



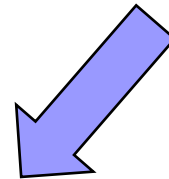
ALGEBRA RELAZIONALE

ESEMPIO DI QUERY

NOME	MATRICOL	INDIRIZZO	TELEFONO
Mario Rossi	123456	Via Etnea 1	222222
Ugo Bianchi	234567	Via Roma 2	333333
Teo Verdi	345678	Via Enna 3	444444

CORSO	PROFESSORE
Programmazione	Ferro
Architetture	Pappalardo
Matematica Discreta	Lizzio

CORSO	MATRICOLA	VOTO
Programmazione	345678	27
Architetture	123456	30
Programmazione	234567	18
Matematica Discreta	345678	22
Architettura	345678	30



Quali Professori hanno dato piu' di 24 a Teo Verdi ed in quali corsi?

PROFESSORE	CORSO
Programmazione	Ferro
Architetture	Pappalardo

Algebra relazionale

- Un set di operatori che:
 - Sono definiti sulle relazioni
 - Producono come risultato una relazione
- Gli operatori possono essere combinati per formare espressioni complesse

Operatori dell'algebra relazionale

- **Gli operatori primitivi dell'Algebra Relazionale sono:**
 - **Ridenominazione;**
 - **Unione;**
 - **Differenza;**
 - **Proiezione;**
 - **Restrizione (o Selezione);**
 - **Prodotto.**
- I simboli R, S, \dots denotano relazioni, A, B, \dots attributi e X, Y, \dots insiemi di attributi

Ridenominazione

- Operatore unario
- Modifica il nome di un attributo senza cambiarne il valore

Esempio Ridenominazione

Corso	Matricola	Voto
Programmazione	123456	27
EINN	23456	28

Corso	Codice Studente	Voto
Programmazione	123456	27
EINN	23456	28

- $\delta_{\text{Matricola} \rightarrow \text{Codice Studente}}$ (Esami)

Unione e Differenza

- Le relazioni sono degli insiemi, quindi possiamo applicare gli operatori sugli insiemi
- Il risultato dev'essere un set *omogeneo* di n-uple
 - Quindi, applichiamo gli operatori sui set solo fra relazioni con gli stessi attributi
- Siano R ed S relazioni dello stesso tipo allora
 - $R \cup S = \{t \mid t \in R \vee t \in S\}$
 - $R - S = \{t \mid t \in R \wedge t \notin S\}$

Esempio Unione

Graduates

Number	Surname	Age
7274	Robinson	37
7432	O'Malley	39
9824	Darkes	38

Managers

Number	Surname	Age
9297	O'Malley	56
7432	O'Malley	39
9824	Darkes	38

Graduates \cup Managers

Number	Surname	Age
7274	Robinson	37
7432	O'Malley	39
9824	Darkes	38
9297	O'Malley	56

Esempio Differenza

Graduates

Number	Surname	Age
7274	Robinson	37
7432	O'Malley	39
9824	Darkes	38

Managers

Number	Surname	Age
9297	O'Malley	56
7432	O'Malley	39
9824	Darkes	38

Graduates - Managers

Number	Surname	Age
7274	Robinson	37

Un esempio utile ma non fattibile

Paternity

Father	Child
Adam	Cain
Adam	Abel
Abraham	Isaac
Abraham	Ishmael

Maternity

Mother	Child
Eve	Cain
Eve	Seth
Sarah	Isaac
Hagar	Ishmael

Paternity \cup Maternity ???

- “Father” e “Mother” sono attributi con nomi diversi ma entrambi sono “Genitori”
- Soluzione: ridenominare gli attributi

Ridenominazione e Unione

Paternity

Father	Child
Adam	Cain
Adam	Abel
Abraham	Isaac
Abraham	Ishmael

Maternity

Mother	Child
Eve	Cain
Eve	Seth
Sarah	Isaac
Hagar	Ishmael

$$\delta_{\text{Father} \rightarrow \text{Parent}}(\text{Paternity}) \cup \delta_{\text{Mother} \rightarrow \text{Parent}}(\text{Maternity})$$

Parent	Child
Adam	Cain
Adam	Abel
Abraham	Isaac
Abraham	Ishmael
Eve	Cain
Eve	Seth
Sarah	Isaac
Hagar	Ishmael

Proiezione

- Produce risultati:
 - Su un sottoinsieme degli attributi dell'operando
 - Con valori da tutte le n-uple della relazione
- La cardinalita' di $\pi_{A_1, A_2, \dots, A_n}(R)$ puo' essere minore di R nel caso di duplicati

Esempio Proiezione

Employees

Surname	FirstName	Department	Head
Smith	Mary	Sales	De Rossi
Black	Lucy	Sales	De Rossi
Verdi	Mary	Personnel	Fox
Smith	Mark	Personnel	Fox

$\pi_{\text{Surname, FirstName}}(\text{Employees})$

Surname	FirstName
Smith	Mary
Black	Lucy
Verdi	Mary
Smith	Mark

Proiezione

Un'altro esempio di proiezione

Employees

Surname	FirstName	Department	Head
Smith	Mary	Sales	De Rossi
Black	Lucy	Sales	De Rossi
Verdi	Mary	Personnel	Fox
Smith	Mark	Personnel	Fox

$\pi_{\text{Department, Head}}(\text{Employees})$

Department	Head
Sales	De Rossi
Personnel	Fox

- Si riduce la cardinalita' del risultato rispetto all'operando

Selezione (Restrizione)

- Produce risultati:
 - Con lo stesso schema dell'operando
 - Con un sottoinsieme delle n-uple dell'operando
 - Quelle che soddisfano la condizione specificata

Esempio Selezione

Employees

Surname	FirstName	Age	Salary
Smith	Mary	25	2000
Black	Lucy	40	3000
Verdi	Nico	36	4500
Smith	Mark	40	3900

$\sigma_{\text{Age}<30 \text{ Salary}>4000}$ (Employees)

Surname	FirstName	Age	Salary
Smith	Mary	25	2000
Verdi	Nico	36	4500

Selezione

Un altro esempio di Selezione

Citizens

Surname	FirstName	PlaceOfBirth	Residence
Smith	Mary	Rome	Milan
Black	Lucy	Rome	Rome
Verdi	Nico	Florence	Florence
Smith	Mark	Naples	Florence

$\sigma_{\text{PlaceOfBirth}=\text{Residence}}$ (Citizens)

Surname	FirstName	PlaceOfBirth	Residence
Black	Lucy	Rome	Rome
Verdi	Nico	Florence	Florence

Prodotto (Cartesiano)

- **Combinazione di tutti i campi e tutti i record delle relazioni che partecipano**

Esempio prodotto cartesiano

Employees

Employee	Project
Smith	A
Black	A
Black	B

Projects

Code	Name
A	Venus
B	Mars

Employees \times Projects

Employee	Project	Code	Name
Smith	A	A	Venus
Black	A	A	Venus
Black	B	A	Venus
Smith	A	B	Mars
Black	A	B	Mars
Black	B	B	Mars

Operatori Derivati

- Sono operatori utili che si possono esprimere in funzioni di quelli primitivi.
- **Intersezione:** Siano R ed S dello stesso tipo
 - $R \cap S = \{t \mid t \in R \wedge t \in S\}$
- Il risultato dev'essere un set *omogeneo* di n-uple
 - Quindi, applichiamo gli operatori sui set solo fra relazioni con gli stessi attributi

Esempio Intersezione

Graduates

Number	Surname	Age
7274	Robinson	37
7432	O'Malley	39
9824	Darkes	38

Managers

Number	Surname	Age
9297	O'Malley	56
7432	O'Malley	39
9824	Darkes	38

Graduates \cap Managers

Number	Surname	Age
7432	O'Malley	39
9824	Darkes	38

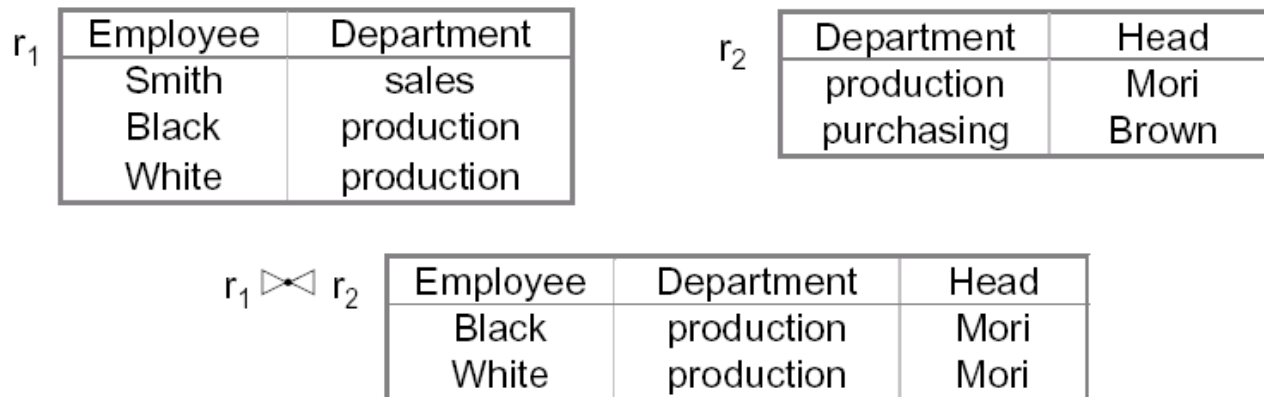
JOIN (Giunzione)

- L'operatore piu' importante dell'algebra relazionale
- Permette di combinare tuple da relazioni diverse basandosi sui valori degli attributi

$$\square R \bowtie_F S$$

JOIN incompleti

- Nel caso in cui alcuni valori tra gli attributi comuni non coincidono



- Quindi, alcune n-uple non partecipano al JOIN (*dangling* n-uple)

JOIN vuoti, un caso estremo

- Potrebbe anche succedere che nessuna n-upla trovi il corrispettivo

r_1

Employee	Department
Smith	sales
Black	production
White	production

r_2

Department	Head
marketing	Mori
purchasing	Brown

$r_1 \bowtie r_2$

Employee	Department	Head

L'altro caso estremo del JOIN

- Ogni n-upla di R_1 si combina con ogni n-upla di R_2

r_1

Employee	Project
Smith	A
Black	A
White	A

r_2

Project	Head
A	Mori
A	Brown

$r_1 \bowtie r_2$

Employee	Project	Head
Smith	A	Mori
Black	A	Brown
White	A	Mori
Smith	A	Brown
Black	A	Mori
White	A	Brown

- Cardinalita' del risultato e' il prodotto delle cardinalita'

OUTER JOIN (Giunzione esterna)

- Una variante del JOIN per mantenere nel risultato le n-uple che non partecipano al JOIN
- Gli attributi delle *dangling* n-uple vengono riempiti con NULL
- Tre varianti:
 - Left: solo dangling n-uple del primo operando
 - Right: solo dangling n-uple del secondo operando
 - Full: n-uple da entrambi gli operandi

Esempio di OUTER JOIN

r_1

Employee	Department
Smith	sales
Black	production
White	production

r_2

Department	Head
production	Mori
purchasing	Brown

$r_1 \bowtie_{\text{LEFT}} r_2$

Employee	Department	Head
Smith	Sales	NULL
Black	production	Mori
White	production	Mori

$r_1 \bowtie_{\text{RIGHT}} r_2$

Employee	Department	Head
Black	production	Mori
White	production	Mori
NULL	purchasing	Brown

$r_1 \bowtie_{\text{FULL}} r_2$

Employee	Department	Head
Smith	Sales	NULL
Black	production	Mori
White	production	Mori
NULL	purchasing	Brown

Proprietà' del JOIN

- Il JOIN e'

- Commutativo: $R \bowtie S = S \bowtie R$

- Associativo: $(R \bowtie S) \bowtie T = R \bowtie (S \bowtie T)$

- Quindi possiamo avere sequenze di JOIN senza rischio di ambiguita':

- $R \bowtie S \bowtie T \dots$

Esempio di JOIN multipli

r_1

Employee	Department
Smith	sales
Black	production
Brown	marketing
White	production

r_2

Department	Division
production	A
marketing	B
purchasing	B

r_2

Division	Head
A	Mori
B	Brown

$r_1 \bowtie r_2 \bowtie r_3$

Employee	Department	Division	Head
Black	production	A	Mori
Brown	marketing	B	Brown
White	production	A	Mori

Query (interrogazioni)

- L'algebra relazionale puo' quindi essere usata per interrogare una base di dati
- Una query e' una funzione da una istanza di un database (insieme di relazioni) ad una relazione

Database di esercitazione

Employees

Number	Name	Age	Salary
101	Mary Smith	34	40
103	Mary Bianchi	23	35
104	Luigi Neri	38	61
105	Nico Bini	44	38
210	Marco Celli	49	60
231	Siro Bisi	50	60
252	Nico Bini	44	70
301	Steve Smith	34	70
375	Mary Smith	50	65

Supervision

Head	Employee
210	101
210	103
210	104
231	105
301	210
301	231
375	252

Esercizio 1

- Trovare numero, nome ed eta' di tutti gli impiegati che guadagnano piu' di 40 mila euro

$\pi_{\text{Number, Name, Age}}(\sigma_{\text{Salary} > 40}(\text{EMPLOYEES}))$

Number	Name	Age
104	Luigi Neri	38
210	Marco Celli	49
231	Siro Bisi	50
252	Nico Bini	44
301	Steve Smith	34
375	Mary Smith	50

Esercizio 2

- Trovare il codice dei responsabili degli impiegati che guadagnano piu' di 40 mila euro

$\pi_{\text{Head}}(\text{SUPERVISION} \bowtie_{\text{Employee=Number}}(\sigma_{\text{Salary}>40}(\text{EMPLOYEES})))$

Head
210
301
375

Esercizio 3

- Trovare nome e salario dei responsabili degli impiegati che guadagnano piu' di 40 mila euro.

$$\pi_{\text{NameH, SalaryH}} (\rho_{\text{NumberH, NameH, SalaryH, AgeH} \leftarrow \text{Number, Name, Salary, Age}} (\text{EMPLOYEES}) \\ \bowtie_{\text{NumberH=Head}} \\ (\text{SUPERVISION} \bowtie_{\text{Employee=Number}} (\sigma_{\text{Salary}>40}(\text{EMPLOYEES})))) \quad (3.3)$$

NameH	SalaryH
Marco Celli	60
Steve Smith	70
Mary Smith	65

Esercizio 4

- Trovare gli impiegati che guadagnano piu' dei loro responsabili e visualizzare numero, nome e salario sia dell'impiegato che del responsabile

$$\pi_{\text{Number, Name, Salary, NumberH, NameH, SalaryH}} (\sigma_{\text{Salary} > \text{SalaryH}} (\rho_{\text{NumberH, NameH, SalaryH, AgeH} \leftarrow \text{Number, Name, Salary, Age}} (\text{EMPLOYEES}) \bowtie_{\text{NumberH=Head}} (\text{SUPERVISION} \bowtie_{\text{Employee=Number}} (\text{EMPLOYEES})))) \quad (3.4)$$

Number	Name	Salary	NumberH	NameH	SalaryH
104	Luigi Neri	61	210	Marco Celli	60
252	Nico Bini	70	375	Mary Smith	65

Esercizio 5

- Trovare numero e nome dei responsabili i cui impiegati guadagnano TUTTI piu' di 40 mila euro

$$\pi_{\text{Number, Name}}(\text{EMPLOYEES} \bowtie_{\text{Number=Head}} (\pi_{\text{Head}}(\text{SUPERVISION}) - \pi_{\text{Head}}(\text{SUPERVISION} \bowtie_{\text{Employee=Number}} (\sigma_{\text{Salary} \leq 40}(\text{EMPLOYEES}))))))$$

Number	Name
301	Steve Smith
375	Mary Smith