

Übungsblatt 6: Entwurfstheorie relationaler Datenbanken

Abzugeben sind, bis 25.01.2023, 23:59, Lösungen zu den Aufgaben 1a,b,c, 3a,b,d,e, 5a,b,c 7, 8.

Aufgabe 1 : Funktionale Abhängigkeiten (1+1+1+0 Punkte)

Sei \mathcal{R} ein Relationenschema mit n Attributen und F eine Menge hierauf definierter funktionaler Abhängigkeiten (FDs).

(a) Die Hülle F^+ einer Menge von FDs F ist eindeutig.

- Stimmt immer.
 Stimmt nie.
 Stimmt nur, wenn $\exists \alpha \in \mathcal{R}$ und α Superschlüssel in \mathcal{R} ist.

(b) Inklusive trivialer FDs, wie viele FDs kann F maximal haben?

Hinweis: Triviale FDs $\alpha \rightarrow \beta$ mit $\beta \subseteq \alpha$ beinhalten auch $\alpha \subseteq \alpha$ und $\emptyset \subseteq \alpha$.

- n^2
 $2^n \cdot 2^n$
 $\frac{n(n+1)}{2}$

(c) Es gelte $\mathcal{R} = \text{AttributeClosure}(F, \kappa)$ und $\nexists A \in \kappa : \mathcal{R} = \text{AttributeClosure}(F, \kappa - \{A\})$. Was kann man über κ sagen?

- κ ist Schlüssel von \mathcal{R} .
 κ ist Primärschlüssel von \mathcal{R} .
 κ ist kein Schlüssel von \mathcal{R} .

(d) Gibt es in einem Relationenschema nur triviale Abhängigkeiten, so bilden alle Attribute zusammen den Schlüssel.

- Stimmt immer.
 Stimmt nie.
 Stimmt nur, wenn $n > 2$.

Aufgabe 2 : Anomalien

Eine Kundenverwaltung soll zusätzlich zu den Stammdaten jeweils den Betreuer sowie den monatlichen Umsatz des Kunden aufnehmen. Folgende Abhängigkeiten gelten

- Kunde \rightarrow Ort
- Kunde \rightarrow Umsatz
- Kunde \rightarrow BetreuerName
- BetreuerName \rightarrow BetreuerOrt

Es wurde ein Datenbankschema mit folgender Tabelle erstellt, wobei jede Zeile einem Kunden entspricht:

Kunde	Ort	BetreuerName	BetreuerOrt	Umsatz
Müller-AG	München	Aukamp	Dortmund	12.021
Schneider-GmbH	Köln	Aukamp	Dortmund	11.890
Büro-Peters	Köln	Maisel	Dortmund	12.800
...				

(a) Geben Sie im Bezug auf das obige Schema je ein Beispiel für das Auftreten der folgenden Probleme an und erklären Sie jeweils, warum es sich um ein Problem handelt.

- Einfügeanomalien
- Modifizierungsanomalien
- Löschanomalien

(b) Verbessern Sie das Schema, so dass keine Anomalien mehr auftreten.

(c) Welche Nachteile hat das in (b) verbesserte Schema gegenüber der nicht verbesserten Variante?

Aufgabe 3 : Inferenzregeln (1+1+0+1+1 Punkte)

Beweisen oder widerlegen Sie die unten aufgeführten Ableitungsregeln. **Wichtig:** Nur die Armstrong-Inferenzregeln der Reflexivität, Verstärkung und Transitivität gelten für diese Aufgabe als bewiesen. Alle weiteren Regeln müssen zunächst bewiesen werden.

Ein Beweis hat die folgende Form (Beispiel für falls $\alpha \rightarrow \beta\gamma$ dann gilt $\alpha \rightarrow \beta$):

1. $\alpha \rightarrow \beta\gamma$ (gegeben)
2. $\beta\gamma \rightarrow \beta$ (Reflexivität)
3. $\alpha \rightarrow \beta$ (Transitivität von 1. und 2.)

Ein Gegenbeweis erfolgt durch ein Gegenbeispiel (Beispiel für falls $\alpha\beta \rightarrow \gamma \wedge \beta \rightarrow \delta$ dann $\alpha\delta \rightarrow \gamma$):

\mathcal{R}			
A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_1	b_2	c_2	d_1

Mit $\alpha = \{A\}$, $\beta = \{B\}$, $\gamma = \{C\}$, $\delta = \{D\}$ ist die linke Seite der Regel erfüllt, die rechte dagegen nicht.

- Falls $\alpha \rightarrow \beta$ und $\alpha \rightarrow \gamma$ dann $\alpha \rightarrow \beta\gamma$.
- Falls $\alpha \rightarrow \beta$ und $\gamma \rightarrow \delta$, dann gilt $\alpha\gamma \rightarrow \beta$.
- Falls $\alpha \rightarrow \beta$, $\alpha \rightarrow \gamma$ und $\beta\gamma \rightarrow \delta$, dann gilt $\alpha \rightarrow \delta$.
- Falls $\alpha \rightarrow \beta$ und $\gamma \rightarrow \delta$, dann gilt $\alpha\gamma \rightarrow \beta\delta$.
- Falls $\alpha\beta \rightarrow \gamma$ und $\gamma \rightarrow \alpha$, dann gilt $\gamma \rightarrow \beta$.

Aufgabe 4 : Funktionale Abhängigkeiten und Normalformen

- Zeigen oder widerlegen Sie: Jedes Relationenschema mit zwei Attributen ist in BCNF.
- Begründen Sie folgende Aussage: Wenn ein Relationenschema \mathcal{R} nicht in BCNF ist, gibt es in \mathcal{R} eine FD $\alpha \rightarrow \beta$ mit $\alpha \cap \beta = \emptyset$ und $\alpha \not\rightarrow \mathcal{R}$.

Aufgabe 5 : Normalformen (Anwendung) (1+1+1+0 Punkte)

Bestimmen Sie für die folgenden Relationenschemata die Schlüssel und prüfen Sie, ob sich die Schemata in 2NF, 3NF oder BCNF befinden. Erläutern Sie Ihre Aussage.

- (a) $\mathcal{R}_1 = \{A, B, C, D\}$ mit $F_1 = \{A \rightarrow B, B \rightarrow A, B \rightarrow C, A \rightarrow D\}$
- (b) $\mathcal{R}_2 = \{A, B, C, D\}$ mit $F_2 = \{AB \rightarrow D\}$
- (c) $\mathcal{R}_3 = \{A, B, C, D, E\}$ mit $F_3 = \{ABC \rightarrow D, D \rightarrow B\}$
- (d) $\mathcal{R}_4 = \{A, B, C, D\}$ mit $F_4 = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow D\}$

Aufgabe 6 : Normalformen und Datenbankentwurf

Gegeben sei folgendes Relationenschema $\mathcal{R} = \{\text{Ladung, Tour, Fahrer}\}$ mit den Abhängigkeiten $\{\text{Ladung, Tour}\} \rightarrow \text{Fahrer}$ und $\text{Fahrer} \rightarrow \text{Tour}$.

- (a) In welcher Normalform ist dieses Schema?
- (b) Gibt es eine Zerlegung des Schemas, die alle funktionalen Abhängigkeiten erhält?
- (c) Angenommen, Sie könnten eine der drei folgenden Zerlegungen wählen, für welche würden Sie sich entscheiden? Begründen Sie Ihre Antworten.
 1. $\{\text{Ladung, Fahrer}\}$ und $\{\text{Ladung, Tour}\}$
 2. $\{\text{Tour, Fahrer}\}$ und $\{\text{Ladung, Tour}\}$
 3. $\{\text{Tour, Fahrer}\}$ und $\{\text{Ladung, Fahrer}\}$

Aufgabe 7 : Funktionale Abhängigkeiten (Anwendung) (2+3+1 Punkte)

Gegeben sei ein relationales Schema $\mathcal{R} = \{A, B, C, D, E, F\}$ mit zugehörigen FDs $F = \{A \rightarrow BC, C \rightarrow DA, E \rightarrow ABC, F \rightarrow CD, CD \rightarrow BEF\}$.

- (a) Bestimmen Sie die Attributhülle $\{A\}^+$ von A . Benutzen sie dazu folgende Tabelle und benennen sie für jeden Schritt die funktionale Abhängigkeit und den Zustand der Hülle.

Schritt	Funktionale Abhängigkeit	Resultat
Beispiel:		
0		$\{X\}$
1	$X \rightarrow YZ$	$\{X, Y, Z\}$
...

- (b) Bestimmen sie die kanonische Überdeckung F_c von F auf dem Schema \mathcal{R} . Führen sie dazu die vier Schritte aus der Vorlesung durch und nennen sie den Zustand der kanonischen Überdeckung nach jedem Schritt:
 - (1) Linksreduktion
 - (2) Rechtsreduktion
 - (3) Löschen
 - (4) Vereinigen
- (c) Bestimmen sie alle Schlüsselkandidaten von \mathcal{R} . Welcher Schlüsselkandidat ist auch ein Superschlüssel der Relation?

Aufgabe 8 : Projektaufgabe: Normalformen P (2+2(+1 Bonus) Punkte)

Nachdem Sie die Datenbank Ihres Webshops realisiert haben entscheiden Sie sich die Normalformen Ihrer Relationschemata zu bestimmen, um mögliche Redundanzen aufzuzeigen.

Bonus: Sie können das relationale Schema aus der Beispiellösung oder ihr eigenes aus den vorherigen Übungsblättern verwenden. Wenn Sie ihr eigenes Schema weiterverwenden, erhalten Sie einen Bonuspunkt. Geben Sie ihr Schema erneut an.

- (a) Bestimmen Sie alle (nicht-trivialen) funktionalen Abhängigkeiten F der Relationenschemata ihres Datenbank-Entwurfs. Hinweis: Sie müssen *nicht* die von F ableitbaren funktionalen Abhängigkeiten bestimmen.
- (b) Bestimmen Sie für jedes Relationenschema in Ihrem Datenbank-Entwurf die Normalform. Nutzen Sie dazu die funktionalen Abhängigkeiten aus Teilaufgabe (a). Begründen Sie, wie Sie zu diesem Ergebnis gekommen sind und nennen Sie gegebenenfalls alle notwendigen Schritte um das Schema in die 3. Normalform zu überführen.