



## Projektovanje šeme relacione BP

---

*Anomalije ažuriranja,  
normalne forme*

# Sadržaj

---

- Anomalije ažuriranja
- Osnovni projektantski kriterijumi
- Normalne forme i normalizacija

# Anomalije ažuriranja

---

- **Motivacija za potrebu projektovanja šeme BP**
  - šema univerzalne relacije (***U***, ***OGR***) se, praktično, ne može implementirati, jer
    - skupovi ***U*** i ***OGR*** su preglomazni (i do nekoliko hiljada obeležja i ograničenja)
    - nemoguće je (***U***, ***OGR***) sagledati u celini, a to nema ni logičkog smisla
    - univerzalna relacija bi bila, takođe, prevelika
    - javljaju se anomalije ažuriranja
    - javlja se nepotrebna redundansa podataka

# Anomalije ažuriranja

---

- **Vrste anomalija ažuriranja**
  - anomalije upisa
  - anomalije brisanja
  - anomalije modifikacije (redundanse)

# Anomalije ažuriranja

---

- **Anomalije upisa**

- moraju se, pri pokušaju upisa podataka o jednom entitetu, znati vrednosti obeležja svih povezanih entiteta
- potrebno je zadati sve vrednosti obeležja ključa
  - a neke od njih, međutim, nisu poznate u trenutku upisa

- **Anomalije brisanja**

- brisanjem jedne torke gube se, na neželjen način, informacije o različitim realnim entitetima
  - koji su povezani sa entitetom kojeg reprezentuje brisana torka

# Anomalije ažuriranja

---

- **Anomalije modifikacije (redundanse)**
  - modifikacija vrednosti obeležja istog realnog entiteta obavlja se na više mesta u relaciji
    - jer se nepotrebno ponavlja na više mesta u relaciji
  - često, za takvu operaciju, zahteva se prolaz kroz celu relaciju

# Anomalije ažuriranja

---

- Primer

- semantika obeležja koja postoje u univerzalnom skupu obeležja ***U***

- *BRI* - broj indeksa
    - *IME* - ime studenta
    - *PRZ* - prezime studenta
    - *BPI* - broj položenih ispita
    - *OZP* - oznaka predmeta
    - *NAP* - naziv predmeta
    - *NAS* - prezime nastavnika
    - *OCE* - ocena na ispitu

# Anomalije ažuriranja

- Primer

## *Student*

<i>BRI</i>	<i>IME</i>	<i>PRZ</i>	<i>BPI</i>	<i>OZP</i>	<i>NAP</i>	<i>NAS</i>	<i>OCE</i>
159	Ivo	Ban	13	P1	Mat	Han	09
159	Ivo	Ban	13	P2	Fiz	Kun	08
013	Ana	Tot	09	P1	Mat	Pap	06
119	Eva	Kon	15	P3	Hem	Kiš	07
159	Ivo	Ban	13	P3	Hem	Kiš	10
119	Eva	Kon	15	P1	Mat	Han	09
159	Ivo	Ban	13	P4	Mat	Car	10
037	Eva	Tot	01	P4	Mat	Car	10

# Anomalije ažuriranja

---

- Primer nekih anomalija ažuriranja
  - Ne mogu se upisati podaci o novom studentu, dok student ne položi makar jedan ispit
  - Brisanjem poslednjeg položenog ispita nekog studenta, gube se i osnovni podaci (*IME*, *PRZ* i *BPI*) o studentu
  - Promena prezimena jednog studenta se mora sprovesti u više od jedne torke

# Anomalije ažuriranja

---

- Primer

$$F = \{BRI \rightarrow IME + PRZ + BPI, IME + PRZ \rightarrow BRI, OZP \rightarrow NAP, \\ NAS \rightarrow OZP + NAP, BRI + OZP \rightarrow OCE + NAS\}$$

- šema relacije *Student* ima četiri ključa

- $K_1 = BRI + NAS$ ,  $K_2 = IME + PRZ + NAS$ ,
    - $K_3 = BRI + OZP$ ,  $K_4 = IME + PRZ + OZP$

- Pojam ključa

- vrlo bitan za sagledavanje anomalija ažuriranja

# Sadržaj

---

- Anomalije ažuriranja
- Osnovni projektantski kriterijumi
- Normalne forme i normalizacija

# Osnovni projektantski kriterijumi

---

- U teoriji RMP polazi se od pretpostavke
  - da jedna šema relacije ( **$U$** ,  **$OGR$** ) predstavlja inicijalni model realnog sistema
- Projektovanje šeme BP
  - može se vršiti dekomponovanjem (rastavljanjem) šeme relacije ( **$U$** ,  **$OGR$** ) na više drugih šema relacija relacione šeme BP ( $S$ ,  $I$ )

# Osnovni projektantski kriterijumi

---

- Šema BP  $(S, I)$  treba da zadovolji sledeće kriterijume u odnosu na  $(U, OGR)$

- **(K1)**

- da predstavlja dekompoziciju ŠUR

$$(\forall N_i \in S)(R_i \neq \emptyset) \wedge \cup_{N_i \in S}(R_i) = U$$

- **(K2)**

- da se garantuje spojivost bez gubitaka informacija

$$r(U, OGR) = \triangleright \triangleleft_{N_i \in S}(r_i(R_i))$$

# Osnovni projektantski kriterijumi

---

- Šema BP ( $S, I$ ) treba da zadovolji sledeće kriterijume u odnosu na ( $U, OGR$ )
  - **(K3)**
    - skup svih ograničenja da bude ekvivalentan polaznom skupu ograničenja **OGR**

$$\cup_{N_i \in S} (O_i) \cup I \equiv OGR$$

- **(K4)**
  - da se otklone sve anomalije ažuriranja
- U praksi je, često, nemoguće, ili nepotrebno strogo ispoštovati kriterijume **K1-K4**
  - kriterijumi se mogu, po potrebi, “oslabiti”

# Osnovni projektantski kriterijumi

- Pojmovi relacionog MP, važni za projektovanje relacije šeme BP
  - funkcionalna zavisnost  $X \rightarrow Y$ ,  $XY \subseteq U$ 

$$(\forall u, v \in r)(u[X] = v[X] \Rightarrow u[Y] = v[Y])$$
  - projekcija skupa fz  $F$  na skup obeležja  $X \subseteq U$ 

$$F|_X = \{V \rightarrow W \mid F \models V \rightarrow W \wedge VW \subseteq X\}$$
  - projekcija relacije  $r$  na skup obeležja  $X \subseteq R$ 

$$\pi_X(r(R)) = \{t[X] \mid t \in r(R)\}$$
  - prirodni spoj relacija  $r_1(R_1, F_1)$  i  $r_2(R_2, F_2)$ 

$$r_1 \triangleright \triangleleft r_2 = \{t \mid t[R_1] \in r_1 \wedge t[R_2] \in r_2\}$$

# Sadržaj

---

- Anomalije ažuriranja
- Osnovni projektantski kriterijumi
- Normalne forme i normalizacija

# Normalne forme i normalizacija

---

- Moguće je izbegavanje, ili u idealnom slučaju, potpuno uklanjanje anomalija ažuriranja
- Šema BP treba da zadovolji kriterijum odgovarajuće normalne forme
- Postoji sedam normalnih formi
  - 1NF, 2NF, 3NF, BCNF
  - 4NF, 5NF (PJNF), DKNF
- Za praksu su najbitnije prve četiri
  - temelje se na pojmovima fz i ključa

# Normalne forme i normalizacija

---

- **Prva normalna forma (1NF)**
  - šema relacije  $N(R, O)$  je u 1NF ako
    - $R$  sadrži samo elementarna obeležja
    - za svaku pojavu  $r(N)$  važi da su sve vrednosti svih obeležja iz  $R$  atomarne
      - ne predstavljaju niz, ili skup drugih vrednosti iz domena obeležja
- Šema BP  $(S, I)$  je u 1NF ako su sve šeme relacija skupa  $S$  u 1NF

# Normalne forme i normalizacija

- Primer
  - 1NF,  $\neg$ (1NF)

<i>r</i>	<i>N</i>	<i>I</i>	<i>P</i>
	$n_1$	$i_1$	$p_1$
	$n_1$	$i_1$	$p_2$
	$n_2$	$i_1$	$p_1$
	$n_3$	$i_2$	$p_3$

<i>r</i>	<i>N</i>	<i>I</i>	<i>P</i>
	$n_1$	$i_1$	$(p_1, p_2)$
	$n_1$	$i_1$	$(p_3, p_4)$
	$n_2$	$i_1$	$(p_1, \omega)$
	$n_3$	$i_2$	$(p_3, \omega)$

# Normalne forme i normalizacija

- **Druga normalna forma (2NF)**

- šema relacije  $N(R, F)$  sa skupom ključeva  $K$  je u 2NF ako je

- u 1NF i
    - ako je svako neprimarno obeležje u potpunoj funkcionalnoj zavisnosti od svakog ključa

$$(\forall A \in R \setminus K_{pr})(\forall X \in K)(\forall Y \subset X)(F \not\models Y \rightarrow A)$$

- $K_{pr} = \cup_{X \in K} (K)$  - skup primarnih obeležja šeme relacije  $N$

- Šema BP  $(S, I)$  je u 2NF ako su sve šeme relacija skupa  $S$  u 2NF

# Normalne forme i normalizacija

- Primer
  - $\neg(2NF)$

~~*Student*({*BRI*, *PRZ*, *IME*, *BPI*, *OZP*, *NAP*},  
{*BRI*→*PRZ+IME+BPI*, *OZP*→*NAP*})~~

- *K* = {*BRI+OZP*}
- *BRI+OZP*→*NAP*
  - *NAP* - neprimarno obeležje
  - nepotpuna fz
  - sledi iz *OZP*→*NAP*
- *BRI+OZP*→*PRZ+IME+BPI*
  - *PRZ*, *IME*, *BPI* - neprimarna obeležja
  - nepotpuna fz
  - sledi iz *BRI*→*PRZ+IME+BPI*

# Normalne forme i normalizacija

## • Treća normalna forma (3NF)

– šema relacije  $N(R, F)$  sa skupom ključeva  $K$  je u 3NF ako je

- u 1NF i
- ako je svako neprimarno obeležje samo u netranzitivnoj funkcionalnoj zavisnosti od svakog ključa

$$(\forall A \in R \setminus K_{pr})(\forall X \in K)(\forall Y \subseteq R \setminus \{A\})(F \models Y \rightarrow A \Rightarrow F \models Y \rightarrow X)$$

–  $K_{pr} = \cup_{K \in \mathcal{K}} K$  - skup primarnih obeležja šeme relacije  $N$

- Šema BP  $(S, I)$  je u 3NF ako su sve šeme relacija skupa  $S$  u 3NF

# Normalne forme i normalizacija

---

- Primer

- 2NF i  $\neg$ (3NF)

~~*Student*({*BRI*, *PRZ*, *IME*, *SOD*, *NAO*},  
{*BRI*→*PRZ*+*IME*+*SOD*, *SOD*→*NAO*})~~

- $K = \{BRI\}$

- $BRI \rightarrow NAO$

- tranzitivna FZ

- *BRI* je ključ

- *NAO* je neprimarno obeležje

- sledi iz  $BRI \rightarrow SOD$  i  $SOD \rightarrow NAO$  i  $\neg(SOD \rightarrow BRI)$

# Normalne forme i normalizacija

---

- **Boyce-Codd normalna forma (BCNF)**

- šema relacije  $N(R, F)$  sa skupom ključeva  $K$  je u BCNF ako je

- u 1NF i
    - svaka netrivialna funkcionalna zavisnost bilo kog atributa mora sadržati ključ s leve strane

$$(\forall A \in R)(\forall Y \subseteq R \setminus \{A\})(F \models Y \rightarrow A \Rightarrow (\exists X \in K)(X \subseteq Y))$$

- Šema BP  $(S, I)$  je u BCNF ako su sve šeme relacija skupa  $S$  u BCNF

# Normalne forme i normalizacija

---

- Primer

- 3NF i  $\neg$ (BCNF)

*Poveravanje*({OZP, NAP, OZN}, {OZP→NAP, NAP→OZP})

- $K = \{OZP+OZN, NAP+OZN\}$

- $OZP+OZN \rightarrow NAP$

- $OZP+OZN$  je ključ
- nepotpuna fz
- sledi iz  $OZP \rightarrow NAP$

# Normalne forme i normalizacija

---

- Odnos uslova normalnih formi
  - 1NF je potreban uslov za sve više normalne forme
    - ugrađen u definicije uslova svih ostalih normalnih formi
  - 3NF  $\Rightarrow$  2NF
    - dokaz
      - $\neg 2NF \Rightarrow \neg 3NF$
      - $\neg 2NF \Rightarrow (\exists A \in R \setminus K_{pr})(\exists X \in K)(\exists Y \subset X)(F \models Y \rightarrow A)$
      - $\Rightarrow$  Za takve  $X$ ,  $Y$  i  $A$  važi:  $X \rightarrow Y$ ,  $Y \rightarrow A$  i  $\neg(Y \rightarrow X)$
      - $\Rightarrow X \rightarrow A$  je tranzitivna fz od ključa  $\Rightarrow \neg 3NF$
    - komentari, za sve netrivialne fz iz  $F^+$ 
      - 2NF i 3NF zabranjuju postojanje nepotpunih fz neprimarnih obeležja od ključa
      - 2NF dozvoljava postojanje fz između neprimarnih obeležja
      - 3NF zabranjuje postojanje fz između neprimarnih obeležja
        - » sve fz neprimarnih obeležja sadrže ključ s leve strane

# Normalne forme i normalizacija

- Odnos uslova normalnih formi
  - Alternativna (ekvivalentna) formulacija uslova 3NF
    - 1NF i
    - svaka netrivialna funkcionalna zavisnost bilo kog neprimarnog atributa mora sadržati ključ s leve strane
 
$$(\forall A \in R \setminus K_{pr})(\forall Y \subseteq R \setminus \{A\})(F \models Y \rightarrow A \Rightarrow (\exists X \in K)(X \subseteq Y))$$
    - dokaz, obratom po kontrapoziciji ( $\Rightarrow$ )
      - $A \in R \setminus K_{pr}, Y \subseteq R \setminus \{A\}$ , važi  $F \models Y \rightarrow A \wedge (\forall X \in K)(X \not\subseteq Y)$
      - $\Rightarrow (\forall X \in K)(F \models X \rightarrow Y \wedge F \models Y \rightarrow A \wedge F \not\models Y \rightarrow X)$ 
        - » inače bi  $Y$  sadržao ključ, što je suprotno  $(\forall X \in K)(X \not\subseteq Y)$
      - $\Rightarrow F \models X \rightarrow A$  je tranzitivna fz, što je kontradiktorno def. 3NF
    - dokaz, obratom po kontrapoziciji ( $\Leftarrow$ )
      - $A \in R \setminus K_{pr}, Y \subseteq R \setminus \{A\}$ , važi  $F \models Y \rightarrow A \wedge F \not\models Y \rightarrow X$
      - $\Rightarrow A \in R \setminus K_{pr}, Y \subseteq R \setminus \{A\}$ , važi  $F \models Y \rightarrow A \wedge (\forall X \in K)(X \not\subseteq Y)$
      - $\Rightarrow$  postoji fz  $Y \rightarrow A$ , takva da  $Y$  ne sadrži ni jedan ključ – kontrad.

# Normalne forme i normalizacija

- Odnos uslova normalnih formi
  - BCNF  $\Rightarrow$  3NF
    - $(\forall A \in R)(\forall Y \subseteq R \setminus \{A\})(F \models Y \rightarrow A \Rightarrow (\exists X \in K)(X \subseteq Y))$
    - $\Rightarrow (\forall A \in R \setminus K_{pr})(\forall Y \subseteq R \setminus \{A\})(F \models Y \rightarrow A \Rightarrow (\exists X \in K)(X \subseteq Y))$ 
      - » pošto je  $R \setminus K_{pr} \subseteq R$
    - $\Rightarrow$  3NF, po prethodnom tvrđenju
  - komentari, za sve netrivialne fz iz  $F^+$ 
    - 2NF zabranjuje postojanje nepotpunih fz neprimarnih obeležja od ključa
    - 2NF dozvoljava postojanje fz između neprimarnih obeležja
    - 3NF zabranjuje postojanje fz između neprimarnih obeležja
      - » sve fz neprimarnih obeležja sadrže ključ s leve strane
    - 3NF dozvoljava postojanje fz primarnih obeležja, koje ne sadrže ključ s leve strane
    - BCNF zabranjuje postojanje fz koje ne sadrže ključ s leve strane

# Normalne forme i normalizacija

- Odnos uslova normalnih formi

Zabrane / Normalne forme	1NF	2NF	3NF	BCNF
nizovi ili skupovi vrednosti obeležja, umesto jedne vrednosti iz domena	NE	NE	NE	NE
nepotpune fz neprimarnih obeležja od ključa iz $F^+$	DA	NE	NE	NE
netrivijalne fz neprimarnih obeležja koje ne sadrže ključ s leve strane – tranzitivne fz neprimarnih obeležja iz $F^+$	DA	DA	NE	NE
netrivijalne fz iz $F^+$ koje ne sadrže ključ s leve strane	DA	DA	DA	NE

# Normalne forme i normalizacija

---

- **Normalizacija**

- postupak projektovanja takvog skupa šema relacija
  - kod kojeg su u celosti, ili delimično, ostvareni osnovni projektantski kriterijumi (**K1-K4**) i
  - zadovoljena je odgovarajuća normalna forma

- Dve metode normalizacije

- Metoda dekompozicije
- Metoda sinteze

# Normalne forme i normalizacija

---

- **Metoda dekompozicije**

- postupak sistematskog rastavljanja šeme relacije na po dve šeme relacije
- postupak započinje od univerzalne šeme relacije
- postupak završava kada se obezbedi da se anomalije ažuriranja u potpunosti, ili u traženoj meri izbegnu
  - postizanjem željene normalne forme (do 5NF)

# Normalne forme i normalizacija

---

- **Metoda dekompozicije**

- rastavljanje na osnovu fz (do BCNF) i drugih zavisnosti do viših normalnih formi
  - višeznačnih zavisnosti, do 4NF
  - zavisnosti spoja, do 5NF
- garantuje se očuvanje polaznog skupa obeležja
- garantuje se obezbeđenje spoja bez gubitaka
- ne garantuje se očuvanje polaznog skupa fz
  - može se garantovati očuvanje polaznog skupa fz, do zadovoljenja 3NF
  - može doći do narušavanja polaznog skupa fz, pri prelasku iz 3NF u BCNF

# Normalne forme i normalizacija

---

- **Metoda sinteze**

- postupak sintetizovanja (“sklapanja”) skupa šema relacija, na osnovu definisanog skupa fz i skupa obeležja
- može se garantovati očuvanje polaznog skupa obeležja
- može se garantovati obezbeđenje spoja bez gubitaka, ukoliko je to potrebno
- garantuje se očuvanje polaznog skupa fz
- garantuje se očuvanje uslova 3NF
  - anomalije ažuriranja izbegavaju se do nivoa, definisanog uslovom 3NF

# Završne napomene

---

- Kada je broj obeležja mali (do 20) primena normalizacije se čini nepotrebnom
  - jer bi iste rezultate dao i intuitivni ekspertski pristup
- Kada je broj obeležja veliki
  - manuelna primena normalizacije je teška i podložna greškama
  - ekspertski pristup daje teško predvidive rezultate
- Rešenje
  - primena CASE / MDSD alata
    - projektovanje formalnih specifikacija konceptualne šeme BP
    - niz transformacija formalnih specifikacija za dolazak do
      - implementacione šeme BP
      - interne šeme BP / opisa šeme BP u jeziku ciljnog SUBP

# Literatura

---

- Pavle Mogin, Ivan Luković, Miro Govedarica:  
Principi projektovanja baza podataka
  - Glava 1 i Poglavlje 2.1

# Sadržaj

---

- Anomalije ažuriranja
- Osnovni projektantski kriterijumi
- Normalne forme i normalizacija

# Pitanja i komentari

---



Kraj prezentacije

Projektovanje baza podataka



# Projektovanje šeme relacione BP

---

*Anomalije ažuriranja,  
normalne forme*