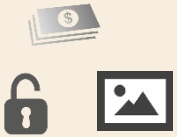
database NoSQL

Oltre i database relazionali

Gestione dei dati al giorno d'oggi

Milioni di database relazionali utilizzati da applicazioni che funzionano molto bene, ma ...



Nuovi trend

Organizzare dati non strutturati o semi-strutturati

Salvare dataset di grandi dimensioni offrendo scalabilità e prestazioni in modo economico

Reinventare i database relazionali

IBM

ORACLE

Nuove architetture

Sono emersi database non relazionali

neo4j

mongoDB.

redis

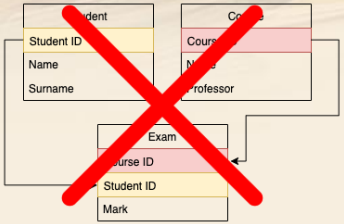
Not Only SQL

Nascita di "NoSQL"

- Nel **1998** Carlo Strozzi ha creato un database relazionare open-source, che richiedeva poche risorse, e che non utilizzava la classica interfaccia SQL
- Nel **2009** Johan Oskarsson's (Last.fm) ha organizzato un evento per discutere i vantaggi dei database non-relazionali. È stato coniato un nuovo **hashtag** per promuovere l'evento su Twitter: **#NoSQL**

Principali caratteristiche di NoSQL

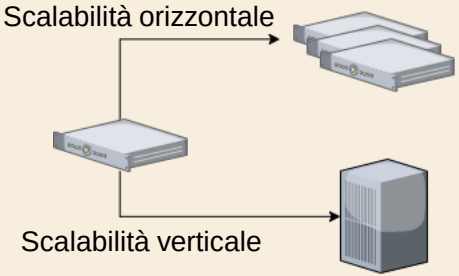
- **Nessuna operazione di join**



- **Senza Schema**

(nessuna tabella, schema implicito)

- **Scalabilità orizzontale**



NoSQL databases

Database Distribuiti

Replicazione dei Dati

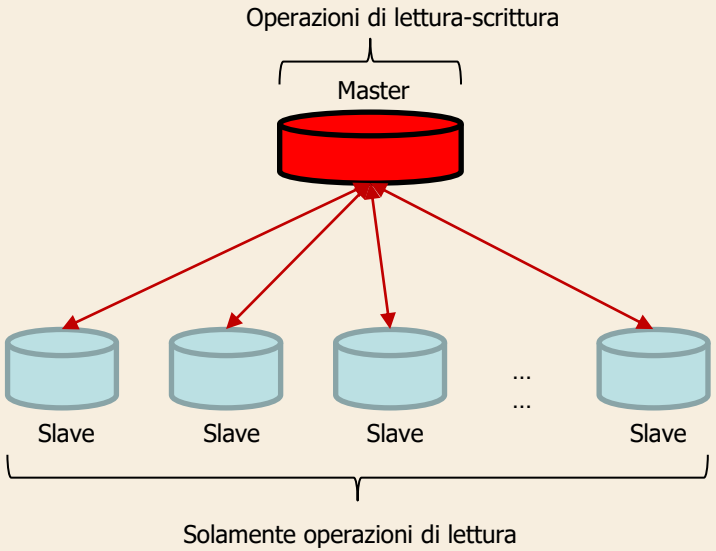
Stessi dati
ma in luoghi **diversi**
(stesso contenuto e
stesso schema)

Replicazione dei Dati

- **Stessi** dati
  - Porzioni dei dati oppure interi dataset (**chunks**)
- in **luoghi diversi**
  - Server nello stesso luogo e/o lontani fra loro, cluster, data center
- Obiettivi
  - Sopravvivenza ai guasti (availability) grazie alla ridondanza
  - Miglioramento delle performance
- Possibilità
  - Replicazione **Master-Slave**
  - Replicazione **Sincrone**
  - Replicazione **Asincrone**

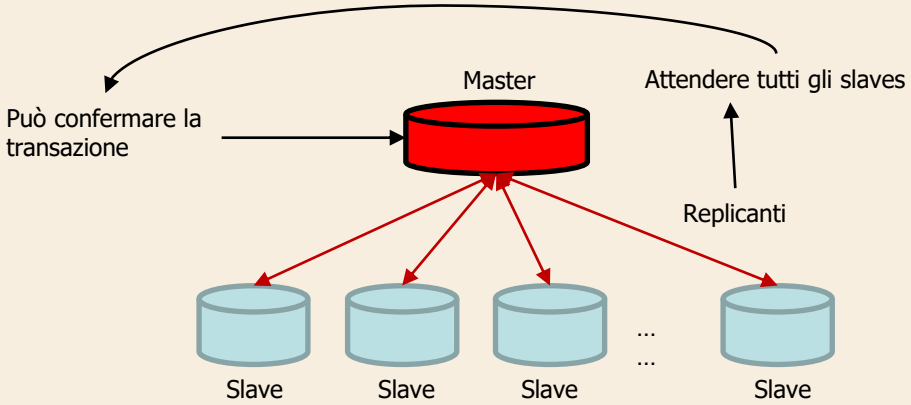
Replicazione Master-Slave

- Master-Slave
  - Un server **master** riceve tutte le richieste di scrittura, aggiornamento, inserimento
  - Uno (o più) server **slave** effettuano le operazioni di lettura (**non** possono scrivere)
  - **Scalabilità** solamente in lettura
  - Il master è il punto debole: un guasto al master impedisce il funzionamento



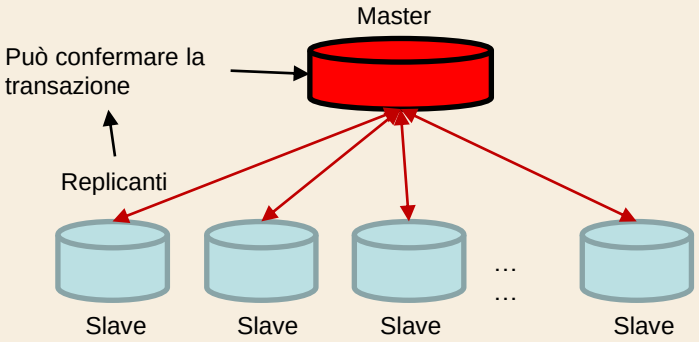
Replicazione Sincrona

- Prima di confermare una transazione, il master **aspetta** che tutti gli slave confermino la transazione tramite il *commit*.
- Abbattimento delle **Performance**, specialmente per repliche che coinvolgono il cloud (server remoti).
- Compromesso: aspettare un sottoinsieme di slave prima di confermare la transazione, per esempio attendendo la **maggioranza**.



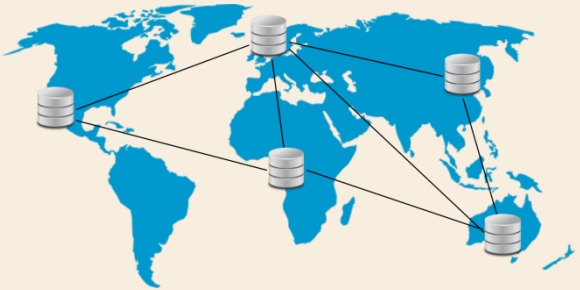
Replicazione Asincrona

- Il master conferma la transazione **localmente**, senza attendere gli Slave
- Ogni slave è indipendente, e richiede gli aggiornamenti direttamente dal master, il quale **potrebbe smettere di funzionare**
  - Se nessuno slave ha replicato la transazione, allora i dati del **master** interessati dalla transazione **sono persi**
  - Se alcuni slave hanno replicato la transazione, ed altri slave no, è necessaria una politica per concordare quali sono i dati attendibili
- Veloce ma inaffidabile



Database Distribuiti

Diversi server autonomi, che **cooperano** per gestire lo stesso **dataset**

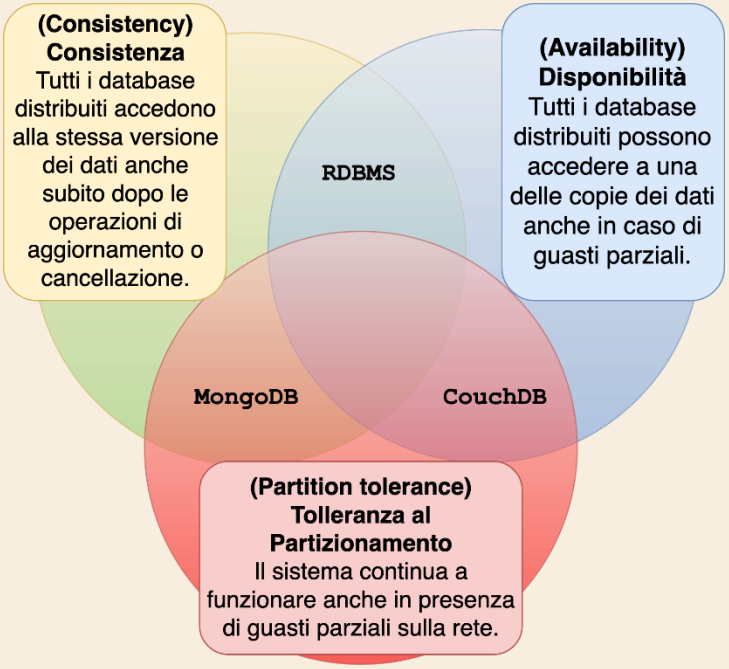


Funzionalità chiave dei database distribuiti

- Ci sono 3 problemi tipici nei database distribuiti:
  - **Consistency - Consistenza**
    - Tutti i database distribuiti forniscono gli stessi dati alle applicazioni.
  - **Availability - Disponibilità**
    - Uno (o più) guasti al database (incluso il master) non impediscono ai server rimasti di continuare a funzionare.
  - **Partition tolerance - Tolleranza al Partizionamento**
    - Il sistema continua a funzionare nonostante la perdite di messaggi e quando problemi di connettività causano un partizionamento della rete.

Teorema CAP

Il teroema CAP, anche conosciuto come teorema di Brewer, afferma che, per un Sistema distribuito è **impossibile** offrire **simultaneamente tutte e tre** le funzionalità precedentemente descritte.

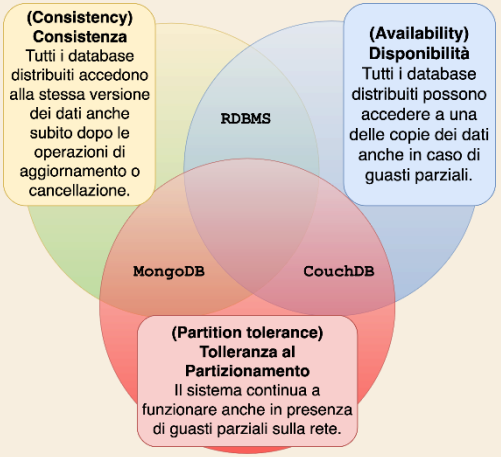


Teorema CAP

- Il teorema nasce come una **congettura** suggerita dall'Università della California nel 1999-2000
  - Armando Fox and Eric Brewer, "Harvest, Yield and Scalable Tolerant Systems", Proc. 7th Workshop Hot Topics in Operating Systems (HotOS 99), IEEE CS, 1999, pg. 174-178.
- Nel 2002 è stato formalmente dimostrato, creando il **teorema**
  - Seth Gilbert and Nancy Lynch, "Brewer's conjecture and the feasibility of consistent, available, partition-tolerant web services", ACM SIGACT News, Volume 33 Issue 2 (2002), pg. 51-59
- Nel 2012, un nuovo studio da Eric Brewer, "CAP twelve years later: How the "rules" have changed"
  - IEEE Explore, Volume 45, Issue 2 (2012), pg. 23-29.

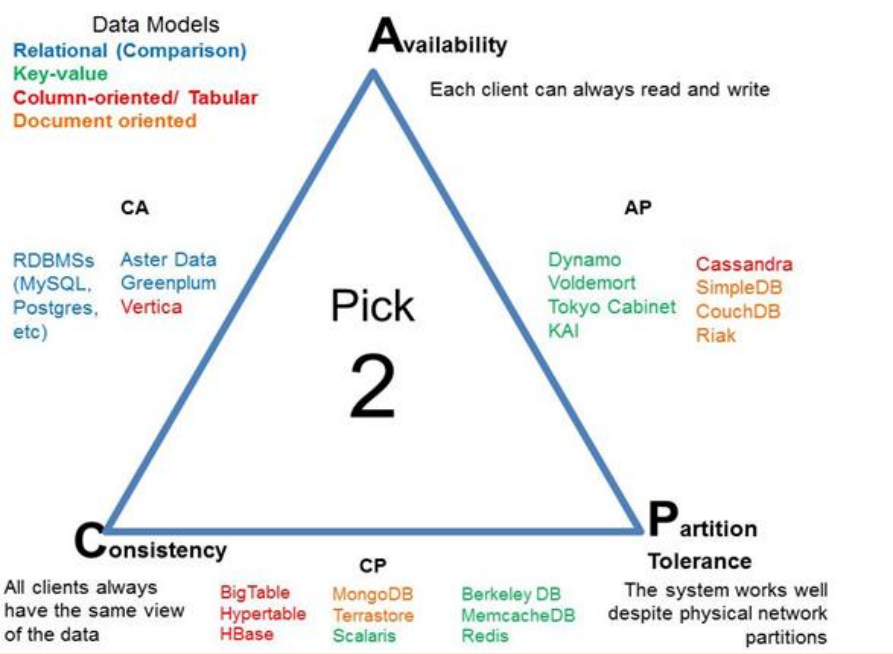
Teorema CAP

- Il modo più semplice per capire il CAP è pensare a **due nodi** sui lati opposti di una **partizione**.
- Se si consente ad almeno un nodo di aggiornare lo stato, i nodi diventeranno **incoerenti**, perdendo quindi la *C*.
- Se la scelta è di preservare la coerenza, un lato della partizione deve agire come se **non fosse disponibile**, perdendo così *A*.
- Solo quando non esiste alcuna **partizione** di rete, è possibile preservare sia la coerenza (C) che la disponibilità (A), perdendo così P.
- La convinzione generale è che per i sistemi altamente distribuiti, i progettisti **non possono rinunciare a P** e quindi devono scegliere se perdere la C o la A.



La scelta è spesso complicata

Teorema CAP



http://blog.flux7.com/blogs/nosql/cap-theorem-why-does-it-matter

CA senza P (consistente localmente)

- **Il partizionamento** (interruzione della comunicazione) causa un guasto.
- Possiamo ancora avere **Coerenza** e **Disponibilità** dei dati condivisi **all'interno di ciascuna partizione**, ignorando le altre partizioni.
  - Coerenza / disponibilità locale anziché globale
- Coerenza locale per una parte dei sistema: disponibilità del 100% dei dati per questa parte di sistema. Non avere partizioni non esclude il partizionamento dove le diverse partizioni hanno la propria CA "locale".
- Partizionare significa avere **più sistemi indipendenti** con CA al 100% ognuna e che non hanno bisogno di interagire.

CP senza A (blocco delle transazioni)

- Un Sistema è autorizzato a *non* rispondere alle richieste (eliminando la "A").
- Si tollera il **partizionamento/guasti**, perché se avviene un partizionamento, semplicemente vengono bloccate tutte le risposte, assumendo quindi che il sistema non possa continuare a funzionare correttamente senza i dati dall'altro lato della partizione.
- Una volta che il partizionamento è risolto e la **consistenza** può essere nuovamente verificata, è possibile riabilitare la disponibilità ("A") uscendo da questa modalità di blocco.
- In questo tipo di configurazioni è richiesta la consistenza **globale**, per questo, il comportamento prevede che **l'accesso ai server replicanti** non sincronizzati **sia bloccato**.
- Per tollerare la P in ogni momento, dobbiamo sacrificare la A in qualsiasi momento per avere globalmente la consistenza.

AP senza C (sforzo minimo)

- Se non interessa la **coerenza globale** (simultanea), ogni parte del sistema può rendere disponibile ciò che sa.
- Ogni parte potrebbe essere in grado di rispondere, anche se il sistema nel suo insieme è stato suddiviso in regioni che non possono comunicare (**partizioni**).
- In questa configurazione penalizziamo la coerenza che non può essere garantita come globale in **nessun momento**.

Una conseguenza di CAP

"Ogni nodo in un sistema dovrebbe essere in grado di prendere decisioni esclusivamente in base allo **stato locale**. Se è necessario fare operazioni con un carico elevato sul server, e c'è la possibilità di **errori**, se è richiesto un accordo tra i server replicanti, il sistema non può funzionare. Se si è preoccupati per la **scalabilità**, qualsiasi algoritmo che costringe ad avere un accordo tra i server replicanti diventerà il collo di bottiglia. Questo è un fatto."

Werner Vogels, Amazon CTO and Vice President

ACID versus BASE

- ACID e BASE rappresentano due filosofie progettuali opposte nello spettro di coerenza-disponibilità
- Le proprietà ACID si concentrano sulla **coerenza** e rappresentano l'approccio tradizionale dei database
- **BASE**: **B**asically **A**vailable, **S**oft state, **E**ventually consistent, consente di lavorare in presenza di **partizioni** e quindi promuove la **disponibilità**

ACID

Le quattro proprietà ACID sono:

- **Atomicity (A) – Atomicità**: Tutti i sistemi beneficiano delle operazioni atomiche, la transazione del database devono avere esito positivo o negativo, non è consentito il successo parziale.

- **Consistency (C) – Consistenza:** Durante la transazione del database, il database passa da uno stato valido a un altro valido. In ACID, la C indica che una transazione preserva i vincoli di integrità del database, per esempio le chiavi univoche. Al contrario, la C in CAP si riferisce solo alla **coerenza della copia singola**.

- **Isolation (I) – Isolamento:** L'isolamento è al centro del teorema CAP: se il sistema richiede l'isolamento ACID, può operare al massimo da una parte durante una partizione, perché la transazione di un cliente deve essere isolata dalla transazione di un altro cliente.

- **Durability (D) – Persistenza (o Durabilità):** I risultati dell'applicazione di una transazione sono permanenti, devono persistere dopo il completamento della transazione, anche in presenza di errori.

BASE

- **Basically Available – Fondamentalmente disponibile**: il sistema fornisce la disponibilità, come enunciato nel teorema CAP

- **Soft state – Stato debole:** indica che lo stato del sistema può cambiare nel tempo, anche senza input, a causa dell'eventuale modello di coerenza.

- **Eventual consistency – Eventualmente consistente:** indica che il sistema diventerà coerente nel tempo, dato che il sistema non riceve input durante tale periodo.

Problema della risoluzione di conflitti

- Conflitto: quando repliche diverse, allo stesso tempo *t* hanno dati non allineati.

Replica 1

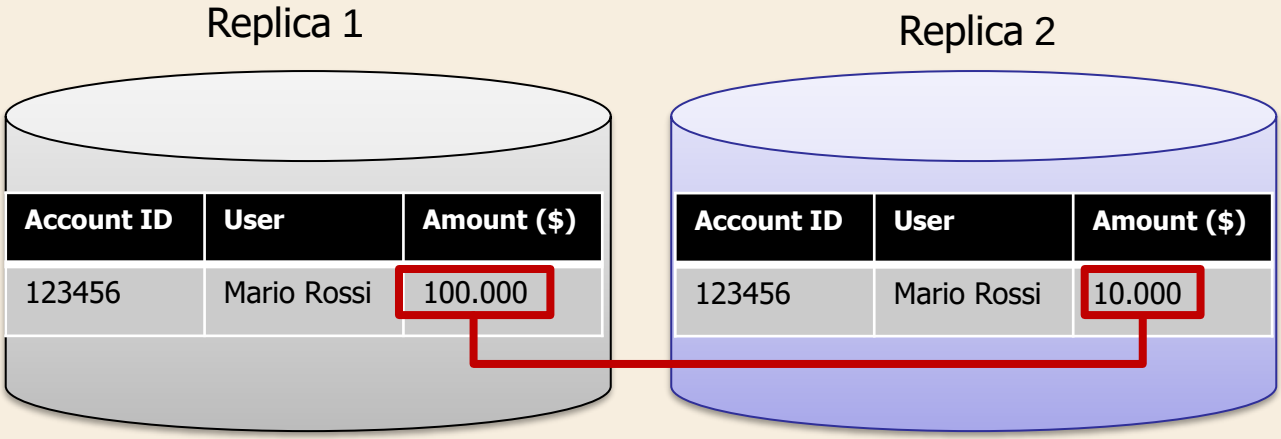
Account ID	User	Amount ($)
123456	Mario Rossi	100.000

Replica 2

Account ID	User	Amount ($)
123456	Mario Rossi	10.000

Problema della risoluzione di conflitti

- Conflitto: quando repliche diverse, allo stesso tempo *t* hanno dati non allineati.

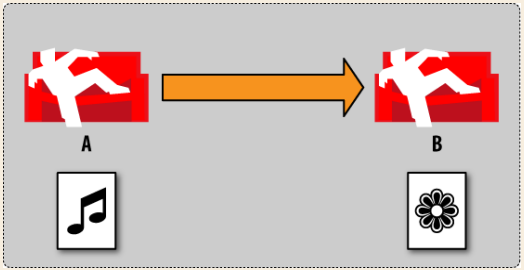


Problema della risoluzione di conflitti

- **Apache CouchDB** è un database *NoSQL* open-source basato sulla nozione di *documenti*
- Una delle caratteristiche distintive di CouchDB è la replica multi-master, che consente di scalare tra macchine per creare sistemi ad alte prestazioni.
- Come risolve i conflitti?

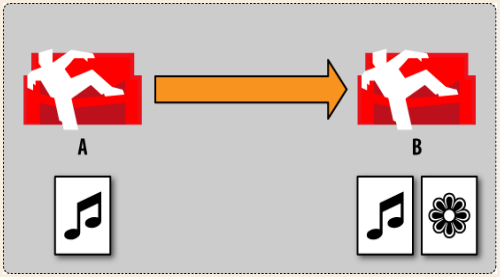
Problema della risoluzione di conflitti

- Dati due clienti, **A** e **B**
- **A** prenota una camera di albergo, l'ultima disponibile
- **B** fa lo stesso, ma in un nodo diverso del sistema, che **non è coerente**



Problema della risoluzione di conflitti

- Il documento relativo alla camera di hotel è ora affetto da un errore dovuto a due **aggiornamenti in conflitto**
- Le applicazioni dovrebbero risolvere il conflitto seguendo regole personalizzate (è una decisione aziendale)
- Il database può:
  - **Individuare** il conflitto
  - Fornire una **soluzione** locale, tipo: l'ultima versione è stata salvata ed è la versione "vincitrice"



Conflitti

- CouchDB garantisce che lo **stesso conflitto**, finirà sempre con la **stessa revisione "vincente"**, e la stessa revisione "perdente".

- Questo è possible perchè CouchD esegue un **algoritmo deterministico** per individuare la revisione "vincente".
  - La revisione con la cronologia più lunga diventa la revisione vincente.
  - Se due revisioni hanno la stessa lunghezza, i valori di _rev vengono confrontati come codici ASCII, il valore maggiore vince.

database NoSQL

Oltre i database relazionali

Confronto

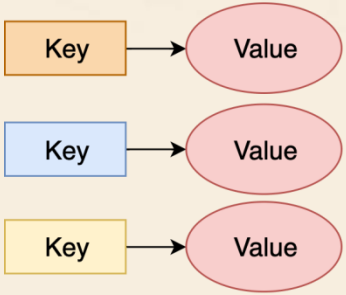
Database relazionale	Database non-relazionale
Basato su tabella, ogni record è una riga strutturata.	Soluzioni di archiviazione specializzate, ad esempio coppie di valori-chiave basate su documenti, database di grafi, archiviazione colonnare.
Schema predefinito per ogni tabella, modifiche consentite ma generalmente bloccanti (costose in ambienti distribuiti e live).	Senza schema: lo schema può cambiare dinamicamente per ogni documento, adatto per dati semi-strutturati o non strutturati.
Scalabile verticalmente, cioè tipicamente ridimensionato aumentando la potenza dell'hardware.	I database NoSQL sono scalabili orizzontalmente: vengono ridimensionati aumentando i server di database nel pool di risorse per ridurre il carico.
Utilizzo di SQL (Structured Query Language) per definire e manipolare i dati, un linguaggio molto versatile.	Linguaggi di query personalizzati, incentrati sul concetto di documenti, grafici e altre strutture di dati specializzate.

Confronto

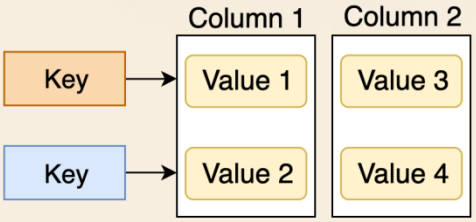
Database relazionale	Database non-relazionale
Adatto a query complesse, basato su join di dati.	Nessuna interfaccia standard per eseguire query complesse, nessun join.
Adatto per l'archiviazione di dati "piatta" e strutturata.	Adatto a dati complessi (ad esempio gerarchici), simili a JSON e XML.
Per esempio: MySql, Oracle, Sqlite, Postgres e Microsoft SQL Server.	**Per esempio:** MongoDB, BigTable, Redis, Cassandra, Hbase e CouchDB.

Tipi di database NoSQL

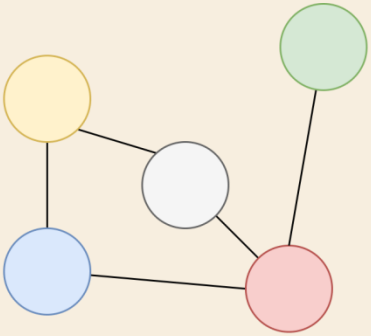
Chiave Valore



Orientati per Colonna



Database sui grafi

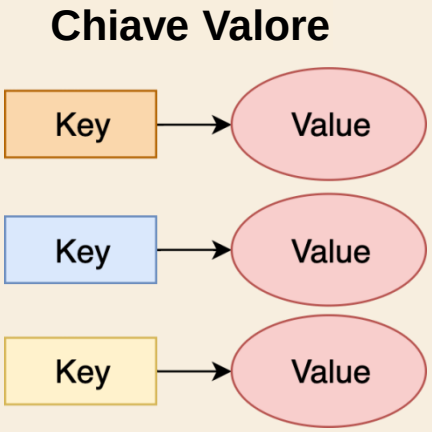


Basati sui documenti

```
{
first_name: "Mario",
last_name : "Rossi",
SSN: "AAAA00000000",
city: "Torino",
job: "Engineer",
cars: [
  {
    model: "Model S",
    year: "2018"
  },
  {
    model: "Model X",
    year: "2016"
  }
],
}
```

Database Chiave-valore

- Archivi di dati NoSQL **più semplici**
- Abbina le chiavi ai valori
- Nessuna struttura
- Ottime **performance**
- Scalabile facilmente
- Molto veloce
- Esempi: **DynamoDB**, Redis, Riak, Memcached



Database Chiave-valore – DynamoDB

Modello di dati

Coppie (chiave, valore):

- Chiave = id univoco
- Valore = un oggetto piccolo (< 1 Mbyte)

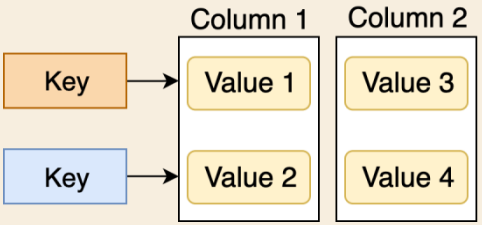
Transazione più semplice

- Put(chiave, valore)
- Get(chiave)

- Replica ed eventualmente coerenza
- Record distribuiti tra i nodi in base alla chiave
- Presuppone che l'ambiente sia protetto (cloud)

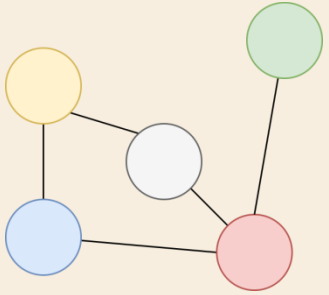
Database orientati per Colonna

- Salvare i dati in un formato **colonnare**
  - `Name = "Mario":row1,row3; "Paolo":row2,row4; …`
  - `Cognome = "Rossi":row1,row5; "Bianchi":row2,row6,row7…`
- Una colonna è un **attributo** (anche complesso)
- Coppie chiave-valore archiviate e restituite sfruttando un sistema parallelo (simile agli **indici**)
- **Le righe** possono essere costruite da valori in colonna
- Le colonne salvate possono produrre in ouput dati semplici (**tabelle**)
- Esempi: **Cassandra**, Hbase, Hypertable



Database sui grafi

- Basati sulla teoria dei grafi
- Creati con **Vertici** ed **Archi** orientati e non orientati tra coppie di vertici
- Utilizzati per salvare informazioni relativi alle **reti**
- Adatto per diverse applicazioni del mondo reale
- Esempi: Neo4J, Infinite Graph, OrientDB



Database basati sui Documenti

- Memorizza e recupera documenti
- I documenti sono coppie auto descrittive (**attributo = valore**)
  - Come `city: "Torino"`
- Le chiavi sono mappate nei documenti
- I documenti hanno una natura **eterogenea**
- Tra le soluzioni più utilizzate
- Esempi: **MongoDB**, CouchDB, RavenDB

```
{
first_name: "Mario",
last_name : "Rossi",
SSN: "AAAA00000000",
city: "Torino",
job: "Engineer",
cars: [
  {
    model: "Model S",
    year: "2018"
  },
  {
    model: "Model X",
    year: "2016"
  }
],
}
```

Concetti utili: gli oggetti JSON

- JSON è un linguaggio indipendente per salvare e scambiare dati

```
{
  "firstName": "John",
  "lastName": "Smith",
  "age": 27,
  "address": {
    "streetAddress": "21 2nd Street",
    "city": "New York",
    "state": "NY",
    "postalCode": "10021-3100"
  },
  "phoneNumbers": [
    {
      "type": "home",
      "number": "212 555-1234"
    },
    {
      "type": "office",
      "number": "646 555-4567"
    }  ],
}
```

Concetti utili: gli oggetti JSON

- JSON è un linguaggio indipendente per salvare e scambiare dati

Chiave

Valore

```
{
  "firstName": "John",
  "lastName": "Smith",
  "age": 27,
  "address": {
    "streetAddress": "21 2nd Street",
    "city": "New York",
    "state": "NY",
    "postalCode": "10021-3100"
  },
  "phoneNumbers": [
    {
      "type": "home",
      "number": "212 555-1234"
    },
    {
      "type": "office",
      "number": "646 555-4567"
    } ],
}
```

Concetti utili: gli oggetti JSON

- JSON è un linguaggio indipendente per salvare e scambiare dati

Chiave — Valore

Chiave — Valore composto

```
{
  "firstName": "John",
  "lastName": "Smith",
  "age": 27,
  "address": {
    "streetAddress": "21 2nd Street",
    "city": "New York",
    "state": "NY",
    "postalCode": "10021-3100"
  },
  "phoneNumbers": [
    {
      "type": "home",
      "number": "212 555-1234"
    },
    {
      "type": "office",
      "number": "646 555-4567"
    } ],
}
```

Concetti utili: gli oggetti JSON

- JSON è un linguaggio indipendente per salvare e scambiare dati

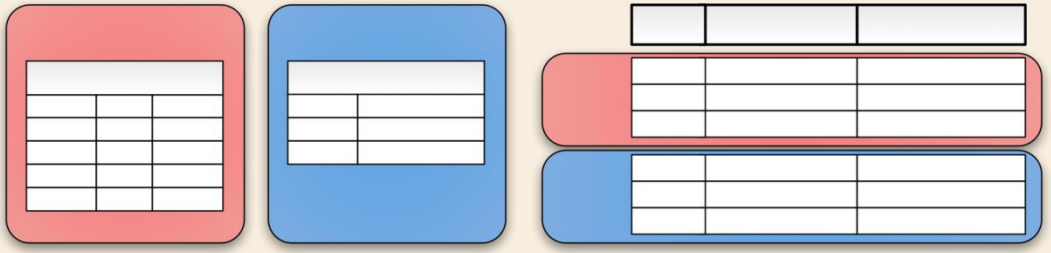
Database basati sui Documenti - MongoDB

Sistema NoSQL basato sui documenti

- Master-Slave / Server replicanti & Autosharding.
- Sistemi automatici per bilanciare il carico di lavoro grazie ai dati divisi in shard.
- Utilizza documenti codificati in formato JSON.
- Diversi tipi di indici come Indici B-tree, geospaziali.
- Memorizza documenti di qualsiasi dimensione senza complicare le applicazioni che lo utilizzano.

Concetti utili: Sharding

- Uno **shard** è una partizione dei dati del database.
- Ogni shard è salvato sul server in un **istanza separata del database**, per bilanciare il carico di lavoro.



Verticale Orizzontale

Database basati sui Documenti: caso d'uso

Caso d'uso reale:

- Applicazioni che richiedono la possibilità di archiviare attributi di tipo diverso e grandi quantità di dati.
- Applicazioni che richiedo un intensivo utilizzo dei dati con bassa latenza.

Aziende leader che utilizzano MongoDB

Basi Dati NoSQL

Introduzione a MongoDB

MongoDB: Introduzione

- MongoDB è il sistema di database più utilizzato tra quelli basate su documenti.
- Funzioni aggiuntive oltre alle standard di NoSQL:
  - Alte prestazioni
  - Disponibilità
  - Scalabilità nativa
  - Alta flessibilità
  - Open source

Terminologia – Concetti a confronto

Basi dati relazionali	Mongo DB
Tabella	Collezione
Record	Documento
Colonna	Campo

MongoDB: design dei documenti

- Rappresentazione dei dati ad alto livello:
  - I record sono memorizzati sotto forma di documenti
    - Formati da coppie chiave-valore
    - Simili a oggetti JSON.
    - Possono essere nidificati.

MongoDB: design dei documenti

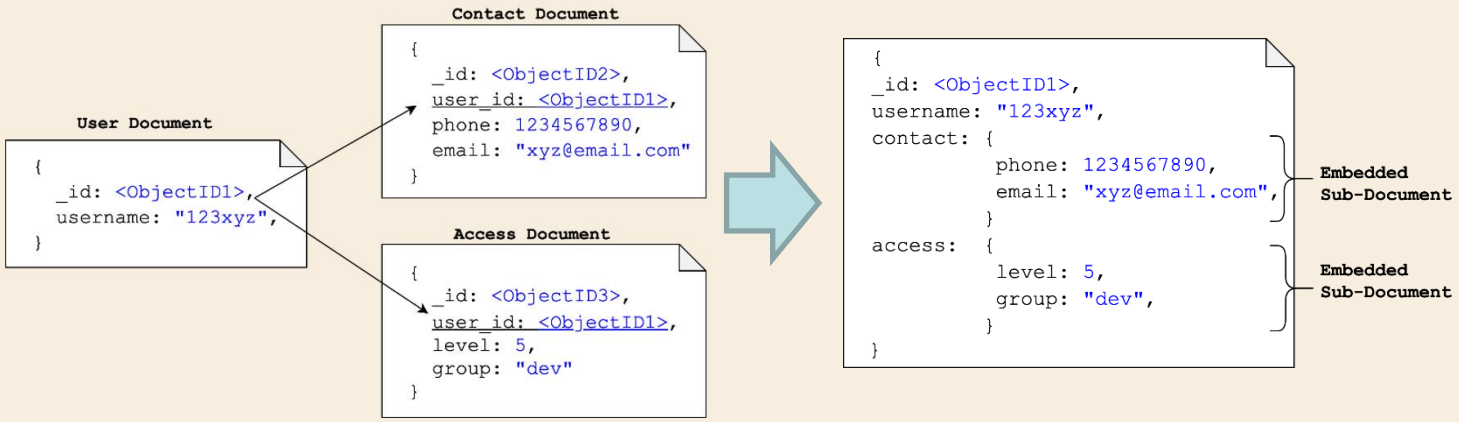
- Flessibile e con una ricca sintassi. Si adatta alla maggior parte dei casi d'uso.

- Permette il mapping dei tipi in oggetti dei principali linguaggi di programmazione:
  - anno, mese, giorno, timestamp,
  - liste, sotto-documenti, etc.

MongoDB: design dei documenti

Attenzione!

- Le relazioni tra documenti sono inefficienti.
  - Il riferimento viene fatto tramite l'uso dell'Object(ID). **Non** esiste l'operatore di **join nativo.**



MongoDB: Caratteristiche principali

- Linguaggio di query ricco di funzionalità:
  - I documenti possono essere creati, letti, aggiornati e cancellati.
  - Il linguaggio SQL non è supportato.
  - Sono disponibili delle interfacce di comunicazione per i principali linguaggi di programmazione:
    - JavaScript, PHP, Python, Java, C#, ..

Casi d'uso: MongoDB vs Oracle

- I casi d'uso più comuni di MongoDB includono:
  - Internet of Things, Mobile, Analisi Real-Time, Personalizzazione, Dati geo spaziali.
- Oracle è ritenuto più adatto per:
  - Applicazioni che richiedono molte transazioni complesse (ad esempio: un sistema di gestione di partite doppie).

From https://www.mongodb.com/compare/mongodb-oracle

Casi d'uso: MongoDB + Oracle

- I sistemi di prenotazione che gestiscono un sistema di prenotazione viaggi.
  - La parte principale del sistema di prenotazione dovrebbe utilizzare Oracle.
  - Quelle parti dell'applicazione che interagiscono con l'utente finale – pubblicano contenuti, si integrano ai social network, gestiscono le sessioni – sarebbe meglio gestirli con MongoDB.

From https://www.mongodb.com/compare/mongodb-oracle

MongoDB

Operatori per selezionare i dati

MongoDB: query language

- La maggior parte delle operazioni disponibili in SQL può essere espressa nel linguaggio usato da MongoDB.

MySQL	MongoDB
`SELECT`	`find()`

`SELECT` `*` `FROM people`	`db.people.`**`find()`**

MongoDB: operatore find()

MySQL	MongoDB
SELECT	find()

SELECT **id,** **user_id,** **status** FROM people	db.people.find(**{ },** { **user_id: 1,** **status: 1** })

MongoDB: operatore find()

MySQL	MongoDB
SELECT	find()

SELECT **id,** **user_id,** **status** FROM people	db.people.find(**{ },** { **user_id: 1,** **status: 1** })

Condizioni (WHERE)

Selezione (SELECT)

MongoDB: operatore find()

MySQL	MongoDB
SELECT	find()
WHERE	find({<WHERE CONDITIONS>})

SELECT * FROM people WHERE status = "A"	db.people.find(**{ status: "A" }**)

Condizioni (WHERE)

MongoDB: operatore find()

MySQL	MongoDB
SELECT	find()
WHERE	find({<WHERE CONDITIONS>})

```
SELECT user_id, status
FROM people
WHERE status = "A"
```

```
db.people.find(
    { status: "A" },
    { user_id: 1,
      status: 1,
      _id: 0
    }
)
```

Condizioni (WHERE)

Selezione (SELECT)

Di default, il campo `_id` viene sempre mostrato.
Per escludero dalla visualizzatione bisogna usare: `_id: 0`

MongoDB: operatori di confronto

- Nel linguaggio SQL, gli operatori di confronto sono essenziali per esprimere condizioni sui dati.
- Nel linguaggio usato da MongoDB sono disponibili con una sintassi differente.

MySQL	MongoDB	Descrizione
>	$gt	Maggiore di
>=	$gte	Maggiore o uguale a
<	$lt	Minore di
<=	$lte	Minore o uguale a
=	$eq	Uguale a
<>	$neq	Diverso da

MongoDB: operatori di confronto (>)

MySQL	MongoDB	Descrizione
>	$gt	Maggiore di

SELECT * FROM people WHERE **age > 25**	db.people.find({ **age: { $gt: 25 }** })

MongoDB: operatori di confronto (>=)

MySQL	MongoDB	Descrizione
>	$gt	Maggiore di
>=	**$gte**	**Maggiore o uguale a**

```
SELECT *
FROM people
WHERE age >= 25
```

```
db.people.find(
    { age: { $gte: 25 } }
)
```

MongoDB: operatori di confronto (<)

MySQL	MongoDB	Descrizione
>	$gt	Maggiore di
>=	$gte	Maggiore o uguale a
<	**$lt**	**Minore di**

```
SELECT *
FROM people
WHERE age < 25
```

```
db.people.find(
    { age: { $lt: 25 } }
)
```

MongoDB: operatori di confronto (<=)

MySQL	MongoDB	Descrizione
>	$gt	Maggiore di
>=	$gte	Maggiore o uguale a
<	$lt	Minore di
<=	**$lte**	**Minore o uguale a**

```
SELECT *
FROM people
WHERE age <= 25
```

```
db.people.find(
    { age: { $lte: 25 } }
)
```

MongoDB: operatori di confronto (=)

MySQL	MongoDB	Descrizione
>	$gt	Maggiore di
>=	$gte	Maggiore o uguale a
<	$lt	Minore di
<=	$lte	Minore o uguale a
=	**$eq**	**Uguale a**

SELECT * FROM people WHERE **age = 25**	db.people.find({ **age: { $eq: 25 }** })

MongoDB: operatori di confronto (!=)

MySQL	MongoDB	Descrizione
>	$gt	Maggiore di
>=	$gte	Maggiore o uguale a
<	$lt	Minore di
<=	$lte	Minore o uguale a
=	$eq	Uguale a
<>	**$neq**	**Diverso da**

SELECT * FROM people WHERE **age <> 25**	db.people.find({ **age: { $neq: 25 }** })

MongoDB: operatori condizionali

- Per specificare condizioni multiple, **gli operatori condizionali** sono usati per affermare se una o entrambe le condizioni devono essere soddisfatte.
- Anche in questo caso MongoDB offre le stesse funzionalità di SQL con una sintassi diversa.

MySQL	MongoDB	Descrizione
AND	,	Entrambe soddisfatte
OR	$or	Almeno una soddisfatta

MongoDB: operatori condizionali (AND)

MySQL	MongoDB	Descrizione
AND	**,**	**Entrambe soddisfatte**

SELECT * FROM people WHERE status = "A" **AND** age = 50	db.people.find({ status: "A", age: 50 })

MongoDB: operatori condizionali (OR)

MySQL	MongoDB	Descrizione
AND	,	Entrambe soddisfatte
OR	**$or**	**Almeno una soddisfatta**

```
SELECT *
FROM people
WHERE status = "A"
OR age = 50
```

```
db.people.find(
{ $or:
   [ { status: "A" } ,
     { age: 50 }
   ]
}
)
```

MongoDB: operatore count()

MySQL	MongoDB
COUNT	count()or find().count()

SELECT COUNT(*) FROM people	db.people.count() oppure db.people.find().count()

MongoDB: operatore count()

MySQL	MongoDB
COUNT	count()or find().count()

- Analogamente all'operatore find(), count() può avere come argomento gli operatori condizionali.

```
SELECT COUNT(*)
FROM people
WHERE age > 30
```

```
db.people.count(
{ age: { $gt: 30 } }
)
```

MongoDB: ordinare i dati

- Per ordinare i dati rispetto a un attributo specifico bisogna utilizzare l'operatore sort().

MySQL	MongoDB
ORDER BY	sort()

```
SELECT *
FROM people
WHERE status = "A"
ORDER BY user_id ASC
```

```
db.people.find(
  { status: "A" }
).sort( { user_id: 1 } )
```

MongoDB: ordinare i dati

- Per ordinare i dati rispetto a un attributo specifico bisogna utilizzare l'operatore sort().

MySQL	MongoDB
ORDER BY	sort()

SELECT * FROM people WHERE status = "A" **ORDER BY user_id ASC**	db.people.find({ status: "A" }).**sort({ user_id: 1 })**
SELECT * FROM people WHERE status = "A" **ORDER BY user_id DESC**	db.people.find({ status: "A" }).**sort({ user_id: -1 })**

MongoDB

Inserire, aggiornare e cancellare documenti

MongoDB: inserire nuovi documenti

- Mongo DB permette di inserire nuovi documenti nella base dati. Ogni tupla SQL corrisponde a un documento in MongoDB.

- La chiave primaria `_id` viene automaticamente aggiunta se il campo `_id` non è specificato.

MySQL	MongoDB
`INSERT INTO`	`insertOne()`

MongoDB: inserire nuovi documenti

MySQL	MongoDB
INSERT INTO	insertOne()

```
INSERT INTO
people(user_id,
       age,
       status)
VALUES ("bcd001",
        45,
        "A")
```

```
db.people.insertOne(
   {
     user_id: "bcd001",
     age: 45,
     status: "A"
   }
)
```

MongoDB: inserire nuovi documenti

- In MongoDB è possibile inserire più documenti con un singolo comando usando l'operatore `insertMany()`.

```
db.products.insertMany( [
      { user_id: "abc123", age: 30, status: "A"},
      { user_id: "abc456", age: 40, status: "A"},
      { user_id: "abc789", age: 50, status: "B"}
   ] );
```

MongoDB: aggiornare documenti esistenti

- I dati esistenti possono essere modificati a seconda delle necessità.
- Aggiornare le tuple richiede la loro selezione tramite delle condizioni di «WHERE»

MySQL	MongoDB

`UPDATE <table>`
`SET <statement>`
`WHERE <condition>`
	`db.<table>.updateMany(`
	`  { <condition> },`
	`  { $set: {<statement>} }`
	`)`

MongoDB: aggiornare documenti esistenti

MySQL	MongoDB
UPDATE <table> SET <statement> WHERE <condition>	db.<table>.updateMany({ <condition> }, { $set: {<statement>} })

UPDATE people SET status = "C" WHERE age > 25	db.people.updateMany({ age: { $gt: 25 } }, { $set: { status: "C" }})

MongoDB: aggiornare documenti esistenti

MySQL	MongoDB
UPDATE <table> SET <statement> WHERE <condition>	db.<table>.updateMany({ <condition> }, { $set: {<statement>} })

UPDATE people SET status = "C" WHERE age > 25	db.people.updateMany({ age: { $gt: 25 } }, { $set: { status: "C" }})
UPDATE people SET age = **age + 3** WHERE status = "A"	db.people.updateMany({ status: "A" } , { **$inc: { age: 3 }** })

L'operatore $inc incrementa il valore di un campo.

MongoDB: cancellare documenti

- Cancellare dati esistenti, in MongoDB corrisponde alla cancellazione del documento associato.
- In maniera simile a SQL, più documenti possono essere cancellati con un singolo comando.

MySQL	MongoDB
`DELETE FROM`	`deleteMany()`

MongoDB: cancellare documenti

MySQL clause	MongoDB operator
`DELETE FROM`	`deleteMany()`

`DELETE FROM people`
`WHERE status = "D"`
	`db.people.deleteMany(`
	`  { status: "D" }`
	`)`

MongoDB: cancellare documenti

MySQL clause	MongoDB operator
DELETE FROM	deleteMany()

DELETE FROM people WHERE status = "D"	db.people.deleteMany({ status: "D" })
DELETE FROM people	db.people.deleteMany({})

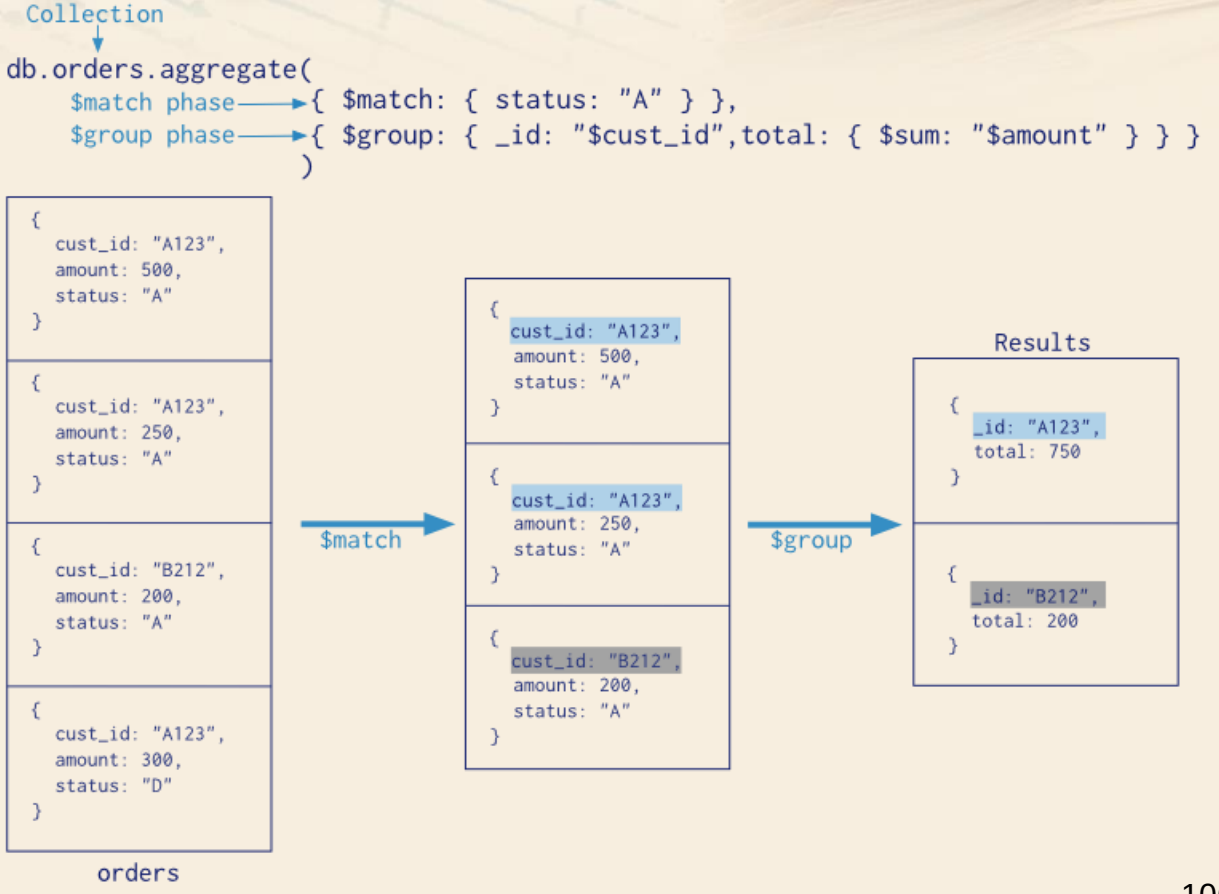
MongoDB

Operatori di aggregazione

Aggregazione su MongoDB

- Gli operatori di aggregazione processano i dati in input e ritornano il risultato delle operazioni applicate.
- I documenti entrano in una pipeline che consiste di più fasi che trasforma i documenti in risultati aggregati.

Aggregazione su MongoDB



Aggregazione su MongoDB: Group By

MySQL	MongoDB
GROUP BY	aggregate($group)

```
SELECT status,
       SUM(age) AS total
FROM people
GROUP BY status
```

```
db.orders.aggregate( [
   {
     $group: {
        _id: "$status",
        total: { $sum: "$age" }
     }
   }
] )
```

Aggregazione su MongoDB: Group By

MySQL	MongoDB
GROUP BY	aggregate($group)

```
SELECT status,
       SUM(age) AS total
FROM people
GROUP BY status
```

```
db.orders.aggregate( [
   {
     $group: {
        _id: "$status",
        total: { $sum: "$age" }
     }
   }
] )
```

Campo usato per l'aggregazione

Aggregazione su MongoDB: Group By

MySQL	MongoDB
GROUP BY	aggregate($group)

```
SELECT status,
       SUM(age) AS total
FROM people
GROUP BY status
```

```
db.orders.aggregate( [
   {
     $group: {
        _id: "$status",
        total: { $sum: "$age" }
     }
   }
] )
```

Campo usato per l'aggregazione

Funzione di aggregazione

Aggregazione su MongoDB: Group By

MySQL	MongoDB
HAVING	aggregate($group, $match)

```
SELECT status,
       SUM(age) AS total
FROM people
GROUP BY status
HAVING total > 1000
```

```
db.orders.aggregate( [
   {
     $group: {
        _id: "$status",
        total: { $sum: "$age" }
     }
   },
  { $match: { total: { $gt: 1000 } } }
] )
```

Aggregazione su MongoDB: Group By

MySQL	MongoDB
HAVING	aggregate($group, $match)

```
SELECT status,
       SUM(age) AS total
FROM people
GROUP BY status
HAVING total > 1000
```

```
db.orders.aggregate( [
    {
      $group: {
         _id: "$status",
         total: { $sum: "$age" }
      }
    },
   { $match: { total: { $gt: 1000 } } }
] )
```

Fase di aggregazione: Specificare l'attributo e la funzione applicate durante il raggruppamento.

Aggregazione su MongoDB: Group By

SQL	MongoDB
HAVING	aggregate($group, $match)

```
SELECT status,
       SUM(age) AS total
FROM people
GROUP BY status
HAVING total > 1000
```

```
db.orders.aggregate( [
   {
     $group: {
        _id: "$status",
        total: { $sum: "$age" }
     }
   },
   { $match: { total: { $gt: 1000
] )
```

Fase di aggregazione: Specificare l'attributo e la funzione applicate durante il raggruppamento.

Condizioni: specificare le condizioni come nel campo `HAVING`

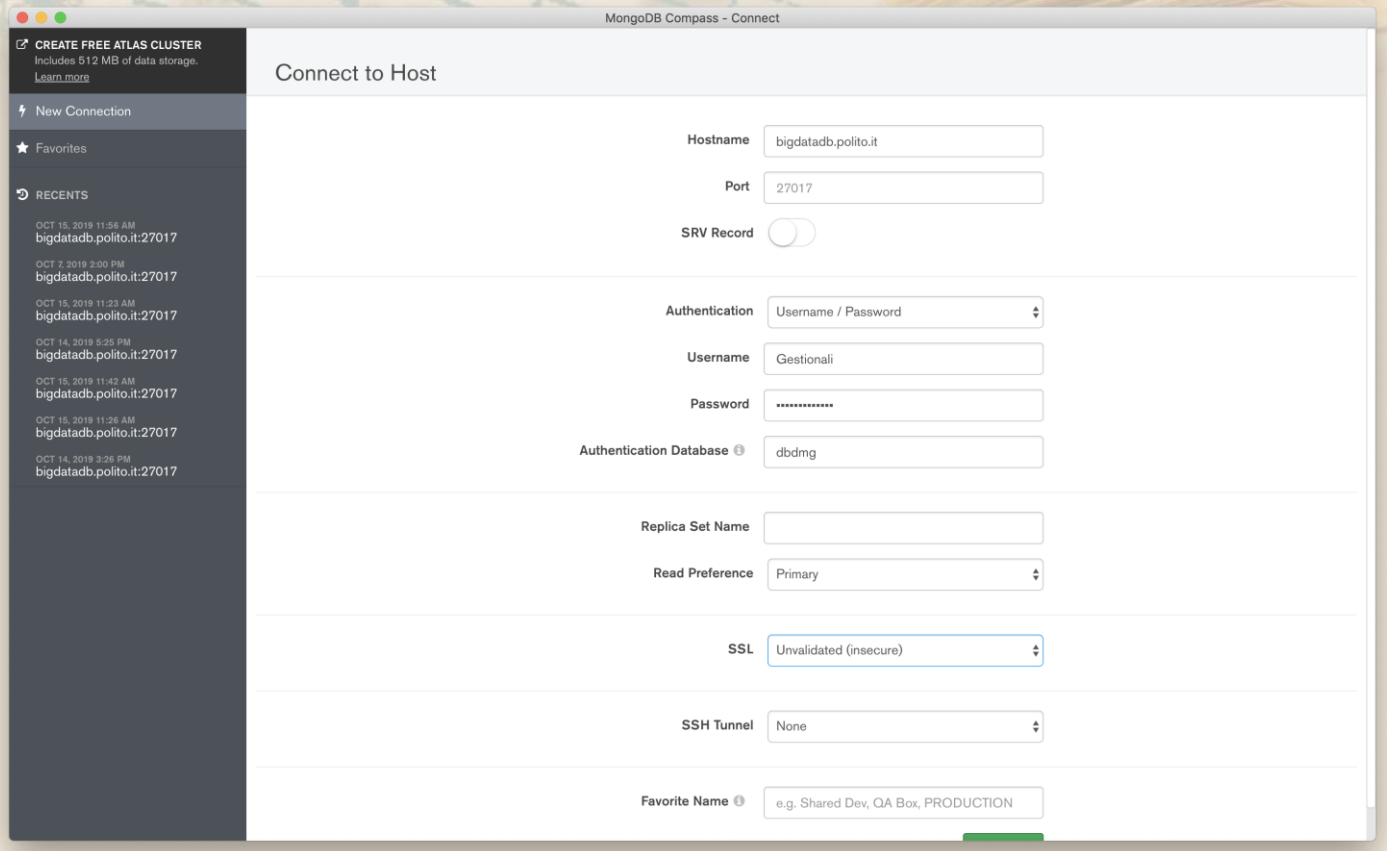
MongoDB Compass

Interfaccia grafica per Mongo DB

MongoDB Compass

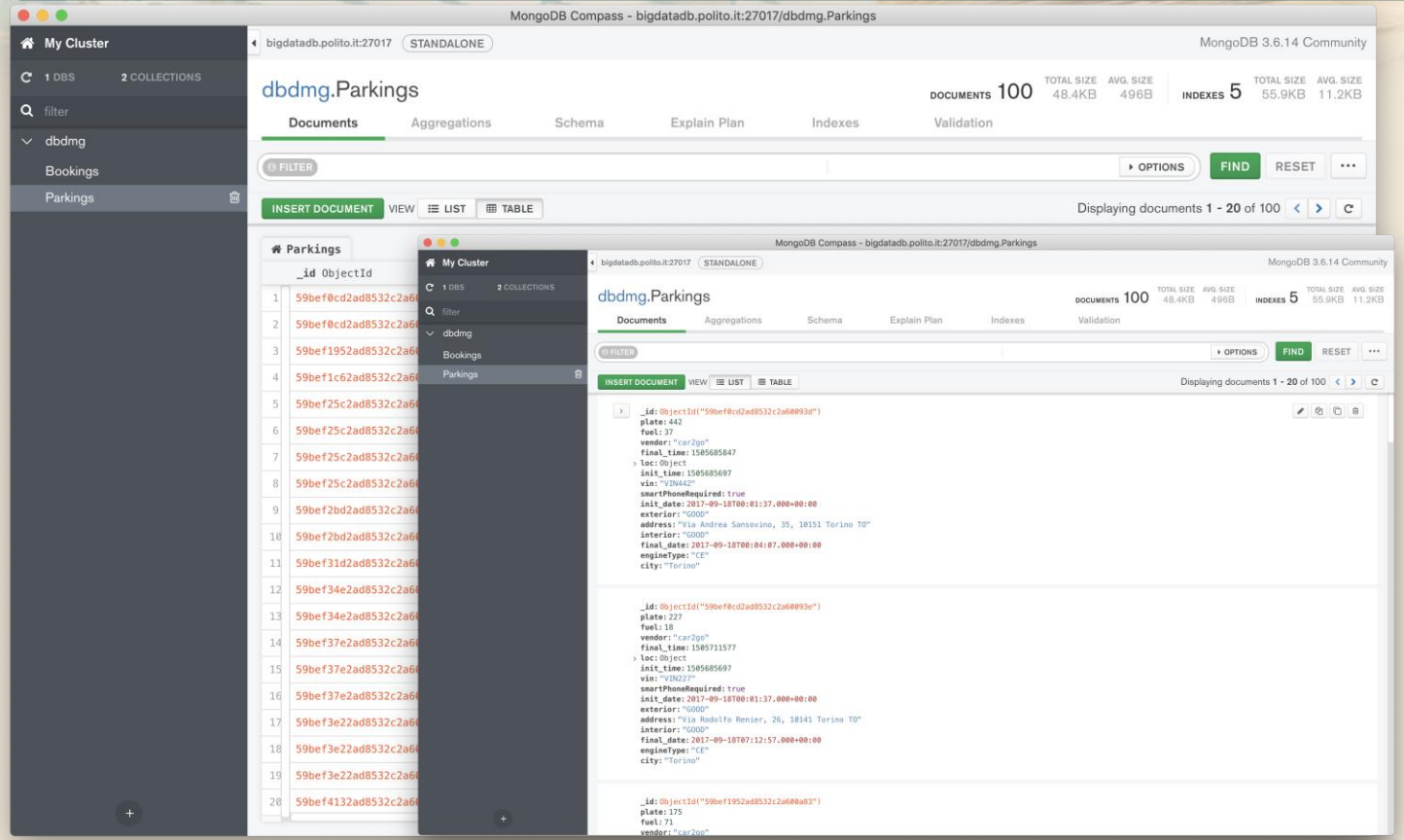
- Consente di esplorare visivamente i dati.
- Disponibile per Linux, Mac, or Windows.
- Analizza i documenti e visualizza le strutture complesse all'interno delle collezioni
- Consente di visualizzare, comprendere e lavorare con i dati geo spaziali.

MongoDB Compass



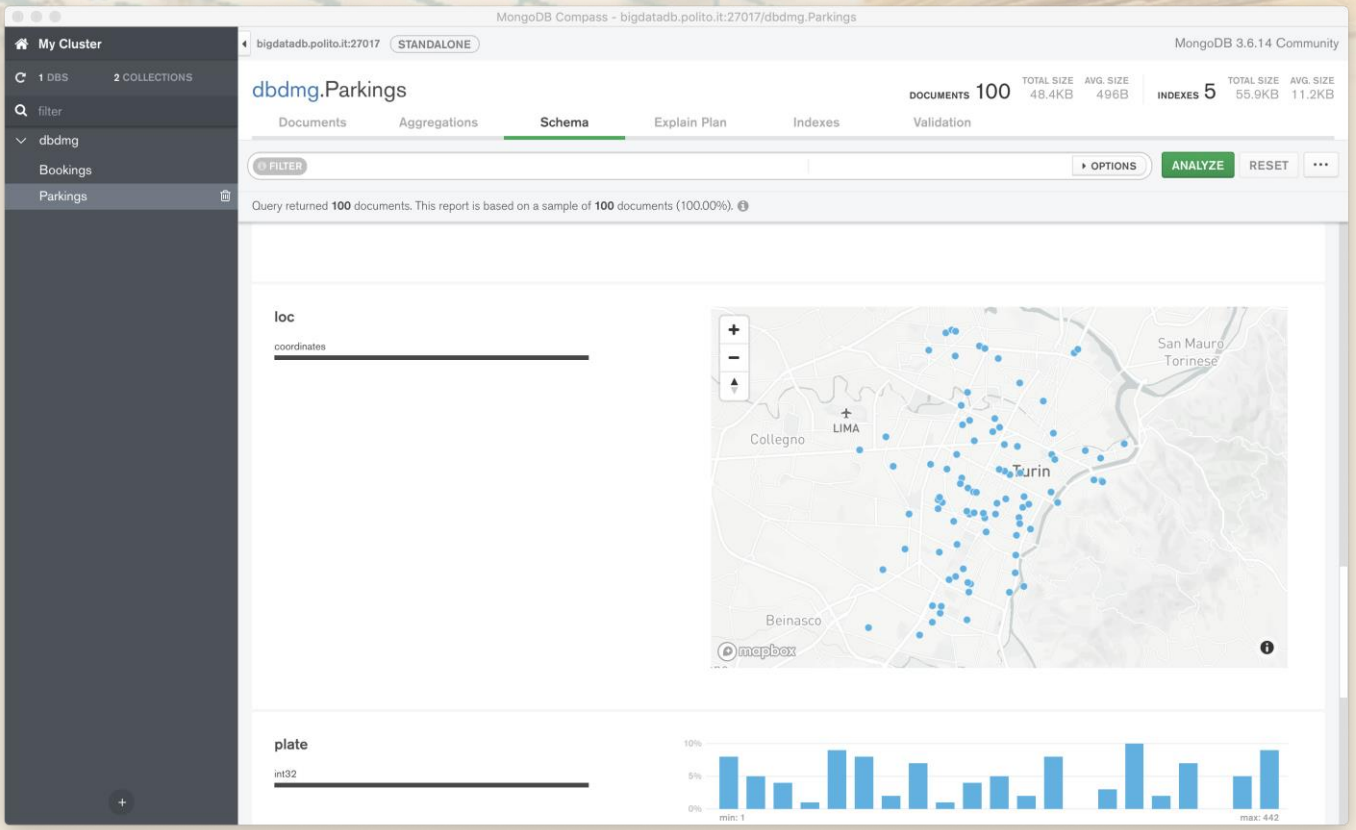
- Si connette a un'istanza locale o remota di MongoDB.

MongoDB Compass



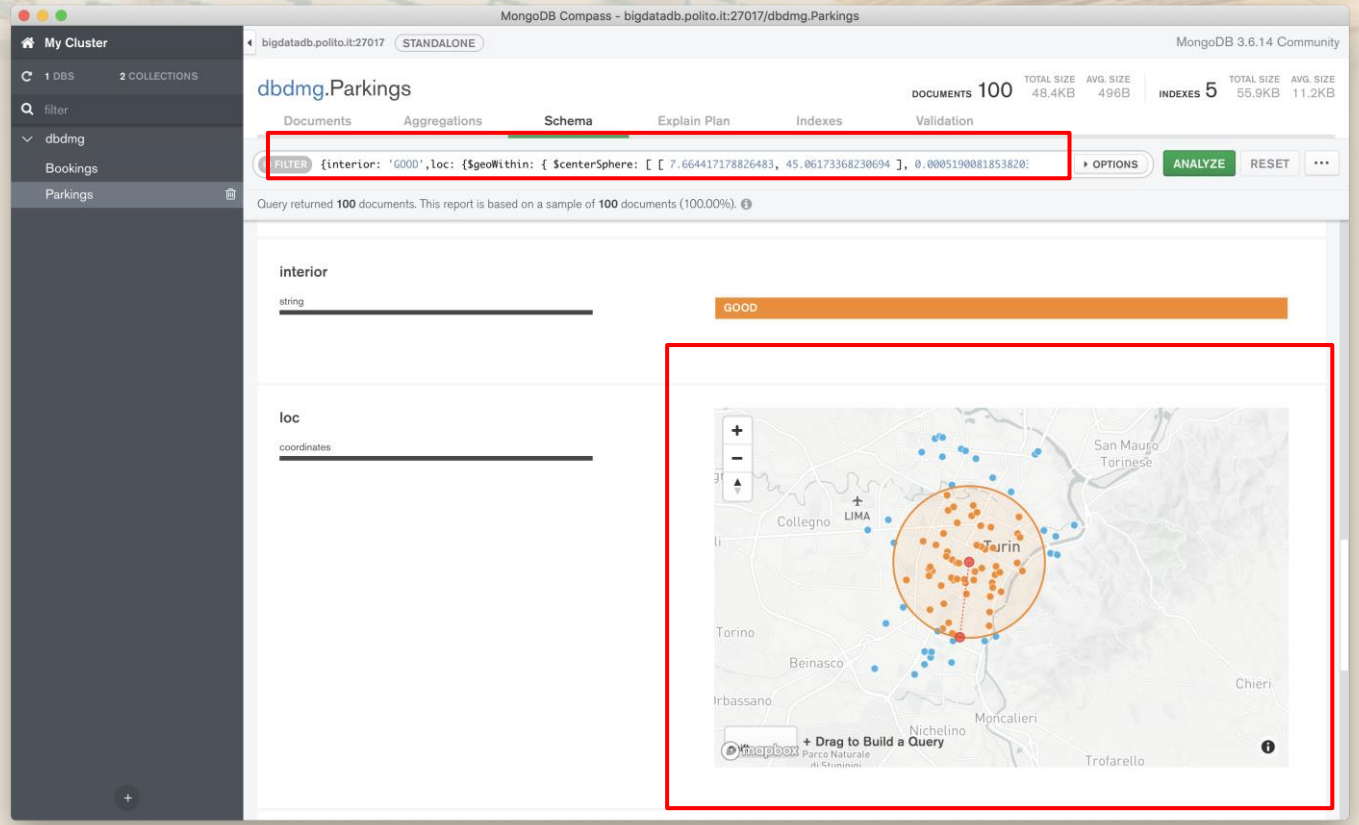
- Consente di avere una panoramica dei dati sotto forma di lista di documenti o tabella strutturata.

MongoDB Compass



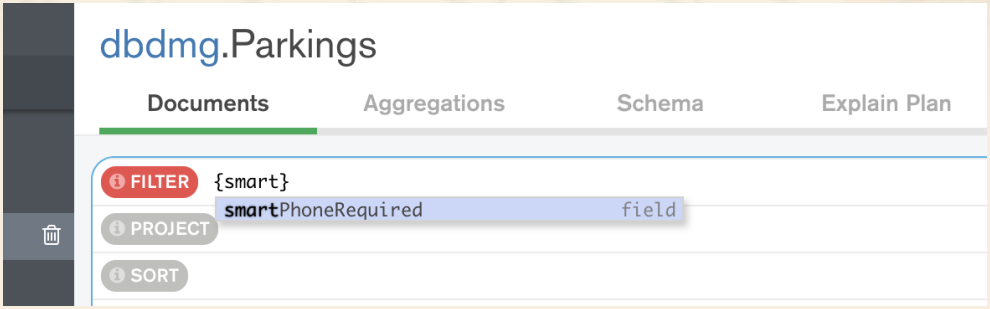
- Analizza i documenti e i loro attributi.
- Supporta nativamente le coordinate geo spaziali.

MongoDB Compass

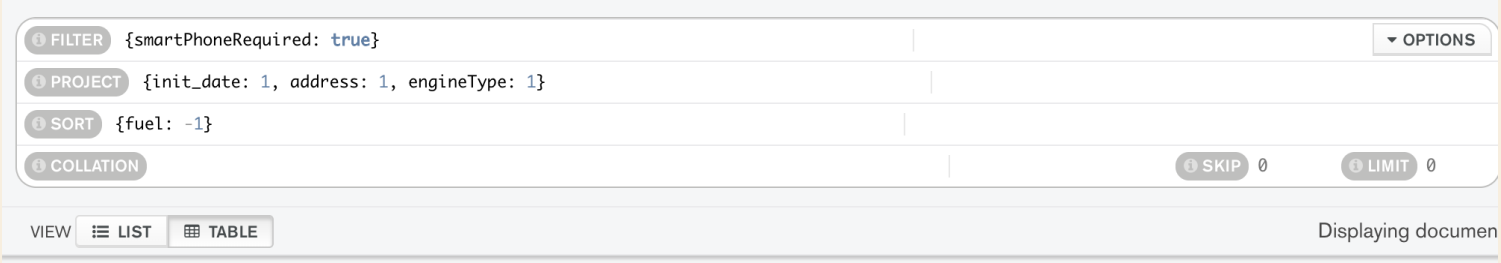


- Consente di creare visivamente le interrogazioni ponendo delle condizioni sui dati.

MongoDB Compass

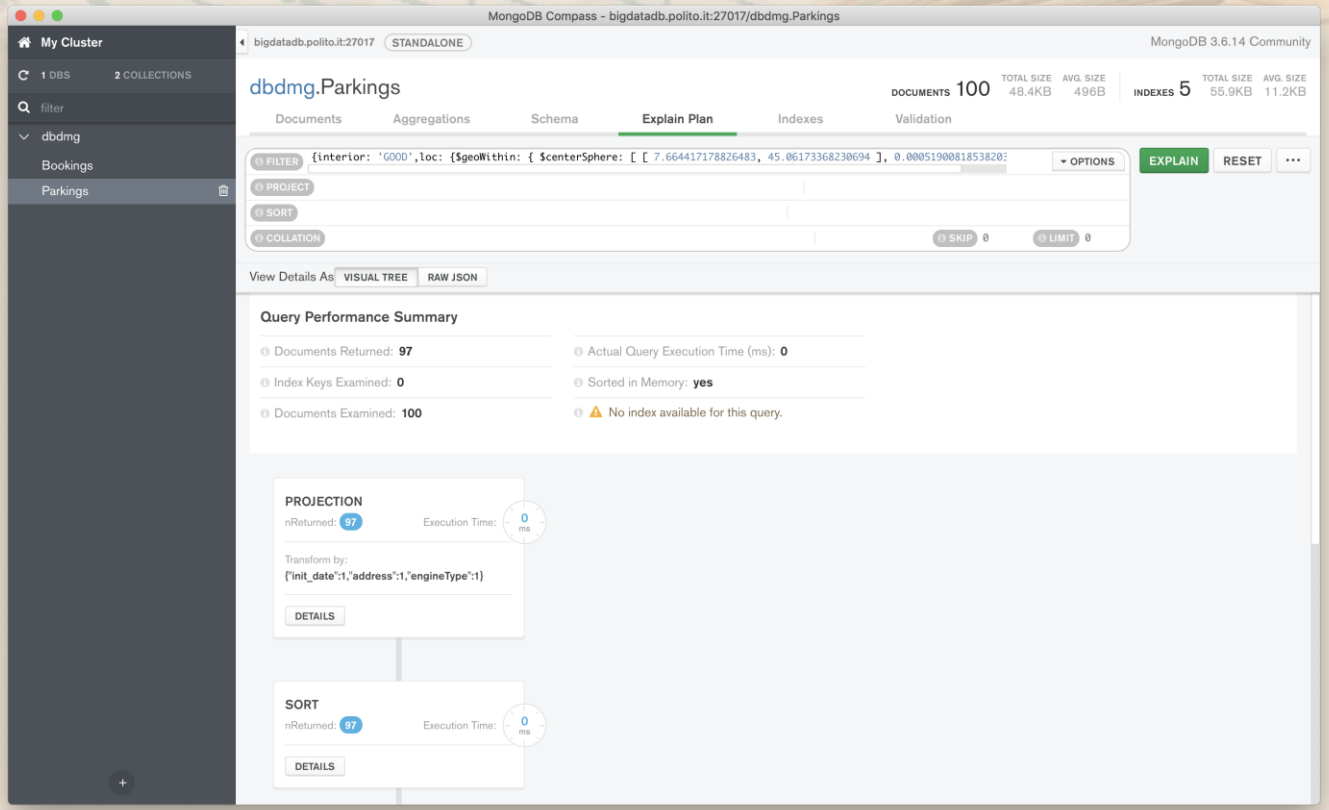


- Auto-completamento abilitato di default.



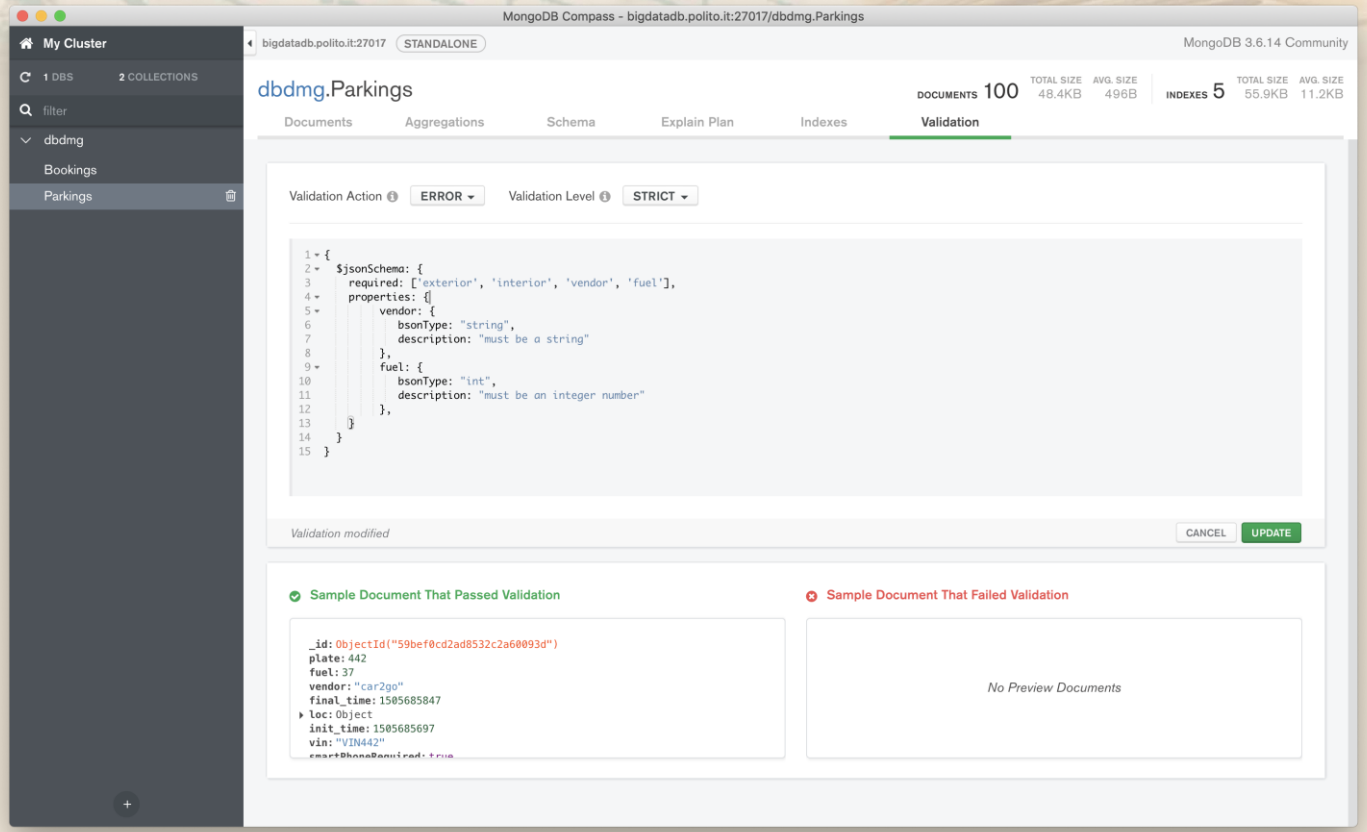
- Permette di costruire la interrogazioni passo passo.

MongoDB Compass



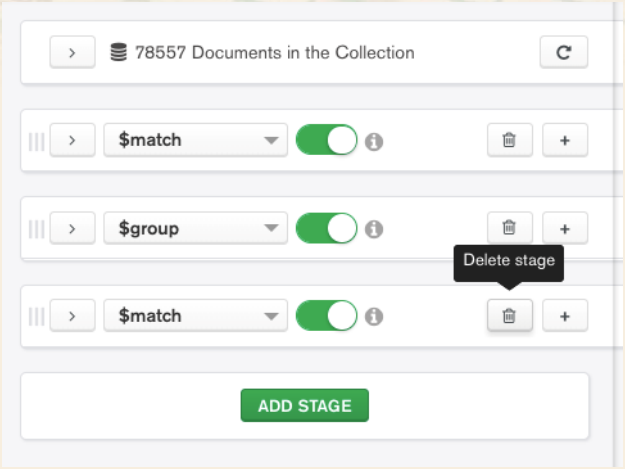
- Analizza le performance di ogni interrogazione e fornisce suggerimenti per velocizzarla.

MongoDB Compass

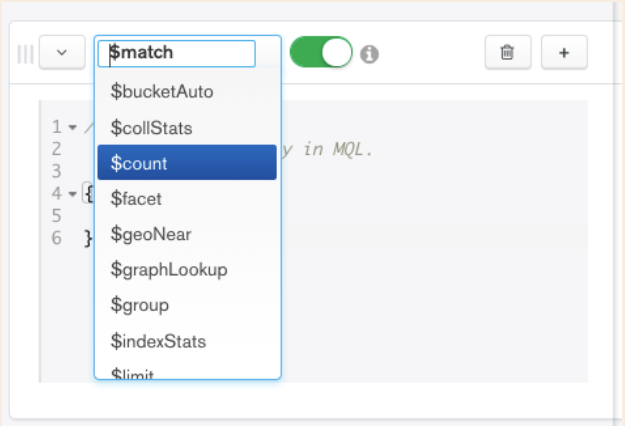


- Consente di specificare vincoli.
- Trova i documenti incompatibili.

MongoDB Compass: Aggregazione

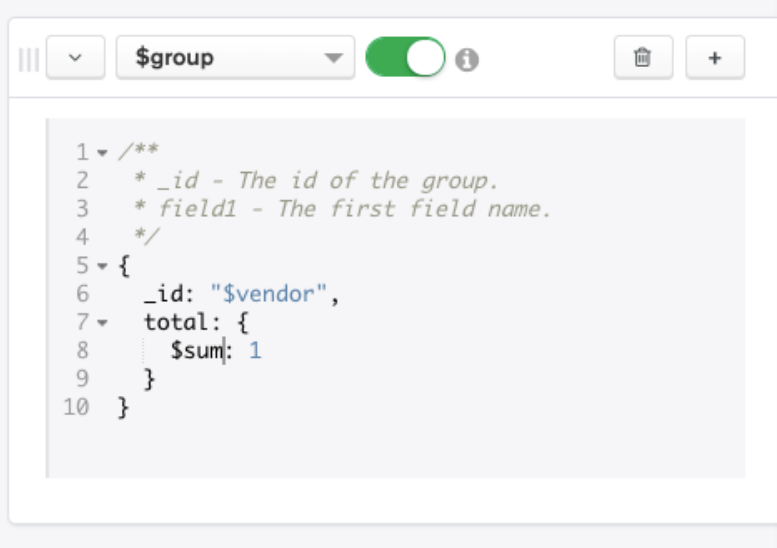


- Consente di creare una a pipeline costituita da più fasi di aggregazione.

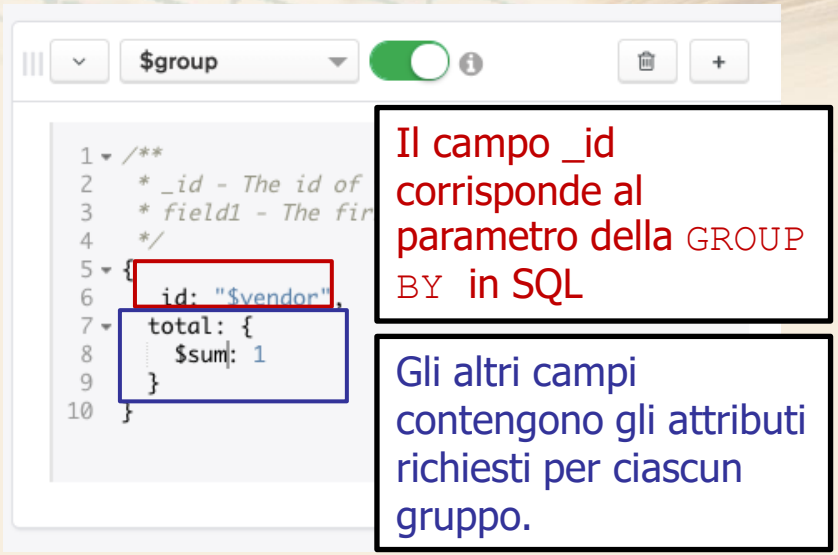


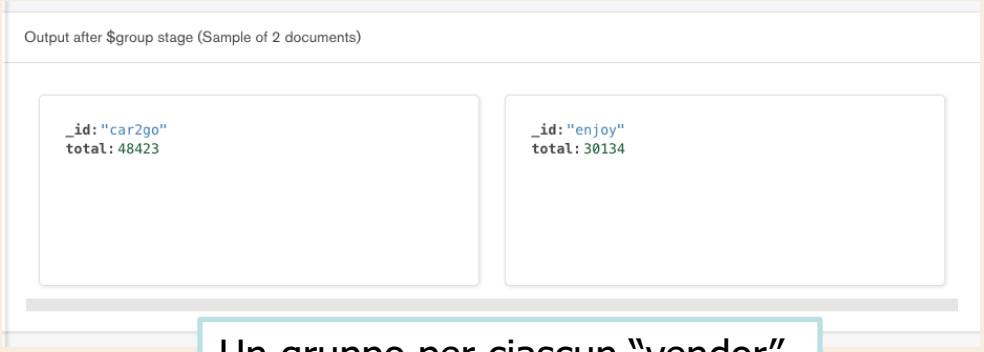
- Definisce dei filtri e degli attributi aggregati per ogni operatore.

MongoDB Compass: Fasi di aggregazione



MongoDB Compass: Fasi di aggregazione





Un gruppo per ciascun "vendor".

MongoDB Compass: Pipeline