Staatsexamen 66116 / 2018 / Frühjahr / Thema Nr. 2 / Teilaufgabe Nr. 1 / Aufgabe Nr. 6

Aufgabe 6: Normalformen [Synthese-Algorithmus bei Relationenschema A-F]

Gegeben sei das Relationenschema $R(A,B,C,D,E,F)$, sowie die Menge der zugehörigen funktionalen Abhängigkeiten F.

$$
\text{FA} = \left\{
\begin{aligned}
\{C\} &\rightarrow \{B\},\\
\{B\} &\rightarrow \{A\},\\
\{C,E\} &\rightarrow \{D\},\\
\{E\} &\rightarrow \{F\},\\
\{C,E\} &\rightarrow \{F\},\\
\{C\} &\rightarrow \{A\},
\end{aligned}
\right\}
$$

(a) Bestimmen Sie den Schlüsselkandidaten der Relation R und begründen Sie, warum es keine weiteren Schlüsselkandidaten gibt.

> C und E kommen auf keiner rechten Seite vor. Sie müssen deshalb immer Teil des Schlüsselkandidaten sein.
>
> AttrHülle$(F, \{C, E\}) = \{A,B,C,D,E,F\}$
>
> Daraus folgt, dass $\{C, E\}$ ein Superschlüssel ist.
>
> AttrHülle$(F, \{C, E \setminus E\}) = \{A, B, C\} \neq R$
> AttrHülle$(F, \{C, E \setminus C\}) = \{E, F\} \neq R$
>
> $\{C, E\}$ kann nicht weiter minimiert werden.

(b) Überführen Sie das Relationenschema R mit Hilfe des Synthesealgorithmus in die dritte Normalform. Führen Sie hierfür jeden der vier Schritte durch und kennzeichnen Sie Stellen, bei denen nichts zu tun ist.

> - **Kanonische Überdeckung**
>
>   *— Die kanonische Überdeckung - also die kleinst mögliche noch äquivalente Menge von funktionalen Abhängigkeiten kann in vier Schritten erreicht werden. —*
>
>   - **Linksreduktion**
>
>   *— Führe für jede funktionale Anhängigkeit $\alpha \rightarrow \beta \in F$ die Linksreduktion durch, überprüfe also für alle $A \in \alpha$, ob A überflüssig ist, d. h. ob $\beta \subseteq$ AttrHülle$(F, \alpha - A)$. —*
>
>   **{ C, E } →{ D }**
> $D \notin$ AttrHülle$(F, \{C, E \setminus E\}) = \{A, C, B\}$
> $D \notin$ AttrHülle$(F, \{C, E \setminus C\}) = \{E, F\}$
>
>   **{ C, E } →{ F }**

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

$$\text{FA} = \left\{ \begin{array}{r} \{\,C\,\} \to \{\,B\,\}, \\ \{\,B\,\} \to \{\,A\,\}, \\ \{\,C, E\,\} \to \{\,D\,\}, \\ \{\,E\,\} \to \{\,F\,\}, \\ \{\,E\,\} \to \{\,F\,\}, \\ \{\,C\,\} \to \{\,A\,\}, \end{array} \right\}$$

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

A

$A \notin$ AttrHülle$(F \setminus \{\,B\,\} \to \{\,A\,\}, \{B\}) = \{B\}$
$A \in$ AttrHülle$(F \setminus \{\,C\,\} \to \{\,A\,\}, \{C\}) = \{\boldsymbol{A}, B, C\}$

$$\text{FA} = \left\{ \begin{array}{r} \{\,C\,\} \to \{\,B\,\}, \\ \{\,B\,\} \to \{\,A\,\}, \\ \{\,C, E\,\} \to \{\,D\,\}, \\ \{\,E\,\} \to \{\,F\,\}, \\ \{\,E\,\} \to \{\,F\,\}, \\ \{\,C\,\} \to \{\,\emptyset\,\}, \end{array} \right\}$$

F

$F \in$ AttrHülle$(F \setminus \{\,E\,\} \to \{\,F\,\}, \{E\}) = \{E, \boldsymbol{F}\}$

$$\text{FA} = \left\{ \begin{array}{r} \{\,C\,\} \to \{\,B\,\}, \\ \{\,B\,\} \to \{\,A\,\}, \\ \{\,C, E\,\} \to \{\,D\,\}, \\ \{\,E\,\} \to \{\,\emptyset\,\}, \\ \{\,E\,\} \to \{\,F\,\}, \\ \{\,C\,\} \to \{\,\emptyset\,\}, \end{array} \right\}$$

- **Löschen leerer Klauseln**
  —— *Entferne die funktionalen Abhängigkeiten der Form $\alpha \to \emptyset$, die im 2. Schritt möglicherweise entstanden sind.* ——

$$\text{FA} = \Big\{$$

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

- **Vereinigung**

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

  $\emptyset$ Nichts zu tun

- **Relationsschemata formen**

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

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

- **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