

Aufgabe 3

Gegeben sei folgendes relationales Schema R in erster Normalform:

$$R : \{ [A, B, C, D, E, F] \}$$

Für R gelte folgende Menge FD funktionaler Abhängigkeiten:

$$FA = \{ \begin{array}{l} \{ A, D, F \} \rightarrow \{ E \}, \\ \{ B, C \} \rightarrow \{ A, E \}, \\ \{ D \} \rightarrow \{ B \}, \\ \{ D, E \} \rightarrow \{ C, B \}, \\ \{ A \} \rightarrow \{ F \}, \end{array} \}$$

- (a) Bestimmen Sie alle Kandidatenschlüssel/Schlüsselkandidaten von R mit FD . Hinweis: Die Angabe von Attributmengen, die keine Kandidatenschlüssel sind, führt zu Abzügen.

- D A
- D C
- D E

- (b) Prüfen Sie, ob R mit FD in 2NF bzw. 3NF ist.

- (c) Bestimmen Sie mit folgenden Schritten eine kanonische Überdeckung FD_C von FD :

- (i) Führen Sie eine Linksreduktion von FD durch. Geben Sie die Menge funktionaler Abhängigkeiten nach der Linksreduktion an (FD_L).

Linksreduktion

— Führe für jede funktionale Abhängigkeit $\alpha \rightarrow \beta \in F$ die Linksreduktion durch, überprüfe also für alle $A \in \alpha$, ob A überflüssig ist, d. h. ob $\beta \subseteq \text{AttrHülle}(F, \alpha - A)$.

$$FA = \{ \begin{array}{l} \{ A, D, F \} \rightarrow \{ E \}, \\ \{ B, C \} \rightarrow \{ A, E \}, \\ \{ D \} \rightarrow \{ B \}, \\ \{ D, E \} \rightarrow \{ C, B \}, \\ \{ A \} \rightarrow \{ F \}, \end{array} \}$$

$$\begin{array}{l} E \notin \text{AttrHülle}(F, \{A, D, F \setminus A\}) = \{B, D, F\} \\ E \notin \text{AttrHülle}(F, \{A, D, F \setminus D\}) = \{A, F\} \\ E \notin \text{AttrHülle}(F, \{A, D, F \setminus F\}) = \{A, B, D\} \\ \{A, E\} \notin \text{AttrHülle}(F, \{B, C \setminus B\}) = \{C\} \\ \{A, E\} \notin \text{AttrHülle}(F, \{B, C \setminus C\}) = \{B\} \end{array}$$

$$\begin{aligned} \{C, B\} &\notin \text{AttrHülle}(F, \{D, E \setminus D\}) = \{E\} \\ \{C, B\} &\notin \text{AttrHülle}(F, \{D, E \setminus E\}) = \{B, D\} \end{aligned}$$

- (ii) Führen Sie eine Rechtsreduktion des Ergebnisses der Linksreduktion (FD_L) durch. Geben Sie die Menge funktionaler Abhängigkeiten nach der Rechtsreduktion an (FD_R).

Rechtsreduktion

— Führe für jede (verbliebene) funktionale Abhängigkeit $\alpha \rightarrow \beta$ die Rechtsreduktion durch, überprüfe also für alle $B \in \beta$, ob $B \in \text{AttrHülle}(F - (\alpha \rightarrow \beta) \cup (\alpha \rightarrow (\beta - B)), \alpha)$ gilt. In diesem Fall ist B auf der rechten Seite überflüssig und kann eliminiert werden, d. h. $\alpha \rightarrow \beta$ wird durch $\alpha \rightarrow (\beta - B)$ ersetzt.

- (iii) Bestimmen Sie eine kanonische Überdeckung FD von FD auf Basis des Ergebnisses der Rechtsreduktion (FD_R).

- Löschen leerer Klauseln

— Entferne die funktionalen Abhängigkeiten der Form $\alpha \rightarrow \emptyset$, die im 2. Schritt möglicherweise entstanden sind.

- Vereinigung

— Fasse mittels der Vereinigungsregel funktionale Abhängigkeiten der Form $\alpha \rightarrow \beta_1, \dots, \alpha \rightarrow \beta_n$, so dass $\alpha \rightarrow \beta_1 \cup \dots \cup \beta_n$ verbleibt.

- (d) Zerlegen Sie R mit FD_C mithilfe des Synthesealgorithmus in 3NF. Geben Sie zudem alle funktionalen Abhängigkeiten der erzeugten Relationenschemata an.

- Relationsschemata formen

— Erzeuge für jede funktionale Abhängigkeit $\alpha \rightarrow \beta \in F_c$ ein Relationenschema $\mathcal{R}_\alpha := \alpha \cup \beta$.

- Schlüssel hinzufügen

— Falls eines der in Schritt 2. erzeugten Schemata \mathcal{R}_α einen Schlüsselkandidaten von \mathcal{R} bezüglich F_c enthält, sind wir fertig, sonst wähle einen Schlüsselkandidaten $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{R}$ aus und definiere folgendes zusätzliche Schema: $\mathcal{R}_\mathcal{K} := \mathcal{K}$ und $\mathcal{F}_\mathcal{K} := \emptyset$

- Entfernung überflüssiger Teilschemata

— Eliminiere diejenigen Schemata \mathcal{R}_α , die in einem anderen Relationenschema $\mathcal{R}_{\alpha'}$ enthalten sind, d. h. $\mathcal{R}_\alpha \subseteq \mathcal{R}_{\alpha'}$.

- (e) Prüfen Sie für alle Relationen der Zerlegung aus d), ob sie jeweils in BCNF sind.