

Staatsexamen 66116 / 2019 / Frühjahr / Thema Nr. 1 / Aufgabe Nr. 3

### Aufgabe 3 [Relation A-F]

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$FA = \left\{ \right.$$

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

- (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

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

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

#### B

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

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

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

- (iii) Bestimmen Sie eine kanonische Überdeckung  $FD_R$  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 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  $\mathcal{R}_\alpha := \alpha \cup \beta$ . —

$$R_1(\underline{A}, D, E)$$

$$R_2(\underline{B}, C, A, E)$$

$$R_3(\underline{D}, B)$$

$$R_4(\underline{D}, E, C)$$

$$R_5(\underline{A}, F)$$

**- Schlüssel hinzufügen**

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

$\emptyset$  Nichts zu tun

**- Entfernung überflüssiger Teilschemata**

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

$\emptyset$  Nichts zu tun

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

R1 und R4 sind in BCNF, weil ihre Determinanten Schlüsselkandidaten sind.

Github: Staatsexamen/66116/2019/03/Thema-1/Aufgabe-3.tex