



Basi di Dati

Linguaggi per le basi di dati (parte II)

Marco Maratea
Laurea in Informatica, DeMaCS, UNICAL

14 Novembre 2025



Paolo Atzeni
Stefano Ceri
Piero Fraternali
Stefano Paraboschi
Riccardo Torlone

Basi di dati

VI edizione

McGraw-Hill connect

McGraw-Hill

- 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



Join

Basi di dati

VI edizione

McGraw-Hill Connect

McGraw-Hill

- il join è l'operatore più interessante dell'algebra relazionale
- permette di correlare dati in relazioni diverse



Prove scritte in un concorso pubblico

- I compiti sono anonimi e ad ognuno è associata una busta chiusa con il nome del candidato
- Ciascun compito e la relativa busta vengono contrassegnati con uno stesso numero



1	25	1	Mario Rossi
2	13	2	Nicola Russo
3	27	3	Mario Bianchi
4	28	4	Remo Neri

Mario Rossi	25
Nicola Russo	13
Mario Bianchi	27
Remo Neri	28



Numero	Voto	Numero	Candidato
1	25	1	Mario Rossi
2	13	2	Nicola Russo
3	27	3	Mario Bianchi
4	28	4	Remo Neri

Numero	Candidato	Voto
1	Mario Rossi	25
2	Nicola Russo	13
3	Mario Bianchi	27
4	Remo Neri	28



Join naturale

Basi di dati

VI edizione

McGraw-Hill connect

McGraw-Hill

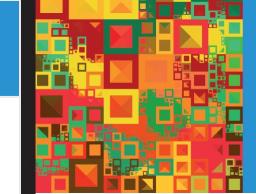
- operatore binario (generalizzabile)
- produce un risultato
 - sull'unione degli attributi degli operandi
 - con ennuple costruite ciascuna a partire da una ennupla di ognuno degli operandi



Join, sintassi e semantica

- $R_1(X_1), R_2(X_2)$
- $R_1 \text{ JOIN } R_2$ è una relazione su X_1X_2

{ t su X_1X_2 | esistono $t_1 \in R_1$ e $t_2 \in R_2$
con $t[X_1] = t_1$ e $t[X_2] = t_2$ }



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

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

- ogni ennupla contribuisce al risultato:
 - join **completo**



Un join non completo

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

Impiegato	Reparto	Capo
Neri	B	Mori
Bianchi	B	Mori



Un join vuoto

Impiegato	Reparto
Rossi	A
Neri	B
Bianchi	B

Reparto	Capo
D	Mori
C	Bruni

Impiegato	Reparto	Capo
-----------	---------	------



Un join completo, con n x m ennuple

Impiegato	Reparto
Rossi	B
Neri	B

Reparto	Capo
B	Mori
B	Bruni

Impiegato	Reparto	Capo
Rossi	B	Mori
Rossi	B	Bruni
Neri	B	Mori
Neri	B	Bruni



Cardinalità del join

- Il join di R_1 e R_2 contiene un numero di ennuple ...
 - compreso fra zero e il prodotto di $|R_1|$ e $|R_2|$
- se il join coinvolge una chiave di R_2 , allora il numero di ennuple è ...
 - compreso fra zero e $|R_1|$
- se il join coinvolge una chiave di R_2 e un vincolo di integrità referenziale, allora il numero di ennuple è
 - pari a $|R_1|$



Cardinalità del join, 2

- $R_1(A,B)$, $R_2(B,C)$
- in generale

$$0 \leq |R_1 \text{ JOIN } R_2| \leq |R_1| \times |R_2|$$

- se B è chiave in R_2
- se B è chiave in R_2 ed esiste vincolo di integrità referenziale fra B (in R_1) e R_2 :

$$|R_1 \text{ JOIN } R_2| = |R_1|$$



Join, una difficoltà

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

Impiegato	Reparto	Capo
Neri	B	Mori
Bianchi	B	Mori

- alcune ennuple non contribuiscono al risultato: vengono "tagliate fuori"



Join esterno

- Il join **esterno** estende, con valori nulli, le ennuple che verrebbero tagliate fuori da un join (**interno**)
- esiste in tre versioni:
 - sinistro, destro, completo



Join esterno

- **sinistro**: mantiene tutte le ennuple del primo operando, estendendole con valori nulli, se necessario
- **destro**: ... del secondo operando ...
- **completo**: ... di entrambi gli operandi ...



Impiegati

Impiegato	Reparto
Rossi	A
Neri	B
Bianchi	B

Reparti

Reparto	Capo
B	Mori
C	Bruni

Impiegati JOIN_{LEFT} Reparti

Impiegato	Reparto	Capo
Neri	B	Mori
Bianchi	B	Mori
Rossi	A	NULL



Impiegati

Impiegato	Reparto
Rossi	A
Neri	B
Bianchi	B

Reparti

Reparto	Capo
B	Mori
C	Bruni

Impiegati JOIN_{RIGHT} Reparti

Impiegato	Reparto	Capo
Neri	B	Mori
Bianchi	B	Mori
NULL	C	Bruni



Impiegati

Impiegato	Reparto
Rossi	A
Neri	B
Bianchi	B

Reparti

Reparto	Capo
B	Mori
C	Bruni

Impiegati JOIN_{FULL} Reparti

Impiegato	Reparto	Capo
Neri	B	Mori
Bianchi	B	Mori
Rossi	A	NULL
NULL	C	Bruni



Semijoin

- Operatore su due relazioni $R_1(X_1)$, $R_2(X_2)$
- Restituisce una relazione su X_1 , con le ennuple di R_1 che contribuiscono al join con R_2
- $R_1 \text{ SEMIJOIN } R_2$ è una relazione su X_1

$$\{ t \mid t \in R_1 \text{ ed esiste } t_2 \in R_2 \\ \text{con } t[X_1 \cap X_2] = t_2[X_1 \cap X_2] \}$$



Semijoin

Impiegati

Impiegato	Reparto
Rossi	A
Neri	B
Bianchi	B

Reparti

Reparto	Capo
B	Mori
C	Bruni

Impiegati SEMIJOIN Reparti

Impiegato	Reparto
Neri	B
Bianchi	B



Join e proiezioni

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

Impiegato	Reparto	Capo
Neri	B	Mori
Bianchi	B	Mori

Impiegato	Reparto	Reparto	Capo
Neri	B	B	Mori
Bianchi	B		



Join e proiezioni

- $R_1(X_1), R_2(X_2)$

$$\text{PROJ}_{X_1}(R_1 \text{ JOIN } R_2) \subseteq R_1$$



Impiegato	Reparto	Capo
Neri	B	Mori
Bianchi	B	Bruni
Verdi	A	Bini

Impiegato	Reparto	Reparto	Capo
Neri	B	B	Mori
Bianchi	B	B	Bruni
Verdi	A	A	Bini

Impiegato	Reparto	Capo
Neri	B	Mori
Neri	B	Bruni
Bianchi	B	Mori
Bianchi	B	Bruni
Verdi	A	Bini



Join e proiezioni

- $R_1(X_1), R_2(X_2)$

$$\text{PROJ}_{X_1}(R_1 \text{ JOIN } R_2) \subseteq R_1$$

- $R(X), X = X_1 \cup X_2$

$$(\text{PROJ}_{X_1}(R)) \text{ JOIN } (\text{PROJ}_{X_2}(R)) \supseteq R$$



Prodotto cartesiano

Basi di dati

VI edizione

McGraw-Hill connect

McGraw-Hill

- un join naturale su relazioni senza attributi in comune
- contiene sempre un numero di ennuple pari al prodotto delle cardinalità degli operandi (le ennuple sono tutte combinabili)

Impiegati

Impiegato	Reparto
Rossi	A
Neri	B
Bianchi	B

Reparti

Codice	Capo
A	Mori
B	Bruni

Impiegati JOIN Reparti

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





- Il prodotto cartesiano, in pratica, ha senso (quasi) solo se seguito da selezione:

$\text{SEL}_{\text{Condizione}} (R_1 \text{ JOIN } R_2)$

- L'operazione viene chiamata **theta-join** e indicata con

$R_1 \text{ JOIN}_{\text{Condizione}} R_2$



Perché "theta-join"?

- La condizione **C** è spesso una congiunzione (**AND**) di atomi di confronto $A_1 \vartheta A_2$ dove ϑ è uno degli operatori di confronto ($=, >, <, \dots$)



Equi-join

Basi di dati

Paolo Atzeni
Stefano Ceri
Piero Fraternali
Stefano Paraboschi
Riccardo Torlone

VI edizione

McGraw-Hill Connect



- Se l'operatore di confronto nel theta-join è sempre l'uguaglianza (=) allora si parla di **equi-join**

Nota: ci interessa davvero l'equi-join, non il theta-join più generale

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



Impiegati

Impiegato	Reparto
Rossi	A
Neri	B
Bianchi	B

Reparti

Reparto	Capo
A	Mori
B	Bruni

Impiegati JOIN Reparti



Join naturale ed equi-join

Impiegati

Impiegato	Reparto
-----------	---------

Reparti

Reparto	Capo
---------	------

Impiegati JOIN Reparti

$$\begin{aligned} & \text{PROJ}_{\text{Impiegato}, \text{Reparto}, \text{Capo}} \left(\text{SEL}_{\text{Reparto} = \text{Codice}} \right. \\ & \left(\text{Impiegati JOIN REN}_{\text{Codice} \leftarrow \text{Reparto}} (\text{Reparti}) \right) \end{aligned}$$



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

SEL_{Stipendio>40}(Impiegati)



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

PROJ_{Matricola, Nome, Età} (SEL_{Stipendio>40}(Impiegati))



- Trovare i capi degli impiegati che guadagnano più di 40

PROJ_{Capo} (Supervisione
JOIN Impiegato=Matricola
(SEL_{Stipendio>40}(Impiegati)))



- Trovare nome e stipendio dei capi degli impiegati che guadagnano più di 40

PROJ_{Nome,Stipendio}(
Impiegati JOIN_{Matricola=Capo}
PROJ_{Capo}(Supervisione
JOIN_{Impiegato=Matricola} (SEL_{Stipendio>40}(Impiegati))))



- Trovare gli impiegati che guadagnano più del proprio capo, mostrando matricola, nome e stipendio dell'impiegato e del capo

$$\begin{aligned}
 & \text{PROJ}_{\text{Matr}, \text{Nome}, \text{Stip}, \text{MatrC}, \text{NomeC}, \text{StipC}} \\
 & \quad (\text{SEL}_{\text{Stipendio} > \text{StipC}}) \\
 & \text{REN}_{\text{MatrC}, \text{NomeC}, \text{StipC}, \text{EtàC} \leftarrow} \\
 & \quad \text{Matr}, \text{Nome}, \text{Stip}, \text{Età}(\text{Impiegati}) \\
 & \text{JOIN}_{\text{MatrC} = \text{Capo}} \\
 & (\text{Supervisione JOIN}_{\text{Impiegato} = \text{Matricola}} \\
 & \quad \text{Impiegati})))
 \end{aligned}$$



- Trovare le matricole dei capi i cui impiegati guadagnano tutti più di 40

PROJ_{Capo} (Supervisione) -
PROJ_{Capo} (Supervisione
JOIN Impiegato=Matricola
(SEL_{Stipendio ≤ 40} (Impiegati)))