Introduzione a MongoDB

Corso di Big Data – Modulo Analisi per i Big Data

a.a. 2022/2023

Prof. Roberto Pirrone

Laboratorio di Interazione Uomo-Macchina
CHILAB

Sommario

- Modello dei dati
- Interazione base con MongoDB
- Caratteristiche generali
  - Indicizzazione
  - Aggregazione e Map-Reduce
- Caratteristiche architetturali
  - Gestione della replicazione e sharding
  - GridFS
- Modellazione del database

Modello dei dati

- Documenti (max 16 MB) in formato BSON (Binary JSON) fatti da coppie chiave-valore
- Ogni documento si trova all'interno di una «collezione»
- Le collezioni hanno in comune le strutture degli indici e costituiscono un database
- I documenti *non hanno* struttura uniforme

MongoDB	RDBMS SQL
Database	Database
Collezione	Tabella
Documento	Record

Modello dei dati

```
{
      "_id" : "37010"
      "city" : "ADAMS"
      "pop" : 2660
      "state" : "TN"

       " councilman " : {
            " name": "John Smith"
            " address ": " 13 Scenic Way "
      }
}
```

Modello dei dati

- Tipi BSON
  - Si possono effettuare query usando l'operatore $type

```
db.test.insertOne( {ts: new Timestamp()})
db.test.find({"ts": {$type: "timestamp"}})

{ "_id" :
ObjectId("542c2b97bac0595474108b48"), "ts"
: Timestamp(1412180887, 1) }
```

Type	Number	Alias
Double	1	"double"
String	2	"string"
Object	3	"object"
Array	4	"array"
Binary data	5	"binData"
Undefined	6	"undefined"
ObjectId	7	"objectId"
Boolean	8	"bool"
Date	9	"date"
Null	10	"null"
Regular Expression	11	"regex"
DBPointer	12	"dbPointer"
JavaScript	13	"javascript"
Symbol	14	"symbol"
JavaScript (with scope)	15	"javascriptWithScope"
32-bit integer	16	"int"
Timestamp	17	"timestamp"
64-bit integer	18	"long"
Decimal128	19	"decimal"
Min key	-1	"minKey"
Max key	127	"maxKey"

Modello dei dati

- Attributo “_id”:
  - Sempre presente in un documento perché è la chiave primaria
  - È immutabile e può essere di qualsiasi tipo non array
  - Il tipo di default è `ObjectId`
    - Legato al tempo di creazione del documento

Interazione con MongoDB

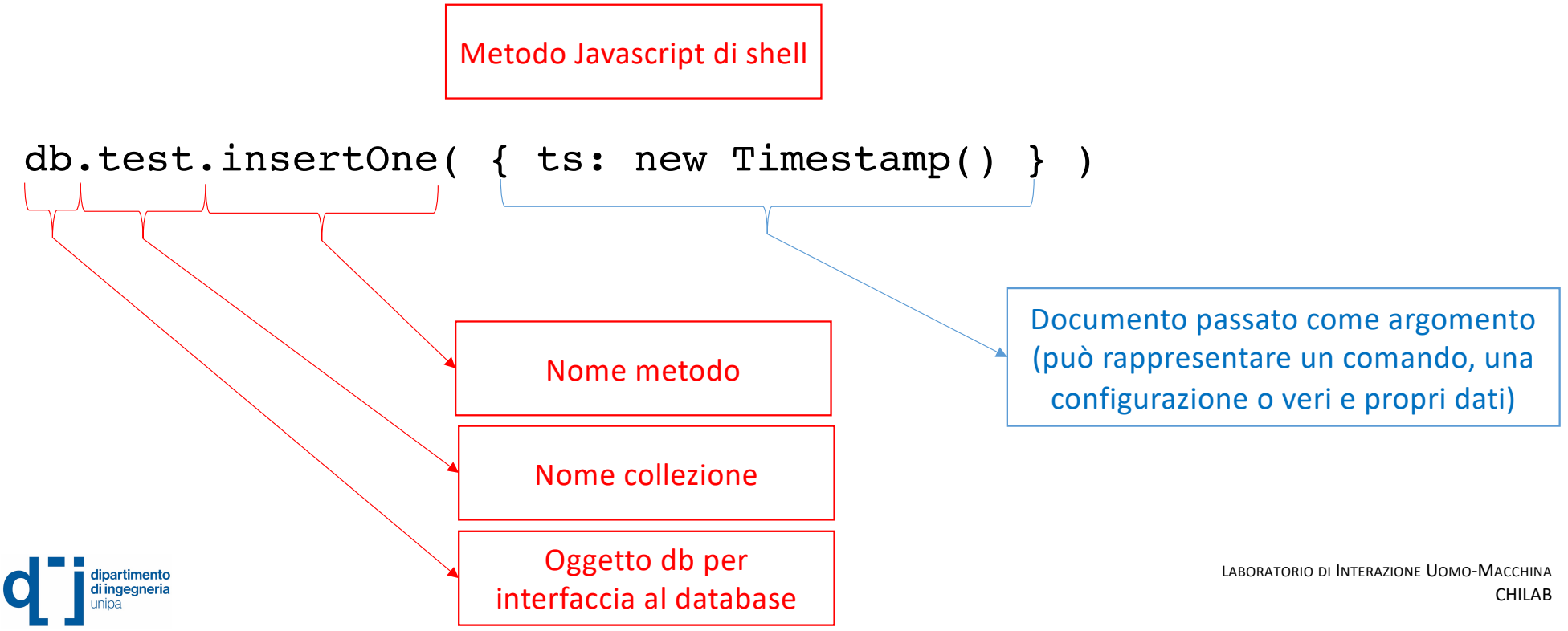
- Una volta invocato `mongod` o `mongos` da linea di comando si può interagire da shell invocando `mongo`
  - Comandi di shell per gestire i database e avere help
  - Uso di metodi Javascript della API mongoDB:
    - Funzioni di libreria per creare tipi di dati BSON, connettersi a un database remoto, interagire con il SO
    - API vera e propria che usa le classi `db`, `rs` e `sh` per database, replica set e shard
  - Uso di «comandi mongo» in forma di documenti attraverso `db.runCommand()` ovvero `db.adminCommand()`

Interazione con MongoDB

- Comandi di shell principali
  - `show dbs` → elenco dei database
  - `use <nome_database>` → seleziona il database da usare
  - `show collections` → elenco delle collezioni nel database
  - `help` → aiuto generale
  - `db./rs./sh.help()` → aiuto sulle classi db, rs e sh
  - `db.<nome_collezione>.help()` → aiuto sui metodi di collezione

Interazione con MongoDB

- Esempio di chiamata di un metodo Javascript di shell



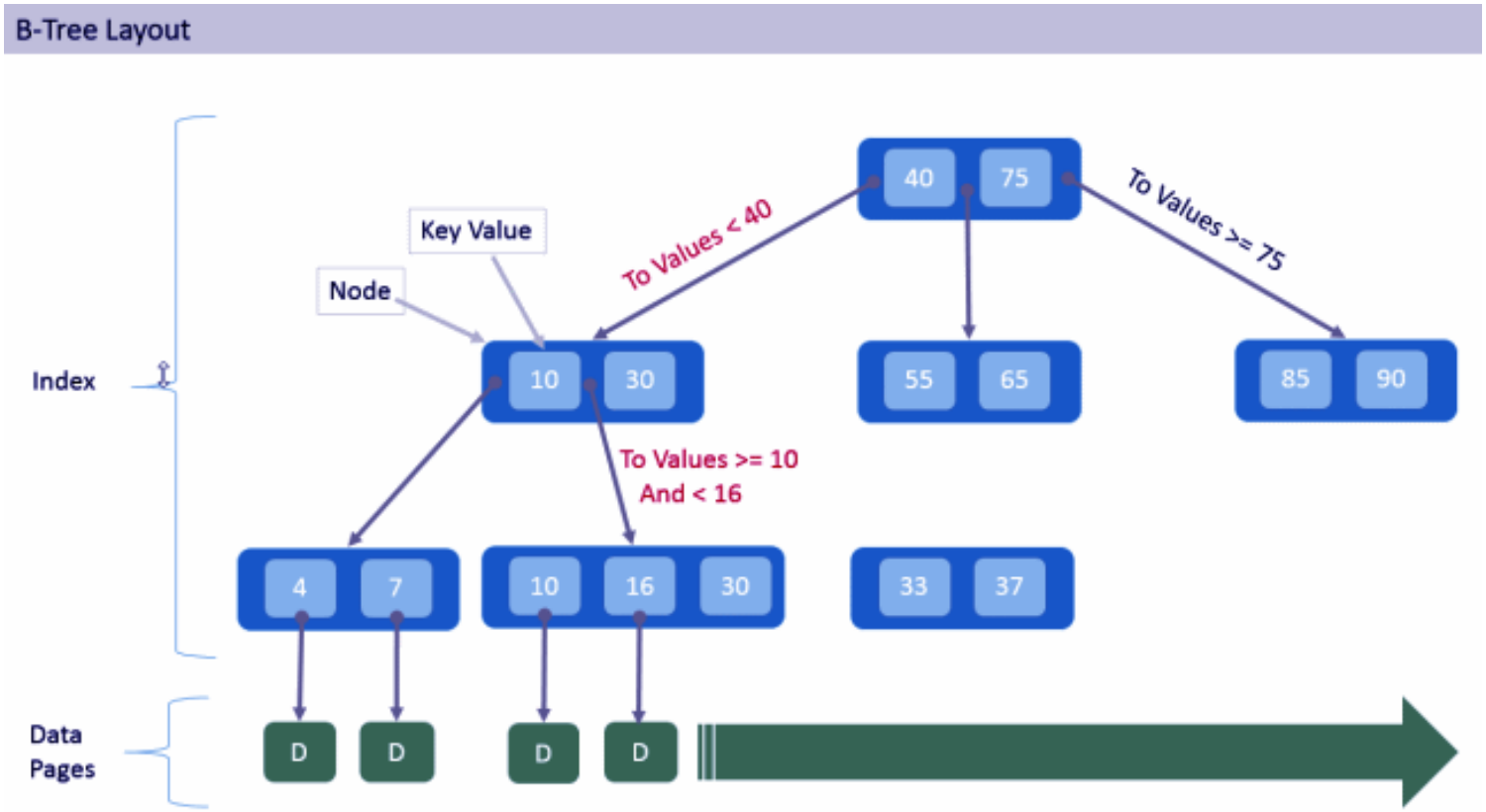
Interazione con MongoDB

- Esecuzione di un comando (per es. creazione di un utente)

```
db.adminCommand(
   {
     createUser: "bruce",
     pwd: passwordPrompt(),  // or <cleartext password>
     roles: [
       { role: "dbOwner", db: "admin" }
     ]
   }
)
```

Caratteristiche generali

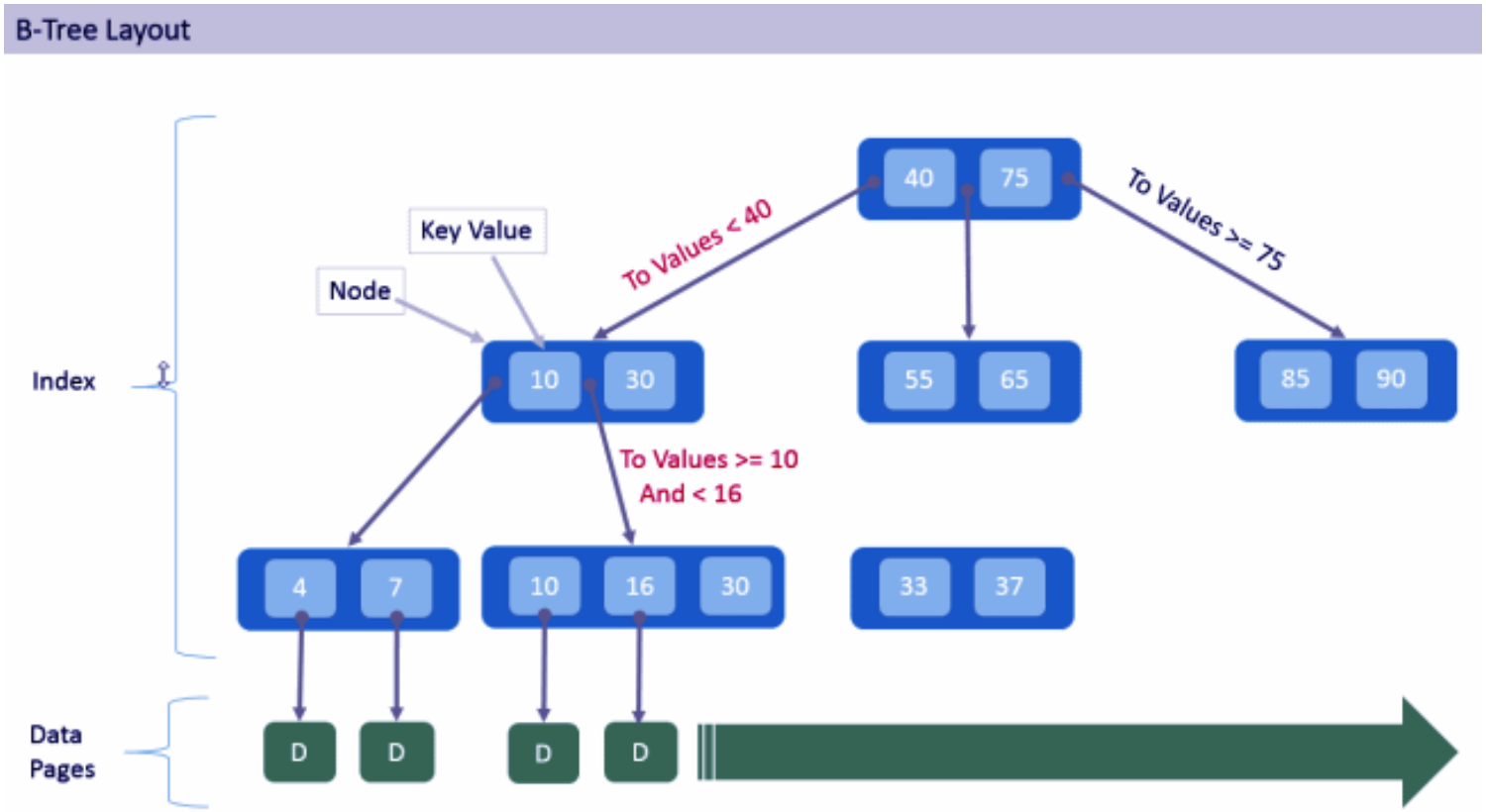
- Indicizzazione
  - Fa uso dei binary tree
  - Si possono creare indici singoli e multipli su qualunque campo
  - Usati per rendere efficienti le query
  - _id è l'indice di default



Es. `db.inventory.createIndex({"item": 1, "qty": -1})`

Caratteristiche generali

- Indicizzazione
  - Indici di tipo
    - `text` per indicizzare testi
    - `2d` per dati rappresentati come punti su un piano
    - `2dsphere` per dati geospaziali



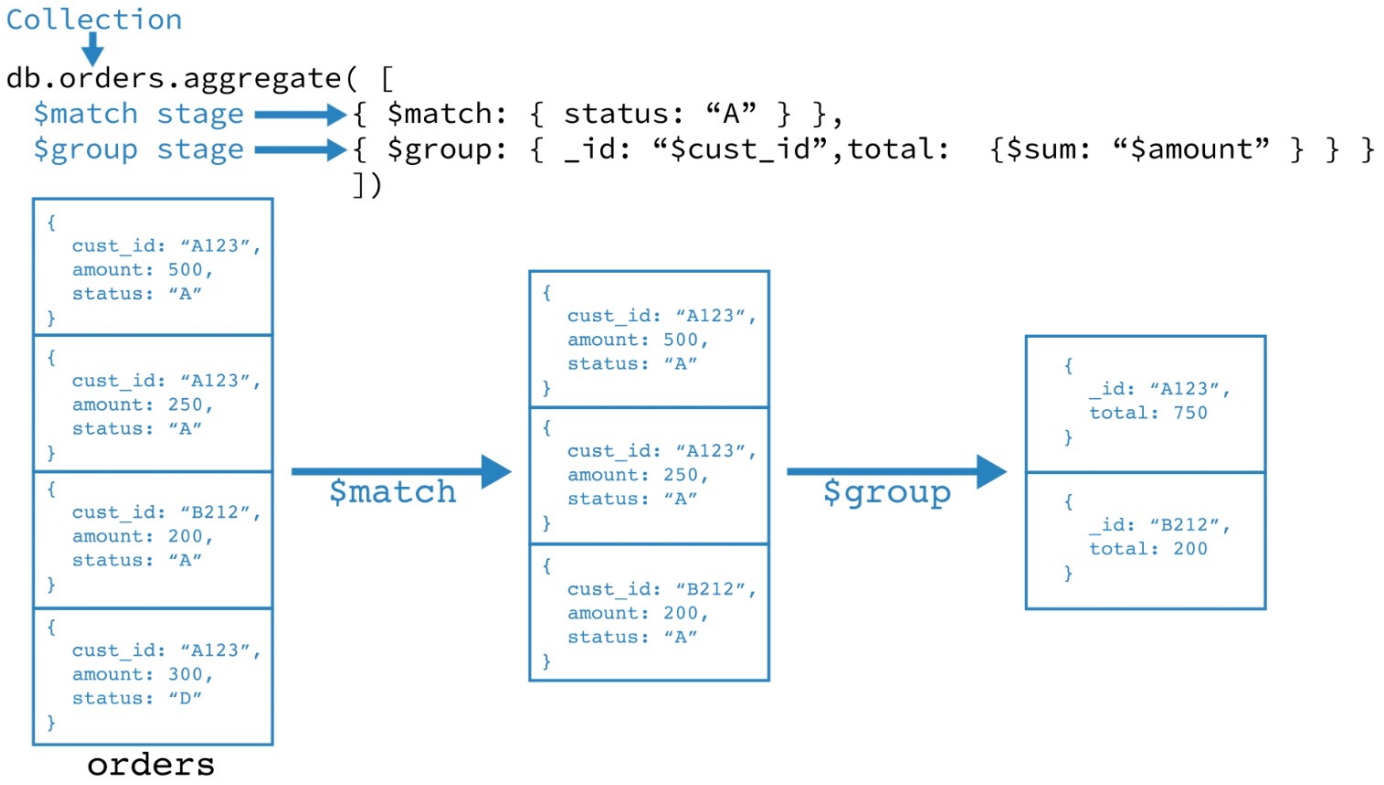
Caratteristiche generali

- Aggregazione
  - Computazione che agisce su più record e ritorna un solo risultato

  - Pipeline di aggregazione
  - Map-Reduce
  - Aggregazione single purpose

Caratteristiche generali

- Pipeline di aggregazione
  - Utilizza una sequenza di operatori mongo (nella forma $<nome_op>) per eseguire operazioni di
    - Proiezione
    - Matching
    - Raggruppamento
    - Ordinamento
    - Selezioni di singoli documenti



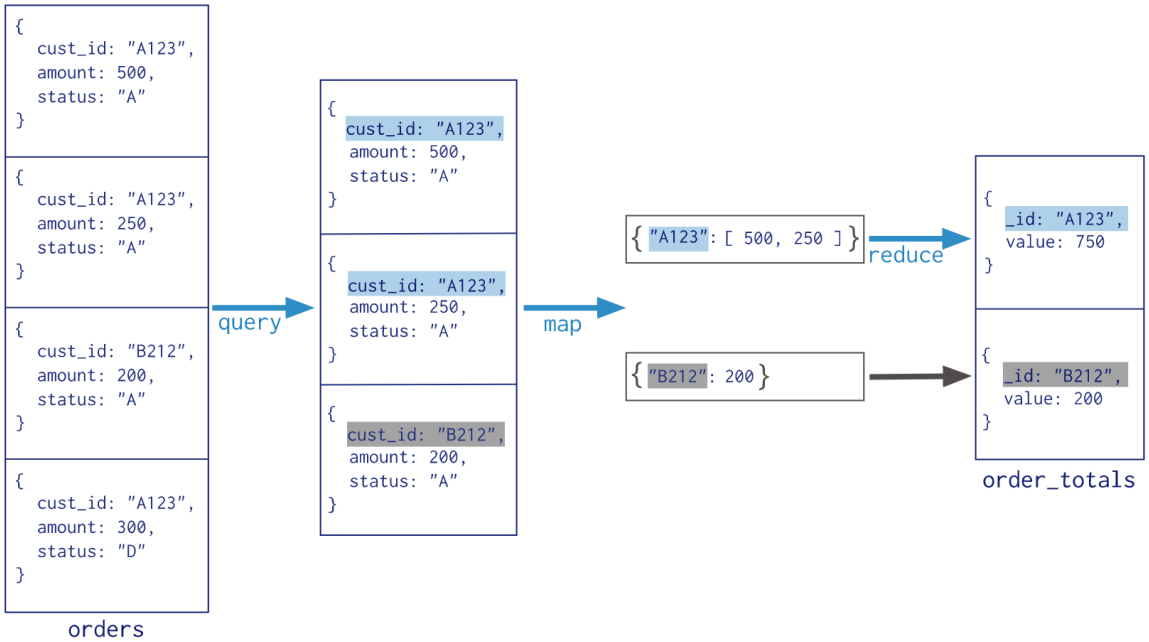
Caratteristiche generali

- Map-Reduce
    - Apposita interfaccia che consente di specificare:
        - La funzione di map
        - La funzione di reduce
        - La query di selezione dei dati dalla collezione di partenza
        - Il formato del output
        - Criteri opzionali di ordinamento
        - Limite al numero dei risultati

Caratteristiche generali

- Map-Reduce

```
Collection
db.orders.mapReduce(
    map      ──►  function() { emit( this.cust_id, this.amount ); },
    reduce   ──►  function(key, values) { return Array.sum( values ) },
                  {
    query    ──►    query: { status: "A" },
    output   ──►    out: "order_totals"
                  }
)
```



Caratteristiche generali

- Map-Reduce

```
{
_id: ObjectId("50a8240b927d5d8b5891743c"),
cust_id: "a123",
ord_date: new Date("Jan 04, 2019"),
status: 'A',
price: 25,
items: [ { sku: "m", qty: 5, price: 2.5 },
{ sku: "n", qty: 5, price: 2.5 } ]
}
```

Caratteristiche generali

- Map-Reduce

```
var mapFunction = function() {
            for (var idx = 0; idx < this.items.length; idx++) {
              var key = this.items[idx].sku;
              var value = {
                        count: 1,
                        qty: this.items[idx].qty
                      };
            emit(key, value);
            }
          };
```

Caratteristiche generali

- Map-Reduce

```
var reduceFunction = function(key, ObjVals) {
            reducedVal = { count: 0, qty: 0 };

            for (var idx = 0; idx < ObjVals.length; idx++) {
               reducedVal.count += ObjVals[idx].count;
               reducedVal.qty += ObjVals[idx].qty;
            }

            return reducedVal;
            };
```

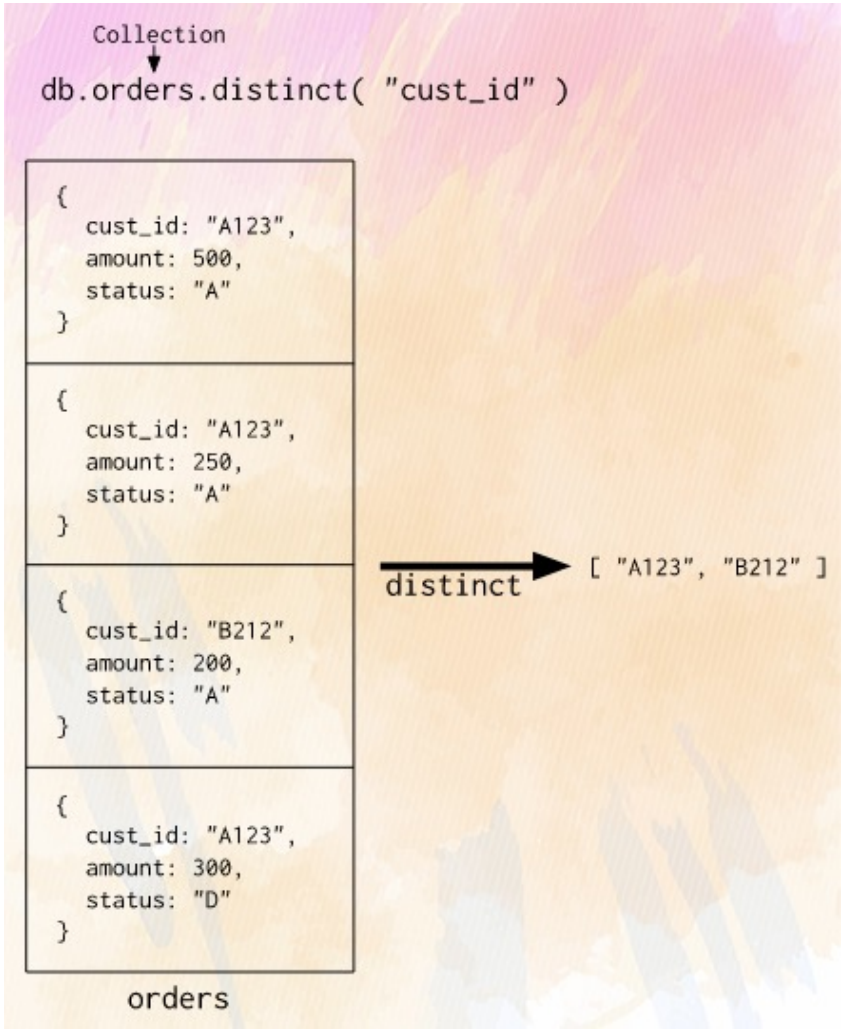
Caratteristiche generali

- Map-Reduce

```
var finalizeFunction = function (keys, reducedVal) {
             reducedVal.avg = reducedVal.qty/reducedVal.count;
             return reducedVal;
           };
db.examples.mapReduce( mapFunction, reduceFunction,
            {
              query: { ord_date: { $gt: new Date('26/01/2019') } },
              out: { merge: "map_reduce_example" },
              finalize: finalizeFunction
             }
       )
```

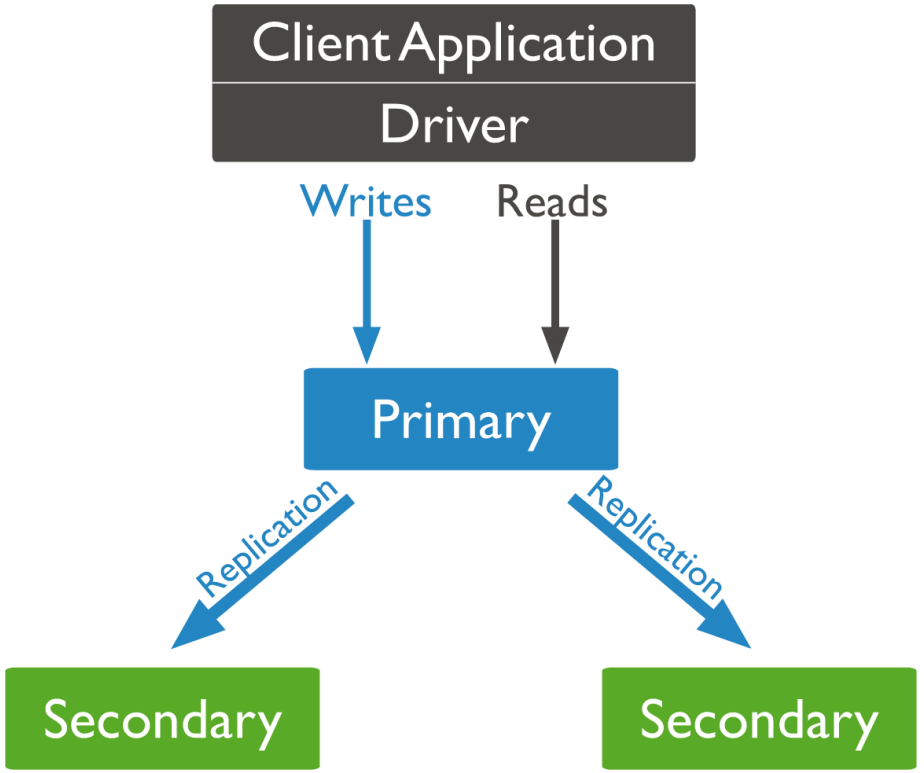
Caratteristiche generali

- Aggregazione single purpose
  - Singoli metodi o comandi di database che eseguono operazioni su collezioni
    - `distinct`
    - `count`



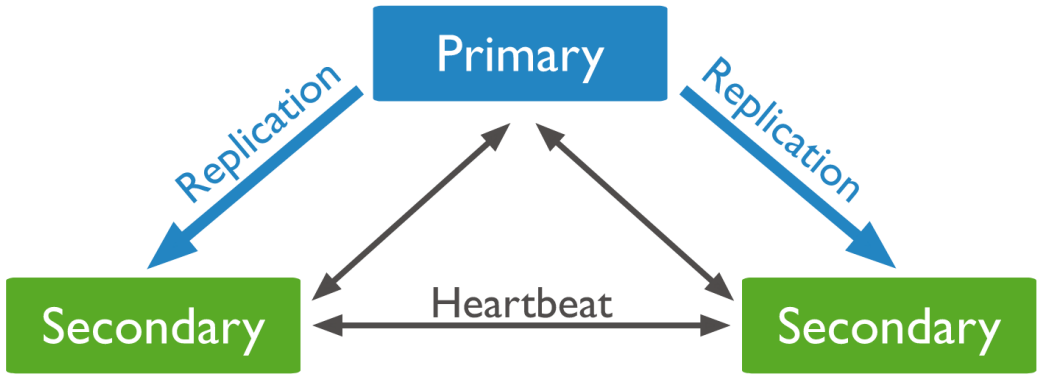
Caratteristiche architetturali

- Replicazione
  - Differenti istanze mongod su differenti macchine vengono configurate come nodi primari o secondari
  - Si parla globalmente di «replica set»
  - Si possono configurare dalla shell di mongo ovvero come comandi del database



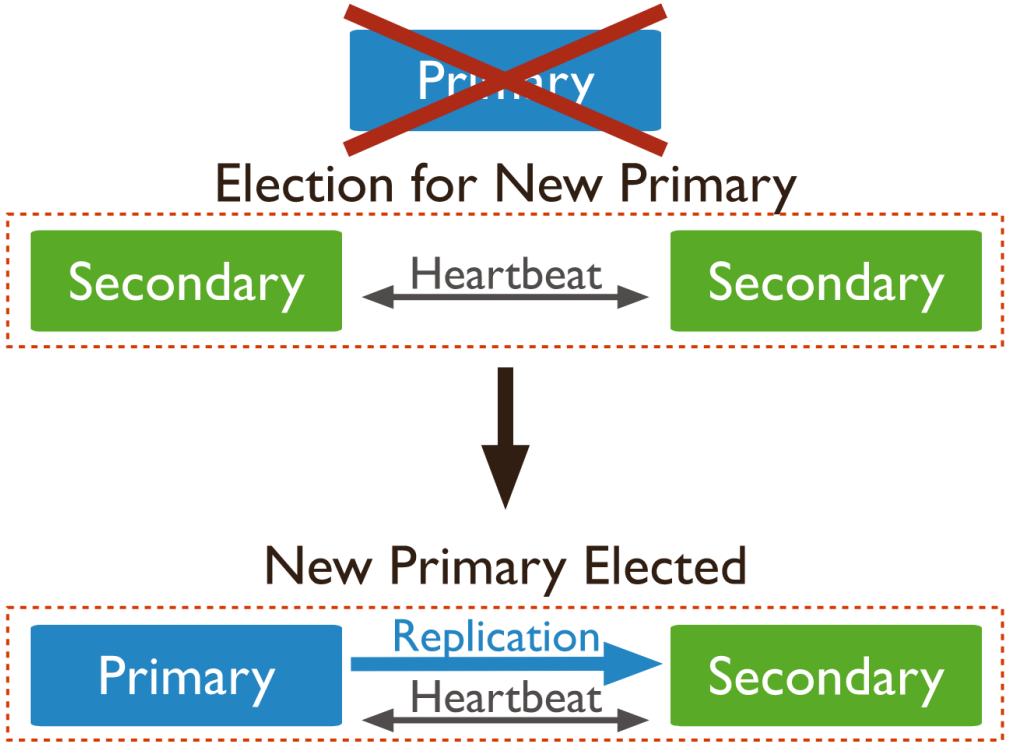
Caratteristiche architetturali

- Replicazione
  - I secondari replicano il log delle operazioni del primario e le applicano ai propri dati
  - Sincronizzazione continua tramite heartbeat



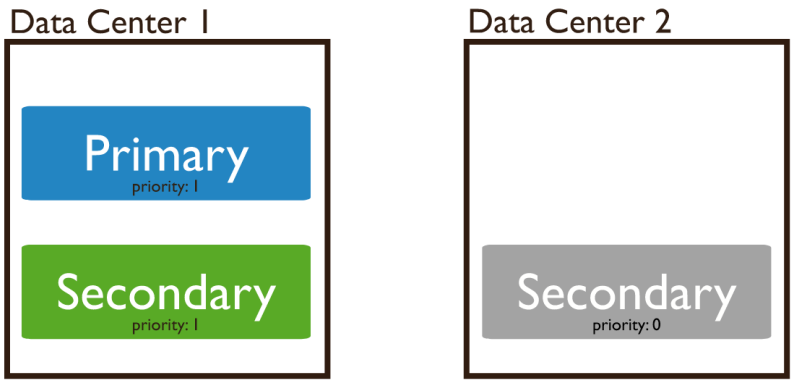
Caratteristiche architetturali

- Replicazione
  - In caso di fault del primario un secondario può transitoriamente «essere eletto» primario
  - Gli altri secondari replicano il suo comportamento



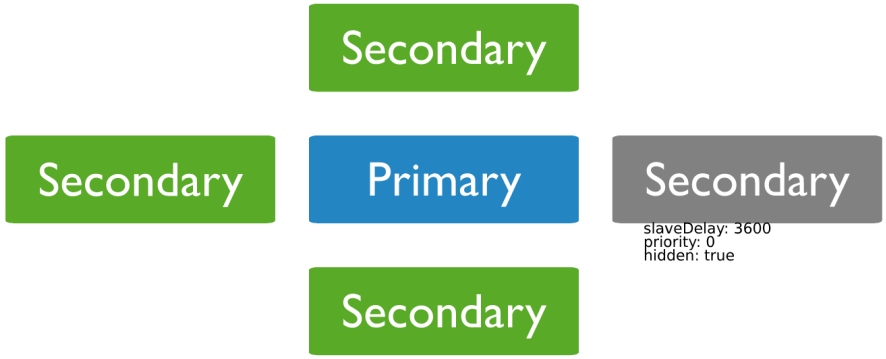
Caratteristiche architetturali

- Replicazione
  - Un secondario può avere «priorità 0»
  - In questo caso non può essere eletto primario



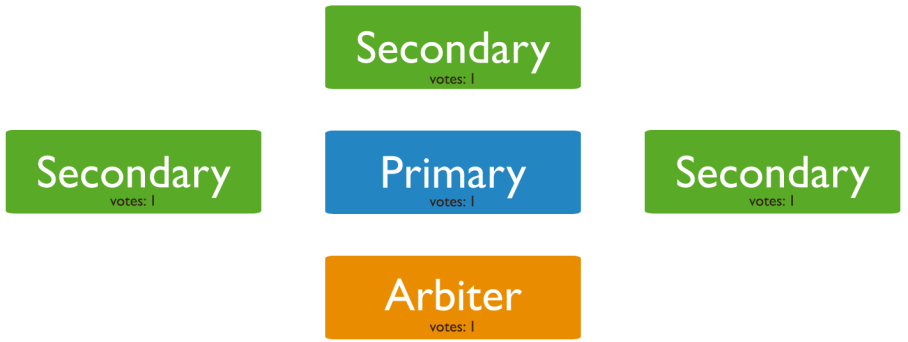
Caratteristiche architetturali

- Replicazione
  - Secondari nascosti: copie del primario a priorità 0, invisibili ai client che «possono» votare per il primario
  - Secodari delayed: sono nascosti e riportano una replica di un set di nodi aggiornata con un dato ritardo di tempo
    - Ha funzioni di backup



Caratteristiche architetturali

- Replicazione
  - Arbitri: non mantengono copie dei dati e non possono divenire primari
  - Hanno un voto e servono a mantenere dispari la maggioranza dei voti per garantire l'elezione del primario

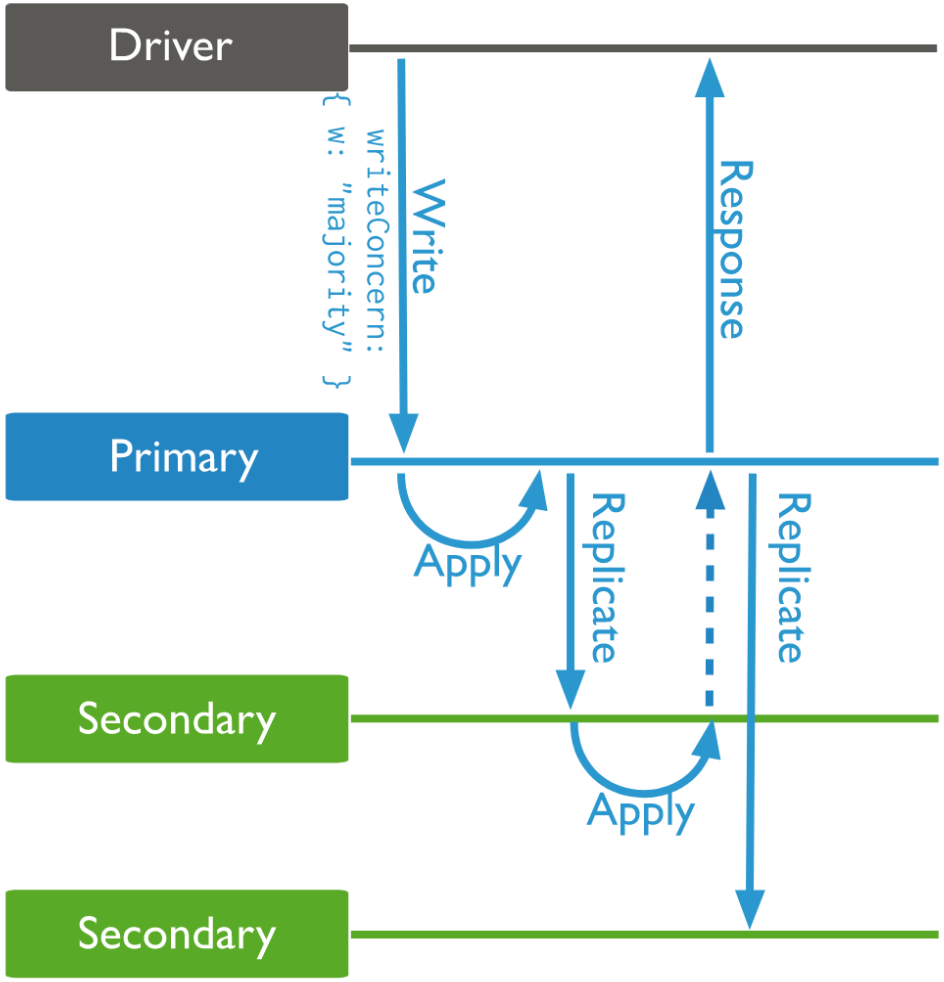


Caratteristiche generali

- Replicazione
  - Il «write concern» stabilisce il criterio con cui si ottiene il feedback sulla scrittura nel replica set

```
db.products.insert(
   { item: "envelopes", qty : 100,
type: "Clasp" },
   { writeConcern: { w:"majority",
j: true, wtimeout: 5000 } })
```

journaling



Caratteristiche architetturali

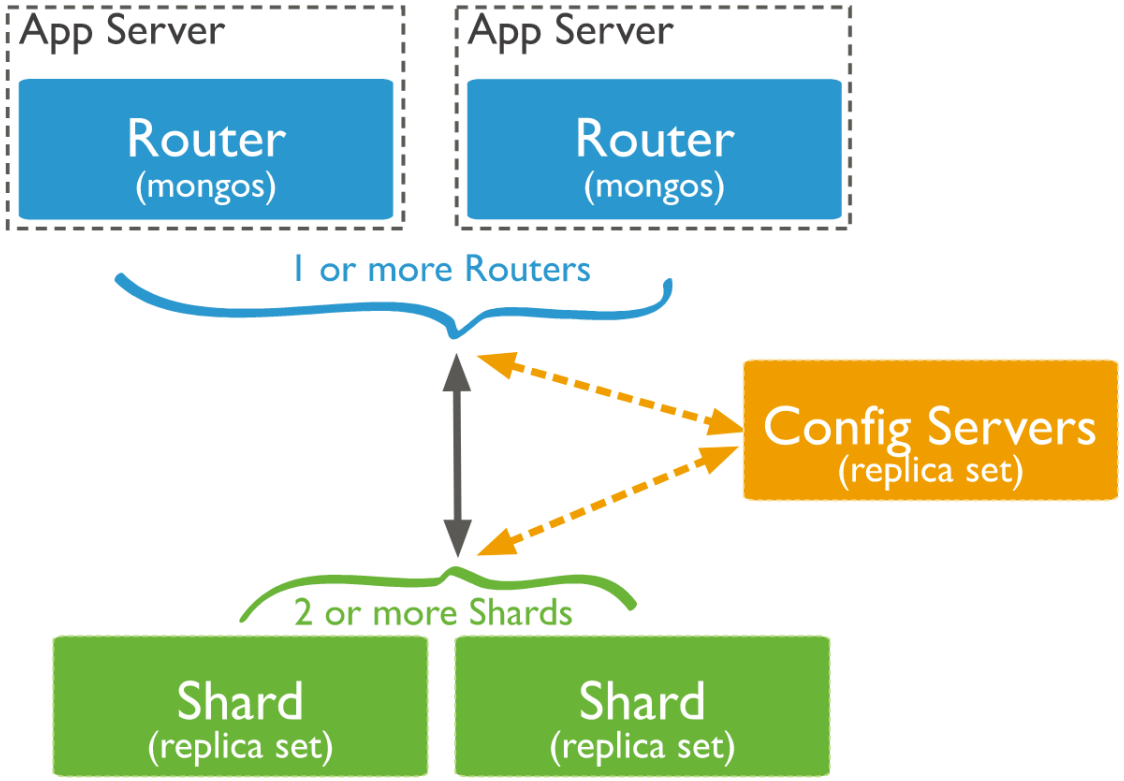
- Replicazione
  - la «read preference» stabilisce il criterio con cui si legge da un nodo:
    - `primary, primaryPreferred, secondary, secodaryPreferred, nearest`
  - Il «read concern» stabilisce il criterio di consistenza

    ```
    db.collection.find().readConcern("majority")
    ```

    se anche il write concern è impostato a `majority`, implica una consistenza del tipo Read Your Own Writes

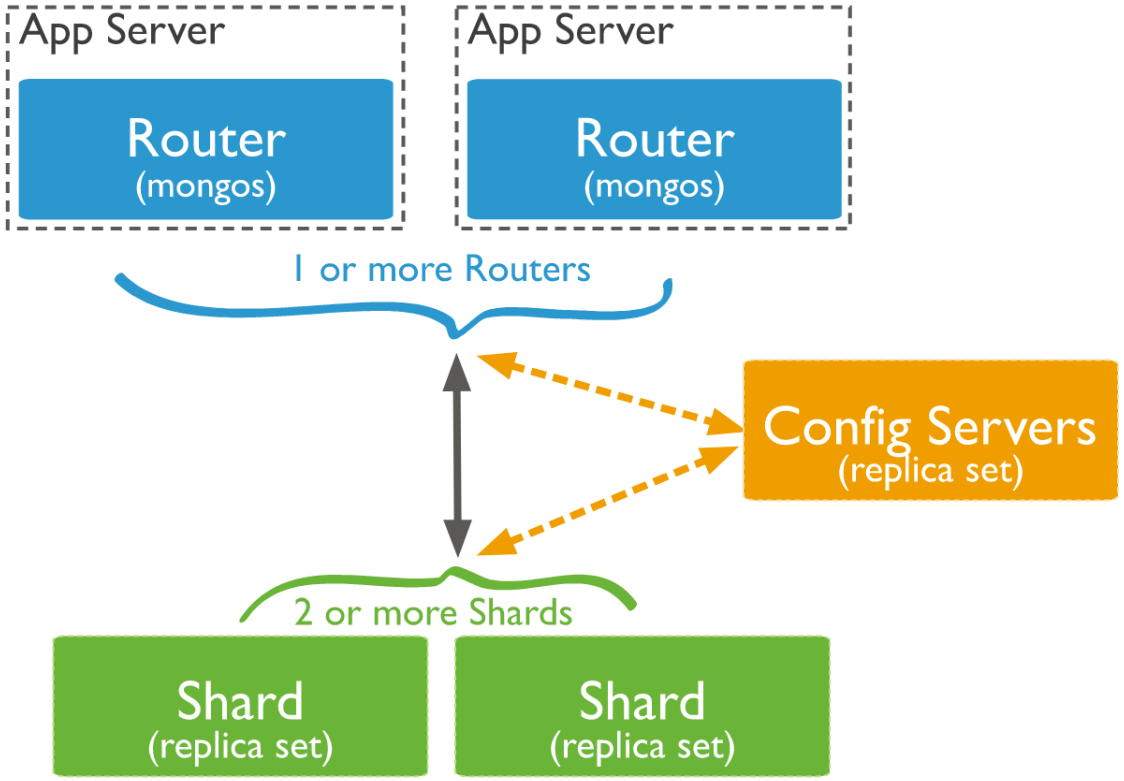
Caratteristiche architetturali

- Sharding
  - Suddivisione dei dati in «frammenti» che vengono distribuiti in un cluster
  - Possono essere configurati anche come un «replica set» usando la replicazione
  - Il router è mongos e non mongod



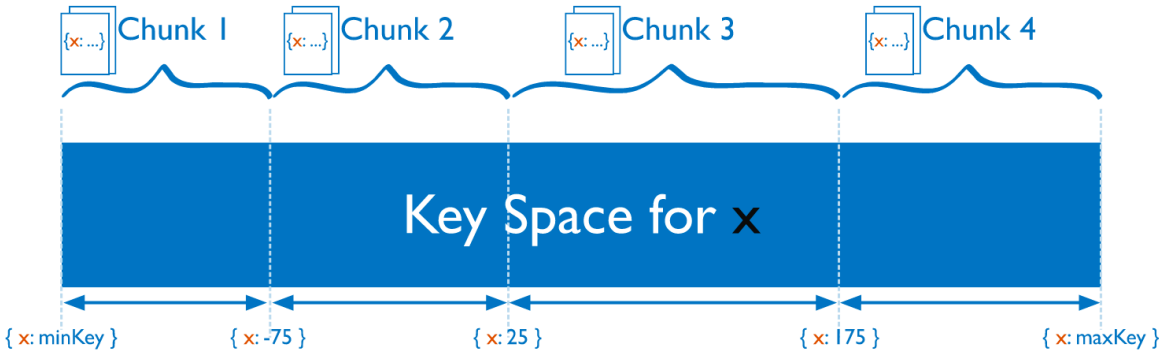
Caratteristiche architetturali

- Sharding
  - Più router e più shard
  - I server di configurazione contengono i metadati e le impostazioni di configurazione per il cluster



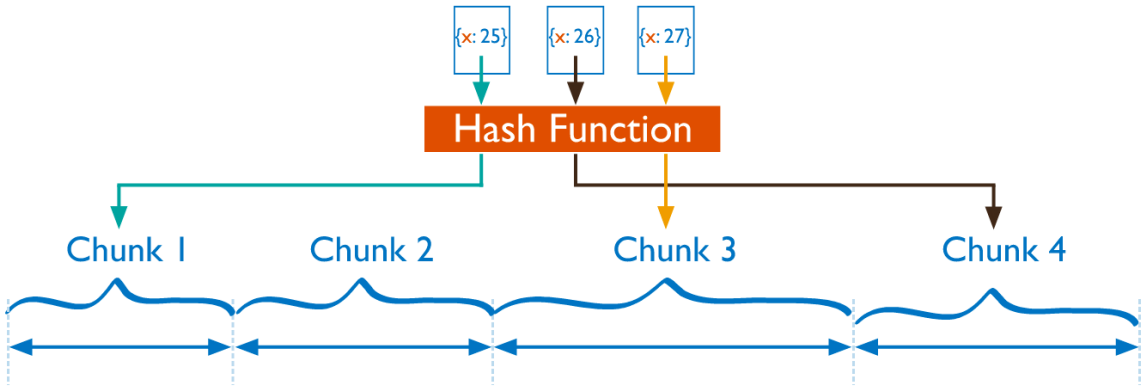
Caratteristiche architetturali

- Sharding
  - La «shard key» è la chiave che gestisce lo sharding in una collezione
  - mongoDB cerca di distribuire i valori della chiave uniformemente nei vari shard
    - *Ranged sharding*
  - La collezione *deve avere* un indice che contenga la shard key



Caratteristiche architetturali

- Sharding
  - Una buona shard key deve
    - Cambiare poco
    - Avere un range di valori che consenta una ampia distribuzione dei documenti negli shard
    - Non avere particolari valori che occorrono troppo frequentemente → lo shard si carica di troppi documenti



Hashed sharding per gestire la distribuzione uniforme
Dei valori della chiave

Caratteristiche architetturali

- Sharding

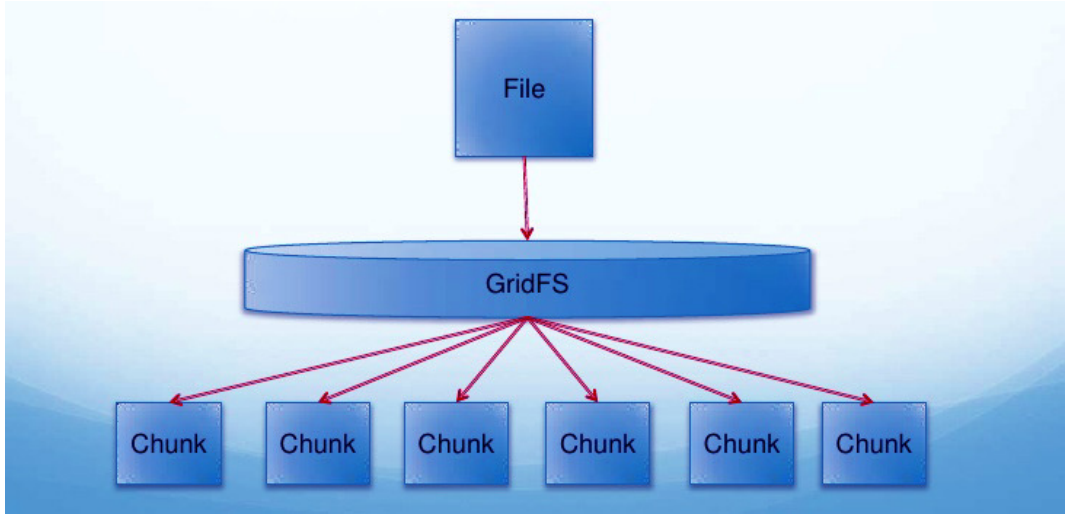
```
sh.addShard("Server1:27017")
sh.addShard("Server2:27017")

sh.enableSharding(Studentdb)

sh.shardCollection("db.Student",{"Studentid": 1, "StudentName": 1})
```

Caratteristiche architetturali

- GridFS
  - gestione di grandi file attraverso «chunk» di 256KB
  - L'interfaccia è data da una coppia apposita di collezioni che possono essere accedute da ogni database per creare i chunk e interrogare i dati così organizzati
    - `fs.files`
    - `fs.chunks`



Modellazione del database

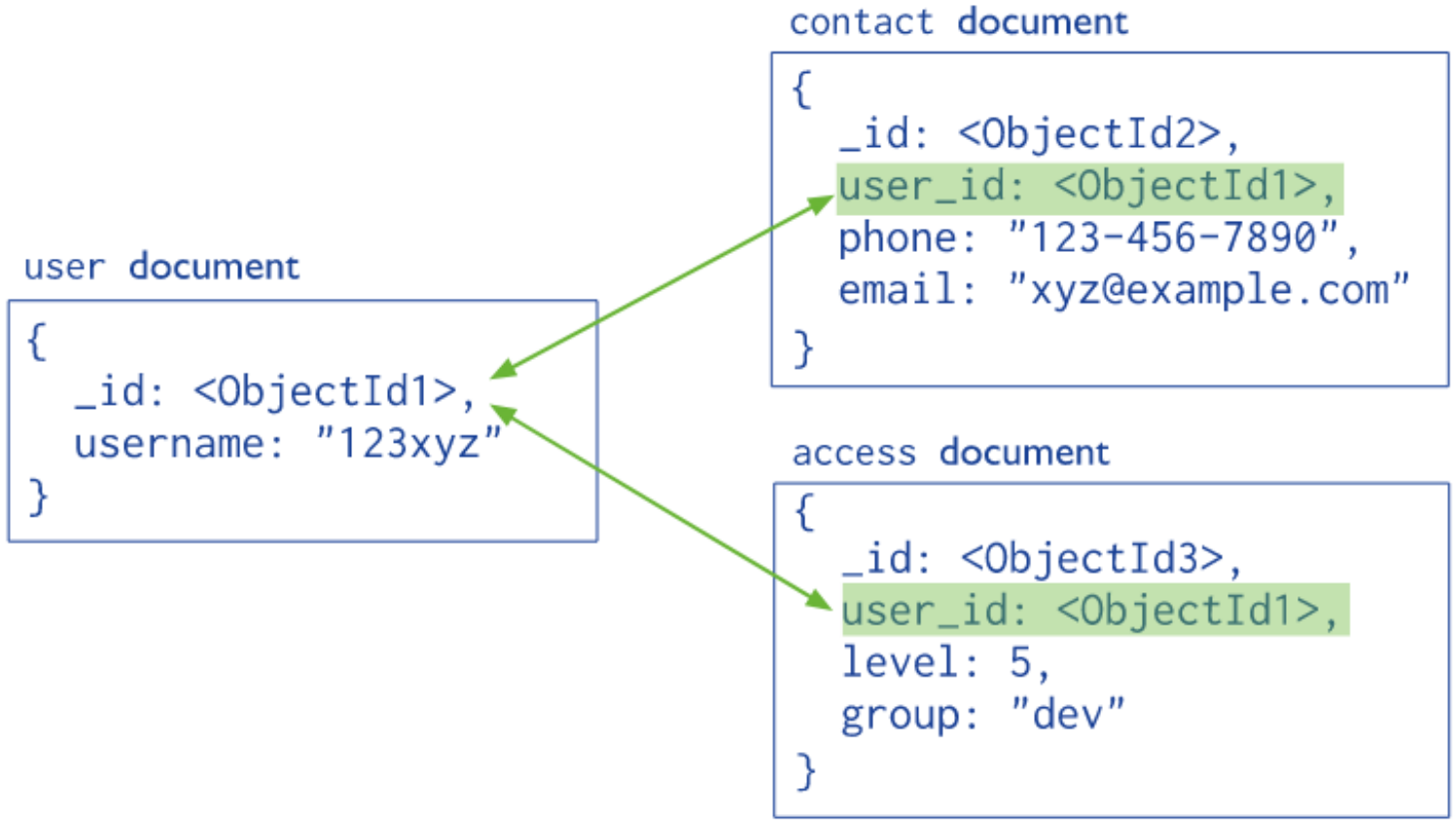
- E’ possibile modellare uno schema relazionale all’interno di una collezione
- Si adottano due schemi
  - Embedding
  - Reference o linking

Modellazione del database

- Embedding
  - Relazione 1-1
  - Relazione 1-N se si tratta di un «array» di documenti
  - Denormalizzata

Modellazione del database

- Reference
  - Relazioni 1-1/1-N
  - Normalizzata: implica automaticamente 1-N se lo stesso _id lato 1 si ritrova dal lato N



Modellazione del database

- La relazione N-N si può facilmente ottenere replicando gli «_id» da entrambe le parti

- Non c'è un supporto per «attributi di relazione»

  - Contro la filosofia Schema-On-Write
  - L'applicazione recupera e struttura i dati per suo conto