

1. Daná je relácia  $r(A, B, C, D, E, F, G, H)$  s funkčnými závislosťami  $A \rightarrow E, AD \rightarrow BE, AC \rightarrow E, E \rightarrow B, BG \rightarrow F, BE \rightarrow D, BDH \rightarrow E, F \rightarrow A, D \rightarrow H, CD \rightarrow A$ .

a) Nájdite všetky kľúče relácie  $r$ .

Minimalizujeme ľavú stranu závislosti  $ABCDEFGHI \rightarrow \underline{ABCDEFGHI}$ .

1. kľúč je CFG, 2. CBG je tiež kľúč, lebo  $BG \rightarrow F$ .

3. CEG, 4. CAG, 5. CDG.

b) Nájdite minimálne pokrytie funkčných závislostí.

$F \rightarrow A \rightarrow E \rightarrow B; E \rightarrow D \rightarrow H; BG \rightarrow F; CD \rightarrow A; BD \rightarrow E$

c) Dekomponujte  $r$  do tretej normálnej formy, bezstratovo a so zachovaním všetkých funkčných závislostí.

Jediný neprímárny atribút je H. ABCDEFG a DH je teda minimálny rozklad do 3NF nelámajúci závislosti.

d) Dekomponujte  $r$  do Boyce-Coddovej normálnej formy, bezstratovo.

Snažte sa vyhnúť zbytočnému rozbitiu funkčných závislostí.

Dekompozícia cez 3NF nelámajúcu závislosti z minimálneho pokrytia vedie k samým binárnym závislostiam, pretože ACD a BFG sú známe kontrapríklad na BCNF nelámajúcu závislosti (mesto, adresa, psč).

Teoreticky stačí zlomiť jedinou závislosť z minimálneho pokrytia  $A \rightarrow E$ .

BCNF: CFG (kľúč), DH, ED, EB, BGF, ACD vlastne nie je BCNF, lebo sa len tvárimo, že závislosť  $A \rightarrow E$  neplatí.

Kuchárkové algoritmy nedajú nič lepšie, ako CFG (kľúč), FA, AE, DH, EBD, GF, AC.

2. Daná je relačná schéma s atribútmi A, B, C, D, E, F, G, H. Platia v nej funkčné závislosti  $BH \rightarrow C, A \rightarrow D, C \rightarrow E, BH \rightarrow F, F \rightarrow A, F \rightarrow D, E \rightarrow F, BH \rightarrow E$ . Dokážte alebo vyvráťte, že dekompozícia (ABCH), (BDEFH) je bezstratová.

	A	B	C	D	E	F	G	H
ABCH	*	*	*		2	3		*
BDEFH	4	*	1	*	*	*		*

Spája sa bezstratovo, ale nie je to dekompozícia chýba G.

3. Daná je relácia  $r(A, B, C, D, E, F, G, H)$  s funkčnými závislosťami  $BE \rightarrow GH, BEG \rightarrow FA, D \rightarrow C, F \rightarrow B, BF \rightarrow A$ .

a) Nájdite všetky kľúče relácie  $r$ .

Minimalizujeme ľavú stranu závislosti  $ABCDEFGHI \rightarrow \underline{ABCDEFGHI}$ .

1. kľúč je DEF. 2. BDE (použitím závislosti  $BE \rightarrow F$ ) Viac kľúčov neexistuje.

Primárne atribúty sú BDEF.

b) Nájdite minimálne pokrytie funkčných závislostí.

$BE \rightarrow G, BE \rightarrow H, BE \rightarrow F, D \rightarrow C, F \rightarrow B, F \rightarrow A$

c) Dekomponujte r do tretej normálnej formy, bezstratovo a so zachovaním všetkých funkčných závislostí.

$BEG, BEH, DC, FA$  zo závislosti, ktoré nemajú na ľavej strane primárny atribút

$BDEF$  samé primárne atribúty teda 3NF.

3NF:  $BDEF, BEGH, DC, AF$

d) Dekomponujte r do Boyce-Coddovej normálnej formy, bezstratovo.

Snažte sa vyhnúť zbytočnému rozbitiu funkčných závislostí.

$BEGH, DC, AF$  sú v BCNF

Dekomponujeme  $BDEF$  pomocou závislosti  $F \rightarrow B$  dostaneme  $DEF$  (kľúč) a  $BF$  (binárna).

BCNF:  $DEF, BF, BEGH, AF, DC$  neláme žiadnú závislosť.

4. Daná je relačná schéma s atribútmi A, B, C, D, E, F, G. Platia v nej funkčné závislosti  $AB \rightarrow CD, BC \rightarrow FG, A \rightarrow G, G \rightarrow B, C \rightarrow G$ . Dokážte alebo vyvráťte, že dekompozícia  $(ABCD), (ACFG)$  je bezstratová.

	A	B	C	D	E	F	G
ABCD	*	*	*	*		4	1
ACFG	*	2	*	3		*	*

Spája sa bezstratovo. Nie je to dekompozícia, chýba E.

5. Daná je relácia  $r(A, B, C, D, E, F, G, H)$  s funkčnými závislosťami

$A \rightarrow B, ABCD \rightarrow E, EF \rightarrow G, EF \rightarrow H, ACDF \rightarrow EG$ .

a) Nájdite všetky kľúče relácie r. (2)

ABCDEFGH  $\rightarrow$  ABCDEFGH

1. Kľúč je  $ACDF$ . Je to jediný kľúč.

b) Nájdite minimálne pokrytie funkčných závislostí.

Po minimalizácii ľavých strán:

$A \rightarrow B, ACD \rightarrow E, EF \rightarrow G, EF \rightarrow H, ACD \rightarrow E, ACDF \rightarrow G$ .

Po vynechaní zbytočných závislostí:

$A \rightarrow B, ACD \rightarrow E, EF \rightarrow G, EF \rightarrow H$ . (minimálne pokrytie)

c) Dekomponujte r do tretej normálnej formy, bezstratovo a so zachovaním všetkých funkčných závislostí.

AB, ACDE, EFGH, ACDF. "Lokálne kľúče" sú podčiarknuté.

d) Dekomponujte r do Boyce-Coddovej normálnej formy, bezstratovo.

Snažte sa vyhnúť zbytočnému rozbitiu funkčných závislostí.

3NF je aj v BCNF. Netriviálne minimálne závislosti v každej schéme majú na ľavej strane kľúč.

6. Sú dané dve množiny funkčných závislostí:

$X = \{A \rightarrow C, AC \rightarrow D, E \rightarrow A, D \rightarrow H, E \rightarrow H\}$  a  $Y = \{A \rightarrow CDH, E \rightarrow ACH\}$ .

Zdôvodnite, či sú množiny  $X$  a  $Y$  ekvivalentné, t.j. či  $X$  pokrýva  $Y$  a naopak.

Nie sú ekvivalentné. Vypočítame z  $X$ :  $A^+ = \{ACDH\}$ ,  $E^+ = \{EACDH\}$ .

Teda  $X$  pokrýva  $Y$ . Naopak neplatí  $D^+$  vzhľadom k  $Y$  je  $\{D\}$  a teda závislosť  $D \rightarrow H$  sa nedá odvodiť z  $Y$ .

7. Sú dané dve množiny funkčných závislostí:

$X = \{AC \rightarrow B, A \rightarrow C, BC \rightarrow D, B \rightarrow C, C \rightarrow A, C \rightarrow B, BD \rightarrow A\}$ ,

$Y = \{A \rightarrow B, AB \rightarrow C, BC \rightarrow A, AC \rightarrow D\}$ .

a) Pokrýva množina  $X$  množinu  $Y$ ? Dokážte alebo vyvráťte.

Ano,  $Y \equiv \{A \rightarrow BCD, BC \rightarrow A\}$  obe závislosti sa dajú odvodiť zo závislostí v  $X$  stačí počítať  $A^+$  a  $\{BC\}^+$  w.r.t.  $X$ .

b) Pokrýva množina  $Y$  množinu  $X$ ? Dokážte alebo vyvráťte.

Nie.  $B^+$  w.r.t.  $Y = \{B\}$  a teda neobsahuje  $C$ . Závislosť  $B \rightarrow C$  sa nedá odvodiť z  $Y$ .

8. Daná je schéma  $S = \{A, B, C, D, E, F, G\}$ .

Platia závislosti:  $F = \{EF \rightarrow ACD, ACD \rightarrow G, AE \rightarrow F, BF \rightarrow C, C \rightarrow A, G \rightarrow CE\}$

Nájdite minimálne pokrytie, všetky kľúče a upravte schému  $S$  do 3NF nelámajúcej závislosti a BCNF.

Pokúste sa vyhnúť zbytočnej dekompozícii.

Závislosti v kanonickom tvare:

Minimálne pokrytie

$EF \rightarrow A$  /\* 2. Zbytočná závislosť, lebo  $EF \rightarrow C$  a  $C \rightarrow A$ . \*/

$EF \rightarrow C$

1  $EF \rightarrow C$

$EF \rightarrow D$

2  $EF \rightarrow D$

$ACD \rightarrow G$  /\* 1.  $A$  na ľavej strane je zbytočné, lebo  $C \rightarrow A$ . \*/

3  $CD \rightarrow G$

$AE \rightarrow F$

4  $AE \rightarrow F$

$BF \rightarrow C$

5  $BF \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

6  $C \rightarrow A$

$G \rightarrow C$

7  $G \rightarrow C$

$G \rightarrow E$

8  $G \rightarrow E$

Z množiny  $S$  postupne vyškrtávame atribúty pokiaľ uzáver toho, čo zostalo je celé  $S$ .

Dostaneme prvý kľúč  $BG$ . Ďalšie kľúče postupným použitím funkčných závislostí do hĺbky:

(3)  $BCD$  (5)  $BFD$  (4)  $ABE$  (6)  $BCE$  (1)  $BEF$ . Ostatné pokusy generujú už existujúce kľúče.

Triviálne 3NF môžeme vytvoriť z minimálneho pokrytia. Keďže ani jedna množina atribútov

získaná z minimálneho pokrytia neobsahuje nadkľúč, pridáme jeden kľúč napr.  $BG$ . Zlúčením

ekvivalentných skupín atribútov  $G \rightarrow EF \rightarrow CD \rightarrow G$ . Dostaneme celkom dobrú 3NF  $\{CDEFG,$

$AEF, BCF, AC, BG\}$ , ktorá je súčasne aj v BCNF.

Môžeme pridať aj skupinu  $AE$ , ale závislosť  $C \rightarrow A$  porušuje podmienku BCNF. Ani  $\{ACDEFG, BCF, BG\}$  nie je minimálna dekompozícia, lebo už pôvodná schéma  $ABCDEFG$  je v 3NF, pretože všetky atribúty sú primárne (prvky nejakého kľúča). Všetky vyššie uvedené schémy nelámu závislosti.

Podľa kuchárky dostaneme BCNF  $\{AC, GCDEF, BG\}$ , táto však nepodporuje (láme) závislosti (4) a (5). Náhradou kľúča  $BG$  ekvivalentným  $BEF$  môžeme závislosť  $BF \rightarrow C$  zachrániť.