

Baze podataka 2

Vežbe – metoda sinteze

Sadržaj

- Motivacija
- Koraci algoritma sinteze
- Zadaci za vežbu

Motivacija

Motivacija

- Automatsko generisanje skupa šema relacija i skupa međurelacionih ograničenja
 - Polazeći od univerzalnog skupa obeležja i funkcionalnih zavisnosti
 - Uklanjanjem suvišnih funkcionalnih zavisnosti i suvišnih obeležja iz levih strana funkcionalnih zavisnosti
- Dobijeni skup šema relacija je najmanje u 3NF
- Očuvanje polaznog skupa funkcionalnih zavisnosti
- Očuvanje spojivosti bez gubitaka

Ulaz i izlaz algoritma sinteze

- **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

Koraci algoritma sinteze

- **Formiranje kanoničkog pokrivača**
 - Dekompozicija desnih strana skupa funkcionalnih zavisnosti
 - Redukcija levih strana funkcionalnih zavisnosti
 - Eliminacija redundantnih funkcionalnih zavisnosti
- **Transformacija kanoničkog pokrivača**
 - Particionisanje 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**

Kanonički pokrivač

- Kanonički pokrivač datog skupa funkcionalnih zavisnosti F je skup funkcionalnih zavisnosti, označen sa $kp(F)$, takav da:
 - Važi ekvivalencija sa polaznim skupom F
 - $F \equiv kp(F)$
 - Sve desne strane funkcionalnih zavisnosti iz $kp(F)$ sadrže tačno jedno obeležje
 - $(\forall X \rightarrow A \in kp(F))(A \in U)$
 - Sve funkcionalne zavisnosti iz $kp(F)$ su potpune, odnosno, levo redukovane
 - $(\forall X \rightarrow A \in kp(F))(\forall X' \subset X)(X' \rightarrow A \notin F^+)$
 - Ne postoje redundantne funkcionalne zavisnosti 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**

- **Formiranje kanoničkog pokrivača**
 - Dekompozicija desnih strana skupa funkcionalnih zavisnosti
 - Redukcija levih strana funkcionalnih zavisnosti
 - Eliminacija redundantnih funkcionalnih zavisnosti
- Transformacija kanoničkog pokrivača
 - Partitionisanje 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 funkcionalnih zavisnosti**
 - Inicijalni skup funkcionalnih zavisnosti F transformiše se u ekvivalentni oblik
 - $F = \{X \rightarrow A \mid A \in U \wedge X \subseteq U\}$
 - Svaka funkcionalna zavisnost sa desne strane sadrži samo jedno obeležje

Formiranje kanoničkog pokrivača

- **Redukcija levih strana funkcionalnih zavisnosti**

- Inicijalni skup funkcionalnih zavisnosti transformiše se u ekvivalentni oblik
- Uklanjanje logički suvišnih obeležja sa leve strane svake funkcionalne zavisnosti
- Test za svaku funkcionalnu zavisnost $X \rightarrow A \in F$ i $\forall B \in X$:
 - Ako važi $(X \setminus \{B\} \rightarrow A \in F^+)$, tada:
 - $F \leftarrow (F \setminus \{X \rightarrow A\}) \cup \{X \setminus \{B\} \rightarrow A\}$

Formiranje kanoničkog pokrivača

- Primer

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

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

- neredukovane funkcionalne zavisnosti:

- $AB \rightarrow C$, jer važi $A \rightarrow C$ ($(A)^+_F = ABCDEF$)

- $CD \rightarrow E$, 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 funkcionalnih zavisnosti**
 - Redundantne, odnosno, suvišne su one funkcionalne zavisnosti koje logički slede iz ostalih funkcionalnih zavisnosti
 - Test za svaku funkcionalnu zavisnost $X \rightarrow A \in F$:
 - Ako važi $X \rightarrow A \in (F \setminus \{X \rightarrow A\})^+$, tada:
 - $F \leftarrow (F \setminus \{X \rightarrow A\})$

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 funkcionalne zavisnosti:
 - $B \rightarrow B$: trivijalna funkcionalna zavisnost
 - $A \rightarrow E$: tranzitivna funkcionalna zavisnost, zbog $A \rightarrow D$ i $D \rightarrow E$
- nakon eliminacije suvišnih funkcionalnih zavisnosti:
 - $\mathbf{F} \leftarrow F \setminus \{B \rightarrow B, A \rightarrow E\}$
 - $\mathbf{F} = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow B, B \rightarrow A, E \rightarrow F, D \rightarrow E\}$
- \mathbf{F} predstavlja kanonički pokrivač $kp(F)$
 - levo redukovan
 - Neredundantan
 - ekvivalentan polaznom \mathbf{F}

Koraci algoritma sinteze - **Transformacija kanoničkog pokrivača**

- Formiranje kanoničkog pokrivača
 - Dekompozicija desnih strana skupa funkcionalnih zavisnosti
 - Redukcija levih strana funkcionalnih zavisnosti
 - Eliminacija redundantnih funkcionalnih zavisnosti
- **Transformacija kanoničkog pokrivača**
 - **Particionisanje 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

- **Partitionisanje kanoničkog pokrivača**

- Podela kanoničkog pokrivača skupa funkcionalnih zavisnosti na podskupove sa istim levim stranama
 - $\mathbf{G} = \{G(X_i) \mid i \in \{1, \dots, n\}\}$
- $X_1 \dots X_n$
 - Sve različite leve strane funkcionalnih zavisnosti iz kanoničkog pokrivača
 - $G(X_i) = \{Y \rightarrow A \in kp(F) \mid Y = X_i\}$
 - $(\forall i, j \in \{1, \dots, n\})(X_i \neq X_j)$
 - $(\forall Y \rightarrow A \in kp(F))(\exists G(X_i) \in \mathbf{G})(Y = X_i)$

Transformacija kanoničkog pokrivača

- Primer

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

- 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 $(X_i)^+_F$
- uniranje podskupova $G(X_i), G(X_j) \in \mathbf{G}$ s ekvivalentnim levim stranama
 - za svaki $(X_i)^+_F = (X_j)^+_F$, $G(X_i), G(X_j)$ predstavljaju grupe s ekvivalentnim levim stranama
 - X_i i X_j predstavljaju ekvivalentne leve strane, jer je $(X_i)^+_F = (X_j)^+_F$, odnosno važi:

$$\{X_i \rightarrow X_j, X_j \rightarrow X_i\} \subseteq F^+$$

- $G(X_i, X_j) = G(X_i) \cup G(X_j)$
- 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:

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

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

- $G(D) = \{D \rightarrow E\}, (D)^+_F = DEF$

- $G(E) = \{E \rightarrow F\}, (E)^+_F = EF$

- 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: $G(X_{i1}, \dots, X_{in}), G(X_j) \in \mathbf{G}$
 - neka je: $\forall X_i \in \{X_{i1}, \dots, X_{in}\}: (X_i)^+_F = (X_j)^+_F$
 - tada je: $G(X_{i1}, \dots, X_{in}, X_j) = G(X_{i1}, \dots, X_{in}) \cup G(X_j)$
- Transformacija particije \mathbf{G}
 - $\mathbf{G} \leftarrow (\mathbf{G} \setminus \{G(X_{i1}, \dots, X_{in}), G(X_j)\}) \cup \{G(X_{i1}, \dots, X_{in}, X_j)\}$
- 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 funkcionalnih zavisnosti
- Formiranje skupa funkcionalnih zavisnosti 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 funkcionalnih zavisnosti 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 funkcionalne zavisnosti
- formira se skup funkcionalnih zavisnosti kao unija grupa $G_X \in \mathbf{G}$ i skupa \mathbf{J} :

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

- test za svaku grupu $G_X \in \mathbf{G}$ i svaku funkcionalnu zavisnost $X \rightarrow A \in G_X$,
- 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 funkcionalnih zavisnosti u \mathbf{J} neke druge funkcionalne zavisnosti iz $kp(\mathbf{F})$ sada mogu postati suvišne

Transformacija kanoničkog pokrivača

- Primer

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

- $G(A, B) = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D\}$
- $G(D) = \{D \rightarrow E\}$
- $G(E) = \{E \rightarrow F\}$
- $\mathbf{J} = \{A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$
- $\mathbf{G} = \{G(A, B), G(D), G(E)\}$
- $\mathbf{M} = \{A \rightarrow C, A \rightarrow D, E \rightarrow F, D \rightarrow E, A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$
- testiraju se na suvišnost fz iz skupa $\bigcup_{GX \in \mathbf{G}} (G_X)$:

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

- nema suvišnih funkcionalnih zavisnosti \Rightarrow grupe u skupu \mathbf{G} ostaju neizmenjene

Transformacija kanoničkog pokrivača

- **Rekonstrukcija particije kanoničkog pokrivača**

- Svaka funkcionalna zavisnost $X_i \rightarrow X_j \in \mathbf{J}$ vraća se u odgovarajuću grupu $G(X_{i1}, \dots, X_{in}) \in \mathbf{G}$

$$G(X_{i1}, \dots, X_{in}) \leftarrow G(X_{i1}, \dots, X_{in}) \cup \{X_i \rightarrow X_j \in \mathbf{J} \mid X_i \in \{X_{i1}, \dots, X_{in}\}\}$$

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 $G(A, B)$

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

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

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

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

Koraci algoritma sinteze - **Formiranje relacione šeme baze podataka**

- Formiranje kanoničkog pokrivača
 - Dekompozicija desnih strana skupa funkcionalnih zavisnosti
 - Redukcija levih strana funkcionalnih zavisnosti
 - Eliminacija redundantnih funkcionalnih zavisnosti
- Transformacija kanoničkog pokrivača
 - Partitionisanje 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 baze podataka

- **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 funkcionalnih zavisnosti G_x
- skup funkcionalnih zavisnosti šeme relacije predstavlja G_x
- skup ključeva K_i predstavlja skup levih strana svih funkcionalnih zavisnosti iz G_x

- **Napomena**

- nazive šema relacija ne može generisati algoritam
 - zadaje ih projektant šeme BP

Formiranje relacione šeme baze podataka

- **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 relacione šeme baze podataka

- **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
 - $R_i \subset (R_j)_F^+$
 - $(\exists X_i \in K_i)(X_i \subseteq R_j)$
- formira se ograničenje stranog ključa u I
 - $N_j[X_i] \subseteq N_i[X_i]$

Formiranje šema relacija

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

 - $N_2[E] \subseteq N_3[E]$
 - $N_1[D] \subseteq N_2[D]$

Koraci algoritma sinteze - **Očuvanje spoja bez gubitaka**

- Formiranje kanoničkog pokrivača
 - Dekompozicija desnih strana skupa funkcionalnih zavisnosti
 - Redukcija levih strana funkcionalnih zavisnosti
 - Eliminacija redundantnih funkcionalnih zavisnosti
- Transformacija kanoničkog pokrivača
 - Partitionisanje 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**

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
 - 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

Zadaci za vežbu

Zadatak 1

- Metodom sinteze izgenerisati skup šema relacija u 3NF.

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

$$\mathbf{F} = \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, DE \rightarrow A, DE \rightarrow B, AC \rightarrow F, BF \rightarrow E, E \rightarrow C\}$$

Zadatak 1

- $F = \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, DE \rightarrow A, DE \rightarrow B, AC \rightarrow F, BF \rightarrow E, E \rightarrow C\}$
- Dekompozicija:
 - svaka funkcionalna zavisnost sa desne strane sadrži samo jedno obeležje
- Redukcija levih strana:
 - $AB \rightarrow C: (A)_F^+ = A; (B)_F^+ = B$
 - $AB \rightarrow D: (A)_F^+ = A; (B)_F^+ = B$
 - $DE \rightarrow A: (D)_F^+ = D; (E)_F^+ = EC$
 - $DE \rightarrow B: (D)_F^+ = D; (E)_F^+ = EC$
 - $AC \rightarrow F: (A)_F^+ = A; (C)_F^+ = C$
 - $BF \rightarrow E: (B)_F^+ = B; (F)_F^+ = F$
 - nijedna funkcionalna zavisnost ne može se levo redukovati

Zadatak 1

- $U = \{A, B, C, D, E, F\}$
- $F = \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, DE \rightarrow A, DE \rightarrow B, AC \rightarrow F, BF \rightarrow E, E \rightarrow C\}$
- eliminacija redundantnih funkcionalnih zavisnosti
 - $AB \rightarrow C: C \notin (AB)^+_{F \setminus \{AB \rightarrow C\}} = ABD$
 - $AB \rightarrow D: D \notin (AB)^+_{F \setminus \{AB \rightarrow D\}} = ABCFE$
 - $DE \rightarrow A: A \notin (DE)^+_{F \setminus \{DE \rightarrow A\}} = DEBC$
 - $DE \rightarrow B: B \notin (DE)^+_{F \setminus \{DE \rightarrow B\}} = DEACF$
 - $AC \rightarrow F: F \notin (AC)^+_{F \setminus \{AC \rightarrow F\}} = AC$
 - $BF \rightarrow E: E \notin (BF)^+_{F \setminus \{BF \rightarrow E\}} = BF$
 - $E \rightarrow C: C \notin (E)^+_{F \setminus \{E \rightarrow C\}} = E$
 - ne postoje redundantne funkcionalne zavisnosti

Zadatak 1

- $kp(\mathbf{F}) = \mathbf{F} = \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, DE \rightarrow A, DE \rightarrow B, AC \rightarrow F, BF \rightarrow E, E \rightarrow C\}$
- particije kanoničkog pokrivača
 - $G(AB) = \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow D\}$
 - $G(DE) = \{DE \rightarrow A, DE \rightarrow B\}$
 - $G(AC) = \{AC \rightarrow F\}$
 - $G(BF) = \{BF \rightarrow E\}$
 - $G(E) = \{E \rightarrow C\}$
 - $\mathbf{G} = \{G(AB), G(DE), G(AC), G(BF), G(E)\}$

Zadatak 1

- $\mathbf{G} = \{G(AB), G(DE), G(AC), G(BF), G(E)\}$
- traženje podskupova $G(X_i), G(X_j) \in \mathbf{G}$ sa ekvivalentnim levim stranama
 - $(AB)_F^+ = ABCDFE$
 - $(DE)_F^+ = DEABCF$
 - $(AC)_F^+ = ACF$
 - $(BF)_F^+ = BFEC$
 - $(E)_F^+ = EC$
- $(AB)_F^+ = (DE)_F^+$
 - $G(AB, DE) = G(AB) \cup G(DE) = \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, DE \rightarrow A, DE \rightarrow B\}$
 - $\mathbf{G} = \{G(AB, DE), G(AC), G(BF), G(E)\}$

Zadatak 1

- uklanjanje tranzitivnih funkcionalnih zavisnosti - formiranje skupa funkcionalnih zavisnosti ekvivalentnih levih strana \mathbf{J}
 - $(AB)^+_F = (DE)^+_F$
 - $\mathbf{J} = \{AB \rightarrow DE, DE \rightarrow AB\} = \{AB \rightarrow D, AB \rightarrow E, DE \rightarrow A, DE \rightarrow B\}$
 - $G(AB, DE) \leftarrow G(AB, DE) \setminus \mathbf{J}$
 - $G(AB, DE) = \{AB \rightarrow C\}$

Zadatak 1

- uklanjanje tranzitivnih funkcionalnih zavisnosti - traženje suvišnih funkcionalnih zavisnosti iz skupa G_U
 - $G_U = \bigcup_{G_X \in \mathbf{G}} (G_X) = \{AB \rightarrow C, AC \rightarrow F, BF \rightarrow E, E \rightarrow C\}$
 - $\mathbf{M} = G_U \cup \mathbf{J} = \{AB \rightarrow C, AC \rightarrow F, BF \rightarrow E, E \rightarrow C, AB \rightarrow D, AB \rightarrow E, DE \rightarrow A, DE \rightarrow B\}$
 - $AB \rightarrow C: C \in (AB)^+_{M \setminus \{AB \rightarrow C\}} = ABDECF \Rightarrow$ **suvišna**
 - $AC \rightarrow F: F \notin (AC)^+_{M \setminus \{AC \rightarrow F\}} = AC$
 - $BF \rightarrow E: E \notin (BF)^+_{M \setminus \{BF \rightarrow E\}} = BF$
 - $E \rightarrow C: C \notin (E)^+_{M \setminus \{E \rightarrow C\}} = E$
- $AB \rightarrow C$ suvišna $\Rightarrow G(AB, DE) = \{\}$
 - u polaznom skupu \mathbf{F} $AB \rightarrow C$ nije bila suvišna, ali u \mathbf{M} je postala suvišna jer važi $AB \rightarrow E, E \rightarrow C$

Zadatak 1

- rekonstrukcija particija
 - $G = \{G(AB, DE), G(AC), G(BF), G(E)\}$
 - $J = \{AB \rightarrow DE, DE \rightarrow AB\} = \{AB \rightarrow D, AB \rightarrow E, DE \rightarrow A, DE \rightarrow B\}$
 - $G(X_{i1}, \dots, X_{in}) \leftarrow G(X_{i1}, \dots, X_{in}) \cup \{X_i \rightarrow X_j \in J \mid X_i \in \{X_{i1}, \dots, X_{in}\}\}$
 - $G(AB, DE) = \{AB \rightarrow D, AB \rightarrow E, DE \rightarrow A, DE \rightarrow B\}$
 - $G(AC) = \{AC \rightarrow F\}$
 - $G(BF) = \{BF \rightarrow E\}$
 - $G(E) = \{E \rightarrow C\}$
- formiranje skupa šema relacija
 - $S = \{N_1(\{A, B, D, E\}, \{AB, DE\}), N_2(\{A, C, F\}, \{AC\}), N_3(\{B, F, E\}, \{BF\}), N_4(\{E, C\}, \{E\})\}$
- S je u 3NF

Zadatak 1

- **Napomena:** da nije izvršena eliminacija tranzitivnih zavisnosti dobili bismo sledeće:
 - $S' = \{N_1(\{A, B, C, D, E\}, \{AB, DE\}), N_2(\{A, C, F\}, \{AC\}), N_3(\{B, F, E\}, \{BF\}), N_4(\{E, C\}, \{E\})\}$
 - $N_1(\{A, B, C, D, E\}, \{AB, DE\}) : AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, AB \rightarrow E, E \rightarrow C, DE \rightarrow A, DE \rightarrow B, DE \rightarrow C : AB \rightarrow C$ je tranzitivna, S' nije u 3NF
- formiranje ograničenja stranog ključa:
 - $N_1[E] \subseteq N_4[E]$
 - $N_3[E] \subseteq N_4[E]$
- spojivost bez gubitaka
 - ključevi univerzalne šeme relacije su $K = \{AB, DE\}$
 - u skupu S postoji šema relacije sa ključem univerzalne šeme relacije, pa je spojivost bez gubitaka očuvana

Zadatak 2

- Metodom sinteze izgenerisati skup šema relacija u 3NF.

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

$$\mathbf{F} = \{ABC \rightarrow D, AB \rightarrow C, C \rightarrow A, C \rightarrow B, D \rightarrow E, AB \rightarrow E, EF \rightarrow G, G \rightarrow F, DG \rightarrow F\}$$

Zadatak 2

- $F = \{ABC \rightarrow D, AB \rightarrow C, C \rightarrow A, C \rightarrow B, D \rightarrow E, AB \rightarrow E, EF \rightarrow G, G \rightarrow F, DG \rightarrow F\}$
- Dekompozicija
 - svaka funkcionalna zavisnost sa desne strane sadrži samo jedno obeležje
- redukcija levih strana

Da li $ABC \rightarrow D$ može da se redukuje? Tražimo minimalni pravi podskup od ABC , takav da određuje D . Možemo posmatrati redom zatvarače nad A, B, C, AB, AC, BC .

- $ABC \rightarrow D: (A)^+_F = A; (B)^+_F = B; (C)^+_F = CABDE \Rightarrow ABC \rightarrow D$ se redukuje na $C \rightarrow D$
- $AB \rightarrow C: (A)^+_F = A; (B)^+_F = B$
- $AB \rightarrow E: (A)^+_F = A; (B)^+_F = B$
- $EF \rightarrow G: (E)^+_F = E; (F)^+_F = F$
- $DG \rightarrow F: (D)^+_F = DE; (G)^+_F = GF \Rightarrow$ redukuje se na $G \rightarrow F$

$H = \{C \rightarrow D, AB \rightarrow C, C \rightarrow A, C \rightarrow B, D \rightarrow E, AB \rightarrow E, EF \rightarrow G, G \rightarrow F\}$

Zadatak 2

- $H = \{C \rightarrow D, AB \rightarrow C, C \rightarrow A, C \rightarrow B, D \rightarrow E, AB \rightarrow E, EF \rightarrow G, G \rightarrow F\}$
- eliminacija redundantnih funkcionalnih zavisnosti:
 - $C \rightarrow D: D \notin (C)^+_{H \setminus \{C \rightarrow D\}} = C A B E$
 - $AB \rightarrow C: C \notin (AB)^+_{H \setminus \{AB \rightarrow C\}} = A B E$
 - $C \rightarrow A: A \notin (C)^+_{H \setminus \{C \rightarrow A\}} = C B D$
 - $C \rightarrow B: B \notin (C)^+_{H \setminus \{C \rightarrow B\}} = C A D$
 - $D \rightarrow E: E \notin (D)^+_{H \setminus \{D \rightarrow E\}} = D$
 - $AB \rightarrow E: E \in (AB)^+_{H \setminus \{AB \rightarrow E\}} = A B C D E \Rightarrow AB \rightarrow E$ suvišna (redundantna), pa će biti eliminisana iz skupa H
 - $EF \rightarrow G: G \notin (EF)^+_{H \setminus \{EF \rightarrow G\}} = E F$
 - $G \rightarrow F: F \notin (G)^+_{H \setminus \{G \rightarrow F\}} = G$

$$H = kp(F) = \{C \rightarrow D, AB \rightarrow C, C \rightarrow A, C \rightarrow B, D \rightarrow E, EF \rightarrow G, G \rightarrow F\}$$

Zadatak 2

- $H = kp(F) = \{C \rightarrow D, AB \rightarrow C, C \rightarrow A, C \rightarrow B, D \rightarrow E, EF \rightarrow G, G \rightarrow F\}$
- particije kanoničkog pokrivača:
 - $G(C) = \{C \rightarrow D, C \rightarrow A, C \rightarrow B\}$
 - $G(AB) = \{AB \rightarrow C\}$
 - $G(D) = \{D \rightarrow E\}$
 - $G(EF) = \{EF \rightarrow G\}$
 - $G(G) = \{G \rightarrow F\}$

Zadatak 2

- $\mathbf{G} = \{G(C), G(AB), G(D), G(EF), G(G)\}$
- traženje podskupova $G(X_i), G(X_j) \in \mathbf{G}$ sa ekvivalentnim levim stranama
 - $(C)_F^+ = CDABE$
 - $(AB)_F^+ = ABCDE$
 - $(D)_F^+ = DE$
 - $(EF)_F^+ = EFG$
 - $(G)_F^+ = GF$
- $(C)_F^+ = (AB)_F^+$
- $G(C, AB) = G(C) \cup G(AB) = \{C \rightarrow D, C \rightarrow A, C \rightarrow B, AB \rightarrow C\}$

$$\mathbf{G} = \{G(C, AB), G(D), G(EF), G(G)\}$$

Zadatak 2

- uklanjanje tranzitivnih funkcionalnih zavisnosti - formiranje skupa funkcionalnih zavisnosti ekvivalentnih levih strana \mathbf{J}
 - $(C)^+_F = (AB)^+_F$
 - $\mathbf{J} = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow AB\} = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow A, C \rightarrow B\}$
 - $G(C, AB) \leftarrow G(C, AB) \setminus \mathbf{J}$
 - $G(C, AB) = \{C \rightarrow D\}$

Zadatak 2

- uklanjanje tranzitivnih funkcionalnih zavisnosti - traženje suvišnih funkcionalnih zavisnosti iz skupa G_U
 - $G_U = \bigcup_{GX \in \mathbf{G}} (G_X) = \{C \rightarrow D, D \rightarrow E, EF \rightarrow G, G \rightarrow F\}$
 - $\mathbf{M} = \bigcup_{GX \in \mathbf{G}} (G_X) \cup \mathbf{J} = \{C \rightarrow D, D \rightarrow E, EF \rightarrow G, G \rightarrow F, AB \rightarrow C, C \rightarrow A, C \rightarrow B\}$
 - $C \rightarrow D : D \notin (C)^+_{M \setminus \{C \rightarrow D\}} = CAB$
 - $D \rightarrow E : E \notin (D)^+_{M \setminus \{D \rightarrow E\}} = D$
 - $EF \rightarrow G : G \notin (EF)^+_{M \setminus \{EF \rightarrow G\}} = EF$
 - $G \rightarrow F : F \notin (G)^+_{M \setminus \{G \rightarrow F\}} = G$
- nema suvišnih funkcionalnih zavisnosti

Zadatak 2

- rekonstrukcija particija
 - $\mathbf{G} = \{G(C, AB), G(D), G(EF), G(G)\}$
 - $\mathbf{J} = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow A, C \rightarrow B\}$
 - $G(X_{i1}, \dots, X_{in}) \leftarrow G(X_{i1}, \dots, X_{in}) \cup \{X_i \rightarrow X_j \in \mathbf{J} \mid X_i \in \{X_{i1}, \dots, X_{in}\}\}$
 - $G(C, AB) = \{C \rightarrow D, C \rightarrow A, C \rightarrow B, AB \rightarrow C\}$
 - $G(D) = \{D \rightarrow E\}$
 - $G(EF) = \{EF \rightarrow G\}$
 - $G(G) = \{G \rightarrow F\}$
- formiranje skupa šema relacija
 - $S = \{N_1(\{A, B, C, D\}, \{C, AB\}), N_2(\{D, E\}, \{D\}), N_3(\{E, F, G\}, \{EF\}), N_4(\{G, F\}, \{G\})\}$
- S je u 3NF

Zadatak 2

- formiranje ograničenja stranog ključa
 - $N_1[D] \subseteq N_2[D]$
 - $N_3[G] \subseteq N_4[G]$
- spojivost bez gubitaka:
 - ključevi univerzalne šeme relacije su $K=\{ABF, ABG, CF, CG\}$
 - u skupu S ne postoji šema relacije sa ključem univerzalne šeme relacije, pa spojivost bez gubitaka nije očuvana
 - na primer, možemo dodati šemu $(\{C, G\}, \{CG\})$
 - $\mathbf{S} = \{N_1(\{A, B, C, D\}, \{C, AB\}), N_2(\{D, E\}, \{D\}), N_3(\{E, F, G\}, \{EF\}), N_4(\{G, F\}, \{G\}), N_5(\{C, G\}, \{CG\})\}$
 - Dodatna ograničenja stranog ključa nakon dodavanja nove šeme:
 - $N_5[G] \subseteq N_4[G]$
 - $N_5[C] \subseteq N_1[C]$

Zadatak 3

- Metodom sinteze izgenerisati skup šema relacija u 3NF.

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

$$\mathbf{F} = \{CD \rightarrow E, E \rightarrow BCD, BC \rightarrow D, CDE \rightarrow A, A \rightarrow B, E \rightarrow G, EH \rightarrow I, C \rightarrow H, F \rightarrow H, E \rightarrow H, A \rightarrow D\}$$

Zadatak 3

- $F = \{CD \rightarrow E, E \rightarrow BCD, BC \rightarrow D, CDE \rightarrow A, A \rightarrow B, E \rightarrow G, EH \rightarrow I, C \rightarrow H, F \rightarrow H, E \rightarrow H, A \rightarrow D\}$
- Dekompozicija
 - $H = \{CD \rightarrow E, E \rightarrow B, E \rightarrow C, E \rightarrow D, BC \rightarrow D, CDE \rightarrow A, A \rightarrow B, E \rightarrow G, EH \rightarrow I, C \rightarrow H, F \rightarrow H, E \rightarrow H, A \rightarrow D\}$
- redukcija levih strana
 - $CD \rightarrow E: (C)^+_F = CH; (D)^+_F = D$
 - $BC \rightarrow D: (B)^+_F = B; (C)^+_F = CH$
 - $CDE \rightarrow A: (C)^+_F = CH; (D)^+_F = D; (E)^+_F = EBCDAGHI \Rightarrow$ redukuje se na $E \rightarrow A$
 - $EH \rightarrow I: (E)^+_F = EBCDAGHI \Rightarrow$ redukuje se na $E \rightarrow I$

$$H = \{CD \rightarrow E, E \rightarrow B, E \rightarrow C, E \rightarrow D, BC \rightarrow D, E \rightarrow A, A \rightarrow B, E \rightarrow G, E \rightarrow I, C \rightarrow H, F \rightarrow H, E \rightarrow H, A \rightarrow D\}$$

Zadatak 3

- $H = \{CD \rightarrow E, E \rightarrow B, E \rightarrow C, E \rightarrow D, BC \rightarrow D, E \rightarrow A, A \rightarrow B, E \rightarrow G, E \rightarrow I, C \rightarrow H, F \rightarrow H, E \rightarrow H, A \rightarrow D\}$
- eliminacija redundantnih funkcionalnih zavisnosti
 - $CD \rightarrow E: E \notin (CD)^+_{H \setminus \{CD \rightarrow E\}} = CDH$
 - $E \rightarrow B: B \in (E)^+_{H \setminus \{E \rightarrow B\}} = ECDABGIH \Rightarrow E \rightarrow B$ suvišna
 - $E \rightarrow C: C \notin (E)^+_{H \setminus \{E \rightarrow C\}} = EDABGIH$
 - $E \rightarrow D: D \in (E)^+_{H \setminus \{E \rightarrow D\}} = ECABGIHD \Rightarrow E \rightarrow D$ suvišna
 - $BC \rightarrow D: D \notin (BC)^+_{H \setminus \{BC \rightarrow D\}} = BCH$
 - $E \rightarrow A: A \notin (E)^+_{H \setminus \{E \rightarrow A\}} = EGIHC$
 - $A \rightarrow B: B \notin (A)^+_{H \setminus \{A \rightarrow B\}} = AD$
 - $E \rightarrow G: G \notin (E)^+_{H \setminus \{E \rightarrow G\}} = ECIHABD$
 - $E \rightarrow I: I \notin (E)^+_{H \setminus \{E \rightarrow I\}} = ECABGHD$
 - $C \rightarrow H: H \notin (C)^+_{H \setminus \{C \rightarrow H\}} = C$

Zadatak 3

- eliminacija redundantnih funkcionalnih zavisnosti
 - $F \rightarrow H: H \notin (F)^+_{H \wedge \{F \rightarrow H\}} = F$
 - $E \rightarrow H: H \in (E)^+_{H \wedge \{E \rightarrow H\}} = ECH \Rightarrow E \rightarrow H$ suvišna
 - $A \rightarrow D: D \notin (A)^+_{H \wedge \{A \rightarrow D\}} = AB$
- $H = kp(\mathbf{F}) = \{CD \rightarrow E, E \rightarrow C, BC \rightarrow D, E \rightarrow A, A \rightarrow B, E \rightarrow G, E \rightarrow I, C \rightarrow H, F \rightarrow H, A \rightarrow D\}$
- particije kanoničkog pokrivača
 - $G(CD) = \{CD \rightarrow E\}$
 - $G(E) = \{E \rightarrow C, E \rightarrow A, E \rightarrow G, E \rightarrow I\}$
 - $G(BC) = \{BC \rightarrow D\}$
 - $G(A) = \{A \rightarrow B, A \rightarrow D\}$
 - $G(C) = \{C \rightarrow H\}$
 - $G(F) = \{FH\}$

Zadatak 3

- $\mathbf{G} = \{G(CD), G(E), G(BC), G(A), G(C), G(F)\}$
- traženje podskupova $G(X_i), G(X_j) \in \mathbf{G}$ s ekvivalentnim levim stranama
 - $(CD)_F^+ = CDEAGIBH$
 - $(E)_F^+ = ECAGIBDH$
 - $(BC)_F^+ = BCDEAGIH$
 - $(A)_F^+ = ABD$
 - $(C)_F^+ = CH$
 - $(F)_F^+ = FH$
- $(CD)_F^+ = (E)_F^+ = (BC)_F^+$
 - $G(CD, E, BC) = G(CD) \cup G(E) \cup G(BC) = \{CD \rightarrow E, E \rightarrow C, E \rightarrow A, E \rightarrow G, E \rightarrow I, BC \rightarrow D\}$
 - $\mathbf{G} = \{G(CD, E, BC), G(A), G(C), G(F)\}$

Zadatak 3

- uklanjanje tranzitivnih funkcionalnih zavisnosti - formiranje skupa funkcionalnih zavisnosti ekvivalentnih levih strana \mathbf{J}
 - $(CD)_F^+ = (E)_F^+ = (BC)_F^+$
 - $\mathbf{J} = \{CD \rightarrow E, E \rightarrow CD, CD \rightarrow BC, BC \rightarrow CD, E \rightarrow BC, BC \rightarrow E\} = \{CD \rightarrow E, E \rightarrow C, E \rightarrow D, CD \rightarrow B, CD \rightarrow C, BC \rightarrow C, BC \rightarrow D, E \rightarrow B, E \rightarrow C, BC \rightarrow E\} = \{CD \rightarrow E, CD \rightarrow B, E \rightarrow C, E \rightarrow D, E \rightarrow B, BC \rightarrow D, BC \rightarrow E\}$
 - $G(CD, E, BC) = \{E \rightarrow A, E \rightarrow G, E \rightarrow I\}$

Zadatak 3

- uklanjanje tranzitivnih funkcionalnih zavisnosti - traženje suvišnih funkcionalnih zavisnosti iz skupa G_U
 - $G_U = \bigcup_{G_X \in \mathbf{G}} (G_X) = \{E \rightarrow A, E \rightarrow G, E \rightarrow I, A \rightarrow B, A \rightarrow D, C \rightarrow H, F \rightarrow H\}$
 - $\mathbf{M} = \bigcup_{G_X \in \mathbf{G}} (G_X) \cup \mathbf{J} = \{E \rightarrow A, E \rightarrow G, E \rightarrow I, A \rightarrow B, A \rightarrow D, C \rightarrow H, F \rightarrow H, CD \rightarrow E, CD \rightarrow B, E \rightarrow C, E \rightarrow D, E \rightarrow B, BC \rightarrow D, BC \rightarrow E\}$
 - $E \rightarrow A: A \notin (E)^+_{M \setminus \{E \rightarrow A\}} = EBCDGIH$
 - $E \rightarrow G: G \notin (E)^+_{M \setminus \{E \rightarrow G\}} = EAIBCDH$
 - $E \rightarrow I: I \notin (E)^+_{M \setminus \{E \rightarrow I\}} = EAGBDCH$
 - $A \rightarrow B: B \notin (A)^+_{M \setminus \{A \rightarrow B\}} = AD$
 - $A \rightarrow D: D \notin (A)^+_{M \setminus \{A \rightarrow D\}} = AB$
 - $C \rightarrow H: H \notin (C)^+_{M \setminus \{C \rightarrow H\}} = C$
 - $F \rightarrow H: H \notin (F)^+_{M \setminus \{F \rightarrow H\}} = F$

Zadatak 3

- rekonstrukcija particija
 - $\mathbf{G} = \{G(CD, E, BC), G(A), G(C), G(F)\}$
 - $\mathbf{J} = \{CD \rightarrow E, CD \rightarrow B, E \rightarrow C, E \rightarrow D, E \rightarrow B, BC \rightarrow D, BC \rightarrow E\}$
 - $G(X_{i1}, \dots, X_{in}) \leftarrow G(X_{i1}, \dots, X_{in}) \cup \{X_i \rightarrow X_j \in \mathbf{J} \mid X_i \in \{X_{i1}, \dots, X_{in}\}\}$
 - $G(CD, E, BC) = \{E \rightarrow A, E \rightarrow G, E \rightarrow I, CD \rightarrow E, CD \rightarrow B, E \rightarrow C, E \rightarrow D, E \rightarrow B, BC \rightarrow D, BC \rightarrow E\}$
 - $G(A) = \{A \rightarrow B, A \rightarrow D\}$
 - $G(C) = \{C \rightarrow H\}$
 - $G(F) = \{F \rightarrow H\}$
- formiranje skupa šema relacija
 - $\mathbf{S} = \{N_1(\{A, B, C, D, E, G, I\}, \{CD, E, BC\}), N_2(\{A, B, D\}, \{A\}), N_3(\{C, H\}, \{C\}), N_4(\{F, H\}, \{F\})\}$

Zadatak 3

- $S = \{N_1(\{A, B, C, D, E, G, I\}, \{CD, E, BC\}), N_2(\{A, B, D\}, \{A\}), N_3(\{C, H\}, \{C\}), N_4(\{F, H\}, \{F\})\}$
- S je u 3NF
- **Napomena:** S nije u BCNF, jer u okviru početne univerzalne šeme važe funkcionalne zavisnosti $A \rightarrow B$ i $A \rightarrow D$. Ove funkcionalne zavisnosti su putem ključa ugrađene u šemu N_2 , ali važe i nad šemom N_1 , pa samim tim šema N_1 ne zadovoljava BCNF.

Zadatak 3

- formiranje ograničenja stranog ključa
 - $N_1[A] \subseteq N_2[A]$
 - $N_1[C] \subseteq N_3[C]$
- spojivost bez gubitaka
 - ključevi univerzalne šeme relacije su $\mathbf{K} = \{ACF, DCF, EF, BCF\}$
 - u skupu \mathbf{S} ne postoji šema relacije sa ključem univerzalne šeme relacije, pa spojivost bez gubitaka nije očuvana
 - na primer, možemo dodati šemu $(\{E, F\}, \{EF\})$
 - $\mathbf{S} = \{N_1(\{A, B, C, D, E, G, I\}, \{CD, E, BC\}), N_2(\{A, B, D\}, \{A\}), N_3(\{C, H\}, \{C\}), N_4(\{F, H\}, \{F\}), N_5(\{E, F\}, \{EF\})\}$
 - Dodatna ograničenja stranog ključa nakon dodavanja nove šeme:
 - $N_5[E] \subseteq N_1[E]$
 - $N_5[F] \subseteq N_4[F]$

Zadatak 4

- Metodom sinteze izgenerisati skup šema relacija u 3NF.

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

$$\mathbf{F} = \{ABC \rightarrow DE, DE \rightarrow BF, A \rightarrow F, F \rightarrow A, F \rightarrow I, I \rightarrow G, FG \rightarrow C, DI \rightarrow H\}$$

Zadatak 4

- $F = \{ABC \rightarrow DE, DE \rightarrow BF, A \rightarrow F, F \rightarrow A, F \rightarrow I, I \rightarrow G, FG \rightarrow C, DI \rightarrow H\}$
- pokazati da se dobije $H = kp(F) = \{AB \rightarrow D, AB \rightarrow E, DE \rightarrow B, DE \rightarrow F, A \rightarrow F, F \rightarrow A, F \rightarrow I, I \rightarrow G, F \rightarrow C, DI \rightarrow H\}$
- particije kanoničkog pokrivača
 - $G(AB) = \{AB \rightarrow D, AB \rightarrow E\}$
 - $G(DE) = \{DE \rightarrow B, DE \rightarrow F\}$
 - $G(A) = \{A \rightarrow F\}$
 - $G(F) = \{F \rightarrow A, F \rightarrow I, F \rightarrow C\}$
 - $G(I) = \{I \rightarrow G\}$
 - $G(DI) = \{DI \rightarrow H\}$

Zadatak 4

- $\mathbf{G} = \{G(AB), G(DE), G(A), G(F), G(I), G(DI)\}$
- traženje podskupova $G(X_i), G(X_j) \in \mathbf{G}$ s ekvivalentnim levim stranama
 - $(AB)_F^+ = ABDEFICGH$
 - $(DE)_F^+ = DEBFAICGH$
 - $(A)_F^+ = AFICG$
 - $(F)_F^+ = FAICG$
 - $(I)_F^+ = IG$
 - $(DI)_F^+ = DIHG$
- $(AB)_F^+ = (DE)_F^+$
- $(A)_F^+ = (F)_F^+$
 - $G(AB, DE) = G(AB) \cup G(DE) = \{AB \rightarrow D, AB \rightarrow E, DE \rightarrow B, DE \rightarrow F\}$
 - $G(A, F) = G(A) \cup G(F) = \{A \rightarrow F, F \rightarrow A, F \rightarrow I, F \rightarrow C\}$
 - $\mathbf{G} = \{G(AB, DE), G(A, F), G(I), G(DI)\}$

Zadatak 4

- uklanjanje tranzitivnih funkcionalnih zavisnosti - formiranje skupa funkcionalnih zavisnosti ekvivalentnih levih strana \mathbf{J}
- $(AB)^+_F = (DE)^+_F$
- $(A)^+_F = (F)^+_F$
- $\mathbf{J} = \{AB \rightarrow DE, DE \rightarrow AB, A \rightarrow F, F \rightarrow A\} = \{AB \rightarrow D, AB \rightarrow E, DE \rightarrow A, DE \rightarrow B, A \rightarrow F, F \rightarrow A\}$
- $G(AB, DE) = \{DE \rightarrow F\}$
- $G(A, F) = \{F \rightarrow I, F \rightarrow C\}$

Zadatak 4

- Pokazati da se na kraju postupka sinteze dobije rešenje $\mathbf{S} = \{N_1(\{A, B, D, E\}, \{AB, DE\}), N_2(\{A, F, I, C\}, \{A, F\}), N_3(\{I, G\}, \{I\}), N_4(\{D, I, H\}, \{DI\})\}$
- Ukoliko zavisnost spoja nije zadovoljena, doraditi rešenje tako da zavisnost spoja bude zadovoljena.
- Definisati ograničenja stranog ključa

Zadatak 5

- Metodom sinteze izgenerisati skup šema relacija u 3NF.

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

$$\mathbf{F} = \{AB \rightarrow E, E \rightarrow A, E \rightarrow B, E \rightarrow C, BC \rightarrow A, ABE \rightarrow D, E \rightarrow G, EH \rightarrow I, B \rightarrow H, F \rightarrow H, H \rightarrow J, ABC \rightarrow J\}$$

- Pokazati da se sintezom dobije rešenje $\mathbf{S} = \{N_1(\{A, B, C, D, E, G, I\}, \{E, AB, BC\}), N_2(\{B, H\}, \{B\}), N_3(\{F, H\}, \{F\}), N_4(\{H, J\}, \{H\})\}$
- Ukoliko zavisnost spoja nije zadovoljena, doraditi rešenje tako da zavisnost spoja bude zadovoljena.
- Definisati ograničenja stranog ključa.

Kraj!

Hvala na pažnji!