Politecnico di Torino

Interrogazioni avanzate

Linguaggio SQL

Linguaggio SQL: interrogazioni avanzate

- Tabelle derivate
- CTE
- Query spaziali
- Query JSON

Tabelle derivate

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

Calcolo di aggregati a due livelli (n.1)

- Trovare la media massima (conseguita da uno studente)

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

- Risoluzione in 2 passi
  - trovare la media per ogni studente
  - trovare il valore massimo della media

Calcolo di aggregati a due livelli (n.1)

- Trovare la media massima (conseguita da uno studente)

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

Passo 1: trovare la media per ogni studente

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

Calcolo di aggregati a due livelli (n.1)

- Trovare la media massima (conseguita da uno studente)

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

Passo 2: trovare il valore massimo della media

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

Tabella derivata

Calcolo di aggregati a due livelli (n.2)

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

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

- Risoluzione in 2 passi
  - trovare la media per ogni studente
  - raggruppare gli studenti per anno di iscrizione e calcolare la media massima

Calcolo di aggregati a due livelli (n.2)

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

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

- Passo 1: trovare la media per ogni studente

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

Calcolo di aggregati a due livelli (n.2)

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

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

- Passo 2: raggruppare gli studenti per anno di iscrizione e calcolare la media massima

```
SELECT Anno Iscrizione, 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
```

Tabella derivata

Condizione di join

Correlazione con tabella derivata

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

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

- Risoluzione in 2 passi
  - Calcolare la Qta massima fornita per ogni prodotto
  - Selezionare i fornitori che forniscono la Qta massima, prodotto per prodotto

Correlazione con tabella derivata

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

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

- Passo 1: calcolare la Qta massima fornita per ogni prodotto

```
SELECT CodP, MAX(Qta) AS MQta
FROM FP
GROUP BY CodP
```

Correlazione con tabella derivata

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

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

- Passo 2: selezionare i fornitori che forniscono la Qta massima, prodotto per prodotto

```
SELECT CodP, CodF
FROM FP,
     (SELECT CodP, MAX(Qta) AS MQta
      FROM FP
      GROUP BY CodP) AS TMax
WHERE FP.CodP = TMax.CodP
AND   FP.Qta = TMax.MQta;
```

Tabella derivata

Condizione di join

Correlazione

Common Table Expression

- Definisce una tabella temporanea che può essere utilizzata per ulteriori operazioni di calcolo
- La CTE
  - ha la struttura di una SELECT
  - è definita mediante la clausola WITH
  - può essere referenziata come una normale tabella
- La CTE è usata per
  - calcolare più livelli di aggregazione
  - formulare in modo equivalente le interrogazioni che richiedono la correlazione
- Riferimenti
  - a CTE *precedentemente* definite nella stessa clausola WITH
  - ricorsivo

CTE vs Tabelle derivate

- La CTE è preferita quando
  - è necessario fare riferimento a una tabella derivata più volte in una singola query
  - è necessario eseguire lo stesso calcolo più volte in più parti della query
  - si vuole aumentare la leggibilità di query complesse

Sintassi per definizione di CTE

```
WITH
cte_1 [(campo_A, ...)] AS
(CTE query 1)
{, cte_X AS (CTE query X) }
SELECT campo_A, campo_B, ...
FROM cte_1
```

Nome della CTE

Query associata alla CTE

Query

Calcolo di aggregati a due livelli (n.1)

- Trovare la media massima (conseguita da uno studente)

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

- Risoluzione in 2 passi
  - trovare la media per ogni studente
  - trovare il valore massimo della media

Calcolo di aggregati a due livelli

- Trovare la media massima (conseguita da uno studente)

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

Passo 1: trovare la media per ogni studente

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

Calcolo di aggregati a due livelli

- Trovare la media massima (conseguita da uno studente)

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

Passo 2: trovare il valore massimo della media

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

Calcolo di aggregati con granularità diversa

- Trovare tutte le compagnie aeree in cui il salario medio di tutti i piloti di quella compagnia è superiore alla media dei salari totali di tutti i piloti del database

  PILOTI (CodP, Nome, Cognome, Compagnia, Salario)

- Risoluzione in 3 passi
  - trovare il salario medio per ogni compagnia
  - trovare il salario medio considerando tutti i piloti
  - trovare le compagnie con salario medio maggiore del salario medio globale

Calcolo di aggregati con granularità diversa

- Passo 1: trovare il salario medio per ogni compagnia

```
WITH salarioMedioCompagnia AS
        (SELECT Compagnia, AVG(Salario) AS AvgSalComp
        FROM PILOTI
        GROUP BY Compagnia)
```

Calcolo di aggregati con granularità diversa

- Passo 2: trovare il salario medio del database

```
WITH salarioMedioCompagnia AS
        (SELECT Compagnia, AVG(Salario) AS AvgSalComp
        FROM PILOTI
        GROUP BY Compagnia),
mediaSalario AS
        (SELECT AVG(Salario) AS MediaSal
        FROM PILOTI )
```

Calcolo di aggregati con granularità diversa

- Passo 3: trovare le compagnie con salario medio maggiore del salario medio globale

```
WITH salarioMedioCompagnia AS
        (SELECT Compagnia, AVG(Salario) AS AvgSalComp
        FROM PILOTI
        GROUP BY Compagnia),
mediaSalario AS
        (SELECT AVG(Salario) AS MediaSal
        FROM PILOTI )
SELECT Compagnia
FROM salarioMedioCompagnia, mediaSalario
WHERE salarioMedioCompagnia. AvgSalComp >
mediaSalario.MediaSal;
```

CTE referenziate

- Considerando le distanze medie percorse per ciascuna città, calcolare la distanza massima percorsa per ciascuna provincia

  CITTA (CodC, NomeC, Provincia)
  AUTISTA (CodA, NomeA, Cognome, CodC)
  CORSA_GIORNALIERA (Data, CodA, Importo, Distanza)

- Risoluzione in 3 passi
  - calcolare la distanza percorsa per ogni città da ogni autista
  - calcolare la distanza media per ogni città
  - calcolare la distanza massima per provincia

CTE referenziate

- Passo 1: calcolare la distanza percorsa per ogni città da ogni autista

```
WITH totDistanzaAutista AS
        ( SELECT SUM(Distanza) AS distanzaTot, CG.CodA, CG.CodC, NomeC, Provincia
        FROM CORSA_GIORNALIERA CG, CITTA C, AUTISTA A
        WHERE CG.CodA=A.CodA AND A.CodC=C.CodC
        GROUP BY CG.CodA, CG.CodC, NomeC, Provincia )
```

CTE referenziate

- Passo 2: calcolare la distanza media per ogni città

```
WITH totDistanzaAutista AS
        (SELECT SUM(Distanza) AS distanzaTot, CG.CodA, CG.CodC, NomeC, Provincia
        FROM CORSA_GIORNALIERA CG, CITTA C, AUTISTA A
        WHERE CG.CodA=A.CodA AND A.CodC=C.CodC
        GROUP BY CG.CodA, CG.CodC, NomeC, Provincia),
distanzaMedia AS
        ( SELECT AVG(distanzaTot) AS avgDist, CodC, NomeC, Provincia
        FROM totDistanzaAutista
        GROUP BY CodC, NomeC, Provincia )
```

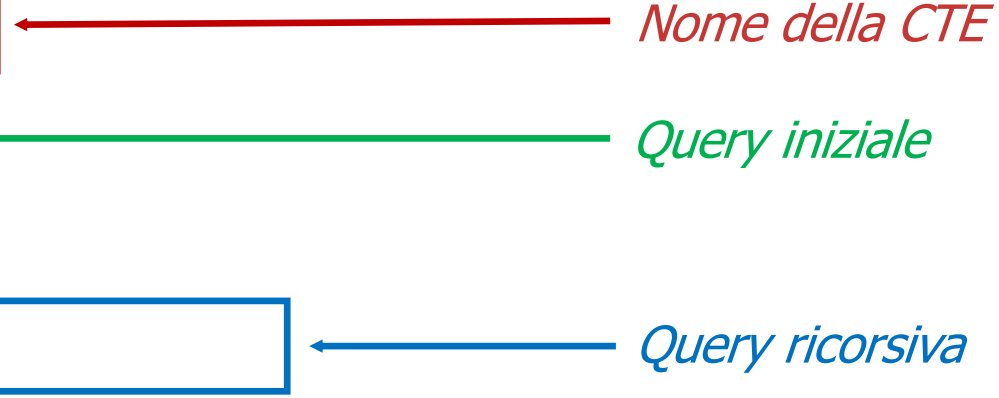
CTE referenziate

- Passo 3: calcolare la distanza massima per provincia

```
WITH totDistanzaAutista AS
        (SELECT SUM(Distanza) AS distanzaTot, CG.CodA, CG.CodC, NomeC, Provincia
        FROM CORSA_GIORNALIERA CG, CITTA C, AUTISTA A
        WHERE CG.CodA=A.CodA AND A.CodC=C.CodC
        GROUP BY CG.CodA, CG.CodC, NomeC, Provincia),
distanzaMedia AS
        ( SELECT AVG(distanzaTot) AS avgDist, CodC, NomeC, Provincia
        FROM totDistanzaAutista
        GROUP BY CodC, NomeC, Provincia )
SELECT MAX(avgDist), Provincia
FROM distanzaMedia
GROUP BY Provincia
```

Sintassi CTE ricorsive

```
WITH RECURSIVE
cte_1 AS
(CTE query 1
UNION ALL
CTE query 2
)
SELECT *
FROM cte_1
```



CTE ricorsive

- Per ciascun impiegato, trovare il boss e il livello nella gerarchia

IMPIEGATI (CodI, Nome, Cognome, BossID*)

CodI	Nome	Cognome	BossId*
1	Domenic	Leaver	5
2	Cleveland	Hewins	1
3	Kakalina	Atherton	7
4	Roxanna	Fairlie	NULL
5	Hermie	Comsty	4
6	Pooh	Goss	8
7	Faulkner	Challiss	5

CTE ricorsive

```
WITH RECURSIVE gerarchia AS (
  SELECT   CodI, Nome, Cognome, BossID, 0 AS livello
  FROM IMPIEGATI
  WHERE  BossID IS NULL

  UNION ALL

  SELECT   I.CodI, I.Nome, I.Cognome, I.BossID, livello +1
  FROM IMPIEGATI I, gerarchia G
  WHERE I.BossID = G.CodI
)

SELECT   G.Nome, G.Cognome, I.Nome AS NomeBoss, I.Cognome AS CognomeBoss, livello
FROM  gerarchia G LEFT JOIN IMPIEGATI I ON G.BossID= I.CodI
ORDER BY livello;
```

Query spaziali

- I dati spaziali possono essere rappresentati da geometrie diverse
  - Point
  - Polygon
  - Line,
  - ecc.
- MySQL fornisce funzioni per:
  - creare geometrie in vari formati (WKT, WKB, interno)
  - convertire geometrie tra diversi formati
  - accedere alle proprietà qualitative o quantitative di una geometria
  - descrivere delle relazioni tra due geometrie
  - creare nuove geometrie a partire da quelle esistenti

Creazione geometrie (MySQL)

- Point(x, y)
  - costruisce un punto utilizzando le sue coordinate
- LineString(pt [, pt] ...)
  - costruisce una linea utilizzando i punti forniti (almeno 2)
- Polygon(ls [, ls] ...)
  - costruisce un poligono a partire da una serie di linee

```
INSERT INTO t1 (pt_col) VALUES(Point(1,2));
```

Proprietà delle geometrie (MySQL)

- ST_Dimension(g)
  - restituisce la dimensione intrinseca del valore geometrico g
  - la dimensione può essere -1, 0, 1 o 2
- ST_Envelope(g)
  - restituisce il rettangolo di delimitazione minimo (MBR) per il valore geometrico g
  - il risultato viene restituito come valore di poligono definito dai punti d'angolo del rettangolo di delimitazione
- ST_GeometryType(g)
  - restituisce una stringa che indica il nome del tipo di geometria di cui l'istanza di geometria g è membro

Proprietà delle geometrie (MySQL)

- ST_X(p)
  - restituisce il valore della coordinata X del Punto p
- ST_Y(p)
  - restituisce il valore della coordinata Y del Punto p
- ST_Length(ls)
  - restituisce la lunghezza di una Linea
- ST_Area(poly)
  - restituisce l'area di un poligono
- ST_Centroid(poly)
  - restituisce il centroide di un poligono

Relazioni tra geometrie (MySQL)

- ST_Difference(g1, g2)
  - restituisce una geometria che rappresenta la differenza dell'insieme di punti dei valori della geometria g1 e g2
- ST_Intersects(g1, g2)
  - restituisce 1 o 0 per indicare se g1 interseca spazialmente g2
- ST_Distance_Sphere(g1, g2 [, radius])
  - restituisce la distanza sferica minima tra due punti e/o più punti su una sfera, in metri
  - l'argomento opzionale ***radius*** deve essere indicato in metri
    - se omesso, il raggio predefinito è 6.370.986 metri

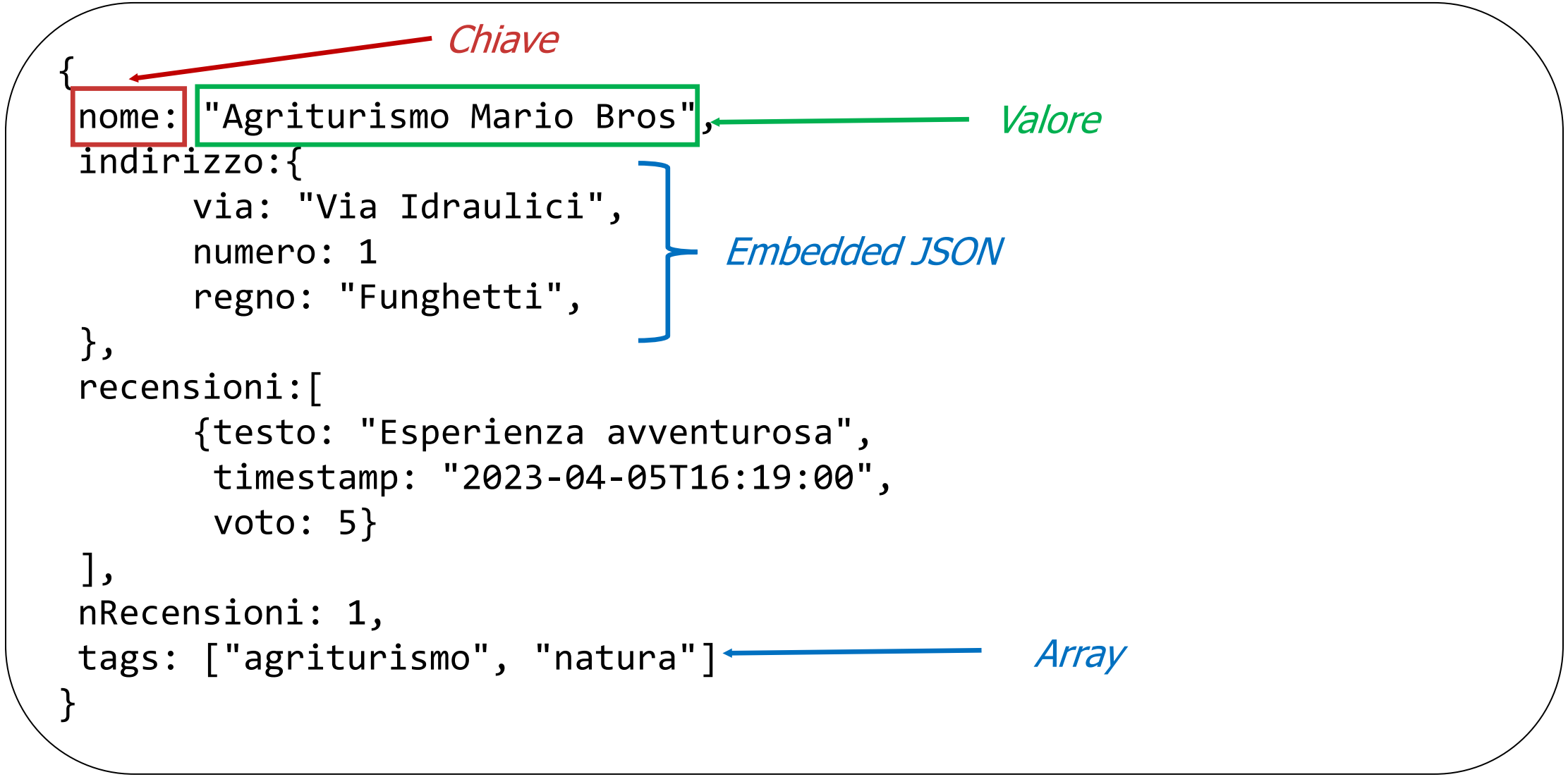
```
SELECT ST_Distance_Sphere(ST_GeomFromText('POINT(0 0)'), ST_GeomFromText('POINT(180 0)'));
```

RESULT
20015042.813723423

Query JSON

- JSON, acronimo per JavaScript Object Notation, è un formato per lo scambio dei dati in applicazioni client-server
- Funzioni dati JSON dipendono dal DBMS utilizzato
- Funzioni dati JSON usate per
  - creare dati in formato JSON
  - cercare all'interno del JSON in base al path fornito
  - modificare campi del JSON

Esempio di file JSON



Creare JSON (MySQL)

- JSON_ARRAY(target, candidate[, path])
  - valuta un elenco di valori (eventualmente vuoto) e restituisce un array JSON contenente tali valori

```
SELECT JSON_ARRAY(1, "abc", NULL, TRUE, CURTIME()) AS RESULT;
```

RESULT
[1, "abc", null, true, "11:30:24.000000"]

- JSON_OBJECT([key, val[, key, val] ...])
  - valuta un elenco (eventualmente vuoto) di coppie chiave-valore e restituisce un oggetto JSON contenente tali coppie

```
SELECT JSON_OBJECT('id', 87, 'name', 'carrot') AS RESULT;
```

RESULT
{"id": 87, "name": "carrot"}

Cercare all'interno del JSON (MySQL)

- JSON_CONTAINS(target, candidate[, path])
  - restituisce 1 o 0
    - se un documento JSON ***candidate*** è contenuto nel documento JSON ***target***
    - se il ***candidate*** si trova in un ***path*** specifico all'interno del documento ***target***.
  - restituisce NULL
    - se qualsiasi argomento è NULL
    - se il ***path*** non identifica una sezione del documento ***target***
  - notazione per path:
    - $: root del documento
    - dot notation per specificare il path (es. $.a)
    - [i]: per accedere all'elemento i-esimo di un array
    - wildcard * o ** ($.*)

```
SELECT JSON_CONTAINS('{"a": 1, "b": 2, "c": {"d": 4}}', '1', '$.a') AS RESULT;
```

RESULT
1

Cercare all'interno del JSON (MySQL)

- JSON_EXTRACT(json_doc, path[, path])
  - restituisce i dati di un documento JSON nei path forniti come parametri
  - restituisce NULL se
    - qualsiasi argomento è NULL
    - nessun percorso individua un valore nel documento
- Alternativa:
  - usare l'operatore ->

```
SELECT c, JSON_EXTRACT(c, "$.id")
FROM jemp
WHERE JSON_EXTRACT(c, "$.id") > 1
ORDER BY JSON_EXTRACT(c, "$.name");
```

```
SELECT c, c->"$.id"
FROM jemp
WHERE c->"$.id" > 1
 ORDER BY c->"$.name";
```

c	c->"$.id"
{"id": "3", "name": "Barney"}	"3"
{"id": "4", "name": "Betty"}	"4"
{"id": "2", "name": "Wilma"}	"2"

Modificare JSON (MySQL)

- JSON_ARRAY_APPEND(json_doc, path, val[, path, val] ...)
  - appende i valori alla fine degli array indicati e restituisce il risultato

```
SELECT JSON_ARRAY_APPEND('["a", ["b", "c"], "d"]', '$[1]', 1) AS RESULT;
```

RESULT
["a", ["b", "c", 1], "d"]

- JSON_INSERT(json_doc, path, val[, path, val] ...)
  - inserisce i valori nel documento JSON e restituisce il risultato

```
SELECT JSON_INSERT('{ "a": 1, "b": [2, 3]}', '$.a', 10, '$.c', '[true, false]') AS RESULT;
```

RESULT
{"a": 1, "b": [2, 3], "c": "[true, false]"}

Modificare JSON (MySQL)

- JSON_SET(json_doc, path, val[, path, val] ...)
  - inserisce o aggiorna i valori del documento JSON e restituisce il risultato

```
SELECT JSON_SET('{ "a": 1, "b": [2, 3]}' '$.a', 10, '$.c', '[true, false]') AS RESULT;
```

RESULT
{"a": 10, "b": [2, 3], "c": "[true, false]"}

- JSON_REMOVE(json_doc, path, [, path] ...)
  - rimuove il path nel documento JSON e restituisce il risultato

```
SELECT JSON_REMOVE('["a", ["b", "c"], "d"]', '$[1]') AS RESULT;
```

RESULT
["a", "d"]