

# Algebra relazionale



**DOCENTE**  
**PROF. ALBERTO BELUSSI**

**Anno accademico 2012/13**

# Riepilogo operatori algebra

2

- **Operatori insiemistici**

Applicabili SOLO a relazioni con lo stesso schema:

BASE

- **Unione:**  $r_1 \cup r_2 = \{t \mid t \in r_1 \vee t \in r_2\}$
- **Differenza:**  $r_1 - r_2 = \{t \mid t \in r_1 \wedge t \notin r_2\}$

DERIVATI

- **Intersezione :**  $r_1 \cap r_2 = r_1 - (r_1 - r_2)$

# Riepilogo operatori algebra

3

- **Operatori specifici**

Applicabili a singole relazioni:

BASE

- **Ridenominazione:**

$$\rho_{B_1 B_2 \dots B_k \leftarrow A_1 A_2 \dots A_k}(r) = \{t \mid \exists t' \in r: \forall i \in \{1, \dots, k\}: t[B_i] = t'[A_i]\}$$

- **Selezione:**

$$\sigma_{\text{cond}(x)}(r) = \{t \mid t \in r \wedge \text{cond}(t)\}$$

- **Proiezione**

$$\Pi_Y(r) = \{t \mid \exists t' \in r: \forall A_i \in Y: t[A_i] = t'[A_i]\}$$

# Riepilogo operatori algebra

4

- **Operatori di giunzione (join)**

Applicabili a coppie di relazioni:

BASE

- **Join naturale** (su  $r_1$  di schema  $X_1$  e  $r_2$  di schema  $X_2$ ):

$$r_1 \bowtie r_2 = \{t \mid \exists t_1 \in r_1 : \exists t_2 \in r_2 : t_1 = t[X_1] \wedge t_2 = t[X_2]\}$$

DERIVATI

- **θ-Join** (su  $r_1$  di schema  $X_1$  e  $r_2$  di schema  $X_2$  con  $X_1 \cap X_2 = \emptyset$ )

$$r_1 \bowtie_F r_2 = \sigma_F(r_1 \bowtie r_2)$$

# Equivalenza tra gli operatori di join

5

## Equivalenza tra join naturale e $\vartheta$ -Join(equi-join)

Il join naturale tra due relazione  $r_1$  di schema  $X_1$  e  $r_2$  di schema  $X_2$  dove  $X_1 \cap X_2 = \{c_1, \dots, c_m\}$  equivale alla seguente espressione contenente un  $\vartheta$ -Join:

$$r_1 \bowtie r_2 \equiv \Pi_{X_1 \cup X_2} (r_1 \bowtie_{c_1'=c_1 \wedge \dots \wedge c_m'=c_m} (\rho_{c_1', c_2', \dots, c_m'} \leftarrow c_1, c_2, \dots, c_m (r_2)))$$

# Algebra con valori nulli

6

## Algebra relazionale con valori nulli

E' opportuno estendere l'algebra relazionale affinché possa manipolare anche i valori nulli. Le operazioni che devono essere raffinate in presenza di valori nulli sono:

- Selezione: le condizioni di selezione in presenza di valori nulli hanno i seguenti valori di verità:
  - ✦  $A \vartheta B$  sulla tupla  $t$ : se  $t[A]$  o  $t[B]$  sono NULL allora  $t[A] \vartheta t[B]$  è FALSO.
  - ✦  $A \vartheta \text{cost}$  sulla tupla  $t$ : se  $t[A]$  è NULL allora  $t[A] \vartheta \text{const}$  è FALSO.
  - ✦ Condizioni atomiche aggiuntive:  $A \text{ is null} / A \text{ is not null}$
- Join naturale: la condizione di uguaglianza sugli attributi comuni alle due relazioni è falsa su  $t_1$  e  $t_2$  se almeno uno degli attributi comuni di  $t_1$  o  $t_2$  è NULL.

# Esempi

7

TRENO(Num, Cat, Part, Arrivo, Dest)

FERMATA(Treno, Stazione, Orario)

- 1) Trovare i treni (tutti gli attributi) che partono dopo le 12.00 e prima delle 16.00 e non sono regionali.
- 2) Trovare tutte le fermate dei treni che partono dalla stazione di Verona P.N.
- 3) Trovare i treni IC per Venezia Mestre (destinazione o fermata a Venezia Mestre) riportando il numero del treno, l'orario di partenza e l'orario di arrivo (o di fermata) a Venezia Mestre.

# Esempi

8

- 4) Trovare i treni regionali che fermano a Vicenza riportando il numero del treno e l'orario di partenza.
- 5) Trovare il nome delle stazioni dove dopo le 20.30 ferma uno e un sol treno.



# Ottimizzazione di espressioni DML

9

Ogni espressione DML (solitamente specificata in linguaggio dichiarativo) ricevuta dal DBMS è soggetta ad un processo di elaborazione.

*Espressione DML*



# Ottimizzatore

10

L'ottimizzatore genera un'espressione equivalente all'interrogazione di input e di costo inferiore.

Il costo viene valutato in termini di dimensione dei risultati intermedi.

L'ottimizzatore esegue **trasformazioni di equivalenza** allo scopo di RIDURRE LA DIMENSIONE DEI RISULTATI INTERMEDI.

# Equivalenza tra espressioni algebriche

11

- **Equivalenza dipendente dallo schema:** dato uno schema  $R$

$E_1 \equiv_R E_2$  se  $E_1(r) = E_2(r)$  per ogni istanza  $r$  di schema  $R$

- **Equivalenza assoluta:** è indipendente dallo schema

$E_1 \equiv E_2$  se  $E_1 \equiv_R E_2$  per ogni schema  $R$  compatibile con  $E_1$  e  $E_2$

# Trasformazioni di equivalenza

12

Sia  $E$  un'espressione di schema  $X$ , si definiscono le seguenti trasformazioni di equivalenza:

- Atomizzazione delle selezioni

$$\sigma_{F_1 \wedge F_2}(E) \equiv \sigma_{F_1}(\sigma_{F_2}(E))$$

È propedeutica ad altre trasformazioni. Da sola non ottimizza.

- Idempotenza delle proiezioni

$$\Pi_Y(E) \equiv \Pi_Y(\Pi_{YZ}(E)) \text{ dove } Z \subseteq X$$


È propedeutica ad altre trasformazioni. Da sola non ottimizza.

# Trasformazioni di equivalenza

13


Siano  $E_1$  e  $E_2$  espressioni di schema  $X_1$  e  $X_2$ , si definiscono le seguenti trasformazioni di equivalenza:

- Anticipazione delle selezioni rispetto al join:

$$\sigma_F(E_1 \bowtie E_2) \equiv E_1 \bowtie \sigma_F(E_2)$$


Applicabile solo se  $F$  si riferisce solo ad attributi di  $E_2$ .

- Anticipazione della proiezione rispetto al join:

$$\Pi_{X_1 Y}(E_1 \bowtie E_2) \equiv E_1 \bowtie \Pi_Y(E_2)$$


Applicabile solo se  $Y \subseteq X_2$  e  $(X_2 - Y) \cap X_1 = \emptyset$

# Trasformazioni di equivalenza

14

Combinando l'anticipazione della proiezione con l'idempotenza delle proiezioni otteniamo:

$$\Pi_Y(E1 \bowtie_F E2) \equiv \Pi_Y(\Pi_{Y1}(E1) \bowtie_F \Pi_{Y2}(E2))$$


dove:

- $Y1 = (X1 \cap Y) \cup J1$
- $Y2 = (X2 \cap Y) \cup J2$
- $J1/2$  sono gli attributi di  $E1/2$  coinvolti nel join (vale a dire presenti in  $F$ );  
in caso di join naturale  $J1=J2= X1 \cap X2$ .

# Ulteriori Trasformazioni di equivalenza

15

Siano  $E_1$  e  $E_2$  espressioni di schema  $X_1$  e  $X_2$ , si definiscono le seguenti trasformazioni di equivalenza:

- Inglobamento di una selezione in un prodotto cartesiano:

$$\sigma_F(E_1 \bowtie E_2) \equiv E_1 \bowtie_F E_2$$

dove  $X_1 \cap X_2 = \emptyset$ .

# Ulteriori Trasformazioni di equivalenza

16

- Applicazione delle proprietà commutativa e associativa di: unione, prodotto cartesiano, intersezione.
- Applicazione della proprietà distributiva:

$$\sigma_F(E1 \cup E2) \equiv \sigma_F(E1) \cup \sigma_F(E2)$$

$$\sigma_F(E1 - E2) \equiv \sigma_F(E1) - \sigma_F(E2)$$

$$\Pi_Y(E1 \cup E2) \equiv \Pi_Y(E1) \cup \Pi_Y(E2)$$

$$E1 \bowtie (E2 \cup E3) \equiv (E1 \bowtie E2) \cup (E1 \bowtie E3)$$



# Ulteriori Trasformazioni di equivalenza

17

- Applicazione di altre trasformazioni:

$$\sigma_{F_1 \vee F_2}(E) \equiv \sigma_{F_1}(E) \cup \sigma_{F_2}(E)$$

$$\sigma_{F_1 \wedge F_2}(E) \equiv \sigma_{F_1}(E) \cap \sigma_{F_2}(E) \equiv \sigma_{F_1}(E) \bowtie \sigma_{F_2}(E)$$

$$\sigma_{F_1 \wedge \neg F_2}(E) \equiv \sigma_{F_1}(E) - \sigma_{F_2}(E)$$

# Esempio di ottimizzazione

18

TRENO(NumTreno, Cat, OraPart, MinPart, OraArr, MinArr, Dest)

FERMATA(NumTreno, Stazione, Ora, Min)

Q: Trovare la destinazione dei treni non regionali che fermano a “Peschiera”.