- **Definizione**: I meccanismi per definire una base di dati con il modello relazionale sono l'**ennupla** e la **relazione**:
  - un **tipo ennupla** T è un insieme finito di coppie (Attributo, Tipo elementare);
  - se T è un tipo ennupla,
    - {T} è il tipo relazione e
    - R:{T} è lo **schema della relazione** R;
  - lo **schema di una base di dati** è un insieme di schemi di relazione Ri:{Ti};
  - un'**istanza** di uno schema R:{T} è un insieme finito di ennuple di tipo T.

- Per brevità invece di R:{T} si scriverà R(T).
- Quando due tipi ennupla, due ennuple o due tipi relazioni sono uguali?

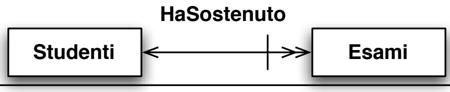
A. Albano, G. Ghelli, R.Orsini
Fondamenti di basi di dati
Zanichelli, 2005

- **Chiave**
- **Chiave primaria**: una delle chiavi, in genere la più corta
  - Esempio: (Matricola) e (Nome,Indirizzo) sono chiavi in:

    Studenti(Matricola: Int, Nome: String, Indirizzo: String)
- **Chiave esterna**
- **Associazioni**

A. Albano, G. Ghelli, R.Orsini
Fondamenti di basi di dati
Zanichelli, 2005

ESEMPIO

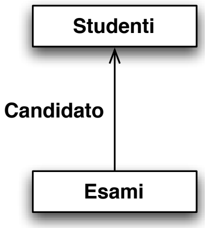


Schema:

Studenti(Nome: string, Matricola: string, Provincia: string, AnnoNascita:int)

Esami(Materia: string, Candidato*: string, Data: string, Voto: int)

- Relazioni:



Studenti

Nome	Matricola	Provincia	AnnoNascita
Isaia	071523	PI	1962
Rossi	067459	LU	1960
Bianchi	079856	LI	1961
Bonini	075649	PI	1962

Esami

Materia	Candidato*	Data	Voto
BD	071523	12/01/01	28
BD	067459	15/09/01	30
FP	079856	25/10/01	30
BD	075649	27/06/01	25
LMM	071523	10/10/01	18

ESEMPIO: ALTRE SOLUZIONI

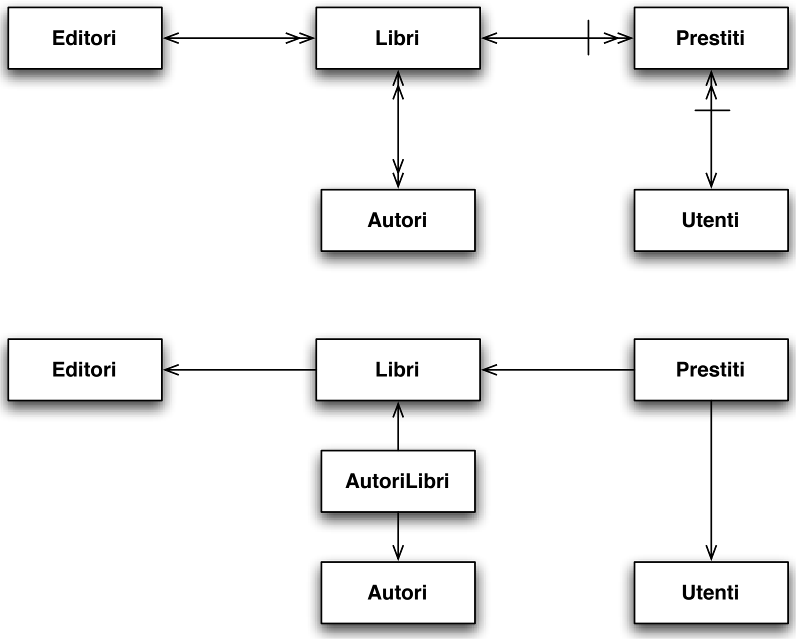
- Studenti(Nome: string, Matricola: string, Provincia: string, AnnoNascita:int)
- Esami(Numero :int, Materia: string, Candidato*: string, Data: string, Voto: int)

- Studenti(Nome: string, Matricola: string, Provincia: string, AnnoNascita:int, Esame*:int)
- Esami(Numero :int, Materia: string, Data: string, Voto: int)

- Studenti(Nome: string, Matricola: string, Provincia: string, AnnoNascita:int)
- Esami(Numero :int, Materia: string, Data: string, Voto: int)
- StudentiEsami(Esame*: int, Candidato*: string)

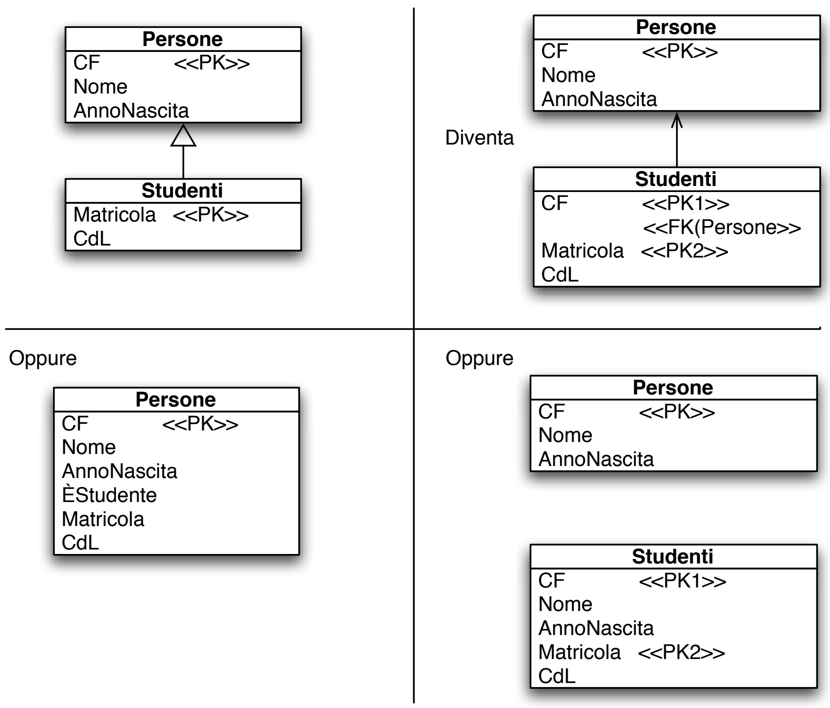
- Quale preferire?

TRASFORMAZIONE DI SCHEMI A OGGETTI IN RELAZIONALI



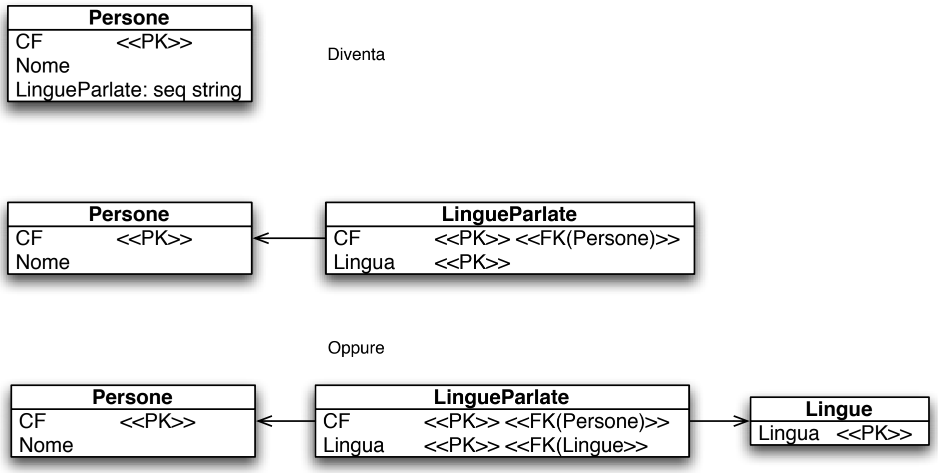
A. Albano, G. Ghelli, R.Orsini
Fondamenti di basi di dati
Zanichelli, 2005

LE SOTTOCLASSI



A. Albano, G. Ghelli, R.Orsini
Fondamenti di basi di dati
Zanichelli, 2005

GLI ATTRIBUTI MULTIVALORE



LINGUAGGI RELAZIONALI

- **Algebra relazionale**: insieme di operatori su relazioni che danno come risultato relazioni. Non si usa come linguaggio di interrogazione dei DBMS ma come rappresentazione interna delle interrogazioni.

- **Calcolo relazionale**: linguaggio dichiarativo di tipo logico dal quale è stato derivato l'SQL.

Proiezione (π):

$$\pi_{A_1, A_2, \ldots, A_n}(R)$$

Qual è il tipo del risultato? Se R ha n elementi quanti ne ha il risultato?

Proiezione generalizzata

$$\pi_{Exp_1 \,\mathbf{AS}\, A_1, Exp_2 \,\mathbf{AS}\, A_2, \ldots, Exp_n \,\mathbf{AS}\, A_n}(R)$$

Proiezione senza duplicati (multiinsiemistica)

$$\pi^b_{A_1, A_2, \ldots, A_n}(R)$$

Trovare il nome, la matricola e la provincia degli studenti

π Nome, Matricola, Provincia(Studenti)

Nome	Matricola	Provincia
Isaia	171523	PI
Rossi	167459	LU
Bianchi	179856	LI
Bonini	175649	PI

π Provincia,(Studenti) ?

Restrizione (selezione) (σ):

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

Qual è il tipo del risultato? Se R ha n elementi quanti ne ha il risultato?

Trovare i dati degli studenti di Pisa:

$\sigma_{\text{Provincia = 'PI'}}$ (Studenti)

Nome	Matricola	Provincia	AnnoNascita
Isaia	171523	PI	1980
Bonini	175649	PI	1980

Trovare il nome, la matricola e l'anno di nascita degli studenti di Pisa:

$\pi_{\text{Nome,Matricola,AnnoNascita}}$ ($\sigma_{\text{Provincia = 'PI'}}$ (Studenti))

Nome	Matricola	AnnoNascita
Isaia	171523	1980
Bonini	175649	1980

Unione (∪):

$$R \cup S$$

Differenza (-):

$$R - S$$

Qual è il tipo del risultato? Se R e S hanno n elementi quanti ne ha il risultato?

Se t_1 è un'ennupla non in R , allora

$$R = (R \cup \{t_1\}) - \{t_1\})$$

Prodotto (×):

$$R \times S$$

a	A
a1	A1
a2	A2

×

b	B
b1	B1
b2	B2
b3	B3

=

a	A	b	B
a1	A1	b1	B1
a1	A1	b2	B2
a1	A1	b3	B3
a2	A2	b1	B1
a2	A2	b2	B2
a2	A2	b3	B3

Qual è il tipo del risultato? Se R ha n elementi quanti ne ha il risultato?

Qual è il risultato di Studenti $\times$ Esami ?

Trovare il nome degli studenti che hanno superato l'esame di BD con 30

$\pi_{\text{Nome}} (\sigma_{\text{Materia = 'BD'} \wedge \text{Voto = 30}} (\sigma_{\text{Matricola = Candidato}} (\text{Studenti} \times \text{Esami})))$

meglio usare la **giunzione**!

$$\pi_{\text{Nome}}(\sigma_{\text{Materia} = \text{'BD'} \wedge \text{Voto} = 30}(\text{Studenti} \underset{\text{Matricola}=\text{Candidato}}{\bowtie} \text{Esami}))$$

Ridenominazione (δ):

$$\delta_{A \to B}(R)$$

Intersezione

$$R \cap S$$

Giunzione naturale

$$R \bowtie S$$

Ordinamento

$$\tau_{A_1, A_2, \ldots, A_n}(R)$$

ALGEBRA RELAZIONALE (cont.)

Raggruppamento (γ):

$$_{A_1, A_2, \ldots, A_n}\gamma_{f_1, f_2, \ldots f_k}(R)$$

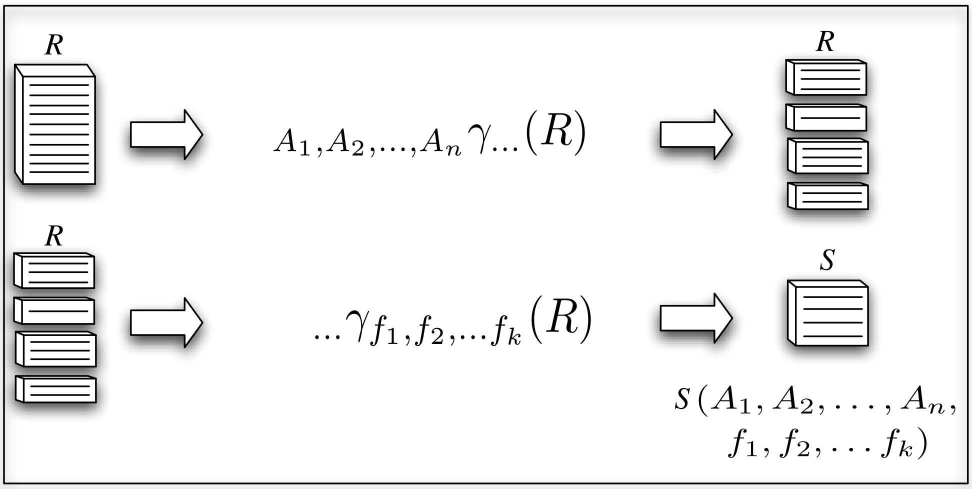
dove gli A_i sono attributi di R e le f_i sono espressioni che usano funzioni di aggregazione (**min**, **max**, **count**, **sum**, **avg**, ...)

Raggruppamento generalizzato

$$_{A_1, A_2, \ldots, A_n}\gamma_{f_1 \textbf{ AS } F_1, f_2 \textbf{ AS } F_2, \ldots, f_k \textbf{ AS } F_k}(R)$$

SIGNIFICATO DEL RAGGRUPPAMENTO (γ)

$$S = {}_{A_1, A_2, \ldots, A_n}\gamma_{f_1, f_2, \ldots f_k}(R)$$



ESECUZIONE DEL RAGGRUPPAMENTO

- Trovare per ogni candidato il numero degli esami, il voto minimo, massimo e medio

$$_{\{\text{Candidato}\}}\gamma_{\{\text{count}(*),\ \text{min(Voto)},\ \text{max(Voto)},\ \text{avg(Voto)}\}}(\text{Esami})$$

Materia	Candidato	Voto	Docente
DA	1	20	10
LFC	2	30	20
MTI	1	30	30
LP	2	20	40

→

Materia	Candidato	Voto	Docente
DA	1	20	10
MTI	1	30	30
LFC	2	30	20
LP	2	20	40

Candidato	Count(*)	min(Voto)	max(Voto)	avg(Voto)
1	2	20	30	25
2	2	20	30	25

TRASFORMAZIONI ALGEBRICHE

- Basate su regole di equivalenza fra espressione algebriche
- Consentono di scegliere diversi ordini di join e di anticipare proiezioni e restrizioni.
- Alcuni esempi con la relazione R(A, B, C, D):

$$\pi_A(\pi_{A,B}(R)) \equiv \pi_A(R)$$
$$\sigma_{C_1}(\sigma_{C_2}(R)) \equiv \sigma_{C_1 \wedge C_2}(R)$$
$$\sigma_{C_1 \wedge C_2}(R \times S) \equiv \sigma_{C_1}(R) \times \sigma_{C_2}(S)$$
$$R \times (S \times T) \equiv (R \times S) \times T$$
$$(R \times S) \equiv (S \times R)$$
$$\sigma_C(_X\gamma_F(R)) \equiv_X \gamma_F(\sigma_C(R))$$

ALBERI LOGICI E TRASFORMAZIONI ALGEBRICHE

Consideriamo le relazioni R(A, B, C, D) e S(E, F, G) e l'espressione:

$$\pi_{A,F}(\sigma_{A=100 \wedge F>5}(R \underset{A=E}{\bowtie} S))$$