

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.

R ist in 1NF, da $\{ d \} \rightarrow \{ b \}$

- (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 $\beta \subseteq \text{AttrHülle}(F, \alpha - A)$.

- $\{ A, D \} \rightarrow \{ E \}$
 $A \notin \text{AttrHülle}(F, \{ A, D, F \setminus A \}) = \{ B, D, F \}$
 $D \notin \text{AttrHülle}(F, \{ A, D, F \setminus D \}) = \{ A, F \}$
 $F \in \text{AttrHülle}(F, \{ A, D, F \setminus F \}) = \{ A, B, D, F \}$
- $\{ B, C \} \rightarrow \{ A, E \}$
 $\{ A, E \} \notin \text{AttrHülle}(F, \{ B, C \setminus B \}) = \{ C \}$
 $\{ A, E \} \notin \text{AttrHülle}(F, \{ B, C \setminus C \}) = \{ B \}$
- $\{ D, E \} \rightarrow \{ C, B \}$
 $\{ C, B \} \notin \text{AttrHülle}(F, \{ D, E \setminus D \}) = \{ E \}$
 $\{ C, B \} \notin \text{AttrHülle}(F, \{ D, E \setminus E \}) = \{ B, D \}$

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

$$\begin{aligned} & \{ B, C \} \rightarrow \{ A, E \}, \\ & \{ D \} \rightarrow \{ B \}, \\ & \{ D, E \} \rightarrow \{ C, B \}, \\ & \{ A \} \rightarrow \{ F \}, \\ & \} \end{aligned}$$

- (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. —

$$\begin{aligned} E &\notin \text{AttrHülle}(F \setminus \{A, D\} \rightarrow \{E\}, \{A, D\}) = \{A, B, D, F\} \\ E &\notin \text{AttrHülle}(F \setminus \{B, C\} \rightarrow \{A, E\} \cup \{B, C\} \rightarrow \{A\}, \{B, C\}) = \{A, B, C, F\} \\ B &\notin \text{AttrHülle}(F \setminus \{D\} \rightarrow \{B\}, \{D\}) = \{D\} \\ B &\in \text{AttrHülle}(F \setminus \{D, E\} \rightarrow \{C, B\} \cup \{D, E\} \rightarrow \{C\}, \{D, E\}) = \{B, D, E\} \\ FA &= \{ \\ & \quad \{ A, D \} \rightarrow \{ E \}, \\ & \quad \{ B, C \} \rightarrow \{ A, E \}, \\ & \quad \{ D \} \rightarrow \{ B \}, \\ & \quad \{ D, E \} \rightarrow \{ C \}, \\ & \quad \{ A \} \rightarrow \{ F \}, \\ & \} \end{aligned}$$

- (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. —

\emptyset Nichts zu tun

- 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. —

\emptyset Nichts zu tun

- (d) Zerlegen Sie R mit FD_C mithilfe des Synthesalgorithmus 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 $\mathcal{R}_\alpha := \alpha \cup \beta$. —

$R_1(\underline{A}, D, E)$
 $R_2(\underline{B}, C, A, E)$
 $R_3(\underline{D}, B)$
 $R_4(\underline{D}, E, C)$
 $R_5(\underline{A}, F)$

- **Schlüssel hinzufügen**

— Falls eines der in Schritt 2. erzeugten Schemata 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 $\mathcal{F}_\mathcal{K} := \emptyset$ —

\emptyset Nichts zu tun

- **Entfernung überflüssiger Teilschemata**

— Eliminiere diejenigen Schemata R_α , die in einem anderen Relationenschema $R_{\alpha'}$ enthalten sind, d. h. $R_\alpha \subseteq R_{\alpha'}$. —

\emptyset Nichts zu tun

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