

## 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:

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

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

#### $\{ A, D, F \} \rightarrow \{ E \}$

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

$$E \notin \text{AttrHülle}(F, \{ A, D, F \setminus D \}) = \{ A, F \}$$

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

#### $\{ B, C \} \rightarrow \{ A, E \}$

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

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

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

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

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

- (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. —

#### E

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

#### B

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

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

- (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. —

∅ Nichts zu tun

- (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  $\mathcal{R}_\alpha := \alpha \cup \beta$ . —

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

**- Schlüssel hinzufügen**

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

∅ Nichts zu tun

**- Entfernung überflüssiger Teilschemata**

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

∅ Nichts zu tun

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

$R_1$  und  $R_4$  sind in BCNF, weil ihre Determinanten Schlüsselkandidaten sind.