

## Álgebra Relacional

### Concepto de relación

Dada una serie de conjuntos  $D_1, D_2, \dots, D_n$  se dice que  $R$  es una relación sobre los  $n$  conjuntos si es un conjunto de  $t$  tuplas ordenadas  $\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle / d_1 \in D_1, d_2 \in D_2, \dots, d_n \in D_n$

*Dominios de  $R$* : son los conjuntos  $D_1, D_2, \dots, D_n$

*Grado de  $R$* : valor  $n$

*Cardinalidad de  $R$* : número de tuplas  $t$

Por su parte, el álgebra relacional es un conjunto de operaciones sobre las relaciones. Cada operación del álgebra relacional toma 1 ó 2 tablas como operandos y produce como resultado una nueva relación.

Se compone de dos grupos de operadores:

**Operadores Tradicionales:** son los operadores utilizados en álgebra.

Son ellos: Unión, intersección diferencia y producto cartesiano.

**Operadores Especiales:** son operadores orientados al manejo de relaciones. Los operadores  $\sigma$  (select),  $\pi$  (project),  $\bowtie$  (join) y  $\div$  (division), constituyen el álgebra relacional.

### Operadores Tradicionales

**Union:** La unión de dos relaciones compatibles  $A$  y  $B$  es el conjunto de todas las tuplas que pertenecen a ambas relaciones. Ejemplo : sean las relaciones  $A$  y  $B$ .

**A**

A#	NomA	CiudadA
A1	Marina	París
A2	Martin	Londres
A3	Sandra	Bs. As.
X1	Angel	Toronto

**B**

B#	NomB	Ciudad
B1	José	Miami
B2	Jorge	Orlando
X1	Angel	Toronto

**$A \cup B$**

A#	NomA	CiudadA
A1	Marina	París
A2	Martin	Londres
A3	Sandra	Bs. As.
X1	Angel	Toronto
B1	José	Miami
B2	Jorge	Orlando

**Intersección** : La intersección de dos relaciones compatibles en la unión **A** y **B** es el conjunto de todas las tuplas que pertenecen tanto a **A** como a **B**.

**A**  $\cap$  **B**

A#	NomA	CiudadA
X1	Angel	Toronto

**Diferencia** : La diferencia entre dos relaciones **A** y **B** es el conjunto de las tuplas que pertenecen a **A** y no pertenecen a **B**

**A** - **B**

A#	NomA	CiudadA
A1	Marina	París
A2	Martin	Londres
A3	Sandra	Bs. As.

**Producto cartesiano** : El producto cartesiano extendido de dos relaciones **A** y **B** es el conjunto de las tuplas **t** tales que **t** es la concatenación de una tupla **a** perteneciente a **A** y una tupla **b** perteneciente a **B**. Dicho de otra manera, dada una serie de conjuntos **D1, D2, ..., Dn**; el **producto cartesiano** de estos **n** conjuntos, es el conjunto de las **n** tuplas posibles.

**A**  $\times$  **B**

A#	NomA	CiudadA	B#	NomB	Ciudad
A1	Marina	París	B1	José	Miami
A1	Marina	París	B2	Jorge	Orlando
A1	Marina	París	X1	Angel	Toronto
A2	Martin	Londres	B1	José	Miami
A2	Martin	Londres	B2	Jorge	Orlando
A2	Martin	Londres	X1	Angel	Toronto
A3	Sandra	Bs. As.	B1	José	Miami
A3	Sandra	Bs. As.	B2	Jorge	Orlando
A3	Sandra	Bs. As.	X1	Angel	Toronto
X1	Angel	Toronto	B1	José	Miami
X1	Angel	Toronto	B2	Jorge	Orlando
X1	Angel	Toronto	X1	Angel	Toronto

## Operadores Especiales

### Operador SELECT ( $\sigma$ )

Construye una nueva tabla al tomar un subconjunto **horizontal** de la tabla existente. Produce un subconjunto horizontal de una relación específica.

El resultado de la selección es otra tabla con los mismos atributos que la tabla original

### Operador PROJECT ( $\pi$ )

Construye una nueva tabla al tomar un subconjunto **vertical** de la tabla existente. Produce un subconjunto vertical de una relación dada, es decir el subconjunto obtenido de seleccionar los atributos especificados.

### Operador JOIN ( $\bowtie$ )

El resultado de aplicar un JOIN sobre dos tablas es una nueva tabla donde cada renglón se forma concatenando dos renglones que tengan el mismo valor de atributo. Se puede definir un join **mayor que** de la relación **A** sobre el atributo **X** con la relación **B** sobre el atributo **Y** como el conjunto de todas las tuplas **t** tales que, **t** es la concatenación de una tupla **a** tal que **a** pertenece a **A** y una tupla **b** perteneciente a **B** donde **x > y** y **x** es el componente **X** de **A** e **y** es el componente **Y** de **B**

Esta operación es equivalente a tomar el producto cartesiano de las dos relaciones dadas y luego realizar una selección adecuada sobre ese producto. En el caso de que el join se defina de manera tal que la condición **se fundamenta en la igualdad** entre valores de la columna común, la tabla resultante contiene por fuerza dos columnas idénticas.

Una columna se podría eliminar aplicando un project, pero para evitar esta operación se utiliza el **natural join**, operación mediante la cuál una de las columnas idénticas es eliminada

### Operador DIVISION ( $\%$ )

Sea una relación **A** de grado **m + n** donde **A** puede definirse como un conjunto de pares de valores **< x,y >**. Sea una relación **B** de grado **n**, donde **B** puede definirse como un conjunto de valores **< y >** simples.

Al aplicar el operador división **A % B** el resultado será una relación **C** de grado **m** donde **C** puede definirse como el conjunto de valores **x** tales que el par **<x,y>** aparece en **A** para todos los valores **y** que aparecen en **B**.

Los atributos de la relación resultado, tienen los mismos nombres que los primeros **m** atributos de **A**.

**A**

Atrib A1	Atrib A2	Atrib A3	...	Atrib Am	Atrib Am+1	...	Atrib Am+n
<b>X</b>					<b>Y</b>		

**B**

Atrib B1	Atrib B2	...	Atrib Bn
<b>Y</b>			

**C**

Atrib C1	Atrib C2	Atrib C3	...	Atrib Cm
<b>X</b>				

Ejemplo : sean las relaciones **A**, **B**, **C** y **D** :

<b>A</b>		<b>B</b>		<b>D</b>	
S#	P#	P#		P#	
S1	P1	P1		P1	
S1	P2			P2	
S1	P3			P3	
S1	P4			P4	
S1	P5			P5	
S1	P6			P6	
S2	P1				
S2	P2				
S3	P2				
S4	P2				
S4	P4				
S4	P5				

**A % B**

S#
S1 S2

**A % C**

S#
S1 S4

**A % D**

S#
S1

Otros ejemplos

1. Sea la relación ABC

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>

1.1.  $\sigma_{ABC} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline a_1 & b_1 & c_1 \\ \hline \end{array}$   
 $A="a_1"$

1.2.  $\pi_{ABC} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline b_1 & c_1 & \\ \hline b_2 & c_2 & \\ \hline b_3 & c_3 & \\ \hline \end{array}$   
 $B,C$

2. Sea  $R = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline a & b & d & \\ \hline b & c & a & \\ \hline c & b & d & \\ \hline \end{array}$  Sea  $S = \begin{array}{|c|c|c|} \hline x & a & \\ \hline b & z & \\ \hline \end{array}$

2.1.  $R \times S = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline a & b & d & x & a & \\ \hline a & b & d & b & z & \\ \hline b & c & a & x & a & \\ \hline b & c & a & b & z & \\ \hline c & b & d & x & a & \\ \hline c & b & d & b & z & \\ \hline \end{array}$

3. Sea  $R = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline a & b & d & \\ \hline d & c & f & \\ \hline e & g & h & \\ \hline \end{array}$  Sea  $S = \begin{array}{|c|c|c|} \hline m & n & w \\ \hline z & y & x \\ \hline h & i & j \\ \hline \end{array}$

3.1.  $R \cup S = \begin{array}{|c|c|c|} \hline a & b & d \\ \hline d & c & f \\ \hline e & g & h \\ \hline m & n & w \\ \hline z & y & x \\ \hline h & i & j \\ \hline \end{array}$

4. Sea  $R =$ 

a	b	c
r	s	t
a	d	c
w	z	y

 Sea  $S =$ 

a	b	d
a	b	c
w	z	y

4.1.  $R \cap S$

a	b	c
w	z	y

4.2.  $R - S$

r	s	t
a	d	c

5. Sea  $R =$

A	B	C
1	2	3
4	5	6
7	8	9
3	1	5
5	1	6

B	D
1	7
2	4

5.1.  $ABC \bowtie BD$  (Join Natural)

1	2	3	4
3	1	5	7
5	1	6	7

6. Sea  $A =$

1	3
2	5
4	3
7	6
1	5
2	6

Sea  $B =$

3
5

6.1.  $A \bowtie B$

1
---

### Consultas

**S : SUPPLIERS**

<u>S#</u>	SNAME	Status	Ciudad
S <sub>1</sub>	Smith	30	London
S <sub>2</sub>	Jones	10	París
S <sub>3</sub>	Blake	30	París
S <sub>4</sub>	Clark	20	London
S <sub>5</sub>	Adams	30	Athenas

**P : PARTS**

<u>P#</u>	PNAME	Color	Peso	City
P <sub>1</sub>	Nut	Red	12	London
P <sub>2</sub>	Bolt	Green	17	Paris
P <sub>3</sub>	Screw	Blue	17	Rome
P <sub>4</sub>	Screw	Red	14	London
P <sub>5</sub>	Cam	Blue	12	Paris
P <sub>6</sub>	Cog	Red	19	London

**SPJ : Relation**

<u>S#</u>	<u>P#</u>	Qty
S <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	200
S <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	100
S <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>	400
S <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	200
S <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	200
S <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	500
S <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	600
S <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	400
S <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	800
S <sub>2</sub>	P <sub>5</sub>	100
S <sub>3</sub>	P <sub>3</sub>	200
S <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	500
S <sub>4</sub>	P <sub>6</sub>	300
S <sub>4</sub>	P <sub>6</sub>	300
S <sub>5</sub>	P <sub>2</sub>	200
S <sub>5</sub>	P <sub>2</sub>	100
S <sub>5</sub>	P <sub>5</sub>	500
S <sub>5</sub>	P <sub>5</sub>	100
S <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	200
S <sub>5</sub>	P <sub>1</sub>	900
S <sub>5</sub>	P <sub>3</sub>	900
S <sub>5</sub>	P <sub>4</sub>	800
S <sub>5</sub>	P <sub>5</sub>	400
S <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	500

Teniendo en cuenta los operadores vistos y las relaciones de ejemplo planteadas, es posible que en un caso real se nos presenten las siguientes consultas. Primero se analizará como se responderían a estas consultas en forma lógica y luego aplicando los operadores relacionales.

- 1) Halle ciudad para S# = S<sub>1</sub>

S#	Ciudad
S <sub>1</sub>	London

- 2) Halle S# y Status de los proveedores de París

S#	Status
S <sub>2</sub>	10
S <sub>3</sub>	30

3) Halle PNAME para las partes suministradas por el proveedor S1

S#	P#			P#	NOMP
S1	P1			P1	Nut
S1	P2			P2	Bolt
S1	P3			P3	Screw

4) Para cada parte suministrada, halle el P# y los nombres de todas las ciudades que suministran la parte

S#	P#		S#	Ciudad		P#	Ciudad
S1	P1		S1	London		P1	London
S1	P2	+	S2	París		P2	London
S1	P3		S3	París		P3	London
S2	P1					P1	París
S2	P2					P2	París

Aplicando estos operadores relacionales a las cuatro consultas precedentes, el resultado es el siguiente.

- 1)  $\sigma(S)$   
S#='S1'
- 2)  $\pi$  ( $\sigma(S)$ )  
Ciudad='París'  
S#,Status
- 3)  $\pi$  ( $\sigma(SP) \bowtie P$ )  
S#='S1' P#  
NOMP
- 4)  $\pi$  ( $\pi(SP) \bowtie S$ )  
P#,S# S#  
Ciudad



## Trabajo Práctico

S : SUPPLIERS

S#	SNAME	Status	Ciudad
S1	Smith	30	London
S2	Jones	10	París
S3	Blake	30	París
S4	Clark	20	London
S5	Adams	30	Athenas

SPJ : Relation

S#	P#	J#	Qty
S1	P1	J1	200
S1	P1	J4	100
S2	P3	J1	400
S2	P3	J2	200
S2	P3	J3	200
S2	P3	J4	500
S2	P3	J5	600
S2	P3	J6	400
S2	P3	J7	800
S2	P5	J2	100
S3	P3	J1	200
S3	P4	J2	500
S4	P6	J3	300
S4	P6	J7	300
S5	P2	J2	200
S5	P2	J4	100
S5	P5	J5	500
S5	P5	J7	100
S5	P6	J2	200
S5	P1	J4	900
S5	P3	J4	900
S5	P4	J4	800
S5	P5	J4	400
S5	P6	J4	500

P : PARTS

P#	PNAME	Color	Peso	City
P1	Nut	Red	12	London
P2	Bolt	Green	17	Paris
P3	Screw	Blue	17	Rome
P4	Screw	Red	14	London
P5	Cam	Blue	12	Paris
P6	Cog	Red	19	London

J : JOBS

J#	JNAME	Ciudad
J1	Sorter	Paris
J2	Punch	Rome
J3	Reader	Athenas
J4	Console	Athenas
J5	Collator	London
J6	Terminal	Oslo
J7	Tape	London

- 1) Valores S# para proveedores que proveen el proyecto J1.
- 2) Valores S# para proveedores que proveen el proyecto J1 c/la parte P1.
- 3) Valores JNAME para proyectos suministrados por el proveedor S1.
- 4) Valores de Color para partes suministradas por el proveedor S1.
- 5) Valores S# para proveedores que suministran los proyectos J1 y J2.
- 6) Valores S# para prov.que provean el proyecto J1 con una parte roja.
- 7) Valores P# para partes suministradas a cualquier proyecto en London.
- 8) Valores S# para proveedores que suministran a proyectos de London o Paris con una parte roja.
- 9) Valores P# para partes suministradas a cualquier proyecto por cualquier proveedor en una misma ciudad.
- 10)Valores S# para proveedores que suministran la misma parte a todos los proyectos.
- 11)Valores J# para proyectos los cuales usen solo partes del prov. S1.