

Metoda dekompozicije

Metoda dekompozicije

- Jedna od metoda normalizacije
- Zasnovana je na postupnom razvijanju šeme relacije (U, C) dok se ne dobije skup šema relacija u željenoj normalnoj formi (BCNF)
- (U, F) dekomponujemo na skup šema relacija $S = \{(R_i, F_i) | i = 1, \dots, n\}$ koje su u BCNF
- Neke funkcionalne zavisnosti iz polaznog skupa mogu biti izgubljene

Izbor f.z. za dekompoziciju

Kriterijum P1

- Uvodi se uslov koji garantuje da se pri dekompoziciji neće izgubiti neka f.z. ali ne garantuje da će se dobiti skup šema relacija u BCNF

- $Y \rightarrow A$ tako da važi

$$(A \not\subseteq Y) \wedge (R \not\subseteq Y^+) \wedge (F^+ = (F_{|Y(R \setminus A)} \cup F_{|YA})^+)$$

Kriterijum P2

- $Y \rightarrow A$ tako da važi

$$(A \not\subseteq Y) \wedge (AY \subset R) \wedge (F^+ = (F_{|Y(R \setminus A)} \cup F_{|YA})^+)$$

Izbor f.z. za dekompoziciju

Kriterijum P3

- netrivialna funkcija koja nije posledica zavisnosti ključa. Ovaj uslov obezbeđuje dolazak u BCNF
- $Y \rightarrow A$ tako da važi $(A \not\subseteq Y) \wedge (R \not\subseteq Y^+)$

Završne napomene

- Redosled kriterijuma : P1, P2 pa ako ne mogu ova dva tek onda po P3
- Ne treba dekomponovati na osnovu trivijalnih f.z.
- Na početku se ne izabira f.z. koja sa leve strane sadrži ključ.

Spojivost bez gubitaka

Teorema o spojivosti bez gubitaka

- Ova teorema uvodi potreban i dovoljan uslov koji treba da bude zadovoljen da bi skup šema relacija predstavljao dekompoziciju sa spojem bez gubitaka s obzirom na skup funkcionalnih zavisnosti.
- **Neka je $S = \{(R_1, F_1), (R_2, F_2)\}$ jedna dekompozicija šeme univerzalne relacije (U, F) , gde je $U = R_1 \cup R_2$. S je dekompozicija sa spojem bez gubitaka s obzirom na F akko važi:**

$$R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1 \setminus R_2 \in F^+ \text{ ili } R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2 \setminus R_1 \in F^+$$

Spojivost bez gubitaka

- Posledica ove teoreme je da $R_1 \cap R_2$ sadrži ključ bilo šeme relacije (R_1, F_1) , bilo (R_2, F_2) .

$$\left. \begin{array}{l} R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1 \setminus R_2 \\ R_1 \cap R_2 \subseteq R_1 \cap R_2 \end{array} \right\} \xRightarrow{\text{proš.}} R_1 \cap R_2 \rightarrow (R_1 \setminus R_2) \cup (R_1 \cap R_2)$$

$$\Rightarrow R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1 \in F^+$$

- Analogno druga

$$\left. \begin{array}{l} R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1 \in F^+ \\ R_2 \subseteq R_2 \end{array} \right\} \xRightarrow{\text{proš.}} R_2 \rightarrow R_1 R_2 \in F^+$$

R_2 sadrži ključ šeme univerzalne relacije

Primer 1

- $U = \{A, B, C\}$
- $F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow B\}$

Primer 1

Ključ univerzalne šeme relacije

- $\left. \begin{array}{l} (AB)^+ = ABC \\ (AC)^+ = ACB \end{array} \right\} \Rightarrow \mathbf{K} = \{AB, AC\}$

Primer 1

Dekompozicija

Po P1

$AB \rightarrow C : C \not\subseteq AB, (AB)^+ = ABC \supseteq ABC = U$ – ne odgovara

$C \rightarrow B : B \subseteq C, C^+ = CB \not\subseteq ABC,$

$$F_{|AC} = \{\} F_{|BC} = \{C \rightarrow B\} \Rightarrow F^+ \neq \{C \rightarrow B\}^+$$

Po P2

$AB \rightarrow C : ABC \not\subseteq ABC$ – ne odgovara

$C \rightarrow B : CB \subset ABC, F^+ = \{C \rightarrow B\}^+$ – ne odgovara

Po P3

$AB \rightarrow C : C \not\subseteq AB \wedge ABC \subseteq ABC$ – ne odgovara

$C \rightarrow B : B \not\subseteq C \wedge ABC \not\subseteq C^+ = CB$ – odgovara

Primer 1

$(\{A, B, C\}, \{AB \rightarrow C, C \rightarrow B\})$

$C \rightarrow B$

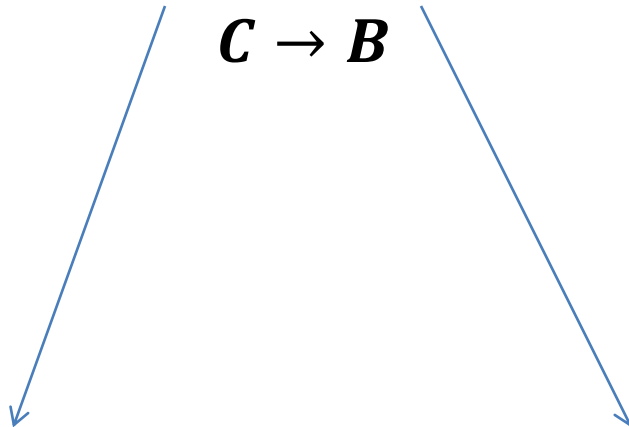
Ali smo izgubili $AB \rightarrow C$

$(\{B, C\}, \{C \rightarrow B\})$

BCNF

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

BCNF



Primer 1

- $S = \{(\{B, C\}, \{C \rightarrow B\}), (\{A, C\}, \{ \})\}$
- $S = \{N_1(\{C, B\}, \{C\}), N_2(\{A, C\}, \{AC\})\}$
- Referencijalni integriteti:
 $N_2[C] \subseteq N_1[C]$

Primer 2

- $U = \{A, B, C, D, E, F, G\}$
- $F = \{A \rightarrow B, C \rightarrow D, D \rightarrow C, E \rightarrow F,$
 $E \rightarrow C, E \rightarrow D, AC \rightarrow G, AC \rightarrow E\}$
- Metodom dekompozicije izgenerisati šemu baze podataka (S, I)

Primer 2

Ključ univerzalne šeme relacije

- **$K = \{AC, AD, AE\}$**

Primer 2

Dekompozicija

- $A \rightarrow B : B \not\subseteq A, A_F^+ = AB \not\subseteq U$

$$F_{|AB} = \{A \rightarrow B\}, F_{|A(U \setminus B)} = F \setminus \{A \rightarrow B\},$$

$$F^+ = (F_{|AB} \cup F_{|A(U \setminus B)})^+$$

- zadovoljava P1

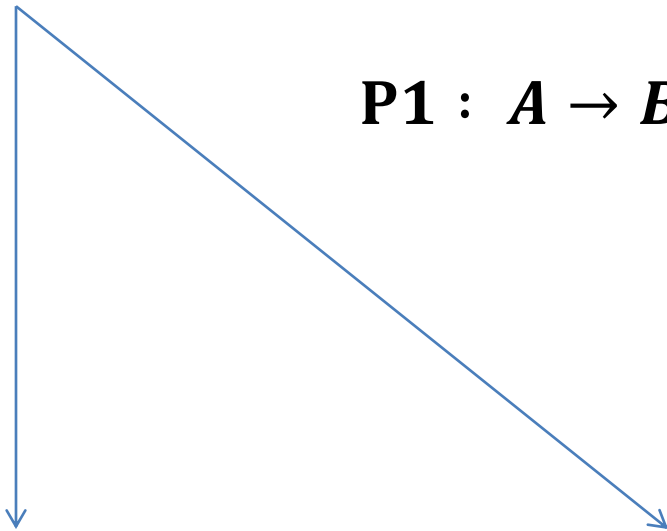
Primer 2

(U, F)

P1 : $A \rightarrow B$

$(\{A, B\}, \{A \rightarrow B\})$

$(\{A, C, D, E, F, G\}, \{C \rightarrow D, D \rightarrow C, E \rightarrow F, E \rightarrow C, E \rightarrow D, AC \rightarrow G, AC \rightarrow E\})$



Primer 2

- $E \rightarrow F : F \not\subseteq E, E_{F_1}^+ = EFCD \not\subseteq R_1$
 $F_{1|EF} = \{E \rightarrow F\}, F_{1|E(R_1 \setminus F)} = F_1 \setminus \{E \rightarrow F\}$
 - zadovoljava P1

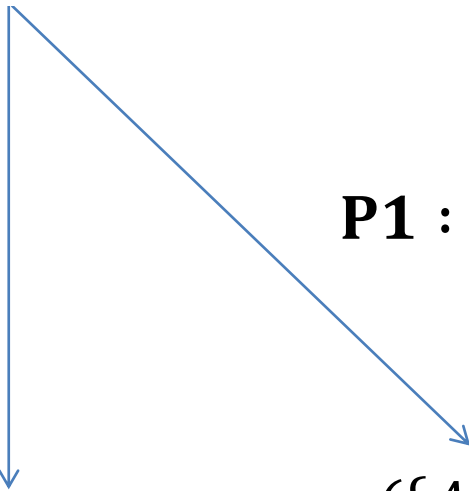
Primer 2

$(\{A, C, D, E, F, G\}, \{C \rightarrow D, D \rightarrow C, E \rightarrow F, E \rightarrow C, E \rightarrow D, AC \rightarrow G, AC \rightarrow E\})$

P1 : $E \rightarrow F$

$(\{E, F\}, \{E \rightarrow F\})$

$(\{A, C, D, E, G\}, \{C \rightarrow D, D \rightarrow C, E \rightarrow C, E \rightarrow D, AC \rightarrow G, AC \rightarrow E\})$



Primer 2

- $C \rightarrow D : D \not\subseteq C, C_{F_2}^+ = CD \not\subseteq R_2$

$$F_{2|CD} = \{C \rightarrow D, D \rightarrow C\},$$

$$F_{2|C(R_2 \setminus D)} = \{E \rightarrow C, AC \rightarrow G, AC \rightarrow E\}$$

$$\left. \begin{array}{l} E \rightarrow C \\ C \rightarrow D \end{array} \right\} \stackrel{A_3}{\Rightarrow} E \rightarrow D$$

– zadovoljava P1

Primer 2

$(\{A, C, D, E, G\}, \{C \rightarrow D, D \rightarrow C, E \rightarrow C, E \rightarrow D, AC \rightarrow G, AC \rightarrow E\})$

P1 : $C \rightarrow D$

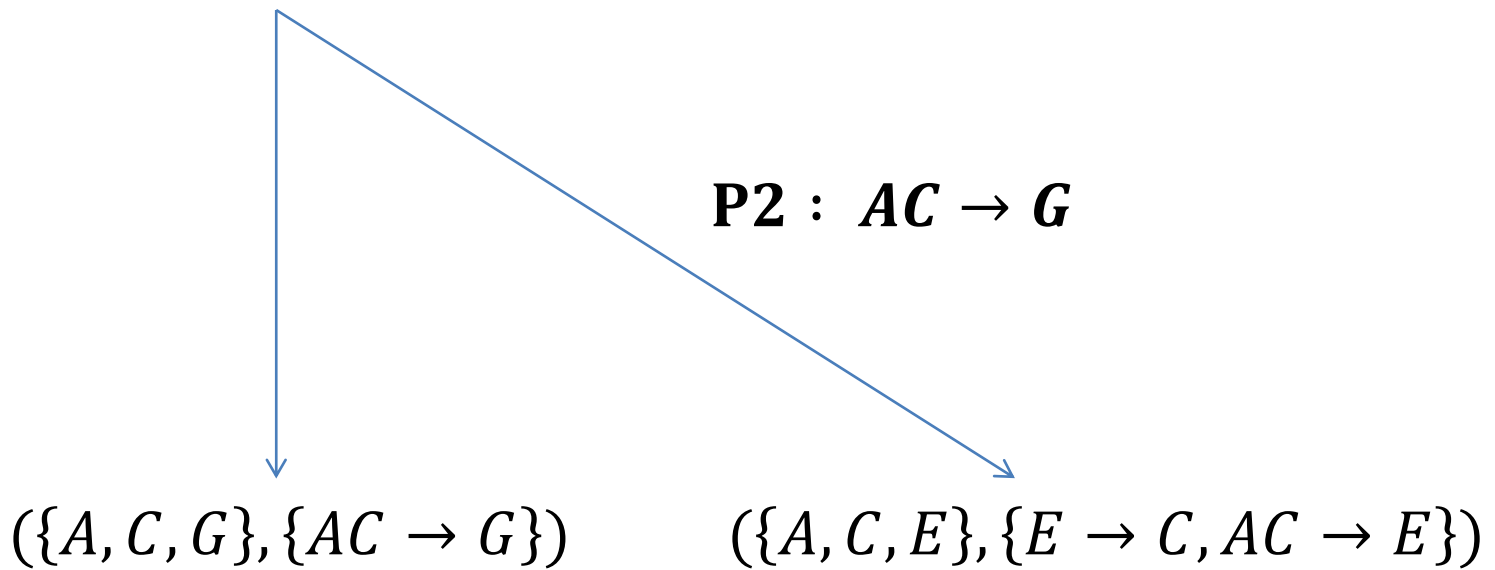
$(\{C, D\}, \{C \rightarrow D, D \rightarrow C\})$ $(\{A, C, E, G\}, \{E \rightarrow C, AC \rightarrow G, AC \rightarrow E\})$

Primer 2

- $E \rightarrow C : C \not\subseteq E, E_{F_3}^+ = EC \not\subseteq R_3$
 $F_{3|EC} = \{E \rightarrow C\}, F_{3|E(R_3 \setminus C)} = \{\}$
 - ne zadovoljava P1, P2
- $AC \rightarrow G : G \not\subseteq AC, (AC)_{F_3}^+ = ACGE = R_3, ACG \subset R_3$
 $F_{3|ACG} = \{AC \rightarrow G\}, F_{3|AC(R_3 \setminus G)} = \{E \rightarrow C, AC \rightarrow E\}$ –
 - zadovoljava P2
- $AC \rightarrow E : E \not\subseteq AC, (AC)_{F_3}^+ = ACEG = R_3, ACE \subset R_3$
 $F_{3|ACE} = \{AC \rightarrow E, E \rightarrow C\}, F_{3|AC(R_3 \setminus E)} = \{AC \rightarrow G\}$
 - zadovoljava P2

Primer 2

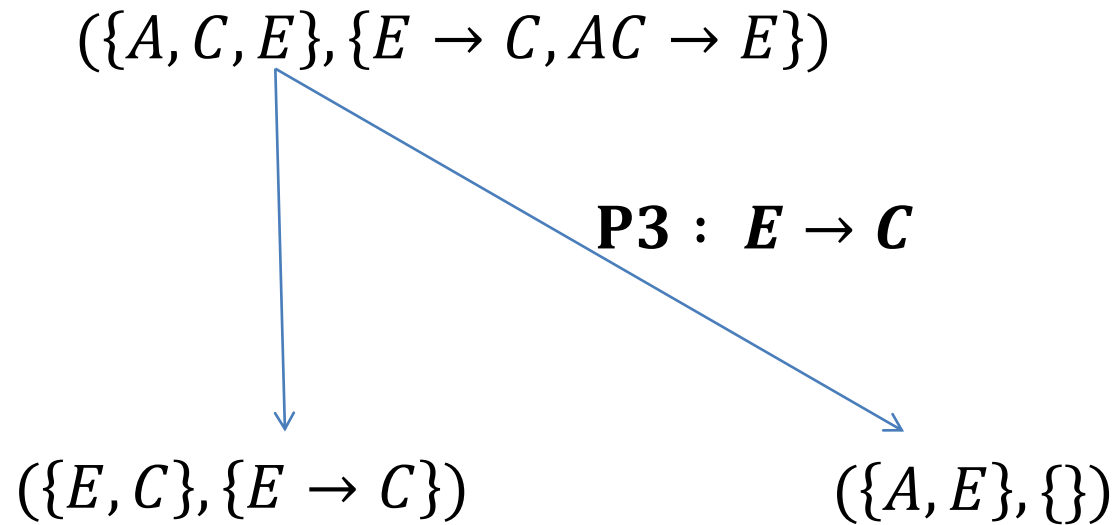
$(\{A, C, E, G\}, \{E \rightarrow C, AC \rightarrow G, AC \rightarrow E\})$



Primer 2

- $E \rightarrow C : C \not\subseteq E, E_{F_4}^+ = EC \not\subseteq R_4$
 $F_{4|EC} = \{E \rightarrow C\}, F_{4|EA} = \{\}$
 - zadovoljava samo P3
- $AC \rightarrow E : E \not\subseteq AC, (AC)_{F_4}^+ = ACE = R_4, ACE \not\subseteq R_4$
 - ne zadovoljava nijedno pravilo

Primer 2



- Izgubljena je f.z. $AC \rightarrow E$
- Sve šeme relacija su u BCNF

Primer 2

- $$S = \left\{ \begin{array}{l} (\{A, B\}, \{A \rightarrow B\}), (\{E, F\}, \{E \rightarrow F\}), \\ (\{C, D\}, \{C \rightarrow D, D \rightarrow C\}), (\{A, C, G\}, \{AC \rightarrow G\}), \\ (\{E, C\}, \{E \rightarrow C\}), (\{A, E\}, \{\}) \end{array} \right\}$$

- $$S = \left\{ \begin{array}{l} N_1(\{A, B\}, \{A\}), N_2(\{E, F\}, \{E\}), N_3(\{C, D\}, \{C, D\}), \\ N_4(\{A, C, G\}, \{AC\}), N_5(\{E, C\}, \{E\}), N_6(\{A, E\}, \{AE\}) \end{array} \right\}$$

- N1, N2, N3, N4, N5, N6 - BCNF

- Spojivost koja garantuje da će skup šema i dalje biti u BCNF

$$\mathbf{bcnf}(R_i, F_i) \wedge \mathbf{bcnf}(R_j, F_j) \wedge K_i \cap K_j \neq \emptyset \Rightarrow \mathbf{bcnf}(R_k, F_k)$$

- Spajanjem (R_i, F_i) i (R_j, F_j) uz uslov $K_i \cap K_j \neq \emptyset$ dobija se (R_k, F_k) , za koju važi $R_k = R_i \cup R_j$, $F_k = F|_{R_i \cup R_j}$ i $K_k = K_i \cup K_j$

- N2 i N5 su u BCNF, imaju zajednički ključ pa su spojive, nastaje $N'_2 = (\{E, F, C\}, \{E\})$

Primer 2

- $S = \left\{ \begin{array}{l} (\{A, B\}, \{A \rightarrow B\}), (\{E, C, F\}, \{E \rightarrow F, E \rightarrow C\}), \\ (\{C, D\}, \{C \rightarrow D, D \rightarrow C\}), (\{A, C, G\}, \{AC \rightarrow G\}), \\ (\{A, E\}, \{\}) \end{array} \right\}$
- $S = \left\{ \begin{array}{l} N_1(\{A, B\}, \{A\}), N'_2(\{E, F, C\}, \{E\}), N_3(\{C, D\}, \{C, D\}), \\ N_4(\{A, C, G\}, \{AC\}), N_6(\{A, E\}, \{AE\}) \end{array} \right\}$
- N_1, N'_2, N_3, N_4, N_6 – BCNF
- **Spojivost na osnovu ekvivalentnih ključeva**
- $(K_i)_F^+ = (K_j)_F^+$ - šeme relacija se $(R_i, F_i), (R_j, F_j)$ se spajaju u jednu šemu relacije
- $(AC)^+ = ACBDGEF = (AE)^+$ – spajamo N_4 i N_6
- $N'_4 = (\{A, C, G, E\}, \{AC, AE\})$

Primer 2

- $S = \left\{ \begin{array}{l} (\{A, B\}, \{A \rightarrow B\}), (\{E, C, F\}, \{E \rightarrow F, E \rightarrow C\}), \\ (\{C, D\}, \{C \rightarrow D, D \rightarrow C\}), \\ (\{A, C, G, E\}, \{AC \rightarrow G, AC \rightarrow E, E \rightarrow C\}) \end{array} \right\}$
- $S = \left\{ \begin{array}{l} N_1(\{A, B\}, \{A\}), N_2'(\{E, F, C\}, \{E\}), N_3(\{C, D\}, \{C, D\}), \\ N_4'(\{A, C, G, E\}, \{AC, AE\}) \end{array} \right\}$
- N1, N2' i N3 – BCNF; N4' – 3NF
- Spajanjem nadoknadjena izgubljena f.z. $AC \rightarrow E$

Primer 2

- Da li je obezbeđen spoj bez gubitaka informacija?
 - N'_4 sadrži ključ šeme univerzalne relacije AC, AE
- Da nije bilo tako morali bi smo dodati šemu relacije u S koja sadrži ključ čeme univerzalne relacije.
- Referencijalni integriteti:
 - $N'_4[A] \subseteq N_1[A]$
 - $N'_4[C] \subseteq N_3[C]$
 - $N'_4[E] \subseteq N'_2[E]$
 - $N'_2[C] \subseteq N_3[C]$

Primer 3

- $U = \{A, B, C, D, E, F\}$
- $F = \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, CD \rightarrow E, C \rightarrow A, D \rightarrow B, B \rightarrow F\}$
- Metodom dekompozicije izgenerisati šemu baze podataka (S, I)

Primer 3

Ključ univerzalne šeme relacije

- $(ABCDEF)^+ = U$
- $(ABCDE)^+ = ABCDEF$
- $(ABCD)^+ = ABCDEF$
- $(ABC)^+ = ABCDEF$
- $(AB)^+ = ABCDEF$
 - $A^+ = A$
 - $B^+ = BF$
- $C \rightarrow A : (BC)^+ = BCADEF = U$
 - $C^+ = CA \neq U$
- $D \rightarrow B : (AD)^+ = ADBFCE = U$
 - $D^+ = DBF \neq U$
- $(CD)^+ = ADBFCE = U$
- $K = \{AB, BC, AD, CD\}$

Primer 3

Dekompozicija

- $AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, CD \rightarrow E$ sadrže ključ sa leve strane pa najpre pokušavamo dekompoziciju po ostalim f.z. iz F.
- $C \rightarrow A, D \rightarrow B$ ne zadovoljava P1 – dokazati!

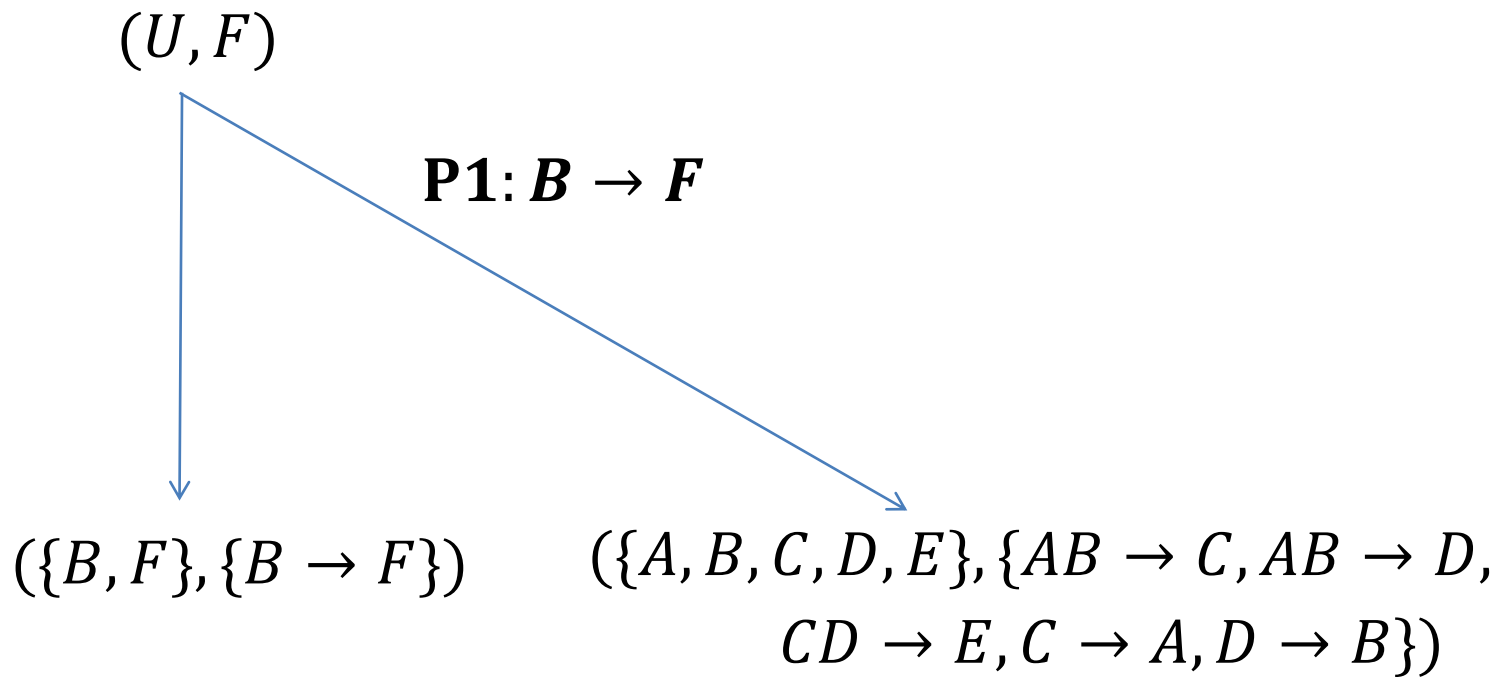
- $B \rightarrow F : F \notin B, B^+ = BF \not\subseteq U$

$$F|_{BF} = \{B \rightarrow F\}$$

$$F|_{ABCDE} = F \setminus \{B \rightarrow F\}$$

– zadovoljava P1

Primer 3

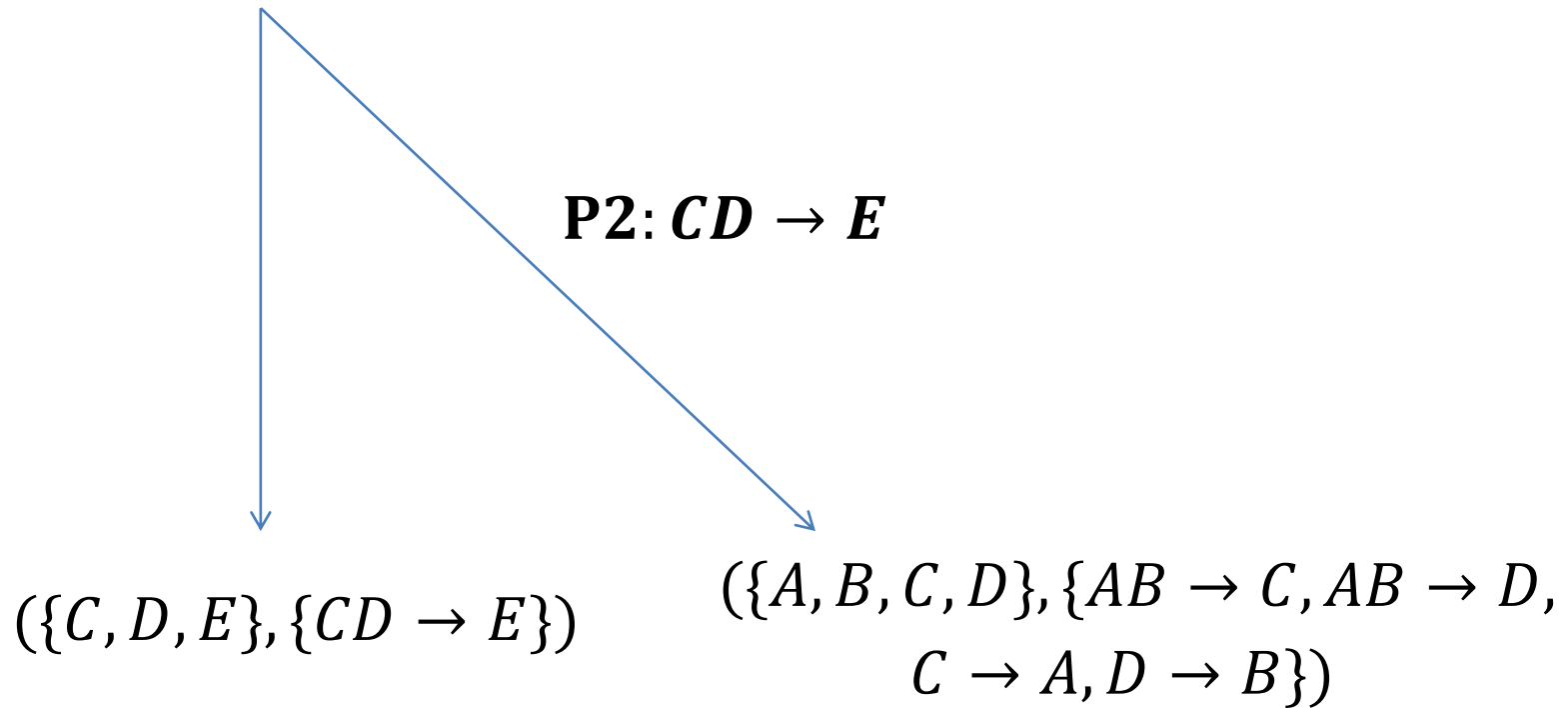


Primer 3

- Nijedna f.z. ne zadovoljava P1 – dokazati!
- Zatim proveravamo $C \rightarrow A, D \rightarrow B$ po P2 – dokazati da ne zadovoljava!
- $AB \rightarrow C, AB \rightarrow D$ – proveriti da li zadovoljava P2
- $CD \rightarrow E : E \notin CD, (CD)^+ = CDEAB = R_1$, pa ne zadovoljava P1, $CDE \subset R_1$
 $F_{1|CDE} = \{CD \rightarrow E\}$
 $F_{1|ABCD} = F_1 \setminus \{CD \rightarrow E\}$
 - zadovoljava P2

Primer 3

$(\{A, B, C, D, E\}, \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, CD \rightarrow E, C \rightarrow A, D \rightarrow B\})$

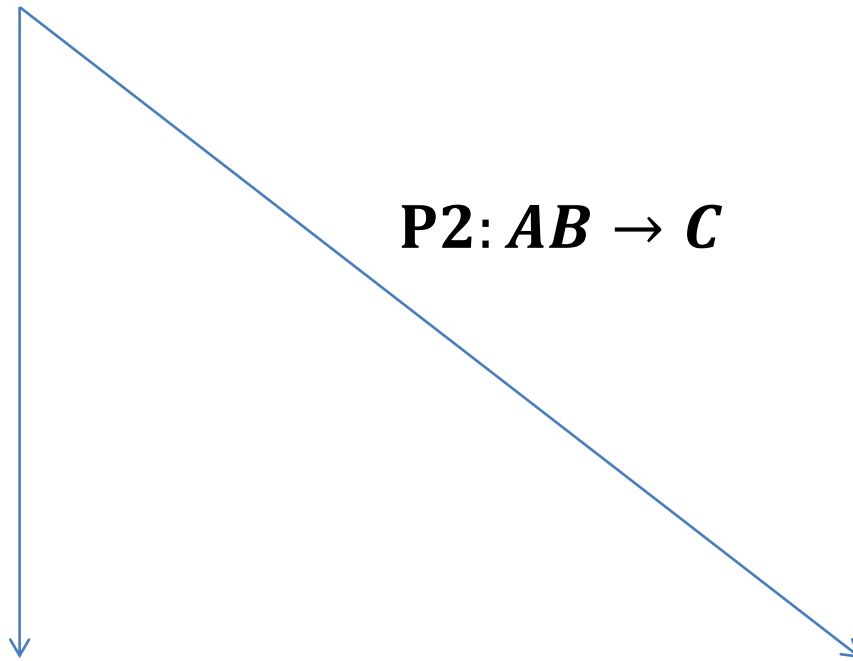


Primer 3

- Nijedna f.z. ne zadovoljava P1 – dokazati!
- $AB \rightarrow C : C \notin AB, (AB)^+ = ABCD = R_2, ABC \subset R_2$
 $F_{2|ABC} = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow A\}$
 $F_{1|ABD} = \{AB \rightarrow D, D \rightarrow B\}$
– zadovoljava P2

Primer 3

$(\{A, B, C, D\}, \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, C \rightarrow A, D \rightarrow B\})$



$(\{A, B, C\}, \{AB \rightarrow C, C \rightarrow A\})$

$(\{A, B, D\}, \{AB \rightarrow D, D \rightarrow B\})$

Možemo dalje dekomponovati obe šeme

Dokazati da $C \rightarrow A$ i $D \rightarrow B$ jedino zadovoljavaju P3, ostale ne.

Primer 3

$(\{A, B, C\}, \{AB \rightarrow C, C \rightarrow A\})$ $(\{A, B, D\}, \{AB \rightarrow D, D \rightarrow B\})$

P3: $C \rightarrow A$

P3: $D \rightarrow B$

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

izgubljene su f.z. $AB \rightarrow C, AB \rightarrow D$

Primer 3

- $S = \{N_1(\{A, C\}, \{C\}), N_2(\{B, C\}, \{BC\}), N_3(\{B, D\}, \{D\}), N_4(\{A, D\}, \{AD\}), N_5(\{C, D, E\}, \{CD\}), N_6(\{B, F\}, \{B\})\}$
- $N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6$ - BCNF
- $(BC)^+ = BCADFDE = (AD)^+ = (CD)^+$ – spajamo N_2, N_4 i N_5
- $N'_2 = (\{B, C, D, E, A\}, \{BC, AD, CD\})$
- $N'_2 (\{B, C, D, E, A\}, \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, CD \rightarrow E, C \rightarrow A, D \rightarrow B\})$ – 3NF

Primer 3

- $S = \{N_1(\{A, C\}, \{C\}), N_2'(\{B, C, D, E, A\}, \{BC, AD, CD\}), N_3(\{B, D\}, \{D\}), N_4(\{B, F\}, \{B\})\}$
- Očuvan je spoj bez gubitaka jer se ključ šeme univerzalne relacije nalazi u šemama relacija N_2, N_4, N_5
- $I = \{N_2'[C] \subseteq N_1[C], N_2'[D] \subseteq N_3[D], N_2'[B] \subseteq N_4[B], N_3[B] \subseteq N_4[B]\}$

Primer 4

- $U = \{A, B, C, D, E, F, G\}$
- $F = \{A \rightarrow B, AC \rightarrow D, B \rightarrow D, C \rightarrow F, CD \rightarrow E, AC \rightarrow G, EF \rightarrow G\}$
- Metodom dekompozicije izgenerisati šemu baze podataka (S, I)

Primer 4

Redukcija levih strana

- $AC \rightarrow D : A^+ = ABD$ – redukuje se na $A \rightarrow D$
- $CD \rightarrow E : C^+ = CF, D^+ = D$ – ne može se redukovati
- $AC \rightarrow G : A^+ = ABD, C^+ = CF$ – ne može se redukovati
- $EF \rightarrow G : E^+ = E, F^+ = F$ – ne može se redukovati
- $F_1 = \{A \rightarrow B, A \rightarrow D, B \rightarrow D, C \rightarrow F, CD \rightarrow E, AC \rightarrow G, EF \rightarrow G\}$

Primer 4

Neredundantni pokrivač

- $A \rightarrow B : B \notin A_{F_1 \setminus \{A \rightarrow B\}}^+ = AD$
- $A \rightarrow D : D \in A_{F_1 \setminus \{A \rightarrow D\}}^+ = ABD$ – suvišna
- $B \rightarrow D : D \notin B_{F_1 \setminus \{B \rightarrow D\}}^+ = B$
- $C \rightarrow F : F \notin C_{F_1 \setminus \{C \rightarrow F\}}^+ = C$
- $CD \rightarrow E : E \notin (CD)_{F_1 \setminus \{CD \rightarrow E\}}^+ = CDF$
- $AC \rightarrow G : G \in (AC)_{F_1 \setminus \{AC \rightarrow G\}}^+ = ACBDEFG$ – suvišna
- $EF \rightarrow G : G \notin (EF)_{F_1 \setminus \{EF \rightarrow G\}}^+ = EF$
- **Kanonički pokrivač**
 $G = \{A \rightarrow B, B \rightarrow D, C \rightarrow F, CD \rightarrow E, EF \rightarrow G\}$

Primer 4

- Pokazati da dekompozicijom nastaje sledeći skup šema relacija
- $S = \{N_1(\{A, B\}, \{A\}), N_2(\{A, C\}, \{AC\}), N_3(\{B, D\}, \{B\}), N_4(\{C, D, E\}, \{CD\}), N_5(\{C, F\}, \{C\}), N_6(\{E, F, G\}, \{EF\})\}$
- Proveriti spojivost na osnovu zajedničkih i ekvivalentnih ključeva i definisati međurelaciona ograničenja

Primer 5

- $U = \{A, B, C, D, E, F, G, H\}$
- $F = \{ABC \rightarrow D, ABC \rightarrow E, AG \rightarrow H, A \rightarrow G, G \rightarrow B, H \rightarrow A, H \rightarrow E, AC \rightarrow H\}$
- Metodom dekompozicije izgenerisati šemu baze podataka (S, I)

Primer 5

Redukcija levih strana

- $ABC \rightarrow D : A^+ = AGBHE, B^+ = B, C^+ = C,$
 $(AB)^+ = ABGHE, (AC)^+ = ACGBDEH$
– redukuje se na $AC \rightarrow D$
- $ABC \rightarrow E$ – redukuje se na $A \rightarrow E$
- $AG \rightarrow H$ – redukuje se na $A \rightarrow H$
- $AC \rightarrow H$ – redukuje se na $A \rightarrow H$
- $F_1 = \{AC \rightarrow D, A \rightarrow E, A \rightarrow H, A \rightarrow G, G \rightarrow B, H \rightarrow A,$
 $H \rightarrow E\}$

Primer 5

Neredundantni pokrivač

- $AC \rightarrow D : D \notin (AC)_{F_1 \setminus \{AC \rightarrow D\}}^+ = ACEHGB$
- $A \rightarrow E : E \in A_{F_1 \setminus \{A \rightarrow E\}}^+ = AHGBE$ – suvišna
- $A \rightarrow H : H \notin A_{F_1 \setminus \{A \rightarrow H\}}^+ = AGB$
- $A \rightarrow G : G \notin A_{F_1 \setminus \{A \rightarrow G\}}^+ = AHE$
- $G \rightarrow B : B \notin G_{F_1 \setminus \{G \rightarrow B\}}^+ = G$
- $H \rightarrow A : A \in H_{F_1 \setminus \{H \rightarrow A\}}^+ = HE$
- $H \rightarrow E : E \notin H_{F_1 \setminus \{H \rightarrow E\}}^+ = HAGB$
- **Kanonički pokrivač**
 $G = \{AC \rightarrow D, A \rightarrow H, A \rightarrow G, G \rightarrow B, H \rightarrow A, H \rightarrow E\}$

Primer 5

- Pokazati da dekompozicijom nastaje sledeći skup šema relacija
- $S = \{N_1(\{A, C, F\}, \{ACF\}), N_2(\{A, H\}, \{A, H\}),$
 $N_3(\{A, C, D\}, \{AC\}), N_4(\{A, G\}, \{A\}),$
 $N_5(\{H, E\}, \{H\}), N_6(\{G, B\}, \{G\})\}$
- Proveriti spojivost na osnovu zajedničkih i ekvivalentnih ključeva i definisati međurelaciona ograničenja