

## Baze podataka 2



# Projektovanje šeme baze podataka metodom sinteze

## *Algoritam sinteze*

Algoritam sinteze

1

## Sadržaj



- Motivacija, ulazi, izlazi i koraci
- Koraci algoritma sinteze
- Formiranje kanoničkog pokrivača
- Transformacija kanoničkog pokrivača
- Formiranje relacije šeme baze podataka
- Očuvanje spoja bez gubitaka
- Funkcionalna zavisnost kao posledica ključa

Algoritam sinteze

2 / 54

2



## Motivacija, ulazi, izlazi i koraci

### • Motivacija

- automatsko generisanje skupa šema relacija i skupa međurelacionih ograničenja
  - polazeći od univerzalnog skupa obeležja i funkcionalnih zavisnosti
  - uklanjanjem suvišnih fz i suvišnih obeležja iz levih strana fz
- zadovoljenje uslova 3NF
- očuvanje polaznog skupa funkcionalnih zavisnosti
- očuvanje spojivosti bez gubitaka
  - na nivou celokupne šeme baze podataka (praktično nepotrebno) ili
  - na nivou podšema



## Motivacija, ulazi, izlazi i koraci

### • Ulaz

- šema univerzalne relacije
 
$$(U, F)$$
- $U$  - skup obeležja
- $F$  - skup funkcionalnih zavisnosti

### • Izlaz

- šema baze podataka:  $(S, I)$ 
  - skup šema relacija u 3NF
 
$$S = \{(R_i, K_i) \mid i \in \{1, \dots, n\}\}$$
  - skup međurelacionih ograničenja
    - skup ograničenja referencijalnih integriteta



## Sadržaj

---

- Motivacija, ulazi, izlazi i koraci
- **Koraci algoritma sinteze**
- Formiranje kanoničkog pokrivača
- Transformacija kanoničkog pokrivača
- Formiranje relacije šeme baze podataka
- Očuvanje spoja bez gubitaka
- Funkcionalna zavisnost kao posledica ključa



## Koraci algoritma sinteze

---

- Formiranje kanoničkog pokrivača
  - dekompozicija desnih strana skupa fz
  - redukcija levih strana fz
  - eliminacija redundantnih fz
- Transformacija kanoničkog pokrivača
  - particioniranje kanoničkog pokrivača
  - određivanje ekvivalentnih levih strana
  - uklanjanje tranzitivnih zavisnosti
  - rekonstrukcija particije kanoničkog pokrivača
- Formiranje relacije šeme baze podataka
  - formiranje skupa šema relacija
  - formiranje ograničenja stranog ključa
- Očuvanje spoja bez gubitaka



## Sadržaj

- Motivacija, ulazi, izlazi i koraci
- Koraci algoritma sinteze
- **Formiranje kanoničkog pokrivača**
- Transformacija kanoničkog pokrivača
- Formiranje relacije šeme baze podataka
- Očuvanje spoja bez gubitaka
- Funkcionalna zavisnost kao posledica ključa

## Formiranje kanoničkog pokrivača



- **Kanonički pokrivač datog skupa fz  $F$**
- Skup fz, označen sa  $kp(F)$ , takav da
  - važi ekvivalencija s polaznim skupom  $F$ 

$$F \equiv kp(F)$$
  - sve desne strane fz iz  $kp(F)$  sadrže tačno jedno obeležje
 
$$(\forall X \rightarrow A \in kp(F))(A \in U)$$
  - sve fz iz  $kp(F)$  su potpune (levo redukovane)
 
$$(\forall X \rightarrow A \in kp(F))(\forall X' \subset X)(X' \rightarrow A \notin F^+)$$
  - ne postoje redundantne fz u  $kp(F)$ 

$$\neg(\exists X \rightarrow A \in kp(F))(kp(F) \setminus \{X \rightarrow A\} \equiv kp(F))$$



## Koraci algoritma sinteze

- **Formiranje kanoničkog pokrivača**
  - dekompozicija desnih strana skupa fz
  - redukcija levih strana fz
  - eliminacija redundantnih fz
- Transformacija kanoničkog pokrivača
  - particioniranje kanoničkog pokrivača
  - određivanje ekvivalentnih levih strana
  - uklanjanje tranzitivnih zavisnosti
  - rekonstrukcija particije kanoničkog pokrivača
- Formiranje relacije šeme baze podataka
  - formiranje skupa šema relacija
  - formiranje ograničenja stranog ključa
- Očuvanje spoja bez gubitaka



## Formiranje kanoničkog pokrivača

- **Dekompozicija desnih strana skupa fz**
  - inicijalni skup fz  $F$  transformiše se u ekvivalentni oblik
 
$$F = \{X \rightarrow A \mid A \in U \wedge X \subseteq U\}$$
  - svaka fz s desne strane sadrži samo jedno obeležje
- **Obrazloženje**
  - motivacija
    - može doći do kasnijeg različitog tretmana levih strana fz oblika  $X \rightarrow A$  i  $X \rightarrow B$
  - očuvanje ekvivalencije polaznog i ciljnog  $F$ 
    - primena pravila dekompozicije i unije desnih strana fz
 
$$\{X \rightarrow Y, X \rightarrow Z\} \equiv \{X \rightarrow YZ\}$$

## Formiranje kanoničkog pokrivača



### • Redukcija levih strana fz

- inicijalni skup fz  $F$  transformiše se u ekvivalentni oblik
- uklanjanje logički suvišnih obeležja iz leve strane svake fz
- test za svaku fz  $X \rightarrow A \in F$  i za svako  $B \in X$ :
  - ako je  $(X \setminus \{B\} \rightarrow A \in F^+)$ , tada:

$$F \leftarrow (F \setminus \{X \rightarrow A\}) \cup \{X \setminus \{B\} \rightarrow A\}$$

### • Obrazloženje

- motivacija: eliminacija faktora narušavanja 2NF
- očuvanje ekvivalencije polaznog i ciljnog  $F$
- Ako  $(\exists X \rightarrow A \in F)(\exists B \in X)(X \setminus \{B\} \rightarrow A \in F^+)$ , tada je:

$$F \equiv (F \setminus \{X \rightarrow A\}) \cup \{X \setminus \{B\} \rightarrow A\}$$

## Formiranje kanoničkog pokrivača



### • Primer

- $F = \{MBR+IME \rightarrow PRZ, MBR \rightarrow IME\}$
- obeležje  $IME$  suvišno je u fz  $MBR+IME \rightarrow PRZ$
- umesto  $MBR+IME \rightarrow PRZ$ , uzima se  $MBR \rightarrow PRZ$
- $F \leftarrow (F \setminus \{MBR+IME \rightarrow PRZ\}) \cup \{MBR \rightarrow PRZ\}$

## Formiranje kanoničkog pokrivača



### • Primer

- $U = \{A, B, C, D, E, F\}$
- $F = \{AB \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A, CD \rightarrow E, E \rightarrow F, D \rightarrow E, A \rightarrow E, B \rightarrow B\}$
- neredukovane fz:
  - $AB \rightarrow C$ , zbog  $A \rightarrow B$  ili  $B \rightarrow A$
  - $CD \rightarrow E$ , zbog  $D \rightarrow E$
- nakon redukcije:
  - $F \leftarrow (F \setminus \{AB \rightarrow C, CD \rightarrow E\}) \cup \{A \rightarrow C, D \rightarrow E\}$
  - $F = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A, E \rightarrow F, D \rightarrow E, A \rightarrow E, B \rightarrow B\}$

## Formiranje kanoničkog pokrivača



### • Eliminacija redundantnih fz

- redundantne (suvišne) su one fz koje logički slede iz ostalih fz
  - tranzitivne, pseudotranzitivne, ili trivijalne fz
- test za svaku fz  $X \rightarrow A \in F$ :
  - ako je  $X \rightarrow A \in (F \setminus \{X \rightarrow A\})^+$  tada:

$$F \leftarrow F \setminus \{X \rightarrow A\}$$

### • Obrazloženje

- motivacija: eliminacija faktora narušavanja 3NF
- očuvanje ekvivalencije polaznog i ciljnog  $F$
- Ako  $(\exists X \rightarrow A \in F)(F \setminus \{X \rightarrow A\} \models X \rightarrow A)$ , tada je:

$$F \equiv F \setminus \{X \rightarrow A\}$$

## Formiranje kanoničkog pokrivača



### • Primer

- $F = \{MBR \rightarrow NAZP, MBR \rightarrow SPRJ, SPRJ \rightarrow NAZP\}$
- $MBR \rightarrow NAZP$  je suvišna fz
  - jer postoje  $MBR \rightarrow SPRJ$  i  $SPRJ \rightarrow NAZP$
- suvišna fz eliminiše se iz skupa  $F$
- $F \leftarrow F \setminus \{MBR \rightarrow NAZP\}$
- $F = \{MBR \rightarrow SPRJ, SPRJ \rightarrow NAZP\}$

## Formiranje kanoničkog pokrivača



### • Primer

- $F = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A, E \rightarrow F, D \rightarrow E, A \rightarrow E, B \rightarrow B\}$
- suvišne fz:
  - $B \rightarrow B$ : trivijalna fz
  - $A \rightarrow E$ : tranzitivna fz, zbog  $A \rightarrow D$  i  $D \rightarrow E$
- nakon eliminacije suvišnih fz:
- $F \leftarrow F \setminus \{B \rightarrow B, A \rightarrow E\}$
- $F = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A, E \rightarrow F, D \rightarrow E\}$
- $F$  predstavlja kanonički pokrivač  $kp(F)$ 
  - levo redukovan
  - neredundantan
  - ekvivalentan polaznom  $F$

## Sadržaj



- Motivacija, ulazi, izlazi i koraci
- Koraci algoritma sinteze
- Formiranje kanoničkog pokrivača
- Transformacija kanoničkog pokrivača
- Formiranje relacije šeme baze podataka
- Očuvanje spoja bez gubitaka
- Funkcionalna zavisnost kao posledica ključa

## Transformacija kanoničkog pokrivača



- **Motivacija koraka transformacije**
  - pronalaženje budućih ekvivalentnih ključeva
  - stvaranje osnova da se, umesto više šema relacija, formira samo jedna šema relacije s ekvivalentnim ključevima



## Koraci algoritma sinteze

- Formiranje kanoničkog pokrivača
  - dekompozicija desnih strana skupa fz
  - redukcija levih strana fz
  - eliminacija redundantnih fz
- **Transformacija kanoničkog pokrivača**
  - **particioniranje kanoničkog pokrivača**
  - **određivanje ekvivalentnih levih strana**
  - **uklanjanje tranzitivnih zavisnosti**
  - **rekonstrukcija particije kanoničkog pokrivača**
- Formiranje relacije šeme baze podataka
  - formiranje skupa šema relacija
  - formiranje ograničenja stranog ključa
- Očuvanje spoja bez gubitaka



## Transformacija kanoničkog pokrivača

- **Particioniranje kanoničkog pokrivača**
  - podela kanoničkog pokrivača skupa fz na podskupove s istim levim stranama
 
$$\mathbf{G} = \{G(X_i) \mid i \in \{1, \dots, n\}\}$$
  - $X_1, \dots, X_n$ 
    - sve različite leve strane fz iz kanoničkog pokrivača
    - $G(X_i) = \{Y \rightarrow A \in kp(\mathbf{F}) \mid Y = X_i\}$
    - $(\forall i, j \in \{1, \dots, n\})(X_i \neq X_j)$
    - $(\forall Y \rightarrow A \in kp(\mathbf{F}))(\exists G(X_i) \in \mathbf{G})(Y = X_i)$

## Transformacija kanoničkog pokrivača



### • Primer

$$kp(\mathbf{F}) = \{MBR \rightarrow IME, MBR \rightarrow PRZ, \\ SPRJ \rightarrow NAZP, MBR + SPRJ \rightarrow ANGAZ\}$$

– podskupovi skupa  $kp(\mathbf{F})$  sa istim levim stranama

- $G(MBR) = \{MBR \rightarrow IME, MBR \rightarrow PRZ\}$
- $G(SPRJ) = \{SPRJ \rightarrow NAZP\}$
- $G(MBR + SPRJ) = \{MBR + SPRJ \rightarrow ANGAZ\}$

$$\mathbf{G} = \{G(MBR), G(SPRJ), G(MBR + SPRJ)\}$$

## Transformacija kanoničkog pokrivača



### • Primer

$$kp(\mathbf{F}) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A, E \rightarrow F, D \rightarrow E\}$$

– podskupovi skupa  $kp(\mathbf{F})$  sa istim levim stranama

- $G(A) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B\}$
- $G(B) = \{B \rightarrow A\}$
- $G(D) = \{D \rightarrow E\}$
- $G(E) = \{E \rightarrow F\}$

$$\mathbf{G} = \{G(A), G(B), G(D), G(E)\}$$

## Transformacija kanoničkog pokrivača



### • Određivanje ekvivalentnih levih strana

- za sve  $G(X_i) \in \mathbf{G}$ , izračunava se zatvarač  $(X_i)^+_{\mathbf{F}}$
- uniranje podskupova  $G(X_i), G(X_j) \in \mathbf{G}$  s ekvivalentnim levim stranama
  - za svaki  $(X_i)^+_{\mathbf{F}} = (X_j)^+_{\mathbf{F}}$ ,  $G(X_i), G(X_j)$  predstavljaju grupe s ekvivalentnim levim stranama
  - $X_i$  i  $X_j$  predstavljaju ekvivalentne leve strane, jer je  $(X_i)^+_{\mathbf{F}} = (X_j)^+_{\mathbf{F}}$ , odnosno važi:
 
$$\{X_i \rightarrow X_j, X_j \rightarrow X_i\} \subseteq \mathbf{F}^+$$
  - $G(X_i, X_j) = G(X_i) \cup G(X_j)$
- transformacija particije  $\mathbf{G}$ 
  - $\mathbf{G} \leftarrow (\mathbf{G} \setminus \{G(X_i), G(X_j)\}) \cup \{G(X_i, X_j)\}$

## Transformacija kanoničkog pokrivača



### • Primer

$$kp(\mathbf{F}) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A, E \rightarrow F, D \rightarrow E\}$$

- zatvarači levih strana za sve grupe
    - $G(A) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B\}$ ,  $(A)^+_{\mathbf{F}} = ABCDEF$
    - $G(B) = \{B \rightarrow A\}$ ,  $(B)^+_{\mathbf{F}} = BACDEF$
    - $G(D) = \{D \rightarrow E\}$ ,  $(D)^+_{\mathbf{F}} = DEF$
    - $G(E) = \{E \rightarrow F\}$ ,  $(E)^+_{\mathbf{F}} = EF$
  - uniranje grupa s ekvivalentnim levim stranama
    - $G(A, B) = G(A) \cup G(B) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$
    - $G(D) = \{D \rightarrow E\}$
    - $G(E) = \{E \rightarrow F\}$
    - $\mathbf{G} \leftarrow (\mathbf{G} \setminus \{G(A), G(B)\}) \cup \{G(A, B)\}$
- $$\mathbf{G} = \{G(A, B), G(D), G(E)\}$$

## Transformacija kanoničkog pokrivača



### • Određivanje ekvivalentnih levih strana

- moguća rekurzivna primena postupka uniranja grupa
  - neka su  $G(X_{i_1}, \dots, X_{i_n}), G(X_j) \in \mathbf{G}$
  - neka je za svaki  $X_i \in \{X_{i_1}, \dots, X_{i_n}\}: (X_i)^+_F = (X_j)^+_F$
  - tada je:  $G(X_{i_1}, \dots, X_{i_n}, X_j) = G(X_{i_1}, \dots, X_{i_n}) \cup G(X_j)$
- transformacija particije  $\mathbf{G}$ 
  - $\mathbf{G} \leftarrow (\mathbf{G} \setminus \{G(X_{i_1}, \dots, X_{i_n}), G(X_j)\}) \cup \{G(X_{i_1}, \dots, X_{i_n}, X_j)\}$
- postupak transformacije skupova iz  $\mathbf{G}$  ponavlja se rekurzivno
  - dokle god postoje parovi s ekvivalentnim levim stranama

## Transformacija kanoničkog pokrivača



### • Uklanjanje tranzitivnih zavisnosti

- moguća modifikacija kanoničkog pokrivača skupa fz
- formiranje skupa fz ekvivalentnih levih strana  $\mathbf{J}$ 
  - inicijalno:  $\mathbf{J} \leftarrow \emptyset$
  - za svaki  $(X_i)^+_F = (X_j)^+_F$ :  $\mathbf{J} \leftarrow \mathbf{J} \cup \{X_i \rightarrow X_j, X_j \rightarrow X_i\}$
- transformacija skupova fz iz  $\mathbf{G}$ 
  - $G(\dots, X_i, X_j) \leftarrow G(\dots, X_i, X_j) \setminus (\{X_i \rightarrow A \mid A \in X_j\} \cup \{X_j \rightarrow A \mid A \in X_i\})$

## Transformacija kanoničkog pokrivača



### • Primer

$$kp(\mathbf{F}) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A, E \rightarrow F, D \rightarrow E\}$$

– zatvarači levih strana za sve grupe

- $G(A) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B\}, (A)^+_F = ABCDEF$

- $G(B) = \{B \rightarrow A\}, (B)^+_F = BACDEF$

- $G(A, B) = G(A) \cup G(B) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$

–  $\mathbf{J} = \{A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$

- $G(A, B) \leftarrow \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A\} \setminus \{A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$

- $G(A, B) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D\}$

- $G(D) = \{D \rightarrow E\}$

- $G(E) = \{E \rightarrow F\}$

$$\mathbf{G} = \{G(A, B), G(D), G(E)\}$$

## Transformacija kanoničkog pokrivača



### • Uklanjanje tranzitivnih zavisnosti

– iz svake grupe  $G_X \in \mathbf{G}$  uklanjaju se logički suvišne fz

– formira se skup fz kao unija grupa  $G_X \in \mathbf{G}$  i skupa  $\mathbf{J}$ :

$$\mathbf{M} = \cup_{G_X \in \mathbf{G}} (G_X) \cup \mathbf{J}$$

– test za svaku grupu  $G_X \in \mathbf{G}$  i svaku fz  $X \rightarrow A \in G_X$ ,

– ako važi  $X \rightarrow A \in (\mathbf{M} \setminus \{X \rightarrow A\})^+$ , tada je  $X \rightarrow A$  suvišna:

$$G_X \leftarrow G_X \setminus \{X \rightarrow A\}$$

### • Obrazloženje

– uvedene fz  $\mathbf{J} \leftarrow \mathbf{J} \cup \{X_i \rightarrow X_j, X_j \rightarrow X_i\}$  nisu morale postojati u originalno dobijenom  $kp(\mathbf{F})$

– zbog fz u  $\mathbf{J}$  neke druge fz iz  $kp(\mathbf{F})$  sada mogu postati suvišne

## Transformacija kanoničkog pokrivača



### • Primer

$$kp(\mathbf{F}) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A, E \rightarrow F, D \rightarrow E\}$$

$$\bullet G(A, B) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D\}$$

$$\bullet G(D) = \{D \rightarrow E\}$$

$$\bullet G(E) = \{E \rightarrow F\}$$

$$\bullet \mathbf{J} = \{A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$$

$$\bullet \mathbf{G} = \{G(A, B), G(D), G(E)\}$$

$$- \mathbf{M} = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, E \rightarrow F, D \rightarrow E, A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$$

$$- \text{testiraju se na suvišnost fz iz skupa } \cup_{G_X \in \mathbf{G}} (G_X):$$

$$\cup_{G_X \in \mathbf{G}} (G_X) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, E \rightarrow F, D \rightarrow E\}$$

$$- \text{nema suvišnih fz } \Rightarrow$$

grupe u skupu  $\mathbf{G}$  ostaju neizmenjene

## Transformacija kanoničkog pokrivača



### • Rekonstrukcija particije kanoničkog pokrivača

$$- \text{svaka fz } X_i \rightarrow X_j \in \mathbf{J} \text{ vraća se u odgovarajuću grupu } G(X_{i_1}, \dots, X_{i_n}) \in \mathbf{G}$$

$$G(X_{i_1}, \dots, X_{i_n}) \leftarrow G(X_{i_1}, \dots, X_{i_n}) \cup \{X_i \rightarrow X_j \in \mathbf{J} \mid X_i \in \{X_{i_1}, \dots, X_{i_n}\}\}$$

## Transformacija kanoničkog pokrivača



### • Primer

$$kp(\mathbf{F}) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A, E \rightarrow F, D \rightarrow E\}$$

- $G(A, B) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D\}$
- $G(D) = \{D \rightarrow E\}$
- $G(E) = \{E \rightarrow F\}$
- $\mathbf{J} = \{A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$
- $\mathbf{G} = \{G(A, B), G(D), G(E)\}$

#### – Rekonstrukcija particije $G(A, B)$

- $G(A, B) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D\} \cup \{A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$
- $G(A, B) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$
- $G(D) = \{D \rightarrow E\}$
- $G(E) = \{E \rightarrow F\}$

## Sadržaj



- Motivacija, ulazi, izlazi i koraci
- Koraci algoritma sinteze
- Formiranje kanoničkog pokrivača
- Transformacija kanoničkog pokrivača
- Formiranje relacije šeme baze podataka
- Očuvanje spoja bez gubitaka
- Funkcionalna zavisnost kao posledica ključa



## Koraci algoritma sinteze

- Formiranje kanoničkog pokrivača
  - dekompozicija desnih strana skupa fz
  - redukcija levih strana fz
  - eliminacija redundantnih fz
- Transformacija kanoničkog pokrivača
  - particioniranje kanoničkog pokrivača
  - određivanje ekvivalentnih levih strana
  - uklanjanje tranzitivnih zavisnosti
  - rekonstrukcija particije kanoničkog pokrivača
- **Formiranje relacione šeme baze podataka**
  - **formiranje skupa šema relacija**
  - **formiranje ograničenja stranog ključa**
- Očuvanje spoja bez gubitaka



## Formiranje relacione šeme BP

- **Formiranje skupa šema relacija**
  - svaka grupa  $G_X \in \mathbf{G}$  daje jednu šemu relacije u finalnom skupu šema relacija
$$S = \{N_i(R_i, K_i) \mid i \in \{1, \dots, n\}\}$$
  - skup obeležja  $R_i$  čine sva obeležja koja se pojavljuju u skupu fz  $G_X$
  - skup fz šeme relacije predstavlja  $G_X$
  - skup ključeva  $K_i$  predstavlja skup levih strana svih fz iz  $G_X$
- **Napomena**
  - nazive šema relacija ne može generisati algoritam
    - zadaje ih projektant šeme BP

## Formiranje relacione šeme BP



- **Primer**
  - $G(MBR) = \{MBR \rightarrow IME, MBR \rightarrow PRZ\}$
  - $G(SPRJ) = \{SPRJ \rightarrow NAZP\}$
  - $G(MBR+SPRJ) = \{MBR+SPRJ \rightarrow ANGAZ\}$
  
- Skup šema relacija u 3NF
  - $Radnik(\{MBR, IME, PRZ\}, \{MBR\})$
  - $Projekat(\{SPRJ, NAZP\}, \{SPRJ\})$
  - $Angažovanje(\{MBR, SPRJ, ANGAZ\}, \{MBR+SPRJ\})$

## Formiranje šema relacija



- **Primer**
  - $G(A, B) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$
  - $G(D) = \{D \rightarrow E\}$
  - $G(E) = \{E \rightarrow F\}$
  
- Skup šema relacija u 3NF
  - $N_1(\{A, B, C, D\}, \{A, B\})$
  - $N_2(\{D, E\}, \{D\})$
  - $N_3(\{E, F\}, \{E\})$



## Formiranje relacije šeme BP

- **Formiranje ograničenja stranog ključa**
  - formiranje skupa međurelacionih ograničenja  $I$ , šeme baze podataka  $(S, I)$
  - na osnovu formiranog skupa šema relacija
 
$$S = \{N_i(R_i, K_i) \mid i \in \{1, \dots, n\}\}$$
  - kada za  $N_i(R_i, K_i)$  i  $N_j(R_j, K_j)$  važi
    - $R_i \subset (R_j)^+_{\mathcal{F}}$
    - $(\exists X_i \in K_i)(X_i \subseteq R_j)$
  - formira se ograničenje stranog ključa u  $I$ 
    - $N_i[X_i] \subseteq N_j[X_i]$



## Formiranje relacije šeme BP

- **Primer**
- Šema BP  $(S, I)$ 
  - $Radnik(\{MBR, IME, PRZ\}, \{MBR\})$
  - $Projekat(\{SPRJ, NAZP\}, \{SPRJ\})$
  - $Angažovanje(\{MBR, SPRJ, ANGAZ\}, \{MBR+SPRJ\})$
  - $Angažovanje[MBR] \subseteq Radnik[MBR]$
  - $Angažovanje[SPRJ] \subseteq Projekat[SPRJ]$

## Formiranje šema relacija



- **Primer**
- Šema BP  $(S, I)$ 
  - $N_1(\{A, B, C, D\}, \{A, B\})$
  - $N_2(\{D, E\}, \{D\})$
  - $N_3(\{E, F\}, \{E\})$
  
  - $N_2[E] \subseteq N_3[E]$
  - $N_1[D] \subseteq N_2[D]$

## Sadržaj



- Motivacija, ulazi, izlazi i koraci
- Koraci algoritma sinteze
- Formiranje kanoničkog pokrivača
- Transformacija kanoničkog pokrivača
- Formiranje relacije šeme baze podataka
- Očuvanje spoja bez gubitaka
- Funkcionalna zavisnost kao posledica ključa

## Očuvanje spoja bez gubitaka



- Provera spoja bez gubitaka

**Da li skup šema relacija sadrži šemu relacije sa ključem šeme univerzalne relacije?**

- Očuvanje spoja bez gubitaka
  - ako je odgovor pozitivan, spojivost bez gubitaka je očuvana
  - skup šema relacija predstavlja dekompoziciju šeme univerzalne relacije sa spojem bez gubitaka informacija

## Očuvanje spoja bez gubitaka



- Provera spoja bez gubitaka:

**Da li skup šema relacija sadrži šemu relacije sa ključem šeme univerzalne relacije?**

- Očuvanje spoja bez gubitaka
  - ako je odgovor negativan, dodati u skup šema relacija još jednu šemu relacije
    - sa skupom obeležja koji odgovara skupu obeležja jednog, izabranog ključa šeme univerzalne relacije
    - sa ključem koji odgovara izabranom ključu šeme univerzalne relacije



## Očuvanje spoja bez gubitaka

- **Primer ( $U, F$ )**
  - $U = \{A, B, C, D, E, F\}$
  - $F = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A, E \rightarrow F, D \rightarrow E\}$
  - $K = \{A, B\}$
- Skup šema relacija u 3NF
  - $N_1(\{A, B, C, D\}, \{A, B\})$
  - $N_2(\{D, E\}, \{D\})$
  - $N_3(\{E, F\}, \{E\})$
- $N_1$  sadrži ključ šeme ( $U, F$ )
  - spojivost bez gubitaka je očuvana



## Očuvanje spoja bez gubitaka

- **Primer ( $U, F$ )**
  - $U = \{N, I, P\}$
  - $F = \{N \rightarrow I, P \rightarrow I\}$
  - $K = \{N+P\}$
- Skup šema relacija, dobijen algoritmom sinteze
  - $Nastavnik(\{N, I\}, \{N\})$
  - $Predmet(\{P, I\}, \{P\})$
  - ne sadrži šemu relacije sa ključem  $N+P \Rightarrow$
  - dekompozicija sa spojem sa gubicima

## Očuvanje spoja bez gubitaka



- **Primer ( $U, F$ )**
  - $U = \{N, I, P\}$
  - $F = \{N \rightarrow I, P \rightarrow I\}$
  - $K = \{N+P\}$
- Skup šema relacija
  - nakon obezbeđenja spoja bez gubitaka informacija
  - $Nastavnik(\{N, I\}, \{N\})$
  - $Predmet(\{P, I\}, \{P\})$
  - $Povera(\{N, P\}, \{N+P\})$

## Očuvanje spoja bez gubitaka



- **Primer ( $U, F$ )**
  - $U = \{A, B, C, D\}$
  - $F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C\}$
  - $K = \{A+D\}$
- Skup šema relacija, dobijen algoritmom sinteze
  - $N_1(\{A, B\}, \{A\})$
  - $N_2(\{B, C\}, \{B\})$
  - ne sadrži šemu relacije sa ključem  $A+D \Rightarrow$
  - dekompozicija sa spojem sa gubicima
  - polazni skup obeležja nije očuvan



## Očuvanje spoja bez gubitaka

- **Primer ( $U, F$ )**
  - $U = \{A, B, C, D\}$
  - $F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C\}$
  - $K = \{A+D\}$
- Skup šema relacija
  - nakon obezbeđenja spoja bez gubitaka informacija
  - $N_1(\{A, B\}, \{A\})$
  - $N_2(\{B, C\}, \{B\})$
  - $N_3(\{A, D\}, \{A+D\})$
  - polazni skup obeležja je sada očuvan



## Očuvanje spoja bez gubitaka

- Šema BP može zadovoljavati spoj bez gubitaka
  - kada je mala i kada je celu koristi jedan program
    - praktično, nerealan slučaj
- Šema BP, po pravilu, ne zadovoljava spoj bez gubitaka
  - kada je velika, što je praktično uvek slučaj, jer
    - ne postoji program koji koristi celu šemu BP za rad nad samom bazom podataka
    - ključ šeme univerzalne relacije sastojao bi se iz veoma velikog broja obeležja
    - ne postoji način ili opravdanje da se obezbedi održavanje podataka nad šemom relacije koja sadrži ključ šeme univerzalne relacije

## Očuvanje spoja bez gubitaka



- **Podšema**
  - logička struktura obeležja, formirana na osnovu šeme BP
  - služi za realizaciju barem jednog, ili grupe sličnih transakcionih programa
- Podšema praktično mora zadovoljavati uslov spoja bez gubitaka, jer
  - služi za korišćenje BP od strane barem jednog programa
  - reprezentuje jedan pogled korisnika na BP

## Sadržaj



- Motivacija, ulazi, izlazi i koraci
- Koraci algoritma sinteze
- Formiranje kanoničkog pokrivača
- Transformacija kanoničkog pokrivača
- Formiranje relacije šeme baze podataka
- Očuvanje spoja bez gubitaka
- Funkcionalna zavisnost kao posledica ključa



## FZ kao posledica ključa

- Cilj algoritma sinteze
  - u skup šema relacija, ugraditi samo bitne fz polaznog skupa, putem ključeva
    - redukovane i neredundantne fz
  - obezbeđeno očuvanje polaznog skupa fz
- Motivacija
  - SUBP može da proverava važenje samo onih fz u BP koje su posledica ključeva šema relacija
  - provera fz se svodi na proveru jedinstvenosti vrednosti ključa
    - najčešće, uz pomoć fizičkih struktura "unique" indeksa, kreiranih nad ključevima



## FZ kao posledica ključa

- **Primer** – primena sinteze na  $(U, F)$ 
  - $U = \{A, B, C, D\}$
  - $F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow D\}$
  - $S = \{N_1(\{A, B, C\}, \{A+B\}), N_2(\{C, D\}, \{C\})\}$
  - $A+B \rightarrow C$  je ugrađena u  $N_1$
  - $C \rightarrow D$  je ugrađena u  $N_2$
- **Primer** – direktna implementacija  $(U, F)$ 
  - $U = \{A, B, C\}$
  - $F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C\}$
  - $K = \{A\}$ , 2NF i  $\neg$ 3NF
  - $A \rightarrow B+C$  se proverava putem ključa na nivou SUBP
  - $B \rightarrow C$  nije moguće proveriti putem ograničenja ključa

## Sadržaj



- Motivacija, ulazi, izlazi i koraci
- Koraci algoritma sinteze
- Formiranje kanoničkog pokrivača
- Transformacija kanoničkog pokrivača
- Formiranje relacije šeme baze podataka
- Očuvanje spoja bez gubitaka
- Funkcionalna zavisnost kao posledica ključa

## Literatura



- Pavle Mogin, Ivan Luković, Miro Govedarica:  
Principi projektovanja baza podataka  
– Poglavlje 2.4

## Pitanja i komentari

---



Kraj prezentacije

Baze podataka



**Projektovanje šeme baze  
podataka metodom sinteze**

---

*Algoritam sinteze*