakom objektu iz k pridružuje jedinstvenu vrijednost u BP. Svaka klasa ima definiran identitet objekta.

Uočite da je identitet objekta sličan ključu. Svaki identitet objekta je ključ, no zbog definicije da je identitet objekta posebni atribut (ne skup atributa) ne vrijedi da je svaki ključ (u bilo kojoj relaciji) istovremeno identitet objekta.

Primjer I

Neka je zadana klasa k kao što slijedi:

k	A	B	C	$I(A, B, C)$
	1	2	3	o_1
	1	2	3	o_2
	1	2	3	o_3

Uočite da je svakom objektu u klasi k pridružen jedinstven identitet. Također, uočite odstupanje od relacijskog modela: objekti o_1 , o_2 i o_3 imaju jednake vrijednosti nad svim atributima te bi stoga, da je riječ o slogovima, bilo riječ o jednom te istim slogu.

Primjer II

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

U nastavku ćemo identitete objekata pisati kraće:

k	A	B	C	I
	1	2	3	o_1
	1	2	3	o_2
	1	2	3	o_3

Odnosno:

k	A	B	C
o_1	1	2	3
o_2	1	2	3
o_3	1	2	3

Operator pristupa

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uz identitet objekta moguće je koristiti operator pristupa $.$ (točka) koji je definiran kao što slijedi:

Definicija

Neka je o identitet objekta (a_1, \dots, a_n) u klasi k definiranom nad A_1, \dots, A_n . Izraz $o.A_j$ je pristup članu A_j objekta o i vraća vrijednost a_j , za $j = 1, \dots, n$.

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Primjer

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Neka je zadana klasa $k(A, B, C, f/1)$ i funkcija $f(x) \mapsto x^2$:

k	A	B	C
o_1	1	2	3
o_2	3	4	2
o_3	6	2	4

Vrijede sljedeći izrazi:

$$o_1.A = 1$$

$$o_2.f(2) = 4$$

$$o_3.f(o_3.A) = 36$$

Primjer I

Korištenjem identiteta objekta možemo konstruirati složene atribute unutar pojedinih klasa.

Neka su zadane klase k_1 , k_2 i k_3 kao što slijedi:

k_1	A	B	C	k_2	D	E	k_3	F
o_1	1	2	3	o_4	o_1	2	o_6	o_4
o_2	3	4	2	o_5	o_2	1		
o_3	6	2	4					

Vrijede sljedeći izrazi:

$$o_5.D.A = 3$$

$$o_6.F.D.C = 2$$

Primjer II

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Također, domene atributa su definirani kao što slijedi:

$$DOM(A) = \mathbb{Z}$$

$$DOM(B) = \mathbb{Z}$$

$$DOM(C) = \mathbb{Z}$$

$$DOM(D) = k_1$$

$$DOM(E) = \mathbb{Z}$$

$$DOM(F) = k_2$$

pri čemu je \mathbb{Z} skup cijelih brojeva.

Metode

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Definicija

Metoda je funkcija koja za jedan od argumenata prima odgovarajući identitet objekta.

Uočite da je razlika između funkcija i metoda vrlo suptilna: metoda putem operatora pristupa ima pristup do (a time i mogućnost ažuriranja) svih članova dotičnog objekta. Stoga, metode mogu mijenjati stanje objekta. Skraćeno, poziv metode pišemo $k.m(\dots) = m(k, \dots)$ i čitamo apliciraj metodu m na sve instance klase k u danom kontekstu.

Primjer I

Neka je zadana klasa $k(A, B, C, m/2)$ i metoda $m(i, x) \mapsto i.A \leftarrow i.A + x$ (pri čemu smo sa \leftarrow označili operator pridruživanja):

k	A	B	C
o_1	1	2	3
o_2	3	4	2
o_3	6	2	4

Neka je zadan upit $U : \Pi_{ABk.m(2)}(k)$. Rezultat upita je sljedeći:

$o(U)$	A	B	$k.m(2)$
o_1	3	2	3
o_2	5	4	5
o_3	8	2	8

Primjer II

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Metoda $m/2$ ažuririra stanje objekata u klasi k , tj. nakon izvršavanja ovog upita, stanje instanci klase k je:

k	A	B	C
o_1	3	2	3
o_2	5	4	2
o_3	8	2	4

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Napomene

- Prema konvenciji, smatrat ćemo da izraz oblika $x \leftarrow y$ vraća stanje x , kao što smo to napravili u prethodnom primjeru. Alternativno, može se smatrati da takav izraz vraća vrijednost null (?). Također, prema konvenciji, više operacija u funkciji odnosno metodi koje se izvršavaju u sekvenci odvajati ćemo zarezom (,).
- Funkcije i metode u objektno-orijentiranim programskim jezicima mogu imati mnoge vrste programskih konstrukata poput selekcija, raznih vrsta iteracija, skokova i sl. Mi ćemo se, radi jednostavnosti, zadržati samo na sekvencionalnom izvođenju atomarnih operacija.

Učahurenje

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Učahurenje odnosno enkapsulacija omogućava pristup podacima bez obzira na način njihove reprezentacije u konkretnoj strukturi podataka. Kako bi se to omogućilo, pristup podacima obavlja se putem metoda. Takav pristup naziva se sučeljem.

Primjer I

Neka su zadane klase k_1 i k_2 kao što slijedi:

k_1	A	B	k_2	A	C
o_1	3	2	o_1	3	2
o_2	5	4	o_2	5	4
o_3	8	2	o_3	8	2

Neka su zadane metode $k_1.m() \mapsto k_1.A$ i $k_2.m() \mapsto k_2.A$.

Uočimo da su klase k_1 i k_2 različite strukture, tj. razlikuju se u (skrivenim, učajurenim) atributima B odnosno C . Potencijalna aplikacija ne mora poznavati unutarnju strukturu klase, obzirom da postoji sučelje koje je u ovom slučaju definirano metodama $k_1.m$ odnosno $k_2.m$. U skladu s time, za aplikaciju su klase k_1 i k_2 ekvivalentne.

Primjer II

Primjerice razmotrimo sljedeće upite: $U_1 : \Pi_{k_1.m()}(k_1)$ i $U_2 : \Pi_{k_2.m()}(k_2)$.
Rezultati ovih upita su:

$o(U_1)$	m	$o(U_2)$	m
	3		3
	5		5
	8		8

Dakle, korištenjem sučelja, dobivaju se ekvivalentni rezultati, bez obzira na (unutrašnju) reprezentaciju objekata u klasama.

Polimorfizam

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Polimorfizam omogućuje da klase sadrže funkcije odnosno metode istoga naziva koje se razlikuju po arnosti i/ili domenama pojedinih atributa.

Primjer I

Neka je zadana klasa $k(A, B, -/1, -/2)$ kao što slijedi:

k	A	B
o_1	1	2
o_2	5	9
o_3	8	2

Funkcije $-/1$ i $-/2$ definirane su na sljedeći način: $-(x) \mapsto -x$ i
 $-(x, y) \mapsto x - y$

Primjer II

Razmotrimo sljedeće upite:

$$U_1 : \Pi_{A-(A)}(k)$$

$$U_2 : \Pi_{A-(B,A)}(k)$$

$$U_3 : \Pi_{-(A)-(B,A)}(k)$$

Rezultati upita su sljedeći:

$o(U_1)$	A	-(A)	$o(U_2)$	A	-(B,A)	$o(U_3)$	-(A)	-(B,A)
o_1	1	-1	o_1	1	1	o_1	-1	1
o_2	5	-5	o_2	5	4	o_2	-5	4
o_3	8	-8	o_3	8	-6	o_3	-8	-6

Primjer III

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Uočimo da se funkcije $-/1$ i $-/2$ razlikuju samo po arnosti. U ovisnosti o pozivu funkcije, odnosno broju proslijeđenih argumenata izvršit će se jedna odnosno druga.

Naslijeđivanje

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Naslijeđivanje omogućuje da pojedine klase naslijeđuju strukturu i ponašanje od drugih klasa.

Definicija

Neka su zadane klase k i k' te neka su sa $sh(k)$ i $sh(k')$ označene njihove sheme. Kažemo da klasa k' naslijeđuje iz klase k (oznaka $k' \dashrightarrow k$) akko $sh(k') \supseteq sh(k)$ i $\Pi_{sh(k)}(k') \subseteq k$.

Dakle, klasa naslijeđuje attribute i metode/funkcije od druge klase. Također, skup slogova (nad shemom klase iz koje se naslijeđuje) je podskup svih slogova iz klase iz koje se naslijeđuje. Klasa iz koje se naslijeđuje još se naziva klasa roditelj, a klasa koja naslijeđuje klasa dijete.

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Primjer

Neka su zadane klase k_1 i k_2 kao što slijedi:

k_1	A	B	k_2	A	B	C
o_1	3	2	o_1	3	2	5
o_2	5	4	o_2	5	4	8
o_3	8	2				

Uočimo da vrijedi $sh(k_2) = ABC \supseteq AB = sh(k_1)$ i

$\Pi_{sh(k_1)}(k_2)$	A	B
o_1	3	2
o_2	5	4

$\subseteq k_1$.

Dakle, $k_2 \dashrightarrow k_1$.

Uočimo posebno da su sve instance klase k_2 ujedno instance klase k_1 .

Primjer

Neka su zadane klase k_1 , k_2 i k_3 kao što slijedi:

k_1	A	B	k_2	C	D	k_3	A	B	C	D
o_1	3	2	o_1	4	1	o_1	3	2	4	1
o_2	5	4	o_2	9	7	o_2	5	4	9	7
o_3	8	2	o_4	2	7					

Uočimo da vrijedi $k_3 \dashrightarrow k_1$ i $k_3 \dashrightarrow k_2$. Također, ne vrijedi da $k_2 \dashrightarrow k_1$ niti $k_1 \dashrightarrow k_2$. Svaka klasa može naslijeđivati iz više različitih klasa. Taj fenomen se naziva višestruko naslijeđivanje.

Sažetak

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

- Uveli smo pojmove klasa i objekata koji korespondiraju relacijama odnosno slogovima.
- Zatim smo uveli funkcije kao operacije nad podacima i koncept identiteta objekta uz operator pristupa. ž
- Nakon toga smo uveli metode kao specijalizaciju funkcija te smo pokazali implikacije metoda prilikom učajurenja i polimorfizma.
- Na kraju smo prikazali naslijeđivanje koje omogućava stvaranje hijerarhije klasa i time dodatnu sličnost modela sa stvarnim sustavom.

Zadaci

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Zadatak

Neka su zadane klase $k_1(A, B, m/1)$ i $k_2(C, D, m/1)$ kao što slijedi:

k_1	A	B	k_2	C	D	
o_1	3	2	o_1	4	3	$k_1.m() \mapsto k_1.A - k_1.B$
o_2	5	4	o_2	9	8	$k_2.m() \mapsto k_2.C - k_2.D$
o_3	8	2	o_3	6	0	

Izračunajte odgovor na upit $U : \Pi_{AD}(\sigma_{k_1.m()=k_2.m()}(k_1 \otimes k_2))$.

Zadaci

Neka su zadane klase k_1 , k_2 i k_3 kao što slijedi:

k_1	A	B	k_2	A	C	D	k_3	A	B	C	D
o_1	3	2	o_1	3	4	1	o_1	3	2	4	1
o_2	5	4	o_2	5	9	7	o_2	5	4	9	7
o_3	8	2	o_4	8	2	7					

Provjerite je li vrijede sljedeći odnosi:

- a) $k_1 \dashrightarrow k_2$
- b) $k_1 \dashrightarrow k_3$
- c) $k_2 \dashrightarrow k_1$
- d) $k_2 \dashrightarrow k_3$
- e) $k_3 \dashrightarrow k_1$
- f) $k_3 \dashrightarrow k_2$

Pitanja?

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Izvor

Teorija baza
podataka
Objektno-
orijentirane i
objektno-
relacijske
baze
podataka

Uvod

Karakteristike
sustava za
upravljanje
objektno
orijentiranom
bazom
podataka

Objektno-
relacijski
model
podataka

Zadaci

Pitanja?

Maleković, M., Schatten, M. (2017) Teorija i primjena baza podataka, Fakultet organizacije i informatike, Varaždin.