



## Übung zur Vorlesung *Grundlagen: Datenbanken im WS15/16*

Harald Lang, Linnea Passing (gdb@in.tum.de)  
<http://www-db.in.tum.de/teaching/ws1516/grundlagen/>

### Blatt Nr. 08

#### Hausaufgabe 1

Ist die kanonische Überdeckung  $F_c$  einer Menge  $F$  von funktionalen Abhängigkeiten eindeutig? Begründen Sie Ihre Antwort oder finden Sie ein Gegenbeispiel.

#### Lösung:

Die kanonische Überdeckung  $F_c$  zu einer Menge von funktionalen Abhängigkeiten  $F$  ist nicht eindeutig.

Begründung: Im Algorithmus zur Bestimmung der kanonischen Überdeckung ist nicht festgelegt, in welcher Reihenfolge die FDs bearbeitet werden.

Als Beispiel seien folgende funktionale Abhängigkeiten gegeben:

1.  $A \rightarrow BC$
2.  $B \rightarrow AC$

Wird die erste FD in der Rechtsreduktion zuerst abgearbeitet, ergibt sich:

$$F_c = \{A \rightarrow B, B \rightarrow AC\}$$

Wird die zweite FD in der Rechtsreduktion zuerst abgearbeitet, erhält man hingegen:

$$F_c = \{A \rightarrow BC, B \rightarrow A\}$$

#### Hausaufgabe 2

Betrachten Sie das Relationenschema

PunkteListe = {Name, Aufgabe, Max, Erzielt, ErzieltSumme, MaxSumme,  
KNote, Bonus, GNote}

mit der folgenden beispielhaften Ausprägung:

PunkteListe_GDB								
Name	Aufgabe	Max	Erzielt	ErzieltSumme	MaxSumme	KNote	Bonus	GNote
Bond	1	10	4	18	31	2	ja	1.7
Bond	2	10	10	18	31	2	ja	1.7
Bond	3	11	4	18	31	2	ja	1.7
Maier	1	10	4	9	31	4	nein	4
Maier	2	10	2	9	31	4	nein	4
Maier	3	11	3	9	31	4	nein	4

FD Teilmenge:

- $\{\text{KNote}, \text{Bonus}\} \rightarrow \{\text{GNote}\}$
- $\{\text{Aufgabe}\} \rightarrow \{\text{Max}\}$
- $\{\text{ErzieltSumme}\} \rightarrow \{\text{KNote}\}$
- $\{\text{Name}, \text{Aufgabe}\} \rightarrow \{\text{Erzielt}\}$
- $\{\text{Name}\} \rightarrow \{\text{ErzieltSumme}, \text{Bonus}, \text{GNote}\}$
- FD mit MaxSumme

Kandidatenschlüssel: Name, Aufgabe

1. MaxSumme ist in keiner FD enthalten. Welche FD kann sinnvoll hinzugefügt werden?
2. Bestimmen Sie die kanonische Überdeckung der FDs.
3. Wenden Sie den Synthesealgorithmus an.

Dokumentieren Sie jeden Schritt Ihres Vorgehens, so dass man die Methodik erkennen kann.

**Lösung:**

1. Zusätzliche FD:  $\emptyset \rightarrow \{\text{MaxSumme}\}$ .

Ohne diese FD müsste MaxSumme in den Schlüssel aufgenommen werden!

Wir bezeichnen die Menge aller FDs mit dem Namen *FD*.

2. Kanonische Überdeckung:

a) *Führe für jede FD  $\alpha \rightarrow \beta \in F$  die Linksreduktion durch.*

**Betrachte die FD  $\{\text{KNote}, \text{Bonus}\} \rightarrow \{\text{GNote}\}$ :** • Ist KNote überflüssig?

$$\text{AttrHülle}(\text{FD}, \text{Bonus}) = \{\text{Bonus}, \text{MaxSumme}\} \not\supseteq \{\text{GNote}\}$$

- Ist Bonus überflüssig?

$$\text{AttrHülle}(\text{FD}, \text{KNote}) = \{\text{KNote}, \text{MaxSumme}\} \not\supseteq \{\text{GNote}\}$$

$\{\text{KNote}, \text{Bonus}\} \rightarrow \{\text{GNote}\}$  bleibt also unverändert.

**Betrachte die FD  $\{\text{Name}, \text{Aufgabe}\} \rightarrow \{\text{Erzielt}\}$ :** • Ist Name überflüssig?

$$\text{AttrHülle}(\text{FD}, \text{Aufgabe}) = \{\text{Aufgabe}, \text{Max}, \text{MaxSumme}\} \not\supseteq \{\text{Erzielt}\}$$

- Ist Aufgabe überflüssig?

$$\text{AttrHülle}(\text{FD}, \text{Name}) = \{\text{Name}, \text{ErzieltSumme}, \text{Bonus}, \text{KNote}, \text{GNote}, \text{MaxSumme}\} \not\supseteq \{\text{Erzielt}\}$$

$\{\text{Name}, \text{Aufgabe}\} \rightarrow \{\text{Erzielt}\}$  bleibt also unverändert.

b) *Führe für jede (verbliebene) FD  $\alpha \rightarrow \beta$  die Rechtsreduktion durch.*

**Betrachte FD  $\{\text{KNote}, \text{Bonus}\} \rightarrow \{\text{GNote}\}$ :**

- Ist GNote überflüssig?

$$\{\text{GNote}\} \notin \text{AttrHülle}(\text{FD}, F - \{\text{KNote}, \text{Bonus}\} \rightarrow \{\text{GNote}\} \cup (\{\text{KNote}, \text{Bonus}\} \rightarrow \emptyset), \{\text{KNote}, \text{Bonus}\})$$

Damit bleibt FD  $\{\text{KNote}, \text{Bonus}\} \rightarrow \{\text{GNote}\}$  unverändert.

**Betrachte FD  $\{\text{Aufgabe}\} \rightarrow \{\text{Max}\}$ :**

- Ist Max überflüssig?  
 $\{\text{Max}\} \notin \text{AttrHülle}(\text{FD}, \text{F} - \{\text{Aufgabe}\} \rightarrow \{\text{Max}\} \cup (\{\text{Aufgabe}\} \rightarrow \emptyset), \{\text{Aufgabe}\})$ .

Damit bleibt FD  $\{\text{Aufgabe}\} \rightarrow \{\text{Max}\}$  unverändert.

**Betrachte FD  $\{\text{ErzieltSumme}\} \rightarrow \{\text{KNote}\}$ :**

- Ist KNote überflüssig?  
 $\{\text{KNote}\} \notin \text{AttrHülle}(\text{FD}, \text{F} - \{\text{ErzieltSumme}\} \rightarrow \{\text{KNote}\} \cup (\{\text{ErzieltSumme}\} \rightarrow \emptyset), \{\text{ErzieltSumme}\})$ .

Damit bleibt FD  $\{\text{ErzieltSumme}\} \rightarrow \{\text{KNote}\}$  unverändert.

**Betrachte  $\{\text{Name}, \text{Aufgabe}\} \rightarrow \{\text{Erzielt}\}$ :**

- Ist Erzielt überflüssig?  
 $\{\text{Erzielt}\} \notin \text{AttrHülle}(\text{FD}, \text{F} - \{\text{Name}, \text{Aufgabe}\} \rightarrow \{\text{Erzielt}\} \cup (\{\text{Name}, \text{Aufgabe}\} \rightarrow \emptyset), \{\text{Name}, \text{Aufgabe}\})$ .

Damit bleibt FD  $\{\text{Name}, \text{Aufgabe}\} \rightarrow \{\text{Erzielt}\}$  unverändert.

**Betrachte FD  $\{\text{Name}\} \rightarrow \{\text{ErzieltSumme}, \text{Bonus}, \text{GNote}\}$ :**

- Ist ErzieltSumme überflüssig?  
 $\{\text{ErzieltSumme}\} \notin \text{AttrHülle}(\text{FD}, \text{F} - \{\text{Name}\} \rightarrow \{\text{ErzieltSumme}, \text{Bonus}, \text{GNote}\} \cup (\{\text{Name}\} \rightarrow \{\text{Bonus}, \text{GNote}\}), \{\text{Name}\})$ .
- Ist Bonus überflüssig?  
 $\{\text{Bonus}\} \notin \text{AttrHülle}(\text{FD}, \text{F} - \{\text{Name}\} \rightarrow \{\text{ErzieltSumme}, \text{Bonus}, \text{GNote}\} \cup (\{\text{Name}\} \rightarrow \{\text{ErzieltSumme}, \text{GNote}\}), \{\text{Name}\})$ .
- Ist GNote überflüssig?  
 $\{\text{GNote}\} \in \text{AttrHülle}(\text{FD}, \text{F} - \{\text{Name}\} \rightarrow \{\text{ErzieltSumme}, \text{Bonus}, \text{GNote}\} \cup (\{\text{Name}\} \rightarrow \{\text{ErzieltSumme}, \text{Bonus}\}), \{\text{Name}\})$ .

Die FD wird zu  $\{\text{Name}\} \rightarrow \{\text{ErzieltSumme}, \text{Bonus}\}$  reduziert.

**Betrachte FD  $\emptyset \rightarrow \{\text{MaxSumme}\}$ :** Diese FD kann nicht rechtsreduziert werden.

c) *Entferne die FDs der Form  $\alpha \rightarrow \emptyset$ .*

Da auf keiner rechten Seite einer FD  $\emptyset$  steht, können wir in diesem Schritt keine FDs entfernen.

d) *Fasse mittels der Vereinigungsregel FDs der Form  $\alpha \rightarrow \beta_1, \dots, \alpha \rightarrow \beta_n$  zusammen.*

Es werden keine FDs vereinigt, da es keine zwei FDs mit gleicher linker Seite gibt.

### 3. Synthesalgorithmus

a) Bestimmen der kanonischen Überdeckung siehe oben.

b) Für jede funktionale Abhängigkeit aus der kanonischen Überdeckung wird ein

Relationenschema erstellt:

Noten : {[KNote, Bonus, GNote]}  
Aufgaben : {[Aufgabe, Max]}  
PunkteNote : {[ErzieltSumme, KNote]}  
AufgabenPunkte : {[Name, Aufgabe, Erzielt]}  
KlausurPunkte : {[Name, ErzieltSumme, Bonus]}  
Klausur : {[MaxSumme]}

- c) Der Kandidatenschlüssel ist im Relationenschema *AufgabenPunkte* enthalten, so dass kein zusätzliches Schema erstellt werden muss.
- d) Keines der Relationenschemas ist in einem anderen Schema enthalten, so dass nichts eliminiert werden kann.

### Hausaufgabe 3

Betrachten Sie ein abstraktes Relationenschema  $\mathcal{R} = \{A, B, C, D, E, F, G\}$  mit den FDs

$A \rightarrow BC$   
 $DE \rightarrow B$   
 $F \rightarrow A$   
 $E \rightarrow BF$   
 $A \rightarrow DE$   
 $C \rightarrow A$

Überführen Sie die Relation verlustfrei und abhängigkeitsbewahrend in die dritte Normalform.

**Lösung:**

#### Kanonische Überdeckung

Linksreduktion:

$A \rightarrow BC$   
 ~~$DE \rightarrow B$~~   
 $F \rightarrow A$   
 $E \rightarrow BF$   
 $A \rightarrow DE$   
 $C \rightarrow A$

Rechtsreduktion:

$A \rightarrow \text{~~B~~C}$   
 $E \rightarrow \emptyset$   
 $F \rightarrow A$   
 $E \rightarrow BF$   
 $A \rightarrow DE$   
 $C \rightarrow A$

Zusammenfassen der FDs mit gleichen linken Seiten:

$$\begin{aligned}A &\rightarrow CDE \\E &\rightarrow \emptyset \\F &\rightarrow A \\E &\rightarrow BF \\C &\rightarrow A\end{aligned}$$

Entfernen von FDs mit leerer Menge auf der rechten Seite:

$$\begin{aligned}A &\rightarrow CDE \\F &\rightarrow A \\E &\rightarrow BF \\C &\rightarrow A\end{aligned}$$

### Synthesealgorithmus

Zerlegung anhand der kanonischen Überdeckung:

$$\begin{aligned}\mathcal{R}_1 &= \{\underline{A}, C, D, E\} \\ \mathcal{R}_2 &= \{A, \underline{E}\} \\ \mathcal{R}_3 &= \{B, \underline{E}, F\} \\ \mathcal{R}_4 &= \{A, \underline{C}\}\end{aligned}$$

Kandidatenschlüssel bestimmen:

$$\kappa_1 = \{A, G\}, \kappa_2 = \{F, G\}, \kappa_3 = \{C, G\}, \kappa_4 = \{E, G\}$$

Kandidatenschlüssel der Relationenzerlegung hinzufügen:

Da keiner der Kandidatenschlüssel in der Zerlegung enthalten ist,  
wähle ein beliebiges  $\kappa_i$  und erstelle  $\mathcal{R}_\kappa$ , z. B.  $\mathcal{R}_\kappa = \{\underline{A}, \underline{G}\}$ .

Redundanzen entfernen:

$$\mathcal{R}_4 \text{ verwerfen, da } \mathcal{R}_4 \subseteq \mathcal{R}_1$$

Ergebnis:

$$\{\underline{A}, C, D, E\}, \{A, \underline{E}\}, \{B, \underline{E}, F\}, \{\underline{A}, \underline{G}\}$$