

SQL - Elementi più avanzati

Informatica@SEFA 2017/2018 - Lezione 21

Massimo Lauria <massimo.lauria@uniroma1.it>
<http://massimolauria.net/courses/infosefa2017/>

Venerdì, 15 Dicembre 2017

Funzioni di gruppo

Oltre le query classiche

Consideriamo il nostro DB del registro automobilistico e supponiamo di volere rispondere a domande come

- quanti veicoli sono registrati?
- quanti veicoli sono stati acquistati in media da ogni proprietario?
- qual è la massima velocità tra quella dei veicoli con cilindrata maggiore di 1800?

Nell'algebra relazionale il calcolo delle tabelle e la valutazione delle condizioni della query sono eseguite tupla per tupla.

Ora stiamo chiedendo di **effettuare calcoli** sul risultato di una query, calcoli che **aggregano** i dati di più righe.

Opzione 1

Usare un **linguaggio di programmazione** generico.

È possibile connettersi DB con un linguaggio di programmazione (e.g. Python)

- Eseguire query SQL
- Analizzare il risultato

L'approccio più flessibile ma complesso.

Opzione 2

Usare le funzioni di gruppo (o operatori aggregati) per calcolare funzioni specifiche sui dati della tabella.

- MAX calcola il valore massimo
- MIN calcola il valore minimo
- SUM somma dei valori
- AVG calcolo della media
- count conteggio dei valori

Altre funzioni sono aggiunte dall'implementazione.

Un semplice esempio

Contiamo il numero di veicoli

```
select count(*) from Veicoli;
```

1

| count(*) |
|----------|
| 15 |

Calcoliamo la massima cilindrata

```
select max(Cilindrata) from Veicoli;
```

1

| max(Cilindrata) |
|-----------------|
| 1998 |

All'interno di query più sofisticate

Vogliamo calcolare la velocità media dei veicoli Fiat, e averne il numero.

```
select avg(Velocità) as 'Velocità media',count(*) as 'N. 1
       Macchine',
       Nome_Fabbrica from Veicoli join Modelli join Fabbriche 2
where Veicoli.Cod_Modello=Modelli.Cod_Modello 3
and Fabbriche.Cod_Fabbrica=Modelli.Cod_Fabbrica 4
and Fabbriche.Nome_Fabbrica='Fiat'; 5
```

| Velocità media | N. Macchine | Nome_Fabbrica |
|----------------|-------------|---------------|
| 150.5 | 6 | Fiat |

Il meccanismo degli operatori aggregati

Come funzionano questi operatori? Consideriamo la query

```
select Exp1,Exp2,... from <Tabelle> where <Condizione>
```

1

dove alcune delle espressioni colonne usano degli operatori

1. Prima viene effettuata la query

```
select * from <Tabelle> where <Condizione>
```

1

2. il valore di Exp1, Exp2, ... viene calcolato dalle colonne della query. E.g. sum(Velocità) è la somma dei valori nella colonna Velocità

Esempio

```
select * from Veicoli where Posti=5;
```

1

| Targa | Cilindrata | Cavalli_Fiscali | Velocità | Posti | Immatricolazione | Cod_O |
|----------|------------|-----------------|----------|-------|------------------|-------|
| A123456X | 1796 | 85 | 195 | 5 | 1998-12-30 | |
| B256787Y | 708 | 10 | 120 | 5 | 1989-09-21 | |
| C76589AG | 1106 | 54 | 130 | 5 | 1998-08-13 | |
| CFT340VB | 1390 | 75 | 170 | 5 | 1995-01-12 | |
| DD4567XX | 1581 | 17 | NULL | 5 | 1997-06-05 | |
| DGH789JC | 1590 | 114 | 170 | 5 | 1995-10-05 | |
| DH79567H | 1589 | 107 | 170 | 5 | NULL | |
| ERG567NM | 1598 | 107 | 175 | 5 | 1997-12-18 | |
| F96154NH | 1781 | 125 | 185 | 5 | 1992-03-08 | |
| FGH673FV | 899 | 39 | 140 | 5 | 1998-08-09 | |
| XCH56GJK | 1918 | 110 | 210 | 5 | 1998-09-04 | |
| XF5789CY | 1587 | 107 | 175 | 5 | 1996-05-05 | |

```
select max(Velocità)-min(Velocità),count(Velocità),  
       sum(Velocità),count(*) from Veicoli where Posti=5;
```

1

2

| max(Velocità)-min(Velocità) | count(Velocità) | sum(Velocità) | count(*) |
|-----------------------------|-----------------|---------------|----------|
| 90 | 11 | 1840 | 12 |

Esempio (II)

La query

```
select * from Veicoli where Posti=5;
```

1

restituisce 12 righe di veicoli. Sui quali abbiamo calcolato quattro espressioni contenenti funzioni di gruppo.

- ▶ `count(*)` conta il numero di righe della query
- ▶ `count(Velocità)` conta i valori non nulli in `Velocità`
- ▶ `sum(Velocità)` somma i valori in `Velocità`
- ▶ `avg(Velocità)` media dei valori in `Velocità`

Espressioni colonna

Le espressioni nella lista colonne possono avere anche diversi funzioni di gruppo, che possono essere composte in espressioni algebriche, come abbiamo già visto per le espressioni colonna.

Esempio

```
select avg(Cilindrata)*count(Cilindrata), sum(Cilindrata)  1
from Veicoli;                                             2
```

| avg(Cilindrata)*count(Cilindrata) | sum(Cilindrata) |
|-----------------------------------|-----------------|
| 19541.0 | 19541 |

Sintassi

Con l'eccezione di `count(*)` la sintassi delle funzioni di gruppo è una delle seguenti

- `func(NomeColonna)`
- `func(all NomeColonna)`
- `func(distinct NomeColonna)`

dove `NomeColonna` è una colonna del risultato della query, e `func` è una tra `avg`, `sum`, `max`, `min`, `count`.

I valori passati alla funzione di gruppo

| Targa | Velocità |
|----------|----------|
| A123456X | 195 |
| B256787Y | 120 |
| C76589AG | 130 |
| C78905GT | 212 |
| C845905Z | NULL |
| CFT340VB | 170 |
| D239765W | NULL |
| DD4567XX | NULL |
| DGH789JC | 170 |
| DH79567H | 170 |
| ERG567NM | 175 |
| F96154NH | 185 |
| FGH673FV | 140 |
| XCH56GJK | 210 |
| XF5789CY | 175 |

non nulli, con ripetizioni

| |
|-----------------|
| count(Velocità) |
| 12 |

non nulli, con ripetizioni

| |
|---------------------|
| count(all Velocità) |
| 12 |

non nulli, senza ripetizioni

| |
|--------------------------|
| count(distinct Velocità) |
| 9 |

Colonne a valori tutti nulli

Table: Test

| Valore |
|--------|
| NULL |
| NULL |
| NULL |

```
select count(*),count(Valore),max(Valore),      1
       min(Valore),avg(Valore)                  2
from Test;                                     3
```

| count(*) | count(Valore) | max(Valore) | min(Valore) | avg(Valore) |
|----------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 3 | 0 | NULL | NULL | NULL |

Un altro esempio

E.g. Vediamo quante versioni di modelli sono stati prodotti da ogni fabbrica. Prima elenchiamo le fabbriche per avere un riferimento.

```
select * from Fabbriche;
```

1

| Cod_Fabbrica | Nome_Fabbrica |
|--------------|---------------|
| ----- | ----- |
| 001 | Fiat |
| 003 | Ford |
| 004 | Piaggio |
| 005 | Volvo |
| 006 | Renault |
| 007 | Toyota |
| 008 | Volkswagen |
| 009 | Honda |

Numero di versioni nella fabbrica '001'

- ogni modello esiste in diverse versioni
- ogni modello ha uno specifico Cod_Fabbrica

```
select sum(Numero_Versioni) as '# Vers. Fabbrica 001'      1
from Modelli                                              2
where Cod_Fabbrica = '001';                               3
```

| |
|----------------------|
| # Vers. Fabbrica 001 |
|----------------------|

| |
|----|
| 13 |
|----|

Vediamo le fabbriche '002' e '003'

```
select sum(Numero_Versioni) as '# Vers. Fabbrica 002'      1
from Modelli                                              2
where Cod_Fabbrica = '002';                               3
```

| # Vers. Fabbrica 002 |
|----------------------|
| NULL |

```
select sum(Numero_Versioni) as '# Vers. Fabbrica 003'      1
from Modelli                                              2
where Cod_Fabbrica = '003';                               3
```

| # Vers. Fabbrica 003 |
|----------------------|
| 3 |

Aggregare i dati per gruppi

Naturalmente non vogliamo fare queste query una alla volta per ogni fabbrica.

- In SQL è possibile segmentare la tabella in gruppi
- così gli operatori aggregati vengono applicati ai singoli gruppi.

Uso della clausola GROUP BY

```
select Cod_Fabbrica,      1
       Numero_Versioni from
       Modelli
order by Cod_Fabbrica;    2
```

| Cod_Fabbrica | Numero_Versioni |
|--------------|-----------------|
| 1 | 3 |
| 1 | 2 |
| 1 | 5 |
| 1 | 1 |
| 1 | 2 |
| 3 | 3 |
| 4 | 4 |
| 5 | 2 |
| 6 | 5 |
| 6 | 2 |
| 6 | 2 |
| 7 | 4 |
| 8 | 4 |
| 9 | 3 |

```
select Cod_Fabbrica,      1
       sum(Numero_Versioni) 2
       as 'Numero versioni' 3
from Modelli                4
group by Cod_Fabbrica;      5
```

| Cod_Fabbrica | Numero versioni |
|--------------|-----------------|
| 1 | 13 |
| 3 | 3 |
| 4 | 4 |
| 5 | 2 |
| 6 | 9 |
| 7 | 4 |
| 8 | 4 |
| 9 | 3 |

Un esempio più articolato

Miglioriamo la query e contiamo le righe di ogni gruppo

```
select Nome_Fabbrica as Fabbrica,      1
       sum(Numero_Versioni) as Versioni, 2
       count(*) as 'Numero modelli'     3
from Modelli join Fabbriche            4
on Modelli.Cod_Fabbrica = Fabbriche.Cod_Fabbrica 5
group by Nome_Fabbrica                 6
order by Versioni desc;                 7
```

| Fabbrica | Versioni | Numero modelli |
|------------|----------|----------------|
| Fiat | 13 | 5 |
| Renault | 9 | 3 |
| Piaggio | 4 | 1 |
| Toyota | 4 | 1 |
| Volkswagen | 4 | 1 |
| Ford | 3 | 1 |
| Honda | 3 | 1 |
| Volvo | 2 | 1 |

Filtrare le righe con gli operatori aggregati

| Fabbrica | Versioni | Numero modelli |
|------------|----------|----------------|
| Fiat | 13 | 5 |
| Renault | 9 | 3 |
| Piaggio | 4 | 1 |
| Toyota | 4 | 1 |
| Volkswagen | 4 | 1 |
| Ford | 3 | 1 |
| Honda | 3 | 1 |
| Volvo | 2 | 1 |

E.g. Da questa query vogliamo solo le righe con Versioni dispari.

Non possiamo usare la clausola `WHERE` perché questa si applica **prima** degli operatori aggregati.

Clausola HAVING

La clausola WHERE

- filtrare le righe di una query
- viene applicata PRIMA degli operatori aggregati
- non li può usare nelle espressioni

Per filtrare i **gruppi** si usa la clausola HAVING

- viene applicata DOPO gli operatori aggregati
- che possono essere usati nelle espressioni.

Clausola HAVING su un esempio semplice (I)

Semplifichiamo l'esempio di prima, usando il codice di fabbrica invece del nome, così evitiamo il JOIN

```
select Cod_Fabbrica,          1
       sum(Numero_Versioni) as Versioni,      2
       count(*) as 'Numero Modelli'          3
from Modelli                      4
group by Cod_Fabbrica;             5
```

| Cod_Fabbrica | Versioni | Numero Modelli |
|--------------|----------|----------------|
| 1 | 13 | 5 |
| 3 | 3 | 1 |
| 4 | 4 | 1 |
| 5 | 2 | 1 |
| 6 | 9 | 3 |
| 7 | 4 | 1 |
| 8 | 4 | 1 |
| 9 | 3 | 1 |

Clausola HAVING su un esempio semplice (II)

Ora solo le fabbriche con numero di versioni dispari.

```
select Cod_Fabbrica,      1
       sum(Numero_Versioni) as Versioni,      2
       count(*) as 'Numero Modelli'          3
  from Modelli              4
 group by Cod_Fabbrica      5
 having Versioni % 2 = 1;    6
```

| Cod_Fabbrica | Versioni | Numero Modelli |
|--------------|----------|----------------|
| 1 | 13 | 5 |
| 3 | 3 | 1 |
| 6 | 9 | 3 |
| 9 | 3 | 1 |

La clausola HAVING sull'esempio di prima

```
select Nome_Fabbrica as Fabbrica,      1
       sum(Numero_Versioni) as Versioni,  2
       count(*) as 'Numero modelli'     3
from Modelli join Fabbriche             4
on Modelli.Cod_Fabbrica = Fabbriche.Cod_Fabbrica  5
group by Nome_Fabbrica                  6
having (Versioni % 2) = 1                7
order by Versioni desc;                  8
```

| Fabbrica | Versioni | Numero modelli |
|----------|----------|----------------|
| Fiat | 13 | 5 |
| Renault | 9 | 3 |
| Ford | 3 | 1 |
| Honda | 3 | 1 |

Abbiamo re-inserito anche ordinamento e JOIN.

Fine della panoramica su SQL di base

Tutto quello che è stato visto finora è
sul manuale SQL del corso.

http://massimolauria.net/courses/infosefa2017/docs/manuale_sql.pdf

Altri elementi SQL

che non fanno parte del programma di esame

Inserimento dati

Inserimenti espliciti

```
insert into Veicoli values 1
('C845905Z',NULL,NULL,NULL,3,'1995-04-11','04','03','006'), 2
('D239765W',NULL,NULL,NULL,2,'1997-08-12','03','01','002'); 3
```

anche omettendo colonne

```
insert into Veicoli( 1
    Targa,Posti,Immatricolazione 2
    Cod_Categoria, Cod_Combustibile, Cod_Modello) values 3
('C845905Z',3,'1995-04-11','04','03','006'), 4
('D239765W',2,'1997-08-12','03','01','002'); 5
```

Inserimento dati (II)

Inserimenti attraverso una query

| | |
|---|---|
| <code>create table VeicoliLenti ([...omissis...]);</code> | 1 |
| <code>insert into VeicoliLenti</code> | 2 |
| <code> select * from Veicoli where Velocità < 130;</code> | 3 |

Eliminazione dati

Si possono eliminare tutti i dati di una tabella che verificano la condizione di una clausola WHERE.

```
delete from Veicoli  
where Cod_Modello in ('001','002');
```

1

2

Aggiornamento dati

Si possono aggiornare le righe di una tabella, se soddisfano la condizione di una clausola `where`

```
update Fabbriche                                1
  set Nome_Fabbrica = 'FCA'                      2
where Nome_Fabbrica = 'Fiat'                     3
```

Notate che la condizione viene controllata **prima** dell'aggiornamento dati.

Query annidate (I)

Le espressioni SQL usate nelle clausole WHERE, HAVING,... possono contenere sotto-espressioni della forma

```
<Expr> in ('V1','V2','V3',...)
```

```
select Nome_Modello from Modelli join Fabbriche      1
      on Modelli.Cod_Fabbrica = Fabbriche.Cod_Fabbrica  2
where  Nome_Fabbrica in ('Fiat','Renault');          3
```

| Nome_Modello |
|--------------|
| Panda |
| Brava |
| Ducato |
| Clio |
| Coupè |
| Megane |
| Seicento |
| Laguna |

Query annidate (II)

É possibile calcolare le sequenze su cui usare IN attraverso una sotto-query, invece di scriverle esplicitamente.

E.g. "Le fabbriche che producono veicoli con velocità almeno 180 km/h."

```
select distinct Nome_Fabbrica from Fabbriche join Modelli      1
  on Modelli.Cod_Fabbrica = Fabbriche.Cod_Fabbrica           2
where Cod_Modello in                                          3
  (select Cod_Modello from Veicoli                             4
   where Velocità >= 180);                                    5
```

| Nome_Fabbrica |
|---------------|
|---------------|

| |
|------|
| Ford |
|------|

| |
|-------|
| Volvo |
|-------|

| |
|------|
| Fiat |
|------|

| |
|------------|
| Volkswagen |
|------------|

Sotto-query correlate (I)

Se la sotto-query dipende da attributi della query esterna, deve essere **rieseguita** per ogni riga.

```
select Targa, Nome_Modello from Veicoli as V join Modelli as M 1
on V.Cod_Modello = M.Cod_Modello 2
where Velocità = (select max(Velocità) from Veicoli where 3
Cod_Modello=V.Cod_Modello);
```

| Targa | Nome_Modello |
|----------|--------------|
| A123456X | Mondeo |
| C76589AG | Panda |
| C78905GT | Coupè |
| CFT340VB | Clio |
| DGH789JC | Civic |
| DH79567H | Megane |
| ERG567NM | Laguna |
| F96154NH | Golf |
| FGH673FV | Seicento |
| XCH56GJK | V-10 |
| XF5789CY | Corolla |

Sotto-query correlate (II)

E.g. "Tutti i dischi le cui tracce occupano meno di 2MB"

```
select AlbumId, Title from Albums      1
where 2000000 > (select sum(Bytes)     2
                  from Tracks          3
                  where Tracks.AlbumId = Albums.AlbumId) 4
order by title;                        5
```

| AlbumId | Title |
|---------|--|
| 328 | Charpentier: Divertissements, Aires & Concerts |
| 345 | Monteverdi: L'Orfeo |

Altri usi delle query annidate

Le sotto-query possono apparire:

- dentro altre sotto-query
- nella clausola `from`
- nella clausola `select`
- ...

Check

É possibile inserire dei vincoli di integrità della base di dati, che vengono verificati ad ogni cambiamento dei dati.

```
create table Esame(
    Matricola      nchar(20),
    Cod_Insegnamento nchar(10),
    Voto           integer check (Voto >= 18 and Voto <= 30),
    Lode           boolean,
    check( Voto=30 or not Lode)
);
```

- verifica che il voto sia tra 18 e 30
- non permette la lode se il voto non è 30

Viste

Una **vista** è il risultato di una `select` su altre tabelle, che viene mantenuta come una tabella virtuale

- Viene mantenuta aggiornata
- Si può usare come una tabella qualunque
- Se modificata, le modifiche vengono propagate alle tabelle di origine.

```

create view InfoVeicoli(Veicolo,Modello,Fabbrica) as      1
select Targa, Nome_Modello, Nome_Fabbrica                2
from Veicoli join Modelli join Fabbriche                  3
where Veicoli.Cod_Modello = Modelli.Cod_Modello          4
and Modelli.Cod_Fabbrica = Fabbriche.Cod_Fabbrica;      5

```

| Veicolo | Modello | Fabbrica |
|----------|----------|------------|
| A123456X | Mondeo | Ford |
| B256787Y | Panda | Fiat |
| C76589AG | Panda | Fiat |
| C78905GT | Coupè | Fiat |
| C845905Z | Ducato | Fiat |
| CFT340VB | Clio | Renault |
| D239765W | Vespa | Piaggio |
| DD4567XX | Brava | Fiat |
| DGH789JC | Civic | Honda |
| DH79567H | Megane | Renault |
| ERG567NM | Laguna | Renault |
| F96154NH | Golf | Volkswagen |
| FGH673FV | Seicento | Fiat |
| XCH56GJK | V-10 | Volvo |
| XF5789CY | Corolla | Toyota |

Trigger

Un trigger (trad. innesco, detonatore) è una specifica sequenza di operazioni che viene innescata se si verifica una condizione precisa nella base di dati. Ha due componenti:

- la condizione di innesco
- le istruzioni da eseguire

Può essere usata per mantenere dei vincoli di integrità dei dati troppo complessi per essere formalizzati con `check` o altro.

Controllo dell'accesso

SQL ha delle istruzioni per fornire/revocare privilegi agli utenti della base di dati.

- e.g. l'utente Valentina può effettuare la `select` sulla tabella `Dipartimenti`.
- e.g. all'utente Marco è stato impedito di modificare la tabella `Stipendi`.

SQLite non è un sistema multi-utente, ma molti server SQL lo sono.

Transazioni

Una **transazione** è una serie di operazioni che deve essere eseguita in maniera **atomica**, altrimenti lascia il DB in uno stato incoerente.

Modifica la base di dati e termina con

- **commit** le modifiche vengono finalizzate

oppure, in caso di errori o interruzioni,

- **rollback** le modifiche vengono azzerate