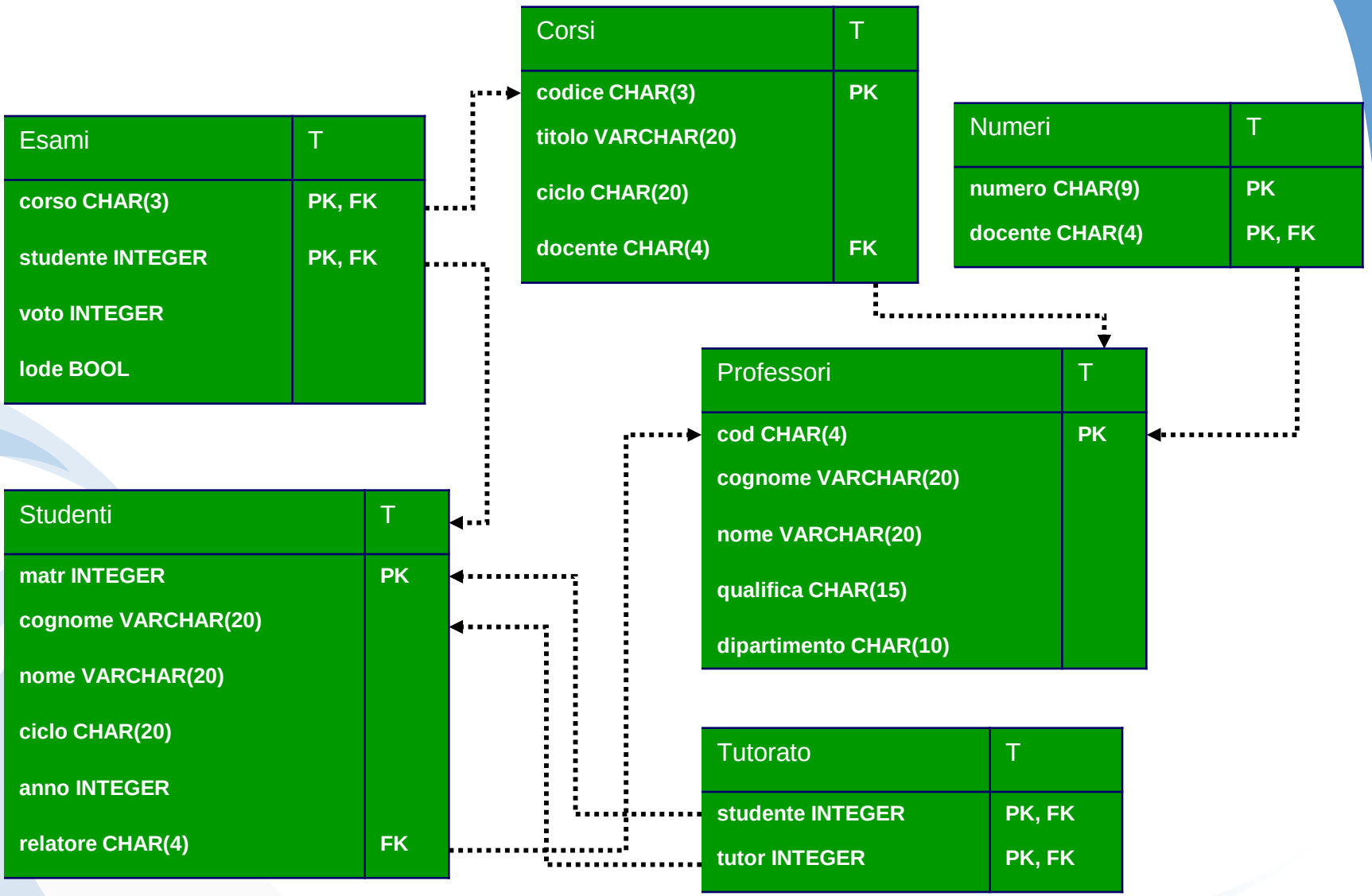
BASE DI DATI

Concetti trattati:

- Funzioni aggregate
- Raggruppamenti
- Nidificazione
- Viste

Informatica Umanistica

Università di Pisa


Corsi
T
codice CHAR(3)
PK
titolo VARCHAR(20)
ciclo CHAR(20)
docente CHAR(4)
FK
Esami
T
corso CHAR(3)
PK, FK
studente INTEGER
PK, FK
voto INTEGER
lode BOOL
Numeri
T
numero CHAR(9)
PK
docente CHAR(4)
PK, FK
Professori
T
cod CHAR(4)
PK
cognome VARCHAR(20)
nome VARCHAR(20)
qualifica CHAR(15)
dipartimento CHAR(10)
Studenti
T
matr INTEGER
PK
cognome VARCHAR(20)
nome VARCHAR(20)
ciclo CHAR(20)
anno INTEGER
relatore CHAR(4)
FK
Tutorato
T
studente INTEGER
PK, FK
tutor INTEGER
PK, FK

Professori

cod	cognome	nome	qualifica	Dipartimento
FT	Totti	Francesco	ordinario	Ingegneria
CV	Vieri	Christian	associato	Informatica
ADP	Del Piero	Alessandro	supplente	null

Studenti

matr	cognome	nome	ciclo	anno	relatore
111	Rossi	Mario	laurea tr.	1	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	2	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	1	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	3	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	1	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	1	CV

Corsi

cod	titolo	ciclo	docente
PR1	Programmazione I	laurea tr.	FT
ASD	Algoritmi e Str. Dati	laurea tr.	CV
INFT	Informatica Teorica	laurea sp.	ADP

Tutorato

studente	tutor
111	77777
222	77777
333	88888
444	88888

Numeri

professore	numero
FT	0971205145
FT	347123456
VC	0971205227
ADP	0971205363
ADP	338123456

Esami

studente	corso	voto	lode
111	PR1	27	false
222	ASD	30	true
111	INFT	24	false
77777	PR1	21	false
77777	ASD	20	false
88888	ASD	28	false
88888	PR1	30	false
88888	INFT	30	true

Concetti avanzati

- Raggruppamenti
  - Clausole GROUP BY e HAVING
  - Forma Generale della SELECT
- Nidificazione
  - Uso nel DML e DDL
  - Nidificazione, Viste e Potere Espressivo
- Esecuzione di una Query SQL

Interrogazioni con Raggruppamenti

- Nucleo della SELECT (già studiate)
  - SELECT, FROM, [WHERE]
- Clausola aggiuntiva (già studiate)
  - [ORDER BY]
- Ulteriori clausole aggiuntive
  - [GROUP BY]
  - [HAVING]

Forma generale della SELECT

- Forma generale della SELECT

SELECT [DISTINCT] <lista degli attributi>
FROM <join o prodotti cartesiani>
[WHERE <condizioni>]
[GROUP BY <attributi di raggruppamento>]
[HAVING <condizioni sui gruppi>]
[ORDER BY <attributi di ordinamento>]

FUNZIONI AGGREGATIVE

Lista degli attributi

SELECT <lista degli attributi>
FROM <join o prodotti cartesiani>
…

- Cosa possiamo scrivere nella lista degli attributi?
  - Finora nel risultato abbiamo considerato solo valori presenti nella base di dati iniziale
- In alcuni casi è utile avere valori calcolati
  - somme e medie di attributi numerici;
    es: media dei voti degli studenti
  - conteggi;
    es: numero di corsi della laurea triennale
  - massimi e minimi
  - espressioni aritmetiche
  - ….

Espressioni

Nella SELECT possono essere presenti espressioni contenenti:

- Operandi
  - valori degli attributi
- Operatori (non standard)
  - operatori aritmetici +, -, *, % ed altri
  - funzioni matematiche log, exp, sin, …
  - funzioni su stringhe length, substring, …
  - funzioni su date e tempi

Espressioni

- Esempio: Visualizzare nome e reddito in lire

Persone

Nome	Eta	Reddito
Andrea	27	30000
Aldo	25	NULL
Maria	55	36000
Anna	50	36000

```
SELECT nome, reddito*1936.27
FROM persone;
```

Funzioni Aggregative

- Funzione aggregativa
  - argomento: attributo di una tabella
  - calcolata esaminando i valori di un attributo appartenenti ad ennuple diverse

- Tipicamente:
  - SUM (somma), COUNT (conteggio), AVG (media), MIN (minimo), MAX (massimo)

Funzioni Aggregative

- Sintassi
  - si utilizzano nella proiezione

- Esempio:
  - calcolo del voto medio degli esami
  - funzione AVG() applicata all'attributo voto della tabella Esami

$$\text{Risultato} = \pi_{\text{AVG(voto)}} (\text{Esami})$$

Funzioni Aggregative

- Domanda:
  - perché la proiezione?
  - non sarebbe più semplice non includere la proiezione π:

Risultato = AVG(voto) (Esami)

- Risposta:
  - il risultato non può essere un numero
  - deve essere una tabella (di una ennupla e una colonna)

Funzioni Aggregative

- Semantica:
  - viene calcolato il risultato della proiezione sugli attributi utilizzati come argomenti
  - viene applicata la funzione aggregativa ai valori dell'attributo
  - il risultato è una tabella con una singola ennupla
  - una colonna per ciascuna funzione aggregativa utilizzata nella proiezione

Funzioni Aggregative

- Esempio:

$$\text{Risultato} = \pi_{\text{AVG(voto)}} (\text{Esami})$$

  - I passo: $\pi_{\text{voto}} (\text{Esami})$
  - II passo: calcolo della media dei valori dell'attributo voto
  - III passo: viene creata la tabella Risultato con una unica colonna (chiamata AVG(voto)) e un'unica ennupla, contenente il risultato

Operatori aggregati: COUNT

COUNT restituisce il numero di righe della tabella o il numero di valori di un particolare attributo

Esempio: Il numero di figli di Franco:

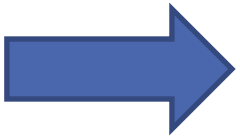
```
SELECT count(*) as NumFigliDiFranco
    FROM Paternita
    WHERE Padre = 'Franco'
```

Paternità

Padre	Figlio
Sergio	Franco
Luigi	Olga
Luigi	Filippo
Franco	Andrea
Franco	Aldo

L'operatore aggregato (count) viene applicato al risultato dell'interrogazione:

```
SELECT *
FROM Paternita
WHERE Padre = 'Franco'
```



Paternità

Padre	Figlio
Sergio	Franco
Luigi	Olga
Luigi	Filippo
Franco	Andrea
Franco	Aldo

```
SELECT *
FROM Paternita
WHERE Padre = 'Franco'
```

Padre	Figlio
Franco	Andrea
Franco	Aldo

count

NumFigliDiFranco
2

```
SELECT count(*)
as NumFigliDiFranco
FROM Paternita
WHERE Padre = 'Franco'
```

(*), ALL e DISTINCT

- Mediante le specifiche (*), ALL e DISTINCT è possibile contare

- (*): tutte le righe selezionate;
- ALL: tutti i valori non nulli delle righe selezionate;
- DISTINCT: tutti i valori non nulli distinti delle righe selezionate.

EsamiBD

Studente	BD	LBD
012345	27	NULL
032456	25	23
035221	NULL	NULL
033445	28	30
032441	NULL	30

- Contare il numero di studenti iscritti al corso di BD e Laboratorio

  SELECT count(*) as “NumStud”
  FROM EsamiBD

NumStud
5

- Contare il numero di esami di BD superati positivamente

  SELECT count([ALL] BD) “ContaBD”
  FROM EsamiBD

ContaBD
3

- Numero di voti distinti dati all’esame di LBD

  SELECT count(distinct LBD) “ContDistLBD”
  FROM EsamiBD

ContDistLBD
2

AVG

- La funzione AVG calcola la media (average) dei valori non nulli di una colonna.
- Le specifiche ALL e DISTINCT servono a calcolare la media fra tutti i valori o tra i valori distinti.

- Esempio: Calcolare la media degli stipendi degli impiegati del dipartimento di Produzione e che hanno meno di 30 anni

```
SELECT AVG(stipendio)
FROM Impiegato
WHERE Dipart='Produzione' AND eta<30
```

Impiegato

NOME	ETA	STIPENDIO	DIPART
Andrea	27	2100	Direzione
Aldo	25	1500	Produzione
Maria	55	4200	Distribuzione
Anna	50	3500	Produzione
Filippo	26	3900	Distribuzione
Luigi	50	4000	Amministrazione
Franco	60	2000	Produzione
Olga	30	4100	Produzione
Sergio	85	3500	Amministrazione
Luisa	75	8700	Direzione

Max e Min

- Le funzioni MAX e MIN calcolano rispettivamente il maggiore e il minore degli elementi di una colonna.

- Esempi:
- L'età della persona più anziana nella tabella persone

```
SELECT max(eta)
FROM Persone
```

- Il reddito più basso della tabella persone

```
SELECT min(reddito)
FROM Persone
```

Persone

NOME	ETA	REDDITO
Andrea	27	21000
Aldo	25	15000
Maria	55	42000
Anna	50	35000
Filippo	26	29000
Luigi	50	40000
Franco	60	20000
Olga	30	41000
Sergio	85	35000
Luisa	75	87000

Sum

- La funzione SUM calcola la somma dei valori di una colonna.
- Le specifiche ALL e DISTINCT permettono di sommare tutti i valori non nulli o tutti i valori distinti.

- Esempio:
- Calcolare la somma dei redditi mensili delle persone che hanno 50 anni.

```
SELECT SUM (ALL reddito)
FROM Persone
WHERE eta=50
```

Persone

NOME	ETA	REDDITO
Andrea	27	21000
Aldo	25	15000
Maria	55	42000
Anna	50	35000
Filippo	26	29000
Luigi	50	40000
Franco	60	20000
Olga	30	41000
Sergio	85	35000
Luisa	75	87000

Funzioni Aggregative e proiezione

- Regola:
  - in una proiezione possono comparire o solo attributi ordinari, o solo funzioni aggregative
  - altrimenti la semantica non è ben definita

- Esempio
  - "Titolo e numero dei corsi della laurea triennale"

$$\pi_{\text{COUNT(cod) AS numcorsi}}\ (\pi_{\text{titolo, COUNT(cod)}}(\pi_{\text{ciclo='laurea tr.'}}(\text{Corsi})))$$

Funzioni Aggregative e lista degli attributi

- Non è possibile utilizzare in una stessa select una proiezione su alcuni attributi della tabella considerata e operatori aggregati sulla stessa tabella.

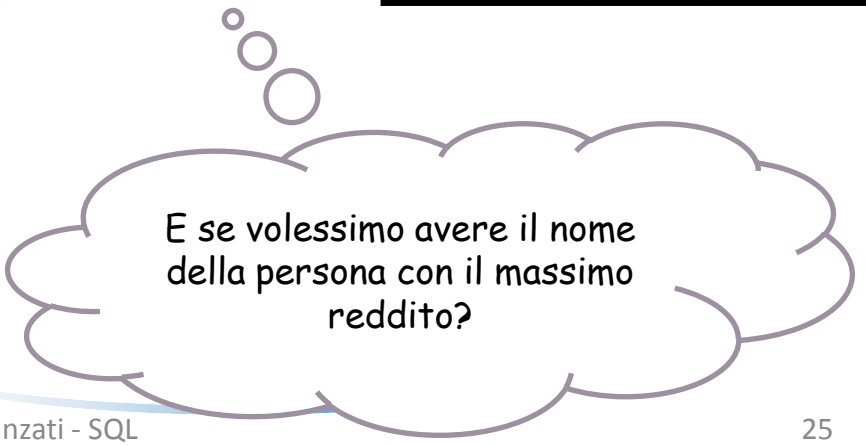
```
SELECT nome, max(reddito)
FROM persone
```

Persone

Nome	Eta	Reddito
Andrea	27	30000
Aldo	25	NULL
Maria	55	36000
Anna	50	36000

- La target list deve essere omogenea.
- E' corretta invece la seguente:

```
SELECT min(eta), avg(reddito)
FROM persone
```



Funzione aggregative in espressioni

Esami

studente	corso	voto	lode
111	PR1	27	false
222	ASD	30	true
111	INFT	24	false
77777	PR1	21	false
77777	ASD	20	false
88888	ASD	28	false
88888	PR1	30	false
88888	INFT	30	true

Studenti

matr	cognome	nome	ciclo	anno	relatore
111	Rossi	Mario	laurea tr.	1	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	2	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	1	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	3	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	1	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	1	CV

- Esempio: media degli esami dello studente Pasquale Bruno in 110mi.

```
SELECT AVG(voto)/30*110
FROM Studenti JOIN Esami ON cod=studente
WHERE cognome='Bruno' AND
    nome='Pasquale';
```

RAGGRUPPAMENTI

Clausole GROUP BY e HAVING

- GROUP BY
  - operatore di “raggruppamento”
- Sintassi
  - GROUP BY <attributi di raggruppamento>
- Semantica
  - raggruppamento della tabella
  - divisione in gruppi delle ennuple
  - raggruppamento sulla base dei valori comuni per gli attributi di raggruppamento

Clausole GROUP BY e HAVING

- Esempio: raggruppamento della tabella studenti per ciclo (GROUP BY ciclo)

Studenti

matr	cognome	nome	ciclo	anno	relatore
111	Rossi	Mario	laurea tr.	1	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	2	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	1	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	3	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	1	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	1	CV

gruppo A
ciclo='laurea tr.'

gruppo B
ciclo='laurea sp.'

Clausole GROUP BY e HAVING

- **Esempio**: raggruppamento della tabella studenti per ciclo e anno (GROUP BY ciclo, anno)

Studenti

matr	cognome	nome	ciclo	anno	relatore
111	Rossi	Mario	laurea tr.	1	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	1	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	2	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	3	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	1	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	1	CV

gruppo A
laurea tr., 1

gruppo B
laurea tr., 2

gruppo C
laurea tr., 3

gruppo D
laurea sp., 1

Clausole GROUP BY e HAVING

- **Esempio**: raggruppamento della tabella studenti per matricola (GROUP BY matr)

Studenti

matr	cognome	nome	ciclo	anno	relatore
111	Rossi	Mario	laurea tr.	1	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	1	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	2	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	3	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	1	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	1	CV

Una ennupla per ogni gruppo

Clausole GROUP BY e HAVING

- Caratteristiche dei gruppi
  - collezioni di ennuple
  - valori comuni per gli attributi di raggruppamento.

- Operazioni interessanti sui gruppi
  - funzioni aggregative
  - analisi della distribuzione di valori tra i gruppi, esempio:
    numero di studenti per ciclo o per anno
  - OLAP (“On Line Analytical Processing”)

Clausole GROUP BY e HAVING

- Interrogazioni con raggruppamento:
  - attributi di raggruppamento (nella GROUP BY)
  - proiezioni su attributi di raggruppamento e funzioni aggregative applicate al gruppo (nella SELECT)
  - condizioni sui gruppi (che coinvolgono funzioni aggregative) (nella HAVING)

Clausola GROUP BY

matr	cognome	nome	ciclo	anno	relatore
111	Rossi	Mario	laurea tr.	1	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	2	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	1	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	3	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	1	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	1	CV

- Esempio: numero di studenti per ciclo

```
SELECT COUNT(*)
FROM Studenti
GROUP BY ciclo;
```

COUNT(*)
4
2

Clausola GROUP BY

matr	cognome	nome	ciclo	anno	relatore
111	Rossi	Mario	laurea tr.	1	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	2	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	1	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	3	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	1	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	1	CV

- Esempio:
  numero di studenti per ciclo

```
SELECT ciclo, COUNT(*)
FROM Studenti
GROUP BY ciclo;
```

ciclo	COUNT(*)
laurea tr.	4
laurea sp.	2

- Semantica
  - viene valutata la clausola FROM
  - viene effettuato il raggruppamento secondo la GROUP BY
  - viene valutata la clausola SELECT per ciascun gruppo
    (ogni gruppo contribuisce ad UNA sola ennupla del risultato)

Clausola GROUP BY

- Vincoli sintattici sulla SELECT
  - se c'è una GROUP BY, solo gli attributi di raggruppamento possono comparire nella SELECT

matr	cognome	nome	ciclo	anno	relatore
111	Rossi	Mario	laurea tr.	1	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	2	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	1	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	3	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	1	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	1	CV

```
SELECT ciclo, count(*)
FROM Studenti
GROUP BY ciclo;
```

```
SELECT count(*)
FROM Studenti
GROUP BY ciclo;
```

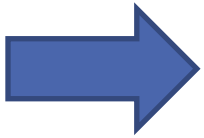
```
SELECT anno, count(*)
FROM Studenti
GROUP BY ciclo;
```

Clausola GROUP BY

- Esempio: distribuzione per anno degli studenti della laurea triennale

matr	cognome	nome	ciclo	anno	relatore
111	Rossi	Mario	laurea tr.	1	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	2	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	1	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	3	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	1	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	1	CV

```
SELECT anno, count(*) as numstud
FROM Studenti
WHERE ciclo='laurea tr.'
GROUP BY anno;
```



Clausola GROUP BY

I passo: WHERE ciclo='laurea tr.'

matr	cognome	nome	ciclo	anno	relatore
111	Rossi	Mario	laurea tr.	1	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	1	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	2	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	3	FT

II passo: GROUP BY anno

matr	cognome	nome	ciclo	anno	relatore
111	Rossi	Mario	laurea tr.	1	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	1	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	2	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	3	FT

Risultato finale:
SELECT anno,
count(*) as numstud

anno	numstud
1	2
2	1
3	1

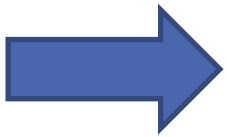
Clausole GROUP BY e HAVING

- Esempio: distribuzioni delle medie (per corso), solo per i corsi con più di 2 esami
  - non è possibile usare la WHERE
  - HAVING: condizioni aggregate su gruppi

Esami

studente	corso	voto	lode
111	PR1	27	false
…	….	….	….

```
SELECT corso, avg(voto) as votomedio
FROM Esami
GROUP BY corso
HAVING count(voto)>2;
```



Clausole GROUP BY e HAVING

Esami

studente	corso	voto	lode
111	PR1	27	false
88888	PR1	30	false
77777	PR1	21	false
111	INFT	24	false
88888	INFT	30	true
222	ASD	30	true
77777	ASD	20	false
88888	ASD	28	false

I passo:
raggruppamento secondo la GROUP BY corso

II passo:
selezione dei gruppi secondo la HAVING count(voto)>2;

Risultato finale

corso	votomedio
PR1	26
ASD	26

III passo:
proiezione e rid. secondo la SELECT corso, avg(voto) as votomedio

Esempio: clausola HAVING

- Esempio: I dipartimenti la cui media degli stipendi degli impiegati è maggiore di 4000 euro.

Impiegato

NOME	ETA	STIPENDIO	DIPART
Andrea	27	2100	Direzione
Aldo	25	1500	Produzione
Maria	55	4200	Distribuzione
Anna	50	3500	Produzione
Filippo	26	3900	Distribuzione
Luigi	50	4000	Amministrazione
Franco	60	2000	Produzione
Olga	30	4100	Produzione
Sergio	85	3500	Amministrazione
Luisa	75	8700	Direzione

```
Select dipart, AVG(STIPENDIO)
FROM Impiegato
Group by Dipart
HAVING AVG(STIPENDIO)>4000
```

Dipart	AVG(Stipendio)
Amministrazione	3750
Distribuzione	4050
Direzione	5400
Produzione	2775

HAVING AVG(reddito)>4000

Dipart	AVG(stipendio)
Distribuzione	4050
Direzione	5400

Where vs Having

- Per il dipartimento «produzione» visualizzare lo stipendio solo se è maggiore di 2000.
- Per ogni dipartimento, visualizzare il dipartimento e il massimo degli stipendi se tale massimo è maggiore di 4000.

Impiegato

NOME	ETA	STIPENDIO	DIPART
Andrea	27	2100	Direzione
Aldo	25	1500	Produzione
Maria	55	4200	Distribuzione
Anna	50	3500	Produzione
Filippo	26	3900	Distribuzione
Luigi	50	4000	Amministrazione
Franco	60	2000	Produzione
Olga	30	4100	Produzione
Sergio	85	3500	Amministrazione
Luisa	75	8700	Direzione

- Visualizzare la media dell'età degli impiegati dei dipartimenti Produzione e Direzione.
- Possibili interpretazioni?
  - calcolare la media degli impiegati che lavorano o in Produzione, o in Direzione o in entrambi
  - calcolare la media degli impiegati che lavorano in Produzione e la media di quelli che lavorano in Direzione

Ambiguità?

Esecuzione della SELECT

- Forma generale della SELECT

SELECT [DISTINCT] <risultato>
FROM <join o prodotti cartesiani>
[WHERE <condizioni>]
[GROUP BY <attributi di raggruppamento>]
[HAVING <condizioni sui gruppi>]
[ORDER BY <attributi di ordinamento>]

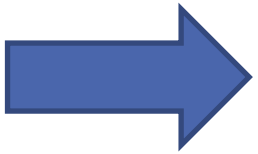
Esecuzione della SELECT

- Se la GROUP BY è omessa:
  - tutte le ennuple ottenute dopo la WHERE vengono considerate un unico gruppo
  - in questo caso le funzioni aggregative producono un unico valore e non sono ammessi attributi ordinari nella SELECT

- Nota sulla semantica
  - tutti i valori NULL normalmente vengono raggruppati assieme

Esecuzione della SELECT

- Una semantica operazionale
  - viene valutata la clausola FROM
    - join o prodotti cartesiani >> unica tabella
  - viene valutata la clausola WHERE
    - selezione delle ennuple della tabella
  - viene valutata l'eventuale GROUP BY
    - raggruppamento delle ennuple della tabella
  - viene valutata l'eventuale HAVING
    - selezione dei gruppi della tabella



Esecuzione della SELECT

- Una semantica operazionale (continua)
  - viene valutata la clausola SELECT
    - proiezioni, espressioni e funzioni aggregative
    - ridenominazioni
    - eventuale eliminazione di duplicati
  - viene valutata la clausola ORDER BY
    - ordinamenti finali

Forma Generale della SELECT

- Esempio:
- Visualizzare matr., cognome, nome e medie in ordine decrescente degli studenti della laurea specialistica che hanno sostenuto almeno due esami.

Studenti

matr	cognome	nome	ciclo	relat
111	Rossi	Mario	laurea tr.	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	CV

Esami

studente	corso	voto	lode
111	PR1	27	false
222	ASD	30	true
111	INFT	24	false
77777	PR1	21	false
77777	ASD	20	false
88888	ASD	28	false
88888	PR1	30	false
88888	INFT	30	true

```
SELECT matr, cognome, nome, avg(voto)
FROM Studenti JOIN Esami ON matr=studente
WHERE ciclo='laurea sp.'
GROUP BY matr, cognome, nome
HAVING count(*)>=2
ORDER BY avg(voto) DESC;
```

Esecuzione della SELECT

Passo 1: FROM Studenti JOIN Esami ON matr=studente

matr	cognome	nome	ciclo	relat	studente	corso	voto	lode
111	Rossi	Mario	laurea tr.	null	111	PR1	27	false
111	Rossi	Mario	laurea tr.	null	111	INFT	24	false
222	Neri	Paolo	laurea tr.	null	222	ASD	30	true
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT	77777	PR1	21	false
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT	77777	ASD	20	false
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	VC	88888	ASD	28	false
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	VC	88888	PR1	30	false
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	VC	88888	INFT	30	true

Esecuzione della SELECT

Passo II: WHERE ciclo='laurea sp.'

matr	cognome	nome	ciclo	relat	studente	corso	voto	lode
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT	77777	PR1	21	false
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT	77777	ASD	20	false
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	VC	88888	ASD	28	false
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	VC	88888	PR1	30	false
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	VC	88888	INFT	30	true

Passo III: GROUP BY matr, cognome, nome

matr	cognome	nome	ciclo	relat	studente	corso	voto	lode
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT	77777	PR1	21	false
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT	77777	ASD	20	false
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	VC	88888	ASD	28	false
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	VC	88888	PR1	30	false
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	VC	88888	INFT	30	true

Esecuzione della SELECT

Passo IV: HAVING count(*) >= 2

matr	cognome	nome	ciclo	relat	studente	corso	voto	lode
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT	77777	PR1	21	false
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT	77777	ASD	20	false
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	VC	88888	ASD	28	false
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	VC	88888	PR1	30	false
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	VC	88888	INFT	30	true

Passo V: SELECT matr, cognome, nome, avg(voto)

matr	cognome	nome	avg(voto)
77777	Bruno	Pasquale	20,5
88888	Pinco	Pietro	29,66

Passo VI: ORDER BY avg(voto) DESC

matr	cognome	nome	avg(voto)
88888	Pinco	Pietro	29,66
77777	Bruno	Pasquale	20,5

INTERROGAZIONI NIDIFICATE

Interrogazioni Nidificate

- SELECT Nidificate
  - la clausola WHERE di una SELECT contiene un'altra SELECT
- Due possibili utilizzi
  - condizioni basate su valori semplici (SELECT che restituiscono un singolo valore)
  - condizioni basate su collezioni (SELECT ordinarie che restituiscono insiemi di ennuple)

Interrogazioni Nidificate

- Condizioni su valori semplici
  - confrontano il valore di un attributo con il risultato di una SELECT "scalare"
  - operatori: >, <, =, >=, <=, <>, LIKE, IS NULL
- SELECT "scalare"
  - SELECT che restituisce un'unica ennupla con un unico attributo
  - tipicamente: funzione aggregativa

Interrogazioni Nidificate

- Esempio: lo studente con la matricola più grande

Studenti

matr	cognome	nome	ciclo	relat
111	Rossi	Mario	laurea tr.	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	CV

```
SELECT matr, cognome, nome
FROM Studenti
WHERE matr = (SELECT max(matr)
              FROM Studenti);
```

max(matr)
88888

per ogni ennupla di Studenti, il valore della matricola viene confrontato con il numero 88888

Esempio visto

- Il nome della persona con il massimo reddito

SELECT nome, max(reddito)
FROM persone

Persone

Nome	Eta	Reddito
Andrea	27	30000
Aldo	25	NULL
Maria	55	36000
Anna	50	36000

```
SELECT nome
FROM Persone
WHERE reddito = (SELECT max(reddito)
                 FROM Persone);
```

Uso di subquery in espressioni di confronto

Veicoli

Targa	Cod_mod	Categoria	Cilindrata	Cod_comb.	cav.Fisc	Velocita	Posti	Imm

- Esempio: tutti i veicoli di cilindrata superiore alla media delle cilindrate.

```
Select *
From Veicoli
Where Cilindrata> (select AVG(Cilindrata)
                   From Veicoli)
```

- Esempio: I veicoli di cilindrata massima.

```
Select *
From Veicoli
Where Cilindrata = (Select max(cilindrata)
                    From Veicoli)
```

Subquery + Join

Veicoli

Targa	Cod_mod	Categoria	Cilindrata	Cod_combust.	cav.Fisc	Velocita	Posti	Imm

Modelli

Cod_Mod	Nome_Mod	Cod_Fab	Num_versioni

Selezionare i modelli che presentano più versioni del numero minimo di versioni dei veicoli a benzina (Cod_combustibile='01').

```
Select *
From Modelli
Where num_versioni >
        (Select min (num_versioni)
            From Veicoli, Modelli
            Where Veicoli.cod_mod=Modelli.cod_mod
                and cod_combust='01')
```

Regola della visibilità

Interrogazioni Nidificate

- Condizioni su valori non scalari (collezioni)
  - confrontano il valore di un attributo con il risultato di una SELECT generica (collezione di ennuple)
  - operatori: ordinari combinati con ANY, ALL

- ANY
  - "un elemento qualsiasi della collezione"; es: = ANY, oppure IN
- ALL
  - "tutti gli elementi della collezione"; es: > ALL

Interrogazioni Nidificate

- Esempio: lo studente con la matricola più grande (senza funzioni aggregative)

Studenti

matr	cognome	nome	ciclo	relat
111	Rossi	Mario	laurea tr.	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	CV

```
SELECT matr, cognome, nome
FROM Studenti
WHERE matr >= ALL (SELECT matr
                   FROM Studenti);
```

matr
111
222
333
444
77777
88888

per ogni ennupla di Studenti, il valore della matricola viene confrontato con tutte le matricole

Subquery di confronto quantificato, esempio 1

- Selezionare tutti i veicoli con cilindrata inferiore ad almeno una delle cilindrate dei veicoli con combustibile 02 (quindi inferiore alla più alta di queste cilindrate).

Veicoli

Targa	Cod_mod	Categoria	Cilindrata	Cod_combust.	cav.Fisc	Velocita	Posti	Imm

```
Select *  FROM Veicoli
Where cilindrata < Any (select cilindrata From Veicoli
                        Where cod_combust='02')
```

E se volessimo usare la funzione max?

```
Select * From Veicoli
Where cilindrata< (select max(cilindrata) From Veicoli
                   Where cod_combust='02' )
```

Subquery di confronto quantificato, esempio

- Selezionare tutti i veicoli con cilindrata inferiore a tutte le cilindrate dei veicoli con combustibile 02 (quindi inferiore alla più bassa di queste cilindrate)

Veicoli

Targa	Cod_mod	Categoria	Cilindrata	Cod_combust.	cav.Fisc	Velocita	Posti	Imm

```
Select *  FROM Veicoli
Where cilindrata < All (select cilindrata From Veicoli
                        Where cod_combust='02')
```

E se volessimo usare la funzione min?

```
Select * From Veicoli
Where cilindrata< (select min(cilindrata) From Veicoli
                   Where cod_combust='02')
```

Interrogazioni Nidificate

- Sintatticamente
  - no ORDER BY nelle SELECT nidificate
- Semantica
  - ogni volta che è necessario verificare la condizione, viene calcolato il risultato della SELECT interna
  - il processo si può ripetere a più livelli
  - in pratica: memorizzazione in una tabella temporanea

Interrogazioni Nidificate

Corsi

cod	titolo	ciclo	docente
PR1	Programmazione I	laurea tr.	FT
ASD	Algoritmi e Str. Dati	laurea tr.	CV
INFT	Informatica Teorica	laurea sp.	ADP

Esami

studente	corso	voto	lode
111	PR1	27	false
222	ASD	30	true
111	INFT	24	false
77777	PR1	21	false
77777	ASD	20	false
88888	ASD	28	false
88888	PR1	30	false
88888	INFT	30	true

- Nota: Le interrogazioni nidificate possono sostituire i join
- Esempio: voti riportati in corsi della laurea triennale

```
SELECT voto
FROM Esami
WHERE corso = ANY (SELECT cod
                   FROM Corsi
                   WHERE ciclo='laurea tr.');
```

cod
PR1
ASD

Stessa semantica del join

=ANY e <>ALL

- Nota: Le interrogazioni nidificate possono sostituire intersezione e differenza
- In particolare le forme =ANY (equivalentemente IN) e <>ALL (equivalentemente NOT IN), forniscono un modo alternativo per realizzare intersezione e differenza dell'algebra relazionale.
- Esempio: intersezione dei modelli con cilindrata inferiore a 1400 e quelli con codice fabbrica uguale a 001

Veicoli

Targa	Cod_mod	Categoria	Cilindrata	Cod_combust.	cav.Fisc	Velocita	Posti	Imm

```
Select cod_modello
From Veicoli
Where cilindrata < 1400 and
        Cod_modello = ANY [IN] (select cod_modello
                                From Veicoli
                                Where cod_fab='001')
```

<>ALL (NOT IN)

- Differenza.
- Esempio: modelli con cilindrata inferiore a 1400 che non sono prodotti dalla fabbrica dal codice 001

Veicoli

Targa	Cod_mod	Categoria	Cilindrata	Cod_combust.	cav.Fisc	Velocita	Posti	Imm

```
Select cod_modello
From Veicoli
Where cilindrata<1400
and cod_modello<> ALL [NOT IN] (Select cod_modello
                                From Veicoli
                                Where cod_fabbrica='001')
```

Interrogazioni Nidificate

Professori

cod	cognome	nome	qualifica	Dipartimento
FT	**Totti**	**Francesco**	**ordinario**	**Ingegneria**
CV	**Vieri**	**Christian**	**associato**	**Informatica**
ADP	**Del Piero**	**Alessandro**	**supplente**	**null**

Studenti

matr	cognome	nome	ciclo	relat
111	Rossi	Mario	laurea tr.	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	CV

- Esempio: cognome e nome dei professori ordinari che non hanno tesisti

```
SELECT cognome, nome
FROM Professori
WHERE qualifica='ordinario' AND
    cod <> ALL (SELECT DISTINCT relatore
                FROM Studenti );
```

relatore
FT
VC

<>ALL uguale a NOT IN
= ANY uguale a IN

Interrogazioni Nidificate

- Metodologicamente
  - i join si realizzano applicando i join
  - le operatori insiemistiche si realizzano applicando gli operatori insiemistici

- Quando può servire la nidificazione
  - nei sistemi in cui non c'è intersezione o differenza
    es: Access e MySQL
  - condizioni nella WHERE su aggregati
    es: lo studente con la media più alta

Utilizzo nel DML e nel DDL

- Utilizzo nel DML
  - nella DELETE, nella UPDATE, clausola WHERE completa
- Utilizzo nel DDL
  - vincoli di ennupla
  - CHECK (<condizione>)
  - <condizione>: sintassi e semantica identica alla condizione della clausola WHERE

Utilizzo nel DML e nel DDL

Esempio: è possibile sostenere esami solo per i corsi per cui c'è un docente

```
CREATE TABLE Esami (
  studente integer REFERENCES Studenti(matr)
    ON DELETE cascade
    ON UPDATE cascade,
  corso char(3) REFERENCES Corsi(cod),
  voto integer,
  lode bool,
  CHECK (voto>=18 and voto<=30),
  CHECK (not lode or voto=30),
  PRIMARY KEY (studente, corso));
```

Vincolo di ennupla aggiuntivo

```
CHECK ( corso = ANY
      ( SELECT cod
        FROM Corsi
        WHERE docente IS NOT NULL
      ) )
```

Nidificazione, Viste, Potere Espressivo

Studenti

matr	cognome	nome	ciclo	relat
111	Rossi	Mario	laurea tr.	null
333	Rossi	Maria	laurea tr.	null
222	Neri	Paolo	laurea tr.	null
444	Pinco	Palla	laurea tr.	FT
77777	Bruno	Pasquale	laurea sp.	FT
88888	Pinco	Pietro	laurea sp.	CV

Esami

studente	corso	voto	lode
111	PR1	27	false
222	ASD	30	true
111	INFT	24	false
77777	PR1	21	false
77777	ASD	20	false
88888	ASD	28	false
88888	PR1	30	false
88888	INFT	30	true

- Esempio: Studenti con la media più alta
  - per calcolare la media di ciascuno studente serve un raggruppamento
  - condizione nidificata sui gruppi
  - non è possibile nidificare la HAVING (nidificazione solo nella WHERE)

- Utilizzo della nidificazione nelle viste
  - esprimere interrogazioni altrimenti inesprimibili