

PROJEKTOVANJE FAZI RELACIONIH MODELA BAZA PODATAKA FUZZY RELATIONAL DATABASE MODEL DESIGNING

Miljan Vučetić, Fakultet organizacionih nauka
miljanvucetic@gmail.com

REZIME: Fazi relacioni modeli baza podataka omogućavaju manipulisanje nepreciznim i neodređenim informacijama. Klasični relacioni modeli imaju restrikciju i ograničenje jer integrišu precizne i tačne informacije, dok je većina informacija u realnom svetu "fuzzy". Za logičko projektovanje ovih modela koristi se postupak normalizacije tabela ili E-R modeli. U ovom radu prikazan je teorijski pristup koji se koristi u logičkom modelovanju fazirelacija zasnovan na q-fazinormalnim formama. Veoma važnu ulogu u definisanju q-fazinormalnih formi imaju fazifunkcionalne nezavisnosti. Ovaj radni okvir predstavlja proširenje teorije normalizacije odnosno grupisanja atributa u posebne relacije koji koristimo u klasičnim relacionom bazama podataka. Na kraju predstavljamo i dekompoziciju fazirelacije u q-trećufazinormalnu formu (q-F3NF) uz očuvanje postojećih zavisnosti.

KLJUČNE REČI: Fazirelacija, fazifunkcionalne nezavisnosti, q-fazinormalne forme, projektovanje, dekompozicija, teorija normalizacije.

ABSTRACT: A fuzzy relational database models allow manipulation of imprecise and uncertain information. Crisp models have limitations and restrictions because they integrate precise and accurate information, while most of the information in the real world is "fuzzy". Normalization theory and E-R models are used for the logical database design of these models. In this paper we present the theoretical approach used for the logical modeling of fuzzy relational database design based on the q-fuzzy normal forms. Fuzzy functional dependencies play an important role in defining q-fuzzy normal forms. This framework is an extension of the normalization theory for the classical relational data model related to attribute's grouping in particular relations. Finally, we introduce the decomposition of fuzzy models into q-Fuzzy Third Normal Form (q-F3NF) with preserving existing dependencies.

KEY WORDS: Fuzzy relation, fuzzy functional dependency, q-fuzzy normal forms, database design, decomposition, normalization theory.

1. UVOD

Poseban značaj u radu sa relacionim bazama podataka ima struktuiranje i organizacija samih podataka. Podatke je na nivou korisnika potrebno struktuirati, a na fizičkom nivou organizovati tako da njihovo održavanje bude najlakše, a manipulisanje njima najefikasnije. Skup postupaka kojima se dolazi do dobro struktuiranih podataka u bazi podataka naziva se metodama logičkog projektovanja baze podataka. Skup postupaka kojima se podaci fizički organizuju u bazi, tako da im je pristup i održavanje najefikasnije, naziva se metodama fizičkog projektovanja, tj. metodama fizičke organizacije podataka. Ogromnu ulogu u logičkom dizajnu baza podataka imaju funkcionalne zavisnosti, višeznačne zavisnosti, zavisnosti pridruživanja. U ovom radu prikazan je teorijski okvir za modelovanje fazi relacionih modela koji omogućavaju manipulisanje nepreciznim i neodređenim informacijama iz realnog okruženja. Cilj rada je prikazati osnovne smernice koje koriste projektanti prilikom modelovanja fazi baza podataka, a pod tim podrazumevamo i dekompoziciju fazi relacije koju daje prethodna analiza i teorija.

Pod logičkim projektovanjem relacione baze podataka podrazumeva se projektovanje šeme relacione baze podataka, tj. grupisanje pojedinih atributa u posebne relacije ili izdvajanje uočenih entiteta i odnosa među entitetima u posebne relacije, a sve to na osnovu analize informacionog okruženja. Značaj dobrog logičkog projektovanja leži u činjenici da je takvu bazu moguće efikasno održavati, te da je manipulisanje podacima u njoj jednostavno i pouzdano [1]. Teorija normalizacije pred-

stavlja jednu od najznačajnijih metoda, koja je zasnovana na normalnim formama i koju koristimo u projektovanju relacionih modela baza podataka.

Kvalitet logičkog dizajna baza podataka uvek zavisi od toga koliko uspešno dizajn modela odgovara realnom svetu. Klasične relacione baze podataka nam omogućavaju da dizajniramo bazu sa informacijama iz realnog sveta koje su sve precizne i tačne. Zapravo, ova pretpostavka predstavlja restrikciju, jer u bazu mogu da se skladište samo precizne informacije. Ovo ima za krajnju posledicu gubitak informacija. Neprecizne informacije su posebno važne u sistemima i aplikacijama koji su uključeni u proces donošenja odluka. Najpogodniji način da se neprecizne informacije sačuvaju u bazi jeste da se povežu sa konceptom fazi logike. Tako podaci u bazi dobijaju prefiks fazi, a tabele sa podacima postaju fazi relacije.

2. FAZI RELACIONI MODEL BAZE PODATAKA

Neka je **Radnik** (Ime_Prezime, Godine, Iskustvo, Produktivnost, Jezik, Pozicija, Zarada) relaciona šema i r fazi relacija nad relacijskom šemom Radnik. Vrednost atributa A u n-torci ti označićemo sa a_i , a pridruženi stepen pripadnosti $m(A_i)$, te dobijamo uređeni par $(a_i, m(A_i))$. U ovom slučaju nešto što je lingvistički izraz možemo da zemenimo sa fazi vrednošću (fazi brojem). Na ovaj način možemo da fazifikujemo relacioni model baze podataka i dobijemo GEFRED (General Fuzzy Relational Database)[2] model za potrebe istraživanja i ispitivanja različitih tema u ovoj oblasti, a između ostalog i pro-

jektovanja fazi relacionih baza podataka. Prilikom definisanja funkcija pripadnosti fazi atributa relacije r , uvek je neophodno konstatovati se sa ekspertima - projektantima ili koristiti softvere za fazifikaciju. Tabela 1. prikazuje fazi relaciju r na bazi mogućnostidistribucije koja će nam poslužiti za dekompoziciju u posebne relacije uz očuvanje postojećih fazi funkcionalnih zavisnosti.

| Ime_Prezime | Godine | Iskustvo | Produktivnost | Jezik | Pozicija | Zarada |
|-------------|----------|----------|---------------|--------------|--------------------|----------|
| IP1, 1 | g1, 0.61 | i1, 0.76 | p2, 0.65 | Engleski, 1 | Sistem inženjer, 1 | z2, 0.81 |
| IP2, 1 | g3, 0.21 | i3, 0.46 | p3, 0.79 | Engleski, 1 | Menadžer, 1 | z3, 0.92 |
| IP3, 1 | g2, 0.82 | i2, 0.71 | p2, 0.82 | Francuski, 1 | Direktor, 1 | z4, 0.89 |
| IP4, 1 | g2, 0.78 | i1, 0.89 | p1, 0.90 | Ruski, 1 | Prodaja, 1 | z1, 0.67 |
| IP5, 1 | g1, 0.85 | i2, 0.73 | p3, 0.60 | Francuski, 1 | Nabavka, 1 | z2, 0.32 |

Tabela 1. – Fazi relacija Radnik

3. FAZI FUNKCIONALNE ZAVISNOSTI

Značaj funkcionalnih zavisnosti se ogleda pre svega u mogućnosti da prilikom dizajniranja šeme baze, eliminišemo redundansu koja je svakako prisutna. Za par atributa X i Y kažemo da postoji funkcionalna zavisnost $X \rightarrow Y$, ako je $t[X]=t'[X]$ onda važi i $t[Y]=t'[Y]$. tj:

$$t[X]=t'[X] \quad t[Y]=t'[Y]$$

pri čemu je $t[X]$ projekcija n -torke (vrste) t na attribute X [3].

Kod fazi funkcionalnih zavisnosti se ne možemo osloniti na koncept jednakosti. Sozat i Yazici [4] u analizi fazi funkcionalnih zavisnosti koriste relaciju sličnosti. U tom slučaju kažemo: Ako je $t[X]$ slično sa $t'[X]$, $t[Y]$ je takođe slično sa $t'[Y]$, i pišemo:

$$X \xrightarrow{F} Y.$$

Tipičan primer fazi funkcionalne zavisnosti (FFZ): "Zaposleni sa sličnim iskustvom imaju slične plate". Iskustvo i plata su atributi koji mogu da imaju vrednosti u vidu lingvističkih izraza. Jedan od načina da izrazimo stepen zavisnosti je koristeći prag vrednosti. Za prethodna dva primera imamo: "Zaposleni sa sličnim iskustvom imaju slične plate" – stepen zavisnosti možemo da iskažemo sa vrednošću 0.9 ili "Nivo inteligencije osobe manje ili više određuje uspeh u poslu" – lingvistička snaga 0.6. Ova vrednost se zove jačina zavisnosti, odnosno stepen fazi funkcionalne zavisnosti, i označavamo je sa Θ .

3. FAZI NORMALNE FORME

Logičko projektovanje je vođeno pravilima o grupisanju atributa u relacije na osnovu logičkih veza među atributima. Za relacije koje se dobiju primenom takvih pravila kaže se da se nalaze u odgovarajućim normalnim formama [1]. Zbog

toga su normalne forme čisto sintaksna svojstva zasnovana na algebrici zavisnosti (funkcionalnih, višeznačnih i zavisnosti spajanja). Dakle, projektovanju informacionog sistema može se prići prostim sakupljanjem i registrovanjem svih raspoloživih atributa. U tom slučaju mora se posebno obratiti pažnja na to da logički model ne sadrži redundansu podataka. Tabele sa sirovo "nabacanim" atributima retko kada zadovoljavaju ovaj uslov, jer se pri njihovom modelovanju nije vodilo računa o mogućim vezama među entitetima.

U fazi relacionim modelima baza podataka, gde su vrednosti atributa predstavljeni pomoću mogućnosti distribucije, a domeni definisani pomoću relacije bliskosti, problem anomalija i redundanse podataka i dalje postoji. Chen, Kerre i Vandenbulcke [5] proširuju teoriju normalizacije relacionog modela baza podataka kako bi obezbedili smernice za projektovanje fazi relacionih baza podataka. Normalizacija fazi modela baza podataka zasnovana je na pojmu fazi funkcionalnih zavisnosti, a jedan broj pojmova kao što su ključevi i normalne forme su generalizovani. Kao rezultat toga, formulišu se q -ključevi, prva fazi normalna forma (F1NF), q - druga fazi normalna forma (q-F2NF), q - treća fazi normalna forma (q-F3NF) i q - Boyce-Codd fazi normalna forma.

U fazi relacionim modelima baza podataka, u kojima vladaju fazi funkcionalne zavisnosti, ključ K relacije $R(U)$ se može definisati na način da K funkcionalno određuje U sa određenim stepenom.

Teorijske smernice fazi normalnih formi se definišu kako bi se objasnilo grupisanje atributa u relacionim šemama. Jedan od osnovnih problema, koji egzistira u ovakvim modelima baza podataka, je postojanje delimičnih ili tranzitivnih fazi funkcionalnih zavisnosti koji nameću postojanje redundantnosti i anomalija. Broj normalnih formi se definiše tako da se adekvatno definišu odnosi između atributa.

Generalna forma fazi funkcionalnih zavisnosti koja se koristi prilikom definisanja fazi normalnih formi koristi relaciju bliskosti \approx za mogućnost distribucije na odgovarajućem domenu, fazi operator implikacije I za pravila zaključivanja IF-THEN i \min za operator AND. [5] Konkretno X funkcionalno određuje Y sa stepenom q ako i samo ako je:

$$\min I(\approx(t(X), t'(X)), \approx(t(Y), t'(Y))) \approx q \quad t, t' \in R.$$

Na primer, Ako je $\approx(t(X), t'(X)) = 0.95$ i $\approx(t(Y), t'(Y)) = 0.90$ onda fazi funkcionalna zavisnost zadovoljava $X \xrightarrow{0.9} Y$.

Sada definišemo fazi normalne forme:

Definicija 1. Neka je D_i domen atributa A_i . Relacija se nalazi u prvofazinormalnoj formi (F1NF) ako i samo ako u relaciji R postoji vrednost atributa koja predstavlja isključivo mogućnost distribucije.

Posmatrajmo relaciju R (Ime, Godine, Jezik) koja zadovoljava uslove prve fazinormalne forme:

| Ime | Godine | Jezik |
|-------|------------------------|---------------------|
| Marko | 21 | E |
| Dušan | {0.7/16, 1/17, 0.8/18} | {0.3/F, 0.6/N, 1/E} |
| Petar | {25, 26} | F |

Tabela 2. – Primer F1NF

Napomenimo da relacijanije u prvofazinormalnojformi-
akopostoje višeznačni atributi. Na primer, akoDušan govori
francuski sa stepenom pripadnosti 0.3 i Nemački sa stepenom
0.6 i Engleski sa 1. Dakle, samo jednoznačni atributi, koji su
po prirodi isključivi, zadovoljavaju uslove prve fazi normalne
forme.

Definicija 2. Neka je F skup fazi funkcionalnih zavisno-
sti relacije R, a K q-ključ relacije. Relacija je u q-drugoj fazi
normalnoj formi (q-F2NF), ako i samo ako je R u F1NF i ako
za bilo koji drugi atribut A, koji nije ključni, važi $K \xrightarrow{a} A$ u F^+
(potpuna fazi funkcionalna zavisnost), $0 \leq a \leq q$, gdje je F^+ pro-
šireniskup fazi funkcionalnih zavisnosti.

Definicija 3. Neka su $X, Y \subseteq U$. Y je potpuno funkcionalno
zavisno od X sa stepenom q, u oznaci $X \xrightarrow{q} Y$, ako i samo ako je
 $X \xrightarrow{q} Y$ i ne postoji $X' \subset X, X' \neq \emptyset$, tako da je $X' \xrightarrow{q} Y$. U suprot-
nom, kažemo da je Y parcijalno zavisno od X sa stepenom q.

Razmotrimo prethodnu relaciju sa $F = \{\text{Ime} \xrightarrow{0.9} \text{Godine}\}$.
 $\{\text{Ime, Jezik}\}$ je 0.9-ključ jer je:

- Ime, Jezik $\xrightarrow{0.9}$ Godine,
- Ime, Jezik $\xrightarrow{1.0}$ Ime
- Ime, Jezik $\xrightarrow{1.0}$ Jezik.

Međutim, R nije u q-F2NF, jer Godine nisu potpuno zavisne
od $\{\text{Ime, Jezik}\}$.

Definicija 4. Neka je F skup fazi funkcionalnih zavisnosti
relacije R, a K q-ključ relacije. Relacija je u q-trećoj fazi nor-
malnoj formi (q-F3NF), ako i samo ako je R u F1NF i za bilo
koju zavisnost $X \xrightarrow{f} A$ u F^+ , tako da A nije u X, važi da je ili X
q-superključ ili A je q-primarni ključ.

Definicija 5. Neka su $K, S \subseteq U$ i F skup fazi funkcionalnih
zavisnosti u relaciji R. Onda K zovemo q-ključ (ili q-ključ kan-
didat) relacije R ako i samo ako je $K \xrightarrow{q} U \in F^+$ i ako je $K \xrightarrow{q} U$
potpuna funkcionalna zavisnost. Ako relacija R ima više od
jednog q-ključa, onda možemo da odredimo jedan od ključeva
kao q-primarni ključ relacije R. S se zove q-super ključ ako i
samo S sadrži q-ključ.

Definicija 6. Neka su $A \in U, X \subseteq U$ i K q-ključ relacije R. A
se zove q-primarni atribut ako i samo ako $A \in K$. Isto tako, X
se zove q-primarom ako i samo ako je $X \subseteq K$. Za ostale attribute
koji nisu ključni kaže se da su sporedni.

Posmatrajmo relaciju $R(\text{Student\#, Ime, Adresa, Godine})$ i
skup fazi funkcionalnih zavisnosti $F = \{\text{Student\#} \xrightarrow{0.8} \text{Godine},$
 $\text{Student\#} \xrightarrow{0.8} \text{Adresa}, \text{Student\#} \xrightarrow{1} \text{Ime}, \text{Ime} \xrightarrow{1} \text{Student\#}\}$.
Student# je 0.8-ključ. Takođe, iz zadnje fazi funkcionalne
zavisnosti Ime je 0.8-ključ. Bilo koja FFZ u F^+ zadovoljava
ograničenja 0.8-F3NF. Prema tome, relacija je u 0.8-trećoj fazi
normalnoj formi.

Definicija 7. Neka je F skup fazi funkcionalnih zavisnosti
i K q-ključ u relaciji R. Za R kažemo da zadovoljava uslove
q-fazi Boyce-Codd normalne forme, u oznaci q-FBCNF, ako i
samo ako je R u F1NF i za bilo koju zavisnost $X \xrightarrow{f} A$ u F^+ , tako
da A nije u X, važi da je X q-superključ.

4. PROJEKTOVANJE FAZI RELACIONIH BAZA PODATAKA

Pozivajući se na teoriju normalizacije za klasične relacione
baze podataka, kada dekomponujemo fazi relacionu šemu u
veći broj jednostavnijih relacija da bismo eliminisali neželjene
zavisnosti između atributa moramo da vodimo računa da ne
dođe do gubitka informacija, a da se pri tome očuvaju posto-
jeće zavisnosti [6]. Ova zakonitost mora da bude zadovoljena
u svim fazi relacijama koje su u q-trećoj fazi normalnoj formi
(q-F3NF). Da bismo ovo postigli koristićemo definiciju *deli-
mično (parcijalno) slobodnih fazi funkcionalnih zavisnosti* [5].

Definicija 8. Fazi funkcionalna zavisnost $Y \xrightarrow{q} B$ je parci-
jalno slobodna ako i samo ako ne postoji $X \xrightarrow{a} B$ u F^+ tako da je
 $X \subset Y$ i $a < \theta$. Ako je svaka fazi funkcionalna zavisnost u posma-
tranom skupu F parcijalno slobodna, tada za skup F kažemo da
je parcijalno slobodan.

Navedimo sada i teoremu na osnovu koje i vršimo dekom-
poziciju relacione šeme u q-F3NF relacije odnosno odgovara-
juće projekcije.

Teorema 1. Neka je R relaciona šema, F minimalni skup fazi
funkcionalnih zavisnosti za R i $\rho = \{R_1, R_2, \dots, R_k\}$ dekompozi-
cijarelacione šeme R. Ako je skup F parcijalnoslobodanondap
zadovoljava zahtev za očuvanjem zavisnosti i svaka od R_i ,
 $i=1, 2, \dots, k$ je u q-trećoj fazi normalnoj formi q-F3NF tako da je
 $\Pi_{U_i}(F), YB=U_i$, a $Y \xrightarrow{q} B$ u F.

Dokaz. Kao prvo, ρ zadovoljava zahtev za očuvanjem zavi-
snosti. Drugo, mi dokazujemo da je R_i u q-F3NF. Pretpostavi-
mo suprotno. Onda $\exists X \xrightarrow{a} A$ u $\Pi_{U_i}(F)$ tako da A ne pripada X,
X nije q-superključ i A nije primarni ključ.

Za slučaj $A=B$ imamo da je $XB \subseteq YB$ i B ne pripada X što
implicira $X \in Y$. Nadalje, iz činjenice da X nije superključ, mi
imamo da je $X \subset Y$. A kako je skup F parcijalno slobodan $Y \xrightarrow{q} B$
je parcijalno slobodna fazi funkcionalna zavisnost. Međutim,
za $X \xrightarrow{a} B$ mora da važi $a \geq q$. A to znači da postoji $X \xrightarrow{q} B$ u F^+
koja može da zameni $Y \xrightarrow{q} B$ u F, što je kontradiktorno činjenici
da je F skup sa najmanjom pokrivenošću.

Napomenimo da ako skup F nije parcijalno slobodan onda
se $R_i(U_i)$ u ρ odnosi na skup fazi funkcionalnih zavisnosti
 $\Pi_{U_i}(F)|_{\theta} = \{V \xrightarrow{a} W \mid V \xrightarrow{a} W \text{ u } F^+, VW \subseteq U_i\}$.

Na primer, neka je $R = \{A, B, C, D, E\}$ i skup fazifunkciolanih
zavisnosti $F = \{CD \xrightarrow{\alpha} A, CD \xrightarrow{\beta} B, AD \xrightarrow{\gamma} E, CD \xrightarrow{\delta} E, A \xrightarrow{\epsilon} B,$
 $B \xrightarrow{\zeta} E\}$ i $\varphi > \min(\alpha, \beta)$. Prema teoremi 1. $\rho = \{CDA, CDB, ADE,$
 $CDE, AB, BE\}$. A kako F nije parcijalno slobodan zbog postoj-
janja $A \xrightarrow{\min(\alpha, \beta)} E$ u F^+ . ADE je u φ -F3NF u odnosu na $\Pi_{ADE}(F)|_{\varphi}$,
a ne u odnosu na $\Pi_{ADE}(F)$.

Teorema 2. Neka je R relaciona šema, F minimalni skup
fazi funkcionalnih zavisnosti za R i K θ -ključ za R. Onda je
relaciona šema R_K sa $U' = K$ u 1-F3NF u odnosu na $\Pi_K(F)$.

Dokaz. Pretpostavimo da R_K nije u 1-F3NF. Onda
 $\exists V \xrightarrow{\beta} B \in \Pi_K(F)$ tako da B nije u V, V nije 1-superljuč za R_K
i B nije 1-primarni ključ. Mi isto tako znamo da je $VB \subseteq K$ i
 $K \xrightarrow{\theta} K$. Međutim, važi da je K 1-ključ od K (akoni je, prema-
definicijiza 1-ključ, mora da postoji $Z \subset K$ tako da važi $Z \xrightarrow{1} K$.
Kako je $K \xrightarrow{\theta} U$, a imamo i da je $Z \xrightarrow{\theta} U$, što je kontradiktorno

činjenici da je K θ -ključ relacije šeme R . Sa druge strane, iz $VB \subseteq K$ imamo da je B 1-primarni ključ u RK što je suprotno polaznoj pretpostavci jer važi da je R_K u 1-F3NF.

Sada datu relacionu šemu R i K kao θ -ključ od R možemo da dekomponujemo kao: $\sigma = \rho R_K$, gde je ρ dekompozicija koju smo dobili algoritmom kreiranom iz teoreme 1. Napomenimo da i σ omogućava spajanje bez gubitka informacija, analogno prethodnom.

Definišimo sada i pravila koja ćemo koristiti za projektovanje fazi relacije Radnik na osnovu poznatog skupa fazi funkcionalnih zavisnosti, a koji će da bude u q -trećoj fazi normalnoj formi:

1. Input: fazi relacija Radnik i skup fazi funkcionalnih zavisnosti F ,
2. Output: dekompozicija ρ fazi relacije Radnik,

P1. Ako postoje neki atributi fazi relacije Radnik koji nisu sadržani ni u jednoj fazi funkcionalnoj zavisnosti u skupu F (bilo na levoj ili desnoj strani zavisnosti), onda ovi atributi mogu formirati relaciju $\Pi_{A_i}(F)$ i njih eliminišemo iz relacije Radnik.

P2. Ako neka od fazi funkcionalnih zavisnosti uključuje sve atribute fazi relacije R onda je $\rho = \{R\}$.

P3. Za svaku fazifunkcionalnu zavisnosti $X \xrightarrow{\theta} Y$ u skupu F , kreiraćemo relaciju u ρ tako da je $R_i \in \rho, \Pi_{U_i}(F), U_i = XY$.

5. PRIMENA TEORIJE NORMALIZACIJE U FAZI RELACIJAMA

Posmatrajmo fazi relaciju **Radnik**(Ime_Prezime, Godine, Iskustvo, Produktivnost, Jezik, Pozicija, Zarada) i skup fazi funkcionalnih zavisnosti F za slučaj da je kritična jačina zavisnosti $\Theta_k = 0.70$, koji je prikazan u tabeli 3.

| | |
|---|--|
| Ime_Prezime $\xrightarrow{0.70}$ Godine, | Godine $\xrightarrow{0.70}$ Jezik, |
| Godine $\xrightarrow{0.70}$ Ime_Prezime, | Godine $\xrightarrow{0.70}$ Pozicija, |
| Ime_Prezime $\xrightarrow{0.70}$ Iskustvo, | Produktivnost $\xrightarrow{0.75}$ Jezik, |
| Ime_Prezime $\xrightarrow{0.70}$ Produktivnost, | Pozicija $\xrightarrow{0.70}$ Zarada, |
| Ime_Prezime $\xrightarrow{0.70}$ Jezik, | Zarada $\xrightarrow{0.89}$ Pozicija, |
| Ime_Prezime $\xrightarrow{0.70}$ Pozicija, | Zarada $\xrightarrow{0.81}$ Jezik, |
| Pozicija $\xrightarrow{0.70}$ Ime_Prezime, | Pozicija $\xrightarrow{0.70}$ Jezik, |
| Ime_Prezime $\xrightarrow{0.70}$ Zarada, | Pozicija $\xrightarrow{0.70}$ Produktivnost, |
| Godine $\xrightarrow{0.70}$ Iskustvo, | Produktivnost $\xrightarrow{0.75}$ Godine, |
| Iskustvo $\xrightarrow{0.71}$ Godine, | |

Tabela 3. – Fazi funkcionalne zavisnosti u fazi relaciji Radnik za slučaj $\theta_k = 0.7$

Za datu fazi relaciju i skup fazi funkcionalnih zavisnosti F možemo da uradimo analizu i izvršimo dekompoziciju originalne relacije kako bismo rešili problem anomalija i redundanse. Krenimo redom:

5.1. Prva fazi normalna forma (FINF)

S obzirom da su vrednosti atributa u fazi relaciji prikazanoj u tabeli 1. jednoznačne odnosno u slučaju fazi modela na bazi

mogućnosti distribucije vrednosti atributa predstavljaju isključujuću mogućnost distribucije, konstatujemo da se fazi relacija Radnik nalazi u prvoj fazi normalnoj formi jer zadovoljavaju kriterijume za FINF. Sa druge strane, u slučaju postojanja višeznačnih vrednosti, mogućnost distribucije nije isključujuća jer su vrednosti tj. elementi fazi skupa povezani operatorom AND. U tom slučaju, da bismo dobili fazi model koji zadovoljava kriterijume prve fazi normalne forme, mogućnost distribucije $\pi_A = \{a_1/x_1, a_2/x_2, \dots, a_n/x_n\}$ mora da budetransformisana u veći broj isključujućih, i to: $\pi_{A_i} = \{a_i/x_i\}, i=1,2,\dots,n$.

5.2. q-Druga fazi normalna forma (q-F2NF)

Da bi fazi relacija bila u q -drugoj fazi normalnoj formi, mora da bude u FINF i da svi atributi koji nisu ključni potpuno zavise od q -ključa fazi relacije. U našem primeru, prvi preduslov je ispunjen, Ispitaćemo da li neključni atributi potpuno ili parcijalno zavise od q -ključa relacije.

Analizirajmo sada identifikovani skup fazi funkcionalnih zavisnosti koji je prikazan u tabeli 3. U ovom primeru Ime_Prezime je 0.7-ključ relacije. Kako svi ostali atributi, tj. atributi koji nisu ključni, potpuno zavise od 0.7-ključa Ime_Prezime, $q = \min(0.7, 0.7, 0.7, 0.7, 0.7, 0.7) = 0.7$:

- Ime_Prezime $\xrightarrow{0.70}$ Godine,
- Ime_Prezime $\xrightarrow{0.70}$ Iskustvo,
- Ime_Prezime $\xrightarrow{0.70}$ Produktivnost,
- Ime_Prezime $\xrightarrow{0.70}$ Jezik,
- Ime_Prezime $\xrightarrow{0.70}$ Pozicija,
- Ime_Prezime $\xrightarrow{0.70}$ Zarada,

zaključujemo da je fazi relacija **Radnik** u 0.7-F2NF.

Napomenimo ovde da q -druga fazi normalna forma q -F2NF nema veći praktični značaj za projektovanje fazi relacionih modela baza podataka, za razliku od q -treće fazi normalne forme q -F3NF. Zbog toga nije od presudne važnosti da li neka fazi relacija zadovoljava kriterijume q -F2NF. U definiciji za q -F3NF vidimo da je dovoljan i potreban uslov da je fazi relacija u q -F3NF da je u FINF i da ispunjava kriterijume treće fazi normalne forme. Dakle, q -druga fazi normalna forma ne rešava problem anomalija i redundancije u fazi relacijama. Kao i kod klasičnih relacionih baza podataka i u slučaju fazi relacionih modela važi:

$$q\text{-F3NF} \subset q\text{-F2NF} \subset \text{FINF}.$$

5.3. q-Treća fazi normalna forma (q-F3NF)

Za dovođenje fazi relacija u q -treću fazi normalnu formu koristićemo teoreme, pravila i definicije koje su prikazane u trećem i četvrtom poglavlju ovog rada. Ova fazi normalna forma ima najveći praktični značaj kada je reč o projektovanju fazi relacionih modela baza podataka. Napomenimo da pravila projektovanja omogućavaju dekompoziciju fazi relacija u q -F3NF uz očuvanje postojećih fazi funkcionalnih zavisnosti i spajanje bez gubitka informacija. Da bismo analizu učinili jednostavni-

jom i preglednijom atribute fazi relacija (Ime_Prezime, Godine, Iskustvo, Produktivnost, Jezik, Pozicija, Zarada) označićemo slovnim oznakama A, B, C, D, E, F, G respektivno.

U našem primeru koji zadovoljava uslove prve fazi normalne forme F1NF, 0.7-ključ Ime_Prezime potpuno određuje sve ostale attribute fazi relacije, pa kako fazi funkcionalna zavisnost $A \xrightarrow{0.70} B, C, D, E, F, G$ uključuje sve attribute fazi relacije, onda prema pravilu za dekompoziciju relacije u q-F3NF, zaključujemo da je:

$$\rho = \{\text{Radnik}\},$$

tj. fazirelacija Radnik je u 0.7-F3NF. Ovo je scenario koji važi za $\theta_k = 0.70$.

Pretpostavimo sada da je minimalni skup fazi funkcionalnih zavisnosti F tj. skup F sa najmanjom pokrivenošću fazi funkcionalnih zavisnosti predstavljen kao:

$$F = \{CDFG \xrightarrow{0.80} B, D \xrightarrow{0.80} FG, G \xrightarrow{0.80} C\},$$

odnosno:

$$\begin{aligned} &\text{Iskustvo, Produktivnost, Pozicija, Zarada} \xrightarrow{0.80} \text{Godine,} \\ &\text{Produktivnost} \xrightarrow{0.80} \text{Pozicija, Zarada,} \\ &\text{Zarada} \xrightarrow{0.80} \text{Iskustvo.} \end{aligned}$$

Dati skup F je parcijalno slobodan. Atributi Ime_Prezime i Jezik se ne pojavljuju ni u jednoj fazi funkcionalnoj zavisnosti, pa ih prema utvrđenim pravilima eliminišemo iz relacije Radnik i kreiramo relaciju Radnik'. {Produktivnost, Zarada} je 0.8-ključ relacione šeme Radnik. Iz svega navedenog zaključujemo da relacionu šemu Radnik možemo da dekomponujemo kao:

$$\rho = \text{Radnik}' \{R_1, R_2, R_3\},$$

gde je:

$$\begin{aligned} \text{Radnik}'(A, E) &= \Pi_{AE}, \\ R_1 &= \Pi_{CDFG}(F), \\ R_2 &= \Pi_{BFG}(F), \\ R_3 &= \Pi_{GC}(F). \end{aligned}$$

Relacije R_1, R_2, R_3 su u trećoj fazi normalnoj formi sa stepenima 0.8, 0.8 i 0.8 respektivno. Dakle, problem anomalija i redundanse u relacionoj šemi Radnik možemo rešiti tako što izvršimo dekompoziciju u odnosu na minimalni skup fazi funkcionalnih zavisnosti: $\Pi_{AE}, \Pi_{CDFG}(F), \Pi_{BFG}(F), \Pi_{GC}(F)$.

Kako je {Produktivnost, Zarada} 0.8-ključ, prema teoremi 2. imamo da je:

$$\sigma = \rho \{D, G\} = \rho \{\text{Produktivnost, Zarada}\}.$$

a da je pri tome {Produktivnost, Zarada} u 1-F3NF. Pored toga, i σ omogućava spajanje bez gubitka informacija.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljene se teorijske smernice za normalizaciju fazi relacionih baza podataka. Istakli smo da fazi funkcionalne zavisnosti imaju veoma važnu ulogu u projektovanju istih. Slično kao i kod klasičnih relacionih modela, problem anomalija i redundancije prisutan je i kod fazi relacija kada nisu pravilno dizajnirane. Chen, Kerre i Vandenbulcke proširuju teoriju normalizacije prilagođavajući je fazi modelima. Zapravo, oni formulišu q-fazi normalne forme koje omogućavaju dekompoziciju prvobitnih relacija uz očuvanje postojanih fazi funkcionalnih zavisnosti. Dekomponovane tabele moguće je ponovo spajati, a da pri tome ne dođe do gubitka informacija.

7. LITERATURA

- [1] G.P. Lazetić, Uvod u relacione baze podataka, Beograd, 2008.
- [2] J.M. Medina, M. A. Vila, J. C. Cubero, O. Pons, "Towards the implementation of a generalized fuzzy relational database model", Fuzzy Sets and Systems, 75 (1995) pp. 273-289.
- [3] M. Vučetić: "Functional dependencies analysis in fuzzy relational database model", Journal of Information Technology and Applications, 1 (2) (2011), pp. 90-104
- [4] M. Sözat, A. Yazici, "A complete axiomatization for fuzzy functional and multivalued dependencies in fuzzy database relations", Fuzzy Sets and Systems, 117 (2001) pp. 161-181
- [5] G. Chen, E. E. Kerre, J. Vandenbulcke, "Normalization based on fuzzy functional dependency in a fuzzy relational data model", Information Systems, 21 (3) (1996) pp. 299-310.
- [6] G. Chen, Fuzzy logic in data modeling: semantics, constraints and database design, Kluwer Academic Publisher, 1998
- [7] Z. M. Ma, L. Yan, "A literature overview of fuzzy database models", Information Science and Engineering, 2008, pp. 172-180.



Miljan Vučetić
miljanvucetic@gmail.com
Fakultet organizacionih nauka
Oblast interesovanja: informacioni sistemi, ERP sistemi, elektronsko poslovanje, fazi logika, veštacka inteligencija

CIP – Каталогизacija u publikaciji Narodna biblioteka Srbije, Beograd 659.25

INFO M : časopis za informacionu tehnologiju i multimedijalne sisteme = journal of information technology and multimedia systems /

glavni i odgovorni urednik Dejan Simić.

– Štampano izd. – God. 1, br. 1 (2002) – . – Beograd : Fakultet organizacionih nauka, 2002 – (Stara Pazova : SAVPO). – 30 cm

Tromesečno. – Je nastavak: Info Science = ISSN 1450-6254. – Drugo izdanje na drugom medijumu: Info M (CD-ROM izd.) = ISSN 1451-4435

ISSN 1451-4397 = Info M (Štampano izd.) COBISS.SR-ID 105690636