



Baze podataka 2

Projektovanje relacione šeme baze podataka

Dr Ivan Luković,
Milan Čeliković
Vladimir Ivančević
Stefan Nikolić

*Anomalije ažuriranja,
normalne forme,
spojivost bez gubitaka.*

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

BRI	IME	PRZ	BPI	OZP	NAP	NAS	OCE
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

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

– šema relacije *Student* ima četiri ključa

- $K1 = BRI+NAS$, $K2 = IME+PRZ+NAS$,
- $K3 = BRI+OZP$, $K4 = IME+PRZ+OZP$

- Pojam ključa

– vrlo bitan za sagledavanje anomalija ažuriranja

Anomalije ažuriranja

- Primer nekih anomalija ažuriranja
 - Ne mogu se upisati podaci o novom studentu, dok student ne položi makar jedan ispit
 - $K3 = \text{BRI} + \text{OZP}$
 - Brisanjem poslednjeg položenog ispita nekog studenta, gube se i osnovni podaci (IME, PRZ i BPI) o studentu
 - $K3 = \text{BRI} + \text{OZP}$
 - Promena prezimena jednog studenta se mora sprovesti u više od jedne torke

Normalne forme

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

Normalne forme

- 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 vredosti svih obeležja 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

$(\forall r \in SAT(U))(\forall A \in U)(\forall t \in r)(t(A) \text{ je elementarno obeležje})$

Normalne forme

- Primer:
 - $U = \{MBR, IME, PRZ, ADR, TEL\}$
 - $F = \{MBR \rightarrow IME + PRZ + ADR + TEL\}$
 - $ADR = \{PTT, MESTO, ULICA, BROJ\}$, $TEL = \{POZBR, BRTEL\}$
 - ako se u skupu U složena obeležja ADR i TEL zamene odgovarajućim skupovima obeležja, u tako dobijenom skupu obeležja važi i f.z. $PTT \rightarrow POZBR$
 - dekomponovanje složenog obeležja na elementarna obeležja može dovesti do definisanja funkcionalnih zavisnosti koje se inače ne bi mogle izraziti

Normalne forme

- Definicija:

Atribut A relacije R je potpuno funkcionalno zavisan od atributa X relacije R, ako je funkcionalno zavisan od atributa X, a nije funkcionalno zavisan ni od jednog pravog podskupa atributa X

F. z. $X \rightarrow A$ se naziva potpunom ako za svako $Y \subset X$ važi $F \not\models Y \rightarrow A$

Normalne forme

- 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

$$(\forall A \in R \setminus K_{pr})(\forall X \in K)(\forall Y \subset X)(F \neq Y \rightarrow A)$$

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

šeme relacije N

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

Normalna forma

- Primer:

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

Normalne forme

- Primer:
 - Nast_Pred ($\{OZN, PRN, OZP, NAP\}, \{OZN \rightarrow OZP + NAP + PRN, OZP \rightarrow NAP, NAP \rightarrow OZP\}$)
 - $K = \{OZN\}$
 - Da li šema relacije zadovoljava 2NF?

Normalne forme

- Definicija:

Netrivijalna f.z. $X \rightarrow A$ je tranzitivna, ako važi $X \rightarrow Y \in F^+$,
 $Y \rightarrow A \in F^+$ a ne važi da $Y \rightarrow X \in F^+$

Normalne forme

- **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

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

- $K_{pr} = \cup_{K \in \mathbf{K}} (K)$ – skup primarnih obeležja šeme relacije N
- Šema BP (S, I) je u 3NF ako su sve šeme relacija skupa S u 3NF

Normalne forme

- Primer:
 - Nast_Pred ($\{OZN, PRN, OZP, NAP\}, \{OZN \rightarrow OZP + NAP + PRN, OZP \rightarrow NAP, NAP \rightarrow OZP\}$)
 - $K = \{OZN\}$
 - Da li je $OZN \rightarrow NAP$ tranzitivna f.z. ?

Normalne forme

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

- šema relacije $N(R, F)$ sa skupovima 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

- Primer
 - $R (\{A, B, C, D\}, \{AC \rightarrow B, BC \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A\})$
 - $K = \{AC, BC\}$
 - $A \rightarrow B$ i $B \rightarrow A$ su netrivialne f.z. koje ne sadrže ključ sa leve strane

Normalne forme

- Primer
 - R1 ($\{A, C, D\}$, $\{AC \rightarrow D\}$), $K = \{AC\}$
 - R2 ($\{A, B\}$, $\{A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$), $K = \{A, B\}$
 - Da li navedene šeme relacija zadovoljavaju BCNF?

Normalne forme

- Primer
 - Student({BRI, SPR, IME, SEM, SSMER, NAZSMER, IMERUK, NAZPRED, OCENA}, {BRI + SPR})
 - $F = \{ \text{BRI} \rightarrow \text{IME} + \text{SEM} + \text{SSMER} + \text{NAZSMER} + \text{IMERUK}, \text{SPR} \rightarrow \text{NAZPRED} + \text{IMERUK}, \text{SSMER} \rightarrow \text{NAZSMER} + \text{IMERUK}, \text{BRI} + \text{SPR} \rightarrow \text{OCENA} \}$
 - U kojoj je normalnoj formi data šema relacije?

Normalne forme

BRI	SPR	IME	SEM	SSMER	NAZSMER	IMERUK	NAZPRED	OCENA
21	121	Ana	5	1	Informacioni Sistemi	Sima	Matematika	7
21	323	Ana	5	1	Informacioni Sistemi	Sima	Baze Podataka	8
21	056	Ana	5	1	Informacioni Sistemi	Sima	Programiranje	8
77	056	Ivan	7	1	Informacioni Sistemi	Sima	Programiranje	10
77	121	Ivan	7	1	Informacioni Sistemi	Sima	Matematika	5
36	323	Mila	4	2	Menadžment	Mika	Baze Podataka	8
36	456	Mila	4	2	Menadžment	Mika	Ekonomija	9
36	442	Mila	4	2	Menadžment	Mika	Marketing	6
36	121	Mila	4	2	Menadžment	Mika	Matematika	7

Normalne forme

- Dekompozicija:
 - Student({BRI, IME, SEM, SSMER, NAZSMER, IMERUK}, {BRI})
 - Prijava({BRI, SPR, NAZPRED, OCENA}, {BRI + SPR})

Normalne forme

- **Prijava** ({BRI, SPR, NAZPRED, OCENA}, {BRI + SPR})

BRI	SPR	NAZPRED	OCENA
21	121	Matematika	7
21	323	Baze Podataka	8
21	056	Programiranje	8
77	056	Programiranje	9
77	121	Matematika	10
36	323	Baze Podataka	7
36	456	Ekonomija	9
36	442	Menadžement	6
36	121	Matematika	7

- Nepotpuna f.z.
BRI + SPR → NAZPRED
+ OCENA
usled SPR → NAZPRED
- Nije u 2NF

- Dekompozicija: Predmet({SPR, NAZPRED}, {SPR})
Prijava1({BRI, SPR, OCENA}, {BRI + SPR})

Normalne forme

- Student({BRI, IME, SEM, SSMER, NAZSMER, IMERUK}, {BRI})
 - BRI \rightarrow SSMER
 - SSMER \rightarrow NAZSMER
 - SSMER \nrightarrow BRI
 - Dekompozicija:
 - Student1({BRI, IME, SEM, SMER}, {BRI})
 - Smer({SSMER, NAZSMER, IMERRUK}, {SSMER})
- BRI \rightarrow NAZSMER
je tranzitivna

Normalne forme

- Student({BRI, IME, SEM, SSMER},{BRI})
- Smer({SSMER, NAZSMER, IMERUK}, {SSMER})
- Predmet({SPR, NAZPRED}, {SPR})
- Prijava({BRI, SPR, OCENA}, {BRI+SPR})

Normalne forme

- Zadatak:
 - $U = \{A, B, C, D, E\}$, $F = \{A \rightarrow D, D \rightarrow E, AB \rightarrow C\}$
 - Odrediti u kojoj normalnoj formi je šema relacije (U, F) .

Normalne forme

- Zadatak:
 - NastPredStud($\{OZN, OZP, BRI\}$,
 $\{OZN \rightarrow OZP, BRI + OZP \rightarrow OZN\}$)
 $K = \{BRI + OZN, BRI + OZP\}$
 - Odrediti u kojoj normalnoj formi je šema relacije.

Spojivost bez gubitaka

- Pravilo za dekomponovanje i spajanje bez gubitaka za dve šeme relacije
 - pri projektovanju šeme BP, polazni (U, F) treba dekomponovati na šeme relacije
$$(R_1, F_1) \text{ i } (R_2, F_2)$$
 - tako da bude zadovoljeno
 - $R_1 \cup R_2 = U$
 - $K_1 \subseteq R_1 \cap R_2$ ili $K_2 \subseteq R_1 \cap R_2$
 - K_1 – ključ šeme relacije (R_1, F_1) , K_2 – ključ šeme relacije (R_2, F_2)
 - jedna šema relacije mora sadržati ključ druge šeme relacije
 - relacije nad (R_1, F_1) i (R_2, F_2) se smeju spajati samo ako važi $K_1 \subseteq R_1 \cap R_2$ ili $K_2 \subseteq R_1 \cap R_2$

Spojivost bez gubitaka

- **Teorema o spojivosti bez gubitaka**
 - dati su (U, F) , (R_1, F_1) i (R_2, F_2) , tako da je
 - $R_1 \cup R_2 = U$
 - $F_1 = F|_{R_1}$ i $F_2 = F|_{R_2}$
 - $\triangleright\triangleleft(R_1, R_2)$ označava zavisnost spoja
 - kojom se grantuje spojivost bez gubitaka za (U, F) , (R_1, F_1) i (R_2, F_2)
 - važi ekvivalencija
 - $F| = \triangleright\triangleleft(R_1, R_2)$ akko
 - $F| = R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1 \setminus R_2 \vee F| = R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2 \setminus R_1$

Spojivost bez gubitaka

- Zadatak:

$U = \{R, I, P, M, O, S\}$

$F = \{R \rightarrow I+P, M \rightarrow O, R+M \rightarrow S\}$

R – šifra radnika

I – ime radnika

P – prezime radnika

M – šifra mašine

O – naziv mašine

S – broj sati nedeljnog angažovanja radnika na mašini

Normalne forme

- Pretpostavimo da je isprojektovan skup šema relacija šeme baze podataka:
- $S = \{R_1(\{R, I, P\}, \{R \rightarrow I, R \rightarrow P\})$
 $R_2(\{M\}, \{\})$
 $R_3(\{M, R, S, O\}, \{M+R \rightarrow S, M \rightarrow O\}) \}$
- Da li je obezbeđena spojivost ŠBP bez gubitaka informacija?
- Da li se u nekoj od relacija $r_1(R_1)$, $r_2(R_2)$, $r_3(R_3)$ mogu javiti anomalije ažuriranja?
- Da li je skup šema relacija u 3NF?

Spojivost bez gubitaka

- Zadatak:

Dat je skup obeležja $\{D, N, M, P, O\}$ i skup f.z. $\{D \rightarrow N, N \rightarrow D, D \rightarrow M, P \rightarrow O\}$

D – oznaka dela O – naziv proizvođača

N – naziv dela Deo d se proizvodi na jednoj mašini m

M – mašina

P – oznaka proizvođača

Projektovanjem su definisane tri šeme relacije

$R_1(\{D, M\}, \{D \rightarrow M\})$

$R_2(\{D, N, P\}, \{D \rightarrow N, N \rightarrow D\})$

$R_3(\{P, O\}, \{P \rightarrow O\})$

Spojivost bez gubitaka

Pojave nad tim šemama relacije su:

D	M
d1	m1
d2	m1
d3	m2

P	O
p1	o1
p2	o1
p3	o2
p4	o3

D	N	P
d1	n1	p1
d1	n1	p2
d2	n2	p1
d2	n2	p3
d3	n3	p3
d1	n1	p4

- Odrediti ključeve šeme relacije
- U kojoj normalnoj formi se nalaze date ŠR?
- Koje anomalije se mogu javiti pri ažuriranju datih ŠR?

Spojivost bez gubitaka

- Zadatak:

$$U = \{A, B, C, D\}$$

$$F1 = \{C \rightarrow D, C \rightarrow A, B \rightarrow C\}$$

$$F2 = \{B \rightarrow C, D \rightarrow A\}$$

$$F3 = \{ABC \rightarrow D, D \rightarrow A\}$$

$$F4 = \{A \rightarrow B, BC \rightarrow D, A \rightarrow C\}$$

$$F5 = \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, C \rightarrow A, D \rightarrow B\}$$

Za svaku šemu relacije R odrediti u kojoj normalnoj formi se nalazi.

Spojivost bez gubitaka

- Zadatak:

$$U = \{A, B, C, D, E\}$$

$$F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow B, D \rightarrow E\}$$

U kojoj normalnoj formi se nalaze data ŠR (U, F)?

Spojivost bez gubitaka

- Zadatak:

$$U = \{A, B, C, D, E, F, G, H\}$$

$$F = \{ABC \rightarrow D, ABC \rightarrow E, AG \rightarrow H, A \rightarrow G, G \rightarrow B, H \rightarrow AE, AC \rightarrow H\}$$

$$N_1(\{A, E, G, H\}, \{A, H\}) \quad \text{a) U kojoj normalnoj}$$

$$N_2(\{A, C, F\}, \{ACF\}) \quad \text{formi se nalaze date}$$

$$N_3(\{A, C, D, H\}, \{AC\}) \quad \text{ŠR?}$$

$$N_4(\{B, G\}, \{G\}) \quad \text{b) Da li je očuvana spojivost bez gubitaka?}$$

Spojivost bez gubitaka

- Zadatak:

$$U = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L\}$$

$$F = \{A \rightarrow BC, D \rightarrow EF, G \rightarrow ABHI, GJ \rightarrow KLDE, GD \rightarrow JKLE\}$$

$$N_1(\{A, B, C\}, \{A\})$$

a) U kojoj normalnoj

$$N_2(\{D, E, F\}, \{D\})$$

formi se nalaze date ŠR?

$$N_3(\{A, B, G, H, I\}, \{G\})$$

$$N_4(\{D, E, G, J, K, L\}, \{GJ, GD\})$$

b) Da li je očuvana spojivost bez gubitaka?

Spojivost bez gubitaka

- Zadatak:

$$U = \{A, B, C, D, E, G, H\}$$

- $F = \{AB \rightarrow C, AC \rightarrow B, AD \rightarrow E, B \rightarrow D, BC \rightarrow A, E \rightarrow G\}$

U kojoj normalnoj formi se nalaze ŠR sa sledećim skupom obeležja?

(a) *ABC*,

(b) *ABCD*,

(c) *ABCEG*,

(d) *DCEGH*,

(e) *ACEH*

Spojivost bez gubitaka

- Zadatak:

$$U = \{A, B, C, D, E, G, H\}$$

- $F = \{AB \rightarrow C, AC \rightarrow B, AD \rightarrow E, B \rightarrow D, BC \rightarrow A, E \rightarrow G\}$

Dekompozicijom su dobijene šeme relacija sa sledećim skupom obeležja ABC, ACDE, ADG.
Da li je očuvana spojivost bez gubitaka?