

CS2701

BASES DE DATOS I

CICLO 2019-2

Clase 9: Dependencia funcional y formas normales

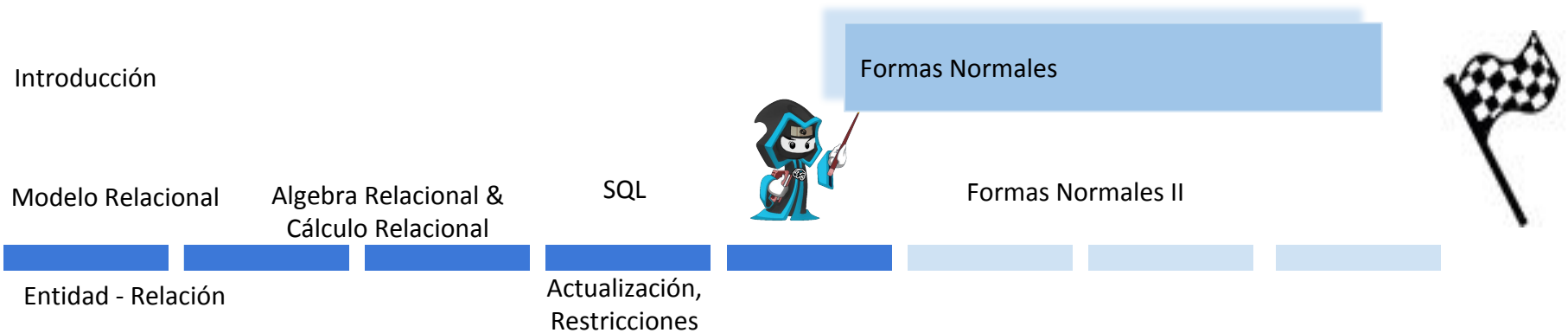


Heider Sanchez – hsanchez@utec.edu.pe
Teófilo Chambilla – tchambilla@utec.edu.pe

CS2701

BASES DE DATOS I

CICLO 2019-2



DEPENDENCIAS FUNCIONALES

TEMARIO

Directrices de **diseño informales**

Dependencias funcionales

Definición

Reglas de inferencia

Equivalencias

Conjuntos mínimos



Motivación

- Habíamos visto que:

Esquema de BD relacional

→ esquemas de relación

→ atributos

- Podemos encontrarnos con varios diseños de solución para el mismo problema
- Vamos a ver parte de la teoría desarrollada con el objetivo de **evaluar** esquemas relacionales encaminados a la **calidad del diseño de base de datos**

Motivación

- Objetivo:

Medir formalmente por qué un conjunto de agrupaciones de atributos en un esquema de relación es *mejor que otro*.

- Directriz → Instrucción o norma que ha de seguirse en la ejecución de algo.

Directrices informales

Directrices de diseño informales para los esquemas de relación

Antes de tratar la teoría formal, veremos cuatro **medidas informales de calidad** para el diseño de un esquema de relación:

- La semántica de los atributos.
- La reducción de información redundante en las tuplas.
- La reducción de los valores *NULL* en las tuplas.
- Prohibición de la posibilidad de generar tuplas falsas.

Directrices informales (Semántica)

Impartir una **semántica clara** a los atributos de las relaciones

– La semántica de una relación hace referencia a la interpretación de los valores de un atributo en una tupla.

– Relación = conjunto de hechos

En general, cuanto más **sencillo** es explicar la semántica de la relación, mejor será el diseño del esquema de relación.

Directrices informales (Semántica)

Directriz 1

- Diseñar un esquema de relación para que sea fácil explicar su significado.
- No combine atributos de varios tipos de entidad y de relación en una única relación.
- Si la relación está compuesta por una mezcla de múltiples entidades y relaciones, se producirá una ambigüedad semántica y la relación no podrá explicarse con claridad.

Directrices informales (Semántica)

Ejemplo:

EMPLEADO					FK
NombreE	<u>Dni</u>	FechaNac	Dirección	NumeroDpto	
PK					

DEPARTAMENTO			FK
NombreDpto	<u>NumeroDpto</u>	DniDirector	
PK			

PROYECTO				FK
NombreProyecto	<u>NumProyecto</u>	UbicaciónProyecto	NumDptoProyecto	
PK				

LOCALIZACIONES_DPTO		FK
<u>NumeroDpto</u>	<u>UbicaciónDpto</u>	
PK		

TRABAJA_EN			FK	FK
<u>Dni</u>	<u>NumProyecto</u>	Horas		
PK				

La facilidad con la que se pueda explicar el significado de los atributos de una relación es una medida informal de lo bien que está diseñada esa relación.

Directrices informales (Semántica)

A partir del ejemplo, podría decirse que:

- Los esquemas tienen una interpretación bien definida y sin ambigüedad.
- Por consiguiente, todo el esquema de relaciones de la figura podría considerarse como fácil de explicar.
- Por tanto, es bueno desde el punto de vista de contar con una semántica clara.

Directrices informales (redundancias y anomalías)

Información redundante en tuplas y anomalías en la actualización

- Uno de los objetivos de un **esquema de diseño** es **reducir el espacio** de almacenamiento utilizado por las relaciones.
- El agrupamiento de **atributos en esquemas** de relación tiene un efecto significativo sobre el espacio de almacenamiento.

Directrices informales (redundancias y anomalías)

Directriz 2

- Diseñar los esquemas de relación de forma que no se presenten anomalías de **inserción, borrado o actualización** en las relaciones.
- En caso de que aparezca alguna de ellas, anótela **claramente y asegúrese** de que los programas que actualizan la base de datos **operarán correctamente**.

Directrices informales (redundancias y anomalías)

Ejemplo:

EMP_DEPTO					Redundancia	
NombreE	<u>Dni</u>	FechaNac	Dirección	NumeroDpto	NombreDpto	DniDirector
Perez Perez, Jose	123456789	09-01-1965	Eloy I, 98	5	Investigación	333445555
Campos Sastre, Alberto	33344555	08-12-1955	Av. Rios, 9	5	Investigación	333445555
Jimenez Celaya, Alicia	999887777	19-07-1968	Gran Via, 38	4	Administración	987654321
Sanz Oreja, Juana	987654321	20-06-1941	Cerquilla, 67	4	Administración	987654321
Ojeda Ordoñez, Fernando	666884444	15-09-1962	Portillo, s/n	5	Investigación	333445555
Olivia Avezuela, Aurora	453453453	31-07-1972	Antón, 6	5	Investigación	333445555
Pajares Morera, Luis	987987987	29-03-1969	Barranco, 3	4	Administración	987654321
Ochoa Paredes, Eduardo	888665555	10-11-1938	Las Peñas, 1	1	Sede Central	888665555

Directrices informales (redundancias y anomalías)

¿Pueden haber anomalías en la inserción?

EMP_DEPTO

Redundancia

NombreE	<u>Dni</u>	FechaNac	Dirección	NumeroDpto	NombreDpto	DniDirector
Perez Perez, Jose	123456789	09-01-1965	Eloy I, 98	5	Investigación	333445555
Campos Sastre, Alberto	33344555	08-12-1955	Av. Rios, 9	5	Investigación	333445555
Jimenez Celaya, Alicia	999887777	19-07-1968	Gran Via, 38	4	Administración	987654321
Sanz Oreja, Juana	987654321	20-06-1941	Cerquilla, 67	4	Administración	987654321
Ojeda Ordoñez, Fernando	666884444	15-09-1962	Portillo, s/n	5	Investigación	333445555
Olivia Avezuela, Aurora	453453453	31-07-1972	Antón, 6	5	Investigación	333445555
Pajares Morera, Luis	987987987	29-03-1969	Barranco, 3	4	Administración	987654321
Ochoa Paredes, Eduardo	888665555	10-11-1938	Las Peñas, 1	1	Sede Central	888665555

Directrices informales (redundancias y anomalías)

¿y en la actualización?

Redundancia

EMP_DEPTO

NombreE	<u>Dni</u>	FechaNac	Dirección	NumeroDpto	NombreDpto	DniDirector
Perez Perez, Jose	123456789	09-01-1965	Eloy I, 98	5	Investigación	333445555
Campos Sastre, Alberto	33344555	08-12-1955	Av. Rios, 9	5	Investigación	333445555
Jimenez Celaya, Alicia	999887777	19-07-1968	Gran Via, 38	4	Administración	987654321
Sanz Oreja, Juana	987654321	20-06-1941	Cerquilla, 67	4	Administración	987654321
Ojeda Ordoñez, Fernando	666884444	15-09-1962	Portillo, s/n	5	Investigación	333445555
Olivia Avezuela, Aurora	453453453	31-07-1972	Antón, 6	5	Investigación	333445555
Pajares Morera, Luis	987987987	29-03-1969	Barranco, 3	4	Administración	987654321
Ochoa Paredes, Eduardo	888665555	10-11-1938	Las Peñas, 1	1	Sede Central	888665555

Directrices informales (redundancias y anomalías)

EMP_DEPTO

Redundancia

NombreE	Dni	FechaNac	Dirección	NumeroDpto	NombreDpto	DniDirector
Perez Perez, Jose	123456789	09-01-1965	Eloy I, 98	5	Investigación	333445555
Campos Sastre, Alberto	33344555	08-12-1955	Av. Rios, 9	5	Investigación	333445555
Jimenez Celaya, Alicia	999887777	19-07-1968	Gran Via, 38	4	Administración	987654321
Sanz Oreja, Juana	987654321	20-06-1941	Cerquilla, 67	4	Administración	987654321
Ojeda Ordoñez, Fernando	666884444	15-09-1962	Portillo, s/n	5	Investigación	333445555
Olivia Avezuela, Aurora	453453453	31-07-1972	Antón, 6	5	Investigación	333445555
Pajares Morera, Luis	987987987	29-03-1969	Barranco, 3	4	Administración	987654321
Ochoa Paredes, Eduardo	888665555	10-11-1938	Las Peñas, 1	1	Sede Central	888665555

¿y con el borrado?

Directrices informales (valores NULL)

Valores NULL en las tuplas

- En relaciones grandes, si muchos de los atributos no se aplican a todas las tuplas de la relación, nos encontraremos con muchos NULL en esas tuplas, lo que puede desperdiciar espacio de almacenamiento.
- Otro problema con los NULL es cómo contabilizarlos cuando se aplican operaciones de agregación como **COUNT** o **SUM**.
- NULL → múltiples interpretaciones(desconocido).
- En comparaciones → los resultados serán impredecibles.

Directrices informales (valores NULL)

Directriz 3

- Hasta donde sea posible, evite situar en una relación base atributos cuyos valores sean frecuentemente **NULL**.
- En caso de no poderse evitar, asegúrese de que se aplican sólo en casos excepcionales y no los aplique a la mayor parte de las tuplas de la relación.

Directrices informales (tuplas falsas)

Generación de tuplas falsas

- Debido a un **mal diseño** de las relaciones pueden generarse **problemas** a la hora de **obtener los datos** desde varias de ellas.
- En estos casos, las tuplas que representan información que no es válida reciben el nombre de tuplas falsas.

Directrices informales (tuplas falsas)

Directriz 4

- Diseñar los esquemas de relación de forma que puedan concatenarse con condiciones de igualdad en los atributos que son parejas de **clave principal y foreign key** de forma que se garantice que no se van a generar tuplas falsas.
- Evite las relaciones que contienen atributos coincidentes que no son combinaciones de **foreign key y clave principal** porque la concatenación de estos atributos puede producir tuplas falsas.

Directrices informales (tuplas falsas)

Personas

<u><i>DniPersona</i></u>	<i>NomPersona</i>	<i>NomProyecto</i>
8888888	Ana	Proyecto 1
5555555	Roberto	Proyecto 2

Proyectos

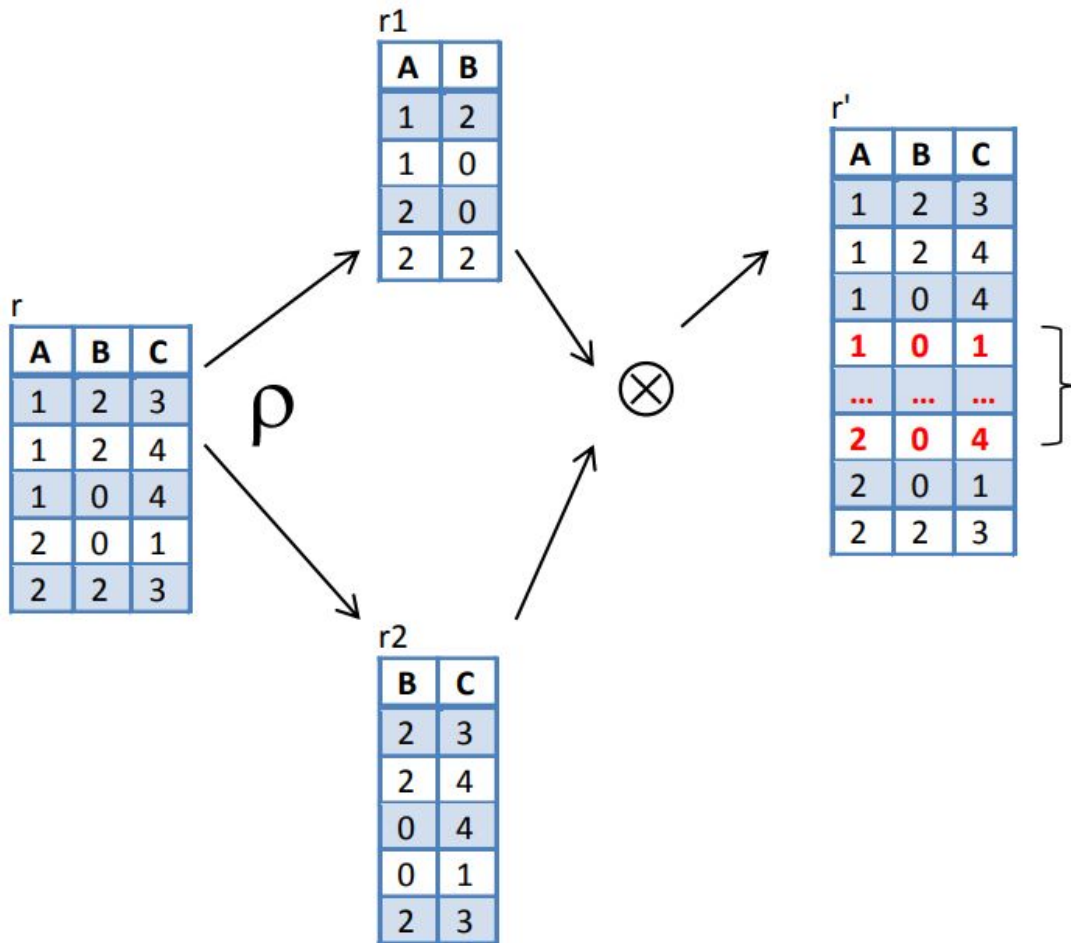
<u><i>NroProy</i></u>	<i>NomProy</i>
21	Proyecto 1
55	Proyecto 2
32	Proyecto 2

Join Personas-Proyectos

<i>DniPersona</i>	<i>NomPersona</i>	<i>NomProyecto</i>	<i>NroProy</i>	<i>NomProy</i>
8888888	Ana	Proyecto 1	21	Proyecto 1
5555555	Roberto	Proyecto 2	55	Proyecto 2
5555555	Roberto	Proyecto 2	32	Proyecto 2

¿Ambas son correctas?

Directrices informales (tuplas falsas)



Considere la relación $r(ABC)$ y sus proyecciones $r_1(AB)$ y $r_2(BC)$.

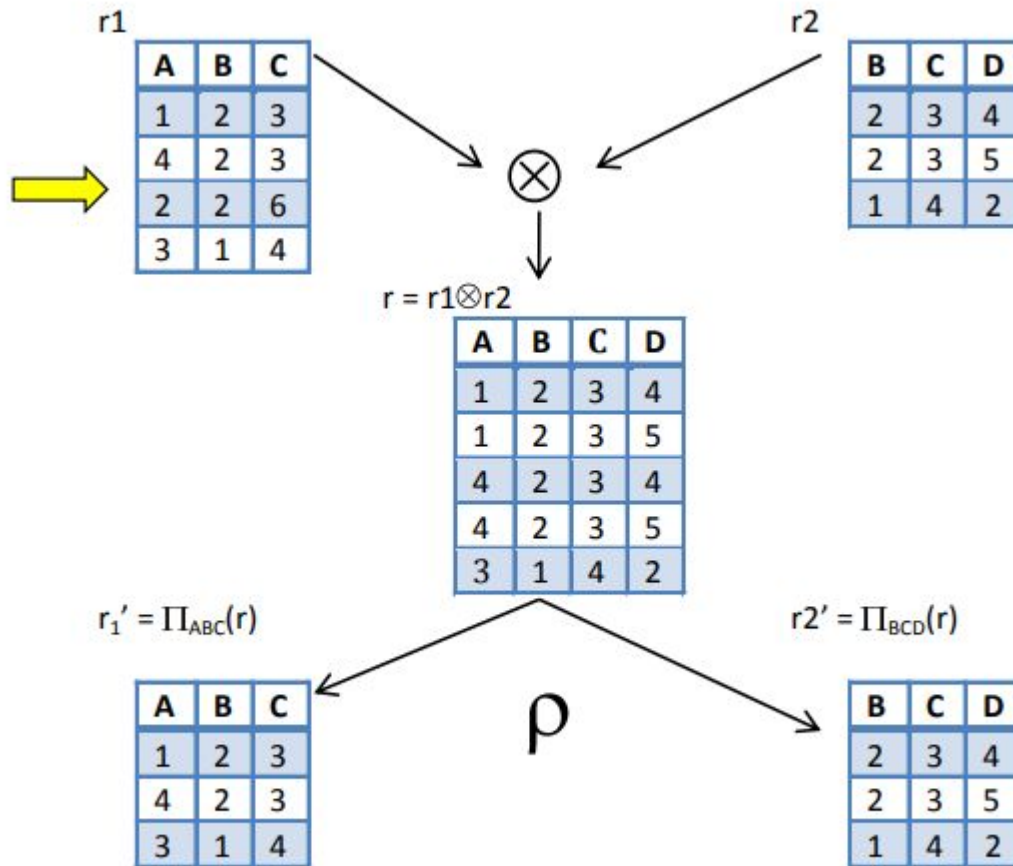
tuplas falsas

Observación

No todas las descomposiciones de una tabla se pueden combinar utilizando la combinación natural para reproducir el mesa original

Directrices informales (tuplas falsas)

Considere las siguientes dos relaciones r_1 (ABC) y r_2 (BCD).



Calcular la unión natural $r = r_1 \bowtie r_2$

Evalúe las proyecciones

$r_1' = \Pi_{ABC}(r)$ y $r_2' = \Pi_{BCD}(r)$

Observación

Las tablas r_2 y r_2' son iguales, sin embargo, la tupla $\langle 2, 2, 6 \rangle$ r_1 pero no están presentes en r_1'

DEPENDENCIAS FUNCIONALES

Conceptos básicos

- Las DF son un tipo particular de **restricción**.
- Permiten expresar hechos acerca de la realidad que se está modelando con la BD.

Dependencias funcionales

Dada una relación R

y dos conjuntos de atributos $X \in R, Y \in R$

X determina funcionalmente a Y

si y sólo si

dos tuplas que tiene el mismo valor de X

deben por fuerza tener el mismo valor de Y

- X y Y pueden ser atributos **compuestos**

Dependencias funcionales

$$X \rightarrow Y$$

Lectura:

X determina funcionalmente a **Y**

O también:

Y depende funcionalmente de **X**

- Esto no supone que $Y \rightarrow X$ en R.

Ejemplo

- Consideremos la relación r y veamos qué DF se satisfacen.

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_1	b_2	c_1	d_2
a_2	b_2	c_2	d_2
a_2	b_3	c_2	d_3
a_3	b_3	c_2	d_4

$A \rightarrow C$ se satisface.

- Las dos tuplas con valor a_1 en A tienen el mismo valor en C , c_1 .
- Las dos tuplas con valor a_2 en A tienen el mismo valor en C , c_2 .
- No existen otros pares de tuplas distintos que tengan el mismo valor en A .

$C \rightarrow A$ no se satisface.

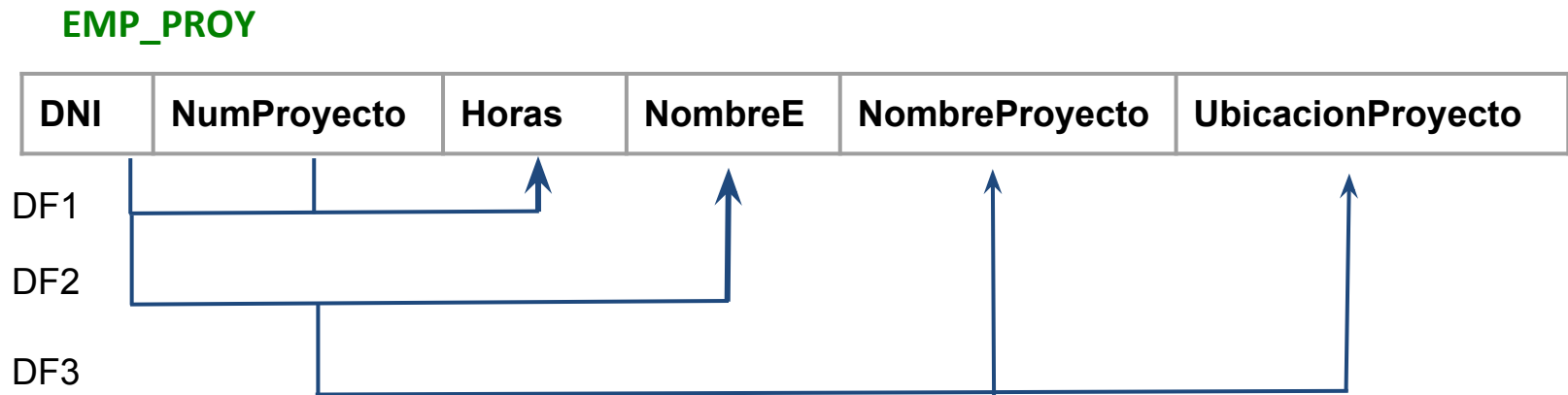
- Sean $t1=(a2, b3, c2, d3)$ y $t2=(a3, b3, c2, d4)$
 - tienen el mismo valor en C, c2 y
 - distintos valores en A, a2 y a3, respectivamente.
- hemos encontrado un par de tuplas t1 y t2 tales que $t1[C] = t2[C]$ pero $t1[A] \neq t2[A]$.

- r satisface muchas otras DF.
- Por ejemplo:
- $AB \rightarrow D$
- $A \rightarrow A$ y
- las demás DF triviales

(una DF de la forma $\alpha \rightarrow \beta$ es trivial si $\beta \subseteq \alpha$)

Dependencias funcionales: Ejemplo

Considerar la siguiente relación y sus DFs



$\{DNI, NumProyecto\} \rightarrow \{Horas\}$

$\{DNI\} \rightarrow \{NombreE\}$

$\{NumProyecto\} \rightarrow \{NombreProyecto, UbicacionProyecto\}$

Dependencias funcionales: Ejemplo

- Una empresa de alquiler de vehículos desea implementar una base de datos con la información de su negocio. Se tienen vehículos identificados por su número de matrícula, y de los que se conoce su marca, color, modelo y año.
- También se tienen clientes identificados por su número de cédula de identidad, y de los que se conoce su nombre, dirección y teléfono. Un contrato de alquiler de vehículo está identificado por un número de contrato y se realiza en una fecha dada entre un cliente y un vehículo, registrándose el periodo de alquiler en días y el precio del servicio.
- Se considera que en una misma fecha no se puede alquilar más de una vez el mismo vehículo al mismo cliente en la misma fecha.

Dependencias funcionales: Ejemplo

- Una empresa de alquiler de vehículos desea implementar una base de datos con la información de su negocio. Se tienen **vehículos** identificados por su número de **matrícula**, y de los que se conoce su **marca, color, modelo y año**.
- También se tienen **clientes** identificados por su número de **cédula** de identidad, y de los que se conoce su **nombre, dirección y teléfono**. Un **contrato** de alquiler de vehículo está identificado por un **número de contrato** y se realiza en una **fecha** dada entre un **cliente** y un **vehículo**, registrándose el **periodo** de alquiler en días y el **precio** del servicio.
- Se considera que en **una misma fecha no se puede alquilar más de una vez el mismo vehículo al mismo cliente** en la misma fecha.

Dependencias funcionales: Ejemplo

- Entonces podemos obtener las siguientes DFs:

matrícula \rightarrow {marca, color, modelo, año}

cédula \rightarrow {nombre, dirección, teléfono}

nroContrato \rightarrow {fecha, cédula, matrícula, período, precio}

{fecha, cédula, matrícula} \rightarrow nroContrato

Dependencias funcionales:

- Una DF es una propiedad del esquema, no de la instancia.
 - Una DF no puede ser inferida automáticamente a partir de una instancia, sino que alguien que conozca la semántica de los atributos de R debe definirla explícitamente.
 - Una instancia por sí sola es insuficiente para determinar si una DF se cumple en una relación (a menos que la muestra sea **representativa**), pero sí puede mostrar que una DF no se cumple.

Dependencias funcionales: Ejemplo 1

Sea la instancia (representativa):

IMPARTIR

Profesor	Curso	Texto
Juan	Estructuras de datos	Bartram
Juan	Administración	Martín
Pedro	Compiladores	Hoffman
Celis	Estructura de datos	Horowitz

$\{\text{Texto}\} \rightarrow \{\text{Curso}\}$

$\{\text{Profesor}\} \rightarrow \{\text{Curso}\}$

Dependencias funcionales: Ejemplo 2

Sea la instancia (representativa):

ENVÍO

año_fundacion	RUC	prod	cantidad	tipo_prod
1990	101	Leche	10	Lácteo
1998	201	Chorizo	29	Embutido
1990	101	Yogur	12	Lácteo
1990	101	Pasas	80	Fruta
1998	201	Leche	12	Lácteo
1998	201	Pasas	70	Fruta
1990	128	Leche	10	Lácteo

Dependencias funcionales: Ejemplo 2

- $\{RUC, prod\} \rightarrow \{año_fundación\}$ V
- $\{RUC, prod\} \rightarrow \{tipo_prod\}$ V
- $\{RUC, prod\} \rightarrow \{cantidad\}$ V
- $\{RUC, prod\} \rightarrow \{RUC\}$ V
- $\{RUC, prod\} \rightarrow \{prod\}$ V
- $\{RUC\} \rightarrow \{año_fundación\}$ V
- $\{RUC\} \rightarrow \{cantidad\}$ F
- $\{prod\} \rightarrow \{tipo_prod\}$ V
- $\{tipo_prod\} \rightarrow \{RUC\}$ F

Dependencia funcional trivial/elemental

Una dependencia funcional $X \rightarrow Y$ es trivial si Y es un subconjunto de X ($Y \subseteq X$).

Ejemplos:

- $\text{cod_libro} \rightarrow \text{cod_libro}$
- $\text{articulo, revista} \rightarrow \text{revista}$

Dependencias funcionales

Inferencia, deducción

Sea **F** el conjunto de DFs especificadas en un esquema de relación R.

- Habitualmente se especifican las DFs que son semánticamente obvias.
- Sin embargo, es habitual que muchas otras DFs se encuentren en otras instancias de la relación y entre los conjuntos de atributos que pueden derivarse y satisfacer las dependencias de **F**.
- Entonces, decimos que esas otras dependencias pueden inferirse o deducirse de las DF de **F**.

Dependencias funcionales

Inferencia, deducción

- **Ejemplo:**

- Si cada departamento tiene un director, de manera que NroDpto determina de forma única DniDirector:
 $\text{NroDpto} \rightarrow \text{DniDirector}$.
- y un director tiene un único número de teléfono
TelDirector:
 $\text{DniDirector} \rightarrow \text{TeléfonoDirector}$

- **Entonces:**

- Ambas dependencias juntas suponen que
 $\text{NroDpto} \rightarrow \text{TeléfonoDirector}$.
- Esto es una DF inferida y no tiene que declararse explícitamente.

Dependencias funcionales

Clausura (F^+)

Es el conjunto de todas las dependencias que incluye F , junto con las dependencias que pueden inferirse de F .

El cierre de F (F^+) es el conjunto de DF que F implica lógicamente.

Dado F , podemos calcular F^+ directamente de la definición formal de DF

Tener en cuenta que las DF en F^+ deben cumplirse para todas las instancias de la relación donde se cumpla F .

Dependencias funcionales:

Reglas de Inferencias

- RI1: Reflexiva: Si $Y \subseteq X$, entonces $X \rightarrow Y$. Un conjunto de atributos siempre se determina a sí mismo (DF trivial).
- RI2: Aumento: $\{X \rightarrow Y\} \models XZ \rightarrow YZ$
- RI3: Transitiva: $\{X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z\} \models X \rightarrow Z$
- RI4: Descomposición o proyección: $\{X \rightarrow YZ\} \models X \rightarrow Y$.
- RI5: Unión o aditiva: $\{X \rightarrow Y, X \rightarrow Z\} \models X \rightarrow YZ$
- RI6: Pseudotransitiva: $\{X \rightarrow Y, WY \rightarrow Z\} \models WX \rightarrow Z$

Reglas de Armstrong: RI1 a RI3, son minimales. Las demás se pueden derivarse a partir de estas tres.

Ejempl

Sea $R = (A, B, C, G, H, I)$ y
 $F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CG \rightarrow H, CG \rightarrow I, B \rightarrow H\}.$

Algunos miembros de F^+ , serán:

$$A \rightarrow H$$

- Como $A \rightarrow B$ y $B \rightarrow H$, aplicamos la regla de **transitividad**.

Es más fácil usar los Axiomas de Armstrong para demostrar $A \in H$ de lo que fue deducir directamente de las definiciones como hicimos anteriormente.

Ejempl o

Sea $R = (A, B, C, G, H, I)$ y
 $F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CG \rightarrow H, CG \rightarrow I, B \rightarrow H\}.$

$CG \rightarrow HI$

-Como $CG \rightarrow H$ y $CG \rightarrow I$,
la regla de **unión** implica que $CG \rightarrow HI$.

Ejempl

O

Sea $R = (A, B, C, G, H, I)$ y

$F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CG \rightarrow H, CG \rightarrow I, B \rightarrow H\}.$

$AG \rightarrow I$

Necesitamos varios pasos para demostrar $AG \rightarrow I$.

- Primero, observar que se cumple $A \rightarrow C$.
- Usando la regla de aumento, vemos que $AG \rightarrow CG$.
- Además, como tenemos que $CG \rightarrow I$,
así por la regla de transitividad se cumple $AG \rightarrow I$.

Dependencias funcionales:

Reglas de Inferencias

Demostración

Dependencias funcionales:

Clausura de X bajo F^+

Algoritmo para determinar X^+ bajo F

$X^+ := X$

Asigna todos los atributos de X

repetir

$\text{antigua}X^+ := X^+;$

 para cada $df\ Y \rightarrow Z$ en F hacer

 si $Y \subseteq X^+$ entonces

$X^+ := X^+ \cup Z;$

Agrega atributos a X^+

hasta que $(\text{antigua}X^+ = X^+);$

No hay más cambios en X^+

Dependencias funcionales:

Clausura de X bajo F^+ (Ejemplo)

Sea la relación:

$R(A, B, C, D, E \text{ y } F)$

Y F el conjunto de DFs:

$F = \{AB \rightarrow C;$

$BC \rightarrow AD;$

$D \rightarrow E;$

$CF \rightarrow B;\}$

¿Cual es la cerradura de $\{A, B\}$ es decir $\{A, B\}^+$?

...

Solución, Comenzamos con $X = \{A, B\}$. Primero, obsérvese que todos los atributos del lado izquierdo de la dependencia funcional $AB \rightarrow C$ están en X , por lo cual podemos agregar el atributo C que se halla en el lado derecho de la dependencia. Así, tras una iteración del paso (2), X se convierte en A, B, C . $BC \rightarrow AD$ es una expresión abreviada de $BC \rightarrow A$ y $BC \rightarrow D$. A continuación, vemos que el lado izquierdo de $BC \rightarrow A$ está ahora contenido en X , de modo que podemos agregarle a X los atributos A , sin embargo vemos que A ya se encuentra allí, por lo tanto, no hacemos nada. Mientras, vemos que el lado izquierdo de $BC \rightarrow D$ está contenido en X , de modo que podemos agregarle a X los atributos D . Así, X se convierte en A, B, C, D . Luego, utilizamos la dependencia $D \rightarrow E$ para agregarle E a X , que ahora es $\{A, B, C, D, E\}$. Ya no es posible hacer mas cambios en X . En particular, la dependencia funcional $CF \rightarrow B$ no puede utilizarse porque su lado izquierdo nunca llega a estar contenido en X . En consecuencia, $\{A, B\}^+ = A, B, C, D, E$.

Dependencias funcionales:

Clausura de X bajo F^+ (Ejemplo)

Sea la relación:

EMP_PROY (*NSS*, *NumProy*, *Horas*, *NomEmp*, *NomProy*, *LugarProy*)

Y F el conjunto de DFs:

$F = \{NSS \rightarrow NomEmp;$
 $NumProy \rightarrow NomProy, LugarProy;$
 $NSS, NumProy \rightarrow Horas\}$

Aplicando el algoritmo se infiere las siguientes clausuras:

- $\{NSS\}^+ = \{NSS, NomEmp\}$
- $\{NumProy\}^+ = \{NumProy, NomProy, LugarProy\}$
- $\{NSS, NumProy\}^+ = \{NSS, NumProy, NomEmp, NomProy, LugarProy, Horas\}$

Dependencias funcionales:

Equivalencia de conjuntos

Dos conjuntos de dfs E y F son equivalentes sii $E^+ = F^+$.

Entonces:

- Todas las DFs en E se pueden inferir de F y todas las de F se pueden inferir de E .
- E cubre a F y F cubre a E .

¿Cómo determinamos si F cubre a E ?

Para cada $X \rightarrow Y \in E$, calculamos X^+ respecto a F y verificamos que X^+ incluya los atributos en Y .

Dependencias funcionales:

Equivalencia de conjuntos

Ejemplo:

- $F = \{AB \rightarrow C, B \rightarrow D, D \rightarrow GC, CG \rightarrow H\}$
- $F1 = \{D \rightarrow H, B \rightarrow C, AD \rightarrow GH\}$
 - F1 cubre a F?
 - F cubre a F1?
 - F es equivalente a F1?

Dependencias funcionales:

Equivalencia de conjuntos

Ejemplo:

- $F = \{AB \rightarrow C, B \rightarrow D, D \rightarrow GC, CG \rightarrow H\}$
 - $F1 = \{D \rightarrow H, B \rightarrow C, AD \rightarrow GH\}$
 - $F2 = \{B \rightarrow D, D \rightarrow G, D \rightarrow C, CG \rightarrow H\}$
- Qué pasa entre F2 y F?
 - Qué pasa entre F1 y F2?

Dependencias funcionales:

Cobertura mínimo

Una cobertura mínima de un conjunto de DFs E es un conjunto mínimo de DFs F que satisface lo siguiente:

- Toda dependencia en F tiene un solo atributo en su parte derecha.
- No podemos reemplazar ninguna dependencia $X \rightarrow A$ en F por una dependencia $Y \rightarrow A$, donde Y es un subconjunto propio de X , y seguir siendo un conjunto de dependencias equivalente en F .
- No podemos quitar ninguna DF de F y seguir siendo un conjunto de dependencias equivalentes a F .

Un conjunto mínimo está en forma estándar o canónica y sin redundancia

Dependencias funcionales:

Cobertura mínimo

Algoritmo para localizar cobertura mínima F para E

1. Establecer $F := E$

Reemplazar dependencias

2. Reemplazar cada df $X \rightarrow \{A1, A2, \dots, An\}$ en F por las n dfs $X \rightarrow A1, X \rightarrow A2, \dots, X \rightarrow An$

3. Por cada df $X \rightarrow A$ en F

por cada atributo B que sea un elemento de X

Atributos redundantes

si $\{(X-B)^+ \text{ respecto a } F, \text{ contiene a } A\}$

entonces reemplazar $X \rightarrow A$ por $(X - \{B\}) \rightarrow A$ en F

4. Por cada df $X \rightarrow A$ sobrante en F

si $\{F - \{X \rightarrow A\}\}$ es equivalente a F,

entonces eliminar $X \rightarrow A$ de F.

Dependencias redundantes

Dependencias funcionales:

Cobertura mínimo: Ejemplo

Ejemplo: Dado el conjunto de dfs $E = \{B \rightarrow A, D \rightarrow A, AB \rightarrow D\}$, hallar el cubrimiento minimal.

- Hay df en E con varios **atributos a la derecha**? Ninguna

Reemplazar dependencias

- Hay **atributos redundantes**? En $AB \rightarrow D$:

- $\{A\}^+ = \{A\}$
- $\{B\}^+ = \{B, A, D\}$
- Entonces obtenemos $E1 = \{B \rightarrow A, D \rightarrow A, B \rightarrow D\}$

Sin atributos redundantes

- Hay **dfs redundantes**? En $E1$

- En $E1 - \{B \rightarrow A\}$, calculo $\{B\}^+ = \{B, D, A\}$
- Por lo tanto, $B \rightarrow A$ es redundante en $E1$ y puede eliminarse
- Entonces obtenemos $E2 = \{D \rightarrow A, B \rightarrow D\}$

Sin dfs redundantes

- Entonces: $\{D \rightarrow A, B \rightarrow D\}$ es **cubrimiento minimal de E**

Modelo Relacional: Restricciones (Llaves)

- Una *súper-llave* identifica cada fila; p.ej.:

```
Persona(rut, nombre, fecha-de-nacimiento, madre-rut, padre-rut)  
Persona(rut, nombre, fecha-de-nacimiento, madre-rut, padre-rut)
```

- Una *llave candidata* es una súper llave mínima; p.ej.:

```
Persona(rut, nombre, fecha-de-nacimiento, madre-rut, padre-rut)  
Persona(rut, nombre, fecha-de-nacimiento, madre-rut, padre-rut)
```

- Se escogerá una de las llaves candidatas como *llave primaria*:

```
Persona(rut, nombre, fecha-de-nacimiento, madre-rut, padre-rut)
```

Modelo Relacional:

Restricciones (Dependencias funcionales)

Cervezas

nombre	tipo	grados	ciudad-origen
Austral Lager	Lager	4,6	Punta Arenas
Austral Yagan	Ale	5,0	Punta Arenas
Austral Pale Ale	Ale	5,0	Punta Arenas
Kuntsmann Torobayo	Ale	5,1	Valdivia
Kross 5	Ale	7,2	Curacaví
Kross Golden	Ale	5,3	Curacaví
Kross Pilsner	Pilsner	4,9	Curacaví

*¿Hay una **dependencia funcional** aquí?*

$\{\underline{\text{nombre}}\} \rightarrow \{\text{tipo}, \text{grados}, \text{ciudad-origen}\}$

$\{\underline{\text{nombre}}\} \rightarrow \{\text{tipo}, \underline{\text{nombre}}\}$

$\{\text{grados}\} \rightarrow \{\text{grados}\}$

$\{\text{grados}\} \rightarrow \{\text{tipo}, \text{ciudad-origen}\}$

...

Modelo Relacional:

Restricciones (Dependencias funcionales)

Cervezas

nombre	tipo	grados	ciudad-origen
Austral Lager	Lager	4,6	Punta Arenas
Austral Yagan	Ale	5,0	Punta Arenas
Austral Pale Ale	Ale	5,0	Punta Arenas
Kuntsmann Torobayo	Ale	5,1	Valdivia
Kross 5	Ale	7,2	Curacaví
Kross Golden	Ale	5,3	Curacaví
Kross Pilsner	Pilsner	4,9	Curacaví

$\{\text{ciudad-origen}\} \rightarrow \{\text{tipo}\}$

¿Es una dependencia funcional?

¡No!

Modelo Relacional:

Restricciones (Dependencias funcionales)

Cervezas

<u>marca</u>	<u>nombre</u>	tipo	grados	ciudad-origen
Austral	Lager	Lager	4,6	Punta Arenas
Austral	Yagan	Ale	5,0	Punta Arenas
Austral	Pale Ale	Ale	5,0	Punta Arenas
Kuntsmann	Torobayo	Ale	5,1	Valdivia
Kross	5	Ale	7,2	Curacaví
Kross	Golden	Ale	5,3	Curacaví
Kross	Pilsner	Pilsner	4,9	Curacaví

¿Hay una *dependencia funcional* aquí usando la llave primaria (a la izquierda)?

$\{\underline{\text{marca}}, \underline{\text{nombre}}\} \rightarrow \{\text{tipo}, \text{grados}, \text{ciudad-origen}\}$

$\{\underline{\text{marca}}, \underline{\text{nombre}}\} \rightarrow \{\underline{\text{marca}}, \underline{\text{nombre}}, \text{tipo}, \text{grados}, \text{ciudad-origen}\}$

...

Modelo Relacional:

Restricciones (Dependencias funcionales)

Una llave (súper o candidata)
de una relación
determina funcionalmente
a todos los atributos
de la relación

Modelo Relacional:

Restricciones (Dependencias funcionales)

Cervezas

<u>marca</u>	<u>nombre</u>	tipo	grados	ciudad-origen
Austral	Lager	Lager	4,6	Punta Arenas
Austral	Yagan	Ale	5,0	Punta Arenas
Austral	Pale Ale	Ale	5,0	Punta Arenas
Kuntsmann	Torobayo	Ale	5,1	Valdivia
Kross	5	Ale	7,2	Curacaví
Kross	Golden	Ale	5,3	Curacaví
Kross	Pilsner	Pilsner	4,9	Curacaví

¿Cómo podemos encontrar *las llaves candidatas* usando *las dependencias funcionales*?

$\{\underline{\text{marca}}, \underline{\text{nombre}}\} \rightarrow \{\underline{\text{marca}}, \underline{\text{nombre}}, \text{tipo}, \text{grados}, \text{ciudad-origen}\}$

*Si la parte derecha contiene todos los atributos,
la parte izquierda es ...
una súper llave.*

*Además, si la parte izquierda es mínima en este respecto, es ...
una llave candidata.*

Preguntas?

