



# Fundamentos de Bases de Datos

Facultad de Ciencias UNAM

M.I. Gerardo Avilés Rosas

gar@ciencias.unam.mx



## EJEMPLOS DE NORMALIZACIÓN DE BASES DE DATOS

### TERCERA FORMA NORMAL

1. Considere la siguiente relación **R (A, B, C, D)**, con las siguientes dependencias funcionales:

$$F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, AC \rightarrow D\}$$

Normalice bajo la **3NF**

- ☐ Lo primero que debemos hacer es encontrar el conjunto mínimo equivalente:
  - ✓ No hay lados izquierdos en común, se comienza por determinar atributos superfluos.
  - ✓ Verificamos el lado izquierdo y vemos si C es superfluo:

$$AC \rightarrow D \Rightarrow A \rightarrow D$$

$A^+ = \{ABCD\} \therefore$  C es atributo superfluo y queda:

$$F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, A \rightarrow D\} \Rightarrow \text{Unimos lados izquierdos en común}$$

$$F = \{A \rightarrow BD, B \rightarrow C\}$$

- ✓ Verificamos nuevamente atributos superfluos, ahora del lado derecho:

$$A \rightarrow BD \Rightarrow A \rightarrow D$$

**¿B es superfluo?**  $F' = \{A \rightarrow D, B \rightarrow C\}$   $\{A\}^+ = \{AD\} \therefore$  B no es atributo superfluo

$$\text{Ahora, } A \rightarrow BD \Rightarrow A \rightarrow B$$

**¿D es superfluo?**  $F' = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C\}$   $\{A\}^+ = \{ABC\} \therefore$  D no es atributo superfluo

Por lo tanto:  **$F = \{A \rightarrow BD, B \rightarrow C\}$  es un conjunto mínimo**

- ☐ Como segundo paso, creamos una relación que contiene sólo los atributos de cada DF

**R1 (A, B, D) y R2 (B, C)**

$\Rightarrow$  No hay esquema que sea subconjunto de otro

- ☐ Calculamos la llave:  **$\{A\}^+ = \{ABCD\}$**
- ☐ La normalización queda: **R1 (A, B, D) y R2 (B, C)**, esto debido a que la relación R1 tiene una llave.

2. Considere la siguiente relación **R (A, B, C, D, E)**, con las siguientes dependencias funcionales:

$$F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow B, D \rightarrow E\}$$

Normalice bajo la **3NF**

- Lo primero que debemos hacer es encontrar el conjunto mínimo equivalente:

- ✓ En este caso si existen atributo en común del lado izquierdo:

$$F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow BE\}$$

- ✓ Verificamos atributos superfluos del lado izquierdo:

$$D \rightarrow BE \Rightarrow D \rightarrow E$$

**¿B es superfluo?**  $F' = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow E\}$   $\{D\}^+ = \{DE\}$   $\therefore$  B no es superfluo

$$\text{Ahora, } D \rightarrow BE \Rightarrow D \rightarrow B$$

**¿E es superfluo?**  $F' = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow B\}$   $\{D\}^+ = \{DB\}$   $\therefore$  E no es superfluo

Por lo tanto:  **$F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow BE\}$  es un conjunto mínimo**

- ✓ Verificamos nuevamente atributos superfluos, pero ahora del lado derecho:

$$AB \rightarrow C \Rightarrow B \rightarrow C$$

**¿A es superfluo?**  $\{B\}^+ = \{B\}$   $\therefore$  A no es superfluo

$$\text{Ahora, } AB \rightarrow C \Rightarrow A \rightarrow C$$

**¿B es superfluo?**  $\{A\}^+ = \{A\}$   $\therefore$  B no es superfluo

Por lo tanto:  **$F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow BE\}$  es un conjunto mínimo**

- Como segundo paso, creamos una relación que contiene sólo los atributos de cada DF

$$R1 (A, B, C), R2 (C, D) \text{ y } R3 (D, B, E)$$

$\Rightarrow$  No hay esquema que sea subconjunto de otro

- Verificamos si hay alguna llave candidata, de las DF probamos:

$$\{A\}^+ = \{A\} \text{ no hay DF con A}$$

$$\{B\}^+ = \{B\} \text{ no hay DF con B}$$

$$\{C\}^+ = \{CD\}$$

$$\{D\}^+ = \{DBE\}$$

**$\{AB\}^+ = \{ABCDE\}$  se trata de una llave y ya está contenida**

$$\{AC\}^+ = \{ACDBE\}$$

$$\{AD\}^+ = \{ADBEC\}$$

} También son llaves candidatas

- Como **AB** ya está contenida en la relación R1, por lo tanto, la normalización en **3NF** es:

$$R1 (A, B, C), R2 (C, D) \text{ y } R3 (D, B, E)$$

### FORMA NORMAL DE BOYCE-CODD

#### 3. Para la relación $R(A, B, C, D, E)$ con $F = \{AB \rightarrow C, DE \rightarrow C, B \rightarrow D\}$

□ ¿Cuáles son las DF no triviales que se pueden derivar de las dependencias dadas?

Para obtener las DF no triviales vamos a obtener las cerraduras para los atributos:

✓ Para los atributos unitarios tenemos:

$$\{A\}^+ = \{A\}, \{B\}^+ = \{BD\}, \{C\}^+ = \{C\}, \{D\}^+ = \{D\}, \{E\}^+ = \{E\}$$

✓ Para los pares de atributos tenemos:

$$\{AB\}^+ = \{ABCD\}, \text{ de donde se deduce: } AB \rightarrow D$$

$$\{AC\}^+ = \{AC\}$$

$$\{AD\}^+ = \{AD\}$$

$$\{AE\}^+ = \{AE\}$$

$$\{BC\}^+ = \{BCD\}, \text{ de donde se deduce: } BC \rightarrow D$$

$$\{BE\}^+ = \{BED\}, \text{ de donde se deduce: } BE \rightarrow D$$

$$\{CD\}^+ = \{CD\}, \{CE\}^+ = \{CE\}, \{DE\}^+ = \{DEC\}$$

✓ Para los tríos de atributos tenemos:

$$\{ABC\}^+ = \{ABCD\}, \text{ de donde se deduce: } ABC \rightarrow D$$

$$\{ABD\}^+ = \{ABDC\}, \text{ de donde se deduce: } ABD \rightarrow C$$

$$\{ABE\}^+ = \{ABE\}, \{BCD\}^+ = \{BCD\}$$

$$\{BCE\}^+ = \{BCED\}, \text{ de donde se deduce: } BCE \rightarrow D$$

$$\{CDE\}^+ = \{CDE\}$$

✓ Para los cuartetos de atributos tenemos:

$$\{ABCD\}^+ = \{ABCD\}$$

$$\{ABCE\}^+ = \{ABCED\}, \text{ de donde se deduce: } ABCE \rightarrow D$$

$$\{BCDE\}^+ = \{BCDE\}$$

✓ Para los quintetos de atributos, tenemos:

$$\{ABCDE\}^+ = \{ABCDE\}$$

Por lo tanto, las DF no triviales que se pueden derivar de las dependencias dadas son:

$$\{AB \rightarrow D, BC \rightarrow D, BE \rightarrow D, ABC \rightarrow D, ABD \rightarrow C, BCE \rightarrow D, ABCE \rightarrow D\}$$

□ Indica todas las violaciones a la BCNF

La relación no está normalizada de acuerdo a la BCNF porque ninguno de los atributos es llave, de manera que las DF que violan la forma normal de Boyce-Codd son:

$$\{AB \rightarrow C, DE \rightarrow C, B \rightarrow D, AB \rightarrow D, BC \rightarrow D, BE \rightarrow D, ABC \rightarrow D, ABD \rightarrow C, BCE \rightarrow D, ABCE \rightarrow D\}$$

La afirmación anterior es fácil de comprobarse, pues al obtener la cerradura de los atributos de las DF no determinan funcionalmente a todos los atributos de la relación:

$$\{AB\}^+ = \{ABCD\}, \{DE\}^+ = \{DEC\}, \{B\}^+ = \{BD\}$$

□ Normaliza de acuerdo a BCNF.

De las cerraduras anteriores, vamos a tomar la cerradura  $\{AB\}^+$  y fraccionamos de la siguiente forma:

- ✓ R1 (A, B, C, D), donde se cumplen  $\{AB \rightarrow C, B \rightarrow D\}$
- ✓ **R2 (A, E)** en este caso no se cumple ninguna de las DF dadas, sin embargo, la relación ya está normalizada porque cualquier relación de dos atributos está en la BCNF, además **{AE}** es la única llave.

En **R1**,  $B \rightarrow D$ , viola la BCNF; obtenemos su cerradura  $\{B\}^+ = \{BD\}$

- ✓ Fraccionamos nuevamente, ocupando la cerradura de  $\{B\}^+$   
**R3 (B, D)** se cumple  $B \rightarrow D$ , la cual ya no viola la BCNF, pues B ya es llave y es una DF no trivial.  
**R4 (A, B, C)** se cumple  $AB \rightarrow C$ , que tampoco viola la BCNF pues  $\{AB\}$  es llave y es una DF no trivial.
- ✓ Finalmente el esquema normalizado bajo la BCNF es:

**R2 (A, E), R3 (B, D) y R4 (A, B, C)**

## CUARTA FORMA NORMAL

4. Para cada uno de los esquemas, con su respectivo conjunto de dependencias, resuelve los siguientes puntos:

- Encuentra todas las violaciones a la 4NF.
- Normaliza de acuerdo a 4NF.

a) **R (A, B, C, D) con  $AB \twoheadrightarrow C$  y  $B \rightarrow D$**

→ La llave para esta relación es: **ABD**

→ Violaciones a la 4NF:  **$AB \twoheadrightarrow C$**

→ Normalizamos:

(1) Tomamos la DMV:  $AB \twoheadrightarrow C$

(2) Dividimos:

- ✓ **R1 (A, B, C)**, donde se cumple  $AB \twoheadrightarrow C$
- ✓ **R2 (A, B, D)**, donde se cumple  $B \rightarrow D$

En **R1** nos encontramos con que la relación ya está normalizada pues sólo se cumple una DMV no trivial, pues ningún lado derecho está contenido en el izquierdo.

En **R2** no existe una DMV que viole la 4NF, sin embargo en esta relación se cumple una DF, pero sabemos que toda DF es una DMV, de manera que  $B \rightarrow D$  viola a la 4NF, así que volvemos a aplicar el algoritmo para obtener la siguiente división:

(3) Dividimos:

- ✓ **R3 (B, D)**, donde se cumple  $B \rightarrow D$  ( $B \twoheadrightarrow D$ )
- ✓ **R4 (A, B)**, donde ya no existe DMV que viole la 4NF, de manera que el esquema es:

**R1 (A, B, C), R3 (B, D) y R4 (A, B)**

b) **R (A, B, C, D, E) con  $A \twoheadrightarrow B$ ,  $AB \rightarrow C$ ,  $A \rightarrow D$  y  $AB \rightarrow E$**

→ La llave para la relación es: **AB**

→ Violaciones a la 4NF:  **$A \twoheadrightarrow B$**

(1) Tomamos la DMV:  $A \twoheadrightarrow B$

(2) Dividimos:

- ✓ **R1 (A, B)**, donde se cumple  $A \twoheadrightarrow B$
- ✓ **R2 (A, C, D, E)**, donde se cumplen:  $A \rightarrow D$

En **R1** nos encontramos con que la relación ya está normalizada pues sólo se cumple una DMV no trivial, pues ningún lado derecho está contenido en el izquierdo.

En **R2** no existe una DMV que viole la 4NF, sin embargo en esta relación se cumple una DF, pero sabemos que toda DF es una DMV, de manera que  $A \twoheadrightarrow D$

viola a la 4FN, de manera que volvemos a aplicar el algoritmo para obtener la siguiente división:

**(3)**Dividimos:

- ✓ **R3 (A, D)**, donde se cumple  $A \rightarrow D$  ( $A \twoheadrightarrow D$ )
- ✓ **R4 (A, C, E)**, ya no hay DMV que viole la 4NF, por lo tanto el esquema queda:

**R1 (A, B), R3 (A, D) y R4 (A, C, E)**