

Bases de Datos I

Teoría del diseño: Tercera Forma Normal

Lic. Andy Ledesma García

Lic. Víctor M. Cardentey Fundora

Dra. C. Lucina García Hernández

Departamento de Computación
Facultad de Matemática y Computación
Universidad de La Habana

11 de agosto de 2024

Si tenemos el conjunto de DFs del universo de atributos

¿Podemos garantizar la correctitud de la base de datos?

DATABASE ISSUES



Objetivos

1. Poder extraer las dependencias funcionales existentes en un fenómeno a partir de su especificación y modelación conceptual.
2. Poder identificar anomalías en un diseño de base de datos relacional.
3. Poder obtener un diseño de base de datos relacional en tercera forma normal.

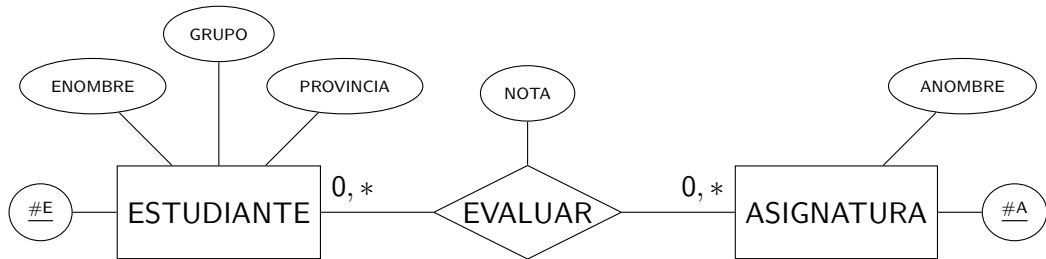
La situación

Se desea desarrollar una base de datos para registrar las notas de los estudiantes de la facultad en cada una de las asignaturas que cursan:

- ▶ De cada estudiante se conoce su identificador, su nombre, su grupo y su provincia de residencia.
- ▶ De cada asignatura se conoce su identificador y su nombre.
- ▶ Por cada asignatura se conoce la nota que obtuvo el estudiante en la evaluación final.

Además, se conoce que los estudiantes son organizados en los grupos de acuerdo a su provincia.

Primero lo primero



Metodología para obtener un esquema relacional correcto

1. Identificar el universo U de atributos del fenómeno.
2. Identificar el conjunto F de las dependencias funcionales que se establecen entre los atributos.
3. Definir el esquema relacional $R(U, F)$.

Ejemplo

1. $U = \{\#E, ENombre, Grupo, Provincia, \#A, ANombre, Nota\}$

Ejemplo

1. $U = \{\#E, ENombre, Grupo, Provincia, \#A, ANombre, Nota\}$

¿Cómo podemos obtener F a partir del diseño conceptual?

Algoritmo de extracción de dependencias funcionales

Algoritmo de extracción de dependencias funcionales

1. Por cada conjunto de entidades con un conjunto de atributos $X \subseteq U$, se añade la dependencia funcional $K \rightarrow X$ donde K es la llave del conjunto de entidades.

Algoritmo de extracción de dependencias funcionales

1. Por cada conjunto de entidades con un conjunto de atributos $X \subseteq U$, se añade la dependencia funcional $K \rightarrow X$ donde K es la llave del conjunto de entidades.
2. Por cada conjunto de interrelaciones se toma su llave K y se añade la dependencia funcional $K \rightarrow K$. Además, por cada conjunto de entidades en un extremo de cardinalidad máxima 1 en la interrelación, se añade la dependencia funcional $K - K_E \rightarrow K_E$ donde K_E es la llave del conjunto de entidades.

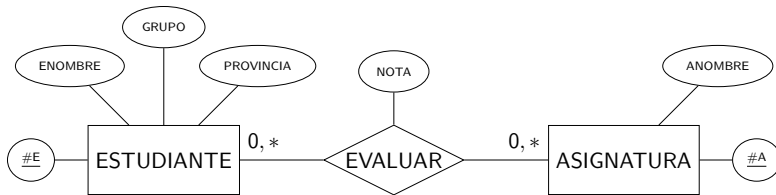
Algoritmo de extracción de dependencias funcionales

1. Por cada conjunto de entidades con un conjunto de atributos $X \subseteq U$, se añade la dependencia funcional $K \rightarrow X$ donde K es la llave del conjunto de entidades.
2. Por cada conjunto de interrelaciones se toma su llave K y se añade la dependencia funcional $K \rightarrow K$. Además, por cada conjunto de entidades en un extremo de cardinalidad máxima 1 en la interrelación, se añade la dependencia funcional $K - K_E \rightarrow K_E$ donde K_E es la llave del conjunto de entidades.
3. Por cada agregación con un conjunto de atributos $X \subseteq U$ se añade la dependencia funcional $K \rightarrow X$ donde K es la llave del conjunto de interrelaciones que encierra la agregación.

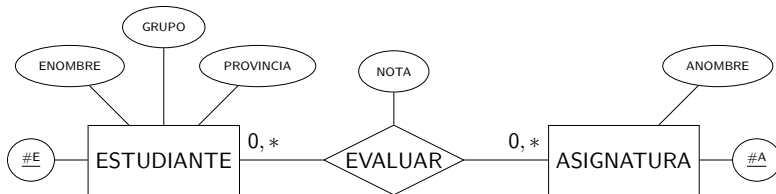
Algoritmo de extracción de dependencias funcionales

1. Por cada conjunto de entidades con un conjunto de atributos $X \subseteq U$, se añade la dependencia funcional $K \rightarrow X$ donde K es la llave del conjunto de entidades.
2. Por cada conjunto de interrelaciones se toma su llave K y se añade la dependencia funcional $K \rightarrow K$. Además, por cada conjunto de entidades en un extremo de cardinalidad máxima 1 en la interrelación, se añade la dependencia funcional $K - K_E \rightarrow K_E$ donde K_E es la llave del conjunto de entidades.
3. Por cada agregación con un conjunto de atributos $X \subseteq U$ se añade la dependencia funcional $K \rightarrow X$ donde K es la llave del conjunto de interrelaciones que encierra la agregación.
4. Añadir aquellas dependencias funcionales asociadas a otras restricciones del negocio especificadas en los requerimientos.

Ejecutando el algoritmo



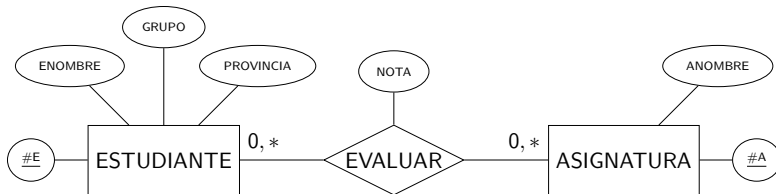
Ejecutando el algoritmo



1. Se tienen los conjuntos de entidades ESTUDIANTE y ASIGNATURA:

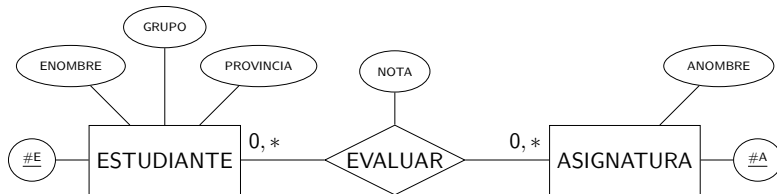
- ▶ $\#E \rightarrow \text{ENombre, Grupo, Provincia}$
- ▶ $\#A \rightarrow \text{ANombre}$

Ejecutando el algoritmo



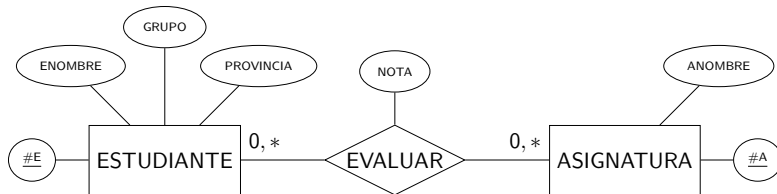
1. Se tienen los conjuntos de entidades ESTUDIANTE y ASIGNATURA:
 - ▶ $\#E \rightarrow \text{ENombre, Grupo, Provincia}$
 - ▶ $\#A \rightarrow \text{ANombre}$
2. Se tiene el conjunto de interrelaciones EVALUAR:
 - ▶ $\#E, \#A \rightarrow \#E, \#A$

Ejecutando el algoritmo



1. Se tienen los conjuntos de entidades ESTUDIANTE y ASIGNATURA:
 - ▶ $\#E \rightarrow \text{ENombre, Grupo, Provincia}$
 - ▶ $\#A \rightarrow \text{ANombre}$
2. Se tiene el conjunto de interrelaciones EVALUAR:
 - ▶ $\#E, \#A \rightarrow \#E, \#A$
3. Se tiene la agregación ASIGNATURA-EVALUADA
 - ▶ $\#E, \#A \rightarrow \text{Nota}$

Ejecutando el algoritmo



1. Se tienen los conjuntos de entidades ESTUDIANTE y ASIGNATURA:
 - ▶ $\#E \rightarrow \text{ENombre, Grupo, Provincia}$
 - ▶ $\#A \rightarrow \text{ANombre}$
2. Se tiene el conjunto de interrelaciones EVALUAR:
 - ▶ $\#E, \#A \rightarrow \#E, \#A$
3. Se tiene la agregación ASIGNATURA-EVALUADA
 - ▶ $\#E, \#A \rightarrow \text{Nota}$
4. Añadimos las restricciones planteadas en la especificación:
 - ▶ $\text{Provincia} \rightarrow \text{Grupo}$

Continuemos con el ejemplo

1. $U = \{\#E, ENombre, Grupo, Provincia, \#A, ANombre, Nota\}$
2. $F = \{$
 - $\#E \rightarrow ENombre, Grupo, Provincia$
 - $\#A \rightarrow ANombre$
 - $\#E, \#A \rightarrow \#E, \#A$
 - $\#E, \#A \rightarrow Nota$
 - $Provincia \rightarrow Grupo$ $\}$

Continuemos con el ejemplo

1. $U = \{\#E, ENombre, Grupo, Provincia, \#A, ANombre, Nota\}$
2. $F = \{$
 - $\#E \rightarrow ENombre, Grupo, Provincia$
 - $\#A \rightarrow ANombre$
 - $\#E, \#A \rightarrow \#E, \#A$
 - $\#E, \#A \rightarrow Nota$
 - $Provincia \rightarrow Grupo$ $\}$
3. Definimos el esquema relacional **Evaluaciones**(U, F) con llave $\#E, \#A$

¿Es este un buen diseño?

<u>#E</u>	ENombre	Grupo	Provincia	<u>#A</u>	ANombre	Nota
e_1	Juan	111	La Habana	a_1	Análisis	3
e_1	Juan	111	La Habana	a_2	Lógica	2
e_1	Juan	111	La Habana	a_3	Álgebra	4
e_1	Juan	111	La Habana	a_4	Programación	5
e_3	Pedro	111	La Habana	a_3	Álgebra	4
e_2	María	112	Matanzas	a_1	Análisis	3
e_2	María	112	Matanzas	a_2	Lógica	3
e_4	Rita	112	Mayabeque	a_2	Lógica	3
e_4	Rita	112	Mayabeque	a_4	Programación	4
e_5	Carlos	113	Pinar del Río	a_3	Álgebra	3

¿Es este un buen diseño? (Redundancia)

<u>#E</u>	ENombre	Grupo	Provincia	<u>#A</u>	ANombre	Nota
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₁	Análisis	3
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₂	Lógica	2
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₄	Programación	5
e ₃	Pedro	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₂	María	112	Matanzas	a ₁	Análisis	3
e ₂	María	112	Matanzas	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₄	Programación	4
e ₅	Carlos	113	Pinar del Río	a ₃	Álgebra	3

¿Es necesaria esta redundancia?

¿Es este un buen diseño? (Anomalía de inserción)

<u>#E</u>	ENombre	Grupo	Provincia	<u>#A</u>	ANombre	Nota
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₁	Análisis	3
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₂	Lógica	2
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₄	Programación	5
e ₃	Pedro	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₂	María	112	Matanzas	a ₁	Análisis	3
e ₂	María	112	Matanzas	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₄	Programación	4
e ₅	Carlos	113	Pinar del Río	a ₃	Álgebra	3

¿Se pudiera insertar un alumno que todavía no ha recibido evaluaciones?

e₆ Marcos 111 La Habana NULL NULL NULL

¿Es este un buen diseño?

<u>#E</u>	ENombre	Grupo	Provincia	<u>#A</u>	ANombre	Nota
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₁	Análisis	3
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₂	Lógica	2
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₄	Programación	5
e ₃	Pedro	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₂	María	112	Matanzas	a ₁	Análisis	3
e ₂	María	112	Matanzas	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₄	Programación	4
e ₅	Carlos	113	Pinar del Río	a ₃	Álgebra	3

¿Se pudiera insertar un alumno que todavía no ha recibido evaluaciones?

e₆ Marcos 111 La Habana NULL NULL NULL

¿Es este un buen diseño? (Anomalía de eliminación)

<u>#E</u>	ENombre	Grupo	Provincia	<u>#A</u>	ANombre	Nota
e_1	Juan	111	La Habana	a_1	Análisis	3
e_1	Juan	111	La Habana	a_2	Lógica	2
e_1	Juan	111	La Habana	a_3	Álgebra	4
e_1	Juan	111	La Habana	a_4	Programación	5
e_3	Pedro	111	La Habana	a_3	Álgebra	4
e_2	María	112	Matanzas	a_1	Análisis	3
e_2	María	112	Matanzas	a_2	Lógica	3
e_4	Rita	112	Mayabeque	a_2	Lógica	3
e_4	Rita	112	Mayabeque	a_4	Programación	4
e_5	Carlos	113	Pinar del Río	a_3	Álgebra	3

¿Qué ocurre si se eliminan las notas del estudiante e_5 ?

¿Es este un buen diseño? (Anomalía de eliminación)

<u>#E</u>	ENombre	Grupo	Provincia	<u>#A</u>	ANombre	Nota
e_1	Juan	111	La Habana	a_1	Análisis	3
e_1	Juan	111	La Habana	a_2	Lógica	2
e_1	Juan	111	La Habana	a_3	Álgebra	4
e_1	Juan	111	La Habana	a_4	Programación	5
e_3	Pedro	111	La Habana	a_3	Álgebra	4
e_2	María	112	Matanzas	a_1	Análisis	3
e_2	María	112	Matanzas	a_2	Lógica	3
e_4	Rita	112	Mayabeque	a_2	Lógica	3
e_4	Rita	112	Mayabeque	a_4	Programación	4

Se pierde la información relacionada con la provincia Pinar del Río y el grupo C113

¿Es este un buen diseño? (Anomalía de modificación)

<u>#E</u>	ENombre	Grupo	Provincia	<u>#A</u>	ANombre	Nota
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₁	Análisis	3
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₂	Lógica	2
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₄	Programación	5
e ₃	Pedro	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₂	María	112	Matanzas	a ₁	Análisis	3
e ₂	María	112	Matanzas	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₄	Programación	4
e ₅	Carlos	113	Pinar del Río	a ₃	Álgebra	3

¿Cuántas tuplas tendríamos que modificar si queremos cambiar la provincia de Juan?

¿Es este un buen diseño? (Anomalía de modificación)

<u>#E</u>	ENombre	Grupo	Provincia	<u>#A</u>	ANombre	Nota
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₁	Análisis	3
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₂	Lógica	2
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₄	Programación	5
e ₃	Pedro	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₂	María	112	Matanzas	a ₁	Análisis	3
e ₂	María	112	Matanzas	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₄	Programación	4
e ₅	Carlos	113	Pinar del Río	a ₃	Álgebra	3

Todas las tuplas deben ser modificadas en una misma transacción

Entonces...

¿Cómo solucionar estas anomalías?

Estudiante		
<u>#E</u>	ENombre	Provincia
e_1	Juan	La Habana
e_2	María	Matanzas
e_3	Pedro	La Habana
e_4	Rita	Mayabeque
e_5	Carlos	Pinar del Río

Provincia-Grupo	
<u>Provincia</u>	Grupo
La Habana	111
Matanzas	112
Mayabeque	112
Pinar del Río	113

Asignatura	
<u>#A</u>	ANombre
a_1	Análisis
a_2	Lógica
a_3	Álgebra
a_4	Programación

Evaluar		
<u>#E</u>	<u>#A</u>	Nota
e_1	a_1	3
e_1	a_2	2
e_1	a_3	4
e_1	a_4	5
e_3	a_3	4
e_2	a_1	3
e_2	a_2	3
e_4	a_2	3
e_4	a_4	4
e_5	a_3	3

¿Cómo obtener esta solución?

Proyección de las dependencias funcionales

Dados un esquema relacional $R(U, F)$ y un conjunto de atributos Z tal que $Z \subseteq U$, la proyección de un conjunto de dependencias funcionales F sobre un conjunto de atributos Z – denotada por $\Pi_Z(F)$ – consiste en el conjunto de dependencias funcionales $X \rightarrow Y$ de F^+ tales que $XY \subseteq Z$.

$$\Pi_Z(F) = \{X \rightarrow Y \mid F \models X \rightarrow Y \wedge XY \subseteq Z\}$$

Descomposición de un esquema relacional

La descomposición del esquema relacional $R(U, F)$ se representa por

$$\rho = \{R_1(U_1, F_1), R_2(U_2, F_2), \dots, R_n(U_n, F_n)\}$$

de manera tal que:

- ▶ $U = \bigcup_{i=1}^n U_i$

- ▶ Para todo $i = 1, \dots, n$ se cumple que $F_i = \Pi_{U_i}(F)$

Normalización de una base de datos relacional

Estudiante(U_1, F_1):

$U_1 = \{\#E, ENombre, Provincia\}$

$F_1 = \{\#E \rightarrow ENombre, Provincia\}$

Asignatura(U_3, F_3):

$U_3 = \{\#A, ANombre\}$

$F_3 = \{\#A \rightarrow ANombre\}$

Provincia-Grupo(U_2, F_2):

$U_2 = \{Provincia, Grupo\}$

$F_2 = \{Provincia \rightarrow Grupo\}$

Evaluar(U_4, F_4):

$U_4 = \{\#E, \#A, Nota\}$

$F_4 = \{\#E, \#A \rightarrow Nota\}$

Primera Forma Normal

Un esquema relacional $R(U, F)$ está en primera forma normal (1FN) si todos los atributos simples toman un solo valor del dominio subyacente.

La trivial

<u>#E</u>	ENombre	Grupo	Provincia	<u>#A</u>	ANombre	Nota
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₁	Análisis	3
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₂	Lógica	2
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₄	Programación	5
e ₃	Pedro	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₂	María	112	Matanzas	a ₁	Análisis	3
e ₂	María	112	Matanzas	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₄	Programación	4
e ₅	Carlos	113	Pinar del Río	a ₃	Álgebra	3

Toda relación se encuentra en primera forma normal

Dependencia funcional completa

Dado un esquema relacional $R(U, F)$ y los atributos X, Y de R (posiblemente compuestos), se dice que Y depende funcional y completamente de X si y solo si Y depende funcionalmente de X y no depende de algún subconjunto propio de X .

¿Qué dependencias funcionales existen en esta relación?

<u>#E</u>	ENombre	Grupo	Provincia	<u>#A</u>	ANombre	Nota
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₁	Análisis	3
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₂	Lógica	2
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₁	Juan	111	La Habana	a ₄	Programación	5
e ₃	Pedro	111	La Habana	a ₃	Álgebra	4
e ₂	María	112	Matanzas	a ₁	Análisis	3
e ₂	María	112	Matanzas	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₂	Lógica	3
e ₄	Rita	112	Mayabeque	a ₄	Programación	4
e ₅	Carlos	113	Pinar del Río	a ₃	Álgebra	3

Clasificando dependencias

$\#E, \#A \rightarrow ENombre$

$\#E, \#A \rightarrow Grupo$

$\#E, \#A \rightarrow Provincia$

$\#E, \#A \rightarrow ANombre$

$\#E, \#A \rightarrow Nota$

$\#E \rightarrow ENombre$

$\#E \rightarrow Grupo$

$\#E \rightarrow Provincia$

$\#A \rightarrow ANombre$

$Provincia \rightarrow Grupo$

Clasificando dependencias

$\#E, \#A \rightarrow ENombre$

$\#E, \#A \rightarrow Grupo$

$\#E, \#A \rightarrow Provincia$

$\#E, \#A \rightarrow ANombre$

Incompletas

$\#E, \#A \rightarrow Nota$

$\#E \rightarrow ENombre$

$\#E \rightarrow Grupo$

$\#E \rightarrow Provincia$

$\#A \rightarrow ANombre$

$Provincia \rightarrow Grupo$

Completas

Atributo llave o primo

Si un atributo X es parte de alguna llave candidata de un esquema relacional $R(U, F)$, entonces se dice que X es un atributo llave o primo. Ahora bien, si un atributo X no contiene ni forma parte de ninguna llave candidata, entonces se dice que X es un atributo no llave o no primo.

Atributo llave o primo

Si un atributo X es parte de alguna llave candidata de un esquema relacional $R(U, F)$, entonces se dice que X es un atributo llave o primo. Ahora bien, si un atributo X no contiene ni forma parte de ninguna llave candidata, entonces se dice que X es un atributo no llave o no primo.

Ejemplo

Sean $U = \{A, B, C, D\}$ y $F = \{AB \rightarrow C, B \rightarrow D, BC \rightarrow A\}$. En este caso, AB y BC son las llaves candidatas. De esta manera, A, B, C, AB y BC son atributos primos, mientras que D, AD, BD, CD y ACD son atributos no primos. Nótese que ABC, ABD y BCD , entre otros, no son atributos primos ni tampoco atributos no primos, ya que contienen a una llave candidata.

Segunda Forma Normal

Un esquema relacional $R(U, F)$ está en segunda forma normal (2FN) si está en 1FN y todos los atributos no primos dependen completamente de toda llave candidata.

Llegando hasta segunda

Estudiante			
<u>#E</u>	ENombre	Provincia	Grupo
e_1	Juan	La Habana	111
e_2	María	Matanzas	112
e_3	Pedro	La Habana	111
e_4	Rita	Mayabeque	112
e_5	Carlos	Pinar del Río	113

Asignatura	
<u>#A</u>	ANombre
a_1	Análisis
a_2	Lógica
a_3	Álgebra
a_4	Programación

Evaluar		
<u>#E</u>	<u>#A</u>	Nota
e_1	a_1	3
e_1	a_2	2
e_1	a_3	4
e_1	a_4	5
e_3	a_3	4
e_2	a_1	3
e_2	a_2	3
e_4	a_2	3
e_4	a_4	4
e_5	a_3	3

Llegando hasta segunda

Estudiante			
<u>#E</u>	ENombre	Provincia	Grupo
e ₁	Juan	La Habana	111
e ₂	María	Matanzas	112
e ₃	Pedro	La Habana	111
e ₄	Rita	Mayabeque	112
e ₅	Carlos	Pinar del Río	113

Asignatura	
<u>#A</u>	ANombre
a ₁	Análisis
a ₂	Lógica
a ₃	Álgebra
a ₄	Programación

Evaluar		
<u>#E</u>	<u>#A</u>	Nota
e ₁	a ₁	3
e ₁	a ₂	2
e ₁	a ₃	4
e ₁	a ₄	5
e ₃	a ₃	4
e ₂	a ₁	3
e ₂	a ₂	3
e ₄	a ₂	3
e ₄	a ₄	4
e ₅	a ₃	3

Llegando hasta segunda

Todavía existe redundancia innecesaria

Dependencia funcional transitiva

Dado un esquema relacional $R(U, F)$ y los atributos X , Y y Z de R (posiblemente compuestos), se dice que Z depende funcional y transitivamente de X si y solo si Y y Z dependen funcionalmente de X y, además, Z depende funcionalmente de Y . Si Z no dependiera funcionalmente de Y , entonces se dice que Y y Z son mutuamente independientes.

Dependencia funcional transitiva

Estudiante

<u>#E</u>	ENombre	Provincia	Grupo
e ₁	Juan	La Habana	111
e ₂	María	Matanzas	112
e ₃	Pedro	La Habana	111
e ₄	Rita	Mayabeque	112
e ₅	Carlos	Pinar del Río	113

$\#E \rightarrow \text{ENombre}$

$\#E \rightarrow \text{Grupo}$

$\#E \rightarrow \text{Provincia}$

$\text{Provincia} \rightarrow \text{Grupo}$

Dependencia funcional transitiva

Estudiante

<u>#E</u>	ENombre	Provincia	Grupo
e ₁	Juan	La Habana	111
e ₂	María	Matanzas	112
e ₃	Pedro	La Habana	111
e ₄	Rita	Mayabeque	112
e ₅	Carlos	Pinar del Río	113

$\#E \rightarrow \text{ENombre}$

$\#E \rightarrow \text{Grupo}$

$\#E \rightarrow \text{Provincia}$

$\text{Provincia} \rightarrow \text{Grupo}$

$\#E \rightarrow \text{Provincia}, \text{Provincia} \rightarrow \text{Grupo} \models \#E \rightarrow \text{Grupo}$

Dependencia funcional transitiva

Estudiante

<u>#E</u>	ENombre	Provincia	Grupo
e ₁	Juan	La Habana	111
e ₂	María	Matanzas	112
e ₃	Pedro	La Habana	111
e ₄	Rita	Mayabeque	112
e ₅	Carlos	Pinar del Río	113

$\#E \rightarrow \text{ENombre}$

$\#E \rightarrow \text{Grupo}$

$\#E \rightarrow \text{Provincia}$

$\text{Provincia} \rightarrow \text{Grupo}$

$\#E \rightarrow \text{Provincia}, \text{Provincia} \rightarrow \text{Grupo} \models \#E \rightarrow \text{Grupo}$

Existe una dependencia funcional transitiva

Tercera Forma Normal

Un esquema relacional $R(U, F)$ está en tercera forma normal (3FN), si está en 2FN y los atributos no primos son mutuamente independientes.

Al fin, la tercera

Estudiante		
<u>#E</u>	ENombre	Provincia
e_1	Juan	La Habana
e_2	María	Matanzas
e_3	Pedro	La Habana
e_4	Rita	Mayabeque
e_5	Carlos	Pinar del Río

Pronvincia-Grupo	
<u>Provincia</u>	Grupo
La Habana	111
Matanzas	112
Mayabeque	112
Pinar del Río	113

Asignatura	
<u>#A</u>	ANombre
a_1	Análisis
a_2	Lógica
a_3	Álgebra
a_4	Programación

Evaluar		
<u>#E</u>	<u>#A</u>	Nota
e_1	a_1	3
e_1	a_2	2
e_1	a_3	4
e_1	a_4	5
e_3	a_3	4
e_2	a_1	3
e_2	a_2	3
e_4	a_2	3
e_4	a_4	4
e_5	a_3	3

Eliminando dependencias problemáticas

Cubrimiento minimal

Dado dos conjuntos de dependencias funcionales F y G , se dice que G es un cubrimiento minimal o cobertura irreducible de F si se cumple que:

1. $G \equiv F$
2. G no contiene atributos redundantes
3. G no contiene dependencias redundantes

AUTOMATE



ALL THE THINGS

Algoritmo para obtener un cubrimiento minimal

Entrada: Un conjunto de DFs F sobre un universo de atributos U .

Salida: Un conjunto de DFs G , $G \equiv F$, sin atributos ni dependencias redundantes.

Método:

1. A partir de F construir un conjunto de DFs, F' , tal que cada DF sea de la forma $X \rightarrow A$.
2. A partir de F' construir un conjunto de DFs, F'' , donde ningún determinante contiene atributos redundantes; o sea, que para ninguna $X \rightarrow A$ en F' y $Z \subset X$ se cumpla que $F' - \{X \rightarrow A\} \cup \{Z \rightarrow A\}$ sea equivalente a F' .
3. A partir de F'' construir un conjunto de DFs, F''' , que no contenga dependencias redundantes; o sea, que para ninguna $X \rightarrow A$ en F'' el conjunto de dependencias funcionales $F'' - \{X \rightarrow A\}$ sea equivalente a F'' .

Ejecutando el algoritmo

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow EG$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow BD$

$CE \rightarrow AG$

Ejecutando el algoritmo

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow EG$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow BD$

$CE \rightarrow AG$

Ejecutando el algoritmo

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow EG$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow BD$

$CE \rightarrow AG$

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow E$

$D \rightarrow G$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow B$

$CG \rightarrow D$

$CE \rightarrow A$

$CE \rightarrow G$

Ejecutando el algoritmo

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow EG$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow BD$

$CE \rightarrow AG$

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow E$

$D \rightarrow G$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow B$

$CG \rightarrow D$

$CE \rightarrow A$

$CE \rightarrow G$

$$D \rightarrow G \wedge CG \rightarrow B \models CD \rightarrow B$$

Ejecutando el algoritmo

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow EG$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow BD$

$CE \rightarrow AG$

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow E$

$D \rightarrow G$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow B$

$CG \rightarrow D$

$CE \rightarrow A$

$CE \rightarrow G$

$$D \rightarrow G \wedge CG \rightarrow B \models CD \rightarrow B$$

Ejecutando el algoritmo

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow EG$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow BD$

$CE \rightarrow AG$

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow E$

$D \rightarrow G$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow B$

$CG \rightarrow D$

$CE \rightarrow A$

$CE \rightarrow G$

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$CD \rightarrow B$

$D \rightarrow E$

$D \rightarrow G$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow B$

$CG \rightarrow D$

$CE \rightarrow A$

$CE \rightarrow G$

Ejecutando el algoritmo

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow EG$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow BD$

$CE \rightarrow AG$

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow E$

$D \rightarrow G$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow B$

$CG \rightarrow D$

$CE \rightarrow A$

$CE \rightarrow G$

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$CD \rightarrow B$

$D \rightarrow E$

$D \rightarrow G$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow B$

$CG \rightarrow D$

$CE \rightarrow A$

$CE \rightarrow G$

$CG \rightarrow D \wedge CD \rightarrow B \models CG \rightarrow B$

$C \rightarrow A \models CE \rightarrow A$

Ejecutando el algoritmo

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow EG$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow BD$

$CE \rightarrow AG$

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$ACD \rightarrow B$

$D \rightarrow E$

$D \rightarrow G$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow B$

$CG \rightarrow D$

$CE \rightarrow A$

$CE \rightarrow G$

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$CD \rightarrow B$

$D \rightarrow E$

$D \rightarrow G$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow B$

$CG \rightarrow D$

$CE \rightarrow A$

$CE \rightarrow G$

$AB \rightarrow C$

$C \rightarrow A$

$BC \rightarrow D$

$CD \rightarrow B$

$D \rightarrow E$

$D \rightarrow G$

$BE \rightarrow C$

$CG \rightarrow D$

$CE \rightarrow G$

Algoritmo para obtener una descomposición en 3FN

Entrada: Un esquema relacional $R(U, F)$, F es un conjunto irreducible de dependencias funcionales.

Salida: Una descomposición $\rho = (R_1, R_2, \dots, R_n)$, tal que los esquemas relacionales $R_i(U_i, F_i)$ están en 3FN con respecto a $\Pi_{U_i}(F)$, $\forall i = 1, \dots, n$.

Método:

1. Por cada dependencia funcional $X \rightarrow A_i$ en F crear el esquema relacional $R_i(U_i, F_i)$ tal que $U_i = X \cup \{A_i\}$ y $F_i = \{X \rightarrow A_i\}$. Si en F se tiene $X \rightarrow A_1, X \rightarrow A_2, \dots, X \rightarrow A_k$ se puede utilizar un esquema relacional de la forma $R_j(U_j, F_j)$ con $U_j = X \cup \{A_1, A_2, \dots, A_k\}$ y $F_j = \Pi_{U_j}(F)$ ¹.
2. Si en U existe algún atributo que no está contenido en ninguna dependencia funcional de F , este atributo puede formar un esquema relacional por sí mismo.
3. Luego, $\rho = (R_1, R_2, \dots, R_n)$

¹Nótese que $\Pi_{U_j}(F)$ no es igual necesariamente a $\{X \rightarrow A_1 A_2 \dots A_n\}$, ya que pueden existir dependencias $A_\alpha \rightarrow Y \subset X$, con $1 \leq \alpha \leq n$.

Obteniendo el diseño

#E → ENombre

#E → Grupo

#E → Provincia

#A → ANombre

#E, #A → #E, #A

#E, #A → Nota

Provincia → Grupo

Obteniendo el diseño

$\#E \rightarrow ENombre$

$\#E \rightarrow \text{Grupo}$

$\#E \rightarrow Provincia$

$\#A \rightarrow ANombre$

$\#E, \#A \rightarrow \#E, \#A$

$\#E, \#A \rightarrow Nota$

$Provincia \rightarrow Grupo$

$\#E \rightarrow Provincia \wedge Provincia \rightarrow Grupo \models \#E \rightarrow Grupo$

Obteniendo el diseño

#E → ENombre
#E → Grupo
#E → Provincia
#A → ANombre
#E, #A → #E, #A
#E, #A → Nota
Provincia → Grupo

#E → ENombre
#E → Provincia
#A → ANombre
#E, #A → #E, #A
#E, #A → Nota
Provincia → Grupo

Obteniendo el diseño

Estudiante		
<u>#E</u>	ENombre	Provincia
e_1	Juan	La Habana
e_2	María	Matanzas
e_3	Pedro	La Habana
e_4	Rita	Mayabeque
e_5	Carlos	Pinar del Río

Pronvincia-Grupo	
<u>Provincia</u>	Grupo
La Habana	111
Matanzas	112
Mayabeque	112
Pinar del Río	113

Asignatura	
<u>#A</u>	ANombre
a_1	Análisis
a_2	Lógica
a_3	Álgebra
a_4	Programación

Evaluar		
<u>#E</u>	<u>#A</u>	Nota
e_1	a_1	3
e_1	a_2	2
e_1	a_3	4
e_1	a_4	5
e_3	a_3	4
e_2	a_1	3
e_2	a_2	3
e_4	a_2	3
e_4	a_4	4
e_5	a_3	3

Entonces...

... alguna duda?

