

Algebra Relacional

Bases de Datos 2 - Tecnólogo de Informática

- 1 Introducción
 - Vision general
- 2 Operadores
 - Operaciones relacionales unarias
 - Operaciones de la teoría de conjuntos
 - Operadores derivados
- 3 Árbol de consulta
- 4 Operadores relacionales adicionales

- 1 **Introducción**
 - Vision general
- 2 Operadores
 - Operaciones relacionales unarias
 - Operaciones de la teoría de conjuntos
 - Operadores derivados
- 3 Árbol de consulta
- 4 Operadores relacionales adicionales

- 1 **Introducción**
 - Vision general
- 2 Operadores
 - Operaciones relacionales unarias
 - Operaciones de la teoría de conjuntos
 - Operadores derivados
- 3 Árbol de consulta
- 4 Operadores relacionales adicionales

- Conjunto de operadores para consultar BD- Rs.
- Define conjunto de ops estándar en BD- Rs.
- Operadores que reciben relaciones y devuelven relaciones:
 - Sobre conjuntos de tuplas:
 - Unión, Diferencia, Producto Cartesiano.
 - Específicos para BDs Rel.
 - Selección, Proyección, Join.

- Sintaxis

Qué símbolos se utilizan para cada operador y qué parámetros recibe.

- Semántica

¿Cuál es el esquema del resultado?.

¿Cuál es la instancia del resultado?.

¿Qué condiciones se deben cumplir para que se pueda aplicar el operador?.

- 1 Introducción
 - Vision general
- 2 Operadores
 - Operaciones relacionales unarias
 - Operaciones de la teoría de conjuntos
 - Operadores derivados
- 3 Árbol de consulta
- 4 Operadores relacionales adicionales

- 1 Introducción
 - Vision general
- 2 Operadores
 - Operaciones relacionales unarias
 - Operaciones de la teoría de conjuntos
 - Operadores derivados
- 3 Árbol de consulta
- 4 Operadores relacionales adicionales

- Permite obtener las tuplas que cumplen una cierta condición.
- Sintaxis:

$$\sigma_{\langle \textit{condicion} \rangle}(\langle \textit{relacion} \rangle)$$

donde:

- *condicion* es una condición lógica sobre valores de los atributos de las tuplas resultado.
- *relacion* es una relación o expresión relacional

Sea R una relación y θ una condición.

$$\sigma_{\theta}(R)$$

da como resultado otra relación

- con esquema igual que el de R
- con instancia el conjunto de tuplas de las instancias de R que cumplen con θ

Selección

Ejemplos

EMPLEADO

Nombre	Apellido1	Apellido2	<u>Dni</u>	FechaNac	Dirección	Sexo	Sueldo	SuperDni	Dno
--------	-----------	-----------	------------	----------	-----------	------	--------	----------	-----

DEPARTAMENTO

NombreDpto	<u>NumeroDpto</u>	DniDirector	FechaIngresoDirector
------------	-------------------	-------------	----------------------

LOCALIZACIONES_DPTO

<u>NumeroDpto</u>	<u>UbicacionDpto</u>
-------------------	----------------------

PROYECTO

NombreProyecto	<u>NumProyecto</u>	UbicacionProyecto	NumDptoProyecto
----------------	--------------------	-------------------	-----------------

TRABAJA_EN

<u>DniEmpleado</u>	<u>NumProy</u>	Horas
--------------------	----------------	-------

SUBORDINADO

<u>DniEmpleado</u>	<u>NombSubordinado</u>	Sexo	FechaNac	Relación
--------------------	------------------------	------	----------	----------

Figura : Esq. base de datos relacional Empresa

- $\sigma_{APELLIDO1=GONZALEZ}(EMPLEADO)$
- $\sigma_{SUELDO>3000}(EMPLEADO)$
- $\sigma_{APELLIDO1=GONZALEZ \text{ and } SUELDO>3000}(EMPLEADO)$
- $\sigma_{not (APELLIDO1=GONZALEZ \text{ and } SUELDO>3000)}(EMPLEADO)$
- $\sigma_{APELLIDO1=APELLIDO2}(EMPLEADO)$

- $\sigma_{APELLIDO1=GONZALEZ} (EMPLEADO)$
- $\sigma_{SUELDO>3000} (EMPLEADO)$
- $\sigma_{APELLIDO1=GONZALEZ \text{ and } SUELDO>3000} (EMPLEADO)$
- $\sigma_{not (APELLIDO1=GONZALEZ \text{ and } SUELDO>3000)} (EMPLEADO)$

- $\sigma_{APELLIDO1=APELLIDO2} (EMPLEADO)$

- Permite obtener las tuplas con un cierto conjunto de atributos.
- Sintaxis:

$$\pi_{\langle lista_atributos \rangle} (\langle relacion \rangle)$$

donde:

- *lista_atributos* es una lista de atributos a aparecer en la relación resultado.
- *relacion* es una relación o expresión relacional

Sea R una relación.

$$\pi_{A_1, \dots, A_n}(R)$$

da como resultado otra relación

- con esquema (A_1, \dots, A_n)
- con tuplas formadas a partir de las de R tomando los valores para los atributos A_1, \dots, A_n

Observación: Como no se admiten tuplas repetidas, al realizar una proyección, podrían quedar menos tuplas que en la relación de partida.

Proyección

Ejemplos

EMPLEADO

Nombre	Apellido1	Apellido2	<u>Dni</u>	FechaNac	Dirección	Sexo	Sueldo	Sup
--------	-----------	-----------	------------	----------	-----------	------	--------	-----

$$\pi_{SEXO, SUELDO}(EMPLEADO)$$

Secuencia de operaciones

Descripción general

- Podemos escribir las operaciones como una única expresión de álgebra relacional anidando dichas operaciones, o aplicar una sola expresión una única vez y crear relaciones intermedias.
- Única expresión:

$$\pi_{NOMBRE, APELLIDO1, SUELDO} (\sigma_{Dno=5} (EMPLEADO))$$

- Relación intermedia:

$$\begin{aligned} DEP5_EMPS (NOMBRE, APELLIDO, \dots, SALARIO, \dots) &\leftarrow \sigma_{Dno=5} (EMPLEADO) \\ RESULTADO &\leftarrow \pi_{NOMBRE, APELLIDO, SALARIO} (DEP5_EMPS) \end{aligned}$$

- 1 Introducción
 - Vision general
- 2 Operadores
 - Operaciones relacionales unarias
 - Operaciones de la teoría de conjuntos
 - Operadores derivados
- 3 Árbol de consulta
- 4 Operadores relacionales adicionales

- Permite obtener la Unión de dos relaciones tomadas como conjuntos de tuplas.
- Sintaxis:

$$(< \textit{relacion} >) \cup (< \textit{relacion} >)$$

donde:

- *relacion* es una relación o expresión relacional

- Sean R y S dos relaciones con igual esquema (o compatible).
- La operación:

$$(R \cup S)$$

da como resultado otra relación

- cuyo esquema es igual al de R (y S)
- y tiene como conjunto de tuplas a la unión de las de R y las de S .

- Permite obtener la Intersección de dos relaciones tomadas como conjuntos de tuplas.
- Sintaxis:

$$(< \textit{relacion} >) \cap (< \textit{relacion} >)$$

donde:

- *relacion* es una relación o expresión relacional

- Sean R y S dos relaciones con igual esquema (o compatible).
- La operación:

$$(R \cap S)$$

da como resultado otra relación

- cuyo esquema es igual al de R (y S)
- y tiene como conjunto de tuplas a la intersección de las de R y las de S.

- Permite obtener la Diferencia de dos relaciones tomadas como conjuntos de tuplas.
- Sintaxis:

$$(< \textit{relacion} >) - (< \textit{relacion} >)$$

donde:

- *relacion* es una relación o expresión relacional

- Sean R y S dos relaciones con igual esquema (o compatible).
- La operación:

$$(R - S)$$

da como resultado otra relación

- cuyo esquema es igual al de R (y S)
- y tiene como conjunto de tuplas a la resta de las de R menos las de S .

Cuestionario

Unión, Intersección, Resta

- ¿ $(R \cup (S \cup T)) = ((R \cup S) \cup T)$?
- ¿La Intersección (\cap) también es una operación asociativa?
- La Union e Intersección son conmutativas ¿La resta también lo es?

Producto Cartesiano

Descripción general

- Permite obtener el Producto Cartesiano de dos relaciones tomadas como conjuntos de tuplas.
- Sintaxis:

$$(< \textit{relacion} >) \times (< \textit{relacion} >)$$

donde:

- *relacion* es una relación o expresión relacional

Producto Cartesiano

Descripción general

- Sean R y S dos relaciones con esquemas (A_1, \dots, A_n) y (B_1, \dots, B_m) respectivamente.
- La operación:

$$(R \times S)$$

da como resultado otra relación

- cuyo esquema es $(A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m)$
- y cuyas tuplas son generadas por todas las combinaciones posibles de las de R con las de S .

Producto Cartesiano

Ejemplos

FABS			PRODS		VENTAS		
#f	Nombre	Direcc	#p	Desc	#f	#p	Precio
1	Juan	d1	1	t1	1	1	100
2	Pedro	d2	2	t2	1	2	200
4	Maria	d3	3	t3	1	3	300
5	Ana	d2	5	t2	1	10	1000
6	Pedro	d4	6	t3	1	11	1100
9	Pepe	d5	7	t4	2	3	350
10	Laura	d4	9	t2	2	6	600
13	Maria	d3	10	t1	2	7	700
15	Pedro	d1	11	t3	5	3	350
16	Oscar	d3	12	t2	5	5	200
19	Juan	d4	15	t3	9	7	100
					9	3	300
					10	3	400

$$\sigma_{\#p < 3} (PRODS) \times \sigma_{\#p < 3} (VENTAS)$$

da como resultado:

#p	Desc	#f	#p	Precio
1	t1	1	1	100
1	t1	1	2	200
2	t2	1	1	100
2	t2	1	2	200

- Este operador permite combinar las tuplas de dos tablas

$$\pi_{\$2,\$3,\$4,\$5} (\sigma_{\$1 < 3} (PRODS) \times \sigma_{\$2 < 3} (VENTAS))$$

da como resultado:

Desc	#f	#p	Precio
t1	1	1	100
t1	1	2	200
t2	1	1	100
t2	1	2	200

- La notación de atributos numerados también puede ser usada en la selección.

- 1 Introducción
 - Vision general
- 2 Operadores
 - Operaciones relacionales unarias
 - Operaciones de la teoría de conjuntos
 - Operadores derivados
- 3 Árbol de consulta
- 4 Operadores relacionales adicionales

Operadores Derivados

Operaciones relacionales binarias

- Los operadores presentados antes son los básicos del Álgebra Relacional (conjunto completo de operaciones).
- Se definen otros que se pueden expresar en función de los básicos, pero que expresan operaciones importantes dado que se usan habitualmente.
- Estos operadores son:
 - Join: Permite expresar la combinación de tablas.
 - División: Permite obtener los datos que se relacionan con todos los elementos de otro conjunto.

- Permite combinar tuplas de dos relaciones a través de una condición sobre los atributos.
- Corresponde a una Selección sobre el Producto Cartesiano de las relaciones
- Sintaxis:

$$(< \textit{relacion} >) \bowtie_{<\textit{condicion}>} (< \textit{relacion} >)$$

- ¿Cómo se ejecuta el Join?

Cuando se realiza un Join entre dos relaciones (R y S), cada vez que una tupla de R y otra de S cumplen la condición del join, se genera una tupla en el resultado.

Para que se genere una tupla en el resultado alcanza con que exista una tupla en R y otra en S que se “conecten” por la condición del Join.

- Sean R y S dos relaciones y θ una condición, la operación:

$$R \bowtie_{\theta} S$$

es equivalente a realizar:

$$\sigma_{\theta}(R \times S)$$

- ¿Cuál es el esquema resultado?

- Sean R y S dos relaciones, la operación:

$$R * S$$

es equivalente a realizar:

- Θ -Join con la condición de igualdad entre los atributos de igual nombre
- y luego proyectar eliminando columnas con nombre repetido

- 1 Dar los nombres de fabricantes y la descripción de los productos que vende

$$\pi_{Nombre, Desc} ((FABS * VENTAS) * PRODS)$$

- 2 Dar descripción y precio de productos vendidos por Juan.

$$\pi_{Desc, Precio} ((\sigma_{Nombre=Juan} (FABS) * VENTAS) * PRODS)$$

- Sean R y S dos relaciones con esquemas $(A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m)$ y (B_1, \dots, B_m) respectivamente.
- La operación:

$$(R \div S)$$

da como resultado otra relación

- cuyo esquema es (A_1, \dots, A_n)
- y su contenido son las tuplas tomadas a partir de las de $r(R)$ tales que su valor (a_1, \dots, a_n) está asociado en $r(R)$ con TODOS los valores (b_1, \dots, b_m) que están en $s(S)$

- Sean R y S , y $Q = R \div S$

$R(A, B)$	$S(B)$		$Q(A)$
$a_1 b_1$	b_1	\Rightarrow	a_2
$a_1 b_2$	b_2		
$a_2 b_1$	b_3		
$a_2 b_2$			
$a_2 b_3$			
$a_2 b_4$			
$a_3 b_1$			
$a_3 b_3$			

- Observación: Las tuplas solución deben estar relacionadas con todos los valores de S, pero NO se exige que lo este solo con esos valores. Pueden estar relacionadas con otros valores
- Ejemplo:
 - Dar los #p vendidos por todos los fabricantes
 - Resultado: $\pi_{\#p, \#f} (VENTAS) \div \pi_{\#f} (FABS)$

- 1 Dar los #p vendidos por todos los fabricantes que venden algún producto.

$$\pi_{\#p, \#f} (VENTAS) \div \pi_{\#f} (VENTAS)$$

- 2 Dar los #f que venden todos los productos vendidos por algún fabricante.

$$\pi_{\#f, \#p} (VENTAS) \div \pi_{\#p} (VENTAS)$$

- 3 Dar los #f que venden todos los productos con descripción "t1".

$$VEND_T1 \longleftarrow \pi_{\#f, \#p}(VENTAS) \div \pi_{\#f}(\sigma_{Desc=t1}(PRODS))$$

- 4 Dar nombre y dirección de fabricantes que venden todos los productos con descripción "t1".

$$\pi_{Nombre, Direc}(FABS * VEND_T1)$$

División

En función de operadores base

La división se puede expresar en función de operadores base.

- $T(X) \leftarrow R(X, Y) \div S(Y)$
- $T1 \leftarrow \pi_X(R)$
 - Valores base a incluir en el resultado.
- $T2 \leftarrow \pi_X((T1 \times S) - R)$
 - Tuplas de R a las que les falta relacionarse en R con algún elemento de S.
 - Lo que NO se quiere en el resultado.
- $T \leftarrow T1 - T2$

División

En función de operadores base

La división se puede expresar en función de operadores base.

- $T(X) \leftarrow R(X, Y) \div S(Y)$
- $T1 \leftarrow \pi_X(R)$
 - Valores base a incluir en el resultado.
- $T2 \leftarrow \pi_X((T1 \times S) - R)$
 - Tuplas de R a las que les falta relacionarse en R con algún elemento de S.
 - Lo que NO se quiere en el resultado.
- $T \leftarrow T1 - T2$

División

En función de operadores base

La división se puede expresar en función de operadores base.

- $T(X) \leftarrow R(X, Y) \div S(Y)$
- $T1 \leftarrow \pi_X(R)$
 - Valores base a incluir en el resultado.
- $T2 \leftarrow \pi_X((T1 \times S) - R)$
 - Tuplas de R a las que les falta relacionarse en R con algún elemento de S.
 - Lo que NO se quiere en el resultado.
- $T \leftarrow T1 - T2$

- 1 Introducción
 - Vision general
- 2 Operadores
 - Operaciones relacionales unarias
 - Operaciones de la teoría de conjuntos
 - Operadores derivados
- 3 Árbol de consulta
- 4 Operadores relacionales adicionales

Árbol de consultas

Representación de consultas

- Notación usada habitualmente en sistemas relacionales para representar consultas internamente.
- Recibe el nombre de *árbol de consulta*, o también *árbol de evaluación de consulta* o *árbol de ejecución de consulta*.
- Es una estructura de datos en árbol que se corresponde con una expresión de álgebra relacional.
- Representa:
 - Las relaciones de entrada de la consulta como los *nodos hoja* del árbol.
 - Las operaciones como nodos internos.

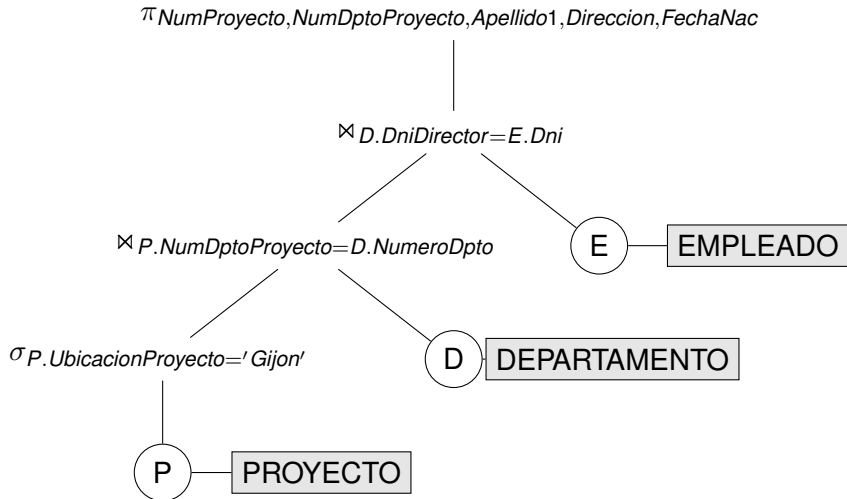
- Ejecución:
 - 1 Se ejecuta la operación de un nodo interno, siempre que estén disponibles sus operandos.
 - 2 Reemplazar ese nodo interno por la relación que resulta de la ejecución de la operación.
- El proceso concluye cuando se ejecuta el nodo raíz y se obtiene la relación resultante de la consulta.

$\pi_{NumProyecto, NumDptoProyecto, Apellido1, Direccion, FechaNac}$
 $((\sigma_{UbicacionProyecto='Gijon'}(PROYECTO))$
 $\bowtie_{NumDptoProyecto=NumeroDpto}(DEPARTAMENTO))$
 $\bowtie_{DniDirector=Dni}(EMPLEADO))$

- ¿Qué árbol representa esta consulta?
- ¿Cuál es su orden de ejecución?

Árbol de consulta

Ejemplo



- 1 Introducción
 - Vision general
- 2 Operadores
 - Operaciones relacionales unarias
 - Operaciones de la teoría de conjuntos
 - Operadores derivados
- 3 Árbol de consulta
- 4 Operadores relacionales adicionales

- Proyección generalizada: $\pi_{F1, F2, F_n}(R)$
- Funciones de agregación: SUM, AVERAGE, MAXIMUM, MINIMUM, COUNT
- Función de agrupamiento:
 $\langle \text{atributos_agrupacion} \rangle \mathcal{S} \langle \text{lista_funciones} \rangle (R)$
- Operaciones de recursión: Cierre recursivo
- Concatenación Externa (Outer Join)
- Union Externa (Outer Union)

- El **cierre recursivo** es una operación que se aplica a una relación recursiva entre las tuplas del mismo tipo.
- No puede especificarse en el álgebra relacional básico.
- El álgebra relacional resuelve la recursión si se limitan los niveles de recursividad.

$$\text{DNI_OCHOA} \leftarrow \pi_{\text{Dni}}(\sigma_{\text{Nombre}='Eduardo' \text{ AND } \text{Apellido1}='Ochoa'}(\text{EMPLEADO}))$$
$$\text{SUPERVISION}(\text{Dni1}, \text{Dni2}) \leftarrow \pi_{\text{Dni}, \text{SuperDni}}(\text{EMPLEADO})$$
$$\text{RESULTADO1}(\text{DNI}) \leftarrow \pi_{\text{Dni1}}(\text{SUPERVISION} \bowtie_{\text{Dni2}=\text{Dni}} \text{DNI_OCHOA})$$

Figura : Supervisados por Ochoa directamente

$$\text{RESULTADO2}(\text{Dni}) \leftarrow \pi_{\text{Dni1}}(\text{SUPERVISION} \bowtie_{\text{Dni2}=\text{Dni}} \text{RESULTADO1})$$

Figura : Los supervisados por los que supervisa Ochoa

Concatenación Externa

Outer Join

- Permiten preservar como resultado del Join todas las tuplas en R, o en S, o aquellas en ambas relaciones independientemente de si tienen tuplas “conectadas” en la otra relación.

Concatenación Externa

Outer Join

- Concatenación externa izquierda:

$$R \bowtie_{<condicion>} S$$

- Concatenación externa derecha:

$$R \bowtie_{<condicion>} S$$

- Concatenación externa completa (Full Outer Join)

- Permite obtener la unión de tuplas de dos relaciones en el caso de que esas relaciones no sean compatibles con la unión.
- Sean $R(X,Y)$ y $S(X,Z)$ dos relaciones que son parcialmente compatibles, la unión externa da como resultado una relación de la forma $T(X,Y,Z)$