Linguaggio SQL: fondamenti

Interrogazioni nidificate

Interrogazioni nidificate

- Introduzione
- Operatore IN
- Operatore NOT IN
- Costruttore di tupla
- Operatore EXISTS
- Operatore NOT EXISTS
- Correlazione tra interrogazioni
- Operazione di divisione
- Table functions

Introduzione

- Un'interrogazione nidificata è un'istruzione SELECT contenuta all'interno di un'altra interrogazione
  - la nidificazione di interrogazioni permette di suddividere un problema complesso in sottoproblemi più semplici
- È possibile introdurre istruzioni SELECT
  - in un predicato nella clausola WHERE
  - in un predicato nella clausola HAVING
  - nella clausola FROM

DB forniture prodotti (1/2)

- P (CodP, NomeP, Colore, Taglia, Magazzino)
- F (CodF, NomeF, NSoci, Sede)
- FP (CodF, CodP, Qta)

DB forniture prodotti (2/2)

P

CodP	NomeP	Colore	Taglia	Magazzino
P1	Maglia	Rosso	40	Torino
P2	Jeans	Verde	48	Milano
P3	Camicia	Blu	48	Roma
P4	Camicia	Blu	44	Torino
P5	Gonna	Blu	40	Milano
P6	Bermuda	Rosso	42	Torino

F

CodF	NomeF	NSoci	Sede
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

Interrogazioni nidificate (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che hanno sede nella stessa città di F1

- La formulazione mediante interrogazioni nidificate consente di separare il problema in due sottoproblemi
  - sede del fornitore F1
  - codici dei fornitori con la stessa sede

Interrogazioni nidificate (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che hanno sede nella stessa città di F1

```
SELECT Sede
FROM F
WHERE CodF='F1'
```

Sede del fornitore F1

Interrogazioni nidificate (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che hanno sede nella stessa città di F1

```
SELECT CodF
FROM F
WHERE Sede = (SELECT Sede
              FROM F
              WHERE CodF='F1');
```

- È possibile utilizzare '=' esclusivamente se è noto a priori che il risultato della SELECT nidificata è sempre un solo valore

Formulazione equivalente (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che hanno sede nella stessa città di F1
- È possibile definire una formulazione equivalente con il join

Formulazione equivalente

- La formulazione equivalente con il join è caratterizzata da
  - Clausola FROM contenente le tabelle referenziate nelle FROM di tutte le SELECT
  - Opportune condizioni di join nella clausola WHERE
  - Eventuali predicati di selezione aggiunti nella clausola WHERE

Clausola FROM (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che hanno sede nella stessa città di F1

```
SELECT CodF
FROM F                                   FX
WHERE Sede = (SELECT Sede                FY
              FROM F
              WHERE CodF='F1');
```

Clausola FROM (n.1)

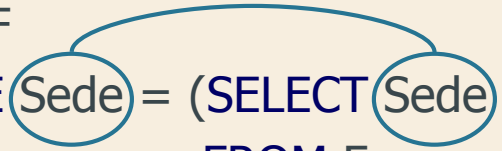
- Trovare il codice dei fornitori che hanno sede nella stessa città di F1

```
SELECT ...
FROM F AS FX, F AS FY
...
```

Condizione di join (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che hanno sede nella stessa città di F1

```
SELECT CodF
FROM F
WHERE Sede = (SELECT Sede
              FROM F
              WHERE CodF='F1');
```



Condizione di join (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che hanno sede nella stessa città di F1

```
SELECT ...
FROM F AS FX, F AS FY
WHERE FX.Sede=FY.Sede
...
```

Predicato di selezione (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che hanno sede nella stessa città di F1

```
SELECT CodF
FROM F
WHERE Sede = (SELECT Sede
              FROM F
              WHERE CodF='F1');
```

Predicato di selezione (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che hanno sede nella stessa città di F1

```
SELECT  ...
FROM F AS FX, F AS FY
WHERE FX.Sede=FY.Sede AND
          FY.CodF='F1';
```

Clausola SELECT (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che hanno sede nella stessa città di F1

```
SELECT FX.CodF
FROM F AS FX, F AS FY
WHERE FX.Sede=FY.Sede AND
      FY.CodF='F1';
```

Interrogazioni nidificate (n.2)

- Trovare il codice dei fornitori il cui numero di soci è minore del numero massimo di soci

```
SELECT MAX(NSoci)
FROM F
```

Numero massimo di soci

Formulazione equivalente (n.2)

- Trovare il codice dei fornitori il cui numero di soci è minore del numero massimo di soci

```
SELECT CodF
FROM F
WHERE NSoci < (SELECT MAX(NSoci)
               FROM F);
```

- È possibile definire una formulazione equivalente con il join?

Formulazione equivalente (n.2)

- Trovare il codice dei fornitori il cui numero di soci è minore del numero massimo di soci

```
SELECT CodF
FROM F
WHERE NSoci < (SELECT MAX(NSoci)
               FROM F);
```

- Non è possibile definire una formulazione equivalente con il join

Operatore IN (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono il prodotto P2

- Scomposizione del problema in due sottoproblemi
  - codici dei fornitori del prodotto P2
  - nome dei fornitori aventi quei codici

Operatore IN (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono il prodotto P2

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

CodF
F1
F2
F3

```
SELECT CodF
FROM FP
WHERE CodP='P2'
```

Codici dei fornitori di P2

Operatore IN (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono il prodotto P2

Appartenenza all'insieme

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN (SELECT CodF
               FROM FP
               WHERE CodP='P2');
```

Operatore IN

- Esprime il concetto di appartenenza ad un insieme di valori
  - *NomeAttributo* IN *(InterrogazioneNidificata)*
- Permette di scrivere l'interrogazione
  - scomponendo il problema in sottoproblemi
  - seguendo un procedimento "bottom-up"

Formulazione equivalente

- La formulazione equivalente con il join è caratterizzata da
  - clausola FROM contenente le tabelle referenziate nelle FROM di tutte le SELECT
  - opportune condizioni di join nella clausola WHERE
  - eventuali predicati di selezione aggiunti nella clausola WHERE

Operatore IN (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono il prodotto P2

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN (SELECT CodF
               FROM FP
               WHERE CodP='P2');
```

Formulazione equivalente (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono il prodotto P2

```
SELECT NomeF
FROM F, FP
WHERE F.CodF=FP.CodF
        AND CodP='P2';
```

Operatore IN (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

- Scomposizione del problema in sottoproblemi
  - codici dei prodotti rossi
  - codici dei fornitori di quei prodotti
  - nomi dei fornitori aventi quei codici

Operatore IN (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

Codici dei prodotti rossi

```
SELECT CodP
FROM P
WHERE Colore='Rosso'
```

Operatore IN (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

Codici dei fornitori di prodotti rossi

```
SELECT CodF
FROM FP
WHERE CodP IN (SELECT CodP
               FROM P
               WHERE Colore='Rosso')
```

Operatore IN (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN (SELECT CodF
               FROM FP
               WHERE CodP IN (SELECT CodP
                              FROM P
                              WHERE Colore='Rosso'));
```

Formulazione equivalente (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN (SELECT CodF
               FROM FP
               WHERE CodP IN (SELECT CodP
                              FROM P
                              WHERE Colore='Rosso'));
```

Clausola FROM (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN (SELECT CodF
               FROM FP
               WHERE CodP IN (SELECT CodP
                              FROM P
                              WHERE Colore='Rosso'));
```

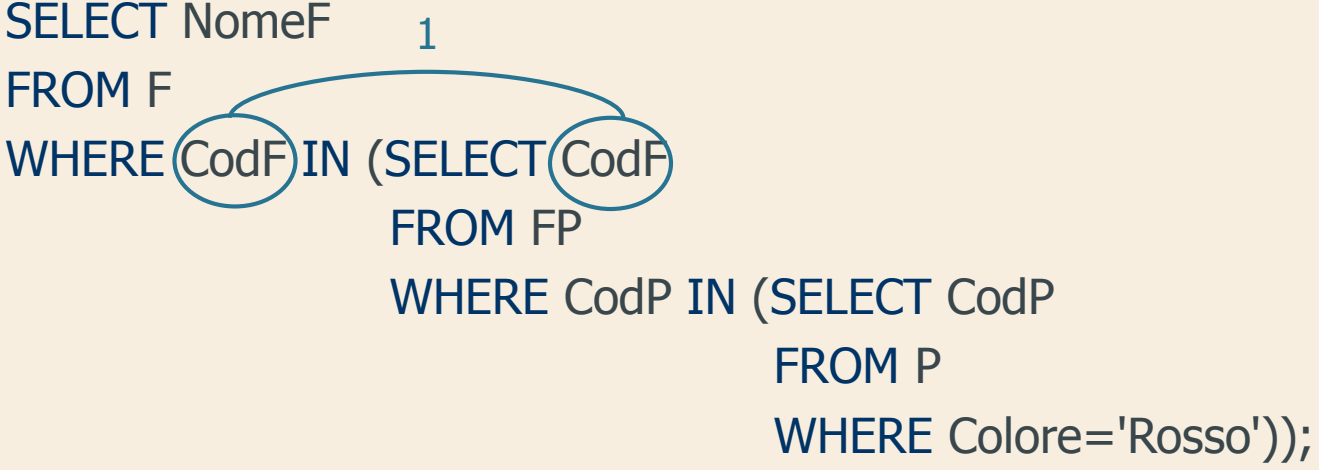
Clausola FROM (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

```
SELECT ...
FROM F, FP, P
...
```

Condizioni di join (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso



Condizioni di join (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

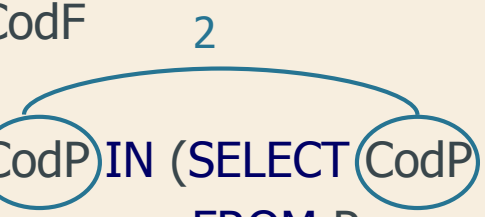
```
SELECT ...
FROM F, FP, P
WHERE FP.CodF=F.CodF
```

1

Condizioni di join (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN (SELECT CodF
               FROM FP
               WHERE CodP IN (SELECT CodP
                              FROM P
                              WHERE Colore='Rosso'));
```



Condizioni di join (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

```
SELECT ...
FROM F, FP, P
WHERE FP.CodF=F.CodF AND
      FP.CodP=P.CodP
      ...
```

2

Predicato di selezione (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN (SELECT CodF
               FROM FP
               WHERE CodP IN (SELECT CodP
                              FROM P
                              WHERE Colore='Rosso'));
```

Predicato di selezione (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

```
SELECT ...
FROM F, FP, P
WHERE FP.CodF=F.CodF AND
      FP.CodP=P.CodP AND
      Colore='Rosso'
```

Clausola SELECT (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto rosso

```
SELECT NomeF
FROM F, FP, P
WHERE FP.CodF=F.CodF AND
      FP.CodP=P.CodP AND
      Colore='Rosso'
```

Esempio complesso (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto fornito da fornitori di prodotti rossi

Esempio complesso (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto fornito da fornitori di prodotti rossi

- La formulazione con il join è difficile
  - è più semplice scomporre il problema in sottoproblemi mediante interrogazioni nidificate

Esempio complesso (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto fornito da fornitori di prodotti rossi

Codici dei prodotti rossi

```
SELECT CodP
FROM P
WHERE Colore='Rosso'
```

Esempio complesso (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto fornito da fornitori di prodotti rossi

```
SELECT CodF
FROM FP
WHERE CodP IN
            (SELECT CodP
             FROM P
             WHERE Colore='Rosso')
```

Codici dei fornitori di prodotti rossi

Esempio complesso (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto fornito da fornitori di prodotti rossi

Codici dei prodotti forniti da fornitori di prodotti rossi

```
SELECT CodP
 FROM FP
 WHERE CodF IN
            (SELECT CodF
             FROM FP
             WHERE CodP IN
                        (SELECT CodP
                         FROM P
                         WHERE Colore='Rosso'))
```

Esempio complesso (n.3)

```
SELECT CodF
FROM FP
WHERE CodP IN
          (SELECT CodP
           FROM FP
           WHERE CodF IN
                     (SELECT CodF
                      FROM FP
                      WHERE CodP IN
                                (SELECT CodP
                                 FROM P
                                 WHERE Colore='Rosso')))
```

Codici dei fornitori di prodotti forniti da fornitori di prodotti rossi

Interrogazione completa (n.3)

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN
            (SELECT CodF
             FROM FP
             WHERE CodP IN
                        (SELECT CodP
                         FROM FP
                         WHERE CodF IN
                                    (SELECT CodF
                                     FROM FP
                                     WHERE CodP IN
                                                (SELECT CodP
                                                 FROM P
                                                 WHERE Colore='Rosso'))));
```

Formulazione con il join (n.3)

Clausola FROM (n.3)

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN
        (SELECT CodF
         FROM FP
         WHERE CodP IN
                 (SELECT CodP
                  FROM FP
                  WHERE CodF IN
                          (SELECT CodF
                           FROM FP
                           WHERE CodP IN
                                   (SELECT CodP
                                    FROM P
                                    WHERE Colore='Rosso'))));
```

FPA

FPB

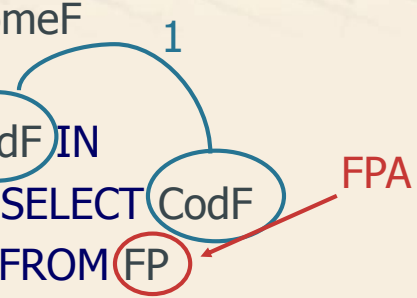
FPC

Clausola FROM (n.3)

```
SELECT ...
FROM F, FP AS FPA, FP AS FPB, FP AS FPC, P
...
```

Condizioni di join (n.3)

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN
        (SELECT CodF
         FROM FP
         WHERE CodP IN
                 (SELECT CodP
                  FROM FP
                  WHERE CodF IN
                          (SELECT CodF
                           FROM FP
                           WHERE CodP IN
                                   (SELECT CodP
                                    FROM P
                                    WHERE Colore='Rosso'))));
```

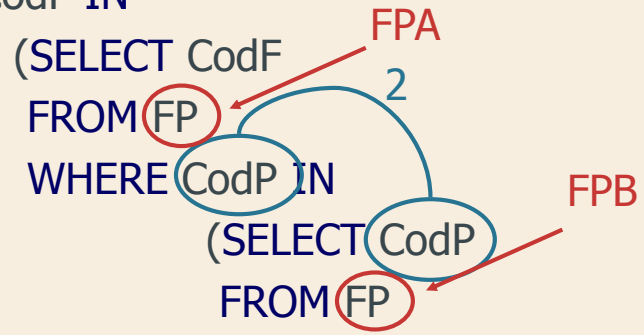


Condizioni di join (n.3)

```
SELECT ...
FROM F, FP AS FPA, FP AS FPB, FP AS FPC, P
WHERE F.CodF=FPA.CodF    (1)
          ...
```

Condizioni di join (n.3)

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN
        (SELECT CodF
         FROM FP
         WHERE CodP IN
                 (SELECT CodP
                  FROM FP
                  WHERE CodF IN
                          (SELECT CodF
                           FROM FP
                           WHERE CodP IN
                                   (SELECT CodP
                                    FROM P
                                    WHERE Colore='Rosso'))));
```



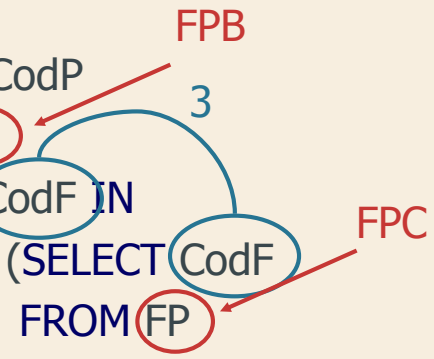
Condizioni di join (n.3)

```
SELECT ...
FROM F, FP AS FPA, FP AS FPB, FP AS FPC, P
WHERE F.CodF=FPA.CodF AND
      FPA.CodP=FPB.CodP
      ...
```

2

Condizioni di join (n.3)

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN
        (SELECT CodF
         FROM FP
         WHERE CodP IN
                 (SELECT CodP
                  FROM FP
                  WHERE CodF IN
                          (SELECT CodF
                           FROM FP
                           WHERE CodP IN
                                   (SELECT CodP
                                    FROM P
                                    WHERE Colore='Rosso'))));
```



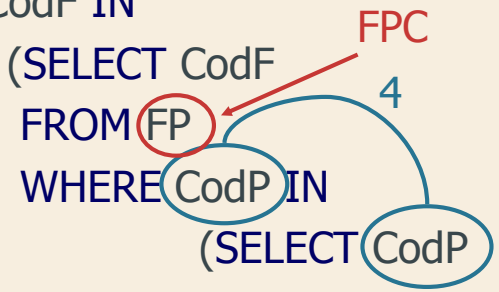
Condizioni di join (n.3)

```
SELECT ...
FROM F, FP AS FPA, FP AS FPB, FP AS FPC, P
WHERE F.CodF=FPA.CodF AND
      FPA.CodP=FPB.CodP AND
      FPB.CodF=FPC.CodF
      ...
```

3

Condizioni di join (n.3)

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN
        (SELECT CodF
         FROM FP
         WHERE CodP IN
                 (SELECT CodP
                  FROM FP
                  WHERE CodF IN
                          (SELECT CodF
                           FROM FP
                           WHERE CodP IN
                                   (SELECT CodP
                                    FROM P
                                    WHERE Colore='Rosso'))));
```



Condizioni di join (n.3)

```
SELECT ...
FROM F, FP AS FPA, FP AS FPB, FP AS FPC, P
WHERE F.CodF=FPA.CodF AND
      FPA.CodP=FPB.CodP AND
      FPB.CodF=FPC.CodF AND
      FPC.CodP=P.CodP
      ...
```

4

Predicato di selezione (n.3)

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN
            (SELECT CodF
             FROM FP
             WHERE CodP IN
                        (SELECT CodP
                         FROM FP
                         WHERE CodF IN
                                    (SELECT CodF
                                     FROM FP
                                     WHERE CodP IN
                                                (SELECT CodP
                                                 FROM P
                                                 WHERE Colore='Rosso'))));
```

Predicato di selezione (n.3)

```
SELECT ...
FROM F, FP AS FPA, FP AS FPB, FP AS FPC, P
WHERE F.CodF=FPA.CodF AND
      FPA.CodP=FPB.CodP AND
      FPB.CodF=FPC.CodF AND
      FPC.CodP=P.CodP AND
      Colore='Rosso'
```

Clausola SELECT (n.3)

```
SELECT NomeF
FROM F, FP AS FPA, FP AS FPB, FP AS FPC, P
WHERE F.CodF=FPA.CodF AND
        FPA.CodP=FPB.CodP AND
        FPB.CodF=FPC.CodF AND
        FPC.CodP=P.CodP AND
        Colore='Rosso';
```

Concetto di esclusione (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2
  - è possibile esprimere l'interrogazione mediante il join?

```
SELECT NomeF
FROM F, FP
WHERE F.CodF=FP.CodF
      AND CodP<>'P2';
```

Soluzione errata (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2
  - non è possibile esprimere l'interrogazione mediante il join

```
SELECT NomeF
FROM F, FP
WHERE F.CodF=FP.CodF
      AND CodP<>'P2';
```

Soluzione errata (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

F

CodF	NomeF	NSoci	Sede
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	*P1*	*300*
F1	P2	200
F1	*P3*	*400*
F1	*P4*	*200*
F1	*P5*	*100*
F1	*P6*	*100*
F2	*P1*	*300*
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	*P3*	*200*
F4	*P4*	*300*
F4	*P5*	*400*

R

NomeF
Andrea
Luca
Gabriele

Soluzione errata (n.1)

```
SELECT NomeF
FROM F, FP
WHERE F.CodF=FP.CodF
        AND CodP<> 'P2';
```

- A che interrogazione corrisponde?

Soluzione errata (n.1)

```
SELECT NomeF
FROM F, FP
WHERE F.CodF=FP.CodF
        AND CodP<> 'P2';
```

Trovare il nome dei fornitori che forniscono almeno un prodotto diverso da P2

Concetto di esclusione (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2
- Occorre escludere dal risultato
  - i fornitori che forniscono il prodotto P2

Concetto di esclusione (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

```
SELECT CodF
FROM FP
WHERE CodP='P2'
```

Codici dei fornitori che forniscono P2

Operatore NOT IN (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF NOT IN (SELECT CodF
                   FROM FP
                   WHERE CodP='P2');
```

Non appartiene

Codici dei fornitori che forniscono P2

Operatore NOT IN

- Esprime il concetto di esclusione da un insieme di valori
  - *NomeAttributo* NOT IN *(InterrogazioneNidificata)*
- Richiede di individuare in modo appropriato l'*insieme da escludere*
  - definito dall'interrogazione nidificata

Operatore NOT IN (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono *solo* il prodotto P2

Trovare il nome dei fornitori di P2 che non hanno mai fornito prodotti diversi da P2

- Insieme da escludere
  - fornitori di prodotti diversi da P2

Operatore NOT IN (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono solo il prodotto P2

```
SELECT CodF
FROM FP
WHERE CodP<>'P2'
```

Codici dei fornitori che forniscono almeno un prodotto diverso da P2

Operatore NOT IN (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono solo il prodotto P2

```
SELECT NomeF
FROM F, FP
WHERE F.CodF NOT IN (SELECT CodF
                     FROM FP
                     WHERE CodP<>'P2')
      AND F.CodF=FP.CodF;
```

Soluzione alternativa (n.2)

- Trovare il nome dei fornitori che forniscono solo il prodotto P2

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF NOT IN (SELECT CodF
                   FROM FP
                   WHERE CodP<>'P2')
      AND CodF IN (SELECT CodF
                   FROM FP);
```

Operatore NOT IN (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono prodotti rossi

- Insieme da escludere?
  - i fornitori di prodotti rossi, identificati dal loro codice

Operatore NOT IN (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono prodotti rossi

Codici dei fornitori di prodotti rossi

```
(SELECT CodF
 FROM FP
 WHERE CodP IN  (SELECT CodP
                 FROM P
                 WHERE Colore='Rosso')
```

Operatore NOT IN (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono prodotti rossi

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF NOT IN (SELECT CodF
                   FROM FP
                   WHERE CodP IN  (SELECT CodP
                                   FROM P
                                   WHERE Colore='Rosso'));
```

Alternativa (corretta?) (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono prodotti rossi

Codici dei prodotti rossi

```
SELECT CodP
FROM P
WHERE Colore='Rosso'
```

Alternativa (corretta?) (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono prodotti rossi

Codici dei fornitori che forniscono almeno un prodotto non rosso

```
SELECT CodF
FROM FP
WHERE CodP NOT IN (SELECT CodP
                   FROM P
                   WHERE Colore='Rosso')
```

Alternativa (corretta?) (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono prodotti rossi

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN (SELECT CodF
                    FROM FP
                    WHERE CodP NOT IN (SELECT CodP
                                       FROM P
                                       WHERE Colore='Rosso'));
```

Alternativa errata (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono prodotti rossi

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN (SELECT CodF
               FROM FP
               WHERE CodP NOT IN (SELECT CodP
                                  FROM P
                                  WHERE Colore='Rosso'));
```

Codici dei fornitori di prodotti non rossi

Alternativa errata (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono prodotti rossi

P

CodP	NomeP	Colore	Taglia	Magazzino
P1	Maglia	Rosso	40	Torino
P2	Jeans	Verde	48	Milano
P3	Camicia	Blu	48	Roma
P4	Camicia	Blu	44	Torino
P5	Gonna	Blu	40	Milano
P6	Bermuda	Rosso	42	Torino

F

CodF	NomeF	NSoci	Sede
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

Alternativa errata (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono prodotti rossi

P

CodP	NomeP	Colore	Taglia	Magazzino
P1	Maglia	Rosso	40	Torino
P2	Jeans	Verde	48	Milano
P3	Camicia	Blu	48	Roma
P4	Camicia	Blu	44	Torino
P5	Gonna	Blu	40	Milano
P6	Bermuda	Rosso	42	Torino

F

CodF	NomeF	NSoci	Sede
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

Alternativa errata (n.3)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono prodotti rossi

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE CodF IN (SELECT CodF
               FROM FP
               WHERE CodP NOT IN (SELECT CodP
                                  FROM P
                                  WHERE Colore='Rosso'));
```

- L'insieme di elementi da escludere non è corretto

Costruttore di tupla

- Permette di definire la struttura temporanea di una tupla
  - si elencano gli attributi che ne fanno parte tra ()

$$(NomeAttributo_1, NomeAttributo_2, \ldots)$$

- Permette di estendere il poter espressivo degli operatori IN e NOT IN

Esempio (n.1)

VIAGGIO (CodV, LuogoPartenza, LuogoArrivo, OraPartenza, OraArrivo)

- Trovare le coppie luogo di partenza e luogo di arrivo per cui nessun viaggio dura più di 2 ore

```
(SELECT LuogoPartenza, LuogoArrivo
 FROM   VIAGGIO
 WHERE OraArrivo-OraPartenza>2)
```

Percorsi per cui esistono viaggi che durano più di 2 ore

Esempio (n.1)

VIAGGIO (CodV, LuogoPartenza, LuogoArrivo, OraPartenza, OraArrivo)

- Trovare le coppie luogo di partenza e luogo di arrivo per cui nessun viaggio dura più di 2 ore

```
SELECT LuogoPartenza, LuogoArrivo
FROM VIAGGIO
WHERE (LuogoPartenza, LuogoArrivo) NOT IN
      (SELECT LuogoPartenza, LuogoArrivo
       FROM  VIAGGIO
       WHERE OraArrivo-OraPartenza>2);
```

Costruttore di tupla

Operatore EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori del prodotto P2

Trovare il nome dei fornitori per cui esiste una fornitura del prodotto P2

Operatore EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori del prodotto P2

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE EXISTS (SELECT *
                    FROM FP
                    WHERE CodP='P2'
                              AND FP.CodF=F.CodF );
```

Condizione di correlazione (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori del prodotto P2

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE EXISTS (SELECT *
                  FROM FP
                  WHERE CodP='P2'
                        AND FP.CodF=F.CodF );
```

Condizione di correlazione

Funzionamento di EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori del prodotto P2

F

CodF	NomeF	NSoci	Città
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

```
SELECT *
FROM FP
WHERE CodP='P2'
        AND FP.CodF='F1'
```

Valore di CodF nella riga corrente di F

Funzionamento di EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori del prodotto P2

F

CodF	NomeF	NSoci	Città
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

- Il predicato EXISTS è vero per F1 poiché esiste una fornitura di P2 per F1
  - F1 fa parte del risultato dell'interrogazione

Funzionamento di EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori del prodotto P2

F

CodF	NomeF	NSoci	Città
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

- Il predicato EXISTS è falso per F4 poiché non esiste una fornitura di P2 per F4
  - F4 non fa parte del risultato dell'interrogazione

Risultato dell'interrogazione (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori del prodotto P2

R

NomeF
Andrea
Luca
Antonio

Predicati con EXISTS

- Il predicato contenente EXISTS è
  - vero se l'interrogazione interna restituisce almeno una tupla
  - falso se l'interrogazione interna restituisce l'insieme vuoto
- Nell'interrogazione interna a EXISTS, la clausola SELECT è obbligatoria, ma irrilevante, perchè gli attributi non sono visualizzati
- La condizione di correlazione lega l'esecuzione dell'interrogazione interna al valore di attributi della tupla corrente nell'interrogazione esterna

Visibilità degli attributi

- Un'interrogazione nidificata può far riferimento ad attributi definiti in interrogazioni più esterne
- Un'interrogazione non può far riferimento ad attributi referenziati
  - in un'interrogazione nidificata al suo interno
  - in un'interrogazione allo stesso livello

Operatore NOT EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

Trovare il nome dei fornitori per cui non esiste una fornitura del prodotto P2

Operatore NOT EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

```
SELECT NomeF
FROM F
WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                  FROM FP
                  WHERE CodP='P2'
                        AND FP.CodF=F.CodF );
```

Condizione di correlazione

Funzionamento di NOT EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

F

CodF	NomeF	NSoci	Città
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

```
SELECT *
FROM FP
WHERE CodP='P2' AND
        FP.CodF='F1'
```

Funzionamento di NOT EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

F

CodF	NomeF	NSoci	Città
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

- Il predicato NOT EXISTS è falso per F1 perché esiste una fornitura di P2 per F1
  - F1 *non* fa parte del risultato dell'interrogazione

Funzionamento di NOT EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

F

CodF	NomeF	NSoci	Città
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

Funzionamento di NOT EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

F

CodF	NomeF	NSoci	Città
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

Funzionamento di NOT EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

F

CodF	NomeF	NSoci	Città
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

Funzionamento di NOT EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

F

CodF	NomeF	NSoci	Città
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

- Il predicato NOT EXISTS è vero per F4 perché non esiste una fornitura di P2 per F4
  - F4 fa parte del risultato dell'interrogazione

Funzionamento di NOT EXISTS (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

F

CodF	NomeF	NSoci	Città
F1	Andrea	2	Torino
F2	Luca	1	Milano
F3	Antonio	3	Milano
F4	Gabriele	2	Torino
F5	Matteo	3	Venezia

FP

CodF	CodP	Qta
F1	P1	300
F1	P2	200
F1	P3	400
F1	P4	200
F1	P5	100
F1	P6	100
F2	P1	300
F2	P2	400
F3	P2	200
F4	P3	200
F4	P4	300
F4	P5	400

Risultato dell'interrogazione (n.1)

- Trovare il nome dei fornitori che *non* forniscono il prodotto P2

R

NomeF
Gabriele
Matteo

Predicato con NOT EXISTS

- Il predicato contenente NOT EXISTS è
  - vero se l'interrogazione interna restituisce l'insieme vuoto
  - falso se l'interrogazione interna restituisce almeno una tupla
- La condizione di correlazione lega l'esecuzione dell'interrogazione interna al valore di attributi della tupla corrente nell'interrogazione esterna

Correlazione tra interrogazioni

- Può essere necessario legare la computazione di un'interrogazione nidificata al valore di uno o più attributi in un'interrogazione più esterna
  - il legame è espresso da una o più condizioni di correlazione

Condizione di correlazione

- Una condizione di correlazione
  - è indicata nella clausola WHERE dell'interrogazione nidificata che la richiede
  - è un predicato che lega attributi di tabelle nella FROM dell'interrogazione nidificata con attributi di tabelle nella FROM di interrogazioni più esterne
- Non si possono esprimere condizioni di correlazione
  - in interrogazioni allo stesso livello di nidificazione
  - contenenti riferimenti ad attributi di una tabella nella FROM di un'interrogazione nidificata

Correlazione tra interrogazioni (n.1)

- Per ogni prodotto, trovare il codice del fornitore che ne fornisce la quantità massima

```
SELECT CodP, CodF
FROM FP AS FPX
WHERE Qta = (...
                                    )
```

Quantità massima per il prodotto corrente

Correlazione tra interrogazioni (n.1)

- Per ogni prodotto, trovare il codice del fornitore che ne fornisce la quantità massima

```
SELECT CodP, CodF
FROM FP AS FPX
WHERE Qta = (SELECT MAX(Qta)
             FROM FP AS FPY
             WHERE FPY.CodP=FPX.CodP);
```

Quantità massima per il prodotto corrente

Correlazione tra interrogazioni (n.1)

- Per ogni prodotto, trovare il codice del fornitore che ne fornisce la quantità massima

```
SELECT CodP, CodF
FROM FP AS FPX
WHERE Qta = (SELECT MAX(Qta)
             FROM FP AS FPY
             WHERE FPY. CodP=FPX.CodP);
```

Condizione di correlazione

Correlazione tra interrogazioni (n.2)

VIAGGIO (CodV, LuogoPartenza, LuogoArrivo, OraPartenza, OraArrivo)

- Trovare il codice dei viaggi che hanno una durata inferiore alla durata media dei viaggi sullo stesso percorso (caratterizzato dallo stesso luogo di partenza e di arrivo)

```
SELECT CodV
FROM VIAGGIO AS VA
WHERE OraArrivo-OraPartenza < (...
)
```

Durata media dei viaggi sul percorso corrente

Correlazione tra interrogazioni (n.2)

VIAGGIO (CodV, LuogoPartenza, LuogoArrivo, OraPartenza, OraArrivo)

- Trovare il codice dei viaggi che hanno una durata inferiore alla durata media dei viaggi sullo stesso percorso (caratterizzato dallo stesso luogo di partenza e di arrivo)

```
SELECT CodV
FROM VIAGGIO AS VA
WHERE OraArrivo-OraPartenza <
        (SELECT AVG(OraArrivo-OraPartenza)
         FROM  VIAGGIO AS VB
         ...          )
```

Durata media dei viaggi

Correlazione tra interrogazioni (n.2)

VIAGGIO (CodV, LuogoPartenza, LuogoArrivo, OraPartenza, OraArrivo)

- Trovare il codice dei viaggi che hanno una durata inferiore alla durata media dei viaggi sullo stesso percorso (caratterizzato dallo stesso luogo di partenza e di arrivo)

```
SELECT CodV
FROM VIAGGIO AS VA
WHERE OraArrivo-OraPartenza <
        (SELECT AVG(OraArrivo-OraPartenza)
         FROM  VIAGGIO AS VB
         WHERE VB.LuogoPartenza=VA.LuogoPartenza
               AND VB.LuogoArrivo=VA.LuogoArrivo);
```

Condizioni di correlazione

Divisione in SQL (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che forniscono *tutti* i prodotti

- Osservazione
  - tutti i prodotti che possono essere forniti sono contenuti nella tabella P

  - un fornitore fornisce tutti i prodotti se fornisce un numero di prodotti diversi pari alla cardinalità di P

Divisione in SQL (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che forniscono *tutti* i prodotti

```
SELECT COUNT(*)
FROM P
```

Numero totale di prodotti

Divisione in SQL (n.1)

- Trovare il codice dei fornitori che forniscono *tutti* i prodotti

```
SELECT CodF
FROM FP
GROUP BY CodF
HAVING COUNT(*)=(SELECT COUNT(*)
                 FROM P);
```

Divisione in SQL: procedimento (n.2)

- Trovare il codice dei fornitori che forniscono almeno *tutti* i prodotti forniti dal fornitore F2
- Si esegue
  - il conteggio del numero di prodotti forniti da F2
  - il conteggio del numero di prodotti forniti da un fornitore arbitrario e anche da F2
- I due conteggi devono essere uguali

Divisione in SQL (n.2)

- Trovare il codice dei fornitori che forniscono almeno *tutti* i prodotti forniti dal fornitore F2

```
SELECT COUNT(*)
FROM FP
WHERE CodF='F2'
```

Numero di prodotti forniti da F2

Divisione in SQL (n.2)

- Trovare il codice dei fornitori che forniscono almeno *tutti* i prodotti forniti dal fornitore F2

```
SELECT CodF
FROM FP
WHERE CodP IN (SELECT CodP
                FROM FP
                WHERE CodF='F2')
GROUP BY CodF
HAVING COUNT(*)=(SELECT COUNT(*)
                  FROM FP
                  WHERE CodF='F2');
```

Calcolo di aggregati a due livelli (n.1)

STUDENTE (Matricola, AnnoIscrizione)
ESAME-SUPERATO (Matricola, CodC, Data, Voto)

- Trovare la media massima (conseguita da uno studente)
- Risoluzione in 2 passi
  - trovare la media per ogni studente
  - trovare il valore massimo della media

Calcolo di aggregati a due livelli (n.1)

STUDENTE (Matricola, AnnoIscrizione)
ESAME-SUPERATO (Matricola, CodC, Data, Voto)

- Trovare la media massima (conseguita da uno studente)
  - passo 1: media per ogni studente

```
(SELECT Matricola, AVG(Voto) AS MediaStudenti
FROM  ESAME-SUPERATO
GROUP BY Matricola) AS MEDIE
```

Calcolo di aggregati a due livelli (n.1)

STUDENTE (Matricola, AnnoIscrizione)
ESAME-SUPERATO (Matricola, CodC, Data, Voto)

- Trovare la media massima (conseguita da uno studente)
  - passo 2: valore massimo della media

```
SELECT MAX(MediaStudenti)
FROM (SELECT Matricola, AVG(Voto) AS MediaStudenti
        FROM  ESAME-SUPERATO
        GROUP BY Matricola) AS MEDIE;
```

Table functions (n.1)

STUDENTE (Matricola, AnnoIscrizione)
ESAME-SUPERATO (Matricola, CodC, Data, Voto)

- Trovare la media massima (conseguita da uno studente)

```
SELECT MAX(MediaStudenti)
FROM (SELECT Matricola, AVG(Voto) AS MediaStudenti
      FROM  ESAME-SUPERATO
      GROUP BY Matricola) AS MEDIE;
```

Table function

Table function

- Definisce una tabella temporanea che può essere utilizzata per ulteriori operazioni di calcolo
- La table function
  - ha la struttura di una SELECT
  - è definita all'interno di una clausola FROM
  - può essere referenziata come una normale tabella
- La table function permette di
  - calcolare più livelli di aggregazione
  - formulare in modo equivalente le interrogazioni che richiedono la correlazione

Table functions (n.2)

STUDENTE (Matricola, AnnoIscrizione)
ESAME-SUPERATO (Matricola, CodC, Data, Voto)

- Per ogni anno di iscrizione, trovare la media massima (conseguita da uno studente)
- Risoluzione in 2 passi
  - trovare la media per ogni studente
  - raggruppare gli studenti per anno di iscrizione e calcolare la media massima

Table functions (n.2)

STUDENTE (Matricola, AnnoIscrizione)
ESAME-SUPERATO (Matricola, CodC, Data, Voto)

- Per ogni anno di iscrizione, trovare la media massima (conseguita da uno studente)
  - passo 1

```
(SELECT Matricola, AVG(Voto) AS MediaStudente
 FROM  ESAME-SUPERATO
 GROUP BY Matricola) AS MEDIE
```

Table functions (n.2)

STUDENTE (Matricola, AnnoIscrizione)
ESAME-SUPERATO (Matricola, CodC, Data, Voto)

- Per ogni anno di iscrizione, trovare la media massima (conseguita da uno studente)
  - passo 2

```
SELECT ...
FROM STUDENTE,
     (SELECT Matricola, AVG(Voto) AS MediaStudente
      FROM  ESAME-SUPERATO
      GROUP BY Matricola) AS MEDIE
WHERE STUDENTE.Matricola=MEDIE.Matricola
...
```

Table function

Table functions (n.2)

STUDENTE (Matricola, AnnoIscrizione)
ESAME-SUPERATO (Matricola, CodC, Data, Voto)

- Per ogni anno di iscrizione, trovare la media massima (conseguita da uno studente)
  - passo 2

```
SELECT ...
FROM STUDENTE,
     (SELECT Matricola, AVG(Voto) AS MediaStudente
      FROM  ESAME-SUPERATO
      GROUP BY Matricola) AS MEDIE
WHERE STUDENTE.Matricola=MEDIE.Matricola
...
```

Condizione di join

Table functions (n.2)

STUDENTE (Matricola, AnnoIscrizione)
ESAME-SUPERATO (Matricola, CodC, Data, Voto)

- Per ogni anno di iscrizione, trovare la media massima (conseguita da uno studente)
  - passo 2

```
SELECT ...
FROM STUDENTE,
        (SELECT Matricola, AVG(Voto) AS MediaStudente
         FROM  ESAME-SUPERATO
         GROUP BY Matricola) AS MEDIE
WHERE STUDENTE.Matricola=MEDIE.Matricola
GROUP BY AnnoIscrizione
```

Table functions (n.2)

STUDENTE (Matricola, AnnoIscrizione)
ESAME-SUPERATO (Matricola, CodC, Data, Voto)

- Per ogni anno di iscrizione, trovare la media massima (conseguita da uno studente)
  - passo 2

```
SELECT AnnoIscrizione, MAX(MediaStudente)
FROM STUDENTE,
        (SELECT Matricola, AVG(Voto) AS MediaStudente
         FROM  ESAME-SUPERATO
         GROUP BY Matricola) AS MEDIE
WHERE STUDENTE.Matricola=MEDIE.Matricola
GROUP BY AnnoIscrizione;
```