



Übung zur Vorlesung *Grundlagen: Datenbanken im WS16/17*

Harald Lang, Linnea Passing (gdb@in.tum.de)
<http://www-db.in.tum.de/teaching/ws1617/grundlagen/>

Blatt Nr. 09

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

Bestimmen Sie alle Kandidatenschlüssel der Relation R . Wenden Sie den Dekompositionsalgorithmus an, um die Relation R in die BCNF zu zerlegen und unterstreichen Sie die Schlüssel der Teilrelationen des Endergebnisses.

$$R = \{A, B, C, D, E, F\}$$

FDs:

1. $B \rightarrow DA$
2. $DEF \rightarrow B$
3. $C \rightarrow EA$

Prüfen Sie als erstes FD 1) ob Sie für die Zerlegung geeignet ist und - falls dies der Fall ist - verwenden Sie diese im ersten Zerlegungsschritt. Für diese Aufgabe ist zu bedenken, dass die oben angegebenen FDs eine Charakterisierung der insgesamt geltenden FDs sind. Die Menge der geltenden FDs ist größer. Wieso? Wie muss dies beim Dekompositionsalgorithmus genutzt werden?

Lösung:

- Dekompositionsalgorithmus:
 - Starte mit $Z := \{R\}$.
 - R in BCNF? - Nein, $B \rightarrow DA$ verletzt die BCNF.
 - * Zerlegung anhand FD $B \rightarrow DA$, da $\{B\}$ kein Superschlüssel:
 $R_1 = \{A, B, D\}$ mit den FDs $F_1 = \{B \rightarrow DA\}$,
 $R_2 = \{B, C, E, F\}$ mit den FDs $F_2 = \{C \rightarrow E\}$, FD (2) geht verloren und FD (3) geht "teilweise" verloren: wenn $C \rightarrow AE$ gilt, dann gilt auch $C \rightarrow A$ und $C \rightarrow E$ (Dekompositionsregel), aber lediglich $C \rightarrow E$ bleibt erhalten.
 $Z := \{R_1, R_2\}$
 - R_1 in BCNF? - Ja.
 - R_2 in BCNF? - Nein, $C \rightarrow E$ verletzt die BCNF.

* Zerlegung anhand FD $C \rightarrow E$, da $\{C\}$ kein Superschlüssel:

$R_{2.1} = \{C, E\}$ mit den FDs $F_{2.1} = \{C \rightarrow E\}$,

$R_{2.2} = \{B, C, F\}$ mit ausschließlich trivialen FDs.

$Z := \{R_1, R_{2.1}, R_{2.2}\}$

– $R_{2.1}$ in BCNF? - Ja.

– $R_{2.2}$ in BCNF? - Ja.

• Ergebnis:

$$R_1 = \{A, \underline{B}, D\}$$

$$R_{2.1} = \{\underline{C}, E\}$$

$$R_{2.2} = \{\underline{B}, \underline{C}, \underline{F}\}$$

Im Allgemeinen ist eine gegebene FD-Menge weder minimal noch vollständig. Die angegebenen FDs enthalten also möglicherweise Redundanzen einerseits und andererseits werden triviale Abhängigkeiten i.d.R. nicht explizit mit angegeben. Bei der Ausführung des Dekompositionsalgorithmus müssen jedoch alle *geltenden* FDs betrachtet werden, die sich mit Hilfe der Axiome von Armstrong herleiten lassen (F^+). So gilt im obigen Beispiel in R_2 die FD $C \rightarrow E$, obwohl diese nicht explizit angegeben war.