



# Operacijska komponenta relacionog modela podataka

# Operacijska komponenta relacionog modela podataka

- Opis dinamičkih karakteristika realnog sistema
- Definiše se jezik za izražavanje upita nad bazom podataka i jezik putem kojeg se vrši ažuriranje pojave baze podataka
- Potkomponente operacijske komponente:
  - upitni jezik
  - jezik za ažuriranje podataka
  - jezik za definiciju podatka



# Operacijska komponenta relacionog modela podataka

- Operacijsku komponentu predstavlja jedan jedinstveni jezik podataka, visokog nivoa deklarativnosti

# Jezik za manipulaciju podacima

- Pomoću upitnog jezika i jezika za ažuriranje podataka (Data Manipulation Language) realizuju se zahtevi korisnika informacionog sistema, pa se ovi jezici pojavljuju u formi:
  - nezavisnog, interaktivnog jezika
  - jezika ugrađenog u jezik treće generacije
  - jezika ugrađenog u jezik, odnosno alat, četvrte generacije



# Jezik za definiciju podataka

- Služi za realizaciju implementacione šeme baze podataka
- DDL – Data Definition Language

# Relaciona algebra

- Teoretski model upitnog jezika relacionih baza podataka
- Skupovno orijentisan, visoko deklarativni upitni jezik
- Izrazi se sastoje od operanada i operatora relacione algebre
  - operandi su skupovi torki
  - rezultat izraza relacione algebre je takođe skup torki

# Iskazivanje upita putem relacione algebre

- Dve vrste operatora:
  - standardni operatori matematičke teorije skupova (unija, presek, razlika)
  - specijalni operatori relacione algebre

# Unija, presek, razlika

- Date su relacije  $r(R)$  i  $s(R)$ , pri čemu je  $R \subseteq U$ , gde je  $U$  univerzalni skup obeležja. Unija, presek i razlika relacija  $r$  i  $s$  su binarne operacije  $\cup, \cap, - : \text{SAT}(R) \times \text{SAT}(R) \rightarrow \text{SAT}(R)$ , definisane na sledeće način:

$$\square r(R) \cup s(R) = \{t \in \text{Tuple}(R) \mid t \in r \vee t \in s\}$$

$$\square r(R) \cap s(R) = \{t \in \text{Tuple}(R) \mid t \in r \wedge t \in s\}$$

$$\square r(R) - s(R) = \{t \in \text{Tuple}(R) \mid t \in r \wedge t \notin s\}$$



# Preimenovanje obeležja

- Data je relacija  $r(R)$ ,  $R \subseteq U$ , skupovi obeležja  $X \subseteq R$ ,  $Y \subseteq U \setminus R$ , funkcija  $\text{dom}: U \rightarrow D_s$ , koja svakom obeležju  $A \in U$  pridružuje domen  $\text{dom}(A) \in D_s$  i bijekcija  $h: X \rightarrow Y$ , takva da je  $(\forall A \in X)(\text{dom}(h(A)) \subseteq \text{dom}(A))$ . Preimenovanje obeležja nad relacijom  $r$  je funkcija  $\delta_{X \leftarrow Y}: \text{SAT}(R) \rightarrow \text{SAT}((R \setminus X)Y)$ , definisana na sledeći način:
  - $\delta_{X \leftarrow Y}(r(R)) = \{t \in \text{Tuple}((R \setminus X)Y) \mid (\exists t' \in r)(t[R \setminus X] = t'[R \setminus X] \wedge (\forall A \in X)(t(h(A)) = t'(A)))\}$

# Atomarna selekciona formula

- Neka je dat univerzalni skup obeležja  $U$ , funkcija  $\text{dom}$ , skup relacionih operatora  $R = \{<, >, \leq, \geq, =, \neq\}$  i konačan skup parcijalnih, izračunljivih, logičkih funkcija  $\{f_i^{k_i} \mid i \in \{1, \dots, n\}\}$  pri čemu za svako  $i \in \{1, \dots, n\}$   $k_i$  predstavlja arnost, a  $f_i$  naziv funkcije. Atomarna selekciona formula je izraz oblika:
  - $A \theta B$ , pri čemu je  $A, B \in U$  i  $\theta \in R$
  - $A \theta c$  ili  $c \theta A$ , pri čemu je  $A \in U$ ,  $c \in \text{dom}(A)$  i  $\theta \in R$
  - $f_i(x_1, \dots, x_{k_i}), (\forall j \in \{1, \dots, k_i\})(x_j \in U \vee x_j \in \text{Dom}), \text{Dom} = U \text{dom}(A)$

# Selekciona formula

- Dati su  $U$ , dom i skup logičkih operacija  $\{\neg, \wedge, \vee\}$ .
  - Svaka atomarna selekciona je selekciona formula.
  - Ako su  $F$  i  $G$  selekcione formule, onda su selekcione formule izrazi  $(\neg F)$ ,  $(F \wedge G)$ ,  $(F \vee G)$ .
  - Selekciona formula je svaki izraz dobijen primenom prethodna dva pravila konačno mnogo puta

# Interpretacija selekcionne formule

- Interpretacija (izračunavanje vrednosti) selekcionne formule se vrši s obzirom na neku torku
- Interpretacija selekcionne formule je logička funkcija (vrednost selekcionne formule u bilo kojoj interpretaciji može biti *tačno* ili *netačno*)

# Selekcija

- Data je relacija  $r(R)$ ,  $R \subseteq U$ . Selekcija relacije  $r$  po selekcionoj formuli  $F$  je unarna operacija:  $\sigma_F: \text{SAT}(R) \rightarrow \text{SAT}(R)$ , definisana na sledeći način:

$$\square \sigma_F(r(R)) = \{t \in r \mid F(t) = T\}$$

# Projekcija

- Data je relacija  $r(R)$ ,  $R \subseteq U$  i skup obeležja  $X \subseteq R$ . Projekcija relacije  $r$  je unarni operator  $\pi_X: \text{SAT}(R) \rightarrow \text{SAT}(X)$ , definisan na sledeći način:
  - $\pi_X(r(R)) = \{t \in \text{Tuple}(X) \mid (\exists t' \in r)(t = t'[X])\}$

- Neka je  $\text{ATTR}(F)$  skup obeležja koja se pojavljuju u selekcionoj formule  $F$ . Za proizvoljnu relaciju  $r(R)$  i bilo koji  $X \subseteq R$  važi implikacija:

- $\text{ATTR}(F) \subseteq X \Rightarrow \sigma_F(\pi_X(r(R))) = \pi_X(\sigma_F(r(R)))$

# Prirodni spoj

- Date su relacije  $r(R)$  i  $s(S)$ , pri čemu je  $R, S \subseteq U$ . Prirodni spoj relacija  $r$  i  $s$  je funkcija  $\triangleright\triangleleft: \text{SAT}(R) \times \text{SAT}(S) \rightarrow \text{SAT}(RS)$ , definisana na sledeći način:
  - $r(R) \triangleright\triangleleft s(S) = \{t \in \text{Tuple}(RS) \mid t[R] \in r \wedge t[S] \in s\}$



- Date su relacije  $r(R)$  i  $s(S)$ , pri čemu je  $R, S \subseteq U$ . Važi:
  - $(\forall t_r \in r)(\forall t_s \in s)(t_r[R \cap S] = t_s[R \cap S] \Leftrightarrow t_r t_s \in r \triangleright \triangleleft s)$ , pri čemu je  $t_r t_s$  označen spoj torke  $t_r$  sa torkom  $t_s$ , takav da je  $t_r t_s[R] = t_r$  i  $t_r t_s[S] = t_s$

- Date su relacije  $r(R)$  i  $s(S)$ , pri čemu je  $R, S \subseteq U$  i selekciona formula  $F$ . Važi implikacija:

$$\square \text{ATTR}(F) \subseteq U \Rightarrow \sigma_F (r \triangleright \triangleleft s) = \sigma_F(r) \triangleright \triangleleft s$$

# Dekartov proizvod

- Date su relacije  $r(R)$  i  $s(S)$ , pri čemu je  $R, S \subseteq U$  i  $R \cap S = \emptyset$ . Dekartov proizvod relacija  $r$  i  $s$  je funkcija  $x: \text{SAT}(R) \times \text{SAT}(S) \rightarrow \text{SAT}(RS)$ , definisana na sledeći način:
  - $r(R) \times s(S) = \{t \in \text{Tuple}(RS) \mid t[R] \in r \wedge t[S] \in s\}$

# Teta spajanje

- Date su relacije  $r(R)$  i  $s(S)$ , pri čemu je  $R, S \subseteq U$  i  $R \cap S = \emptyset$ . Teta spajanje relacija  $r$  i  $s$  po selekcionoj formuli  $F$  je funkcija  $[F]: \text{SAT}(R) \times \text{SAT}(S) \rightarrow \text{SAT}(RS)$ , definisana na sledeći način:
  - $r(R) [F] s(S) = \sigma_F(r \times s)$
- Ekvi spajanje: selekciona formula ima oblik  $F: A_1 = B_1 \wedge \dots \wedge A_n = B_n$ , pri čemu je  $(\forall i \in \{1, \dots, n\})(A_i \in R \wedge B_i \in S)$

# Količnik (deljenje)

- Date su relacije  $r(R)$  i  $s(S)$ , pri čemu je  $R \subseteq U$  i  $S \subseteq R$ . Količnik (deljenje) relacija  $r$  i  $s$  je funkcija  $\div : \text{SAT}(R) \times \text{SAT}(S) \rightarrow \text{SAT}(R \setminus S)$ , definisana na sledeći način:

$$\square r(R) \div s(S) = \{t \in \text{Tuple}(R \setminus S) \mid (\forall t_s \in S)(\exists t_r \in r)(t_r[R \setminus S] = t \wedge t_r[S] = t_s)\}$$

# Relaciona algebra

- Relaciona algebra je struktura

$$A = (U, D_s, \text{dom}, S, \text{rbp}, \Omega, O)$$

- $U$  – univerzalni skup obeležja
- $D_s$  – skup domena
- $\text{dom}: U \rightarrow D_s$  - domenska funkcija
- $S=(S, I)$  – šema relacione baze podataka
- $\text{rbp}$  – relaciona baza podataka nad  $S$
- $\Omega$  - skup relacionih operatora, logičkih funkcija i logičkih operatora
- $O=\{U, \cap, -, \delta, \sigma_F, \pi, \triangleright \triangleleft, \times, [F], \div\}$


# Relacioni račun

- Drugi teoretski model upitnog jezika relacionih baza podataka
- Definisan je na principima predikatskog računa
- Prednosti u odnosu na relacionu algebru:
  - višeg nivoa deklarativnosti
  - poseduje mehanizme za eksplicitno definisanje tipa i konteksta promenljive

# Osobine

- Naglašena deklarativnost: formule relacionog računa su predikatskog tipa
- Tip i kontekst promenljive relacionog računa se definišu u odnosu na univerzalni skup obeležja  $U$ , saglasno upotrebi univerzalnog i egzistencijalnog kvantifikatora



- 
- Dve vrste relacionog računa:
    - relacioni račun nad torkama (promenljiva formule reprezentuje torku definisanu nad skupom obeležja  $X$ ,  $X \subseteq U$ )
    - relacioni račun nad domenima (promenljiva formule predstavlja vrednost obeležja iz univerzalnog skupa  $U$ )
  - Principi formiranja formula su isti