



Dpto. Ciencias e Ingeniería de la Computación
 Universidad Nacional del Sur

ELEMENTOS DE BASES DE DATOS

Segundo Cuatrimestre 2014

Clase 6: Modelo Relacional (Parte II) Lenguajes de Consulta



Mg. María Mercedes Vitturini
 [mvitturi@uns.edu.ar]

Servicios del SMBD

1. Soporte de al menos un **Modelo de Datos**.
2. Disponibilidad de **Lenguajes de alto nivel** para administrar o manipular la base de datos
 - **Lenguaje de Manipulación de Datos (LMD/DML)**.
 - **Lenguaje de Definición de Datos (LDD/DDL)**.
3. **Eficiencia** al consultar los datos almacenados.
4. Provea **manejo de transacciones** (commit y rollback).
 - Mantener **integridad y consistencia** de datos.
 - Provea **control de concurrencia** y capacidades para **compartir datos**.
 - Permita **recuperaciones de fallos**.
5. Brinde **seguridad** y facilidades en la **administración de datos**.

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Lenguajes de Consulta

Servicio DBMS: lenguaje de alto nivel para gestionar datos

- **Lenguaje de Definición de Datos (LDD/DDL):** considera las sentencias para especificar *el esquema de una base de datos*.
- **Lenguaje de Manipulación de Datos (LMD/DML):** considera las sentencias para *modificar y recuperar información almacenada* en una base de datos, ie. manipular instancias.
 - Categorías de lenguajes DML puros:
 - **Algebraicos o procedurales:** las consultas son expresadas aplicando operadores específicos a las relaciones.
 - **Lógicos o declarativos:** denominadas **cálculo relacional**, expresadas por fórmulas lógicas.

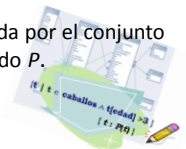
EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Cálculo Relacional de Tuplas

- Las **consultas en CRT se expresan en forma declarativa**, sin especificar el procedimiento efectivo para obtener la información.
- Formato general de una consulta:

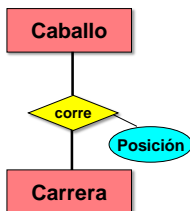
$$\{ t : P(t) \}$$

Leer : "El conjunto de tuplas t tal que satisfacen el predicado P ".
- El **resultado es una relación** integrada por el conjunto de tuplas t que satisfacen el predicado P .



EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Ejemplo



El **esquema de Base de Datos:**

- Esq_Caballo ([nroCaballo](#), nombre, peso, edad)
- Esq_Carrera ([nroCarrera](#), nombreCarr, fecha)
- Esq_Corre ([nroCaballo](#), [nroCarrera](#), posición)

Y las **relaciones:**

- *caballo* (esq_caballo).
- *carrera* (esq_carrera).
- *corre* (esq_corre).

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

CRT – Ejemplos

Participa una relación:

"Caballos de más de ocho años?".

$$\{ t \mid t \in \text{caballo} \wedge t[\text{edad}] > 8 \}$$

Selección

"Nombre de las carreras que se corrieron en agosto de 2014?"

$$\{ t \mid \exists c \in \text{carrera} (t[\text{nombre}] = c[\text{nombre}] \wedge c[\text{fecha}] \geq "01/08/2012" \wedge c[\text{fecha}] \leq "31/08/2012") \}$$

Selección + Proyección

Participa más relaciones:

Nombre de fantasía de caballos que corrieron alguna carrera?

$$\{ t \mid \exists cb \in \text{caballo}, \exists co \in \text{corre}, (t[\text{nombre}] = cb[\text{nombre}] \wedge cb[\text{nroCaballo}] = co[\text{nroCaballo}]) \}$$

Join Natural + Selección + Proyección

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

CRT – Notación

- $t[A]$ denota el valor de la tupla t en el atributo A .
- $t \in r$ denota que la tupla t está en relación de pertenencia con la relación r .
- \forall : cuantificador universal “para todo”.
- \exists : cuantificador existencial “existe”.
- \wedge : conjunción lógica “y”.
- \vee : disyunción lógica “o”.
- \neg : negación lógica “no”.
- \Rightarrow : implicación o entonces.

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Definición Formal del CRT

- Dada una expresión en el CRT de la forma:
 $\{t : P(t)\}$
- P es una fórmula del cálculo de predicados que puede contener variables de tupla.
- Una variable de tupla puede estar libre o ligada.
- Una variable está ligada cuando está cuantificada universalmente (\forall) o existencialmente (\exists).
- Ejemplo:
 $\{t : \exists s \in \text{cliente} (s[\text{localidad}] = \text{“Bahía Blanca”} \wedge t=s)\}$
 – En el ejemplo t es una variable libre y s está ligada.

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Definición Formal del CRT

- Una fórmula del CRT *está compuesta de átomos*.
- Un átomo puede ser de las siguientes formas:
 - $t \in r$ donde t es una variable tupla y r una relación.
 - $t[X] \theta u [Y]$ donde:
 - t y u son variables de tupla,
 - X atributos definidos en t , Y atributos definidos en u ,
 - θ un operador relacional del conjunto $\{<, \leq, >, \geq, =, \neq\}$.
 - $t[X] \theta c$ donde:
 - t es una variable tupla, θ un operador relacional y c una constante en el dominio del atributo X .

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Definición Formal del CRT

Las fórmulas se *construyen usando las reglas*:

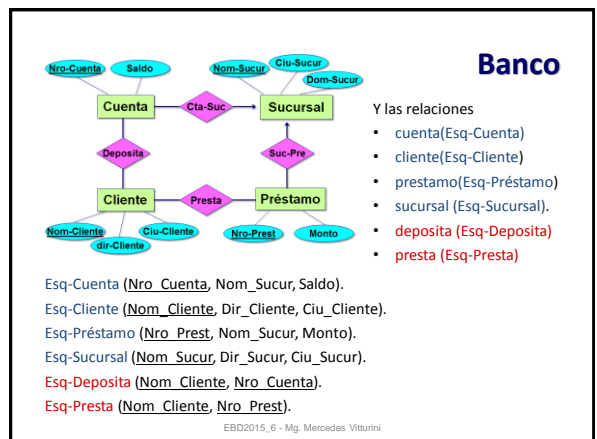
- Un átomo es una fórmula.
- Si P es una fórmula entonces lo son $\neg P$ y (P) .
- Si P_1 y P_2 son fórmulas entonces lo son $P_1 \wedge P_2$, $P_1 \vee P_2$ y $P_1 \Rightarrow P_2$.
- Si $P(s)$ es una fórmula y r es una relación, entonces son fórmulas:
 - $\exists s \in r (P(s))$ y
 - $\forall s \in r (P(s))$.

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Significado de expresiones

- $\exists t \in r (Q(t))$ significa “*existe una tupla t en la relación r tal que el predicado $Q(t)$ es verdadero*”.
- $\forall t \in r (Q(t))$ significa “*el predicado $Q(t)$ es verdadero para todas las tuplas t en la relación r* ”.
- $P_1 \wedge P_2$ es equivalente a $\neg(\neg P_1 \vee \neg P_2)$.
- $P_1 \Rightarrow P_2$ es equivalente a $\neg P_1 \vee P_2$.
- $\forall t \in r (Q(t))$ es equivalente a $\neg(\exists t \in r (\neg Q(t)))$.

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini



Consultas en CRT

- Nombre de clientes que tienen un préstamo en la sucursal Universitario:

$$\{ t : \exists s \in \text{presta}, \exists u \in \text{préstamos} \\ (u [\text{Nro-Prest}] = s [\text{Nro-Prest}] \\ \wedge u [\text{Nom-Sucur}] = \text{"Universitario"} \\ \wedge t [\text{Nom-Cliente}] = s [\text{Nom-Cliente}]) \}$$
 - Se lee como "el conjunto de las tuplas (con atributo *Nom-Cliente*) para las cuales el *Cliente* tiene un préstamo en la sucursal Universitario".
 - La variable tupla *u* asegura que el cliente tiene un préstamo en la sucursal Universitario.

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Consultas en CRT

- Clientes que tienen un préstamo, una cuenta, o ambos en un banco:

$$\{ t : \exists s \in \text{presta} (t[\text{Nom-Cliente}] = s[\text{Nom-Cliente}]) \vee \\ \exists u \in \text{deposita} (t[\text{Nom-Cliente}] = u[\text{Nom-Cliente}]) \}$$
- Esto es, el conjunto de tuplas con atributo *Nom-Cliente* para las cuales vale una de las siguientes condiciones:
 - Nom-Cliente* aparece en alguna tupla de la relación *presta* como prestatario del banco.
 - Nom-Cliente* aparece en alguna tupla de la relación *deposita* como depositante del banco.

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Consultas en CRT

- Clientes que tienen un préstamo y una cuenta en el banco:

$$\{ t : \exists s \in \text{presta} (t[\text{Nom-Cliente}] = s[\text{Nom-Cliente}]) \wedge \\ \exists u \in \text{deposita} (t[\text{Nom-Cliente}] = u[\text{Nom-Cliente}]) \}$$
- Clientes que tienen un préstamo **pero no** una cuenta en el banco:

$$\{ t : \exists s \in \text{presta} (t[\text{Nom-Cliente}] = s[\text{Nom-Cliente}]) \wedge \\ \neg (\exists u \in \text{deposita} (s[\text{Nom-Cliente}] = u[\text{Nom-Cliente}])) \}$$

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

El cuantificador \forall

$$\forall t \in r (Q(t))$$

- Significa que *Q(t)* es verdadero para todas las tupas *t* en *r*

$$P \Rightarrow Q$$

- "P implica Q", esto es, si P es verdadero, entonces Q debe ser verdadero, ó $\neg P \vee Q$.

Ejemplo

- Nombres de Cliente con cuenta en **todas** las sucursales de Tres Arroyos
 - Si existe algún clientes que "para todas las sucursales, si la sucursal es de Tres Arroyos, entonces el cliente tiene una cuenta en dicha sucursal"

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Consultas en CRT

- Clientes que tienen cuenta en **todas** las sucursales situadas en Tres Arroyos:

$$\{ t : \exists cl \in \text{clientes} (t [\text{Nom-Cliente}] = cl [\text{Nom-Cliente}] \wedge \\ (\forall suc \in \text{sucursales} (suc [\text{Ciu-Sucur}] = \text{"Tres Arroyos"} \Rightarrow \\ \exists dep \in \text{deposita}, \exists cta \in \text{cuentas} \\ (dep [\text{Nom-Cliente}] = cl [\text{Nom-Cliente}] \wedge \\ (dep [\text{Nro-Cuenta}] = cta [\text{Nro-Cuenta}] \\ \wedge cta [\text{Nom-Sucur}] = suc [\text{Nom-Sucur}])))) \}$$

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Seguridad de las Expresiones

- Supongamos que deseamos escribir una consulta del tipo:

$$\{ t : \neg (t \in \text{prestamo}) \}$$
- Existen infinitas tuplas que no están actualmente en *préstamo*, por lo que no se desean estos tipos de expresiones.
- El *dominio* de una fórmula *P* en CRT es el conjunto de todos los valores que aparecen **explícitamente** en *P*.
 - dom* ($t \in \text{préstamos} \wedge t[\text{Monto}] > 1200$) es el conjunto de valores que aparecen en préstamos.
 - dom* ($\neg (t \in \text{préstamos})$) es el conjunto de valores que no están en préstamos.

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Seguridad de las Expresiones

- Una expresión $\{t : P(t)\}$ es *segura* si todos los valores que aparecen en el **resultado** son valores de $\text{dom}(P)$.
- La expresión $\{t : \neg(t \in \text{préstamos})\}$ no es segura.
 - Sabemos que $\text{dom}(\neg(t \in \text{préstamos}))$ es el conjunto de valores que aparecen en préstamos.
 - Sin embargo, es posible tener una tupla t que no esté en préstamo que contenga valores que no aparecen en préstamo.
- El resto de las expresiones que presentamos hasta ahora eran seguras.

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

LMD - Resumen

- Dos notaciones diferentes o categorías de LMD
 - **Algebraicas o procedurales**: las consultas son expresadas aplicando operadores específicos a las relaciones.
 - Álgebra Relacional (AR)
 - **Lógicas o declarativas**: denominadas **cálculo relacional**, expresadas por fórmulas lógicas.
 - Cálculo Relacional de Tuplas
 - Cálculo Relacional de Dominios
- Lenguajes Comerciales
 - **Structured Query Language (SQL)**

Técnicas Puros

Toma características de ambos

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Ejercicios propuestos

- Todos los datos de *cuentas* de las cuentas cuyo titular es Pablo Garré.
- **Nombre y apellido de los clientes que tienen préstamos en dos o más sucursales distintas.**
- Nombre y apellido de los clientes con dos o más cuentas.
- **Nombre y apellido de los clientes que tienen saldo superior a 50000\$ en sus cuentas.**
- **Nombre y apellido de los clientes que tienen saldo superior a 50000\$ en todas sus cuentas.**

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Otras operaciones de DML (LMD)

- Las operaciones hasta ahora vistas permiten **consultar** los datos almacenados en una Base de Datos relacional.
- El grupo de operaciones que veremos a continuación permiten **“actualizar”** el contenido de la Base de Datos, fundamentalmente por medio de las operaciones de:
 - **inserción, borrado y actualización.**

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Operaciones del LMD

- **Eliminación**: consiste en borrar o eliminar tuplas de una relación.
 - Notación: $r \leftarrow r - E$.
- Ejemplo:
 - Eliminar las tuplas de corre con nro-carrera CC-02.
 $\text{corre} \leftarrow \text{corre} - \sigma_{\text{nro-carrera} = \text{CC-02}}(\text{corre})$

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Operaciones del LMD

- **Inserción**: consiste en agregar o insertar nuevas tuplas a una relación.
 - Notación: $r \leftarrow r \cup E$.
- Ejemplo:
 - Agregar el caballo “Yago” con número CB-06 de 6 años y 240 kilos.
 $\text{caballos} \leftarrow \text{caballos} \cup \{(CB-06, \text{“Yago”}, 6, 240)\}$

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Operaciones de LMD

- **Modificación:** consiste en modificar datos de una o más tuplas a una relación.
 - Notación: $\delta_{A \leftarrow E}(r)$.
- Ejemplo:
 - Aumentar en 1 las edades de todos los caballos.

$$\delta_{\text{edad} \leftarrow \text{edad} + 1}(\text{caballos})$$

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Temas de la Clase de Hoy

- Cálculo relacional de tuplas
 - Definición formal.
 - Seguridad de las expresiones. Ejemplos
- Otros operadores de LMD
 - Operadores de actualización: eliminación, inserción y modificación
- **Bibliografía**
 - “Database System Concepts” – A. Silberschatz. Capítulo 2 (edición 2005).
 - “Database and Knowledge Base System” – J. Ullman. Capítulo 3.

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Variantes de Join - Outer Join

- El **outer join** es una extensión de la operación **join** que evita la pérdida de información cuando no hay coincidencia.
- Calcula el join y luego se agregan las tuplas que no hacen match con las tuplas de la otra relación del join.
- Usa valores *nulos* o indeterminado en los atributos que no se puede determinar el valor.
- *null* significa que el valor es desconocido o no existe.

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Outer Join – Ejemplo

- Relación *préstamos*

número-prest	sucursal-prest	importe
L-170	Downtown	3000
L-230	Redwood	4000
L-260	Perryridge	1700

- Relación *presta*

cliente	número-prest
Jones	L-170
Smith	L-230
Hayes	L-155

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Outer Join – Ejemplo

- **Join (inner-join):** *préstamos* \bowtie *presta*

número-prest	sucursal	importe	cliente
L-170	Downtown	3000	Jones
L-230	Redwood	4000	Smith

- **Left-outer-Join:** *préstamos* \bowtie_{left} *presta*

número-prest	sucursal	importe	cliente
L-170	Downtown	3000	Jones
L-230	Redwood	4000	Smith
L-260	Perryridge	1700	<i>null</i>

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Outer Join – Example

- **Right-outer-Join:** *préstamos* \bowtie_{right} *presta*

número-prest	sucursal	importe	cliente
L-170	Downtown	3000	Jones
L-230	Redwood	4000	Smith
L-155	<i>null</i>	<i>null</i>	Hayes

- **Full-outer-Join:** *préstamos* \bowtie_{full} *presta*

Número-prest	sucursal	importe	cliente
L-170	Downtown	3000	Jones
L-230	Redwood	4000	Smith
L-260	Perryridge	1700	<i>null</i>
L-155	<i>null</i>	<i>null</i>	Hayes

EBD2015_6 - Mg. Mercedes Vitturini