

Übung 6: Relationaler Datenbankentwurf und Normalformen

Aufgabe 1: Normalformen

Gegeben folgende Relationen R und S in erster Normalform mit funktionalen Abhängigkeiten F :

$$\begin{aligned} R &= (A, B, C, D, E, F) \text{ mit} \\ A, B &\rightarrow C, D, E \\ D &\rightarrow F \\ A, B, C &\rightarrow D, E \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= (V, W, X, Y, Z) \text{ mit} \\ V &\rightarrow W, X, Y, Z \\ W, Z &\rightarrow V, X, Y \\ Y &\rightarrow Z. \end{aligned}$$

1. Verwenden Sie zunächst den Algorithmus COVER, um die Menge der funktionalen Abhängigkeiten zu vereinfachen.
2. Bestimmen Sie die Schlüssel der Relationen.
3. Entsprechen die Relationen der zweiten Normalform?
4. Entsprechen die Relationen der dritten Normalform?
5. Entsprechen die Relationen der Boyce-Codd Normalform?

COVER für R:

1. $F_C = F$

2. $F_C = \text{SPLITTING}(F_C) =$

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

3. Minimiere linke Seiten

$$\begin{aligned} C &\notin \{A\}_F^+ = \{A\} \\ C &\notin \{B\}_F^+ = \{B\} \\ D &\notin \{A\}_F^+ = \{A\} \\ D &\notin \{B\}_F^+ = \{B\} \\ E &\notin \{A\}_F^+ = \{A\} \\ E &\notin \{B\}_F^+ = \{B\} \\ D &\notin \{C\}_F^+ = \{C\} \\ E &\notin \{C\}_F^+ = \{C\} \\ D &\notin \{B, C\}_F^+ = \{B, C\} \\ E &\notin \{B, C\}_F^+ = \{B, C\} \\ D &\notin \{A, C\}_F^+ = \{A, C\} \\ E &\notin \{A, C\}_F^+ = \{A, C\} \\ D &\in \{A, B\}_F^+ = \{A, B, C, D, E, F\} \\ &\Rightarrow F_C = F_C - (A, B, C \rightarrow D) \cup (A, B \rightarrow D) \\ E &\in \{A, B\}_F^+ = \{A, B, C, D, E, F\} \\ &\Rightarrow F_C = F_C - (A, B, C \rightarrow E) \cup (A, B \rightarrow E) \end{aligned}$$

4. Entferne überflüssige FDs

$$\begin{aligned} C &\notin \{A, B\}_{F_C - (A, B \rightarrow C)}^+ = \{A, B, D, E, F\} \\ D &\notin \{A, B\}_{F_C - (A, B \rightarrow D)}^+ = \{A, B, C, E, F\} \\ E &\notin \{A, B\}_{F_C - (A, B \rightarrow E)}^+ = \{A, B, C, D, F\} \\ F &\notin \{D\}_{F_C - (D \rightarrow F)}^+ = \{D\} \end{aligned}$$

5. Zusammenfassung linker Seiten

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

COVER für S:

1. $F_C = F$

2. $F_C = \text{SPLITTING}(F_C) =$

$$\begin{aligned} V &\rightarrow W \\ V &\rightarrow X \\ V &\rightarrow Y \\ V &\rightarrow Z \\ W, Z &\rightarrow V \\ W, Z &\rightarrow X \\ W, Z &\rightarrow Y \\ Y &\rightarrow Z \end{aligned}$$

3. Minimiere linke Seiten

$$\begin{aligned} V &\notin \{W\}_F^+ = \{W\} \\ V &\notin \{Z\}_F^+ = \{Z\} \\ X &\notin \{W\}_F^+ = \{W\} \\ X &\notin \{Z\}_F^+ = \{Z\} \\ Y &\notin \{W\}_F^+ = \{W\} \\ Y &\notin \{Z\}_F^+ = \{Z\} \end{aligned}$$

4. Entferne überflüssige FDs

$$\begin{aligned} W &\notin \{V\}_{F_C - (V \rightarrow W)}^+ = \{V, X, Y, Z\} \\ X &\in \{V\}_{F_C - (V \rightarrow X)}^+ = \{V, W, X, Y, Z\} \\ &\Rightarrow F_C = F_C - (V \rightarrow X) \\ Y &\in \{V\}_{F_C - (V \rightarrow Y)}^+ = \{V, W, X, Y, Z\} \\ &\Rightarrow F_C = F_C - (V \rightarrow Y) \\ Z &\notin \{V\}_{F_C - (V \rightarrow Z)}^+ = \{V, W\} \\ V &\notin \{W, Z\}_{F_C - (W, Z \rightarrow V)}^+ = \{W, Z, X, Y\} \\ X &\notin \{W, Z\}_{F_C - (W, Z \rightarrow X)}^+ = \{W, Z, V, Y, Z\} \\ Y &\notin \{W, Z\}_{F_C - (W, Z \rightarrow Y)}^+ = \{W, Z, V, X\} \\ Z &\notin \{Y\}_{F_C - (Y \rightarrow Z)}^+ = \{Y\} \end{aligned}$$

5. Zusammenfassung linker Seiten

$$\begin{aligned} V &\rightarrow W, Z \\ W, Z &\rightarrow V, X, Y \\ Y &\rightarrow Z \end{aligned}$$

Wenn beim Entfernen überflüssiger funktionaler Abhängigkeiten die Regelmengende $W, Z \rightarrow V, X, Y$ als erstes abgearbeitet wird, kommt eine andere Lösung heraus, die aber auch richtig ist:

$$\begin{aligned} V &\rightarrow W, X, Y \\ W, Z &\rightarrow V \\ Y &\rightarrow Z \end{aligned}$$

Schlüssel für R nach Heuristik:

1. Attribute die in keiner funktionalen Abhängigkeit vorkommen: keine
2. Attribute die auf keiner rechten Seite einer funktionalen Abhängigkeit vorkommen: A, B
3. Test ob A, B Schlüssel: $\{A, B\}_F^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = R$
4. A, B ist einziger Schlüssel von R

Schlüssel für S nach Heuristik:

1. Attribute die in keiner funktionalen Abhängigkeit vorkommen: keine
2. Attribute die auf keiner rechten Seite einer funktionalen Abhängigkeit vorkommen: keine

3. Teste 1-elementige Mengen:

$$\{V\}_F^+ = \{V, W, X, Y, Z\} = S$$

$$\{W\}_F^+ = \{W\}$$

$$\{X\}_F^+ = \{X\}$$

$$\{Y\}_F^+ = \{Y, Z\}$$

$$\{Z\}_F^+ = \{Z\}$$

4. Teste 2-elementige Mengen ohne V

$$\{W, X\}_F^+ = \{W, X\}$$

$$\{W, Y\}_F^+ = \{W, Y, Z\}$$

$$\{W, Z\}_F^+ = \{W, Z, V, X, Y\} = S$$

$$\{X, Y\}_F^+ = \{X, Y, Z\}$$

$$\{X, Z\}_F^+ = \{X, Z\}$$

$$\{Y, Z\}_F^+ = \{Y, Z\}$$

5. Teste 3-elementige Mengen ohne V, ohne W, Z

$$\{W, X, Y\}_F^+ = \{W, X, Y, Z\}$$

$$\{X, Y, Z\}_F^+ = \{X, Y, Z\}$$

6. V und W, Z sind die Schlüssel von S.

2NF, 3NF und BCNF für R:

- R entspricht der 2NF, denn jedes nicht-Schlüsselattribut hängt vom ganzen Schlüssel ab. C, D, E hängen direkt ab von A, B und F hängt transitiv ab von A, B . Lässt sich irgendwie eine funktionale Abhängigkeit konstruieren, bei der ein nicht-Schlüsselattribut nur von einem Teil des Schlüssels abhängt, entspricht diese Relation nicht der 2NF.
- R entspricht nicht der 3NF, da F transitiv von A, B abhängt. Lässt sich irgendwie eine transitive Abhängigkeit konstruieren, bei der ein nicht-Schlüsselattribut nicht direkt vom Schlüssel abhängt, ist die 3NF verletzt. Typischerweise wird eine transitive Abhängigkeit durch COVER sichtbar, da funktionale Abhängigkeiten wie $A, B \rightarrow F$ überflüssig sind und durch den Algorithmus entfernt werden.
- Da R nicht der 3NF entspricht, entspricht R auch nicht der BCNF.

2NF, 3NF und BCNF für S:

- S entspricht der 2NF, da die verbleibenden nicht-Schlüsselattribute X, Y von V abhängen und von W, Z abhängen. Alle nicht-Schlüsselattribute hängen von allen Schlüssel ab und alle nicht Schlüsselattribute hängen von keinem Schlüssel nur von einer Teilmenge ab.
- S entspricht der 3NF, denn die verbleibenden nicht-Schlüsselattribute hängen nicht transitiv von keinem der Schlüssel ab. X hängt direkt ab von V und direkt von W, Z . Y hängt direkt ab von V und direkt von W, Z .
- S entspricht nicht der BCNF, denn nicht jedes Attribut hängt direkt, also nicht transitiv, von einem Schlüssel ab. V hängt ab von W, Z , W, Z hängt ab von V, X hängt ab von V und von W, Z , genauso wie Y. Soweit passt alles. Aber: Z hängt zwar ab von V aber leider nur transitiv von W, Z . Damit ist das Kriterium für BCNF verletzt. Oder einfacher ausgedrückt: Da es $Y \rightarrow Z$ gibt, müsste Y ein Superkey sein.