Abstaktes R

Gegeben sei das Relationenschema R(A, B, C, D, E, G) mit
FA = {
$\{ E \} \to \{ D \}$,
$\{ C \} \to \{ B \}$,
$\{ CE \} \to \{ G \}$,
$\{ B \} \to \{ A \}$,
}

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

R ist nicht in 2NF, denn:

Betrachte $\{ E \} \to \{ D \}$: 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 zwi-

schen einem Teil der Schlüsselkandidaten (also einem Schlüsselattribut) und einem Nicht-Schlüsselattribut gibt.

- Um der 2NF zu genügen, müsste in folgenden Relationen aufgeteilt werden:
  $R_1(\, C, E, G\,)$
  $R_2(\, C, B, A\,)$
  $R_2(\, E, D\,)$

(c) Ist F minimal?

FA = {

$\{\ E\ \} \rightarrow \{\ D\ \}$,

$\{\ C\ \} \rightarrow \{\ B\ \}$,

$\{\ CE\ \} \rightarrow \{\ G\ \}$,

$\{\ B\ \} \rightarrow \{\ A\ \}$,

}

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.