# Relaciona algebra

# Šta je algebra

- Algebra je formalni matematički sistem koji se sastoji od skupa objekata i operacija nad tim objektima.
- Primer: Bulova algebra, algebra skupova, ...
- Za definiciju formalnog sistema je potrebno
  - prikazati sintaksu
  - dati semantiku
  - dati pravila izvođenja dokaza

# Relaciona algebra

- Relaciona algebra je familija algebri sa dobro zasnovanom semantikom koja se koristi za modeliranje relacija (objekata) smeštenih u relacionoj bazi podataka i za definisanje upita nad njima.
- U suštini predstavlja skup operatora čiji su operandi i rezultati relacije
- Prvu verziju je dao Codd 1972. g.; kasnije je proširivana od strane raznih autora

# Relacioni operatori

## CODD je originalno predložio 8 operatora

1. Restrikciju (selekciju)
2. Projekciju
3. Proizvod
4. Uniju
5. Presek
6. Razliku
7. (Prirodno) Spajanje
8. Deljenje

## Kasnije su dodati operatori

9. Promena imena
10. Poluspajanje
11. Polurazlika
12. Ekskluzivna unija

..........

13. Proširenje
14. Slika relacije
15. Operatori agregata
16. Sumarizacija

............

# Minimalni skup operatora

Minimalni skup operatora sadrži

- restrikciju (selekciju)
- projekciju
- proizvod
- uniju
- razliku

# Sintaksa

*Relacioni izraz* je izraz oblika

ROP $arg_1$ $arg_2$ ... $arg_n$

gde su

ROP – relacioni operator

$arg_i$ – relacije koje su argumenti relacionog operatora

(formalna definicija u knjizi Date-IDB, deo 6.3)

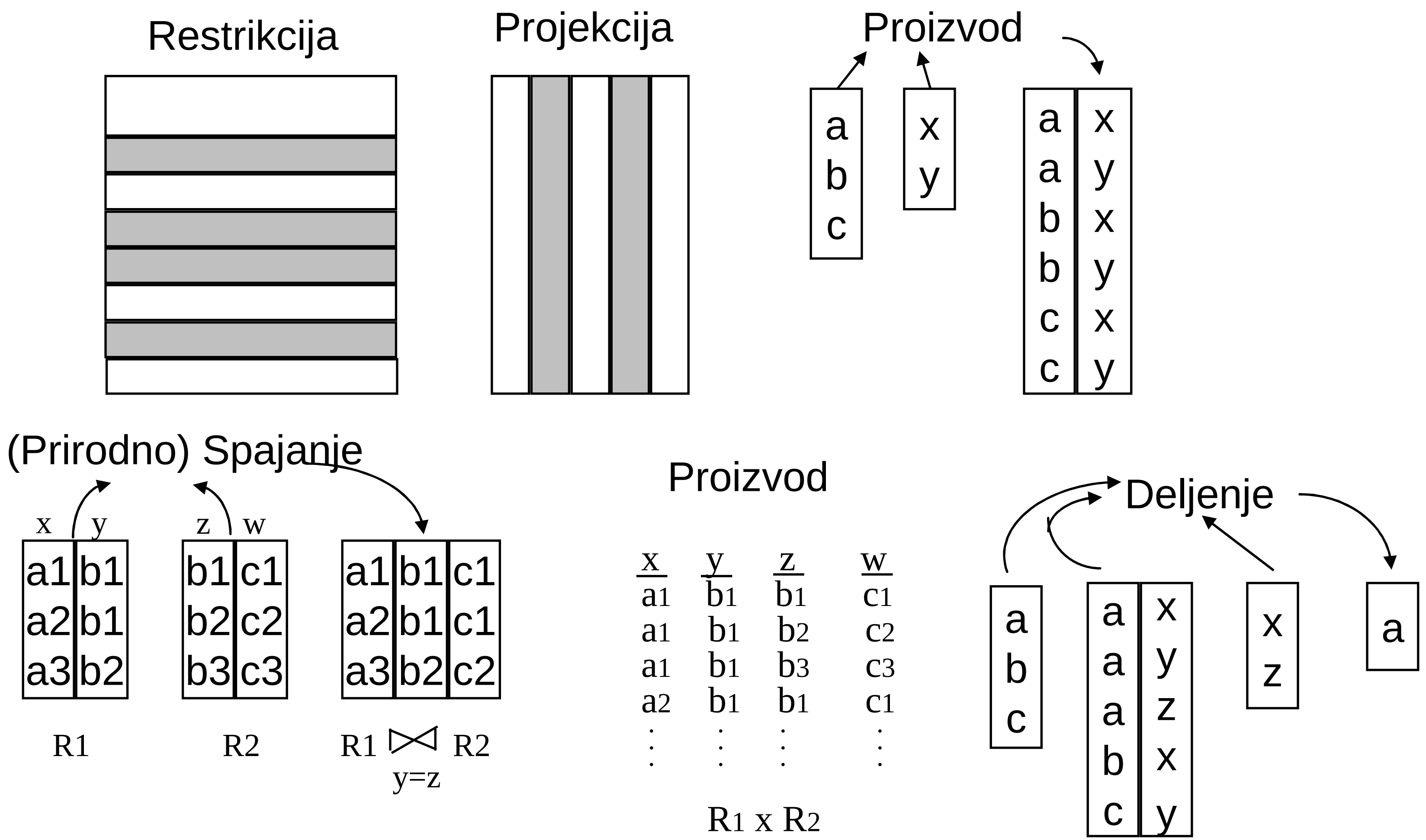
# Semantika

- U opisu semantike se koristi
  - da su relacije matematički zasnovane i da predstavljaju skupove torki
  - u pitanju su operacije nad skupovima koje predstavljaju preslikavanje domena relacija u novi domen

# Relaciono zatvorenje

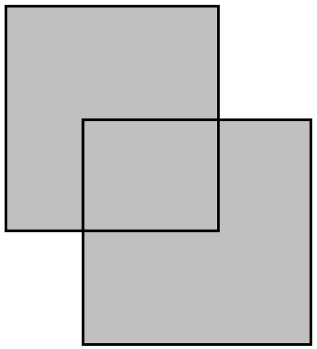
- Osobina da su i argumenti i rezultat primene bilo kog relacionog operatora takođe relacije se naziva **relaciono zatvorenje**.
- Zatvorenje  znači da mogu da se pišu ugnežđeni relacioni izrazi, tj. relacioni izrazi čiji su operandi takođe relacioni izrazi
- Treba obezbediti da i novodobijene relacije imaju odgovarajuće zaglavlje (sa jedinstvenim nazivima atributa) i odogovarajuće telo, bez obzira da li su u pitanju osnovne ili izvedene relacije

# Relacioni operatori -- pregled

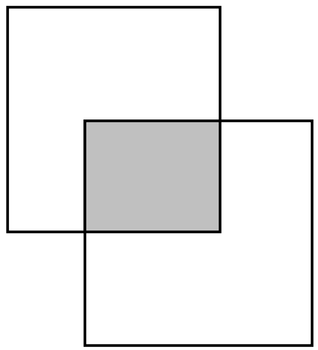


# Relacioni operatori -- pregled

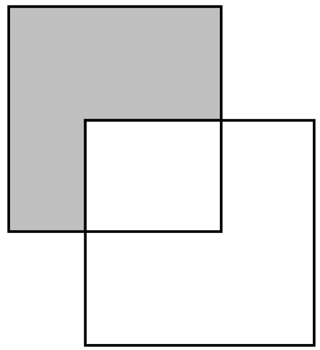
Unija



Presek

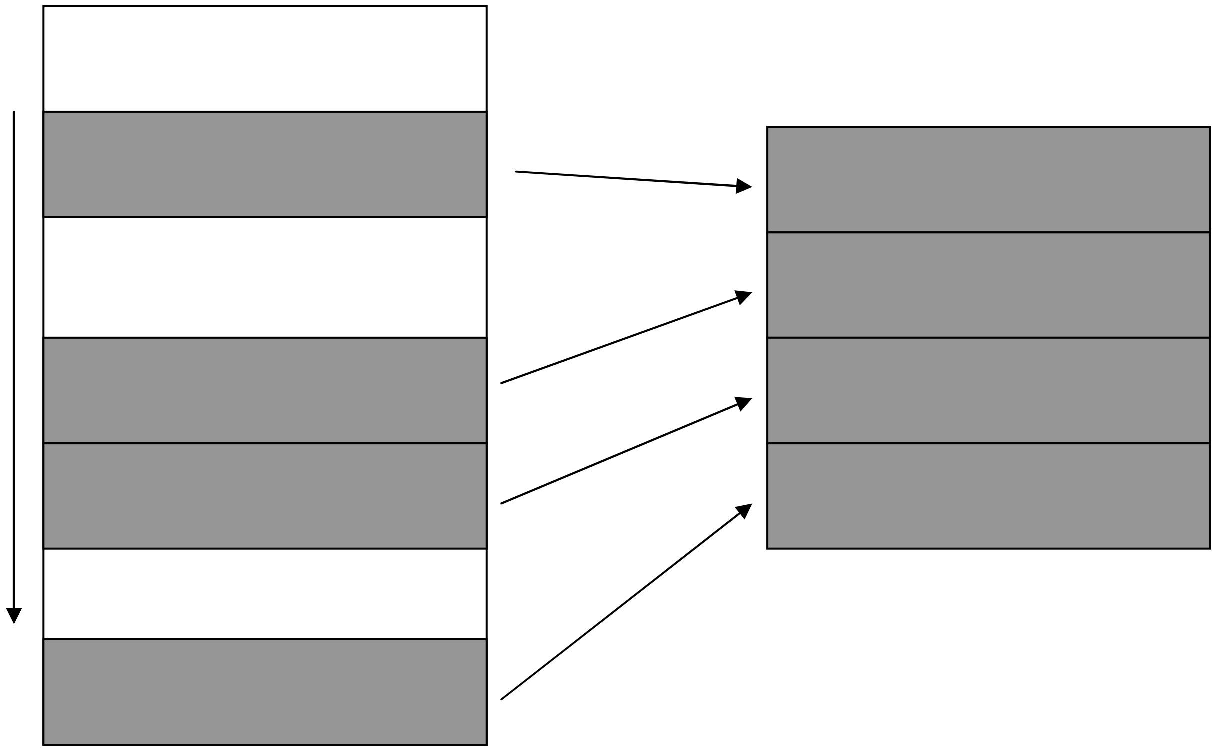


Razlika



# Restrikcija (selekcija)

*Traženje torki koje zadovoljavaju postavljeni uslov*



# Restrikcija (nastavak)

- Neka relacija $A$ ima bar atribute $X$ i $Y$ i neka je $\Theta$ operator (obično '=', '<', itd.) takav da je uslov $X \Theta Y$ dobro definisan i da se izračunava kao istinitosna vrednost (tačna ili netačna).

- Tada je $\Theta$ restrikcija relacije $A$ na atribute $X$ i $Y$ relacija koja ima isto zaglavlje kao i $A$ i telo koje sadrži sve torke $t$ iz $A$ za koje je vrednost uslova $X \Theta Y$ tačno.

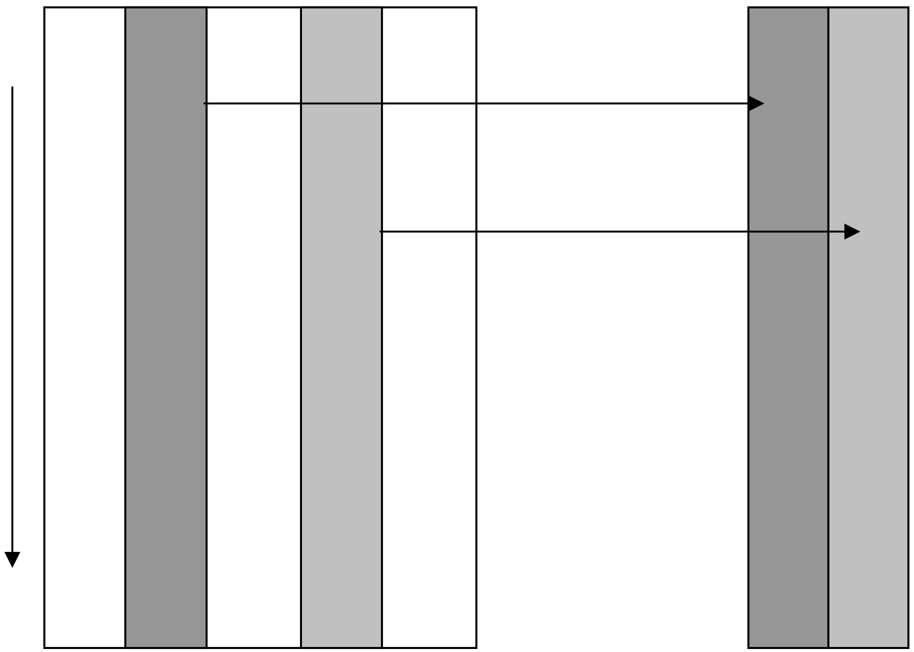
# Restrikcija (nastavak)

Primer: Prikazati sve torke iz tabele dosijea za koje je vrednost atributa prezime jednaka 'Petrović'

dosije WHERE prezime = 'Petrović'

# Projekcija

*Izdvajanje željenih atributa*



# Projekcija (nastavak)

- Neka relacija A ima bar atribute *X*, *Y*, ...,*Z*. Tada se projekcija relacije *A* na *X*, *Y*, ...,*Z* označava sa *A* {*X*, *Y*, ..., *Z*} i predstavlja relaciju čije
  - zaglavlje je izvedeno iz A uklanjanjem svih atributa koji se ne nalaze u skupu {*X*, *Y*, ..., *Z*}
  - telo se sastoji od svih torki {*X:x*, *Y;y*, ..., *Z;z*} pri čemu se svaka torka javlja u *A* sa *X* vrednošću *x*, *Y* vrednošću *y*, ...., *Z* vrednošću *z*.

# Projekcija (nastavak)

- Ako su u listi navedeni svi atributi relacije *A* tada je projekcija *identitet*.

- Primer: Prikazati imena studenata i nazive mesta u kojima su rođeni:

  dosije{ime, mesto_rodjenja}

U daljem tekstu biće navedene opisne ali ne i formalne definicije ostalih operatora

# Prirodno spajanje

(Prirodno) Spajanje

| | |
|---|---|
| a1 | b1 |
| a2 | b1 |
| a3 | b2 |

| | |
|---|---|
| b1 | c1 |
| b2 | c2 |
| b3 | c3 |

| | | |
|---|---|---|
| a1 | b1 | c1 |
| a2 | b1 | c1 |
| a3 | b2 | c2 |

# Prirodno spajanje (nastavak)

- Semantika: Neka relacije A i B imaju sledeća zaglavlja

  A: {X1, X2, …, Xm, Y1, Y2, …, Yn}

  B: {Y1, Y2, …, Yn, Z1, Z2, …, Zp}

Tada je prirodno spajanje relacija A i B definisano sa

A JOIN B = $\{\{X{:}x, Y{:}\, y, Z{:}z\} \mid \{X{:}x, Y{:}y\} \in A \wedge \{Y{:}y, Z{:}z\} \in B\}$

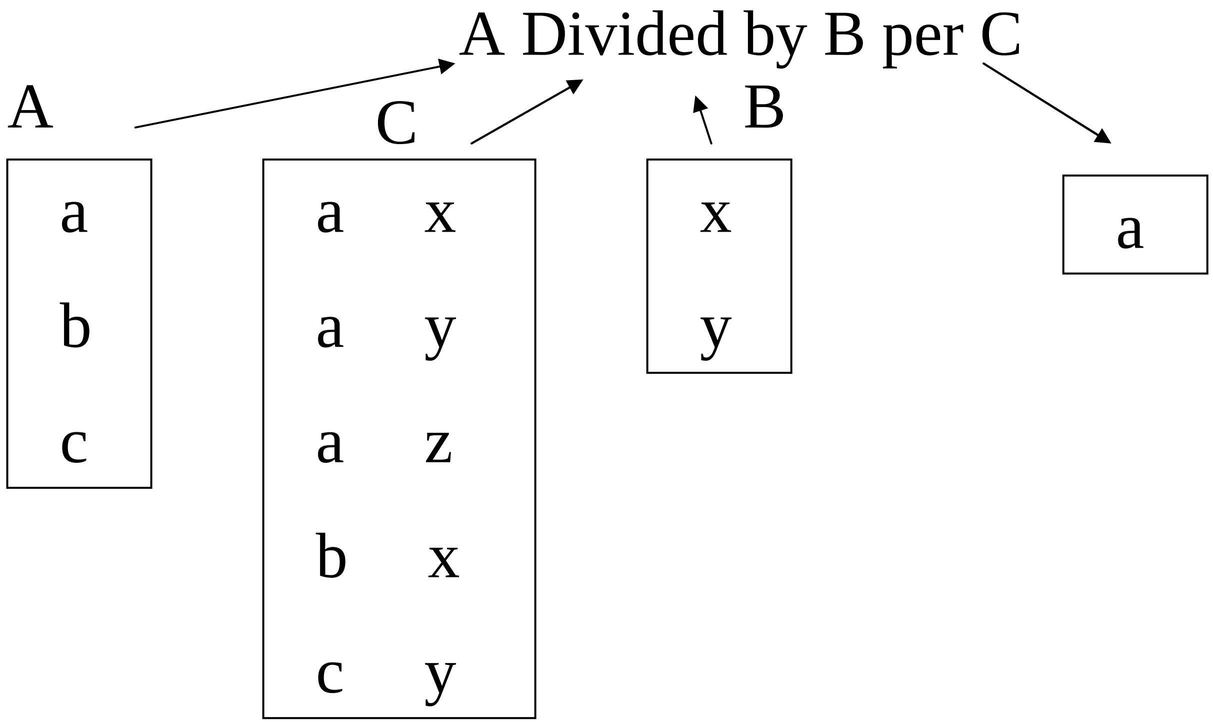
# Prirodno spajanje (nastavak)

- Primer: Prirodno spajanje relacija dosije i ispit

  dosije JOIN ispit

- Postoji i Θ spajanje za torke čiji atributi zadovoljavaju uslov X Θ Y. Ako je Θ= '=' tada se ovo spajanje naziva jednakosno spajanje (ako se jedan od atributa X ili Y eliminiše dobija se prirodno spajanje)

# Deljenje



# Deljenje (nastavak)

**Sintaksa**: A DIVIDEBY B PER C

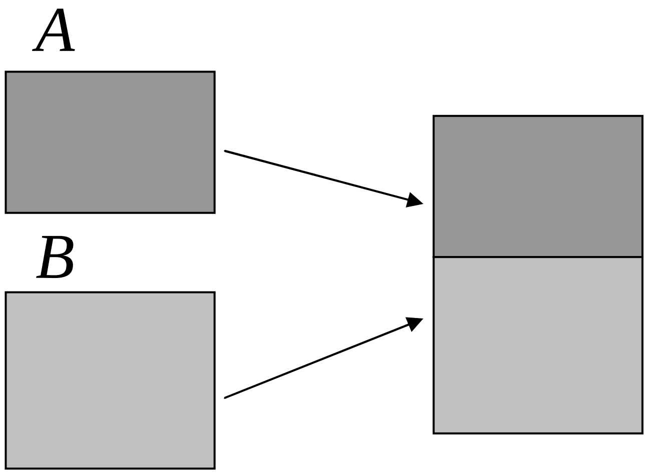
**Semantika**: pretpostavimo da naredne tri relacije imaju sledeća zaglavlja:

- *A: {X1, X2, …, Xm}*
- *B: {Y1, Y2, …, Yn}*
- *C: {X1, X2, …, Xm, Y1, Y2, …., Yn}*

Tada je deljenje A sa B po C definisano kao

$$DIV(A, B, C) = \{\{X{:}x\} \in A \mid \forall \{Y{:}y\} \in B: \{X{:}x, Y{:}y\} \in C\}$$

# Unija

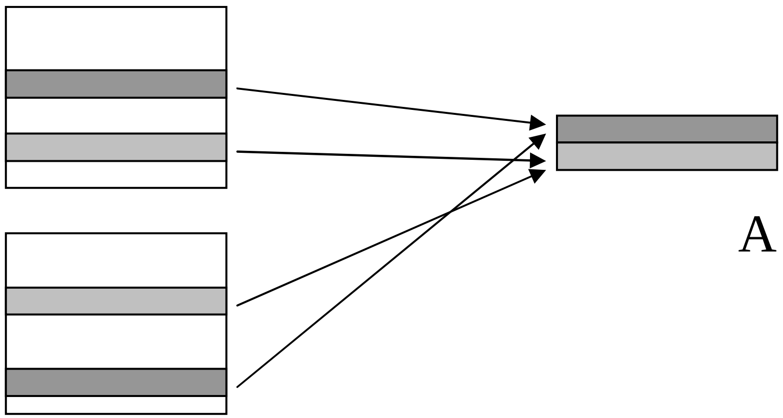



- Sintaksa
  - A UNION B

- Semantika

$$A \cup B = \{t \mid t \in A \vee t \in B\}$$

# Presek

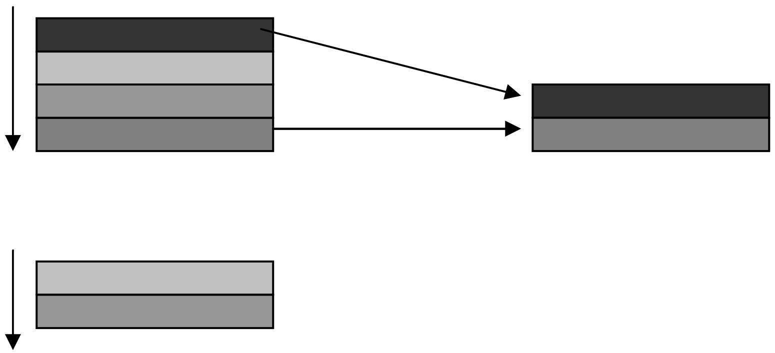


- Sintaksa:
  - A INTERSECT B

Semantika:

$A \cap B = \{t \mid t \in A \wedge t \in B\}$

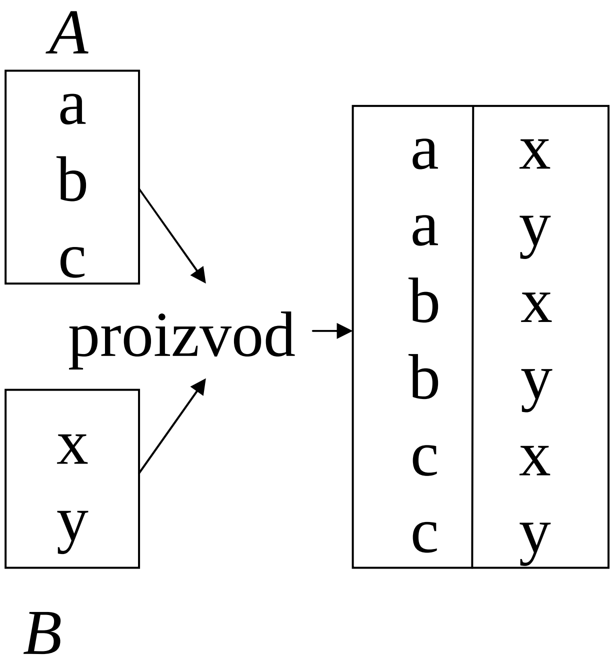
# Razlika



- Sintaksa:
  - A DIFFERENCE B
- Semantika:

$A - B = \{t \mid t \in A \wedge t \notin B\}$

# Dekartov proizvod




Sintaksa: A TIMES B

Semantika: neka relacije A i B imaju sledeća zaglavlja

*{A1, A2, …, Am}*

*{B1, B2, …, Bn}*

Tada proizvod A TIMES B ima zaglavlje

{A1, A2, …, Am, B1, B2, …, Bn}

i važi A TIMES B = $\{t \cup t' \mid t \in A \wedge t' \in B\}$

# 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
  - ...
- Osnova za optimizaciju upita

# Relaciona kompletnost

- 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 jezika.

- SQL je relaciono kompletan jer postoje SQL izrazi za svaki od 5 primitivnih operatora relacione algebre

# Relaciona kompletnost (nastavak)

| *Algebra* | *SQL* |
|---|---|
| ***A*** **WHERE** ***P*** | **SELECT * FROM** ***A*** **WHERE** ***P*** |
| ***A {x, y, …, z}*** | **SELECT DISTINCT** ***x, y, …, z*** **FROM** ***A*** |
| ***A*** **TIMES** ***B*** | ***A*** **CROSS JOIN** ***B*** |
| ***A*** **UNION** ***B*** | **SELECT * FROM** ***A*** **UNION SELECT * FROM** ***B*** |
| ***A*** **MINUS** ***B*** | **SELECT * FROM** ***A*** **EXCEPT SELECT * FROM** ***B*** |
| ***A*** **RENAME** ***x*** **AS** ***y*** | **SELECT** ***x*** **AS** ***y*** **FROM** ***A*** |

# Algebarski zakoni

Zakon asocijacije

(A UNION B) UNION C = A UNION (B UNION C)

(A INERSECT B) INTERSECT C =
A INTERSECT (B INTERSECT C)

(A TIMES B) TIMES C = A TIMES (B TIMES C)

(A JOIN B) JOIN C = A JOIN (B JOIN C)

# Algebarski zakoni

Zakon komutacije

A UNION B = B UNION A

A INERSECT B = B INTERSECT A

A TIMES B = B TIMES A

A JOIN B = B JOIN A

# Relacioni račun

# Relacioni račun

- Opisan, neproceduralan jezik
- Logički ekvivalent relacione algebre ako se posmatra deo relacionog modela podataka za obradu podataka
- Zasnovan na predikatskom računu
- Dve varijante:
  - Račun orijentisan ka torkama
  - Račun orijentisan ka domenima – osnova za QBE

# Predikatski račun

- Predikat
  - je istinitosno vrednosna funkcija sa argumentima
  - kada se argumenti zamene vrednostima funkcija daje izraz koji se naziva  predlog koji može da bude tačan ili netačan

# Predikatski račun (nastavak)

- Opseg promenljivih
  - Promenljiva torki ima opseg iz skupa navedenih relacija i dopuštene vrednosti koje pripadaju torkama iz tih relacija
  - Promenljiva domena ima opseg iz skupa navedenih domena i dopuštene vrednosti koje pripadaju tim domenima.

# Predikatski račun (nastavak)

- Neka je x predikat. Tada se skup svih x takav da je P tačno za x označava sa $\{\boldsymbol{x} \mid \boldsymbol{p(x)}\}$

- Postoje dva kvantifikatora:
  - $\forall$: 'za svaki'
  - $\exists$: 'postoji'

# Relacioni račun torki

- Slobodne i vezane promenljive

- Kvantifikatori
  - FORALL V (p)
  - EXISTS V (p)

Kvantifikacija i rad sa slobodnim i vezanim promenljivim su u skladu sa pravilima predikatskog računa

# Relacioni račun torki

- Korišćenjem promenljivih torki traže se torke za koje je predikat tačan

- Sintaksa ovog računa se u literaturi prikazuje na različite načine

# Relacioni račun torki (nastavak)

RANGE OF <promenljiva> IS <tabele>
RETRIEVE <promenljiva>.<imeatributa>
[WHERE<uslovni izraz>]

ili

RANGEVAR <promenljiva> RANGES OVER <tabela>
<promenljiva>.<imeatributa>
[WHERE<uslovni izraz>]

# Relacioni račun torki (nastavak)

Primer 1: prikazati imena i datume rođenja svih studenata koji su rođeni u Beogradu, i upisani na fakultet školske 2011-2012 godine, a imaju broj indeksa veći od 456

RANGEVAR DOSIJEX RANGES OVER DOSIJE

{DOSIJEX.IME, DOSIJEX.DATUM_RODJENJA}

WHERE DOSIJEX.MESTO_RODJENJA='Beograd'

AND DOSIJEX.INDEKS>20110456

# Relacioni račun torki (nastavak)

Primer 2: prikazati imena studenata koji su položili najmanje jedan predmet čija je šifra "P270"

```
RANGEVAR DX RANGES OVER DOSIJE
RANGEVAR PX RANGES OVER PREDMET
RANGEVAR IX RANGES OVER ISPIT
DX.IME
  WHERE EXISTS IX (DX.INDEKS = IX.INDEKS AND EXISTS PX
     (PX.ID_PREDMETA = IX.ID_PREDMETA AND
    PX.SIFRA = 'P270' ) ) )
```

# Relacioni račun domena

- Opseg važenja promenljivih su domeni a ne relacije
- Moguće je definisati *uslov pripadnosti*.
- Oblik R (lista_parova)
  - R je naziv relvara
  - svaki par u listi je oblika A x gde je A naziv atributa u R, a x ili ime promenljive torki ili poziv selektora

# Relacioni račun domena

- Uslov je tačan akko postoji torka u relaciji R takva da je za svaki konkretan par poredjenje A=x tačno

Na primer,

ISPIT {INDEKS INDEKS(20110456), ID_PREDMETA ID_PREDMETA(1001)}

ima vrednost tačno akko postoji torka u ispitu koja ima vrednost 20110456 za atribut indeks i 1001 za atribut id_predmeta

# Algebra ili račun

- Algebra i račun su semantički ekvivalentni
- Kodov algoritam redukcije (prikaz da je algebra moćna bar koliko i račun i obratno)
- Neki upitni jezici su više zasnovani na algebri, a neki na računu
- SQL ima osobine i algebre i računa

# Algebra, račun i SQL