Bases de Datos

Álgebra Relacional

Álgebra Relacional

- Lenguajes de acceso a BD
  - Álgebra Relacional
    - Lenguaje procedimental (se indica qué obtener y cómo obtenerlo)
  - Lenguajes de Usuario
    - SQL (Structured Query Language), basado en álgebra relacional
  - Se usan para construir consultas sobre una Base de Datos

Álgebra Relacional

- Definición: Conjunto de operaciones sobre Relaciones
  - Actúan sobre Relaciones
  - Producen Relaciones como resultados
  - Pueden combinarse para construir expresiones más complejas
- Operadores
  - Básicos y Derivados
  - Propios de BD y de Conjuntos

Operadores Básicos

- Propios de BD
  - Selección (σ) y Proyección (π)
- De Conjuntos
  - Unión ($\cup$), Diferencia ($-$), Producto Cartesiano ($\times$)
- Permiten expresar cualquier consulta sobre una BD

Operadores Derivados

- Propios de BD
  - Join condicional ($|X|_{condicion}$)
  - Join natural (*)
- De Conjuntos
  - Intersección (∩), División (/)
- Se derivan combinando los operadores básicos
- No añaden nada nuevo. Fueron definidos para simplificar la construcción de consultas
- Se usan con frecuencia

Operadores Tradicionales sobre Conjuntos

- Para todos, con excepción del producto cartesiano, join natural, join condicional y división:
  - Las dos relaciones operandos deben tener el mismo grado
  - Los j-ésimos atributos de las dos relaciones (j en el rango de 1 a n) deben tener el mismo dominio subyacente

Selección: σ

- Operador unario: σ_c: R(N) $\rightarrow$ R(N)
- S = σ_c (R): el resultado una relación S cuyas tuplas son el subconjunto de tuplas de R que cumplen con una determinada condición c
  - c es una expresión booleana sobre los atributos de la relación
- R puede ser una expresión algebraica relacional (cuyo resultado es una relación)
- Es una partición horizontal de R en 2 conjuntos de tuplas –las que cumplen y son seleccionadas y las que no cumplen y son descartadas –

Selección: σ (continuación)

- Es una operación conmutativa
  - $\sigma_{c1} (\sigma_{c2} (R)) = \sigma_{c2} (\sigma_{c1} (R))$
  - Por lo tanto, una secuencia de SELECTs anidados puede ser evaluada en cualquier orden
- Adicionalmente, podemos remplazar una secuencia de SELECTs anidados por un único SELECT cuya condición es la conjunción de las condiciones de cada SELECT individual
  - $\sigma_{c1} (\sigma_{c2} (\ldots (\sigma_{cn} (R))\ldots)) = \sigma_{c1 \text{ AND } c2 \text{ AND} \ldots \text{ AND } cn} (R)$

Selección: Ejemplo

Ingenieros

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

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

E#	Nombre	Edad
322	Rosa	37

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

E#	Nombre	Edad

Selección: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Seleccionar los empleados que trabajan en el departamento número 4
  - Seleccionar los empleados cuyo salario es mayor que 30 mil pesos
  - Seleccionar los empleados que, o bien trabajan en el departamento 4 y ganan más que 25 mil pesos, o trabajan en el departamento 5 y ganan más de 30 mil pesos

Proyección: π

- Operador unario: $\pi_{<a1\ldots am>}: R(N) \rightarrow R(M), M \leq N$
- $S = \pi_{<a1\ldots am>}(R)$: el resultado una relación S cuyos atributos, $<a_1\ldots a_m>$, son un subconjunto de los de R y cuyas tuplas son todas las de R, salvo que haya duplicadas (se eliminan cuando $<a_1\ldots a_m>$ no es una superclave de R)
- El orden de los atributos de S es el de $<a_1\ldots a_m>$
- R puede ser una expresión algebraica relacional (cuyo resultado es una relación)
- Es una partición vertical de R en 2 conjuntos de tuplas –uno con los atributos seleccionados y otro con los descartados –

Proyección: π (continuación)

- Adicionalmente, la expresión $\pi_{<list1>}(\pi_{<list2>}(R)) = \pi_{<list1>}(R)$ es válida siempre que $<list_1> \subseteq <list_2>$

Proyección: Ejemplo

Ingenieros

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

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

Nombre	Edad
José	34
Rosa	37
María	25
José	29

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

Nombre
José
Rosa
María

Proyección: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener una relación que contenga nombre y apellido de todos los empleados
  - Obtener una relación que contenga número y nombre de todos los departamentos
  - Obtener una relación que contenga número, nombre y ubicación de todos los proyectos

Rename: ρ

- Operador unario: $\rho_{S(a1\ldots an)}: R(N) \rightarrow R(N)$
- $\rho_{S(B1,B2,\ ...,Bn)}(R)$
  - Renombra la relación y sus atributos
- $\rho_{S}(R)$
  - Renombra sólo la relación
- $\rho_{(B1,B2,\ ...,Bn)}(R)$
  - Renombra sólo los atributos

Unión: U

- Operador binario: U: R(N) x R(N) → R(N)
- T = R U S: el resultado es una relación T que incluye todas las tuplas de R o todas las de S o las de ambas, excluyendo repeticiones
- R y S deben ser *type compatible*
  - R y S deben tener el mismo grado n
    - (i.e.: misma cantidad de atributos)
  - $dom(R_i) = dom(S_i)$, para $1 \leq i \leq = n$
    - (i.e.: cada par de atributos correspondientes deben pertenecer al mismo dominio)

Unión: ∪ (continuación)

- Es una operación conmutativa
  - $R \cup S = S \cup R$
- Es una operación asociativa
  - $R \cup (S \cup T) = (R \cup S) \cup T$

Unión: Ejemplo

Ingenieros

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

Jefes

E#	Nombre	Edad
320	José	34
421	Jorge	48

Ingenieros U Jefes

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

Unión: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener los *Social Security numbers* de los empleados que, o bien trabajan en el departamento 5, o bien los que supervisan a empleados que trabajan en el departamento 5

Diferencia: –

- Operador binario: –: R(N) x R(N) → R(N)
- T = R – S: el resultado es una relación T que incluye todas las tuplas que pertenecen a R y NO a S
- R y S deben ser *type compatible*
  - R y S deben tener el mismo grado n
    - (i.e.: misma cantidad de atributos)
  - $dom(R_i) = dom(S_i)$, para $1 \leq i \leq = n$
    - (i.e.: cada par de atributos correspondientes deben pertenecer al mismo dominio)
- <u>NO</u> es una operación conmutativa
  - $R - S \neq S - R$

Diferencia: Ejemplo

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
323	María	25

Jefes - Ingenieros

E#	Nombre	Edad
421	Jorge	48

Diferencia: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener los *Social Security numbers* de todos los empleados que no son supervisores

Intersección: ∩

- Operador binario: $\cap: R(N) \times R(N) \rightarrow R(N)$
- $T = R \cap S$: el resultado es una relación T que incluye todas las tuplas que pertenecen a la vez a R y a S
- R y S deben ser *type compatible*
  - R y S deben tener el mismo grado n
    - (i.e.: misma cantidad de atributos)
  - $dom(R_i) = dom(S_i)$, para $1 \leq i \leq = n$
    - (i.e.: cada par de atributos correspondientes deben pertenecer al mismo dominio)

Intersección: Continuación

- Equivalencia con operadores básicos
  - $A \cap B \equiv A - (A - B)$
- Es una operación conmutativa
  - $R \cap S = S \cap R$
- Es una operación asociativa
  - $R \cap (S \cap T) = (R \cap S) \cap T$

Intersección: Ejemplo

Ingenieros

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

Jefes

E#	Nombre	Edad
320	José	34
421	Jorge	48

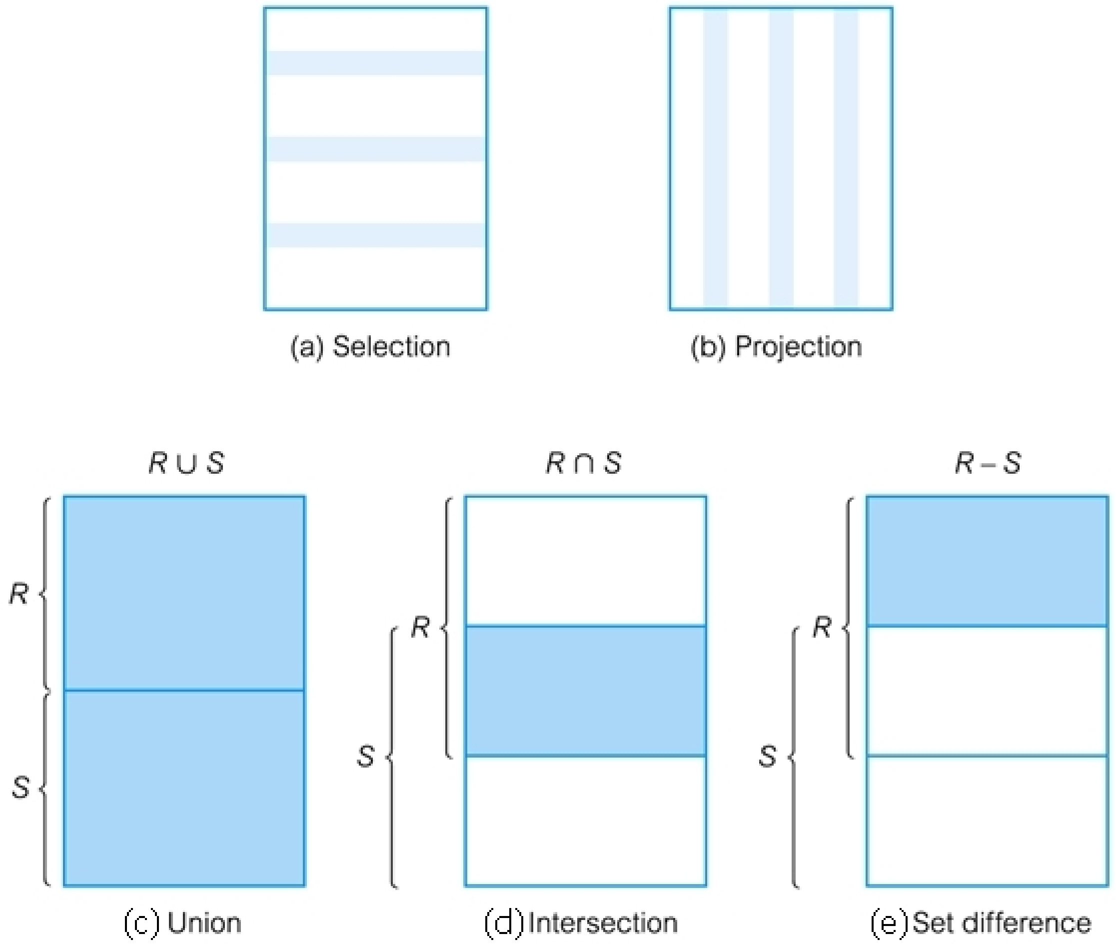
Ingenieros ∩ Jefes

E#	Nombre	Edad
320	José	34

Intersección: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener los *Social Security numbers* de los empleados que trabajan en el departamento 5 y que supervisan a empleados que trabajan en el departamento 5

Operadores: Vista esquemática



Producto Cartesiano: X

- Operador binario: X: R(N) x R(M) → R(N + M)
- T = R X S: el resultado es una relación T que incluye todas las combinaciones posibles de cada tupla de R con cada tupla de S, y sus atributos corresponden a los de R seguidos por los de S
- <u>NO</u> es una operación conmutativa
  - R X S ≠ S X R
- Es una operación asociativa
  - R X (S X T) = (S X R) X T

Producto Cartesiano: Ejemplo

Ingenieros

E#	Nombre	D#
320	José	D1
322	Rosa	D3

Departamentos

D#	Descripcion
D1	Central
D3	I + D

Proyectos

Proyecto	Tiempo
RX338A	21
PY254Z	32

Ingenieros X Proyectos

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

Ingenieros X Departamentos

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

Producto Cartesiano: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener los nombres y la relación de los familiares de empleadas mujeres

Join natural: *

- Operador binario: * R(N) x R(M) → R(N + M - 1)
- T = R * S: el resultado es una relación T que incluye todas las combinaciones posibles de cada tupla de R con cada tupla de S, siempre que la combinación satisfaga que el atributo de R con el mismo nombre que el atributo de S tengan el mismo valor.
  - Debe haber al menos un atributo con el mismo nombre entre ambas relaciones
- Equivalencia
  - $R * S \equiv \sigma_{\text{<condition>}} (R \times S)$

Join natural: |X| (continuación)

- <u>NO</u> es una operación conmutativa
  - $R * S \neq S * R$
- Es una operación asociativa
  - $R * (S * T) = (S * R) * T$

Join natural: Ejemplos

Departamento

Nombre_Dept	Num_Dept	Id_Jefe	Fecha_Inicio_Jefe
Dirección	1	1122	12-8-95
Desarrollo	2	5594	25-5-97
Ventas	3	2234	12-9-2001
Compras	4	3355	5-6-2003

Localización_Departamento

Num_Dept	Localización
1	Quilmes
2	Buenos Aires
2	Córdoba
2	Rosario
0	Catamarca
0	Mendoza

Departamento * Localización_Departamento

Nombre_Dept	Num_Dept	Id_Jefe	Fecha_Inicio_Jefe	Localización
Dirección	1	1122	12-8-95	Quilmes
Desarrollo	2	5594	25-5-97	Buenos Aires
Desarrollo	2	5594	25-5-97	Córdoba
Desarrollo	2	5594	25-5-97	Rosario

Join natural: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener el nombre de los departamentos ubicados en Houston.
  - Obtener los nombres de los familiares de los empleados que trabajan en el proyecto número 1.

Join condicional: |X|

- Operador binario: |X| R(N) x R(M) → R(N ∪ M)
- $T = R \mid X \mid_{\text{<condition>}} S$: el resultado es una relación T que incluye todas las combinaciones posibles de cada tupla de R con cada tupla de S, siempre que la combinación satisfaga la condición del join; sus atributos corresponden a los de R seguidos por los de S
  - La condición del JOIN es de la forma $\langle condition_1 \rangle$ AND… AND $\langle condition_n \rangle$, donde cada <condition> es de la forma $\langle A_i\ \beta\ B_j \rangle$; A_i es un atributo de R, B_j es un atributo de S, A_i y B_j tienen el mismo dominio y β (beta) es uno de los operadores de comparación $\{=, <, \leq, >, \geq, \neq\}$
  - <u>NO debe haber atributos con el mismo nombre</u>
- Equivalencia
  - $R \mid X \mid_{\text{<condition>}} S \equiv \sigma_{\text{<condition>}}(R \times S)$

Join condicional: |X| (continuación)

- NO es una operación conmutativa
  - $R |X| S \neq S |X| R$
- Es una operación asociativa
  - $R\ |X|_{\text{<condition>}}\ (S\ |X|_{\text{<condition>}}\ T) = (S\ |X|_{\text{<condition>}}\ R)\ |X|_{\text{<condition>}}\ T$

Join condicional: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener los nombres de los familiares de empleadas mujeres
  - Obtener los nombres de los gerentes de cada departamento

División

- El operador de división (/) define una relación sobre el conjunto de atributos C, incluido en la relación A, y que contiene el conjunto de valores de C, que en las tuplas de A están combinadas con cada una de las tuplas de B

División

- Condiciones
  - grado(A) > grado(B)
  - conjunto atributos de B $\subseteq$ conjunto de atributos de A
- Equivalencia
  - $X_1 = \pi_c(A)$ $X_2 = \pi_c((B \text{ X } X_1) - A)$

$$X = X_1 - X_2$$

División: Ejemplo

R1

E#	Proyecto
320	RX338A
320	PY254Z
323	RX338A
323	PY254Z
323	NC168T
324	NC168T
324	KT556B

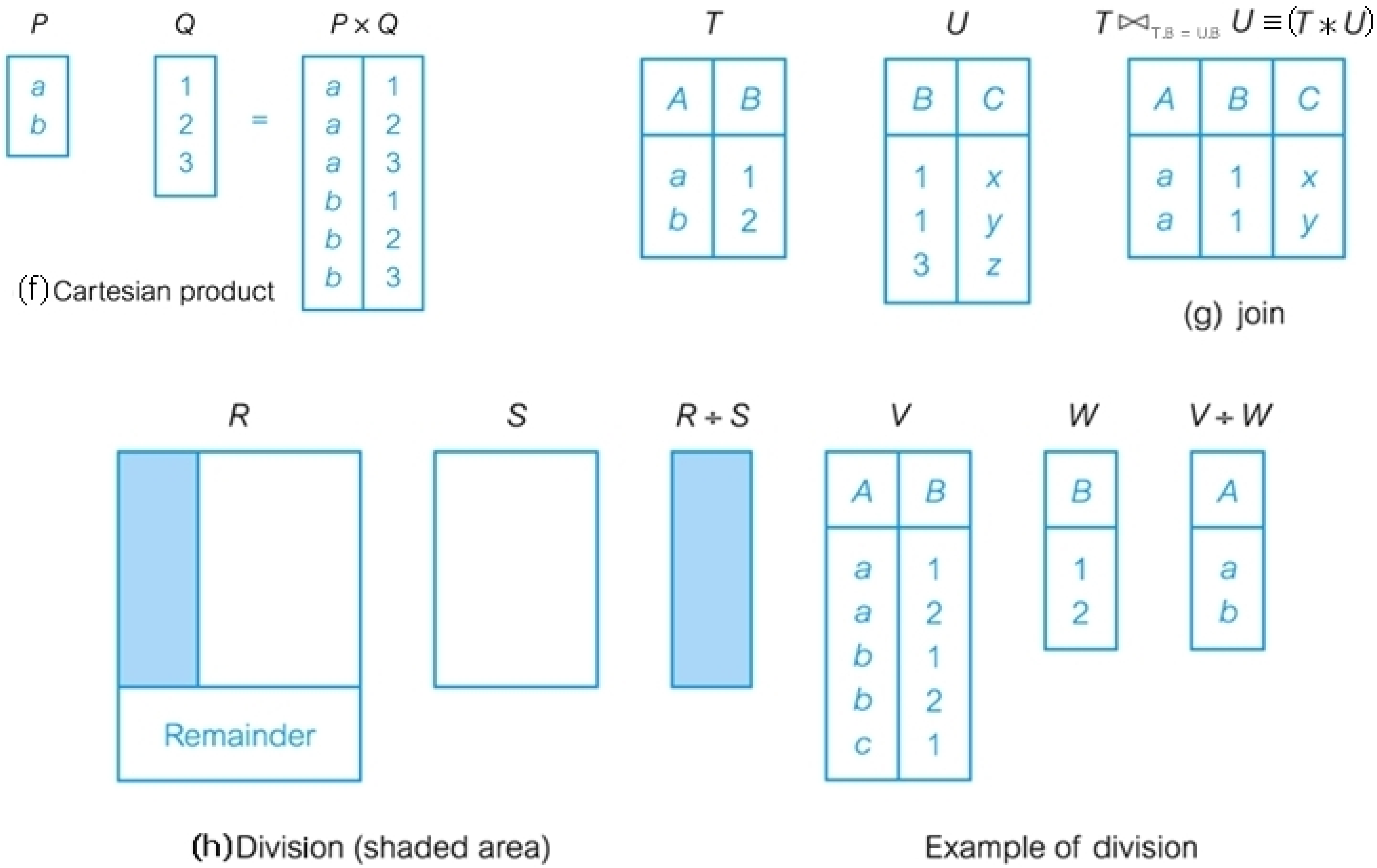
R2

Proyecto
RX338A
PY254Z

R1 / R2

E#
320
323

Operadores: Vista esquemática



AR: Ejercicios combinados

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener nombre y domicilio de todos los empleados que trabajan en el departamento de *Research*
  - Obtener nombres de todos los empleados que no tienen dependientes
  - Obtener nombres de todos los gerentes que tienen por lo menos un dependiente