Basi di Dati - VI

Corso di Laurea in Informatica

Anno Accademico 2013/2014

Alessandra Raffaetà

raffaeta@dsi.unive.it

Il linguaggio SQL

Il linguaggio SQL

- Linguaggio più diffuso per basi di dati relazionali
  - Nasce nel 1973, all'IBM per il sistema relazionale System/R
    - SEQUEL (Structured English QUEry Language) -> SQL
  - Intorno agli anni '80 inizia un processo di standardizzazione
    - SQL-84, SQL-89, ..., SQL-99, SQL:2003, SQL:2006

- Le implementazioni nei vari DBMS relazionali commerciali
  - includono funzionalità non previste dallo standard
  - non includono funzionalità previste dallo standard
  - implementano funzionalità previste dallo standard ma in modo diverso :-(

Il linguaggio SQL (cont.)

- Linguaggio dichiarativo basato su Calcolo Relazionale su Ennuple e Algebra Relazionale
  - relazioni -> tabelle
  - ennuple -> record/righe
  - attributi -> campi/colonne

Il linguaggio SQL (cont.)

- Linguaggio dichiarativo basato su Calcolo Relazionale su Ennuple e Algebra Relazionale
  - relazioni -> tabelle
  - ennuple -> record/righe
  - attributi -> campi/colonne
- Le tabelle possono avere righe duplicate (una tabella è un multinsieme), per
  - efficienza: eliminare i duplicati costa (n log(n))
  - flessibilità:
    - può essere utile vedere i duplicati
    - possono servire per le funzioni di aggregazione (es. media)

Il linguaggio SQL (cont.)

- Il linguaggio comprende
  - DML (Data Manipulation Language)

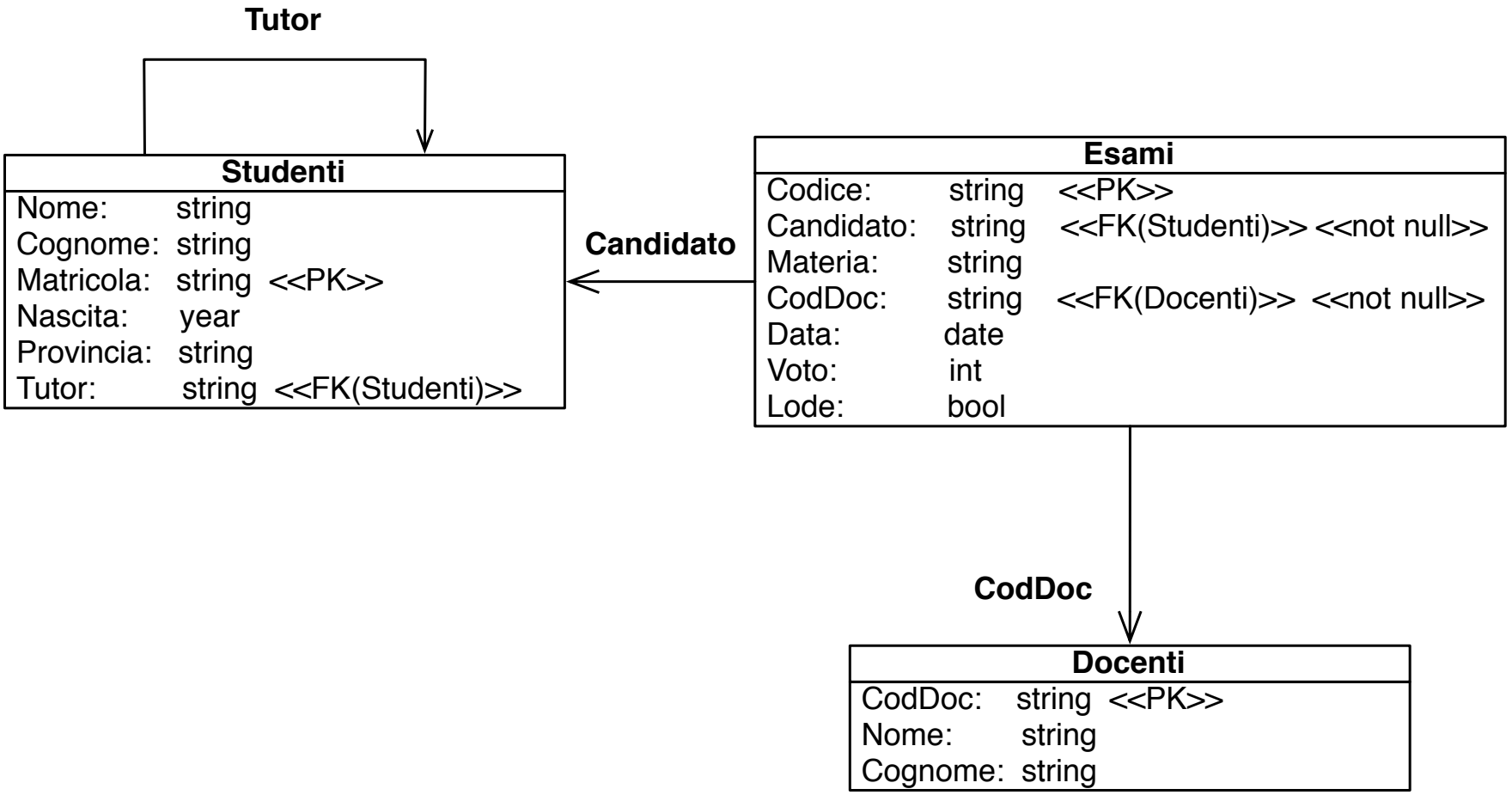
    ricerche e/o modifiche interattive -> interrogazioni o query
  - DDL (Data Definition Language)

    definizione (e amministrazione) della base di dati
  - uso di SQL in altri linguaggi di programmazione

Il DML di SQL

Un assaggio ...

- Consideriamo lo schema relazionale



Un assaggio ...


```
SELECT  s.Nome, s.Cognome, e.Data
FROM    Studenti s JOIN Esami e
                   ON (s.Matricola = e.Candidato)
WHERE   e.Materia='BD' AND e.Voto=30
```

```
SELECT  s.Nome AS Nome, YEAR(CURDATE()) - s.Nascita AS Età,
        0 AS NumeroEsami
FROM    Studenti s
WHERE NOT EXISTS (SELECT  *
                  FROM    Esami e
                  WHERE   s.Matricola = e.Candidato)
```

Il comando SELECT

- Il comando base dell'SQL:

```
SELECT [DISTINCT] Attributi
FROM   Tabelle
[WHERE Condizione]

Tabelle ::= Tabella [Ide] {, Tabella [Ide] }
```

- Condizione può essere una combinazione booleana (**AND**, **OR**, **NOT**) di (dis)uguaglianze tra attributi (=, <, <=, ...) ... ma anche molto altro.

Il comando SELECT (cont.)

- Semantica: prodotto + restrizione + proiezione.
  - **SELECT** *
    FROM R1, ..., Rn

    $R_1 \times \ldots \times R_n$
  - **SELECT** *
    FROM R1, ..., Rn
    WHERE C

    $\sigma_C(R_1 \times \ldots \times R_n)$
  - **SELECT DISTINCT** A1, ..., An
    FROM R1, ..., Rn
    WHERE C

    $\pi_{A_1,\ldots,A_n}(\sigma_C(R_1 \times \ldots \times R_n))$

Esempi Elementari


- ```
  SELECT *
  FROM   Studenti;
  ```

- ```
  SELECT *
  FROM   Esami
  WHERE  Voto > 26;
  ```

- ```
  SELECT DISTINCT Provincia
  FROM Studenti;
  ```

- ```
  SELECT *
  FROM   Studenti, Esami;
  ```

Esempi: Proiezione

- Trovare il nome, la matricola e la provincia degli studenti:

```
SELECT Nome, Matricola, Provincia
FROM   Studenti
```

Nome	Matricola	Prov
Paolo	71523	VE
Anna	76366	PD
Chiara	71347	VE

Esempi: Restrizione

- Trovare tutti i dati degli studenti di Venezia:

```
SELECT   *
FROM     Studenti
WHERE    Provincia = 'VE';
```

Nome	Cognome	...	Provincia	...
Paolo	Verdi	...	VE	...
Chiara	Scuri	...	VE	...

- Trovare nome, matricola e anno di nascita degli studenti di Venezia (Proiezione+Restrizione):

```
SELECT   Nome, Matricola, Nascita
FROM     Studenti
WHERE    Provincia = 'VE';
```

Nome	Matricola	Nascita
Paolo	71523	1989
Chiara	71346	1987

Prodotto e Giunzioni

- Tutte le possibili coppie (Studente, Esame):

```
SELECT  *
FROM    Studenti, Esami
```

- Tutte le possibili coppie (Studente, Esame sostenuto dallo studente):

```
SELECT *
FROM   Studenti, Esami
WHERE  Matricola = Candidato
```

- Nome e data degli esami per studenti che hanno superato l'esame di BD con 30:

```
SELECT  Nome, Data
FROM    Studenti, Esami
WHERE   Materia='BD' AND Voto=30
        AND Matricola = Candidato
```

Qualificazione: notazione con il punto

- Se si opera sul prodotto di tabelle con attributi omonimi occorre qualificarli, ovvero identificare la tabella alla quale ciascun attributo si riferisce

- **Notazione con il Punto**. Utile se si opera su tabelle diverse con attributi aventi lo stesso nome

  `Tabella.Attributo`

  - Es. generare una tabella che riporti `Codice`, `Nome`, `Cognome` dei docenti e `Codice` degli esami corrispondenti

```
SELECT Docenti.CodDoc, Docenti.Nome, Docenti.Cognome,
       Esami.Codice
FROM   Esami, Docenti
WHERE  Docenti.CodDoc = Esami.CodDoc
```

Qualificazione: notazione con il punto e alias

- **Alias**
  - Si associa un identificatore alle relazioni in gioco
  - Essenziale se si opera su più copie della stessa relazione (-> associazioni ricorsive!)
  - Es. generare una tabella che contenga cognomi e matricole degli studenti e dei loro tutor

```
SELECT s.Cognome, s.Matricola, t.Cognome, t.Matricola
FROM   Studenti s, Studenti t
WHERE  s.Tutor = t.Matricola
```

- La qualificazione è sempre possibile e può rendere la query più leggibile

Alias e query ricorsive

- Gli alias permettono di avere 'ricorsività' a un numero arbitrario di livelli.

  Esempio:

  Persone (Id, Nome, Cognome, IdPadre, Lavoro)

  PK(Id), IdPadre FK(Persone)

```
SELECT n.Nome, n.Cognome,
       f.Nome, f.Cognome
FROM   Persone n,
       Persone p,
       Persone f
WHERE  f.IdPadre = p.Id AND
       p.IdPadre = n.Id AND
       n.Lavoro = f.Lavoro
```

Cognome e nome delle persone (e dei nonni) che fanno lo stesso lavoro dei nonni

Lista degli attributi

- `Attributi ::= *`
  `| Expr [[AS] Nome] {, Expr [[AS] Nome] }`

  `Expr AS Nome:` dà il nome `Nome` alla colonna ottenuta come risultato dell'espressione **Expr**

- usato per rinominare attributi o più comunemente per dare un nome ad un attributo calcolato

```
SELECT Nome, Cognome, YEAR(CURDATE())-Nascita AS Età
FROM   Studenti
WHERE  Provincia='VE'
```

- Nota: Un attributo *A* di una tabella "`R x`" si denota come: `A` oppure `R.A` oppure `x.A`

Sintassi delle espressioni

- Le **espressioni** possono includere operatori aritmetici (o altri operatori e funzioni sui tipi degli attributi) o funzioni di aggregazione

  - `Expr ::= [Ide.]Attributo | Const`
    `| ( Expr ) | [-] Expr [Op Expr]`
    `| COUNT(*)`
    `| AggrFun ( [DISTINCT] [Ide.]Attributo)`

  - `AggrFun ::= SUM | COUNT | AVG | MAX | MIN`

- `NB:` si usano tutte funzioni di aggregazione (-> produce un'unica riga) o nessuna.

- Le funzioni di aggregazione NON possono essere usati nella clausola WHERE

ESEMPI: funzioni di aggregazione

- Numero di elementi della relazione Studenti

```
SELECT  COUNT(*)
FROM    Studenti
```

- Anno di nascita minimo, massimo e medio degli studenti:

```
SELECT MIN(Nascita), MAX(Nascita), AVG(Nascita)
FROM   Studenti
```

- è diverso da

```
SELECT MIN(Nascita), MAX(Nascita), AVG(DISTINCT Nascita)
FROM   Studenti
```

- Nota: non ha senso … (vedi `GROUP BY`)

```
SELECT Candidato, AVG(Voto)
FROM   Esami
```

ESEMPI: funzioni di aggregazione

- Numero di Studenti che hanno un Tutor

```
SELECT   COUNT(Tutor)
FROM     Studenti
```

- Numero di studenti che fanno i Tutor

```
SELECT   COUNT(DISTINCT Tutor)
FROM     Studenti
```

Clausola FROM (reprise)

- Le tabelle si possono combinare usando:
  - "," (prodotto): `FROM T1,T2`
  - **Giunzioni** di vario genere

- `Tabelle ::= Tabella [Ide] {, Tabella [Ide] } |`

  `Tabella Giunzione Tabella`
  `[ USING (Attributi) | ON Condizione ]`

`Giunzione ::= [CROSS|NATURAL] [LEFT|RIGHT|FULL] JOIN`

Clausola FROM: giunzioni

- **CROSS JOIN**

  realizza il prodotto

```
SELECT *
FROM   Esami CROSS JOIN Docenti
```

- **NATURAL JOIN**

  è il join naturale

```
SELECT *
FROM   Esami NATURAL JOIN Docenti;
```

Clausola FROM: giunzioni

- **JOIN ... USING** *Alcuni attributi comuni*

  come il natural join, ma solo sugli attributi comuni elencati

- **JOIN ... ON Condizione**

  effettua il join su di una condizione (ad es. che indica quali valori devono essere uguali)

```
SELECT *
FROM   Studenti s JOIN Studenti t
                  ON s.Tutor = t.Matricola;
```

Clausola FROM: giunzioni

- **LEFT, RIGHT, FULL**

  se precedono JOIN, effettuano la corrispondente giunzione esterna

- Esempio: Esami di tutti gli studenti, con nome e cognome relativo, elencando anche gli studenti che non hanno fatto esami

```
SELECT Nome, Cognome, Matricola, Data, Materia
FROM   Studenti s LEFT JOIN Esami e
       ON s.Matricola=e.Candidato;
```

Clausola FROM: giunzioni

- Risultato

Nome	Cognome	Matricola	Data	Materia
Chiara	Scuri	71346	NULL	NULL
Giorgio	Zeri	71347	NULL	NULL
Paolo	Verdi	71523	2006-07-08	BD
Paolo	Verdi	71523	2006-12-28	ALG
Paolo	Poli	71576	2007-07-19	ALG
Paolo	Poli	71576	2007-07-29	FIS
Anna	Rossi	76366	2007-07-18	BD
Anna	Rossi	76366	2007-07-08	FIS

Nota: compaiono anche ennuple corrispondenti a studenti che non hanno fatto esami, completate con valori nulli.

Clausola ORDER BY

- Inserendo la clausola

  ORDER BY *Attributo* [**DESC**|**ASC**] {, Attributo [**DESC**|**ASC**] }

  si può far sì che la tabella risultante sia ordinata, secondo gli attribuuti indicati (ordine lessicografico) in modo crescente (ASC) [default] o decrescente (DESC): e.g.

```
SELECT Nome,Cognome
FROM   Studenti
WHERE  Provincia='VE'
ORDER BY Cognome DESC, Nome DESC
```

Operatori insiemistici

- SQL comprende operatori insiemistici (`UNION`, `INTERSECTION` ed `EXCEPT`) per combinare i risultati di tabelle con colonne di ugual nome e ugual tipo

- Es: Nome e cognome degli studenti di Venezia e di quelli che hanno preso più di 28 in qualche esame

```
SELECT Nome, Cognome
FROM   Studenti
WHERE  Provincia='VE'
   UNION
SELECT Nome, Cognome
FROM   Studenti JOIN Esami ON (Matricola=Candidato)
WHERE  Voto>28;
```

Operatori insiemistici

- Se le tabelle sulle quali operare hanno attributi con lo stesso tipo, ma con nome diverso, si possono rinominare con AS

- Esempio: Le matricole degli studenti che non sono tutor

```
SELECT  Matricola
FROM    Studenti
   EXCEPT
SELECT  Tutor AS Matricola
FROM    Studenti
```

Operatori insiemistici

- Effettuano la rimozione dei duplicati, a meno che non sia esplicitamente richiesto il contrario con l'opzione `ALL`

- Es: Nome e cognome degli studenti di Venezia che hanno preso più di 28 in qualche esame

```
SELECT Nome, Cognome
FROM   Studenti
WHERE  Provincia='VE'
   INTERSECTION ALL
SELECT Nome, Cognome
FROM   Studenti JOIN Esami ON (Matricola=Candidato)
WHERE  Voto>28;
```

Il valore NULL

- Il valore di un campo di un'ennupla può mancare per varie ragioni
  - attributo non applicabile
  - attributo non disponibile
  - ...
- SQL fornisce il valore speciale **NULL** per tali situazioni.
- La presenza di NULL introduce dei problemi:
  - la condizione "Matricola=9" è vera o falsa quando la Matricola è NULL?

    è vero NULL=NULL?

    Cosa succede degli operatori AND, OR e NOT?

Il valore NULL

- Dato che NULL può avere diversi significati
  - NULL=0 non è né vero, né falso, ma unknown
  - anche NULL=NULL è unknown
- Occorre una logica a 3 valori (vero, falso e unknown).

p	¬p
T	F
F	T
U	U

p	q	p∧q	p∨q
T	T	T	T
T	F	F	T
T	U	U	T
F	T	F	T
F	F	F	F
F	U	F	U
U	T	U	T
U	F	F	U
U	U	U	U

Il valore NULL

- Va definita opportunamente la semantica dei costrutti. Ad es.

  SELECT ... FROM ...

  WHERE *COND*

  restituisce solo le ennuple che rendono **vera** la condizione *COND*.

- Necessario un predicato per il **test di nullità**

  `Expr` **IS** [**NOT**] `NULL`

  è vero se `Expr` (non) è `NULL`

- Nota che `NULL=NULL` vale `UNKNOWN`!!

- Nuovi operatori sono utili (es. giunzioni esterne)

Il valore NULL: Esempio

- Gli studenti che non hanno Tutor

```
SELECT *
FROM   Studenti
WHERE  Tutor IS NULL
```

Nome	Cognome	Matricola	Nascita	Provincia	Tutor
Giorgio	Zeri	71347	1987	VE	NULL
Paolo	Verdi	71523	1986	VE	NULL

- Cosa ritorna?

```
SELECT *
FROM   Studenti
WHERE  Tutor = NULL
```

Altre condizioni: between

- Su valori numerici
  - **WHERE** *Expr* **BETWEEN** *Expr* **AND** *Expr*
  -
```
SELECT *
FROM   Studenti
WHERE  Matricola BETWEEN 71000 AND 72000;
```

Nome	Cognome	Matricola	Nascita	Provincia	Tutor
Chiara	Scuri	71346	1985	VE	71347
Giorgio	Zeri	71347	1987	VE	NULL
Paolo	Verdi	71523	1986	VE	NULL
Paolo	Poli	71576	1988	PD	71523

Pattern Matching

- Sulle stringhe
  - **WHERE** *Expr* **LIKE** *pattern*
- Il pattern può contenere caratteri e i simboli speciali
  - `%` sequenza di 0 o più caratteri qualsiasi
  - `_` un carattere qualsiasi
- Studenti con il nome di almeno due caratteri che inizia per *A*

```
SELECT *
   FROM   Studenti
   WHERE  Nome LIKE 'A_%'
```

Pattern Matching

- Studenti con il nome che inizia per 'A' e termina per 'a' oppure 'i'

```
SELECT *
FROM   Studenti
WHERE  Nome LIKE 'A%a' OR Nome LIKE 'A%i'
```

- stessa query usando le espressioni regolari

```
SELECT *
FROM   Studenti
WHERE  Nome REGEXP '^A.*(a|i)$'
```

Clausola WHERE

- La clausola WHERE è piu complicata di come l'abbiamo vista finora.
- Combinazione booleana (`AND, OR, NOT`) di predicati tra cui:
  - *Expr Comp Expr*
  - *Expr Comp* (*Sottoselect che torna esattamente un valore*)
  - *Expr* [**NOT**] **IN** (*Sottoselect*) (oppure **IN** (v1,..,vn))
  - [**NOT**] **EXISTS** (*Sottoselect*)
  - *Expr Comp* (**ANY** | **ALL**) (*Sottoselect*)
- Comp: `<, =, >, <>, <=, >=` (e altri)

Select annidate

- Alcune interrogazioni richiedono di estrarre dati dalla BD e usarli in operazioni di confronto
- E` possibile specificare select **annidate**, inserendo nel campo **`WHERE`** una condizione che usa una select (che a sua volta può contenere sottoselect ...)
- Si può
  - eseguire **confronti con l'insieme** di valori ritornati dalla sottoselect (sia quando questo è un singoletto, sia quando contiene più elementi)
  - verificare la **presenza/assenza** di valori dati nell'insieme ritornato dalla sottoselect
  - verificare se l'insieme di valori ritornato dalla sottoselect è o meno **vuoto**

Sottoselect con un solo valore

- Nel campo WHERE
  - ***Expr Comp (Sottoselect che torna esattamente un valore)***
- Studenti che vivono nella stessa provincia dello studente con matricola 71346, escluso lo studente stesso

```
SELECT   *
FROM     Studenti
WHERE    (Matricola <> '71346') AND
         Provincia = (SELECT Provincia
                      FROM   Studenti
                      WHERE  Matricola='71346')
```

Sottoselect con un solo valore

- E` indispensabile la sottoselect?

```
SELECT  altri.*
FROM    Studenti altri, Studenti s
WHERE   altri.Matricola <> '71346' AND
            s.Matricola = '71346' AND altri.Provincia = s.Provincia
```

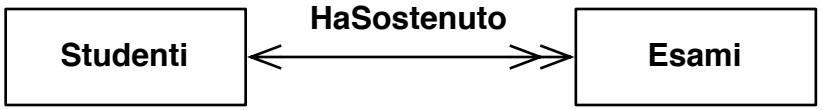
Sottoselect con un solo valore

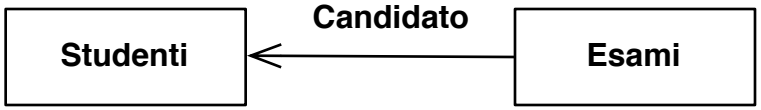
- ... è un join

```
SELECT   altri.*
FROM     Studenti altri JOIN Studenti s USING (Provincia)
WHERE    altri.Matricola <> '71346' AND
         s.Matricola = '71346';
```

Quantificazione

- Le interrogazioni su di una associazione multivalore vanno quantificate





- Non: gli studenti che hanno preso 30 (ambiguo!)

  ma:

  - Gli studenti che hanno preso sempre (solo, tutti) 30: universale
  - Gli studenti che hanno preso qualche (almeno un) 30: esistenziale
  - Gli studenti che non hanno preso mai 30 (senza alcun 30): universale
  - Gli studenti che non hanno preso sempre 30: esistenziale

Quantificazione

- Universale negata = esistenziale:
  - Non tutti i voti sono =30 (universale) = esiste un voto ≠30 (esistenziale)
  - Più formalmente

$$\neg\forall x.P(x) \equiv \exists x.\neg P(x)$$

- Esistenziale negata = universale:
  - Non esiste un voto diverso da 30 (esistenziale) = Tutti i voti sono uguali a 30 (universale)
  - Più formalmente

$$\neg\exists x.P(x) \equiv \forall x.\neg P(x)$$

Quantificazione Esistenziale

- Gli studenti con almeno un voto > 27; servirebbe un quantificatore

```
EXISTS e IN s.HaSostenuto: e.Voto > 27    (stile OQL)
```

- Sarebbe bello poterlo tradurre come ...

```
SELECT   *
FROM     Studenti s
WHERE    EXISTS e IN Esami WHERE e.Candidato = s.Matricola:
                             e.Voto > 27
```

Quantificazione Esistenziale

- Altra query esistenziale
  - gli studenti che non hanno preso 30 in tutti gli esami,

    ovvero
  - gli studenti per i quali qualche esame ha voto diverso da 30:
- diverrebbe:

```
SELECT *
FROM   Studenti s
WHERE  EXIST e IN Esami WHERE e.Candidato = s.Matricola:
                         e.Voto <> 30
```

- Purtroppo un costrutto così non c'è in SQL ma ...

EXISTS

- Come condizione nel **WHERE** possiamo usare

```
SELECT ...
FROM   ...
WHERE [NOT] EXISTS (Sottoselect)
```

- Per ogni tupla (o combinazione di tuple) `t` della select esterna
  - calcola la sottoselect
  - verifica se ritorna una tabella [non] vuota e in questo caso seleziona `t`

Quantificazione esistenziale: EXISTS

- La query studenti con almeno un voto > 27

```
SELECT   *
FROM     Studenti s
WHERE    EXIST e IN Esami WHERE e.Candidato = s.Matricola:
                                e.Voto > 27
```

- in SQL diventa:

```
SELECT *
FROM   Studenti s
WHERE  EXISTS (SELECT *
               FROM  Esami e
               WHERE e.Candidato = s.Matricola
                     AND e.Voto > 27)
```

Quantificazione esistenziale: Giunzione+Proiezione

- Query con EXISTS:

```
SELECT *
FROM   Studenti s
WHERE EXISTS (SELECT *
              FROM Esami e
              WHERE e.Candidato = s.Matricola
                    AND e.Voto > 27)
```

- La stessa query, ovvero gli studenti con almeno un voto > 27, tramite giunzione:

```
SELECT s.*
FROM   Studenti s JOIN Esami e
                    ON (e.Candidato = s.Matricola)
WHERE  e.Voto > 27
```

Quantificazione esistenziale: ANY

- Un altro costrutto che permette una quantificazione esistenziale

```
SELECT ...
FROM   ...
WHERE  Expr Comp ANY (Sottoselect)
```

- Per ogni tupla (o combinazione di tuple) `t` della select esterna
  - calcola la sottoselect
  - verifica se `Expr` è in relazione `Comp` con almeno uno degli elementi ritornati dalla select

Quantificazione Esistenziale: ANY

- La solita query

  "Studenti che hanno preso almeno un voto > 27"

  si può esprimere anche tramite ANY ...

```
SELECT *
FROM   Studenti s
WHERE  s.Matricola =ANY (SELECT e.Candidato
                         FROM Esami e
                         WHERE e.Voto >27)
```

```
SELECT *
FROM   Studenti s
WHERE  27 <ANY (SELECT e.Voto
                FROM   Esami e
                WHERE  e.Candidato = s.Matricola)
```

Quantificazione Esistenziale: ANY

- ANY non fa nulla in più di EXISTS

```
SELECT *
FROM   Tab1
WHERE  attr1 op ANY (SELECT attr2
                     FROM   Tab2
                     WHERE  C);
```

- diventa

```
SELECT *
FROM   Tab1
WHERE  EXISTS (SELECT *
               FROM   Tab2
               WHERE  C AND attr1 op attr2);
```

Quantificazione Esistenziale: IN

- Forma ancora più blanda di quantificazione esistenziale:

```
SELECT ...
FROM   ...
WHERE Expr IN (sottoselect)
```

- Nota: abbreviazione di =ANY

- La solita query si può esprimere anche tramite IN:

```
SELECT *
FROM   Studenti s
WHERE  s.Matricola IN (SELECT e.Candidato
                       FROM   Esami e
                       WHERE  e.Voto >27)
```

Ancora su IN

- Può essere utilizzato con ennuple di valori

```
Expr IN (val1, val2, ..., valn)
```

- Gli studenti di Padova, Venezia e Belluno

```
SELECT   *
FROM     Studenti
WHERE    Provincia IN ('PD','VE','BL');
```

Riassumendo ...

- La quantificazione esistenziale si fa con:
  - `EXISTS` (il più "espressivo")
  - Giunzione
  - `=ANY, >ANY, <ANY, …`
  - `IN`
- Però: `=ANY, >ANY, <ANY, IN,…` non aggiungono nulla, `EXISTS` basta e avanza
- Il problema vero è: non confondere esistenziale con universale!

Quantificazione Universale

- Gli studenti che hanno preso solo 30

- Errore comune (e grave):

```
SELECT s.*
FROM   Studenti s, Esami e
WHERE  e.Candidato = s.Matricola AND e.Voto = 30
```

- In stile OQL: `FORALL e IN s.HaSostenuto: e.Voto=30`

```
SELECT *
FROM   Studenti s
WHERE  FORALL e IN Esami WHERE e.Candidato = s.Matricola:
                               e.Voto = 30
```

Quantificazione Universale

- In SQL non c'e` un operatore generale esplicito **FOR ALL**. Si usa l'equivalenza logica

$$\forall e \in E.\ P \ \equiv \ \neg(\exists e \in E.\ \neg P)$$

- Quindi da:

```
SELECT *
FROM   Studenti s
WHERE  FORALL e IN Esami WHERE e.Candidato = s.Matricola:
                               e.Voto = 30
```

- ... si può passare a ...

Quantificazione Universale

- ... si può passare a

```
SELECT *
FROM   Studenti
WHERE NOT EXIST e IN Esami WHERE e.Candidato = s.Matricola:
                             e.Voto <> 30
```

dove **NOT**(e.Voto = 30) e` diventato e.Voto <> 30

- In SQL diventa:

```
SELECT *  FROM Studenti s
WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                  FROM   Esami e
                  WHERE  e.Candidato = s.Matricola
                         AND e.Voto <> 30)
```

Quantificazione universale: ALL

- E` disponibile un operatore duale rispetto a ANY, che e` ALL:

```
WHERE Expr Comp ALL (Sottoselect)
```

- Sostituendo EXISTS con =ANY, la solita query (studenti con tutti 30):

```
SELECT * FROM Studenti s
WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                  FROM Esami e
                  WHERE e.Candidato = s.Matricola
                        AND e.Voto <> 30)
```

- Diventa:

```
SELECT *
FROM Studenti s
WHERE NOT(s.Matricola =ANY (SELECT e.Candidato
                            FROM Esami e
                            WHERE e.Voto <> 30))
```

Quantificazione universale: ALL

- ...

```
SELECT *
FROM Studenti s
WHERE NOT(s.Matricola =ANY (SELECT e.Candidato
                            FROM   Esami e
                            WHERE  e.Voto <> 30))
```

- Ovvero:

```
SELECT * FROM Studenti s
WHERE s.Matricola <>ALL (SELECT e.Candidato
                         FROM Esami e
                         WHERE e.Voto <> 30)
```

- E naturalmente, **<>ALL** è lo stesso di **NOT IN** ...

```
SELECT * FROM Studenti s
WHERE s.Matricola NOT IN (SELECT e.Candidato
                          FROM Esami e
                          WHERE e.Voto <> 30)
```

Quantificazione Universale e insiemi vuoti

- Supponiamo che la BD sia tale che la query

- ```
  SELECT s.Nome, s.Cognome, e.Materia, e.Voto
  FROM   Studenti s LEFT JOIN Esami e
                    ON s.Matricola=e.Candidato;
  ```

- ritorni

Nome	Cognome	Materia	Voto
Chiara	Scuri	NULL	NULL
Giorgio	Zeri	NULL	NULL
Paolo	Verdi	BD	27
Paolo	Verdi	ALG	30
Paolo	Poli	ALG	22
Paolo	Poli	FIS	22
Anna	Rossi	BD	30
Anna	Rossi	FIS	30
  ```

Quantificazione Universale e insiemi vuoti

- Qual e` l'ouput della query 'studenti che hanno preso solo trenta'?

```
SELECT s.Cognome
FROM   Studenti s
WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                  FROM  Esami e
                  WHERE e.Candidato = s.Matricola
                        AND e.Voto <> 30)
```

Cognome
Scuri
Zeri
Rossi

Quantificazione Universale e insiemi vuoti

- Qual e` l'ouput della query 'studenti che hanno preso solo trenta'?

```
SELECT s.Cognome
FROM   Studenti s
WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                  FROM  Esami e
                  WHERE e.Candidato = s.Matricola
                        AND e.Voto <> 30)
```

- Cosa cambia se invece di **NOT EXISTS** uso **<>ALL** oppure **NOT IN** ?

Quantificazione Universale e insiemi vuoti

- Se voglio gli studenti che hanno preso solo trenta, e hanno superato qualche esame:

```
SELECT *
FROM Studenti s
WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                  FROM  Esami e
                  WHERE e.Candidato = s.Matricola
                        AND e.Voto <> 30)
      AND EXISTS (SELECT *
                  FROM  Esami e
                  WHERE e.Candidato = s.Matricola)
```

Quantificazione Universale e insiemi vuoti

- Oppure:

```
SELECT s.Matricola, s.Cognome
FROM   Studenti s JOIN Esami e ON (s.Matricola = e.Candidato)
GROUP BY s.Matricola, s.Cognome
HAVING MIN(e.Voto) = 30;
```

Raggruppamento

- Per ogni materia, trovare nome della materia e voto medio degli esami in quella materia [selezionando solo le materie per le quali sono stati sostenuti più di tre esami]:
  - Per ogni materia vogliamo
    - Il nome, che e` un attributo di Esami
    - Una funzione aggregata sugli esami della materia
- Soluzione:

```
SELECT    e.Materia, avg(e.Voto)
FROM      Esami e
GROUP BY  e.Materia
[HAVING    COUNT(*)>3]
```

Raggruppamento

- Costrutto:

```
SELECT … FROM … WHERE …
GROUP BY A1,..,An
[HAVING  condizione]
```

- Semantica:
  - Esegue le clausole FROM - WHERE
  - Partiziona la tabella risultante rispetto all'uguaglianza su tutti i campi A1, …, An (in questo caso, si assume NULL = NULL)
  - Elimina i gruppi che non rispettano la clausola HAVING
  - Da ogni gruppo estrae una riga usando la clausola SELECT

Esecuzione di GROUP BY


```
SELECT Candidato, COUNT(*) AS NEsami,
       MIN(Voto), MAX(Voto), AVG(Voto)

FROM   Esami

GROUP BY Candidato

HAVING AVG(Voto) > 23;
```

Codice	Materia	Candidato	Data	Voto	Lode	CodDoc
B112	BD	71523	2006-07-08	27	N	AM1
B247	ALG	71523	2006-12-28	30	S	NG2
B248	BD	76366	2007-07-18	29	N	AM1
B249	ALG	71576	2007-07-19	22	N	NG2
F313	FIS	76366	2007-07-08	26	N	GL1
F314	FIS	71576	2007-07-29	22	N	GL1

Esecuzione di GROUP BY

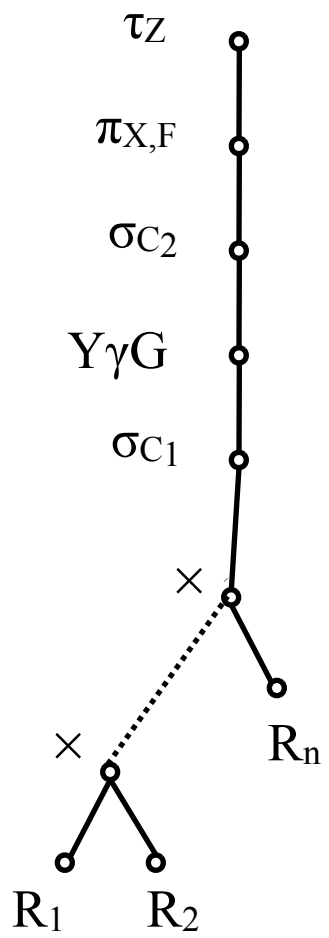
Codice	Materia	Candidato	Data	Voto	Lode	CodDoc
B112	**BD**	**71523**	**2006-07-08**	**27**	**N**	**AM1**
B247	**ALG**	**71523**	**2006-12-28**	**30**	**S**	**NG2**
B249	ALG	71576	2007-07-19	22	N	NG2
F314	FIS	71576	2007-07-29	22	N	GL1
B248	**BD**	**76366**	**2007-07-18**	**29**	**N**	**AM1**
F313	**FIS**	**76366**	**2007-07-08**	**26**	**N**	**GL1**

Candidato	NEsami	min(Voto)	max(Voto)	avg(Voto)
71523	2	27	30	28.5000
76366	2	26	29	27.5000

SQL → ALGEBRA


```
SELECT DISTINCT X, F
FROM   R1,…,Rn
WHERE  C1
GROUP BY Y
HAVING C2
ORDER BY Z
```

- X, Y, Z sono insiemi di attributi
- F, G sono insiemi di espressioni aggregate, tipo count(*) o sum(A)
- X,Z ⊆ Y, F ⊆ G, C_2 nomina solo attributi in Y o espressioni in G



Raggruppamento

- Per ogni studente, cognome e voto medio:

```
SELECT   s.Cognome, AVG(e.Voto)
FROM     Studenti s, Esami e
WHERE    s.Matricola = e.Candidato
GROUP BY s.Matricola
```

- È necessario scrivere:

```
GROUP BY s.Matricola, s.Cognome
```

- Gli attributi espressi non aggregati nella select (`s.Cognome`) e in **`HAVING`** se presenti (`s.Matricola`) devono essere inclusi tra quelli citati nella **`GROUP BY`**

- Gli attributi aggregati (`avg(e.Voto)`) vanno scelti tra quelli non raggruppati

Clausola HAVING: importante

- Anche la clausola `HAVING` cita solo:
  - espressioni su attributi di raggruppamento;
  - funzioni di aggregazione applicate ad attributi non di raggruppamento.
- Non va ...

```
SELECT   s.Cognome, AVG(e.Voto)
FROM     Studenti s JOIN Esami e
         ON (s.Matricola = e.Candidato)
GROUP BY s.Matricola, s.Cognome
HAVING   YEAR(Data) > 2006;
```

Raggruppamento e NULL

- Nel raggruppamento si assume (è uno dei pochi casi) **NULL = NULL**
- Es: Matricole dei tutor e relativo numero di studenti di cui sono tutor

```
SELECT Tutor, COUNT(*) AS NStud
FROM   Studenti
GROUP BY Tutor;
```

Tutor	NStud
NULL	2
71347	2
71523	1

Sintassi della select ... un po' più completa

- Sottoselect:

```
SELECT [DISTINCT] Attributi
FROM Tabelle
[WHERE Condizione]
[GROUP BY A1,..,An [HAVING Condizione]]
```

- Select:

```
Sottoselect
{ (UNION [ALL] | INTERSECT [ALL] | EXCEPT [ALL])
  Sottoselect }
[ ORDER BY Attributo [DESC] {, Attributo [DESC]} ]
```

SQL: Modifica dei dati

- **INSERT INTO** Tabella [(A1,..,An)]
  (**VALUES** (V1,..,Vn) | **AS** Select)

- **UPDATE** Tabella
  SET Attributo = Expr, …, Attributo = Expr
  WHERE Condizione

- **DELETE FROM** Tabella
  WHERE Condizione

INSERT

- La forma base del comando INSERT è la seguente:

```
INSERT INTO Tabella
VALUES      (valoreA1,...,valoreAn),
            (valoreB1,...,valoreBn),
            ...
```

- dove `(valoreX1,...,valoreXn)` sono righe del tipo corrente di tabella (con gli attributi nella sequenza corretta!) e.g.

```
INSERT INTO Studenti
VALUES ('Paolo','Poli','71576', '1986', 'BL'),
       ('Giorgio','Conte','71577', '1941', 'AT');
```

INSERT

- Alternativamente si può usare la forma:

```
INSERT INTO Tabella(colonna1,...,colonnam)
VALUES      (valoreA1,...,valoreAm),
            (valoreB1,...,valoreBm),
            ...
```

- `m` può essere < del numero di attributi `n` (le restanti colonne o prendono il valore di default o `NULL`)

- le colonne possono apparire in ordine diverso da quello in cui appaiono nella definizione di `Tabella`

INSERT

- **Esempio**

```
INSERT INTO Studente (Matricola, Nome, Cognome)
VALUES (74324,'Gino','Bartali')
```

- Tutti i valori dichiarati **NOT NULL** e senza un valore di default dichiarato devono essere specificati

Insert e select

- E` possibile aggiungere le righe prodotte da una select ...

```
INSERT INTO Tabella AS Select
```

- **Esempio**: se `StNomeCognome(Nome, Cognome)` è una tabella con due campi di tipo adeguato ...

```
INSERT INTO StNomeCognome AS
        SELECT Nome, Cognome FROM Studenti;
```

DELETE

- La forma base del comando `DELETE` è la seguente:

```
DELETE FROM Tabella
WHERE condizione
```

- Cancella da `Tabella` le righe che soddisfano la condizione in `WHERE`: e.g.

```
DELETE FROM Esami
WHERE Voto<18;
```

- Senza la clausola `WHERE`

```
DELETE FROM Esami;
```

cancella tutte le righe (ma non la tabella)

DELETE

- La selezione delle righe da cancellare può essere basata anche su di una select.

  Es. Cancella gli studenti che non hanno sostenuto esami

```
DELETE FROM Studenti
WHERE Matricola NOT IN
      (SELECT Candidato FROM Esami);
```

- Strutturalmente simile alla **SELECT** (ma cancella intere righe)

UPDATE

- La forma base del comando UPDATE è:

```
UPDATE Tabella
SET    attr1=exp1, ..,
       attrn=expn
WHERE  condizione
```

dove `attri` ed `expi` devono avere il medesimo tipo; e.g.

- Esempio:

```
UPDATE Studenti
SET    Tutor='71523'
WHERE  Matricola='76366' OR Matricola='76367'
```

UPDATE

- Aumenta di 1 punto il voto a tutti gli esami con voto > 23

```
UPDATE Esami
SET    Voto=Voto+1
WHERE  Voto>23 AND Voto<30;
```

- Anche in questo caso si possono usare condizioni che coinvolgono `SELECT`