



Projektovanje šeme relacione BP

*Anomalije ažuriranja,
normalne forme*

1

Sadržaj



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

2

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

3

Anomalije ažuriranja



- **Vrste anomalija ažuriranja**

- anomalije upisa
- anomalije brisanja
- anomalije modifikacije (redundanse)

4

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

5

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

6

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

7

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

8

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

9

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

10

Sadržaj



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

11

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**)

12

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

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

13

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”

14

Osnovni projektantski kriterijumi



- Pojmovi relacionog MP, važni za projektovanje relacione 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 $r_2(R_2, F_2)$
 $r_1 \triangleright \triangleleft r_2 = \{t \mid t[R_1] \in r_1 \wedge t[R_2] \in r_2\}$

15

Sadržaj



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

16

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

17

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

18

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, ω)
	n_3	i_2	(p_3, ω)

19

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

$$(\forall A \in R \setminus Kpr)(\forall X \in K)(\forall Y \subset X)(F \not\models Y \rightarrow A)$$

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

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

20

Normalne forme i normalizacija



- Primer

- \neg (2NF)

~~$Student(\{BRI, PRZ, IME, BPI, OZP, NAP\},$
 $\{BRI \rightarrow PRZ+IME+BPI, OZP \rightarrow NAP\})$~~

- $K = \{BRI+OZP\}$

- $BRI+OZP \rightarrow NAP$

- NAP - neprimarno obeležje

- nepotpuna fz

- sledi iz $OZP \rightarrow NAP$

- $BRI+OZP \rightarrow PRZ+IME+BPI$

- PRZ, IME, BPI - neprimarna obeležja

- nepotpuna fz

- sledi iz $BRI \rightarrow PRZ+IME+BPI$

21

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

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

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

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

22

Normalne forme i normalizacija



- Primer

- 2NF i \neg (3NF)

~~$Student(\{BRI, PRZ, IME, SOD, NAO\},$
 $\{BRI \rightarrow PRZ + IME + SOD, SOD \rightarrow NAO\})$~~

- $K = \{BRI\}$

- $BRI \rightarrow NAO$

- tranzitivna FZ
- BRI je ključ
- NAO je neprimarno obeležje
- sledi iz $BRI \rightarrow SOD$ i $SOD \rightarrow NAO$ i $\neg(SOD \rightarrow BRI)$

23

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

24

Normalne forme i normalizacija



- Primer
 - 3NF i \neg (BCNF)

Poveravanje($\{OZP, NAP, OZN\}, \{OZP \rightarrow NAP, NAP \rightarrow OZP\}$)

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

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

25

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

26

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.

27

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

28

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

29

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

30

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)

31

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

32

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

33

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

34

Literatura



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

BP – Konceptija BP

35

Sadržaj



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

36



37

Kraj prezentacije

Projektovanje baza podataka



Projektovanje šeme relacione BP

*Anomalije ažuriranja,
normalne forme*

38