

# Fundamentos de bases de datos

## Tarea 5

### Dependencias y Normalización

Díaz Gómez Silvia  
Eugenio Aceves Narciso Isaac  
Quiroz Castañeda Edgar

26 de Abril del 2019

#### 1. Preguntas de repaso

- ¿Qué es una dependencia funcional y cómo se define?
- ¿Para qué sirve el concepto de **dependencia** en la normalización?
- Sea  $A$  la llave de  $R(A, B, C)$ . Indica **todas** las dependencias funcionales que implica  $A$ .  
 $A \rightarrow BC$
- ¿Qué es una forma normal? ¿Cuál es el objetivo de normalizar un modelo de datos?
- ¿En qué casos es preferible lograr **3NF** en vez de **BCNF**?

#### 2. Proporciona algunos ejemplos que demuestren que las siguientes reglas no son válidas:

- Si  $A \rightarrow B$ , entonces  $B \rightarrow A$
- Si  $AB \rightarrow C$ , entonces  $A \rightarrow C$  y  $B \rightarrow C$
- Si  $A \twoheadrightarrow C$ , entonces  $A \rightarrow C$

#### 3. Para cada uno de los esquemas que se muestran a continuación:

- $R(A, B, C, D, E)$  con  $F = \{AB \rightarrow CD, E \rightarrow C, D \rightarrow B\}$
- $R(A, B, C, D, E)$  con  $F = \{AB \rightarrow C, DE \rightarrow C, B \rightarrow D\}$

- Especifica de ser posible **dos DF no triviales** que se puedan derivar de las dependencias funcionales dadas. Usando la cerradura de atributos.

- $\{AD\}^+ = \{ADBC\}$  y  $\{AE\}^+ = \{AEC\}$  a partir de estas cerraduras obtenemos las siguientes dependencias:  
 $AD \rightarrow BC$  y  $AE \rightarrow C$

- $\{AB\}^+ = \{ABCD\}$  y  $\{BE\}^+ = \{EBDC\}$  a partir de estas cerraduras obtenemos las siguientes dependencias:  $AB \rightarrow CD$  y  $BE \rightarrow DC$

- Indica una **llave candidata** para  $R$

Usamos la cerradura para encontrar una llave candidata

- $\{AB\}^+ = \{ABCD\}$ ,  $\{E\}^+ = \{EC\}$ ,  $\{D\}^+ = \{DB\}$ , la cerradura de  $AB$  es la que contiene mas elementos de la relación por lo tanto una llave para  $R$  sería : **ABE**
- $\{AB\}^+ = \{ABCD\}$ ,  $\{DE\}^+ = \{E\}$ ,  $\{B\}^+ = \{BD\}$ , la cerradura de  $AB$  es la que contiene mas elementos de la relación por lo tanto una llave para  $R$  sería : **ABE**

- Especifica **todas las violaciones** a la **BCNF**

- a) Las tres dependencias son violaciones a BCNF porque no aparece del lado izquierdo de las DF la llave que es ABE.
- b) Las tres dependencias son violaciones a BCNF porque no aparece del lado izquierdo de las DF la llave que es ABE.

- **Normaliza** de acuerdo a **BCNF**, asegúrate de indicar cuáles son las relaciones resultantes con sus respectivas dependencias funcionales.

- a) Como todas las DF son violaciones, tomamos a  $AB \rightarrow CD$  y su cerradura es  $\{AB\}^+ = \{ABCD\}$ . Así que definimos dos nuevas relaciones S y T,  
 $S(A,B,C,D)$  con  $\{AB \rightarrow CD, D \rightarrow B\}$   
 $T(A,B,E)$  con  $ABE \rightarrow ABE$  y perdemos  $E \rightarrow C$   
 En S la llave es AB por lo tanto  $D \rightarrow B$  es una violación.  
 Ahora para S tomamos  $D \rightarrow B$  y calculamos la cerradura para  $\{D\}^+ = \{DB\}$   
 Definimos otras dos nuevas relaciones  
 $U(D,B)$  con  $D \rightarrow B$   
 $V(D,A,C)$  con  $DAC \rightarrow DAC$   
 En esta nueva partición se pierde  $AB \rightarrow CD$ .  
 Observamos que en U y V ya no se tienen violaciones, por lo tanto el esquema en BCNF para R es:  
 **$T(A,B,E)$  con  $ABE \rightarrow ABE$**   
 **$U(D,B)$  con  $D \rightarrow B$**   
 **$V(D,A,C)$  con  $DAC \rightarrow DAC$**

- b) Como todas las DF son violaciones, tomamos a  $B \rightarrow D$  y su cerradura es  $\{B\}^+ = \{BD\}$ . Así que definimos dos nuevas relaciones S y T,  
 $S(B,D)$  con  $\{B \rightarrow D\}$   
 $T(B,A,C,E)$  con  $AB \rightarrow C$  y perdemos  $DE \rightarrow C$   
 En S, B es llave por lo tanto S ya esta en BCNF.  
 Ahora en T la llave sigue siendo ABE por lo tanto  $AB \rightarrow C$  es violación, calculamos la cerradura para  $\{AB\}^+ = \{ABC\}$   
 Definimos otras dos nuevas relaciones  
 $U(A,B,C)$  con  $AB \rightarrow C$   
 $V(A,B,E)$  con  $ABE \rightarrow ABE$   
 Observamos que en U y V ya no se tienen violaciones, por lo tanto el esquema en BCNF para R es:  
 **$S(B,D)$  con  $B \rightarrow D$**   
 **$U(A,B,C)$  con  $AB \rightarrow C$**   
 **$V(A,B,E)$  con  $ABE \rightarrow ABE$**

4. Para cada una de las siguientes relaciones con su respectivo conjunto de dependencias funcionales:

- a)  **$R(A,B,C,D,E,F)$  con  $F = \{B \rightarrow D, B \rightarrow E, D \rightarrow F, AB \rightarrow C\}$**
- b)  **$R(A,B,C,D,E)$  con  $F = \{A \rightarrow BC, B \rightarrow D, CD \rightarrow E, E \rightarrow A\}$**

- Indica **todas las violaciones** a la **3NF**

Que no aparezca una llave candidata en el lado izquierdo de las DF o que no aparezca a la derecha.  
 Calculamos la cerradura:

- a)  $\{B\}^+ = \{BDE\}$ ,  $\{D\}^+ = \{DF\}$ ,  $\{AB\}^+ = \{ABCDE\}$  una llave para R es **AB**  
 Las dependencias que violan la 3NF son  $B \rightarrow D$ ,  $B \rightarrow E$ ,  $D \rightarrow F$
- b)  $\{A\}^+ = \{ABCDE\}$ ,  $\{B\}^+ = \{B\}$ ,  $\{CD\}^+ = \{CDEAB\}$ ,  $\{E\}^+ = \{EABCD\}$  una llave para R es **A, E o DC**  
 $B \rightarrow D$  viola la 3NF

- **Normaliza** de acuerdo a la **3NF**

Para normalizar en 3NF se deben buscar superfluos por la izquierda y por la derecha.

- a) • Superfluos por la izquierda:  
 En este caso la dependencia que tiene mas de un atributo por la izquierda es la DF que contiene a la llave del lado izquierdo por lo tanto no es necesario verificarlo.

- Superfluo por la derecha:  
Haciendo uso de la propiedad de la unión tenemos que  $F$  queda como  $F = \{B \rightarrow DE, D \rightarrow F, AB \rightarrow C\}$   
Tomamos la dependencia que se violacion a 3NF y tenga mas de un atributo a la derecha,  $B \rightarrow DE$  y buscamos elementos superfluos:  
 $\dot{D}$  es superfluo?  $B \rightarrow E$   
obtenemos un nuevo conjunto de dependencias funcionales  $F' = \{B \rightarrow E, D \rightarrow F, AB \rightarrow C\}$  y calculamos la cerradura para  $B$   
 $\{B\}^+ = \{BE\}$  como  $D$  no aparece por lo tanto  $D$  no es superfluo.

$\dot{E}$  es superfluo?  $B \rightarrow D$   
obtenemos un nuevo conjunto de dependencias funcionales  $F' = \{B \rightarrow D, D \rightarrow F, AB \rightarrow C\}$  y calculamos la cerradura para  $B$   
 $\{B\}^+ = \{BDF\}$  como  $E$  no aparece por lo tanto  $E$  no es superfluo.

Así que obtenemos que  $F_{min} = \{B \rightarrow DE, D \rightarrow F, AB \rightarrow C\}$  a partir de este conjunto creamos una relación por cada DF  
 $R_1(B,D,E)$  con  $B \rightarrow DE$   
 $R_2(D,F)$  con  $D \rightarrow F$   
 $R_3(A,B,C)$  con  $AB \rightarrow C$

Como la llave esta contenida en la relación  $R_3$  por lo tanto esta es la normalización para  $R$  en 3NF.

- b) • Superfluos por la izquierda:  
En este caso la dependencia que tiene mas de un atributo por la izquierda es  $CD \rightarrow E$  y verificamos si algun atributo es superfluo.  
 $\dot{C}$  es superfluo?  $D \rightarrow E$   
 $\{D\}^+ = \{D\}$ ,  $E$  no aparece en la cerradura de  $D$ , por lo tanto  $C$  no es superfluo.  
 $\dot{D}$  es superfluo?  $C \rightarrow E$   
 $\{C\}^+ = \{C\}$ ,  $E$  no aparece en la cerradura de  $C$ , por lo tanto  $D$  no es superfluo.  
Esta parte no era necesario verificarlo porque  $CD$  es llave candidata.
- Superfluo por la derecha:  
Tomamos la dependencia que tenga mas de un atributo a la derecha,  $A \rightarrow BC$  y buscamos elementos superfluos:  
 $\dot{B}$  es superfluo?  $A \rightarrow C$   
obtenemos un nuevo conjunto de dependencias funcionales  $F' = \{A \rightarrow C, B \rightarrow D, CD \rightarrow E, E \rightarrow A\}$  y calculamos la cerradura para  $A$   
 $\{A\}^+ = \{AC\}$  como  $B$  no aparece por lo tanto  $B$  no es superfluo.

$\dot{C}$  es superfluo?  $A \rightarrow B$   
obtenemos un nuevo conjunto de dependencias funcionales  $F' = \{A \rightarrow B, B \rightarrow D, CD \rightarrow E, E \rightarrow A\}$  y calculamos la cerradura para  $A$   
 $\{A\}^+ = \{ABD\}$  como  $C$  no aparece por lo tanto  $C$  no es superfluo.

Así que obtenemos que  $F_{min} = \{A \rightarrow BC, B \rightarrow D, CD \rightarrow E, E \rightarrow A\}$  a partir de este conjunto creamos una relación por cada DF  
 $R_1(A,B,C)$  con  $A \rightarrow BC$   
 $R_2(B,D)$  con  $B \rightarrow D$   
 $R_3(C,D,E)$  con  $CD \rightarrow E$   
 $R_4(E,A)$  con  $E \rightarrow A$

Como la llave esta contenida en la relación  $R_3$  por lo tanto esta es la normalización para  $R$  en 3NF.

5. Sea el esquema:

**$R(A,B,C,D,E,F)$  con  $F = \{BD \rightarrow E, CD \rightarrow A, E \rightarrow C, B \rightarrow D\}$**

- $\dot{Q}$  ¿Qué puedes decir de  $A^+$  y  $F^+$ ?  
 $A^+ = \{A\}$  y  $F^+ = \{F\}$  No alcanzan ningun otro atributo.

- Calcula  $\mathbf{B}^+$ , ¿qué puedes decir de esta cerradura?  
 $\{B\}^+ = \{BDECA\}$  Casi contiene todos los atributos de la relación por lo tanto podemos agregarle el atributo F y sería una llave para la relación R.

- Obtén todas las **llaves candidatas**.  
 $\{BD\}^+ = \{BDECA\}$ ,  $\{CD\}^+ = \{CDA\}$ ,  $\{E\}^+ = \{EC\}$ ,  $\{B\}^+ = \{BDECA\}$   
 Las llaves candidatas son: BF, BDF

- ¿R cumple con **BCNF**? ¿Cumple con **3NF**? (en caso contrario normaliza)  
 R no cumple BCNF ni con 3NF.  
 La llave candidata es BF.

- Normalización con BCNF

Todas las dependencias son violaciones a BCNF, tomamos  $BD \rightarrow E$ , así tenemos la partición como:

$S(B,D,E)$  con  $BD \rightarrow E$ , (ya no tiene ninguna violación)

$T(B,D,A,C,F)$  con  $\{B \rightarrow D, CD \rightarrow A\}$

y  $E \rightarrow C$  se pierde. en T las DF son violaciones por lo tanto hacemos una nueva partición,

$U(B,D)$  con  $B \rightarrow D$ , (ya no tiene ninguna violación)

$V(B,A,C,F)$  con  $BACF \rightarrow BACF$

y perdemos  $CD \rightarrow A$ .

Nuestro esquema normalizado con BCNF queda de la siguiente manera:

$S(B,D,E)$  con  $BD \rightarrow E$ ,

$U(B,D)$  con  $B \rightarrow D$ ,

$V(B,A,C,F)$  con  $BACF \rightarrow BACF$

- Normalización con 3NF

Todas las dependencias son violaciones a 3NF

- Superfluos por la izquierda

Tomamos a  $BD \rightarrow E$ ,

¿B?  $D \rightarrow E$ ,

$\{D\}^+ = \{D\}$ , E no aparece en la cerradura de D, por lo tanto B no es superfluo. ¿D?  $B \rightarrow E$ ,

$\{B\}^+ = \{BDECA\}$ , E aparece en la cerradura de B, por lo tanto D es superfluo.

Entonces  $\mathbf{F}_{min} = \{B \rightarrow E, CD \rightarrow A, E \rightarrow C, B \rightarrow D\}$  y por la propiedad de la unión  $\mathbf{F}_{min} = \{B \rightarrow DE, CD \rightarrow A, E \rightarrow C\}$

- Superfluos por la derecha:

Tomamos la dependencia que tenga mas de un atributo a la derecha, en este caso es  $B \rightarrow DE$  y buscamos elementos superfluos:

¿D es superfluo?  $B \rightarrow E$

obtenemos un nuevo conjunto de dependencias funcionales  $F' = \{B \rightarrow E, CD \rightarrow A, E \rightarrow C\}$  y calculamos la cerradura para B

$\{B\}^+ = \{BEC\}$  como D no aparece por lo tanto D no es superfluo.

¿E es superfluo?  $B \rightarrow D$

obtenemos un nuevo conjunto de dependencias funcionales  $F' = \{B \rightarrow D, CD \rightarrow A, E \rightarrow C\}$  y calculamos la cerradura para B

$\{B\}^+ = \{BD\}$  como E no aparece por lo tanto E no es superfluo.

Así que obtenemos que  $\mathbf{F}_{min} = \{B \rightarrow DE, CD \rightarrow A, E \rightarrow C\}$  a partir de este conjunto creamos una relación por cada DF

$R_1(B,D,E)$  con  $B \rightarrow DE$

$R_2(C,D,A)$  con  $CD \rightarrow A$

$R_3(E,C)$  con  $E \rightarrow C$

Y como la llave no esta en ninguna relación creamos una nueva relación que la contenga  $R_4(B,F)$  con  $BF \rightarrow BF$ .

Por lo tanto  $R_1, R_2, R_3$  y  $R_4$  es la normalización en 3NF.

- Se ha decidido dividir **R** en las siguientes relaciones **S(A,B,C,D,F)** y **T(C,E)**, ¿se puede recuperar la información de **R**? No podemos recuperar toda la información de **R** porque se pierde la dependencia  $BD \rightarrow E$ .

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

- R(A,B,C,D)** con  $DMV = AB \twoheadrightarrow C, B \rightarrow D$
- R(A,B,C,D,E)** con  $DMV = A \twoheadrightarrow B, AB \rightarrow C, A \rightarrow D, AB \rightarrow E$

- Encuentra **todas las violaciones** a la **4NF**

- R(A,B,C,D)** con  $DMV = AB \twoheadrightarrow C, B \rightarrow D$   
Consideremos las posibles llaves calculando las cerraduras.

$$\{B\}^+ = \{BD\}$$

Por lo que una llave puede ser **ABC**.

Como ninguna de las dependencias tiene a esta llave en su parte izquierda, entonces toda **DMV** son violaciones a la cuarta forma normal.

- R(A,B,C,D,E)** con  $DMV = A \twoheadrightarrow B, AB \rightarrow C, A \rightarrow D, AB \rightarrow E$   
Consideremos las posibles llaves calculando las cerraduras.

$$\begin{aligned}\{AB\}^+ &= \{ABCDE\} \\ \{A\}^+ &= \{AD\}\end{aligned}$$

Por lo que una llave es **AB**.

Por lo que las violaciones son  $A \twoheadrightarrow B$  y  $A \rightarrow D$

- **Normaliza** de acuerdo a la **4NF**

- R(A,B,C,D)** con  $DMV = AB \twoheadrightarrow C, B \rightarrow D$

Para intentar preservar las dependencias multivaluadas, primero empezemos seleccionando una violación que sea dependencia funcional, que es este caso sólo puede ser  $B \rightarrow D$ . Entonces, **R** se parte en dos nuevas tablas  $R_1(B, D)$  y  $R_2(A, B, C)$ .

En  $R_1$  se preserva únicamente la dependencia funcional  $B \rightarrow D$ , que como incluye a todos los atributos de la relación es trivial, por lo que  $R_1$  ya está en 4NF. En  $R_2$ , sólo se preserva una dependencia multivaluada, pero esta incluye a todos los elementos de  $R_2$ , por lo que no es una violación a la **4NF**. Por lo que  $R_2$  también ya está normalizada.

Ahora, hay que revisar si la llave está contenida en alguna de las relaciones. Efectivamente, la llave está en  $R_2$ , por lo que no es necesario agregar ninguna relación.

Entonces  $R_1$  y  $R_2$  son la normalización en **4NF** de **R**.

- R(A,B,C,D,E)** con  $DMV = A \twoheadrightarrow B, AB \rightarrow C, A \rightarrow D, AB \rightarrow E$

Para intentar preservar las dependencias multivaluadas, primero empezamos seleccionando una violación que sea dependencia funcional, que es este caso sólo puede ser  $A \rightarrow D$ .

Entonces, **R** se parte en dos nuevas tablas  $R_1(A, D)$  y  $R_2(A, B, C, E)$ .

En  $R_1$  se preserva únicamente la dependencia funcional  $A \rightarrow D$ , que como incluye a todos los atributos de la relación es trivial, por lo que  $R_1$  ya está en 4NF.

Mientras que en  $R_2$  se siguen manteniendo todas las demás dependencias multivaluadas.

Por esto, se sigue teniendo que **AB** sigue siendo llave y por lo tanto  $A \twoheadrightarrow B$  sigue siendo violación de **4NF**, y de hecho la única.

Entonces, tomándola como violación,  $R_2$  se parte en dos nuevas tablas  $R_3(A, B)$  y  $R_4(A, C, E)$ .

En  $R_3$  se preserva únicamente  $A \twoheadrightarrow B$ , que como tiene a todos los atributos de la relación, no es violación de la **4NF**, por lo que  $R_3$  ya está normalizada.

En  $R_4$  no se preserva ninguna dependencia, por lo que las únicas presentes son las triviales, por lo que  $R_4$  también ya está en **4NF**.

Notemos que en este último paso se perdieron las dependencias funcionales  $AB \rightarrow E$  y  $AB \rightarrow C$ . Por último, como la llave original está contenida en  $R_3$ , no es necesario agregar ninguna relación.

Por lo que  $R_1$ ,  $R_3$  y  $R_4$  son la normalización en **4NF** de **R**.

7. Se tiene la siguiente relación:

**R(idEnfermo, idCirujano, fechaCirugía, nombreEnfermo, direcciónEnfermo, nombreCirujano, nombreCirugía, medicinaSuministrada, efectosSecundarios)**

- Expresa las siguientes restricciones en forma de **dependencias funcionales**:  
A un enfermo sólo se le da una medicina después de la operación. Si existen efectos secundarios estos dependen sólo de la medicina suministrada. Sólo puede existir un efecto secundario por medicamento.
- Especifica otras **dependencias funcionales** o **multivaluadas** que deban satisfacerse en la relación R. Por cada una que definas, deberá aparecer un enunciado en español como en el inciso anterior.
- **Normaliza** utilizando el conjunto de dependencias establecido en los puntos anteriores.