UNIVERSITÄT DES SAARLANDES
Fachbereich 14 – Informatik
Lehrstuhl Prof. Weikum

Datenbanksysteme WS 1999/2000

Übung 12 — Beispiellösung

Aufgabe 1: Normalformen

a) Nein, R ist nicht in 3NF. Wegen der Funktionalabhängigkeiten {CD→A} und da A ein Primärschlüssel ist, folgt, daß die Attributmenge {C,D} ein Schlüsselkandidat ist. Da C keinen Schlüsselkandidaten enthält, und da B kein Schlüsselattribut ist, verletzt die Funktionalabhängigkeit {C → B} die 3NF-Bedingung.

b) Ja, S ist in BCNF. Da E Schlüsselkandidat ist (wegen Primärschlüssel) und die Funktionalabhängigkeit G → E gilt, ist G ein weiterer Schlüsselkandidat für die Relation S.

Zur Kontrolle, ob eine Relation in BCNF ist, reicht es aus zu kontrollieren, ob die linken Seiten aller funktionalen Abhängigkeiten einen Schlüsselkandidaten enthalten. Wir brauchen also nicht alle implizierten Abhängigkeiten zu berücksichtigen, da durch die *Armstrong Axiome* die linken Seiten von funktionalen Abhängigkeiten entweder vergrößert werden, oder von bereits bestehenden FA's übernommen werden.

Die gegebenen Funktionalabhängigkeiten F={GC→D, G→E, E→FGCD} erfüllen die BCNF-Bedingung.

Aufgabe 2: BCNF - Zerlegung, Abhängigkeitsbewahrung

a) Mit dem Algorithmus zur Bestimmung aller Schlüsselkandidaten einer Relation (siehe Skript) läßt sich leicht herausfinden, daß {Institut, Gebäude} der einzige Schlüsselkandidat ist.

b) Die Relation ist nicht in 3NF, da die Funktionalabhängigkeit Vorsteher → Telefon die 3NF-Bedingung verletzt. Somit ist die Relation auch nicht in BCNF.

c) Kurzschreibweise der Relation: R($\underline{\text{I, G}}$, V, T)
Funktionalabhängigkeiten: F = {I→V, V→T}
Transitive Hülle von F: F^+ = {I→V, V→T, I→T,...}
Bemerkung: Die trivialen Abhängigkeiten, die durch Reflexivität und Erweiterungen eingeführt werden, werden nicht extra aufgelistet.
Schlüsselkandidat: $\underline{\text{I, G}}$

1. Eine mögliche Zerlegung:
   Zerlegungsschritte:
   1. Zerlegung von R entlang der Funktionalabhängigkeit: V→T:
      - R_1($\underline{\text{V}}$, T) mit V→T $\in F_1^+$
      - R_2(I, G, V) mit I→V $\in F_2^+$

2. Zerlegung von R_2 entlang der Funktionalabhängigkeit: $I \rightarrow V$:
   - $R_{21}(\underline{I}, V)$ mit $I \rightarrow V \in F_{21}^+$
   - $R_{22}(\underline{I, G})$ nur mit trivialen Abhängigkeiten

   Es gilt: $\{I \rightarrow V, V \rightarrow T\} \subseteq (F_1^+ \cup F_{21}^+ \cup F_{22}^+)$
   $\rightarrow \quad (F_1^+ \cup F_{21}^+ \cup F_{22}^+)^+ \subseteq F^+$

   Die Zerlegung ist also abhängigkeitsbewahrend.

2. Eine andere mögliche Zerlegung wäre:
   Zerlegungsschritte:
   1. Zerlegung von R entlang der Funktionalabhängigkeit: $I \rightarrow V$:
      - $R_1(\underline{I}, V)$ mit $\{I \rightarrow V\} \in F_1^+$
      - $R_2(\underline{I, G}, T)$ mit $\{I \rightarrow T\} \in F_2^+$
   2. Zerlegung von R_2 entlang der Funktionalabhängigkeit: $I \rightarrow T$:
      - $R_{21}(\underline{I}, T)$ mit $\{I \rightarrow T\} \in F_{21}^+$
      - $R_{22}(\underline{I, G})$ nur mit trivialen Abhängigkeiten

   Wir können uns nun leicht überlegen, daß diese Zerlegung nicht abhängigkeitsbewahrend ist, da wir die Abhängigkeit $V \rightarrow T$ nicht ableiten können. Dies wird klar, wenn wir berücksichtigen, daß es keine Abhängigkeit gibt, bei der auf der linken Seite nur V vorkommt, und die nicht trivial ist.

Aufgabe 3: Relationaler Datenbankentwurf

a) $\{S,F \rightarrow P\}$: Ein Student hat in einem Fach genau einen Prüfer.

   $\{R,F \rightarrow S\}$: In einem Fach kann eine Platzziffer (Rang) nur einmal an einen Student vergeben werden.

   $\{F,S \rightarrow R\}$: Ein Student bekommt in einem Fach genau einen Rang.

b) Die Schlüsselkandidaten der Relation EXAM sind $\{F,R\}$ und $\{S,F\}$.

c) Die Relation EXAM ist in 3NF und in BCNF.

d) Die Zerlegung ist verlustfrei, da entlang der Funktionalabhängigkeit $\{S,F \rightarrow R\}$ zerlegt wurde, sie ist abhängigkeitsbewahrend, und die resultierenden Relationen EX und PS sind beide in BCNF. Allerdings ist die Zerlegung unnötig. Es wird bezüglich Normalformen nichts erreicht, was nicht durch EXAM gegeben wäre; im Gegenteil, es wird unnötige "Schlüsselredundanz" bezüglich S, F eingeführt. Diese "Schlüsselredundanz" führt zu keinen Anomalien, erhöht aber potentiell die Speicherkosten.

e) Teilaufgabe b): Die Schlüsselkandidaten sind dann $\{S,F\}$, $\{R,F\}$, $\{P,R\}$ und $\{P,S\}$.

   Teilaufgabe c): die Relation ist in 3NF aber nicht mehr in BCNF, da die Funktionalabhängigkeit $P \rightarrow F$ die BCNF-Bedingung verletzt. Diese Relation soll daher weiter zerlegt werden.

   Teilaufgabe d): die Zerlegung ist verlustfrei und abhängigkeitsbewahrend.

   Zerlegungsschritte:

   1. Zerlegung von EXAM (schon gegeben):

- EX($\underline{S,F}$,R) mit F_{ex} = {S,F → R, R,F → S}, Schlüsselkandidaten sind {S,F} und {R,F} und die Relation ist in in BCNF.
- PS(S, F, P) mit F_{ps} = {S,F → P, P → F} , Schlüsselkandidaten sind {S,F} und {P,S}. Die Relation ist in 3NF, aber nicht in BCNF, da die Funktionalabhängigkeit P → F die BCNF-Bedingung verletzt. Die Relation PS sollte daher weiter zerlegt werden.

2. Zerlegung von PS entlang der Funktionalabhängigkeit: P → F:

- PS_1($\underline{P}$, F) mit {P → F} $\in F_1^+$, in BCNF
- PS_2($\underline{P,S}$) nur mit trivialen Abhängigkeiten, in BCNF

Die Zerlegung ist nicht abhängigkeitsbewahrend, da beim 2. Zerlegungsschritt die Funktionalabhängigkeit {S,F → P} verlorengeht.