

## ALGEBRA RELAZIONALE

### ***RIEPILOGO***

#### • PROIEZIONE: (notazione $\pi$ )

Operatore unario per estrarre colonne da una relazione:

$$\pi_{\text{lista\_attributi}}(R)$$

Lo schema del risultato contiene i soli attributi contenuti in lista\_attributi.

La relazione risultato contiene le tuple ristrette agli attributi nella lista.

#### ◦ SELEZIONE: (notazione $\sigma$ )

Operatore unario per selezionare righe da una relazione:

$$\sigma_{\text{condizione}}(R)$$

La condizione di selezione è una espressione booleana del tipo:

- attributo OP costante oppure attributo1 OP attributo2
- $OP = \{ < , \leq , > , \geq , = , \neq \}$
- Espandibile con i connettivi logici **A**, **V** (AND , OR)

Lo schema del risultato è identico allo schema di R.

La relazione risultato contiene le tuple che soddisfano la condizione specificata.

#### • UNIONE: (notazione $\cup$ )

L'unione di due relazioni R1 e R2 contiene tutte le tuple (**prese una sola volta**) presenti in R1, in R2 oppure in entrambe.

Lo schema del risultato è identico allo schema di R1.

#### • INTERSEZIONE : (notazione $\cap$ )

L'intersezione di due relazioni R1 e R2 contiene tutte le tuple (**prese una sola volta**) presenti contemporaneamente sia in R1 che in R2.

Lo schema del risultato è identico allo schema di R1.

#### • DIFFERENZA : (notazione $-$ )

La differenza tra due relazioni R1 e R2 contiene tutte le tuple presenti in R1 ma non in R2.

Lo schema del risultato è identico allo schema di R1.

#### • RIDENOMINAZIONE: (notazione $\rho$ )

$$\begin{aligned}\rho(y \leftarrow x)(R) \\ \rho(R(F), E)\end{aligned}$$

Dove:

E : espressione arbitraria di algebra relazionale

R : istanza di relazione che rappresenta il risultato della esecuzione di E (contiene le stesse tuple di E, ma con alcuni campi rinominati)

F : lista di "ridenominazione" nella forma:

Nuovo nome  $\leftarrow$  Vecchio nome

Nuovo nome  $\leftarrow$  Posizione

#### • PRODOTTO CARTESIANO: (notazione $\times$ )

Restituisce un'istanza di relazione il cui schema contiene tutti i campi di R1 (nell'ordine originale) seguiti da tutti i campi di R2 (nell'ordine originale).

ATTENZIONE: Se due relazioni hanno degli attributi con nomi in comune, i campi corrispondenti nel prodotto cartesiano non hanno nome (*per convenzione*) e ci si può riferire a loro solo attraverso la posizione che occupano nello schema. Si può generare un conflitto di nomi che si può risolvere con la ridefinizione.

#### • JOIN CONDIZIONALE O THETA-JOIN: (notazione $\bowtie_c$ )

Il JOIN condizionale tra R1 e R2 è una SELECT applicata sul prodotto cartesiano tra R1 e R2

$$R1 \bowtie_c R2 \equiv \sigma_c (R1 \times R2)$$

#### • EQUI JOIN: (notazione $\bowtie_c$ )

L'EQUI JOIN tra R1 e R2 è un JOIN in cui la condizione di JOIN c è composta solo da uguaglianze (eventualmente connesse da AND).

Lo schema del risultato di un EQUI-JOIN contiene tutti gli attributi di R1 e gli attributi di R2 che non compaiono nella condizione di JOIN.

NOTA: Nel risultato gli attributi della condizione compaiono una sola volta.

#### • NATURAL JOIN: (notazione $\bowtie$ )

E' un EQUI-JOIN in cui le uguaglianze sono specificate su tutti gli attributi aventi lo stesso nome in R1 e R2.

Le tuple del risultato sono ottenute combinando le tuple degli operandi con valori uguali sugli attributi comuni.

## Proprieta' NATURAL JOIN:

- Il join è **commutativo e associativo**  
 $R1 \bowtie R2 \equiv R2 \bowtie R1$   
 $R1 \bowtie (R2 \bowtie R3) \equiv (R1 \bowtie R2) \bowtie R3$
- Se le due relazioni non hanno attributi in comune ( $R1 \cap R2 = \emptyset$ ), il NATURAL JOIN si riduce ad essere un semplice prodotto cartesiano. Cioè concatenazione di tutte le tuple in  $R1$  e con tutte le tuple in  $R2$   
 $R1 \bowtie R2 \equiv R1 \times R2$

**Una buona tecnica per ricavare le espressioni dell'algebra relazionale è quella di procedere per passi, ricordando che i risultati di interrogazioni intermedie sono sempre relazioni.**

## VISTE:

In algebra relazionale è possibile definire delle viste, che altro non sono che espressioni a cui viene assegnato un nome.

E' quindi possibile utilizzare le viste all'interno di altre espressioni  
➤ il che semplifica la scrittura di espressioni complesse

La sintassi è:

$$V = E$$

Dove  $V$  è il nome della vista.

**NOTA:** L'utilizzo di viste non influisce sull'efficienza delle interrogazioni

## Minimo e Massimo

### Minimo/massimo assoluto

Dato lo schema relazionale  $R(A,B)$  trovare il minimo/massimo  $B$  in  $R$ .

Supponiamo di determinare il minimo:

$$\pi_B(R) - \pi_B(R \bowtie_{B>B_1} (\rho(A_1, B_1 \leftarrow A, B)(R)))$$

Nella seconda parte vengono trovati tutti quei valori che non sono il minimo. Per far questo viene fatto un join tra la relazione  $R$  e se stessa, con però tutti gli attributi rinominati. La condizione di join dice che ogni attributo  $B$  deve essere maggiore degli stessi attributi rinominati. In questo modo vengono tenute tutte le tuple tranne quella in cui l' attributo  $B$  assume il valore minore. Quindi per il principio di complementarietà sottraendo dall' insieme iniziale, l' insieme delle tuple dove  $B$  non è il minimo, otteniamo proprio il valore minimo che cercavamo.

### Minimo/massimo relativo

Dato lo schema relazionale  $R(A,B)$  trovare per ogni  $A$  il minimo/massimo  $B$  in  $R$ .

Supponiamo di determinare il massimo:

$$\pi_{A,B}(R) - \pi_{A,B}(R \bowtie_{A=A_1 \text{ AND } B < B_1} (\rho(A_1, B_1 \leftarrow A, B)(R)))$$

E' molto simile al massimo assoluto. Il predicato di join in questo caso seleziona tutti i valori minimi di  $B$  per ogni attributo  $A$ .

## Ottimizzazione algebrica

L'ottimizzazione algebrica ha lo scopo di trovare un'espressione che sia equivalente all'espressione data e che possa essere eseguita in modo più efficiente.

Il costo dell'esecuzione di un'interrogazione può essere valutato in termini delle dimensioni dei risultati intermedi.

In presenza di alternative equivalenti viene scelta l'espressione con costo minore.

Le trasformazioni di equivalenza sono operazioni che sostituiscono un'espressione con un'altra a essa equivalente

- interessanti se riducono il costo

Alcune trasformazioni:

- atomizzazione delle selezioni
- idempotenza delle proiezioni
- anticipazione della selezione rispetto al join
- anticipazione della proiezione rispetto al join

### Atomizzazione delle Selezioni

Una congiunzione di selezioni può essere sostituita da una sequenza di selezioni atomiche:

$$\sigma_{F1 \text{ AND } F2}(E) \equiv \sigma_{F1}(\sigma_{F2}(E)) \quad \text{Dove } E \text{ è una qualsiasi espressione}$$

Successive applicazioni permettono di operare su condizioni atomiche

### Idempotenza delle Proiezioni

Una proiezione può essere trasformata in una sequenza di proiezioni che eliminano i vari attributi in varie fasi

$$\pi_A(E) \equiv \pi_A(\pi_{A,B}(E))$$

E è un'espressione definita su un insieme di attributi che contiene A e B

### Anticipazione della Selezione Rispetto al Join

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

Se la condizione F coinvolge solo attributi della sottoespressione E2.

### Anticipazione della Proiezione Rispetto al Join

$$\pi_{X1,Y2}(E1 \bowtie E2) \equiv E1 \bowtie \pi_{Y2}(E2)$$

Dove:

E1 è definita su X1,

E2 è definita su X2

Dove  $Y2 \subseteq X2$  e  $(X1 \cap X2) \subseteq Y2$

(gli attributi di X2 Y2 non sono coinvolti nel join).

Combinata con l'idempotenza delle proiezioni, permette di eliminare subito da ciascuna relazione gli attributi che non compaiono nel risultato e non sono coinvolti nel join.

Trasformazioni basate sulla corrispondenza tra operatori insiemistici e selezioni complesse:

$$\sigma_{F1 \text{ OR } F2}(R) \equiv \sigma_{F1}(R) \cup \sigma_{F2}(R)$$

$$\sigma_{F1 \text{ AND } F2}(R) \equiv \sigma_{F1}(R) \cap \sigma_{F2}(R) \equiv \sigma_{F1}(R) \bowtie \sigma_{F2}(R)$$

## Esercizi di Algebra Relazionale

### Esercizio 1

Si assuma il seguente schema relazionale per la gestione di una biblioteca:

LIBRI(codice\_libro, autore, titolo)

UTENTI(codice\_utente, nome, cognome)

PRESTITI(codice\_utente, codice\_libro, data\_prestito)

Si esprima, nell'algebra relazionale, ciascuna delle seguenti interrogazioni:

- a) Titoli dei libri presi in prestito il giorno 13/7/2011
- b) Autori dei libri presi in prestito da Paolo Bianchi
- c) Codici degli utenti che hanno preso in prestito libri scritti da Camilleri oppure da De Luca
- d) Titoli dei libri presi in prestito il giorno 13/7/2011 da Paolo Bianchi
- e) Trovare gli utenti che hanno preso in prestito solo libri di Camilleri

**SOLUZIONI:**

- a) **Titoli dei libri presi in prestito il giorno 13/7/2011**

LIBRI(codice\_libro, autore, titolo)

UTENTI(codice\_utente, nome, cognome)

PRESTITI(codice\_utente, codice\_libro, data\_prestito)

$S1 = \sigma_{data\_prestito=13/7/2011}(Prestiti)$

$\pi_{titolo}(S1 \bowtie Libri)$

oppure direttamente:

$\pi_{titolo}(\sigma_{data\_prestito=13/7/2011}(Prestiti) \bowtie Libri)$

- b) **Autori dei libri presi in prestito da Paolo Bianchi**

LIBRI(codice\_libro, autore, titolo)

UTENTI(codice\_utente, nome, cognome)

PRESTITI(codice\_utente, codice\_libro, data\_prestito)

$S1 = \sigma_{nome='Paolo' \text{ AND } cognome = 'Bianchi'}(Utenti)$

$S2 = S1 \bowtie Prestiti$

$S3 = S2 \bowtie Libri$

$\pi_{autore}(S3)$

Ottimizzando:

$S1 = \sigma_{nome='Paolo' \text{ AND } cognome = 'Bianchi'}(Utenti)$

$S2 = \pi_{codice\_libro}(S1 \bowtie Prestiti)$

$S3 = S2 \bowtie Libri$

$\pi_{autore}(S3)$

- c) **Codici degli utenti che hanno preso in prestito libri scritti da Camilleri oppure da De Luca**

LIBRI(codice\_libro, autore, titolo)

UTENTI(codice\_utente, nome, cognome)

PRESTITI(codice\_utente, codice\_libro, data\_prestito)

$S1 = \sigma_{autore='Camilleri' \text{ OR } autore = 'De Luca'}(Libri)$

$S2 = S1 \bowtie Prestiti$

$\pi_{codice\_utente}(S2)$

**d) Titolo dei libri presi in prestito il giorno 13/7/2011 da Paolo Bianchi**

LIBRI(codice\_libro, autore, titolo)

UTENTI(codice\_utente, nome, cognome)

PRESTITI(codice\_utente, codice\_libro, data\_prestito)

$S1 = \sigma_{\text{nome} = 'Paolo' \text{ AND } \text{cognome} = 'Bianchi'} (\text{Utenti})$

$S2 = \sigma_{\text{data_prestito} = 13/7/2011} (\text{Prestiti})$

$S3 = \pi_{\text{codice_libro}} (S1 \bowtie S2)$

$S4 = S3 \bowtie \text{Libri}$

$\pi_{\text{titolo}} (S4)$

**e) Trovare gli utenti che hanno preso in prestito solo libri di Camilleri.**

LIBRI(codice\_libro, autore, titolo)

UTENTI(codice\_utente, nome, cognome)

PRESTITI(codice\_utente, codice\_libro, data\_prestito)

$S1 = \sigma_{\text{autore} = 'Camilleri'} (\text{Libri})$

$S2 = \pi_{\text{codice_libro}} (S1)$

$S3 = S2 \bowtie \text{Prestiti}$

$S4 = \pi_{\text{codice_utente}} (S3)$

$T1 = \sigma_{\text{autore} \leftrightarrow 'Camilleri'} (\text{Libri})$

$T2 = \pi_{\text{codice_libro}} (T1)$

$T3 = T2 \bowtie \text{Prestiti}$

$T4 = \pi_{\text{codice_utente}} (T3)$

$S4 - T4$

## Esercizio 2

Si assuma il seguente schema relazionale per la gestione del noleggio di cd:

CD(codice\_cd, autore, titolo)

CLIENTI(codice\_cliente, codice\_fiscale, nome, cognome)

NOLEGGIO(codice\_cliente, codice\_cd, data\_noleggio)

Si esprima, nell'algebra relazionale, ciascuna delle seguenti interrogazioni:

- Autore e titolo dei cd noleggiati da Paolo Bianchi in data 20/1/2012
- Nome e cognome dei clienti che hanno noleggiato cd dei Radiohead in data 12/10/2001
- Titolo dei cd che sono stati noleggiati dal cliente avente codice C123 oppure dal cliente avente codice G624
- Trovare i clienti che hanno stesso nome e cognome, ma diverso Codice Fiscale.

**SOLUZIONE:**

a) Autore e titolo dei cd noleggiati da Paolo Bianchi in data 20/1/2012

CD(codice\_cd, autore, titolo)

CLIENTI(codice\_cliente, codice\_fiscale, nome, cognome)

NOLEGGIO(codice\_cliente, codice\_cd, data\_noleggio)

$S1 = \text{Noleggio} \bowtie \text{Clienti}$

NOTA:

$\text{Noleggio} \bowtie \text{Clienti}$

$\equiv$

$\sigma_{\text{Noleggio.codice_cliente} = \text{Clienti.codice_cliente}} (\text{NoleggioXClienti})$

$S2 = \sigma_{\text{data_noleggio} = 20/1/2012 \text{ AND } \text{nome} = 'Paolo' \text{ AND } \text{cognome} = 'Bianchi'} (S1)$

$S3 = \pi_{\text{codice_cd}} (S2)$

$\pi_{\text{autore, titolo}} (S3 \bowtie \text{CD})$

Ottimizzando:

$$S1 = \sigma_{\text{data\_noleggio} = 20/1/2012} (\text{Noleggio})$$

$$S2 = \sigma_{\text{nome} = 'Paolo' \text{ AND cognome} = 'Bianchi'} (\text{Clienti})$$

$$S3 = \pi_{\text{codice\_cd}} (S1 \bowtie S2)$$

$$\pi_{\text{autore}, \text{titolo}} (S3 \bowtie CD)$$

b) Nome e cognome dei clienti che hanno noleggiato cd dei Radiohead in data 12/10/2001

$$CD(\text{codice\_cd}, \text{autore}, \text{titolo})$$

$$CLIENTI(\text{codice\_cliente}, \text{codice\_fiscale}, \text{nome}, \text{cognome})$$

$$NOLEGGIO(\text{codice\_cliente}, \text{codice\_cd}, \text{data\_noleggio})$$

$$S1 = \sigma_{\text{data\_noleggio} = 12/10/2001} (\text{Noleggio})$$

$$S2 = \sigma_{\text{autore} = 'Radiohead'} (CD)$$

$$S3 = \pi_{\text{codice\_cliente}} (S1 \bowtie S2)$$

$$\pi_{\text{nome}, \text{cognome}} (S3 \bowtie Clienti)$$

c) Titolo dei cd che sono stati noleggiati dal cliente avente codice C123 oppure dal cliente avente codice G624

$$CD(\text{codice\_cd}, \text{autore}, \text{titolo})$$

$$CLIENTI(\text{codice\_cliente}, \text{codice\_fiscale}, \text{nome}, \text{cognome})$$

$$NOLEGGIO(\text{codice\_cliente}, \text{codice\_cd}, \text{data\_noleggio})$$

$$\pi_{\text{titolo}} (\sigma_{\text{codice\_cliente} = 'C123' \text{ OR codice\_cliente} = 'G624'} (\text{Noleggio}) \bowtie CD)$$

Ottimizzazione:

$$S1 = \pi_{\text{codice\_cd}} (\sigma_{\text{codice\_cliente} = 'C123' \text{ OR codice\_cliente} = 'G624'} (\text{Noleggio}))$$

$\equiv$

$$S1 = \pi_{\text{codice\_cd}} (\sigma_{\text{codice\_cliente} = 'C123'} (\text{Noleggio}) \cup \sigma_{\text{codice\_cliente} = 'G624'} (\text{Noleggio}))$$

$$S2 = \pi_{\text{titolo}} (S1 \bowtie CD)$$

d) Trovare i clienti che hanno stesso nome e cognome, ma diverso Codice Fiscale

$$CD(\text{codice\_cd}, \text{autore}, \text{titolo})$$

$$CLIENTI(\text{codice\_cliente}, \text{codice\_fiscale}, \text{nome}, \text{cognome})$$

$$NOLEGGIO(\text{codice\_cliente}, \text{codice\_cd}, \text{data\_noleggio})$$

Ridenominiamo gli attributi della tabella Clienti:

$$p ( Clienti1(\text{nome1} \leftarrow \text{nome}, \text{cognome1} \leftarrow \text{cognome}, \text{codice\_fiscale1} \leftarrow \text{codice\_fiscale}), Clienti)$$

è equivalente a scrivere:

$$C = p(\text{nome1} \leftarrow \text{nome}, \text{cognome1} \leftarrow \text{cognome}, \text{codice\_fiscale1} \leftarrow \text{codice\_fiscale}, Clienti)$$

$$\pi_{\text{nome}, \text{cognome}, \text{codice\_fiscale}} (Clienti \bowtie Clienti.\text{nome} = Clienti1.\text{nome1} \text{ AND } Clienti.\text{cognome} = Clienti1.\text{cognome1} \text{ AND Clienti.codice\_fiscale} \bowtie Clienti1.codice\_fiscale1 \text{ Clienti1})$$

Il join (Self-Join) ci permette di mantenere tutte quelle tuple in cui i valori degli attributi nome e cognome sono uguali alla loro controparte ridenominata, mentre il valore dell'attributo codice\_fiscale è diverso.

### Esercizio 3

Si assuma il seguente schema relazionale per la raccolta di prenotazioni di posti su treni:

VIAGGIATORI (codice viaggiatore, nome, cognome)  
TRENI (codice treno, provenienza, destinazione)  
PRENOTAZIONI (codice viaggiatore, codice treno, data)

Si esprima, nell'algebra relazionale, ciascuna delle seguenti interrogazioni:

- Nome e cognome dei viaggiatori che in data 10/12/2011 hanno prenotato posti su treni da Pisa per Roma
- Elenco delle date in cui viaggiatori dal cognome Bianchi hanno effettuato prenotazioni
- Provenienza e destinazione dei treni su cui è stata effettuata almeno una prenotazione

SOLUZIONE:

a) Nome e cognome dei viaggiatori che in data 10/12/2011 hanno prenotato posti su treni da Pisa per Roma

$$S1 = \sigma_{\text{data} = 10/12/2011} (\text{Prenotazioni})$$

$$S2 = \sigma_{\text{provenienza} = \text{'Pisa'} \text{ AND } \text{destinazione} = \text{'Roma'}} (\text{Treni})$$

$$S3 = \pi_{\text{codice viaggiatore}}(S1 \bowtie S2)$$

$$S4 = S3 \bowtie \text{Viaggiatori}$$

$$\pi_{\text{nome, cognome}}(S4)$$

b) Elenco delle date in cui viaggiatori dal cognome Bianchi hanno effettuato prenotazioni

VIAGGIATORI (codice viaggiatore, nome, cognome)  
TRENI (codice treno, provenienza, destinazione)  
PRENOTAZIONI (codice viaggiatore, codice treno, data)

$$S1 = \sigma_{\text{cognome} = \text{'Bianchi'}} (\text{Viaggiatori}) \\ \pi_{\text{data}}(S1 \bowtie \text{Prenotazioni})$$

oppure direttamente:

$$\pi_{\text{data}}(\sigma_{\text{cognome} = \text{'Bianchi'}} (\text{Viaggiatori}) \bowtie \text{Prenotazioni})$$

c) Provenienza e destinazione dei treni su cui è stata effettuata almeno una prenotazione

VIAGGIATORI (codice viaggiatore, nome, cognome)  
TRENI (codice treno, provenienza, destinazione)  
PRENOTAZIONI (codice viaggiatore, codice treno, data)

$$\pi_{\text{provenienza, destinazione}}(\text{Treni} \bowtie \text{Prenotazioni})$$

## Esercizio 4

Si assuma il seguente schema relazionale per la gestione di un video-noleggio:

CLIENTI (codice\_cliente, nome, cognome)

FILM(codice\_film, titolo, anno, genere)

NOLEGGIO(codice\_cliente, codice\_film, data)

Si esprima, nell'algebra relazionale, ciascuna delle seguenti interrogazioni:

- a) Nome e cognome dei clienti che hanno noleggiato film di fantascienza
- b) Titolo ed anno dei film di fantascienza
- c) Titolo dei film gialli noleggiati da Paolo Bianchi
- d) Cognome dei clienti che in data 10/12/2011 hanno noleggiato film di fantascienza o film girati nel 1965

SOLUZIONE:

**a) Nome e cognome dei clienti che hanno noleggiato film di fantascienza**

$\pi_{\text{nome, cognome}}((\sigma_{\text{genere} = \text{'fantascienza}}}(\text{Film}) \bowtie \text{Noleggio}) \bowtie \text{Clienti})$

**b) Titolo ed anno dei film di fantascienza**

$\pi_{\text{titolo, anno}}(\sigma_{\text{genere} = \text{'fantascienza}}}(\text{Film})$

**c) Titolo dei film gialli noleggiati da Paolo Bianchi**

$S1 = \sigma_{\text{genere} = \text{'giallo}}}(\text{Film})$

$S2 = \sigma_{\text{cognome} = \text{'Bianchi}} \text{ AND } \text{nome} = \text{'Paolo}}}(\text{Clienti})$

$S3 = \pi_{\text{codice_cliente}}(S1 \bowtie \text{Noleggio})$

$S4 = S3 \bowtie S2$

$\pi_{\text{titolo}}(S4)$

**d) Cognome dei clienti che in data 10/12/2011 hanno noleggiato film di fantascienza o film girati nel 1965**

CLIENTI (codice\_cliente, nome, cognome)

FILM(codice\_film, titolo, anno, genere)

NOLEGGIO(codice\_cliente, codice\_film, data)

$S1 = \sigma_{\text{data} = 10/12/2011}(\text{Noleggio})$

$S2 = \sigma_{\text{genere} = \text{'fantascienza}} \text{ OR } \text{anno} = 1965(\text{Film})$

$S3 = \pi_{\text{codice_cliente}}(S1 \bowtie S2)$

$\pi_{\text{cognome}}(S3 \bowtie \text{Clienti})$

oppure:

$S1 = \sigma_{\text{data} = 10/12/2011}(\text{Noleggio})$

$S2 = \sigma_{\text{genere} = \text{'fantascienza}}}(\text{Film}) \cup \sigma_{\text{anno} = 1965}(\text{Film})$

$S3 = \pi_{\text{codice_cliente}}(S1 \bowtie S2)$

$\pi_{\text{cognome}}(S3 \bowtie \text{Clienti})$

## Esercizio 5

Si assuma il seguente schema relazionale per la prenotazione di aule per esami:

ESAMI (codice\_esame, materia, professore)

AULE(codice\_aula, nome, edificio, capienza)

PRENOTAZIONI (codice\_aula, codice\_esame, data)

Si esprima, nell'algebra relazionale, ciascuna delle seguenti interrogazioni:

- a) Edificio e nome delle aule prenotate per gli esami di informatica il giorno 10/12/2011
- b) Nome e capienza delle aule prenotate per esami tenuti dal Prof. Bianchi
- c) Edificio e nome delle aule con capienza di almeno 100 posti che hanno prenotazioni in data 10/12/2011
- d) Edificio e nome delle aule con capienza di almeno 100 posti le quali *non* hanno prenotazioni in data 10/12/2011
- e) Nome ed edificio delle aule prenotate in data 10/12/2011

SOLUZIONE:

a) **Edificio e nome delle aule prenotate per gli esami di informatica il giorno 10/12/2011**

$$\pi_{\text{edificio, nome}}((\sigma_{\text{materia} = \text{'informatica'}}(\text{Esame}) \bowtie \sigma_{\text{data} = 10/12/2011}(\text{Prenotazioni})) \bowtie \text{Aule})$$

b) **Nome e capienza delle aule prenotate per esami tenuti dal Prof. Bianchi**

$$\pi_{\text{nome, capienza}}((\sigma_{\text{professore} = \text{'Bianchi'}}(\text{Esame}) \bowtie \text{Prenotazioni}) \bowtie \text{Aule})$$

c) **Edificio e nome delle aule con capienza di almeno 100 posti che hanno prenotazioni in data 10/12/2011**

$$\pi_{\text{edificio, nome}}(\sigma_{\text{capienza} \geq 100}(\text{Aule}) \bowtie \sigma_{\text{data} = 10/12/2011}(\text{Prenotazioni}))$$

d) **Edificio e nome delle aule con capienza di almeno 100 posti le quali *non* hanno prenotazioni in data 10/12/2011**

ESAMI (codice\_esame, materia, professore)  
AULE(codice\_aula, nome, edificio, capienza)  
PRENOTAZIONI (codice\_aula, codice\_esame, data)

$$\pi_{\text{edificio, nome}}(\sigma_{\text{capienza} \geq 100}(\text{Aule})) - \pi_{\text{edificio, nome}}(\sigma_{\text{data} = 10/12/2011}(\text{Prenotazioni}))$$

e) **Nome ed edificio delle aule prenotate in data 10/12/2011**

$$\pi_{\text{edificio, nome}}(\sigma_{\text{data} = 10/12/2011}(\text{Prenotazioni}) \bowtie \text{Aule})$$

## Esercizio 6

Si assuma il seguente schema relazionale:

STUDENTI (matricola, nome, cognome)

MATERIE(codice\_insegnamento, materia)

ESAMI (codice\_insegnamento, matricola, data, voto)

Si esprima, nell'algebra relazionale, ciascuna delle seguenti interrogazioni:

- Esami sostenuti dagli studenti chiamati Paolo Bianchi
- Nome, cognome, matricola degli studenti che hanno superato l'esame di Informatica con voto superiore a 25
- Nome e cognome degli studenti che hanno sostenuto esami in data 10/12/2011 oppure in data 15/12/2011
- Trovare il minimo voto
- Trovare il massimo voto per ogni studente

SOLUZIONE:

- a) Esami sostenuti dagli studenti chiamati Paolo Bianchi

$S1 = \pi_{\text{matricola}} (\sigma_{\text{name} = 'Paolo'} \text{ AND } \text{cognome} = 'Bianchi' (\text{Studenti}))$

$\pi_{\text{materia}} (\pi_{\text{codice_insegnamento}} (S1 \bowtie \text{Esami}) \bowtie \text{Materie})$

- b) Nome, cognome, matricola degli studenti che hanno superato l'esame di Informatica con voto superiore a 25

$\pi_{\text{name}, \text{cognome}, \text{matricola}} ((\sigma_{\text{voto} > 25} (\text{Esami}) \bowtie \sigma_{\text{materia} = 'Informatica'} (\text{Materie})) \bowtie \text{Studenti})$

- c) Nome e cognome degli studenti che hanno sostenuto esami in data 10/12/2011 oppure in data 15/12/2011

STUDENTI (matricola, nome, cognome)

MATERIE(codice\_insegnamento, materia)

ESAMI (codice\_insegnamento, matricola, data, voto)

$\pi_{\text{name}, \text{cognome}} (\sigma_{\text{data} = 10/12/2011 \text{ OR } \text{data} = 15/12/2011} (\text{Esami}) \bowtie \text{Studenti})$

oppure:

$\pi_{\text{name}, \text{cognome}} (\sigma_{\text{data} = 10/12/2011} (\text{Esami}) \bowtie \text{Studenti}) \cup$

$\pi_{\text{name}, \text{cognome}} (\sigma_{\text{data} = 15/12/2011} (\text{Esami}) \bowtie \text{Studenti})$

- d) Trovare il minimo voto in Esami

Abbiamo bisogno di fare un join tra la relazione Esami e se stessa, ridenominando tutti gli attributi della copia di Esami.

$\rho (\text{Esami1}(\text{codice_insegnamento1} \leftarrow \text{codice_insegnamento}, \text{matricola1} \leftarrow \text{matricola}, \text{data1} \leftarrow \text{data}, \text{voto1} \leftarrow \text{voto}), \text{Esami1}$

La condizione di join seleziona quei valori dell'attributo **voto** che sono maggiori di almeno un valore della sua controparte rinominata.

$\pi_{\text{voto}} (\text{Esami}) -$

$\pi_{\text{voto}} (\text{Esami} \bowtie_{\text{Esami.voto} > \text{Esami1.voto1}} \text{Esami1})$

In questo modo vengono mantenute tutte le tuple tranne quella in cui l'attributo **voto** assume il valore minore. Quindi per il "principio di complementarietà" sottraendo dall'insieme iniziale l'insieme delle tuple dove voto non è il minimo, otteniamo proprio il valore minimo che cercavamo.

**e) Trovare il massimo voto per ogni studente**

STUDENTI (matricola, nome, cognome)

MATERIE(codice\_insegnamento, materia)

ESAMI (codice\_insegnamento, matricola, data, voto)

$\rho$  (Esami1(codice\_insegnamento1  $\leftarrow$  codice\_insegnamento,  
matricola1  $\leftarrow$  matricola, data1  $\leftarrow$  data, voto1  $\leftarrow$  voto), Esami)

$\pi_{\text{matricola}, \text{voto}}(\text{Esami}) -$

$\pi_{\text{matricola}, \text{voto}}(\text{Esami} \bowtie_{\text{Esami.voto} < \text{Esami1.voto1} \text{ AND } \text{Esami.matricola} = \text{Esami1.Matricola1}} \text{Esami1})$

## Esercizio 7

Si assuma il seguente schema relazionale:

ENOTECHE (codice\_enoteca, nome\_enoteca, via, numero\_civico, citta, provincia)

CATALOGO(codice\_enoteca, codice\_vino, prezzo)

VINI(codice\_vino, nome\_vino, colore, grado\_alcolico, provenienza)

- Trovare i nomi e i codici delle enoteche che forniscono vini rossi
- Trovare i codici delle enoteche che forniscono vini rossi o vini rosati
- Trovare i codici delle enoteche che forniscono vini rossi e vini rosati
- Trovare i codici delle enoteche che forniscono vini rossi o si trovano nella provincia di Pisa

SOLUZIONE:

a) Trovare i nomi e i codici delle enoteche che forniscono vini rossi

$S1 = \sigma_{\text{colore}=\text{rosso}}(\text{Vini})$

$S2 = \pi_{\text{codice_enoteca}}(S1 \bowtie \text{Catalogo})$

$S3 = S2 \bowtie \text{Enoteche}$

$\pi_{\text{nome_enoteca}, \text{codice_enoteca}}(S3)$

**b) Trovare i codici delle enoteche che forniscono vini rossi o vini rosati**

ENOTECHE (codice\_enoteca, nome\_enoteca, via, numero\_civico, citta, provincia)

CATALOGO(codice\_enoteca, codice\_vino, prezzo)

VINI(codice\_vino, nome\_vino, colore, grado\_alcolico, provenienza)

$\pi_{codice\_enoteca}(\sigma_{colore='rosso' \text{ OR } colore='rosato'}(Vini) \bowtie \text{Catalogo})$

oppure:

R1 =  $\pi_{codice\_enoteca}(\sigma_{colore='rosso'}(Vini) \bowtie \text{Catalogo})$

R2 =  $\pi_{codice\_enoteca}(\sigma_{colore='rosato'}(Vini) \bowtie \text{Catalogo})$

R1  $\cup$  R2

**c) Trovare i codici delle enoteche che forniscono vini rossi e vini rosati**

L'uso dell' AND è corretto?

$\pi_{codice\_enoteca}(\sigma_{colore='rosso' \text{ AND } colore='rosato'}(Vini) \bowtie \text{Catalogo})$

**E' ERRATO: un vino non puo' essere rosso e rosato!**

L'interrogazione corretta è:

R1 =  $\pi_{codice\_enoteca}(\sigma_{colore='rosso'}(Vini) \bowtie \text{Catalogo})$

R2 =  $\pi_{codice\_enoteca}(\sigma_{colore='rosato'}(Vini) \bowtie \text{Catalogo})$

R1  $\cap$  R2

**d) Trovare i codici delle enoteche che forniscono vini rossi o si trovano nella provincia di Pisa**

R1 =  $\pi_{codice\_enoteca}(\sigma_{colore='rosso'}(Vini) \bowtie \text{Catalogo})$

R2 =  $\pi_{codice\_enoteca}(\sigma_{provincia='Pisa'}(\text{Enoteche}))$

R1  $\cup$  R2