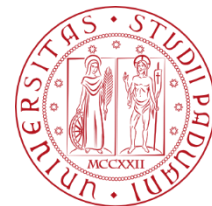


**Laurea in Informatica
A.A. 2021-2022**

Corso "Base di Dati"

Concetti di Base di SQL

Prof. Massimiliano de Leoni



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**

Structured Query Language: SQL

- Linguaggio con varie funzionalità:
 - Data Definition Language
 - Data Manipulation Language

Definizione dei dati in SQL

- Istruzione **CREATE TABLE**:
 - definisce uno schema di relazione e ne crea un'istanza vuota
 - specifica attributi, domini e vincoli

CREATE TABLE, esempio

```
CREATE TABLE Impiegato(  
  Matricola CHAR(6) PRIMARY KEY,  
  Nome CHAR(20) NOT NULL,  
  Cognome CHAR(20) NOT NULL,  
  Dipart CHAR(15),  
  Stipendio NUMERIC(9) DEFAULT 0,  
  FOREIGN KEY(Dipart) REFERENCES  
    Dipartimento(NomeDip),  
  UNIQUE (Cognome,Nome)  
)
```

Dipartimento

<u>NomeDip</u>	...
Math	...

Impiegato

<u>Matricola</u>	Nome	Cognome	Dipart	Stipendio
123	Max	de Leoni	Math	123456
...



Domini

- Domini elementari (predefiniti)
- Domini definiti dall'utente (semplici, ma riutilizzabili)

Domini elementari

- Stringhe di lunghezza X:
 - Fissa: char(X)
 - Approssimati: varchar(X)
- Tipi Numerici: integer, smallint, float, ...
- Tipi Numerici esatti con X cifre intere (e Y decimali): numeric(X,Y)
- Data, ora, data+ora: date, time, timestamp
- Boolean

Definizione di domini

- Istruzione **CREATE DOMAIN**
- Definisce un dominio (semplice), con eventuali vincoli e valori di default

CREATE DOMAIN, esempio

```
CREATE DOMAIN Voto  
AS SMALLINT DEFAULT NULL  
CHECK ( value >=18 AND value <= 30 )
```


Vincoli intrarelazionali

- NOT NULL
- UNIQUE definisce chiavi
- PRIMARY KEY: chiave primaria
- UNIQUE + NOT NULL: chiave (non primaria)
- CHECK: Vincoli generici

CREATE TABLE, esempio

```
CREATE TABLE Impiegato(  
    Matricola CHAR(6) PRIMARY KEY,  
    Nome CHAR(20) NOT NULL,  
    Cognome CHAR(20) NOT NULL,  
    Dipart CHAR(15),  
    Stipendio NUMERIC(9) DEFAULT 0,  
    FOREIGN KEY(Dipart) REFERENCES  
        Dipartimento(NomeDip),  
    UNIQUE (Cognome,Nome)  
)
```

UNIQUE e PRIMARY KEY

- due forme:
 - nella definizione di un attributo, se forma da solo la chiave
 - come elemento separato

Matricola CHAR(6) PRIMARY KEY

oppure

Matricola CHAR(6),

...

PRIMARY KEY (Matricola)

CREATE TABLE, esempio

```
CREATE TABLE Impiegato(  
    Matricola CHAR(6) PRIMARY KEY,  
    Nome CHAR(20) NOT NULL,  
    Cognome CHAR(20) NOT NULL,  
    Dipart CHAR(15),  
    Stipendio NUMERIC(9) DEFAULT 0,  
    FOREIGN KEY(Dipart) REFERENCES  
        Dipartimento(NomeDip),  
    UNIQUE (Cognome,Nome)  
)
```

Chiavi su più attributi: Attenzione!!

Nome CHAR(20) NOT NULL,
Cognome CHAR(20) NOT NULL,
UNIQUE (Cognome, Nome),

Nome CHAR(20) NOT NULL UNIQUE,
Cognome CHAR(20) NOT NULL UNIQUE,

Non sono la stessa cosa:

- Caso sopra: (Cognome, Nome) è chiave
= Impossibile avere due tuple con lo stesso cognome e lo stesso nome
- Caso sotto: Cognome è chiave + Nome è chiave
= Impossibile avere due tuple con lo stesso cognome
= Impossibile avere due tuple con lo stesso nome

Vincoli interrelazionali

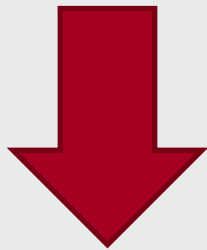
- REFERENCES e FOREIGN KEY permettono di definire vincoli di integrità referenziale
- di nuovo due sintassi
 - per singoli attributi
 - su più attributi
- E' possibile definire politiche di reazione alla violazione

Infrazioni

Auto

Stato	Numero	Cognome	Nome
I	CC953MS	Rossi	Mario
I	FV077XM	Rossi	Mario
F	AB234ZK	Neri	Luca

Matricola	Cognome	Nome
3987	Rossi	Luca
3295	Neri	Piero
9345	Neri	Mario
7543	Mori	Gino



Vigili

```
CREATE TABLE Infrazioni(
  Codice CHAR(5) PRIMARY KEY,
  Data DATE NOT NULL,
  Vigile INTEGER NOT NULL REFERENCES Vigili(Matricola),
  Stato VARCHAR(2),
  Numero VARCHAR(8) ,
  FOREIGN KEY(Stato, Numero) REFERENCES Auto(Stato, Numero),
  CHECK(Data > '01/01/2020')
```

CREATE TABLE, esempio

```
CREATE TABLE Infrazioni(  
    Codice CHAR(6) NOT NULL PRIMARY KEY,  
    Data DATE NOT NULL,  
    Vigile INTEGER NOT NULL  
        REFERENCES Vigili(Matricola),  
    Provincia CHAR(2),  
    Numero CHAR(6) ,  
    FOREIGN KEY(Stato, Numero)  
        REFERENCES Auto(Stato, Numero)  
)
```


Politiche di reazione

- Specificata immediatamente dopo il vincolo di integrità consente di associare politiche diverse ai diversi eventi (delete, update) secondo la seguente sintassi:

on < delete | update >

< cascade | set null | set default | no action >

DELETE : Politiche di reazione

- **cascade**: si propagano le cancellazioni.
- **set null**: all'attributo referente viene assegnato il valore nullo al posto del valore cancellato nella tabella
- **set default**: all'attributo referente viene assegnato il valore di default al posto del valore cancellato nella tabella esterna
- **no action**: la cancellazione non viene consentita

UPDATE : Politiche di reazione

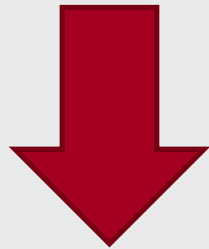
- **cascade:** il nuovo valore viene propagato nell'altra tabella.
- **set null:** all'attributo referente viene assegnato il valore nullo al posto del valore modificato nella tabella.
- **set default:** all'attributo referente viene assegnato il valore di default al posto del valore modificato nella tabella esterna.
- **no action:** l'azione di modifica non viene consentita.

Infrazioni

Auto

<u>Stato</u>	<u>Numero</u>	Cognome	Nome
I	CC953MS	Rossi	Mario
I	FV077XM	Rossi	Mario
F	AB234ZK	Neri	Luca

<u>Matricola</u>	Cognome	Nome
3987	Rossi	Luca
3295	Neri	Piero
9345	Neri	Mario
7543	Mori	Gino



Vigili

```
CREATE TABLE Infrazioni(  
  Codice CHAR(5) PRIMARY KEY,  
  Data DATE NOT NULL,  
  Vigile INTEGER NOT NULL REFERENCES Vigili(Matricola)  
    on update cascade  
    on delete no action,  
  ...  
)
```

DDL, in pratica

In molti sistemi si utilizzano strumenti grafici per definire lo schema della base di dati, tradotti internamente in SQL

The screenshot shows a 'Create - Table' dialog box with tabs for General, Columns, Constraints, Advanced, Parameter, Security, and SQL. The 'Columns' tab is active, displaying a table with the following columns: Name, Data type, Length, Precision, Not NULL?, and Primary key?. The table contains five rows of data:

Name	Data type	Length	Precision	Not NULL?	Primary key?
ID	character	4		<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Yes
Book_Name	character varying	100		<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No
Author_Name	character varying	100		<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No
Edition	character varying	5		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
Type_ID	bigint			<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No

At the bottom of the dialog, there are buttons for 'Save', 'Cancel', and 'Reset'.

SQL, operazioni sui dati

- modifica:
 - INSERT, DELETE, UPDATE
- interrogazione:
 - SELECT

Operazioni di aggiornamento

- operazioni su 0+ tuple di una relazione:
 - inserimento: **INSERT**
 - eliminazione: **DELETE**
 - modifica: **UPDATE**
- sulla base di una condizione che può coinvolgere anche altre relazioni (ricorda l'effetto «cascade»)

Inserimento

```
INSERT INTO Tabella [ ( Attributi ) ]  
VALUES( Valori )
```

oppure

```
INSERT INTO Tabella [ ( Attributi )]  
SELECT ...
```


Inserimento: Esempi

```
INSERT INTO Persone VALUES ('Mario',25,52)
```

```
INSERT INTO Persone(Eta, Nome, Reddito)  
VALUES(25, 'Pino', 52)
```

```
INSERT INTO Persone(Nome, Reddito)  
VALUES('Lino',55)
```

```
INSERT INTO Persone ( Nome, Età )  
SELECT Padre, 25  
FROM Paternita  
WHERE Padre NOT IN (SELECT Nome  
                     FROM Persone)
```

25 è una costante
uguale per tutte le
tuple aggiunte

Paternità

Padre	Figlio
...	...

Persone

Nome	Età	Reddito
...

Inserimento, commenti

- l'ordinamento degli attributi (se presente) e dei valori è significativo
- le due liste debbono avere lo stesso numero di elementi
- se la lista di attributi è omessa, si fa riferimento a tutti gli attributi della relazione, secondo l'ordine con cui sono stati definiti
- se la lista di attributi non contiene tutti gli attributi della relazione, per gli altri viene inserito un valore nullo (che deve essere permesso) o un valore di default

Eliminazione di tuple

DELETE FROM Tabella
[WHERE Condizione]



Se WHERE omissa,
tutte le tuple
cancellate!

Eliminazione: Esempi

```
DELETE FROM Persone  
WHERE Eta < 35
```

```
DELETE FROM Paternita  
WHERE Figlio NOT in (SELECT Nome  
                     FROM Persone)
```

```
DELETE FROM Paternita
```

Paternità

Padre	Figlio
...	...

Persone

Nome	Età	Reddito
...

Eliminazione, commenti

- elimina le tuple che soddisfano la condizione
- può causare eliminazioni da altre relazioni in caso di «on delete cascade»
- ricordare: se la WHERE viene omessa, si intende **WHERE true!!!**

Modifica di tuple

```
UPDATE NomeTabella  
SET Attributo = < Espressione |  
                SELECT ... |  
                NULL |  
                DEFAULT >  
[ WHERE Condizione ]
```

Modifica: Esempi

```
UPDATE Persone SET Reddito = 45  
WHERE Nome = 'Piero'
```

```
UPDATE Persone  
SET Reddito = Reddito * 1.1  
WHERE Eta < 30
```

Paternità

Padre	Figlio
...	...

Persone

Nome	Età	Reddito
...

Istruzione SELECT (versione base)

SELECT ListaAttributi
FROM ListaTabelle
[WHERE Condizione]

- clausola SELECT (chiamata *target list*)
- clausola FROM
- clausola WHERE

Maternità

Madre	Figlio
Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Paternità

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

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40
Franco	60	20
Olga	30	41
Sergio	85	35
Luisa	75	87

Selezione e proiezione

Nome e reddito delle persone con meno di trenta anni

$\pi_{\text{Nome, Reddito}}(\sigma_{\text{Eta} < 30}(\text{Persone}))$

```
SELECT Nome, Reddito  
FROM Persone  
WHERE Eta < 30
```

Persone

Nome	Età	Reddito
...

SELECT, abbreviazioni

```
SELECT Nome, Reddito  
FROM Persone  
WHERE Eta < 30
```

```
SELECT P.Nome as Nome,  
       P.Reddito as Reddito  
FROM Persone as P  
WHERE P.Eta < 30
```

Selezione, senza proiezione

Nome, età e reddito delle persone con meno di trenta anni

$\sigma_{\text{Eta} < 30}(\text{Persone})$

```
SELECT *  
FROM Persone  
WHERE Eta < 30
```

Persone

Nome	Età	Reddito
...

Espressioni nella target list

SELECT Reddito/2 as
RedditoSemestrale
FROM Persone
WHERE Nome = 'Luigi'

$\rho_{\text{RedditoSemestrale} \leftarrow \text{Reddito} ($
 $\pi_{\text{Reddito}}(\sigma_{\text{Nome}="Luigi"}(\text{Persone}))/2$
 $)$

Persone RedditoSemestrale

Nome	Età	Reddito
Anna	25	21
Anna	25	15
Maria	55	12
Anna	55	35
Filippo	20	33
Luigi	50	20
Federico	30	28
Giorgia	30	11
Severino	35	35
Luca	75	37

Condizione complessa

```
SELECT *  
FROM Persone  
WHERE Reddito > 25  
      and (Eta < 30 or Eta > 60)
```

$\sigma_{(Eta < 30 \text{ or } Eta > 60) \text{ and Reddito} > 25} (Persone)$

Condizione “LIKE”

- Le persone che hanno un nome che inizia per 'A' e ha una 'd' come terza lettera

```
SELECT *  
FROM Persone  
WHERE Nome like 'A_d%'
```

Simbolo	Significato
_	Qualsiasi carattere
%	Qualsiasi sequenza anche vuota

Gestione dei valori nulli

Impiegati

Matricola	Cognome	Filiale	Età
5998	Neri	Milano	45
9553	Bruni	Milano	NULL

- Gli impiegati la cui età è o potrebbe essere maggiore di 40

$\sigma_{(Età > 40) \text{ OR } (Età \text{ IS NULL})} (\text{Impiegati})$

- Gli impiegati la cui età è o potrebbe essere maggiore di 40

$\sigma_{\text{Età} > 40 \text{ OR Et\`a IS NULL}} (\text{Impiegati})$

```
SELECT *  
FROM Impiegati  
WHERE Eta > 40 or Eta is null
```

Proiezione: Differenze tra SQL e Algebra Relazionale

Cognome dei vigili

<u>Matricola</u>	Cognome	Nome
3937	Rossi	Luca
3295	Neri	Piero
9345	Neri	Mario
7543	Mori	Gino

Vigili

$\pi_{\text{Cognome}}(\text{Vigili})$

```
SELECT Cognome  
FROM Vigili
```

Cognome

Rossi
Neri
Neri
Mori

```
SELECT DISTINCT Cognome  
FROM Vigili
```

Cognome

Rossi
Neri
Mori

**SELECT non rimuove i duplicati.
Occorre Aggiungere DISTINCT**

Selezione, proiezione e join / 1

Istruzioni SELECT più relazioni nella FROM si realizzano join (e prodotti cartesiani)

Esempio:

Supponiamo due relazioni $R1(A1, A2)$ e $R2(A1, A3)$

La query $\pi_{R1.A1, A3} (\sigma_{R1.A1 > R2.A1} (R1 \bowtie R2))$ è

```
SELECT R1.A1, A3
FROM   R1, R2
WHERE  R1.A1 > R2.A1
```

Selezione, proiezione e join / 2

Forse necessarie ridenominazioni

Esempio:

Supponiamo una relazione $R1(A1, A2)$

$R2 = R1$

$\rho_{B1 \leftarrow R1.A1, B2 \leftarrow R1.A2} (\pi_{R1.A1, R1.A2} (\sigma_{R1.A1 > R2.A1} (R1 \bowtie R2)))$

diventa:

```
SELECT R1.A1 AS B1, R1.A2 AS B2
FROM R1, R1 AS R2
WHERE R1.A1 > R2.A1
```

Osservazione: Specifica delle interrogazioni

- DBMS "ottimizzano" le interrogazioni
→ non necessario preoccuparsi dell'efficienza
- Importante preoccuparsi della chiarezza

Maternità

Madre	Figlio
Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Paternità

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

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40
Franco	60	20
Olga	30	41
Sergio	85	35
Luisa	75	87

Esempio: I padri di persone che guadagnano più di 20

$\Pi_{\text{Padre}}(\sigma_{\text{Reddito} > 20 \wedge \text{Figlio} = \text{Nome}}$
 (paternita
 \bowtie
 persone)
)

Maternità

Madre	Figlio
Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Paternità

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

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40
Franco	60	20
Olga	30	41
Sergio	85	35
Luisa	75	87

SELECT DISTINCT Padre
 FROM Persone, Paternita
 WHERE Figlio = Nome and Reddito > 20

Esempio: Il nome delle persone che guadagnano più dei rispettivi padri

P1 = Persone

P2 = Persone

$\Pi_{\text{Figlio}} ($

$\sigma_{\text{Figlio} = \text{P1.Nome} \wedge \text{Padre} = \text{P2.Nome} \wedge$

$\text{P2.reddito} < \text{P1.reddito} ($

$(\text{paternita} \bowtie \text{P1}) \bowtie \text{P2}$

$))$

Maternità

Madre	Figlio
Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Paternità

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

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40
Franco	60	20
Olga	30	41
Sergio	85	35
Luisa	75	87

```
SELECT DISTINCT Paternita.Figlio
FROM Persone AS P1, Persone AS P2, Paternita
WHERE Figlio = P1.Nome AND Padre = P2.Nome
AND P2.Reddito < P1.Reddito
```

Join esplicito / 1

Padre e madre di ogni persona

```
SELECT Paternita.Figlio, Padre, Madre  
FROM Maternita, Paternita  
WHERE Paternita.Figlio = Maternita.Figlio
```

```
SELECT Madre, Paternita.Figlio, Padre  
FROM Maternita join Paternita on  
    Paternita.Figlio = Maternita.Figlio
```

Maternità

Madre	Figlio
Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Paternità

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

Join esplicito / 2

Persone che guadagnano
più dei rispettivi padri

Paternità

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

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40

```
SELECT DISTINCT Paternita.Figlio
FROM Persone P1, Persone P2, Paternita
WHERE Figlio = P1.Nome AND Padre = P2.Nome
      AND P2.Reddito > P1.Reddito
```

```
SELECT Paternita.Figlio
FROM (Persone P2 join Paternita on P2.Nome = Padre)
      join Persone P1 on Figlio = P1.Nome
WHERE P2.Reddito > P1.Reddito
```

Join esterno: "outer join"

Maternità

Madre	Figlio
Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Paternità

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

Padre e, se nota, madre di ogni persona

```
SELECT Padre, Paternita.Figlio, Madre
FROM Paternita left join Maternita
      on Paternita.Figlio = Maternita.Figlio
```

```
SELECT Padre, Paternita.Figlio, Madre
FROM Paternita left outer join Maternita
      on Paternita.Figlio = Maternita.Figlio
```

Risultato: Differenza tra “left join” e “inner join”

Maternità	Madre	Figlio
	Luisa	Maria
	Luisa	Luigi
	Anna	Olga
	Anna	Filippo
	Maria	Andrea
Paternità	Padre	Figlio
	Sergio	Franco
	Luigi	Olga
	Luigi	Filippo
	Franco	Andrea
	Franco	Aldo

```
SELECT Padre, Paternita.Figlio, Madre  
FROM Paternita left join Maternita  
on Paternita.Figlio =  
Maternita.Figlio
```

Padre	Pat.Figlio	Madre
Sergio	Franco	NULL
Luigi	Olga	Anna
Luigi	Filippo	Anna
Franco	Andrea	Maria
Franco	Aldo	Maria

Se «Join» senza «Left Join» (conosciuto anche come «Inner Join»), la prima riga sarebbe esclusa dal risultato

Risultato: Differenza tra “left join” e “full join”

Maternità	Madre	Figlio
	Luisa	Maria
	Luisa	Luigi
	Anna	Olga
	Anna	Filippo
	Maria	Andrea
	Maria	Aldo
Paternità	Padre	Figlio
	Sergio	Franco
	Luigi	Olga
	Luigi	Filippo
	Franco	Andrea
	Franco	Aldo

SELECT * FROM Paternita full outer join
Maternita
on Paternita.Figlio = Maternita.Figlio

Padre	Pat.Figlio	Mat.Figlio	Madre
Sergio	Franco	NULL	NULL
Luigi	Olga	Olga	Anna
Luigi	Filippo	Filippo	Anna
Franco	Andrea	Andrea	Maria
Franco	Aldo	Aldo	Maria
NULL	NULL	Maria	Luisa
NULL	NULL	Luigi	Luisa

Righe
aggiunte
perché
«full
join»

Ordinamento del risultato

Nome e reddito delle persone con meno di 31 anni in ordine alfabetico

```
SELECT Nome, Reddito  
FROM Persone  
WHERE Eta < 31  
ORDER BY Nome
```

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40

```
SELECT Nome, Reddito  
FROM Persone  
WHERE ETA < 31
```

Nome	Reddito
Andrea	21
Aldo	15
Filippo	30

```
SELECT Nome, Reddito  
FROM Persone  
WHERE ETA < 31  
ORDER BY Nome
```

Nome	Reddito
Aldo	15
Andrea	21
Filippo	30

Operatori aggregati

Nelle espressioni della target list possiamo avere anche espressioni che calcolano valori a partire da insiemi di tuple:

- Conteggio (COUNT)
- Minimo (MIN)
- Massimo (MAX)
- Media (AVG)
- Somma (SUM)

Operatori aggregati: COUNT

- Il numero di figli di Franco

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

- 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

Paternità

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

NumFigliDiFranco

2

COUNT DISTINCT

SELECT count(*) FROM persone

4

SELECT count(distinct reddito) FROM persone

2

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	35
Maria	55	21
Anna	50	35

Altri operatori aggregati

- SUM, AVG, MAX, MIN
- Media dei redditi dei figli di Franco

```
SELECT avg(reddito)
FROM persone join
    paternita on nome=figlio
WHERE padre='Franco'
```

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30

Paternità

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

COUNT e valori nulli

SELECT count(*) FROM persone

4

SELECT count(reddito) FROM persone

3

SELECT count(distinct reddito) FROM persone

2

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	NULL
Maria	55	21
Anna	50	35

Operatori aggregati e valori nulli

- Tutti gli operatori aggregati, ignorano i null.
- Esempio: *Il reddito medio delle persone*

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	30
Aldo	25	NULL
Maria	55	36
Anna	50	36

```
SELECT avg(reddito) as Reddito_Medio  
FROM persone
```

Reddito_Medio
34

Un Esempio: Attenzione!!!

- Interrogazione scorretta
perché non chiaro di chi
sarebbe il nome:

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

- Non restituisce il nome
della persona con il max
reddito (potrebbero anche
essere molti)

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	30
Aldo	25	NULL
Maria	55	36
Anna	50	36

Operatori aggregati e raggruppamenti

- Operatore **GROUP BY** permette di fare gruppi per min, max, count, ecc..
- Esempio: *Il numero di figli di ciascun padre*

```
SELECT Padre, count(*) AS NumFigli  
FROM Paternita  
GROUP BY Padre
```

Paternita

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

Padre	NumFigli
Sergio	1
Luigi	2
Franco	2

Semantica di interrogazioni con operatori aggregati e raggruppamenti

1. interrogazione senza **GROUP by** e senza operatori aggregati

SELECT *

FROM Paternita

2. si raggruppa e si applica l'operatore aggregato a ciascun gruppo

Condizioni sui gruppi con HAVING

I padri con figli i cui reddito medio maggiore di 25; mostrare padre e reddito medio dei figli

```
SELECT padre, avg(reddito)
FROM persone, paternita
WHERE nome=figlio
GROUP by padre
HAVING avg(reddito) > 25
```

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30

Paternità

Padre	Figlio
Sergio	Anna
Luigi	Maria
Luigi	Filippo
Franco	Andrea
Franco	Aldo

Condizioni sui gruppi con HAVING

I padri con figli i cui reddito medio maggiore di 25; mostrare padre e reddito medio dei figli

```
SELECT padre, avg(reddito)
FROM persone, paternita
WHERE nome=figlio
GROUP by padre
HAVING avg(reddito) > 25
```

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30

$\pi_{\text{padre, reddito}}$
(Paternità $\bowtie_{\text{nome=figlio}}$ Persone)

Padre	Reddito
Sergio	35
Luigi	42
Luigi	30
Franco	21
Franco	15

Condizioni sui gruppi con HAVING

I padri con figli i cui reddito medio maggiore di 25; mostrare padre e reddito medio dei figli

```
SELECT padre, avg(reddito)
FROM persone, paternita
WHERE nome=figlio
GROUP by padre
HAVING avg(reddito) > 25
```

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30

$\pi_{\text{padre, reddito}}$
(Paternità $\bowtie_{\text{nome=figlio}}$ Persone)

Padre	Reddito
Sergio	35
Luigi	42
Luigi	30

Condizioni sui gruppi con HAVING

I padri con figli i cui reddito medio maggiore di 25; mostrare padre e reddito medio dei figli

```
SELECT padre, avg(reddito)  
as media
```

```
FROM persone, paternita
```

```
WHERE nome=figlio
```

```
GROUP by padre
```

```
HAVING avg(reddito) > 25
```

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30

Padre	media
Sergio	35
Luigi	36

«Group by» e valori nulli

A	B
1	11
2	11
3	null
4	null

```
SELECT B, count (*)  
FROM R  
GROUP by B
```

B	
11	2
null	2

```
SELECT A, count (*)  
FROM R  
GROUP by A
```

A	
1	1
2	1
3	1
4	1

```
SELECT A, count (B)  
FROM R  
GROUP by A
```

A	
1	1
2	1
3	0
4	0

Unione, intersezione e differenza

- La **SELECT** da sola non permette di fare unioni; serve un costrutto esplicito:

```
SELECT ...  
union [all]  
SELECT ...
```

- i duplicati vengono eliminati (a meno che si usi **all**); anche dalle proiezioni!

UNION: Un esempio

```
SELECT A, B  
FROM R  
union  
SELECT A , B  
FROM S
```

```
SELECT A, B  
FROM R  
union all  
SELECT A , B  
FROM S
```

Notazione posizionale!

```
SELECT padre, figlio  
FROM paternita  
union  
SELECT madre, figlio  
FROM maternita
```

Maternità	Madre	Figlio
	Luisa	Maria
	Luisa	Luigi
	Anna	Olga
	Anna	Filippo
	Maria	Andrea
	Maria	Aldo
Paternità	Padre	Figlio
	Sergio	Franco
	Luigi	Olga
	Luigi	Filippo
	Franco	Andrea
	Franco	Aldo

- Quali nomi per gli attributi del risultato?
Tipicalmente, quelli del primo operando

Maternità	Madre	Figlio
	Luisa	Maria
	Luisa	Luigi
	Anna	Olga
	Anna	Filippo
	Maria	Andrea
Paternità	Padre	Figlio
	Sergio	Franco
	Luigi	Olga
	Luigi	Filippo
	Franco	Andrea
	Franco	Aldo

Padre	Figlio
Sergio	Franco
Luigi	Olga
Luigi	Filippo
Franco	Andrea
Franco	Aldo
Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

```

SELECT padre, figlio
FROM paternita
union
SELECT madre, figlio
FROM maternita

```

Notazione posizionale / 3

- Anche con le ridenominazioni non cambia niente:

SELECT padre as genitore, figlio

FROM paternita

union

SELECT figlio, madre as genitore

FROM maternita

- Per essere certi del risultato:

SELECT padre as genitore, figlio

FROM paternita

union

SELECT madre as genitore, figlio

FROM maternita

Differenza e Intersezione

Differenza

```
SELECT Nome  
FROM Impiegato  
EXCEPT  
SELECT Cognome as  
Nome  
FROM Impiegato
```

Intersezione

```
SELECT Nome  
FROM Impiegato  
INTERSECT  
SELECT Cognome as  
Nome  
FROM Impiegato
```

Intersezione: Zuccherio Sintattico

```
SELECT Nome  
FROM Impiegato  
INTERSECT  
SELECT Cognome as Nome  
FROM Impiegato
```

equivale a

```
SELECT I.Nome  
FROM Impiegato I, Impiegato J  
WHERE I.Nome = J.Cognome
```

Interrogazioni Nidificate

Nome e reddito del padre di Franco

```
SELECT Nome, Reddito
FROM Persone, Paternita
WHERE Nome = Padre
and Figlio = 'Franco'
```

```
SELECT Nome, Reddito
FROM Persone
WHERE Nome = ( SELECT Padre
                FROM Paternita
                WHERE Figlio = 'Franco')
```

Maternità

Madre	Figlio
Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Paternità

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

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40
Franco	60	20
Olga	30	41
Sergio	85	35
Luisa	75	87

Interrogazione
all'interno di
un'altra

Interrogazioni Nidificate

Le persone con il reddito
superiore alla media

Maternità

Madre Figlio

Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Paternità

Padre Figlio

Sergio	Franco
Luigi	Olga
Luigi	Filippo
Franco	Andrea
Franco	Aldo

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40
Franco	60	20
Olga	30	41
Sergio	85	35
Luisa	75	87

```
SELECT *  
FROM Persone  
WHERE Reddito >= (SELECT avg(Reddito)  
FROM Persone)
```


Operatore «In»

Nome e reddito dei padri di
persone che guadagnano
più di 20

```
SELECT distinct P.Nome, P.Reddito  
FROM
```

```
Persone P, Paternita, Persone F  
WHERE P.Nome = Padre and
```

```
Figlio = F.Nome and F.Reddito > 20
```

```
SELECT Nome, Reddito  
FROM Persone
```

```
WHERE Nome in (SELECT Padre FROM Paternita, Persone  
                WHERE Figlio = Nome and Reddito > 20)
```

Maternità

Madre	Figlio
Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo
Padre	Figlio
Sergio	Franco
Luigi	Olga
Luigi	Filippo
Franco	Andrea
Franco	Aldo

Paternità

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40
Franco	60	20
Olga	30	41
Sergio	85	35
Luisa	75	87

Maternità

Madre

Figlio

Persone

Operatore «Any»

Nome e reddito dei padri di
persone che guadagnano
più di 20 (almeno un figlio)

Paternità

Padre

Figlio

```
SELECT Nome, Reddito
FROM Persone
```

```
WHERE Nome = any (SELECT Padre
                   FROM Paternità, Persone
                   WHERE Figlio = Nome and Reddito > 20)
```

Ovviamente l'alternativa più ovvia è

```
SELECT distinct P.Nome, P.Reddito
FROM Persone P, Paternità, Persone F
WHERE P.Nome = Padre and Figlio = F.Nome and
F.Reddito > 20
```

Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Sergio	Franco
Luigi	Olga
Luigi	Filippo
Franco	Andrea
Franco	Aldo

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40
Franco	60	20
Olga	30	41
Sergio	85	35
Luisa	75	87

Operatore «All»

Nome e reddito dei padri di
persone che guadagnano
tutte più di 20 (tutti i figli)

```
SELECT Nome, Reddito
FROM Paternita JOIN Persone
ON Padre=Nome
WHERE Nome <> all (SELECT Padre
```

```
FROM Paternita, Persone
WHERE Figlio = Nome and Reddito <= 20)
```

Maternità

Madre	Figlio
Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Paternità

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

Persone

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40
Franco	60	20
Olga	30	41
Sergio	85	35
Luisa	75	87

Ovviamente l'alternativa più ovvia è
SELECT distinct P.Nome, P.Reddito
FROM Persone P, Paternita, Persone F
WHERE P.Nome = Padre and Figlio = F.Nome and
F.Reddito > 20

Operatore «All»

Nome e reddito delle persone
che guadagnano di più

```
SELECT Nome, Reddito  
FROM Persone
```

```
WHERE Nome >= all (SELECT Reddito FROM Persone)
```

Maternità

Madre

Figlio

Persone

Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Paternità

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

Nome	Età	Reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40
Franco	60	20
Olga	30	41
Sergio	85	35
Luisa	75	87

Ovviamente l'alternativa più ovvia è

```
SELECT distinct P.Nome, P.Reddito FROM Persone P  
WHERE Reddito = (SELECT MAX(REDDITO)  
FROM PERSONE)
```

Persone

Nome	Reddito	Età	Sesso
Mario	15	80	M
Carlo	25	24	M
Giuseppe	30	45	M
Maria	76	43	F
Gianni	60	50	M
Francesca	18	26	F
Paola	45	60	F
Marco	80	35	M
Antonio	15	86	M

Genitori

Figlio	Genitore
Paola	Mario
Marco	Paola
Carlo	Gianni
Carlo	Maria
Francesca	Giuseppe
Marco	Giuseppe
Gianni	Antonio

Date le precedenti relazioni formulare le seguenti interrogazioni in SQL:

- Trovare l'elenco ordinato dei genitori in cui almeno un figlio guadagna più di 20 milioni.
- Estrarre i nonni di ogni persona come coppie (nonno,nipote)
- Trovare il numero di figli per genitore come coppie (genitore,num_figli)
- Per ogni genitore trovare la somma del reddito di tutti i figli.
- Trovare il reddito medio per genere
- Trovare la/e donna/e che guadagna(no) di più

Persone

Nome	Reddito	Età	Sesso
Mario	15	80	M
Carlo	25	24	M
Giuseppe	30	45	M
Maria	76	43	F
Gianni	60	50	M
Francesca	18	26	F
Paola	45	60	F
Marco	80	35	M
Antonio	15	86	M

Genitori

Figlio	Genitore
Paola	Mario
Marco	Paola
Carlo	Gianni
Carlo	Maria
Francesca	Giuseppe
Marco	Giuseppe
Gianni	Antonio

Trovare l'elenco ordinato dei genitori in cui almeno un figlio guadagna più di 20 milioni.

Soluzione 1:

```
SELECT DISTINCT Genitore
FROM Persone, Genitore
WHERE Figlio=Nome AND Reddito>20
ORDER BY Genitore
```

Soluzione 2:

```
SELECT DISTINCT Genitore
FROM Genitore
WHERE Figlio IN
(SELECT Nome FROM Genitore
WHERE Reddito>20)
```

Esercizi di Riepilogo



Persone

Nome	Reddito	Età	Sesso
Mario	15	80	M
Carlo	25	24	M
Giuseppe	30	45	M
Maria	76	43	F
Gianni	60	50	M
Francesca	18	26	F
Paola	45	60	F
Marco	80	35	M
Antonio	15	86	M

Genitori

Figlio	Genitore
Paola	Mario
Marco	Paola
Carlo	Gianni
Carlo	Maria
Francesca	Giuseppe
Marco	Giuseppe
Gianni	Antonio

Estrarre i nonni di ogni persona come coppie (nonno,nipote).

Soluzione:

```
SELECT G2.Genitore AS Nonno, G1.Figlio AS Nipote
FROM Genitori G1, Genitori G2
WHERE G1.Genitore = G2.Figlio
```

Esercizi di Riepilogo



Persone

Nome	Reddito	Età	Sesso
Mario	15	80	M
Carlo	25	24	M
Giuseppe	30	45	M
Maria	76	43	F
Gianni	60	50	M
Francesca	18	26	F
Paola	45	60	F
Marco	80	35	M
Antonio	15	86	M

Genitori

Figlio	Genitore
Paola	Mario
Marco	Paola
Carlo	Gianni
Carlo	Maria
Francesca	Giuseppe
Marco	Giuseppe
Gianni	Antonio

Trovare il numero di figli per genitore come coppie (genitore,num_figli)

Soluzione:

```
SELECT G2.Genitore AS Nonno, G1.Figlio AS Nipote
FROM Genitori
WHERE G1.Genitore = G2.Figlio
```


Esercizi di Riepilogo



Persone

Nome	Reddito	Età	Sesso
Mario	15	80	M
Carlo	25	24	M
Giuseppe	30	45	M
Maria	76	43	F
Gianni	60	50	M
Francesca	18	26	F
Paola	45	60	F
Marco	80	35	M
Antonio	15	86	M

Genitori

Figlio	Genitore
Paola	Mario
Marco	Paola
Carlo	Gianni
Carlo	Maria
Francesca	Giuseppe
Marco	Giuseppe
Gianni	Antonio

Per ogni genitore trovare la somma del reddito di tutti i figli.

Soluzione:

```
SELECT Genitore, SUM(Reddito) AS Somma_Reddito
FROM Genitori JOIN Persone ON Genitori.Figlio=Persone.Nome
GROUP BY Genitore
```

Esercizi di Riepilogo



Persone

Nome	Reddito	Età	Sesso
Mario	15	80	M
Carlo	25	24	M
Giuseppe	30	45	M
Maria	76	43	F
Gianni	60	50	M
Francesca	18	26	F
Paola	45	60	F
Marco	80	35	M
Antonio	15	86	M

Genitori

Figlio	Genitore
Paola	Mario
Marco	Paola
Carlo	Gianni
Carlo	Maria
Francesca	Giuseppe
Marco	Giuseppe
Gianni	Antonio

Trovare il reddito medio per genere

Soluzione:

```
SELECT Sesso, AVG(Reddito)
FROM Persone
GROUP BY Sesso
```

Persone

Nome	Reddito	Età	Sesso
Mario	15	80	M
Carlo	25	24	M
Giuseppe	30	45	M
Maria	76	43	F
Gianni	60	50	M
Francesca	18	26	F
Paola	45	60	F
Marco	80	35	M
Antonio	15	86	M

Genitori

Figlio	Genitore
Paola	Mario
Marco	Paola
Carlo	Gianni
Carlo	Maria
Francesca	Giuseppe
Marco	Giuseppe
Gianni	Antonio

Trovare la/e donna/e che guadagna(no) di più

Soluzione:

```
SELECT
FROM Persone
WHERE Sesso='F' AND
      REDDITO =(SELECT MAX(Reddito) FROM Persone WHERE Sesso='F')
```

Quantificazione esistenziale

- Ulteriore tipo di condizione
 - EXISTS (Sottoespressione)
- L'interrogazione interna viene eseguita una volta per ciascuna tupla dell'interrogazione esterna

Quantificazione esistenziale: Esempio 1

Relazione Persona(CodFisc, Nominativo, Città)

Estrarre le persone omonime

```
SELECT *  
FROM Persona AS P  
WHERE EXISTS (SELECT *  
              FROM PERSONA Q  
              WHERE Q.Nominativo=P.Nominativo  
              AND Q.CodFisc=P.CodFisc)
```

Stesso esempio senza EXIST

Relazione Persona(CodFisc, Nominativo, Città)

Estrarre le persone omonime

```
SELECT P.*  
FROM Persona AS P, Persona AS Q  
WHERE P.Nominativo = Q.Nominativo AND  
      P.CodFisc <> Q.CodFisc
```

Quantificazione esistenziale:

Esempio 2

Relazione Persona(CodFisc, Nominativo, Città)

Estrarre le persone senza omonimi

```
SELECT *  
FROM Persona AS P  
WHERE NOT EXISTS      (SELECT *  
                        FROM PERSONA Q  
                        WHERE Q.Nominativo=P.Nominativo  
                        AND Q.CodFisc=P.CodFisc)
```

Stesso esempio senza EXIST

Relazione Persona(CodFisc, Nominativo, Città)

Estrarre le persone senza omonimi

```
SELECT P.*  
FROM Persona AS P  
WHERE P.Nominativo NOT IN  
      (SELECT Nominativo  
       FROM Persona AS Q  
       WHERE Q.Nominativo = P.Nominativo  
              AND Q.CF <> P.CF)
```


Quantificazione esistenziale:

Esempio 3

Relazione Persona(CodFisc, Nominativo, Città)

Estrarre le città con almeno due persone nel DB

```
SELECT Città
FROM Persona AS P
WHERE EXISTS (SELECT *
              FROM PERSONA Q
              WHERE Q.Città=P.Città
              AND Q.CodFisc≠P.CodFisc)
```

Visibilità in Query Annidate

- Visibilità è solo in query annidate
- La seguente query non è annidata, quindi è scorretta:

```
SELECT *  
FROM Impiegato  
WHERE Dipart in (SELECT Nome  
                  FROM Dipartimento D1  
                  WHERE Nome = 'Produzione') or  
Dipart in (SELECT Nome  
            FROM Dipartimento D2  
            WHERE D2.Citta = D1.Citta)
```

Riferimento

Capitolo 4 del libro, escluse:

- Sezione 4.2.8
- Sezione 4.2.9