

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?
Es una relación entre un conjunto de atributos X y otro Y , denotada como $X \rightarrow Y$, donde a cada posible valor de Y se le asocia un único valor de Y .
- ¿Para qué sirve el concepto de **dependencia** en la normalización? Sirve para especificar restricciones entre los atributos de la relación, y determinar si son legales bajo esas restricciones. Además es en base a estas dependencias funcionales que se define el concepto de llave, que es de donde se definen varias de las formas normales que se usan para normalizar una relación.
- Sea A la llave de $R(A, B, C)$. Indica **todas** las dependencias funcionales que implica **A**.
 $\{A \rightarrow A, A \rightarrow B, A \rightarrow C, A \rightarrow AB, A \rightarrow AC, A \rightarrow BC, A \rightarrow ABC\}$
- ¿Qué es una forma normal? ¿Cuál es el objetivo de normalizar un modelo de datos?
Una relación está en forma normal si cumple una serie de restricciones respecto a su esquema.
Cada regla aumenta el grado de normalización.
El propósito de esto es eliminar redundancia y garantizar "JOIN" sin pérdida, todo esto sin perder dependencias funcionales en el proceso.
- ¿En qué casos es preferible lograr **3NF** en vez de **BCNF**?
La **BCNF** elimina toda la redundancia de la base de datos, pero se pueden perder dependencias funcionales en el proceso. En un caso real, si se pierden las dependencias funcionales entonces la base de datos ya no estaría modelando fielmente la realidad del caso de uso, por lo que no es aceptable perderlas.
La **3NF** no elimina la redundancia completamente, pero mantiene todas las dependencias funcionales.
Entonces, si al usar **BCNF** se pierden dependencias funcionales, es necesario usar una forma de normalización menos estricta, entiéndase **3NF**.

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 $AE \rightarrow C$

- b) $\{AB\}^+ = \{ABCD\}$ 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

- a) $\{AB\}^+ = \{ABCD\}$, $\{E\}^+ = \{EC\}$, $\{D\}^+ = \{DB\}$, la cerradura de AB es la que contiene mas elementos de la relación por lo tanto una llave para R sería : **ABE**
- b) $\{AB\}^+ = \{ABCD\}$, $\{DE\}^+ = \{E\}$, $\{B\}^+ = \{BD\}$, 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 lazo 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.
- Superfluos 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:
 ¿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.
- ¿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.
 ¿C es superfluo? $D \rightarrow E$
 $\{D\}^+ = \{D\}$, E no aparece en la cerradura de D, por lo tanto C no es superfluo.
 ¿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.
- Superfluos por la derecha:
 Tomamos la dependencia que tenga mas de un atributo a la derecha, $A \rightarrow BC$ y buscamos elementos superfluos:
 ¿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.
- ¿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 $F=\{BD \rightarrow E, CD \rightarrow A, E \rightarrow C, B \rightarrow D\}$

- ¿Qué puedes decir de A^+ y F^+ ?
 $A^+ = \{A\}$ y $F^+ = \{F\}$ No alcanzan ningun otro atributo.
- Calcula 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 . Una llave debe ser mínima, y como BF es llave ninguna conjunto de tres o más atributos puede ser llave en este esquema. Luego, todas los de conjuntos de un sólo atributo no son llaves, pues ninguna dependencia alcanza a F , por lo que para que alcance a todos, debe tener explícitamente a F .
Luego, FA , FC y FD sólo tiene dependencias triviales, pues no forman parte de ninguna dependencia.
Y $\{EF\}^+ = EFC$, por lo que no es llave.
Entonces la única llave es BF .
- ¿ 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 $BD \rightarrow E$,

¿ $B \rightarrow D$?

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

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

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

- 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 $F_{min} = \{B \rightarrow DE, CD \rightarrow A, E \rightarrow C\}$ 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

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

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

b) **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

a) **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.

b) **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.

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

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

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

a) **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**.

b) $R(A, B, C, D, E)$ 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:

$R(\text{idEnfermo}, \text{idCirujano}, \text{fechaCirugía}, \text{nombreEnfermo}, \text{direcciónEnfermo}, \text{nombreCirujano}, \text{n nombreCirugía}, \text{medicinaSuministrada}, \text{efectosSecundarios})$

- 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.