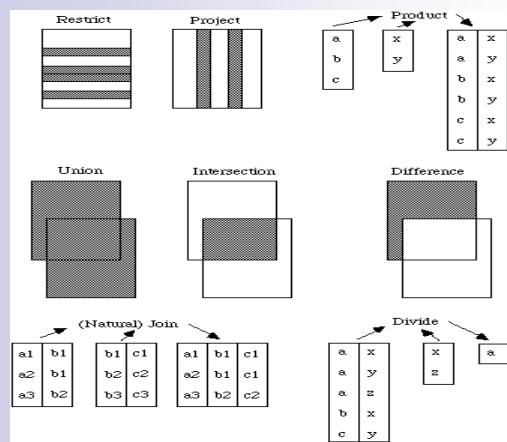


Relacije i relacionalna algebra



Relational algebra operators

The original eight operators (overview).
[From (Date, 1996) page 140-141].

Neđeljko Lekić

Irena Orović

www.etf.ac.me,

www.elektronika.t-com.me

U OVOJ LEKCIJI

- Relacioni model
 - Relaciona struktura podataka
 - Rukovanje relacionim podacima

ZAŠTO UČIMO RELACIONI MODEL?

- To je dominantan model na tržištu
 - Microsoft, Oracle, IBM, ...
- SQL je industrijska realizacija relacionog modela.
- SQL je standardizovan (nekoliko puta).
- Većina komercijalnih sistema je značajno proširila standard.

RELACIONI MODEL: OSNOVE

- Relaciona baza podataka je skup relacija.
- **Relacija** se sastoji iz dva dijela:
 - **Relaciona instanca**: tabela, sa kolonama i redovima
 - **Relaciona šema**: Specificira ime relacije, plus ime i tip svake kolone.
- Relaciona instanca se može smatrati setom redova ili n-torki.

RELACIJE

- Koristićemo tabele za predstavljanje relacija:

Ana	ana@t-com.me
Boban	bob@ac.me
Marko	mrk@yahoo.com

- Ovo je relacija između ljudi i e-mail adresa.

RELACIJE

- Matematičari bi kazali da je to skup parova:

<Ana, ana@t-com.me>,

<Boban, bob@ac.me>, i

<Marko, mrk@yahoo.com>.

Ana	ana@t-com.me
Boban	bob@ac.me
Marko	mrk@yahoo.com

RELACIJE

- Svaka relacija ima ime - STUDENTI.
- Svaka kolona relacije ima ime.
- Svaka vrijednost u prvoj koloni relacije je ime.
Svaka vrijednost u drugoj koloni je email adresa.
- Svaka kolona ima domen – skup svih mogućih vrijednosti.

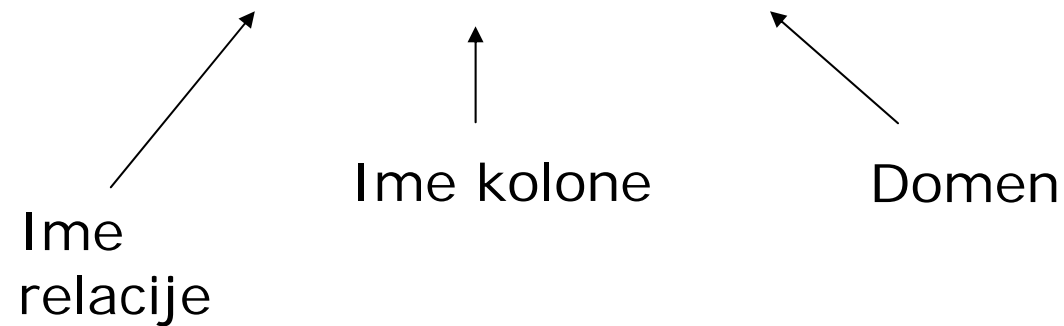
STUDENTI

IME	EMAIL
Ana	ana@t-com.me
Boban	bob@ac.me
Marko	mrk@yahoo.com

RELACIJE

Relaciona šema:

`Studenti(ime:string, email:string)`



RELACIJE

- Matematička relacije je skup n-torki - nizova vrijednosti.
- Svakoj n-torki odgovara red u tabeli.

IME	EMAIL	TEL
Ana	ana@t-com.me	067...
Boban	bob@ac.me	069...
Marko	mrk@yahoo.com	068...

RELACIJE: TERMINOLOGIJA

- **Stepen relacije:** koliko su dugačke n-torke, ili koliko kolona ima tabela.
 - U prvom primjeru (ime, email) stepen relacije je 2
 - U drugom primjeru (ime, email, tel) stepen relacije je 3
 - Često se relacije stepena 2 naziva **binarna**, relacija stepena 3 **ternarna** itd.
- **Kardinalnost relacije:** broj različitih n-torki, ili koliko različitih redova ima tabela.

RELACIJE: MATEMATIČKA DEFINICIJA

- Matematička definicija relacije R stepena n , pri čemu vrijednosti dolaze iz domena A_1, \dots, A_n : $R \subseteq A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$

Relacija je podskup Dekart-ovog proizvoda domena.

Dekart-ov proizvod:

$$A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n = \{ \langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle : a_1 \in A_1, a_2 \in A_2, \dots, a_n \in A_n \}$$

RELACIONI MODEL: RUKOVANJE PODACIMA

- Podaci su prezentovani u obliku relacija.
- Rukovanje podacima (upiti) odgovara operacijama nad relacijama.
- Relaciona algebra opisuje ove operacije. Ona uzima relacije kao argumente i rezultat je nova relacija.
- Relaciona algebra sadrži dvije vrste operatora:
 - Operatori za ažuriranje relacija (unija, razlika) i
 - Operatori pogodni za izvještavanje (projekcija, selekcija, kontrolisano spajanje, nekontrolisano spajanje, presjek, dijeljenje).

OPERATORI RELACIONE ALGEBRE

UNIJA (eng. UNION)

- Standardni operator – teorijska definicija unije :

$$A \cup B = \{x: x \in A \text{ or } x \in B\}$$

- Na primjer, unija dva skupa: $\{a,b,c\} \cup \{a,d,e\} = \{a,b,c,d,e\}$

- U slučaju relacija, rezultat treba da bude takođe relacija:

$R \subseteq A_1 \times \dots \times A_n$ sa istim n i domenima A_1, \dots, A_n kao i relacije na koje djeluje operator unije.

Drugim riječima, relacija, sa istim kolonama sa istim domenima vrijednosti, kao i relacije koje učestvuju u uniji.

- Da bi mogli dobiti uniju relacija R i S , one moraju imati isti broj kolona i odgovarajuće kolone moraju imati iste domene.

OPERATORI RELACIONE ALGEBRE: \cup

Relacije kompatibilne za operator \cup (UNIJA)

- Dvije relacije R i S su kompatibilne za primjenu operatora unije nad njima, ako imaju isti broj kolona i ako odgovarajuće kolone imaju iste domene.

OPERATORI RELACIONE ALGEBRE: \cup

Primjer: Relacije koje **nijesu** kompatibilne za primjenu operatora unije nad njima.

Ana	ana	111111
Boban	bob	222222
Marko	mrk	333333

Tomo	1980
Biljana	1985
Petar	1986

- različit broj kolona

OPERATORI RELACIONE ALGEBRE: \cup

Primjer: Relacije koje **nijesu** kompatibilne za primjenu operatora unije nad njima.

Ana	ana
Boban	bob
Marko	mrk

Tomo	1980
Biljana	1985
Petar	1986

- različiti domenii druge kolone

OPERATORI RELACIONE ALGEBRE: \cup

Primjer: Kompatibilne relacije za primjenu operatora unije.

Ana	1970
Boban	1971
Marko	1972

Tomo	1980
Biljana	1985
Petar	1986

UNIJA DVIJE RELACIJE

- Neka su R i S dvije unija-kompatibilne relacija. Tada je njihova unija $R \cup S$ relacija koja sadrži n -torke iz obje relacije:

$$R \cup S = \{x: x \in R \text{ or } x \in S\}.$$

- Unija je parcijalna operacija nad relacijama: definisana je samo za neke (kompatibilne) relacije, ne za sve.
- Slično je sa dijeljenjem brojeva - rezultat dijeljenja sa 0 nije definisan.

UNIJE DVIJE RELACIJE

Primjer: Unija relacija R i S

R

Matematika	A
Elektronika	C
Programiranje	A
Baze podataka	B
Web design	C

S

Elektronika	C
Engleski jezik	C

$R \cup S$

Matematika	A
Elektronika	C
Programiranje	A
Baze podataka	B
Web design	C
Engleski jezik	C

RAZLIKA DVIJE RELACIJE

Neka su R i S dvije unija-kompatibilne relacije. Onda je njihova *razlika* $R - S$ relacija koja sadrži n -torke iz R kojih nema u S :

$$R - S = \{x: x \in R \text{ and } x \notin S\}.$$

- Razlika je, takođe, parcijalna operacija na relacijama.

RAZLIKA DVIJE RELACIJE

Primjer: Razlika relacija R-S.

R

Matematika	A
Elektronika	C
Programiranje	A
Baze podataka	B
Web design	C

S

Elektronika	C
Engleski jezik	C

R - S

Matematika	A
Programiranje	A
Baze podataka	B
Web design	C

PRESJEK DVIJE RELACIJE

Neka su R i S dvije unija-kompatibilne relacije.
Tada je njihov **presjek**, $R \cap S$, relacija koja
sadrži n -torke koje postoje u obje relacije:

$$R \cap S = \{x: x \in R \text{ and } x \in S\}$$

- Presjek je takođe parcijalna operacija nad relacijama.

PRESJEK DVIJE RELACIJE

Primjer: Presjek relacija R i S

R

Matematika	A
Elektronika	C
Programiranje	A
Baze podataka	B
Web design	C

S

Elektronika	C
Engleski jezik	C

$R \cap S$

Elektronika	C
-------------	---

DEKARTOV PROIZVOD

- Dekartov proizvod je potpuna operacija nad relacijama.
- Uobičajena teorijska definicija proizvoda skupova:
 - $R \times S = \{ \langle x, y \rangle : x \in R, y \in S \}$
 - Kod relacija se ima sljedeće:
Ako je $\langle \text{Matematika}, A \rangle \in R$ i
 $\langle \text{Engleski}, C \rangle \in S$, onda je
 $\langle \langle \text{Matematika}, A \rangle, \langle \text{Engleski}, C \rangle \rangle \in R \times S$
- (rezultat je par n-torki).

PROŠIRENI DEKARTOV PROIZVOD

- ***Prošireni*** dekartov proizvod pretvara rezultat, za predhodni primjer, u jednu elementnu n-torku:

<Matematika, A, Engleski,C>

- Nadalje će se pod proizvodom podrazumijvati prošireni proizvod.

PROŠIRENI DEKARTOV PROIZVOD RELACIJA

Neka je R relacija sa domenima kolana $\{A_1, \dots, A_n\}$ i S relacija sa domenima kolona $\{B_1, \dots, B_m\}$. Onda je njihov prošireni Dekart-ov proizvod $R \times S$ relacija:

$$R \times S = \{ \langle c_1, \dots, c_n, c_{n+1}, \dots, c_{n+m} \rangle : \\ \langle c_1, \dots, c_n \rangle \in R, \langle c_{n+1}, \dots, c_{n+m} \rangle \in S \}$$

PROŠIRENI DEKARTOV PROIZVOD RELACIJA

Primjer: Prošireni Dekart-ov proizvod relacija R i S

R		S		R x S			
Matematika	A	Elektronika	C	Matematika	A	Elektronika	C
Elektronika	C	Engleski jezik	C	Elektronika	C	Elektronika	C
Programiranje	A			Programiranje	A	Elektronika	C
Baze podataka	B			Baze podataka	B	Elektronika	C
Web design	C			Web design	C	Elektronika	C
				Matematika	A	Engleski jezik	C
				Elektronika	C	Engleski jezik	C
				Programiranje	A	Engleski jezik	C
				Baze podataka	B	Engleski jezik	C
				Web design	C	Engleski jezik	C

USLOVNO SPAJANJE (USLOVNI PROIZVOD)

- Rezultatujuću relaciju sačinjavaju iste kolone kao i u slučaju dekartovog proizvoda.
- Ovaj operator se još naziva **theta join**
- Operator se označava sa V_c , pri čemu c predstavlja uslov spajanja

$$R_1 V_c R_2$$

USLOVNO SPAJANJE (USLOVNI PROIZVOD)

Primjer: Neka su date sljedeće dvije relacije

Kupci

kID	kIme	kDob
11	Marko	23
22	Petar	26
33	Julija	20
55	Marta	21

Racuni

kID	Broj	Iznos
22	101	47
99	103	81

Spajanje relacija po uslovu $Kupci \underset{Kupci.kID \leq Racuni.kID}{V} Racuni$ daje sljedeći rezultat:

Kupci.kID	kIme	kDob	Racuni.kID	Broj	Iznos
11	Marko	23	22	101	47
11	Marko	23	99	103	81
22	Petar	26	22	101	47
22	Petar	26	99	103	81
33	Julija	28	99	103	81
55	Marta	28	99	103	81

JEDNAKO I PRIRODNO SPAJANJE

- **Jednako spajanje (Equi-join)** je specijalan slučaj uslovnog spajanja, gdje je uslov jednakost vrijednosti u kolonama istog imena, primjer: Kupci V_{kID} Racuni

Kupci.kID	kIme	kDob	Racuni.kID	Broj	Iznos
22	Petar	26	22	101	47

- **Priridno spajanje (Natural join)** je jednako spajanje, pri čemu se duplirane kolone uklanjaju. Zapisuje se kao: A V B

DIJELJENJE

Naka su zadane relacije $A(X, Y)$ i $B(Z)$ sa jednakobrojnim skupovima atributa Y i Z i jednakim domenima odgovarajućih atributa.

Rezultat dijeljenja relacije $A(X, Y)$ sa $B(Z)$ je relacije $C(X)$:

$$C(X) = A(X, Y) / B(Z),$$

pri čemu $C(X)$ ima samo one n -torke (x) za koje postoje n -torke (x, y) u relaciji $A(X, Y)$ za sve vrijednosti n -torke z u relacije $B(Z)$, odnosno

$$A(X, Y) = C(X) \times B(Z) \cup O(X, Y),$$

Gdje je $O(X, Y)$ ostatak dijeljenja.

DIJELJENJE

Primjer: Neka su date sljedeće relacije

A	X	Y
	0150	01
	0250	02
	0250	03
	0250	04
	1070	02
	1070	04
	1175	02
	1175	03

B ₁	Z
	02

B ₂	Z
	02
	03

Rezultat:

$$A(X,Y)/B_1(Z)=C_1(X)$$

X
0250
1070
1175

$$A(X,Y)/B_2(Z)=C_2(X)$$

X
0250
1175

PROJEKCIJA

- Neka je R relacija sa n kolona, i neka je X set identifikatora kolona (u ovom trenutku, upotrijebiti ćemo brojeve, ali kasnije ćemo davati imena, kao "Email", ili "Telefon").
Projekcija relacije R na X je nova relacija $\pi_X(R)$ koja sadrži jedino kolone iz X .
- Na primjer, $\pi_{1,2}(R)$ je tabela sa samo prvom i drugom kolonom relacije R .

PROJEKCIJA

Primjer: $\pi_{13} (R)$

1	2	3
Ana	ana@t-com.me	067...
Boban	bob@ac.me	069...
Marko	mrk@yahoo.com	068...

PROJEKCIJA

Rezultat: $\pi_{13} (R)$

Ana	067...
Boban	069...
Marko	068...

SELEKCIJA

- Neka je R relacija sa n kolona i neka je α ***uslov selekcije*** n -torke (reda).
- *Selekcija iz relacije R je dafinisana na sledeći način:*

$$\sigma_{\alpha}(R) = \{ \langle a_1, \dots, a_n \rangle \in R : \alpha(a_1, \dots, a_n) \}$$

ŠTO JE SMISLENI USLOV SELEKCIJE?

- Podrazumijeva se da su uslovi selekcije pisani upotrebom operatora {and, or, not} i izraza oblika $col(i) \Theta col(j)$ (gdje su i, j brojevi kolona) ili $col(i) \Theta v$, gdje je v vrijednost iz domena A_i .
- Θ je komparator koji ima smisla kada se primijene vrijednosti kolona i i j . Θ je najčešće operator $=$ ili \neq , ali može biti i \leq , \geq , $<$, $>$ ako postoji prirodan red vrijednosti.

ŠTO JE SMISLENO POREĐENJE?

- Vrijednosti u bazi podataka imaju konačnu predstavu.
- Uvijek se može zahtijevati sljedeća osobina:
Dvije vrijednosti iz istog domena su iste ili različite.
- U nekim slučajevima ima smisla porediti vrijednosti iz različitih kolona. Na primjer: oba domena sadrže znakovne vrijednosti, ili oba domena sadrže datumske vrijednosti.
- Primjeri, $1975 > 1987$ je smisleno poređenje, dok "Anne" = 1981 nije.
- Poređenje u uslovu selekcije može se koristiti jedino ako je njegov rezultat tačno ili netačno, nikada nedefinisano.

PRIMJER SELEKCIJE

$\sigma_{\text{col}(3) < 2002 \text{ and col}(2) = \text{Novak}}$ (R)

R:

Marko	Marković	2002
Petar	Petrović	1999
Mitar	Mitrović	1997
Novak	Novak	2000
Jovan	Jovović	1997

PRIMJER SELEKCIJE

$\sigma_{\text{col}(3) < 2002 \text{ and col}(2) = \text{Novak}}$ (R)

Marko	Marković	2002
Petar	Petrović	1999
Mitar	Mitrović	1997
Novak	Novak	2000
Jovan	Jovović	1997

PRIMJER SELEKCIJE

$\sigma_{\text{col}(3) < 2002 \text{ and col}(2) = \text{Novak}}$ (R)

Marko	Marković	2002
Petar	Petrović	1999
Mitar	Mitrović	1997
Novak	Novak	2000
Jovan	Jovović	1997

PRIMJER SELEKCIJE

$\sigma_{\text{col}(3) < 2002 \text{ and col}(2) = \text{Novak}}$ (R)

Marko	Marković	2002
Petar	Petrović	1999
Mitar	Mitrović	1997
Novak	Novak	2000
Jovan	Jovović	1997

PRIMJER SELEKCIJE

$\sigma_{\text{col}(3) < 2002 \text{ and col}(2) = \text{Novak}}$ (R)

Marko	Marković	2002
Petar	Petrović	1999
Mitar	Mitrović	1997
Novak	Novak	2000
Jovan	Jovović	1997

PRIMJER SELEKCIJE

σ col(3) < 2002 and col(2) = Novak (R)

Marko	Marković	2002
Petar	Petrović	1999
Mitar	Mitrović	1997
Novak	Novak	2000
Jovan	Jovović	1997

PRIMJER SELEKCIJE

σ col(3) < 2002 and col(2) = Novak (R)

Novak	Novak	2000
-------	-------	------

PREIMENOVANJE

$$R_1 = \rho_{A:=B}(R_2)$$

- Vraća relaciju identičnu kao R2 osim što je polje A preimenovano u B
- Primjer: $\rho_{TEL:=TELEFON}(\text{Studenti})$

IME	EMAIL	TELEFON
Ana	ana@t-com.me	067...
Boban	bob@ac.me	069...
Marko	mrk@yahoo.com	068...

REZIME

- Podaci se predstavljaju u obliku relacija (tabela)
- Operacije na relacijama:
 - unija dvije unija-kompatibilne relacije (tabele sa istim brojem kolona i istim domenima odgovarajućih kolona su unija-kompatibilne).
 - razlika dvije unija-kompatibilne relacije,
 - presjek dvije unija-kompatibilne relacije,
 - prošireni Dekart-ov proizvod dvije relacije,
 - uslovno spajanje relacija,
 - dijeljenje relacija,
 - projekcija relacije na neke od njenih kolona,
 - selekcija redova relacije koji zadovoljavaju uslov selekcije,
 - preimenovanje kolona relacije.
- Rezultat operacija je ponovo relacija, pa se operacije mogu nadovezivati.

SLJEDEĆA LEKCIJA

Relacioni model

ZADACI ZA VJEŽBU

Date su relacije R i S.

R

Hljeb	0.6
Jabuke	1.5
Sir	9.5

S

Čokolada	2.5
Jabuke	1.5
Sok	1.8

Jesu li relacije unija kompatibilne. Ako jesu, što je rezultat unije.

ZADACI ZA VJEŽBU

Date su relacije R i S.

R

Hljeb	0.6
Jabuke	1.5
Sir	9.5

S

Čokolada	2.5
Jabuke	1.5
Sok	1.8

Odrediti razliku R-S.

ZADACI ZA VJEŽBU

Date su relacije R i S.

R

Hljeb	0.6
Jabuke	1.5
Sir	9.5

S

Čokolada	2.5
Jabuke	1.5
Sok	1.8

Čemu je jednak presjek ove dvije relacije.

ZADACI ZA VJEŽBU

1. Date su relacije

Radnici

Ime	RadID	ImeOdj
Petar	3415	Finansije
Saša	2241	Prodaja
Darka	3401	Finansije
Jelena	2202	Prodaja

Odjeli

ImeOdj	Upravnik
Finansije	Darka
Prodaja	Jelena
Proizvodnja	Časlav

Izvršiti bezuslovno spajanje datih relacija.

ZADACI ZA VJEŽBU

1. Date su relacije

Radnici

Ime	RadID	ImeOdj
Petar	3415	Finansije
Saša	2241	Prodaja
Darka	3401	Finansije
Jelena	2202	Prodaja

Odjeli

ImeOdj	Upravnik
Finansije	Darka
Prodaja	Jelena
Proizvodnja	Časlav

Izvršiti prirodno spajanje datih relacija.

ZADACI ZA VJEŽBU

1. Date su relacije

Auta

ModelAuta	Cijena
AutoA	20000
AutoB	30000
AutoC	50000

Čamci

ModelCamca	Cijena
ČamacA	10000
ČamacB	40000
ČamacC	60000

Izvršiti uslovno spajanje datih relacija, pri čemu je uslov da cijena auta treba biti veća od cijene čamca.

ZADACI ZA VJEŽBU

1. Date su relacije

Auta

ModelAuta	Cijena
AutoA	20000
AutoB	30000
AutoC	50000

Čamci

ModelCamca	Cijena
ČamacA	10000
ČamacB	40000
ČamacC	60000

Što je rezultat jednakog spajanje datih relacija.

ZADACI ZA VJEŽBU

1. Date su relacije

StudPred

Student	Predmet
Marko	Baze podataka
Marko	Programiranje
Marko	Matematika
Marija	Baze podataka
Marija	Programiranje
Ana	Baze podataka
Ana	Matematika

Predmeti

Predmet
Baze podataka
Programiranje

Što je rezultat dijeljenja relacije StudPred sa relacijom Predmeti.

ZADACI ZA VJEŽBU

1. Što je rezultat od:

$$\pi_{1,3}(\sigma_{\text{col}(2) = \text{col}(4)} (\mathbf{R} \times \mathbf{S})),$$

gdje su **R** i **S** sljedeće relacije:

R

Ana	111111
Boban	222222

S

Krsto	333333
Danko	111111

ZADACI ZA VJEŽBU

1. Date su relacije

Radnici

Ime	RadID	ImeOdj
Petar	3415	Finansije
Saša	2241	Prodaja
Darka	3401	Finansije
Jelena	2202	Prodaja

Odjeli

ImeOdj	Upravnik
Finansije	Darka
Prodaja	Jelena
Proizvodnja	Časlav

Što je rezultat od:

$\pi_{1,4}(\sigma_{\text{RadID} > 2220}(\text{Radnici V Odjeli}))$.