



Query Algebra Relazionale

Informatica ICA (LC)

Giacomo Boracchi

giacomo.boracchi@polimi.it

30 Novembre 2017



Algebra Relazionale - Operatori



Classificazione linguaggi

Linguaggi formali:

- Algebra relazionale
- Calcolo relazionale
- Programmazione logica

Linguaggi programmatici

- SQL: Structured Query Language
- QBE: Query By Example



Algebra relazionale

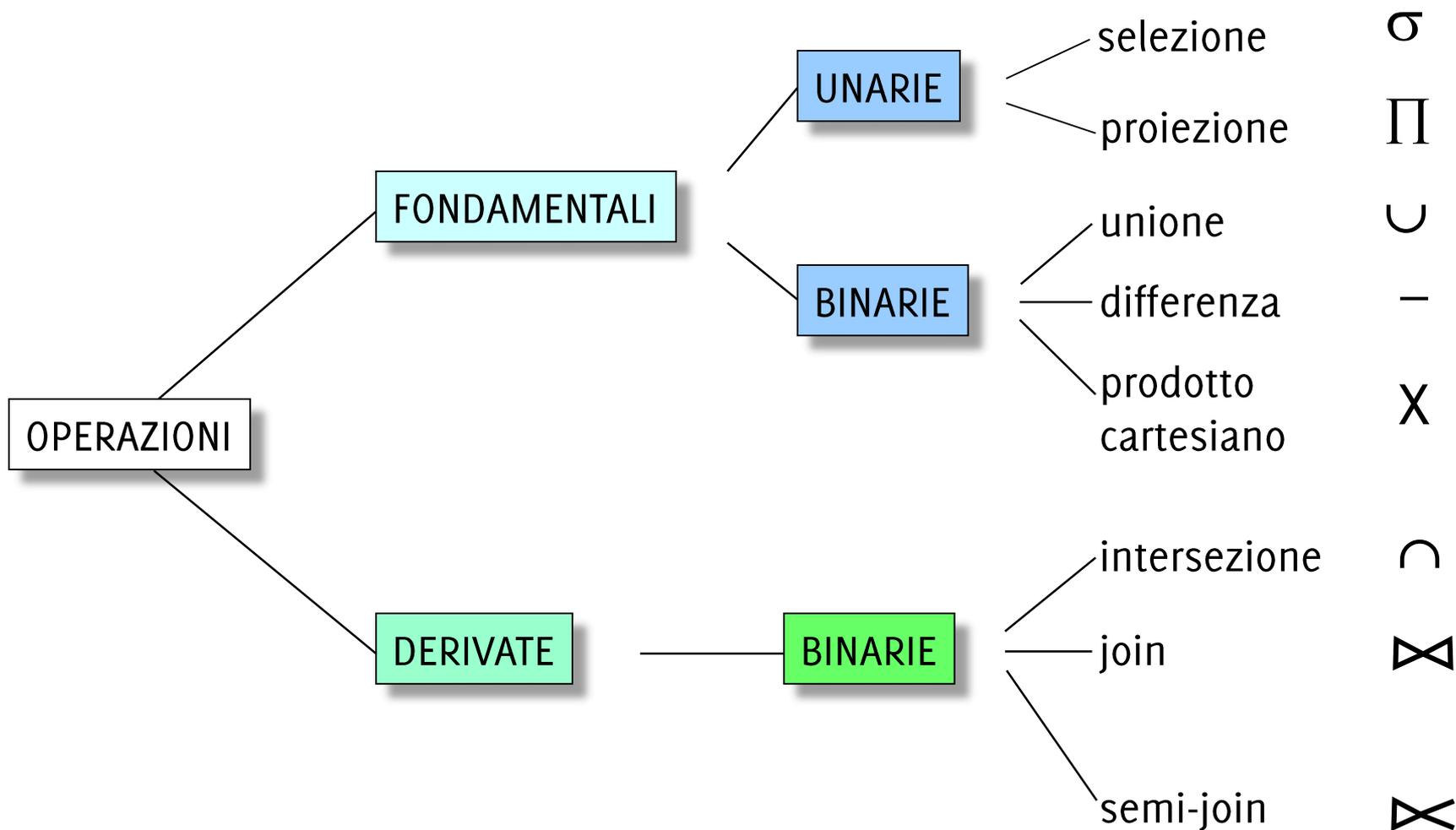
Definita da Codd (70)

Molto utile per imparare a formulare query (interrogazioni di DB)

Insieme minimo di 5 operazioni che danno l'intero potere espressivo del linguaggio



Una visione d'insieme





Esempio: gestione degli esami universitari

studente

MATR	NOME	CITTA'	C-DIP
123	Carlo	Bologna	Inf
415	Paola	Torino	Inf
702	Antonio	Roma	Log

esame

MATR	COD-CORSO	DATA	VOTO
123	1	7-9-97	30
123	2	8-1-98	28
702	2	7-9-97	20

CORSO

COD-CORSO	TITOLO	DOCENTE
1	matematica	Barozzi
2	informatica	Meo



Applicando

$\sigma_{\text{Nome}='Paola'}$ STUDENTE

si ottiene **una tabella** (priva di nome) con

- **Schema:** lo stesso schema di STUDENTE
- **Istanza:** le tuple di STUDENTE che soddisfano il predicato di selezione

Matr	Nome	Città	CDip
415	Paola	Torino	Inf



Sintassi del predicato di selezione

espressione booleana di predicati semplici

operazioni booleane :

- AND (P1 AND P2) (\wedge)
- OR (P1 OR P2) (\vee)
- NOT (P1) (\neg)

predicati semplici :

Forma: termine OP termine

Risultato: TRUE, FALSE

comparatore :

- =, !=, <, <=, >, >=

termine :

- costante, attributo
- espressione aritmetica di costanti e attributi



Esempio di selezione

σ STUDENTE

$(Città='Torino') \text{ OR } ((Città='Roma') \text{ AND NOT } (CDip='Log'))$

MATR	NOME	CITTA'	C-DIP
123	Carlo	Bologna	Inf
415	Paola	Torino	Inf
702	Antonio	Roma	Log



Applicando $\Pi_{\text{Nome, CDip}} \text{STUDENTE}$

si ottiene una **tabella** (priva di nome) con

- **Schema:** gli attributi Nome e Cdip
- **Istanza:** la restrizione delle tuple agli attributi Nome e CDip

Nome	CDip
Carlo	Inf
Paola	Inf
Antonio	Log



Assegnamento

serve per dare un nome al risultato di una espressione algebrica
non fa parte delle operazioni algebriche

INFORMATICI = $\sigma_{\text{CDIP}='Inf'}$ STUDENTI

TORINESI = $\sigma_{\text{Città}='Torino'}$ STUDENTI



Unione e differenza

tabella1 \cup tabella2

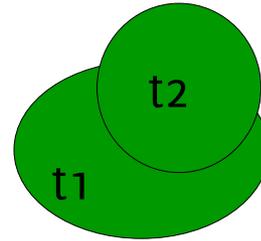


tabella1 – tabella2

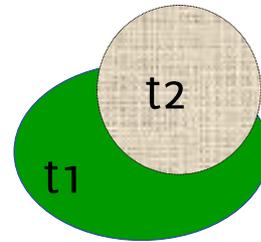


tabella1 e tabella2 devono essere compatibili

- Stesso grado
- Domini ordinatamente dello stesso tipo



Unione: esempio

Applicando:

- $\text{INFORMATICI} \cup \text{TORINESI}$

Si ottiene una **tabella** (priva di nome) con

- **Schema:** lo schema di INFORMATICI (e di TORINESI perché devono essere compatibili)
- **Istanza:** la unione delle tuple di INFORMATICI e TORINESI

Matr	Nome	Città	CDip
123	Carlo	Bologna	Inf
415	Paola	Torino	Inf

Per quanto riguarda le istanze, è commutativa



Differenza: esempio

Applicando:

- INFORMATICI - TORINESI

Si ottiene una **tabella** (priva di nome) con

- **Schema:** lo schema di INFORMATICI (e di TORINESI perché devono essere compatibili)
- **Istanza:** la differenza delle tuple di INFORMATICI e TORINESI

Matr	Nome	Città	CDip
123	Carlo	Bologna	Inf

Attenzione:
NON è
commutativa



Prodotto cartesiano

Applicando: $R \times S$

Si ottiene una tabella con

- Schema: gli attributi di R e S
($\text{grado}(R \times S) = \text{grado}(R) + \text{grado}(S)$)
- Istanza: tutte le possibili coppie di tuple di R e S
($\text{card}(R \times S) = \text{card}(R) * \text{card}(S)$)



Esempio

$R_1(A,B)$

A	B
a	1
b	3

$R_2(C,D)$

C	D
c	1
b	3
a	2

$R_1 \times R_2 (A,B,C,D)$

A	B	C	D
a	1	c	1
a	1	b	3
a	1	a	2
b	3	c	1
b	3	b	3
b	3	a	2



Intersezione

TABELLA1 \cap TABELLA2

Come gli altri operatori insiemistici, si può fare se TABELLA1 e TABELLA2 sono compatibili

Derivabile tramite la seguente formula:

$$R \cap S = R - (R - S)$$



Intersezione: esempio

Applicando:

- $\text{INFORMATICI} \cap \text{TORINESI}$

Si ottiene una **tabella** (priva di nome) con

- **Schema:** lo schema di INFORMATICI (e TORINESI)
- **Istanza:** la intersezione delle tuple di INFORMATICI e TORINESI

Matr	Nome	Città	CDip
415	Paola	Torino	Inf

Per quanto riguarda le istanze, è commutativa



L'espressione

- $\text{STUDENTE} \bowtie_{\text{STUDENTE.Matr=ESAME.Matr}} \text{ESAME}$

è equivalente alla seguente espressione (operatore derivato):

- $\sigma_{\text{STUDENTE.Matr=ESAME.Matr}} \text{STUDENTE} \times \text{ESAME}$

Nota: gli attributi omonimi sono resi non ambigui usando la notazione “puntata”:

- E.g.: ESAME.Matr , STUDENTE.Matr



Applicando:

- **STUDENTE** $\triangleright \triangleleft$ `STUDENTE.Matr=ESAME.Matr` **ESAME**

Si ottiene una **tabella** (priva di nome) con

- **schema:** la concatenazione degli schemi di STUDENTE e ESAME
- **istanza:** le tuple ottenute concatenando quelle tuple di STUDENTE e di ESAME che soddisfano il predicato

STUDENTE. Matr	Nome	Città	CDip	ESAME. Matr	Cod- Corso	Data	Voto
123	Carlo	Bologna	Inf	123	1	7-9-97	30
123	Carlo	Bologna	Inf	123	2	8-1-98	28
702	Antonio	Roma	Log	702	2	7-9-97	20



Sintassi del predicato Join

espressione congiuntiva di predicati semplici:

- ATTR1 comp ATTR2

Dove

- ATTR1 appartiene a TAB1
- ATTR2 appartiene a TAB2
- comp: =, !=, <, <=, >, >=

Tipicamente si specifica il nome della tabella davanti all'attributo per evitare fraintendimenti



Join naturale

equi-join di tutti gli attributi omonimi
(si omette il predicato, si elimina la colonna ripetuta)

- STUDENTE ▷◁ ESAME

Matr	Nome	Città	CDip	Cod-Corso	Data	Voto
123	Carlo	Bologna	Inf	1	7-9-97	30
123	Carlo	Bologna	Inf	2	8-1-98	28
702	Antonio	Roma	Log	2	7-9-97	20



Algebra Relazionale - INTERROGAZIONI



Espressioni algebriche

Concatenazione di più operazioni algebriche

Esprimono interrogazioni in modo formale

Consentono di estrarre informazioni dei dati



Selezione e proiezione

Matr	Nome	Città	CDip
123	Carlo	Bologna	Inf
415	Paola	Torino	Inf
702	Antonio	Roma	Log

Quali sono i nomi degli studenti iscritti al diploma di informatica?

NOME
Carlo
Paola

$\Pi_{\text{Nome}} \sigma_{\text{CDip}='Inf'} \text{STUDENTE}$



Selezione e proiezione

Matr	Nome	Città	CDip
123	Carlo	Bologna	Inf
415	Paola	Torino	Inf
702	Antonio	Roma	Log

quali i nomi degli studenti di Logistica che non sono di Milano?

$\Pi_{\text{Nome}} \sigma_{\text{CDip}='Log' \wedge \text{Città} \neq 'Milano'}$ STUDENTE

NOME
Antonio



- matricola e cognome degli impiegati che guadagnano più di 50

Matricola	Cognome
7309	Rossi
5998	Neri
5698	Neri

PROJ_{Matricola,Cognome} (SEL_{Stipendio > 50} (Impiegati))



Osservazioni

- combinando selezione e proiezione, possiamo estrarre informazioni da **una** relazione
- non possiamo però correlare informazioni presenti in relazioni diverse, né informazioni in ennuple diverse di una stessa relazione



Impiegati

Impiegato	Reparto
Rossi	A
Neri	B
Bianchi	B

Reparti

Codice	Capo
A	Mori
B	Bruni

Impiegati JOIN_{Reparto=Codice} Reparti

Impiegato	Reparto	Codice	Capo
Rossi	A	A	Mori
Neri	B	B	Bruni
Bianchi	B	B	Bruni



Esempio: gestione degli esami universitari

STUDENTE

Matr	Nome	Città	CDip
123	Carlo	Bologna	Inf
415	Paola	Torino	Inf
702	Antonio	Roma	Log

ESAME

Matr	Cod- Corso	Data	Voto
123	1	7-9-97	30
123	2	8-1-98	28
702	2	7-9-97	20

CORSO

Cod- Corso	Titolo	Docente
1	matematica	Barozzi
2	informatica	Meo



quali studenti hanno preso 30 in matematica?

$$\Pi_{\text{Nome}} \sigma_{\text{Voto}=30 \wedge \text{Titolo}='matematica'}$$
$$(\text{STUDENTE} \bowtie \text{ESAME} \bowtie \text{CORSO})$$

equivalente a:

$$\Pi_{\text{Nome}}$$
$$(\text{STUDENTE} \bowtie$$
$$(\sigma_{\text{Voto}=30} \text{ESAME}) \bowtie$$
$$(\sigma_{\text{Titolo}='matematica'} \text{CORSO}))$$



Uso del join 2/2

Da notare che i due join annidati hanno generato la seguente relazione

Matr	Nome	Città	CDip	Cod-Corso	Data	Voto	Titolo	Docente
123	Carlo	Bologna	Inf	1	7-9-97	30	matem	barozzi
123	Carlo	Bologna	Inf	2	8-1-98	28	infor	meo
702	Antonio	Roma	Log	3	7-9-97	20	infor	meo



Selezione, proiezione e join

Quali professori hanno esaminato Antonio?



Selezione, proiezione e join

Quali professori hanno esaminato Antonio?

$\Pi_{\text{Docente}} \sigma_{\text{Nome} = \text{'Antonio'}} (\text{STUDENTE} \bowtie \text{ESAME} \bowtie \text{CORSO})$

Docente
Meo



Espressioni con unione e differenza

estrarre la matricola degli studenti romani oppure degli studenti che hanno sostenuto un esame il giorno 8-1-01

$(\Pi_{\text{Matr}} \sigma_{\text{Città}='Roma'} \text{STUDENTE})$

\cup

$(\Pi_{\text{Matr}} \sigma_{\text{Data}=8-1-01} \text{ESAME})$

Matr
702

\cup

Matr
123



Matr
702
123



Espressioni con unione e differenza

Estrarre la matricola degli studenti che hanno preso almeno un voto superiore a 28 e non sono mai scesi sotto il 25

$(\Pi_{\text{Matr}} \sigma_{\text{Voto} \geq 28} \text{ESAME})$

-

$(\Pi_{\text{Matr}} \sigma_{\text{Voto} < 25} \text{ESAME})$

Matr
123

-

Matr
702



Matr
123



Espressioni complesse 1/3

Estrarre il nome degli studenti che non hanno mai preso meno di 28

$$\Pi_{\text{Nome}} \text{STUDENTE} \triangleright \triangleleft$$
$$\left(\Pi_{\text{Matr}} \text{ESAME} \right.$$
$$-$$
$$\left. \Pi_{\text{Matr}} \sigma_{\text{Voto} < 28} \text{ESAME} \right)$$

spiegazione: prima trovo le matricole di tutti gli studenti
meno le matricole di coloro che hanno preso meno di 28, poi
trovo i loro nomi



Estrarre il nome degli studenti che hanno sostenuto “informatica” e “matematica” lo stesso giorno

$\Pi_{\text{Nome}} \text{STUDENTE} \triangleright \triangleleft$

$((\text{ESAME} \triangleright \triangleleft \sigma_{\text{Titolo}='informatica'} \text{CORSO}))$

$\triangleright \triangleleft \text{Matr} = \text{Matr} \wedge \text{Data} = \text{Data}$

$(\text{ESAME} \triangleright \triangleleft \sigma_{\text{Titolo}='matematica'} \text{CORSO}))$

spiegazione: prima trovo le matricole di coloro che hanno dato i due esami nello stesso giorno, poi trovo i loro nomi.



Esempi

Impiegati

Matricola	Nome	Età	Stipendio
7309	Rossi	34	45
5998	Bianchi	37	38
9553	Neri	42	35
5698	Bruni	43	42
4076	Mori	45	50
8123	Lupi	46	60

Supervisione

Impiegato	Capo
7309	5698
5998	5698
9553	4076
5698	4076
4076	8123



Trovare matricola, nome, età e stipendio degli impiegati che guadagnano più di 40

$\sigma_{\text{Stipendio} > 40}(\text{Impiegati})$



Trovare matricola, nome ed età degli impiegati che guadagnano più di 40

Π Matricola, Nome, Età ($\sigma_{\text{Stipendio} > 40}$ (Impiegati))