

## **Tema 5**

# **Álgebra Relacional**

Pedro Pablo Alarcón Cavero

Departamento de O.E.I.  
Escuela Universitaria de Informática  
Universidad Politécnica de Madrid



1

# **Álgebra Relacional**

## ■ **Introducción**

- **Lenguajes de acceso en BDR**
  - **Álgebra Relacional**
    - Lenguaje procedimental (se indica qué y cómo obtenerlo)
  - **Cálculo Relacional**
    - Lenguaje no procedimental (se indica qué pero no cómo obtenerlo)
    - Dos tipos
      - Orientado a Tuplas
      - Orientado a Dominios
- **Álgebra y Cálculo Relacional son equivalentes en poder expresivo**
- **Lenguajes de Usuario**
  - SQL (Structured Query Language), basado en álgebra relacional
  - QBE (Query By Example), basado en cálculo relacional



# Álgebra Relacional

## ■ Definición

- Conjunto cerrado de operaciones
  - Actúan sobre relaciones
  - Producen relaciones como resultados
  - Pueden combinarse para construir expresiones más complejas

### ■ Operadores Básicos

- Unión
- Diferencia
- Producto Cartesiano
- Selección
- Proyección

- Son operacionalmente completos, permiten expresar cualquier consulta a una BDR

### ■ Operadores Derivados

- Intersección
- Join
- División
- Asociación

- No añaden nada nuevo
- Se forman combinando los operadores básicos
- Son útiles en determinadas consultas



# Unión

## ■ R ∪ S

- La unión de dos relaciones  $R$  y  $S$ , es otra relación que contiene las tuplas que están en  $R$ , o en  $S$ , o en ambas, eliminándose las tuplas duplicadas
- $R$  y  $S$  deben ser unión-compatible, es decir, definidas sobre el mismo conjunto de atributos

Ingenieros

E#	Nombre	Edad
320	José	34
322	Rosa	37
323	María	25

Jefes

E#	Nombre	Edad
320	José	34
421	Jorge	48

Ingenieros ∪ Jefes

E#	Nombre	Edad
320	José	34
322	Rosa	37
•	María	25
421	Jorge	48

## Diferencia

### R - S

- La diferencia de dos relaciones  $R$  y  $S$ , es otra relación que contiene las tuplas que están en la relación  $R$ , pero no están en  $S$
- $R$  y  $S$  deben ser unión-compatible

Ingenieros

E#	Nombre	Edad
320	José	34
322	Rosa	37
323	María	25

Jefes

E#	Nombre	Edad
320	José	34
421	Jorge	48

Ingenieros - Jefes

E#	Nombre	Edad
322	Rosa	37
•	María	25

Jefes - Ingenieros

E#	Nombre	Edad
421	Jorge	48

## Producto Cartesiano

### R x S

- Define una relación que es la concatenación de cada una de las filas de la relación  $R$  con cada una de las filas de la relación  $S$

Ingenieros

E#	Nombre	D#
320	José	D1
322	Rosa	D3

Proyectos

Proyecto	Tiempo
RX338A	21
PY254Z	32

Departamentos

D#	Descrip
D1	Central
D3	I+D

Ingenieros X Proyectos

E#	Nombre	D#	Proyecto	Tiempo
320	José	D1	RX338A	21
320	José	D1	PY254Z	32
322	Rosa	D3	RX338A	21
•	Rosa	D3	PY254Z	32

Ingenieros X Departamentos

E#	Nombre	D#	DD	Descrip
320	José	D1	D1	Central
320	José	D1	D3	I+D
322	Rosa	D3	D1	Central
•	Rosa	D3	D3	I+D

## Selección

### ■ $\sigma_{predicado}(R)$

- Es un operador unario
- Define una relación con los mismos atributos que  $R$  y que contiene solo aquellas filas de  $R$  que satisfacen la condición especificada (predicado)

Ingenieros

E#	Nombre	Edad
320	José	34
322	Rosa	37
323	María	25

$\sigma_{edad \geq 35}(\text{Ingenieros})$

E#	Nombre	Edad
322	Rosa	37

$\sigma_{edad \geq 45}(\text{Ingenieros})$

E#	Nombre	Edad

## Proyección

### ■ $P_{col1, \dots, coln}(R)$

- Es un operador unario
- Define una relación que contiene un subconjunto vertical de  $R$  con los valores de los atributos especificados, eliminando filas duplicadas en el resultado

Ingenieros

E#	Nombre	Edad
320	José	34
322	Rosa	37
•	María	25
•	José	29

$P_{Nombre, Edad}(\text{Ingenieros})$

Nombre	Edad
José	34
Rosa	37
María	25
José	29

$P_{Nombre}(\text{Ingenieros})$

Nombre
José
Rosa
María

## Intersección

### ■ $R \cap S$

- Define una relación que contiene el conjunto de todas las filas que están tanto en la relación  $R$  como en  $S$
- $R$  y  $S$  deben ser unión-compatible
- Equivalencia con operadores básicos  

$$R \cap S = R - (R - S)$$

Ingenieros

E#	Nombre	Edad
320	José	34
322	Rosa	37
323	María	25

Jefes

E#	Nombre	Edad
320	José	34
421	Jorge	48

Ingenieros  $\cap$  Jefes

E#	Nombre	Edad
320	José	34

## División o Cociente

### ■ $R \div S$

- Define una relación sobre el conjunto de atributos  $C$ , incluido en la relación  $R$ , y que contiene el conjunto de valores de  $C$ , que en las tuplas de  $R$  están combinadas con cada una de las tuplas de  $S$
- Condiciones
  - $\text{grado}(R) > \text{grado}(S)$
  - conjunto atributos de  $S \subseteq$  conjunto de atributos de  $R$
- Equivalencia con operadores básicos  

$$X_1 = P_C(R); \quad X_2 = P_C((S \times X_1) - R); \quad X = X_1 - X_2$$

R1

E#	Proyecto
320	RX338A
320	PY254Z
•	RX338A
323	NC168T
•	PY254Z
•	PY254Z
324	NC168T

R2

Proyecto
RX338A
PY254Z

$R1 \div R2$

E#
320
323



## Join

### ■ Unión Natural (Natural Join)

#### ■ $R \bowtie S$ ó $R * S$

- El resultado es una relación con los atributos de ambas relaciones y se obtiene combinando las tuplas de ambas relaciones que tengan el mismo valor en los atributos comunes
- Normalmente la operación de join se realiza entre los atributos comunes de dos tablas que corresponden a la clave primaria de una tabla y la clave foránea correspondiente de la otra tabla
- Método
  - Se realiza el producto cartesiano  $R \times S$
  - Se seleccionan aquellas filas del producto cartesiano para las que los atributos comunes tengan el mismo valor
  - Se elimina del resultado una ocurrencia (columna) de cada uno de los atributos comunes
- Equivalencia con operadores básicos

$$R \bowtie_F S = \sigma_F(R \times S)$$



## Join

### ■ Outer Join

- Es una variante del Join en la que se intenta mantener toda la información de los operandos, incluso para aquellas filas que no participan en el Join
- Se “rellenan con nulos” las tuplas que no tienen correspondencia en el Join
- Tres variantes
  - Left
    - se tienen en cuenta todas las filas del primer operando
  - Right
    - se tienen en cuenta todas las filas del segundo operando
  - Full
    - se tienen en cuenta todas las filas de ambos operandos

## Join

R1			R2	
E#	Nombre	D#	D#	Descrip
320	José	D1	D1	Central
322	Rosa	D3	D3	I+D
•	María	D3	D4	Ventas
•	José	D5		

R1 * R2			
E#	Nombre	D#	Descrip
320	José	D1	Central
322	Rosa	D3	I+D
•	María	D3	I+D

R1 * <sub>LEFT</sub> R2			
E#	Nombre	D#	Descrip
320	José	D1	Central
322	Rosa	D3	I+D
•	María	D3	I+D
•	José	D5	null

R1 * <sub>RIGHT</sub> R2			
E#	Nombre	D#	Descrip
•	José	D1	Central
322	Rosa	D3	I+D
•	María	D3	I+D
null	null	D4	Ventas

R1 * <sub>FULL</sub> R2			
E#	Nombre	D#	Descrip
320	José	D1	Central
322	Rosa	D3	I+D
•	María	D3	I+D
•	José	D5	null
null	null	D4	Ventas

## Asociación

### ■ Asociación o Theta Join ( $\theta$ -Join)

#### ■ $R \bowtie_F S$ ó $R *_F S$

- Define una relación que contiene las tuplas que satisfacen el predicado  $F$  en el producto cartesiano de  $R$  y  $S$
- El predicado  $F$  es de la forma  $R.a_i \ q \ S.b_i$ , donde  $q$  representa un operador de comparación ( $<$ ,  $\leq$ ,  $>$ ,  $\geq$ ,  $=$ ,  $\neq$ )
- El predicado no tiene por qué definirse sobre atributos comunes
- Equivalencia con operadores básicos

$$R \bowtie_F S = \sigma_F(R \times S)$$

#### ■ Equijoin

- Si el predicado  $F$  contiene únicamente el operador de igualdad



## Ejemplos

### Asignaturas

CodA	NombreA	Precio
1	Program.	15000
2	Dibujo	20000
3	Inglés	18000

### Notas

Nmat	CodA	Conv	Nota
0338	1	Feb 02	8
0254	2	Feb 02	5
0168	2	Feb 02	3
0338	2	Feb 02	5
0338	3	Jun 02	7
0254	1	Jun 02	6
0168	1	Jun 02	9
0168	3	Jun 02	5

### Alumnos

Nmat	Nombre	Apellidos	Domicilio	Telefono
0338	Ana	Pérez Gómez	C/ Julio nº 96	1112233
0254	Rosa	López López	C/ Verano s/n	1113344
0168	Juan	García García	C/ Playa nº 1	1114455



## Ejemplo 1

- Obtener los apellidos y teléfono de los alumnos de nombre Rosa

$P_{\text{apellidos, telefono}} (S_{\text{nombre='Rosa'}}(\text{Alumnos}))$

Apellidos	Telefono
López López	1113344

- Obtener las notas obtenidas en la asignatura de Inglés

$P_{\text{nombre, apellidos, nota}} (S_{\text{nombreA='Ingles'}}(\text{Alumnos*Notas*Asignaturas}))$

Nombre	Apellidos	Nota
Ana	Pérez Gómez	7
Juan	García García	5





## Ejemplo 1

- Obtener los alumnos que figuren matriculados en todas las asignaturas

$P_{Nmat, codA} (Notas) \cdot P_{codA} (Asignaturas)$

Nmat
0338

Ó

$P_{nombre, apellidos, (Alumnos * (P_{Nmat, codA} (Notas) \cdot P_{codA} (Asignaturas)))}$

Nombre	Apellidos
Ana	Pérez Gómez



## Ejemplo 1

- Obtener los alumnos que figuren matriculados en las asignaturas de Inglés y Dibujo

$P_{Nmat} (s_{nombreA='Inglés'} (Asignaturas) * Alumnos) \cap$

$P_{Nmat} (s_{nombreA='Dibujo'} (Asignaturas) * Alumnos)$

Nmat
0338
0168

- Obtener los alumnos que no han suspendido ninguna asignatura

$P_{Nmat} (s_{nota \geq 5} (Notas)) - P_{Nmat} (s_{nota < 5} (Notas))$

Nmat
0338
0254