Übungen

Normalisierung

Sei das Schema R(A, B, C, D, E) mit folgenden fkt. Abh.:

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

1. Finde alle Kandidatschlüssel der Relation R.
2. Berechne die kanonische Überdeckung von F.
3. Ist R in BCNF? Erkläre.
4. Finde eine verlustlose BCNF Zerlegung von R.
5. Ist die Zerlegung von Punkt 4. abhängigkeitsbewahrend? Erkläre.
6. Ist R in 3NF? Erkläre.
7. Berechne mithilfe des Synthesealgorithmus eine 3NF Zerlegung von R.

Normalisierung - Lösung

1. Finde alle Kandidatschlüssel der Relation R.

F = {AB → CDE, AC → BDE, B → C, C → B, C → D, B → E}

$A^+ = A$, $B^+ = BCDE$, $C^+ = BCDE$, $D^+ = D$, $E^+ = E$

Wir merken, dass kein Attribut das Attribut A bestimmt $\Rightarrow$ A gehört zu dem Schlüssel

$\mathbf{AB}^+ = \mathrm{ABCDE} \Rightarrow$ Kadidatschlüssel

$\mathbf{AC}^+ = \mathrm{ABCDE} \Rightarrow$ Kadidatschlüssel

$\mathrm{AD}^+ = \mathrm{AD}$

$\mathrm{AE}^+ = \mathrm{AE}$

$\mathrm{ADE}^+ = \mathrm{ADE}$

Es gibt keine anderen Mengen von Attributen, die minimal sind und die A enthalten.

Normalisierung - Lösung

2. Berechne die kanonische Überdeckung von F.
   - Schritt 1 : Linksreduktion: $A \rightarrow B$, $X \in A$, falls $B \subset (A - \{X\})^{+}$ bzgl. $F \Rightarrow$ reduziere X (ersetze $A \rightarrow B$ durch $A - \{X\} \rightarrow B$)
   - Schritt 2 : Rechtsreduktion: $A \rightarrow B$, $Y \in B$, falls $Y \in A^{+}$ bzgl. $F - (A \rightarrow B) \cup (A \rightarrow B - \{Y\}) \Rightarrow$ reduziere Y (ersetze $A \rightarrow B$ durch $A \rightarrow B - \{Y\}$)
   - Schritt 3 : Entferne die FDs der Form $A \rightarrow \emptyset$
   - Schritt 4 : Ersetze alle FDs der Form $A \rightarrow B_1, \ldots, A \rightarrow B_k$ durch $A \rightarrow B_1 \cup \cdots \cup B_k$

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

Normalisierung - Lösung

- $F = \{AB \rightarrow CDE,\ AC \rightarrow BDE,\ B \rightarrow C,\ C \rightarrow B,\ C \rightarrow D,\ B \rightarrow E\}$
- Linksreduktion:

$\cancel{A}B \rightarrow CDE$, $B^+ = BCDE$ => $B \rightarrow CDE$ ($B \rightarrow C$, $C \rightarrow D$, $B \rightarrow E$)

$\cancel{A}C \rightarrow BDE$, $C^+ = BDE$ ($C \rightarrow B$, $C \rightarrow D$, $B \rightarrow E$)

$B \rightarrow C$,

$C \rightarrow B$,

$C \rightarrow D$,

$B \rightarrow E$

Nach der Linksreduktion: **$\{B \rightarrow CDE,\ C \rightarrow BDE,\ B \rightarrow C,\ C \rightarrow B,\ C \rightarrow D,\ B \rightarrow E\}$**

Normalisierung - Lösung

- {B → CDE, C → BDE, B →C, C → B, C → D, B → E}
- Rechtsreduktion:

B → ~~CDE~~ ,   Erkl. B->C, B->E, C->D (aus den unteren Abh.)

C → ~~BDE~~ , C->B, C->D, B->E (aus den unteren Abh.)

B → C,

C → B,

C → D,

B → E

Nach der Rechtsreduktion: {B → Ø, C → Ø, B →C, C → B, C → D, B → E}

Normalisierung - Lösung

$\{B \rightarrow \emptyset, C \rightarrow \emptyset, B \rightarrow C, C \rightarrow B, C \rightarrow D, B \rightarrow E\}$

Schritt 3. $\{B \rightarrow C, C \rightarrow B, C \rightarrow D, B \rightarrow E\}$

Schritt 4. $F_C = \{B \rightarrow CE, C \rightarrow BD\}$

Normalisierung - Lösung

3. Ist R in BCNF? Erkläre.

R ist in BCNF wenn für alle Abhängigkeiten $A \rightarrow B$ aus F^+ gilt:

- $B \subseteq A$ (FD ist trivial) **oder**
- A enthält einen Schlüssel von R (A ist ein Superschlüssel)

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

Kandidatschlüssel AB, AC

$B \rightarrow C$ verletzt BCNF $\Rightarrow$ R nicht in BCNF

Normalisierung - Lösung

4. Finde eine verlustlose BCNF Zerlegung von R.

- Wenn die $\alpha \rightarrow \beta$ die BCNF verletzt, dann können wir die Relation in $R - \beta$ und $\alpha \cup \beta$ zerlegen.

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

- $B \rightarrow C$ verletzt BCNF in R

Zerlege R in $R_1=\{\underline{AB}DE\}$, $F_1=\{AB \rightarrow DE, B \rightarrow E\}$ und

$R_2=\{\underline{B}C\}$, $F_2=\{B \rightarrow C,\ C \rightarrow B\}$, B - KS, C - KS

- $B \rightarrow E$ verletzt BCNF in R_1

Zerlege R_1 in $R_{11}=\{\underline{AB}D\}$,$F_{11}=\{AB \rightarrow D\}$, $R_{12}=\{\underline{B}E\}$, $F_{12}=\{B \rightarrow E\}$

$\Rightarrow$ BCNF Zerlegung ist R_{11}, R_{12}, R_2

Normalisierung - Lösung

5. Ist die Zerlegung von Punkt 4. abhängigkeitsbewahrend? Erkläre.

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

$F_C = \{B \rightarrow CE, C \rightarrow BD\}$

Zerlegung: {<u>AB</u>D} (zugeordnete FDs $AB \rightarrow D$) , {<u>B</u>E} (zugeordnete FDs $B \rightarrow E$) und {<u>B</u>C} (zugeordnete FDs $B \rightarrow C,\ C \rightarrow B$)

Diese Zerlegung ist verlustlos, aber nicht abhängigkeitsbewahrend ($C \rightarrow D$ ist nicht lokal überprüfbar)

Normalisierung - Lösung

6. Ist R in 3NF? Erkläre.

R ist in 3NF wenn für alle Abhängigkeiten $A \rightarrow B$ aus F^+ gilt:

- $B \subseteq A$ (FD ist trivial) **oder**
- A enthält einen Schlüssel von R (A ist ein Superschlüssel) **oder**
- B ist Teil eines Schlüsselkandidaten (B ist prim)

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

Kandidatschlüssel AB, AC

$C \rightarrow D$ verletzt 3NF $\Rightarrow \mathrm{R\ nicht\ in\ 3NF}$

Normalisierung - Lösung

7. Berechne mithilfe des Synthesealgorithmus eine 3NF Zerlegung von R.

Synthesealgorithmus:

1. Bestimme die kanonische Überdeckung F_c der Menge F
2. Führe für jede FD A → B in F_c folgende Anweisungen:
   Erzeuge eine Relation R_A = A ∪ B und ordne R_A die FDs $F_A=\{C \rightarrow D \in F_c | C \cup D \subseteq R_A\}$ zu
3. Falls alle Relationen erzeugt in Schritt 2 keinen Schlüsselkandidaten des ursprunglichen Relation R enthalten, so erzeuge zusätzlich eine neue Relation R_K = K und F_K = ∅, wobei K ein Schlüsselkandidat von R ist
4. Eliminiere die Relationen R_A, die in einem anderen Schema enthalten sind, d.h. $R_i \subseteq R_j$

Normalisierung - Lösung

7. Berechne mithilfe des Synthesealgorithmus eine 3NF Zerlegung von R.

Schritt 1. $F_C = \{B \rightarrow CE, C \rightarrow BD\}$ – kanonische Überdeckung

Schritt 2. $R_1 = \{BCE\}$ (zugeordnete FDs $B \rightarrow CE, C \rightarrow B$) ,

$R_2 = \{BCD\}$ (zugeordnete FDs $C \rightarrow BD, B \rightarrow C$)

Schritt 3. $R_3 = \{AB\}$ (keine zugeordnete FDs)

Schritt 4. –

$\Rightarrow$ {BCE}, {BCD}, {AB} – 3NF Zerlegung

Relationale Algebra 1: Gib die Namen der Studenten aus, die für den Kurs 'BD1' angemeldet sind

- Lsg1.

$$\pi_{Name}((\sigma_{KursId='BD1'}(Enrolled)) \bowtie Studenten)$$

- Lsg2.

$$\rho_{Temp1}(\sigma_{KursId='BD1'}(Enrolled))$$

$$\rho_{Temp2}(Temp1 \bowtie Studenten)$$

$$\pi_{Name}(Temp2)$$

- Lsg3.

$$\pi_{Name}(\sigma_{KursId='BD1'}(Enrolled \bowtie Studenten))$$

Relationale Algebra 2: Gib die Namen der Studenten aus, die für einen Kurs mit 5 ECTS angemeldet sind

- Lsg1.

$$\pi_{Name}((\sigma_{ECTS=5}(Kurse)) \bowtie Enrolled \bowtie Studenten)$$

- Lsg2.

$$\pi_{Name}(\pi_{MatrNr}(\pi_{KursId}(\sigma_{ECTS=5}(Kurse)) \bowtie Enrolled) \bowtie Studenten)$$

- Lsg2 ist effizienter. Ein Abfrageoptimierer würde, gegeben die erste Abfrage, die zweite Abfrage finden.