

# Uvod u relacione baze podataka

Relaciona algebra. Upitni jezik SQL.

Predavanja, sedmica 3

27. oktobar 2022.

# Sadržaj

1 Literatura

2 Relaciona algebra

3 Upitni jezik SQL

## Sadržaj

- 1 Literatura
  - 2 Relaciona algebra
  - 3 Upitni jezik SQL

## Literatura za drugu sedmicu

- C.J.Date: An Introduction to Database Systems, VIII ed, Addison Wesley Inc, 2004.  
Poglavlje 7
  - pisani materijal koji prati predavanja

# Napomena

Slajdovi su nastali obradom slajdova profesora Nenada Mitića za predmet Uvod u relacione baze podataka

# Sadržaj

1 Literatura

2 Relaciona algebra

3 Upitni jezik SQL

# Aspekti relacionog modela (podsećanje)

- Aspekt strukture
- Aspekt integriteta
- **Aspekt obrade:** operatori koji su na raspolaganju korisnicima za rad sa relacijama

## Manipulativni deo model

Skup operatora koji su na raspolaganju korisnicima za rad sa relacijama čine *manipulativni deo modela*.

## Relaciono zatvorenje

Dva formalna jezika za manipulisanje podacima koji omogućavaju definisanje relacionog izraza opštег oblika

- relacija algebra
  - relacioni račun

Upitni jezici u SUBP se zasnivaju na jednom od ovih formalizma, ili u njihovoj kombinaciji.

# Relaciona algebra

Relaciona algebra se koristi za modeliranje relacija (objekata) smeštenih u relacionoj bazi podataka i za definisanje upita nad njima.

# Relaciona algebra

- Relaciona algebra je skup operatora čiji su operandi i rezultati relacije
- Prvu verziju je dao Codd 1972. g.; kasnije je proširivana od strane raznih autora

# Relacioni izraz

- Relacioni izraz algebre je kompozicija relacionih operatora i relacija nad koje se pirmenjuju
- Rezultat relacionog izraza je relacija
- Osobina da su i argumenti i rezultat primene bilo kog relacionog operatora takođe relacije se naziva **relaciono zatvorenje**
- Zatvorenje znači da mogu da se pišu ugnezdeni relacioni izrazi, tj. relacioni izrazi čiji su operandi takođe relacioni izrazi
- Treba obezbediti da i novodobijene relacije imaju odgovarajuće zaglavlje (sa jedinstvenim nazivima atributa) i odgovarajuće telo, bez obzira da li su u pitanju osnovne ili izvedene relacije

# Relacioni operatori

Codd je originalno predložio 8 operatora

- projekcija
- restrikcija
- proizvod
- (prirodno) spajanje
- unija
- presek
- razlika
- deljenje

# Restrikcija

- Traženje torki koje zadovoljavaju postavljeni uslov
- Horizontalno sečenje relacije

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$

# Restrikcija

- Neka relacija  $R$  ima atribute  $X, Y, \dots, Z$  i neka je  $u$  istinitosna funkcija čiji su parametri neki podskup od  $X, Y, \dots, Z$ .
- Tada je restrikcija relacije  $R$  prema  $u$  relacija sa istim zaglavljem kao relacija  $R$  i sa telom koje sadrže torke relacije  $R$  za koje  $u$  vraća tačnu vrednost
- $R \text{ WHERE } u$

## Restrikcija (primer)

Primer: Izdvojiti podatke o studentima koji su rođeni u Beogradu.

```
dosije where mesto_rodjenja='Beograd'
```

# Projekcija

- Izdvajanje željenih atributa iz relacije
- Vertikalno sečenje relacije

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5

# Projekcija

- Neka relacija  $R$  ima bar atribut  $X, Y, \dots, Z$ . Projekcija relacije  $R$  na  $X, Y, \dots, Z$  je relacija čije
  - zaglavlje je izvedeno iz  $R$  uklanjanjem svih atributa koji se ne nalaze u skupu  $\{X, Y, \dots, Z\}$
  - telo se sastoji od svih torki  $\{X : x, Y : y, \dots, Z : z\}$  pri čemu se svaka torka javlja u  $R$  sa  $X$  vrednošću  $x$ ,  $Y$  vrednošću  $y$ , ...,  $Z$  vrednošću  $z$ .
- $R[X, Y, \dots, Z]$

# Projekcija (primer)

Primer: Izdvojiti imena i prezimena studenata.

dosije[ime, prezime]

# Projekcija

- Mogu se navesti atributi koje treba ukloniti iz relacije

$$R[\text{ALL BUT } X, Y, \dots, Z]$$

- Da li može  $R[X, Y, X]$ ?

## Restrikcija i projekcija (primer)

Primer: Izdvojiti imena i prezimena studenata koji su rođeni u Beogradu.

(dosije where mesto\_rodjenja='Beograd')[ime, prezime]

Može li

dosije[ime, prezime] where mesto\_rodjenja='Beograd'

# Dekartov proizvod

Neka relacije  $R_1$  i  $R_2$  imaju sledeća zaglavlja

$$R_1 : X$$

$$R_2 : Y$$

Tada je Dekartov proizvod relacija  $R_1$  i  $R_2$  definisan sa

$$R_1 \text{ TIMES } R_2 = \{\{X : x, Y : y\} | \{X : x\} \in R_1 \wedge \{Y : y\} \in R_2\}$$

## Dekartov proizvod

$X_1$	$X_2$
a	b
c	d

TIMES

$Y_1$	$Y_2$
1	2
3	4

=

$X_1$	$X_2$	$Y_1$	$Y_2$
a	b	1	2
a	b	3	4
c	d	1	2
c	d	3	4

# Dekartov proizvod (primer)

Primer: Izdvojiti podatke o studentima i predmetima.

dosije times predmet

# Dekartov proizvod(primer)

Primer: Izdvojiti podatke o studentima i ispitim.

dosije times ispit

# Dekartov proizvod(primer)

Primer: Izdvojiti podatke o studentima i ispitim.

dosije times ispit

Problem?

# Prirodno spajanje

- Neka relacije  $R_1$  i  $R_2$  imaju sledeća zaglavlja

$$R_1 : X_1, X_2, \dots, X_m, Y_1, Y_2, \dots, Y_n$$
$$R_2 : Y_1, Y_2, \dots, Y_n, Z_1, Z_2, \dots, Z_p$$

Neka su atributi  $\{X_1, X_2, \dots, X_m\}$  označeni sa  $X$ , atributi  $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$  sa  $Y$ , a atributi  $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_p\}$  sa  $Z$ .

Tada je prirodno spajanje relacija  $R_1$  i  $R_2$  definisano sa

$$R_1 \text{ JOIN } R_2 = \{\{X : x, Y : y, Z : z\} | \{X : x, Y : y\} \in R_1 \wedge \{Y : y, Z : z\} \in R_2\}$$

## Prirodno spajanje

$X_1$	$X_2$
a	b
c	d

JOIN

$Y_1$	$X_2$
1	b
3	f

=

$X_1$	$X_2$	$Y_1$
a	b	1

# Prirodno spajanje

- Primer: Izdvojiti podatke o studentima i ispitima.

dosije join ispit

- Primer: Izdvojiti podatke o predmetima i ispitima.

predmet join ispit

# Spajanje

- Postoji i slobodno ( $\Theta$ ) spajanje za torke čiji atributi zadovoljavaju uslov  $X\Theta Y$ . Ako je  $\Theta = '='$  tada se ovo spajanje naziva jednakosno spajanje (ako se jedan od atributa X ili Y eliminiše dobija se prirodno spajanje).
- $R_1 \text{ TIMES } R_2 \text{ WHERE } X\Theta Y$

## Unija

- Za relacije  $R_1$  i  $R_2$  koje su istog tipa, unija predstavlja relaciju koja je istog tipa kao i one, sa telom koje sadrži sve torke  $t$  koje se pojajuju u relaciji  $R_1$  ili  $R_2$ .
- $R_1 \text{ UNION } R_2$

Unija

$X_1$	$X_2$
a	b
c	d

UNION

$X_1$	$X_2$
c	d
e	f

=

$X_1$	$X_2$
a	b
c	d
e	f

# Unija (primer)

Primer: Izdvojiti podatke o ispitima koji su održanu u januarskim ispitnim rokovima ili na kojima je dobijena ocena 10.

```
ispit where oznaka_roka='jan'  
union  
ispit where ocena=10
```

# Presek

- Za relacije  $R_1$  i  $R_2$  koje su istog tipa, presek predstavlja relaciju koja je istog tipa kao i one, sa telom koje sadrži sve torke  $t$  koje se pojaluju i u relaciji  $R_1$  i u relaciji  $R_2$ .
- $R_1 \text{ INTERSECT } R_2$

## Presek

$X_1$	$X_2$
a	b
c	d

INTERSECT

$X_1$	$X_2$
c	d
e	f

=

$X_1$	$X_2$
c	d

# Presek (primer)

Primer: Izdvojiti podatke o ispitima koji su održanu u januarskim ispitnim rokovima i na kojima je dobijena ocena 10.

```
ispit where oznaka_roka='jan'  
intersect  
ispit where ocena=10
```

# Razlika

- Za relacije  $R_1$  i  $R_2$  koje su istog tipa, razlika relacija  $R_1$  i  $R_2$  predstavlja relaciju koja je istog tipa kao i one, sa telom koje sadrži sve torke  $t$  koje se pojajuju u relaciji  $R_1$ , ali se ne pojavljuju u relaciji  $R_2$ .
- $R_1 \text{ MINUS } R_2$

## Razlika

$X_1$	$X_2$
a	b
c	d

MINUS

$X_1$	$X_2$
c	d
e	f

=

$X_1$	$X_2$
a	b

# Razlika (primer)

Primer: Izdvojiti podatke o ispitima koji su održanu u januarskim ispitnim rokovima na kojima nije dobijena ocena 10.

```
ispit where oznaka_roka='jan'
```

```
minus
```

```
ispit where ocena=10
```

# Važe jednakosti

- $R \text{ where } u_1 \text{ or } u_2 = (R \text{ where } u_1) \text{ union } (R \text{ where } u_2)$
- $R \text{ where } u_1 \text{ and } u_2 = (R \text{ where } u_1) \text{ intersect } (R \text{ where } u_2)$
- $R \text{ where not } (u) = R \text{ minus } (R \text{ where } u)$

# Deljenje

Neka relacije  $R_1$  i  $R_2$  imaju sledeća zaglavlja

$$R_1 : X, Y$$
$$R_2 : Y$$

Rezultat deljenja relacije  $R_1$  sa relacijom  $R_2$  je relacija sa zaglavljem  $\{X\}$  i telom koje sadrži sve torke  $\{X : x\}$  koje se u relaciji  $R_1$  pojavljuju uparene sa svim torkama relacije  $R_2[Y]$

## Deljenje

$X_1$	$X_2$
a	1
a	2
b	1
c	1
c	2
d	2

DIVIDE BY

$X_2$
1
2

=

$X_1$
a
c

## Deljenje

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
a	b	1	2
c	d	1	2
a	b	3	4
e	f	3	4
g	h	1	2
g	h	3	4

DIVIDE BY

$X_3$	$X_4$
1	2
3	4

=

$X_1$	$X_2$
a	b
g	h

# Deljenje (primeri)

- Primer: Pronaći studenta koji je polagao sve predmete.

```
ispit[indeks, id_predmeta]  
divideby  
predmet[id_predmeta]
```

- Primer: Pronaći studenta koji je polagao sve predmete od 6 espb u jednom ispitnom roku.

```
ispit[indeks, oznaka_roka, godina_roka, id_predmeta]  
divideby  
(predmet where bodovi=6)[id_predmeta]
```

# Dodatni operatori

Osim operatora relacione algebre koje je uveo Codd, relaciona algebra se može proširiti sa dodatnim operatorima

- definisanje aliasa, odnosno drugog imena za relaciju

DEFINE ALIAS Novolme FOR ImeRelacije

- preimenovanje atributa

R RENAME  $X_i$  AS Novolme

# Dodatni operatori (primeri)

Primer: Izdvojiti podatke o predmetima i njihovim ispitima.

(predmet rename bodovi as espb) join ispit

## Dodatni operatori (primeri)

Primer: Izdvojiti parove studenata koji su rođeni u istom mestu. Izdvojiti indekse studenata.

```
define alias d1 for dosije
```

```
define alias d2 for dosije
```

```
((d1 times d2) where d1.mesto_rodjenja=d2.mesto_rodjenja)[d1.indeks, d2.indeks]
```

ili

```
define alias d1 for dosije
```

```
((d1 times dosije) where d1.mesto_rodjenja=dosije.mesto_rodjenja)[d1.indeks,  
dosije.indeks]
```

# Minimalni skup operatora

- restrikcija
- projekcija
- proizvod
- unija
- razlika

# Svrha relacione algebre

Pisanje relacionih izraza koji se koriste za

- definisanje prostora za dohvatanje podataka
- definisnje prostora za ažuriranje podataka
- definisanje pravila integriteta
- definisanje izvedenih relacija
- definisanje pravila zaštite
- ...

# Relaciona kompletnost

- Upitni jezik je relaciono kompletan ako je moćan isto kao i algebra, tj. ako bilo koja relacija predstavljiva u algebri može da se predstavi i u upitnom jeziku
- SQL je relaciono kompletan jer postoje SQL izrazi za svaki od 5 primitivnih operatora relacione algebre

# Relaciona kompletnost

RA	SQL
A WHERE uslov	SELECT * FROM A WHERE uslov
A[x, y, ..., z]	SELECT DISTINCT x, y, ..., z FROM A
A TIMES B	A CROSS JOIN B
	SELECT * FROM A
A UNION B	UNION
	SELECT * FROM B
	SELECT * FROM A
A MINUS B	EXCEPT
	SELECT * FROM B
A RENAME x AS y	SELECT x AS y FROM A

# Algebarski zakoni

## Zakon asocijacija

- $(A \text{ UNION } B) \text{ UNION } C = A \text{ UNION } (B \text{ UNION } C)$
- $(A \text{ INTERSECT } B) \text{ INTERSECT } C = A \text{ INTERSECT } (B \text{ INTERSECT } C)$
- $(A \text{ TIMES } B) \text{ TIMES } C = A \text{ TIMES } (B \text{ TIMES } C)$
- $(A \text{ JOIN } B) \text{ JOIN } C = A \text{ JOIN } (B \text{ JOIN } C)$

# Algebarski zakoni

## Zakon komutacije

- $A \text{ UNION } B = B \text{ UNION } A$
- $A \text{ INTERSECT } B = B \text{ INTERSECT } A$
- $A \text{ TIMES } B = B \text{ TIMES } A$
- $A \text{ JOIN } B = B \text{ JOIN } A$

# Prioritet operatora - od višeg ka nižem

- unarni operatori (restrikcija, projekcija)
- times, join
- intersect, divideby
- union, minus

# Sadržaj

1 Literatura

2 Relaciona algebra

3 Upitni jezik SQL

# Aliasi

Tabeli u from klauzuli može se dodeliti alias

from tabelaA [as] alias

- neophodno ako se ista tabela koristi u upitu u više različitih konteksta
- zgodno ako tabela ima dugačko ime

# Primeri

**Primer 1: Prikazati imena svih studenata koji su rođeni u istom mestu rođenja.**

```
select a.ime, b.ime, a.mesto_rodjenja
from dosije a, dosije b
where a.mesto_rodjenja=b.mesto_rodjenja
```

bolje rešenje

```
select a.ime, b.ime, a.mesto_rodjenja
from dosije a, dosije b
where a.mesto_rodjenja=b.mesto_rodjenja and a.indeks>b.indeks
```

# Primeri

**Primer 1: Prikazati imena svih studenata koji su rođeni u istom mestu rođenja.**

```
select a.ime, dosije.ime, a.mesto_rodjenja
from   dosije a, dosije
where  a.mesto_rodjenja=dosije.mesto_rodjenja and a.indeks>dosije.indeks
```

## Primeri

**Primer 2: Prikazati broj indeksa, broj bodova i nazine svih predmeta koje je polagao student čije mesto rođenja nije Beograd.**

```
select a.indeks, b.bodovi, c.bodovi, naziv
from dosije a, predmet b, ispit c
where a.indeks=c.indeks
and b.id_predmeta=c.id_predmeta
and a.mesto_rodjenja<>'Beograd'
```

ili

```
select a.indeks, b.bodovi, c.bodovi, naziv
from dosije a join ispit c on a.indeks=c.indeks
join predmet b on b.id_predmeta=c.id_predmeta
where a.mesto_rodjenja<>'Beograd'
```

# Skupovni operatori

- unija: union [all]
- presek: intersect [all]
- razlika: except [all]

Koji se upotrebljavaju u obliku

upit1 operator upit2

- operator bez all - ne uzima u obzir povećanje redova
- operator sa all - uzima u obzir povećanje redova
- neophodno je da rezultati oba upita budu istog tipa
- order by klauzula se piše na kraju upita i odnosi se na konačan rezultat

# Skupovni operatori

Tabela A
a
1
2
2
3

Tabela B
a
1
2
3
4
4

# Skupovni operatori

TabelaA UNION TabelaB

a
1
2
3
4

TabelaA UNION ALL TabelaB

a
1
1
2
2
2
3
3
4
4

# Primeri

**Primer 3:** Prikazati broj bodova i nazive svih predmeta ako predmeti pripadaju grupi Analiza, ili su polagani u januarskom ispitnom roku 2015. godine.

```
select naziv, bodovi
from predmet
where naziv like 'Analiza%'

union all

select naziv, a.bodovi
from predmet a, ispit b
where a.id_predmeta=b.id_predmeta
and godina_roka=2015
and oznaka_roka='jan'

order by bodovi desc
```

# Primeri

**Primer 3:** Prikazati broj bodova i nazive svih predmeta ako predmeti pripadaju grupi Analiza, ili su polagani u januarskom ispitnom roku 2015. godine.

```
select naziv, bodovi
from predmet
where naziv like 'Analiza%'

union

select naziv, a.bodovi
from predmet a, ispit b
where a.id_predmeta=b.id_predmeta
and godina_roka=2015
and oznaka_roka='jan'

order by bodovi desc
```

# Primeri

**Primer 4:** Prikazati broj bodova i nazive svih predmeta ako predmeti pripadaju grupi Analiza, i polagani su u januarskom ispitnom roku 2015. godine.

```
select naziv, bodovi
from predmet
where naziv like 'Analiza%'

intersect

select naziv, a.bodovi
from predmet a, ispit b
where a.id_predmeta=b.id_predmeta
and godina_roka=2015
and oznaka_roka='jan'

order by bodovi desc
```

# Primeri

**Primer 5:** Prikazati broj bodova i nazive svih predmeta ako predmeti pripadaju grupi Analiza, ali nisu polagani u januarskom ispitnom roku 2015. godine.

```
select naziv, bodovi
from predmet
where naziv like 'Analiza%'

except

select naziv, a.bodovi
from predmet a, ispit b
where a.id_predmeta=b.id_predmeta
and godina_roka=2015
and oznaka_roka='jan'

order by bodovi desc
```

## Primeri

**Primer 6:** Prikazati brojeve indeksa, imena, prezimena i mesto rođenja svih studenata koji su rođeni posle 1.1.1991. godine. U slučaju da je mesto rođenja studenta nepoznato, kao mesto rođenja ispisati *Nepoznato mesto*.

```
select indeks, ime, prezime, mesto_rodjenja
from dosije
where datum_rodjenja > '01.01.1991'
and mesto_rodjenja is not null

union

select indeks, ime, prezime, 'Nepoznato mesto'
from dosije
where datum_rodjenja > '01.01.1991'
and mesto_rodjenja is null
```

# Podupit

- u okviru upita može se naći i drugi upit (podupit)
- Npr. u okviru where klauzule podupit može biti deo nekog predikata, npr. IN
- za nekvalifikovanu kolonu u podupitu podrazumeva se da je kvalifikovana imenom tabele koja se pojavljuje u podupitu

# Primeri

**Primer 7: Prikazati ime, prezime i broj indeksa za studente koji su polagali ispit u nekom od ispitnih rokova 2015. godine.**

```
select ime, prezime, indeks
from dosije
where indeks in (
    select indeks
    from ispit
    where godina_roka=2015
)
```

# Primeri

**Primer 7:** Prikazati ime, prezime i broj indeksa za studente koji su polagali ispit u nekom od ispitnih rokova 2015. godine.

efikasnije rešenje

```
select distinct ime, prezime, a.indeks
from dosije a, ispit b
where a.indeks=b.indeks
and b.godina_roka=2015
```

# Primeri

**Primer 7: Prikazati ime, prezime i broj indeksa za studente koji su polagali ispit u nekom od ispitnih rokova 2015. godine.**

Da li je ovo rešenje dobro?

```
select ime, prezime, indeks
from dosije
where indeks = ( select indeks
                  from ispit
                  where godina_roka=2015
                )
```

# Primeri

**Primer 8:** Prikazati ime, prezime, broj indeksa studenta i naziv predmeta koje je student položio u nekom od ispitnih rokova 2015. godine.

```
select ime, prezime, indeks, naziv
from   dosije a, predmet b
where  (indeks, id_predmeta)  in (
                                select indeks, id_predmeta
                                from   ispit
                                where  godina_roka=2015
                                and    ocena > 5
                                )
```

# Korelirani upit

- Korelirani upit - poduput koji zavisi od promenjive kojoj se vrednost dodeljuje u spoljašnjem upitu
- Korelirani upit se izvršava u ciklusima

# Primeri

**Primer 9: Za studente koji su položili bar jedan ispit, izdvojiti indekse studenata i nazine predmeta koje su položili.**

```
select indeks, (select naziv
                  from predmet p
                  where p.id_predmeta=i.id_predmeta) as predmet
            from ispit i
            where ocena>5
```

# Primeri

**Primer 9:** Za studente koji su položili bar jedan ispit, izdvojiti indekse studenata i nazine predmeta koje su položili.

ili

```
select indeks, (select naziv
                  from predmet p
                  where id_predmeta=i.id_predmeta) as predmet
            from ispit i
            where ocena>5
```