Abstaktes R

Gegeben sei das Relationenschema R(A, B, C, D, E, G) mit

$$F = \{ \quad E \to D, \quad C \to B, \quad CE \to G, \quad B \to A \quad \} \qquad (1)$$

(a) Zeigen Sie: C, E ist der einzige Schlüsselkandidat von R.

A, G, D kommen auf keiner linken Seite vor

AttrHülle$(F, \{C, E\}) = R$

AttrHülle$(F, \{C\}) = \{B\}! = R$

AttrHülle$(F, \{E\}) = \{E, D\}! = R$

C und E kommen auf keiner rechten Seite der FDs aus F vor, d.h. C und E müssen Teil jedes Schlüsselkandidaten sein.

Außerdem gilt: AttrHülle$(F, \{C, E\}) = \{A, B, C, D, E, G\} = R$

$\{C, E\}$ ist somit Superschlüssel von R. Zudem ist $\{C, E\}$ minimal, da beide Attribute Teil jedes SK sein müssen.

$\Rightarrow$ $\{C, E\}$ ist damit der einzige Schlüsselkandidat von R (da kein SK ohne C und E möglich ist).

Anmerkung:

- Man könnte hier auch einen Algorithmus zur Bestimmung der Schlüsselkandidaten verwenden, dessen einziges Ergebnis wäre dann $\{C, E\}$. In diesem Fall lässt sich die Schlüsselkandidateneigenschaft jedoch einfacher zeigen, sodass man den Algorithmus und somit Zeit sparen kann.
- Achtung! $\{C, E\}$ ist zwar der einzige Schlüsselkandidat, aber nicht der einzige Superschlüssel, auch { A, B, C, D, E, G } wäre ein Superschlüssel!

(b) Ist R in 2NF?

Ist nicht in der 2NF, denn D hängt von E ab, also von einer echten Teilmenge des Schlüsselkandidaten $\{C, E\}$. Das gleiche gilt für die FD { C } $\to$ { B }.

R ist nicht in 2NF, denn:

Betrachte $\{ E \} \rightarrow \{ D \}$: D ist ein Nicht-Schlüsselattribut und E ist echt Teilmenge des Schlüsselkandidaten $\{C, E\}$. Ebenso ist B nicht voll funktional abhängig vom Schlüsselkandidaten, sondern nur von einer echten Teilmenge des Schlüsselkandidaten, nämlich C.

Anmerkung:

- Ob alle Attributwerte atomar sind, können wir in einem abstrakten Schema wie diesem nicht wirklich sagen, daher kann dies Annahme in der Regel nicht getroffen werden.
- Dass A von B abhängig ist, spielt bei der Entscheidung über die 2. NF keine Rolle, da B selbst (genauso wie A) ein Nicht-Schlüsselattribut ist. Wichtig ist nur, ob es Abhängigkeiten zwischen einem Teil der Schlüsselkandidaten (also einem Schlüsselattribut) und einem Nicht-Schlüsselattribut gibt.
- Um der 2NF zu genügen, müsste in folgenden Relationen aufgeteilt werden: $R1(C, E, G)$, $R2(C, B, A)$, $R3(E, D)$

(c) Ist F minimal?

$$F = \{ \quad E \rightarrow D, \quad C \rightarrow B, \quad CE \rightarrow G, \quad B \rightarrow A \quad \} \tag{2}$$

Kanonische Überdeckung

(i) Linksreduktion
$AttrHul\{F, \{ C \}\} = \{C, B\} \rightarrow G$ nicht enthalten
$AttrHul\{F, \{ E \}\} = \{E, D\} \rightarrow G$ nicht enthalten

(ii) Rechtsreduktion
Kein Attribut auf einer rechten Seite ist redundant: Da das einzelne Attribut, das die rechte Seite einer FD aus F bildet, bei keiner anderen FD auf der rechten Seite auftritt, kann die rechte Seite einer FD nicht unter ausschließlicher Verwendung der restlichen FD aus der entsprechenden linken Seite abgeleitet werden.

Vorgehen: Entsprechen die hier abgebildeten Funktionalen Abhängigkeiten bereits einer kanonischen Überdeckung von F oder nicht?

- Eliminierung redundanter Attribute auf der linken Seite: Die Attributmenge auf den linken Seiten der FDs sind bereits bis auf { C, E } $\rightarrow$ { G } einelementig. Bei { C, E } $\rightarrow$ { G } ist { CE } der Schlüsselkandidat, also kann kein redundantes Attribut vorliegen.

- Eliminierung redundanter Attribute auf der rechten Seite (hier müssen auch alle einelementigen FA's betrachtet werden)
  - { E } $\rightarrow$ { D }: AttrHülle$(F - \{E \rightarrow D\}, \{E\}) = \{E\}$, d.h. $D \notin$ AttrHülle$(F - \{E \rightarrow D\}, \{E\})$
  - { C } $\rightarrow$ { B }: AttrHülle$(F - \{C \rightarrow B\}, \{C\}) = \{C\}$, d.h. $B \notin$ AttrHülle$(F - \{C \rightarrow B\}, \{E\})$
  - { CE } $\rightarrow$ { G }: AttrHülle$(F - \{CE \rightarrow G\}, \{C, E\}) = \{A, B, C, D, E\}$, d.h. $G \notin$ AttrHülle$(F - \{CE \rightarrow G\}, \{E\}) \Rightarrow CE \rightarrow G$ ist nicht redundant
  - { B } $\rightarrow$ { A }: AttrHülle$(F - \{B\} \rightarrow \{A\}, \{B\}) = \{B\}$, d.h. $A \notin$ AttrHülle$(F - \{B \rightarrow A\}, \{E\}) \Rightarrow B \rightarrow A$ ist nicht redundant

F ist bereits minimal.