



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO



Introduzione a MongoDB

CORSO DI BIG DATA

a.a. 2019/2020

Prof. Roberto Pirrone

Sommario

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

Immagini e diagrammi da: data-flair.training

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

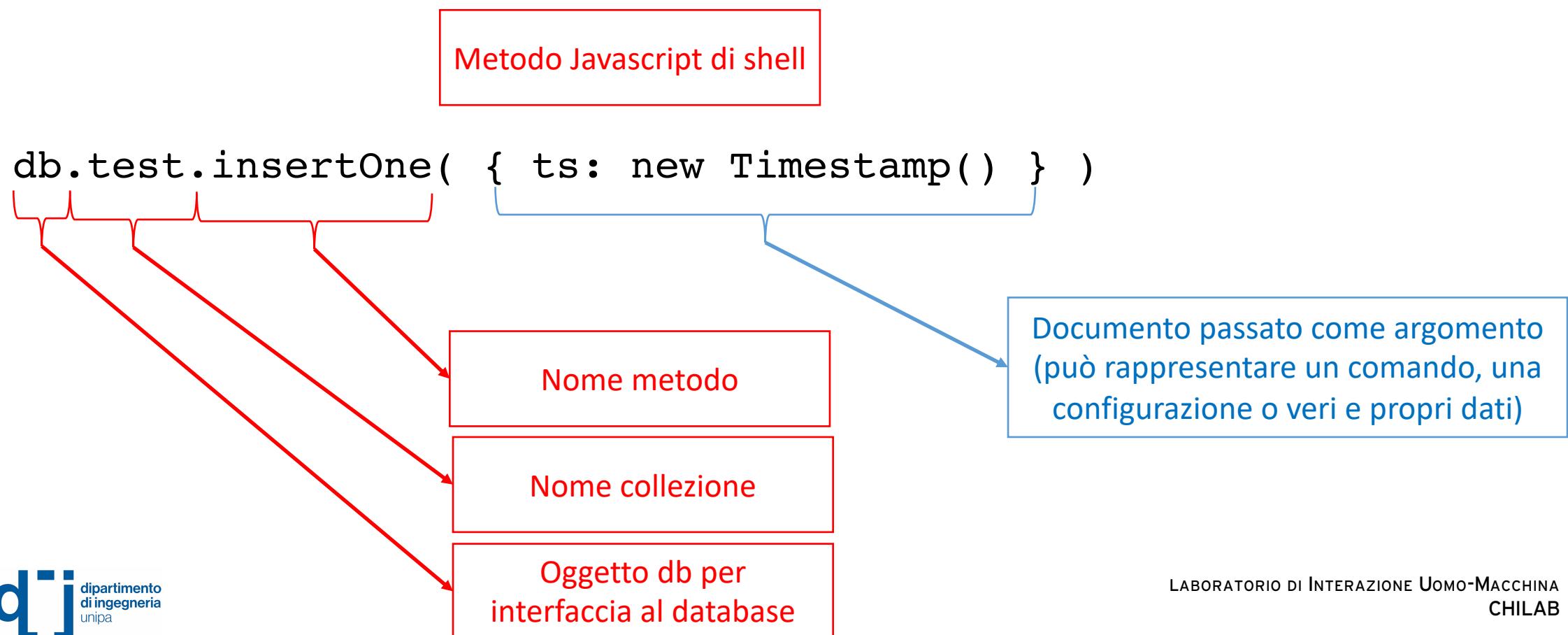
- Una volta invocato mongod o mongos da linea di comando si può interagire da shell invocando mongo
 - Comandi di shell per gestire i database e avere help
 - Uso di metodi Javascript della API mongoDB:
 - Funzioni di libreria per creare tipi di dati BSON, connettersi a un database remoto, interagire 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

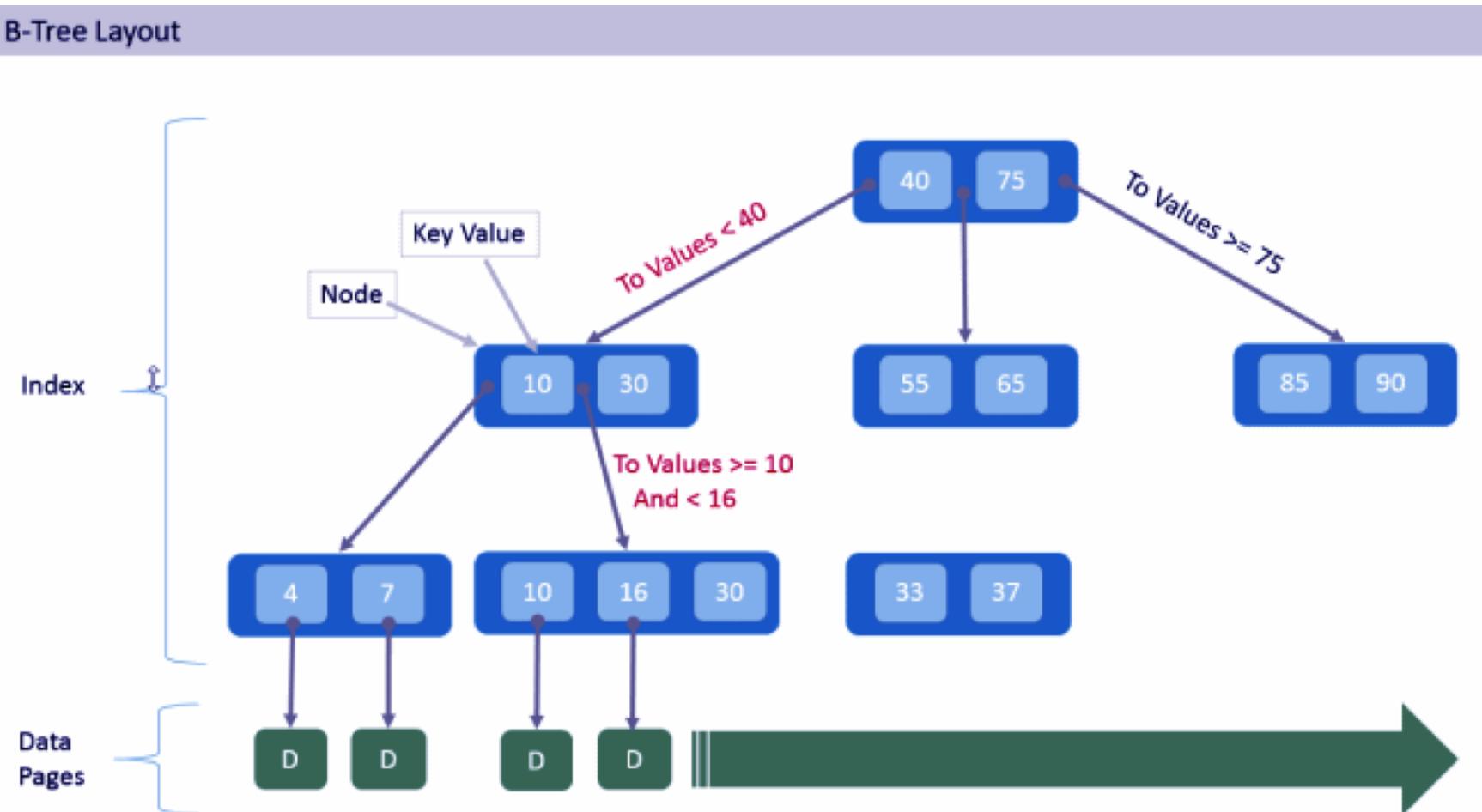
- Esecuzione di un comando (per es. creazione di un utente)

```
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

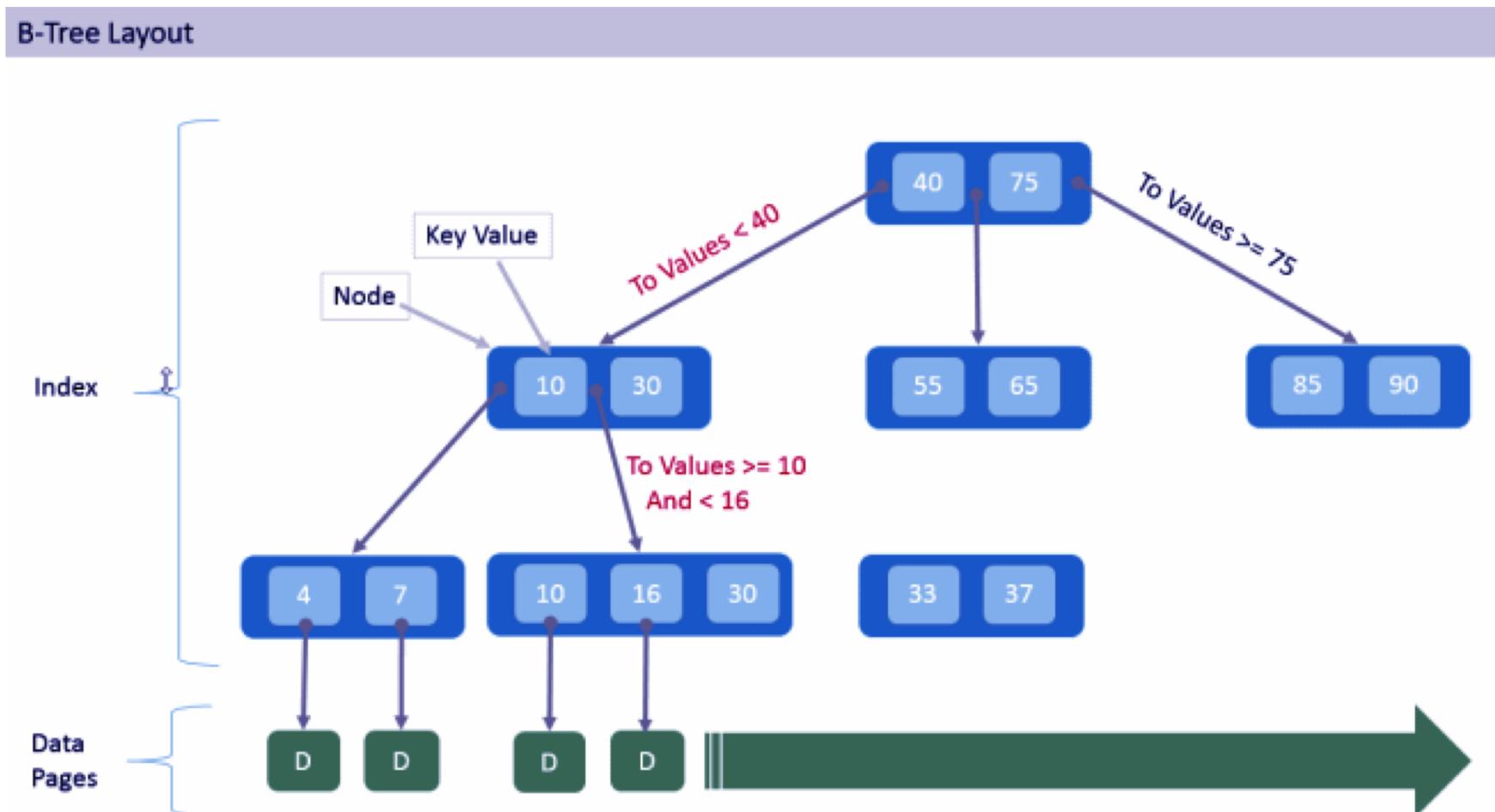


Caratteristiche generali

- Indicizzazione

- Indici di tipo

- text per indicizzare testi
 - 2d per dati rappresentati come punti su un piano
 - 2dsphere per dati geospaziali



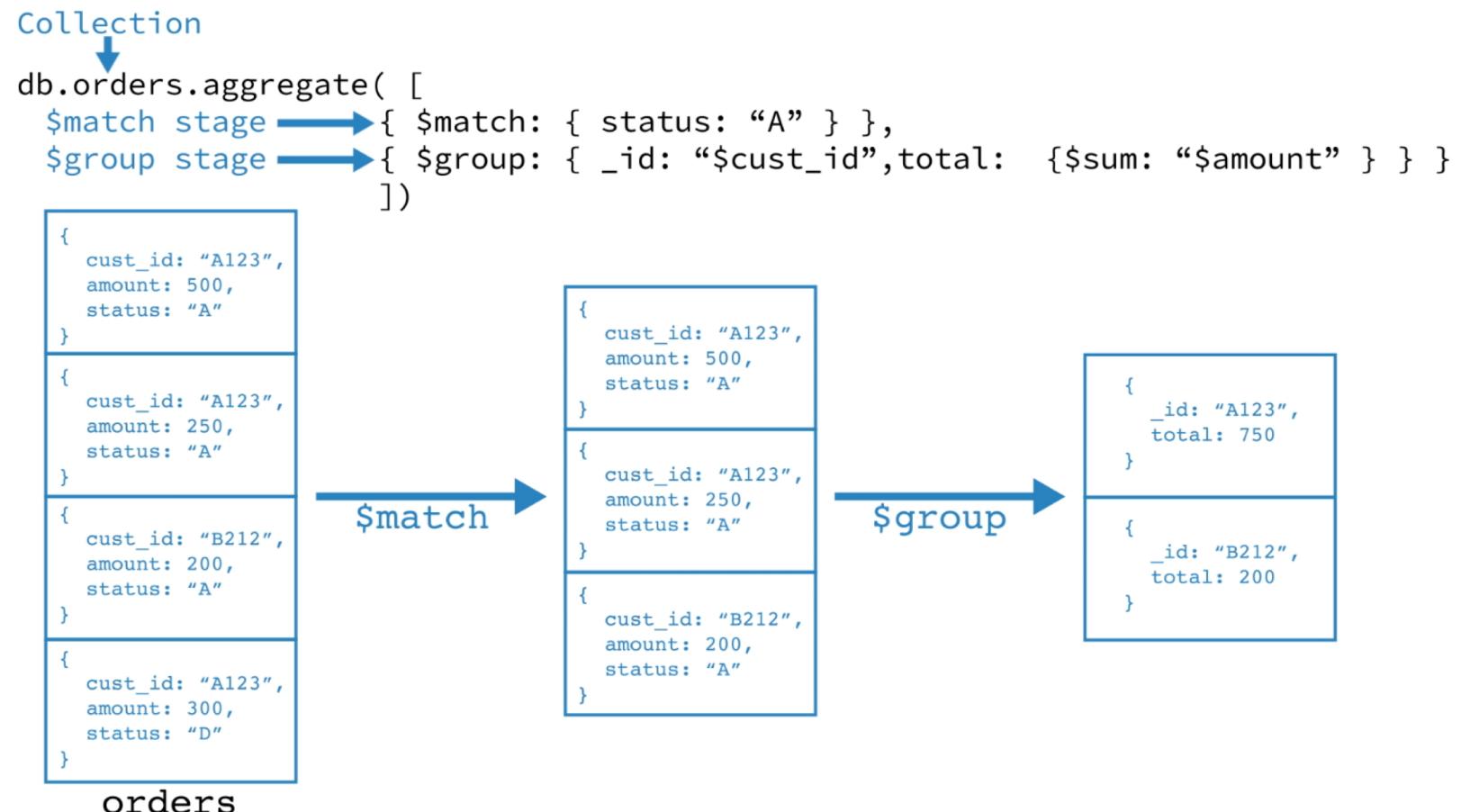
Caratteristiche generali

- 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



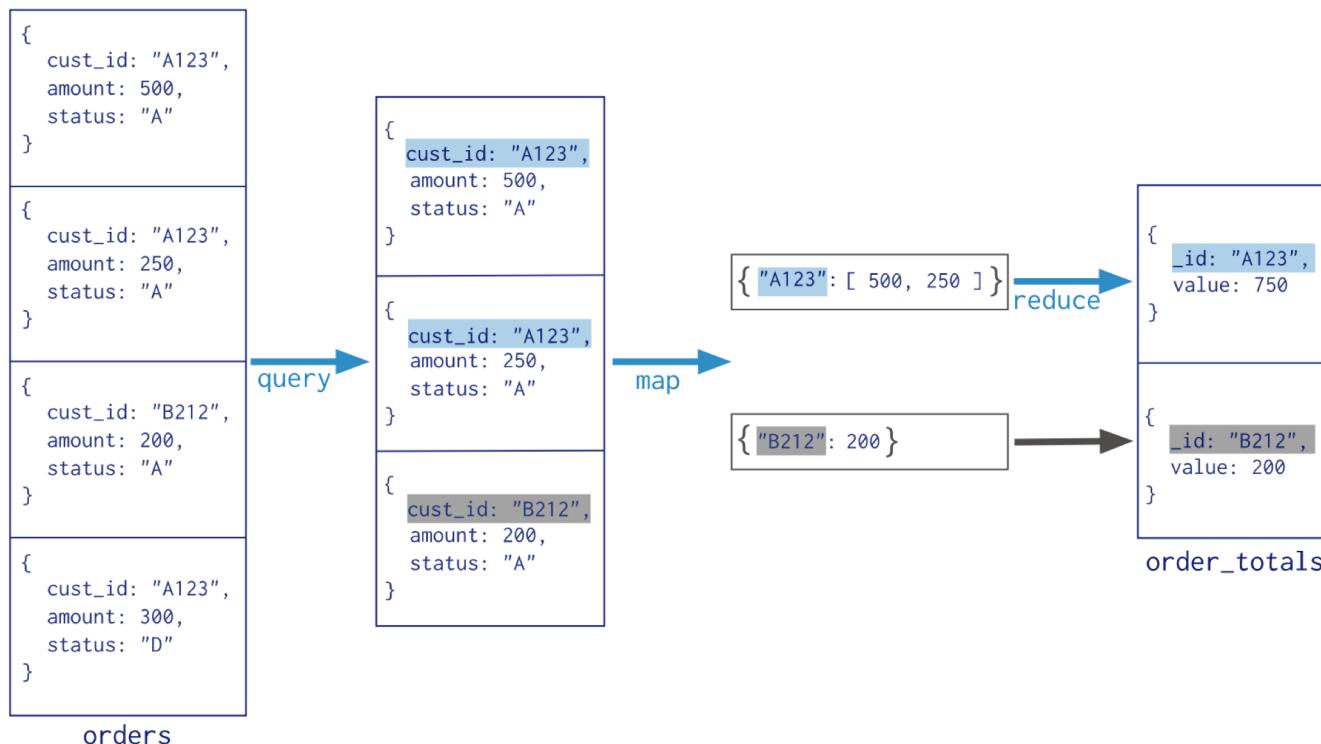
Caratteristiche generali

- 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;  
};
```

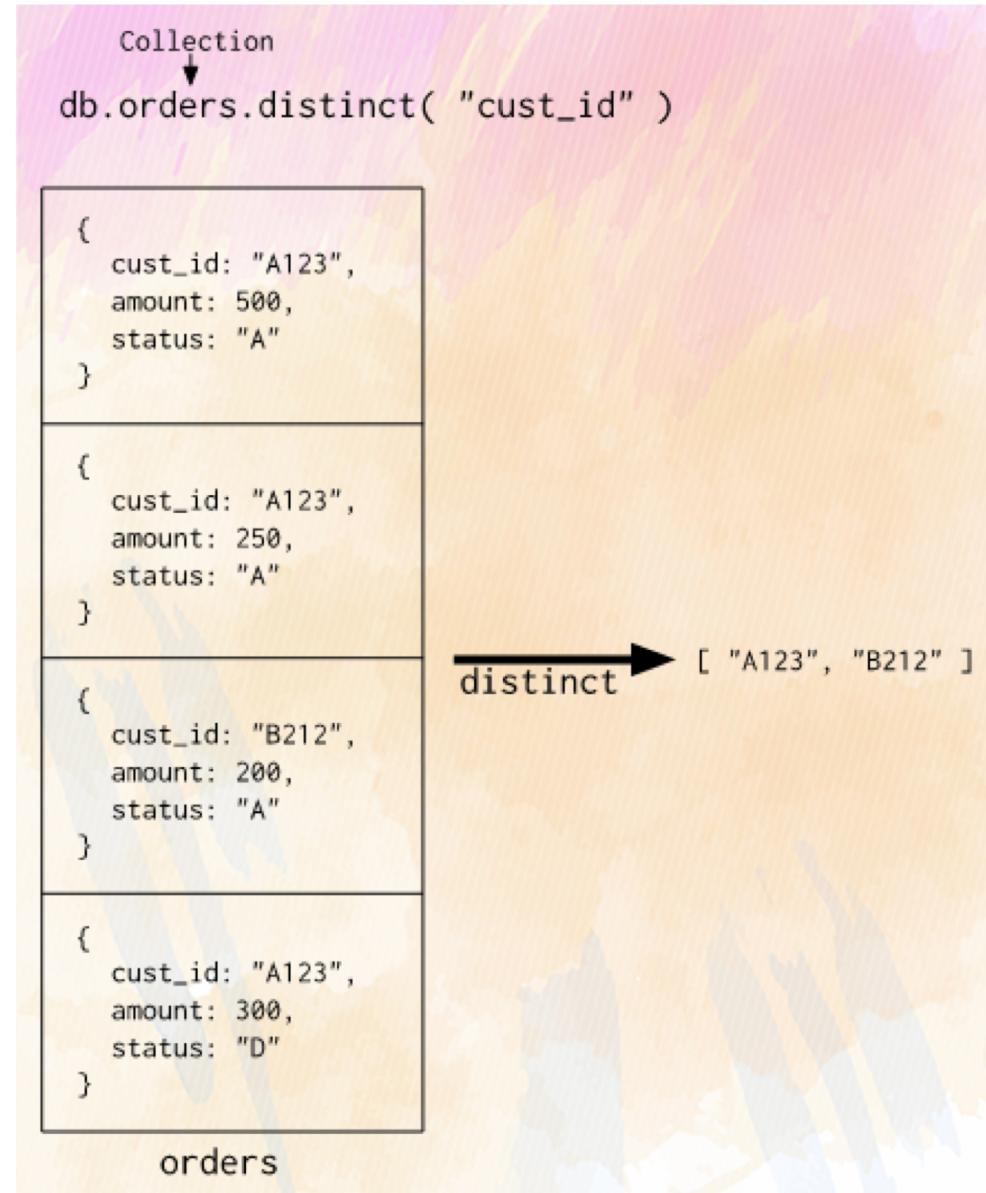
Caratteristiche generali

- Map-Reduce

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

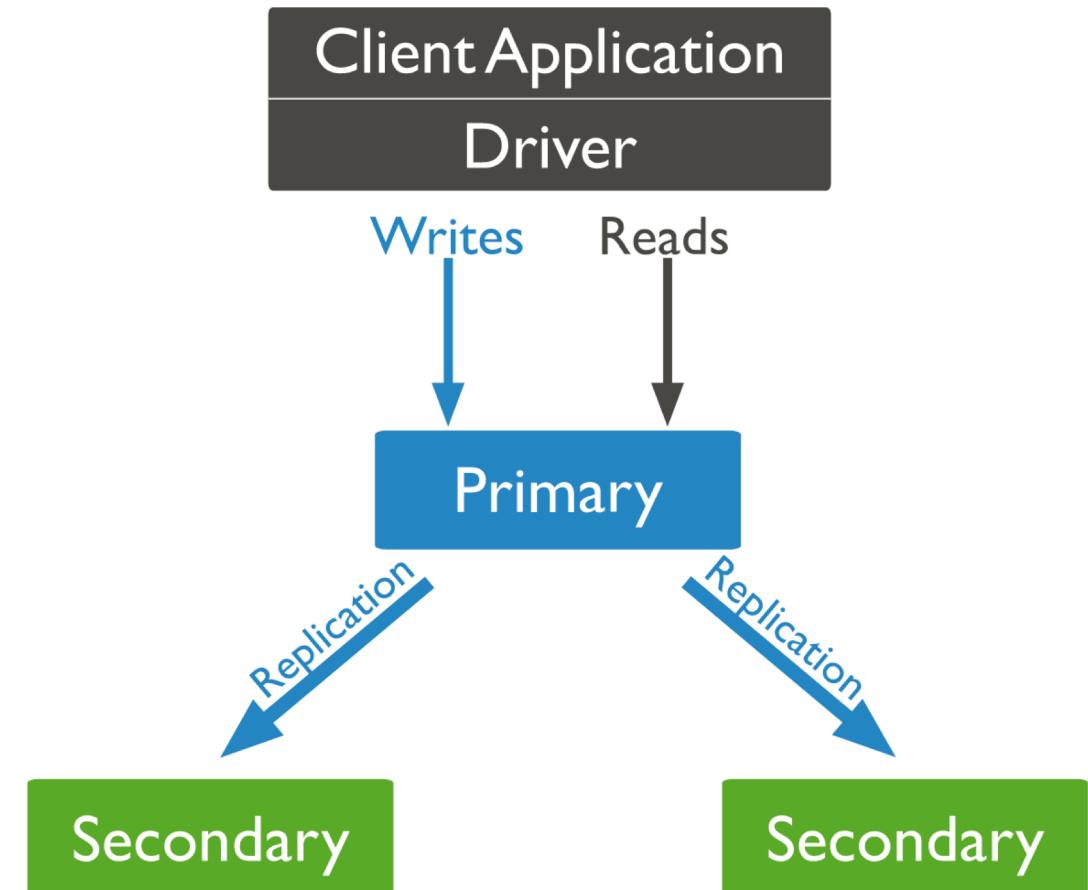
Caratteristiche generali

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



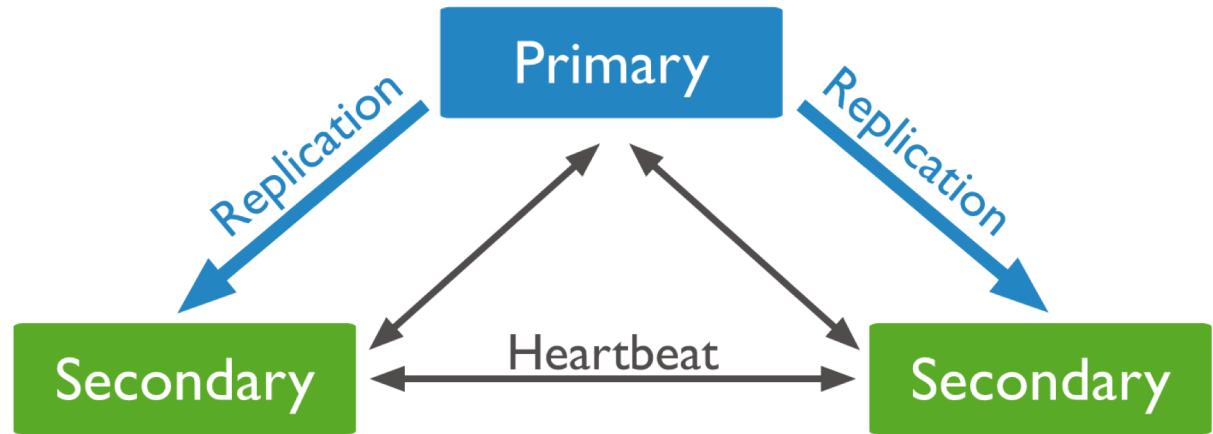
Caratteristiche generali

- 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



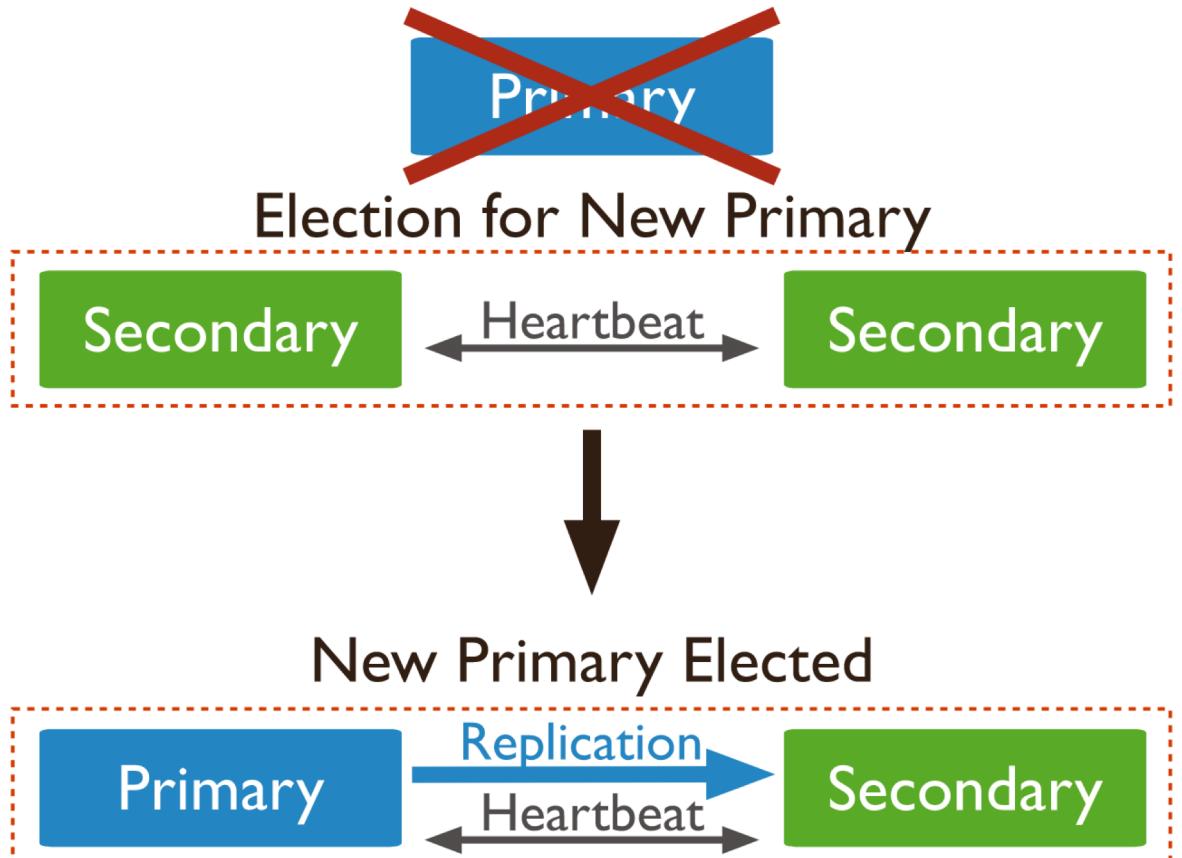
Caratteristiche generali

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



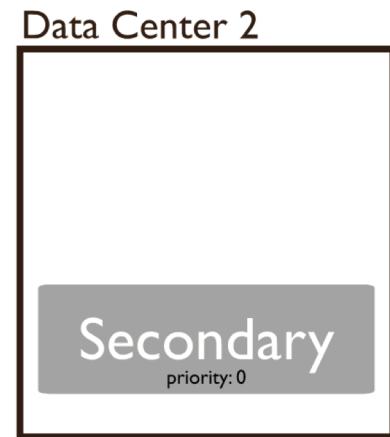
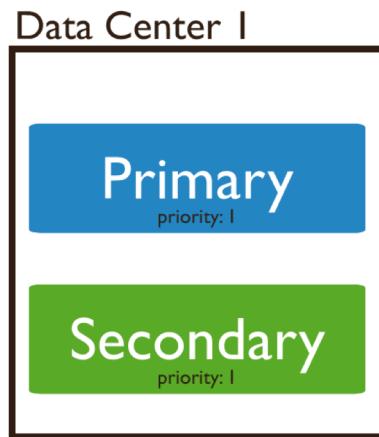
Caratteristiche generali

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



Caratteristiche generali

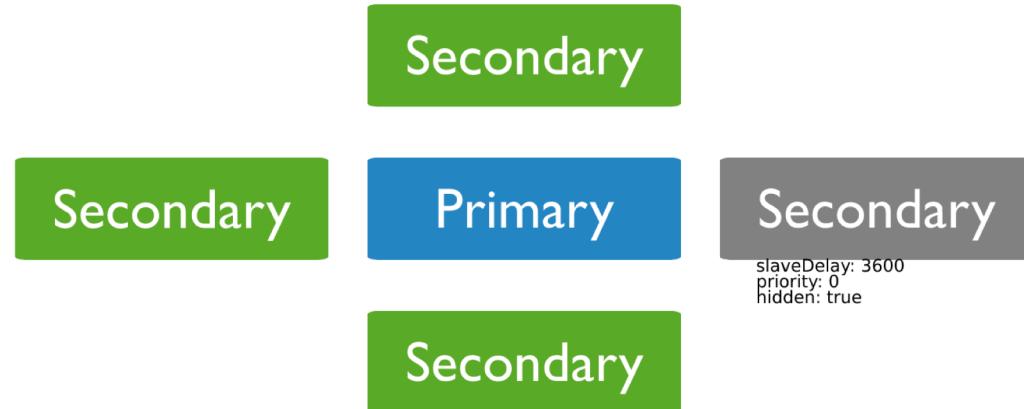
- Replicazione
 - Un secondario può avere «priorità 0»
 - In questo caso non può essere eletto primario



Caratteristiche generali

- 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 generali

- 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

Secondary
votes: 1

Secondary
votes: 1

Primary
votes: 1

Secondary
votes: 1

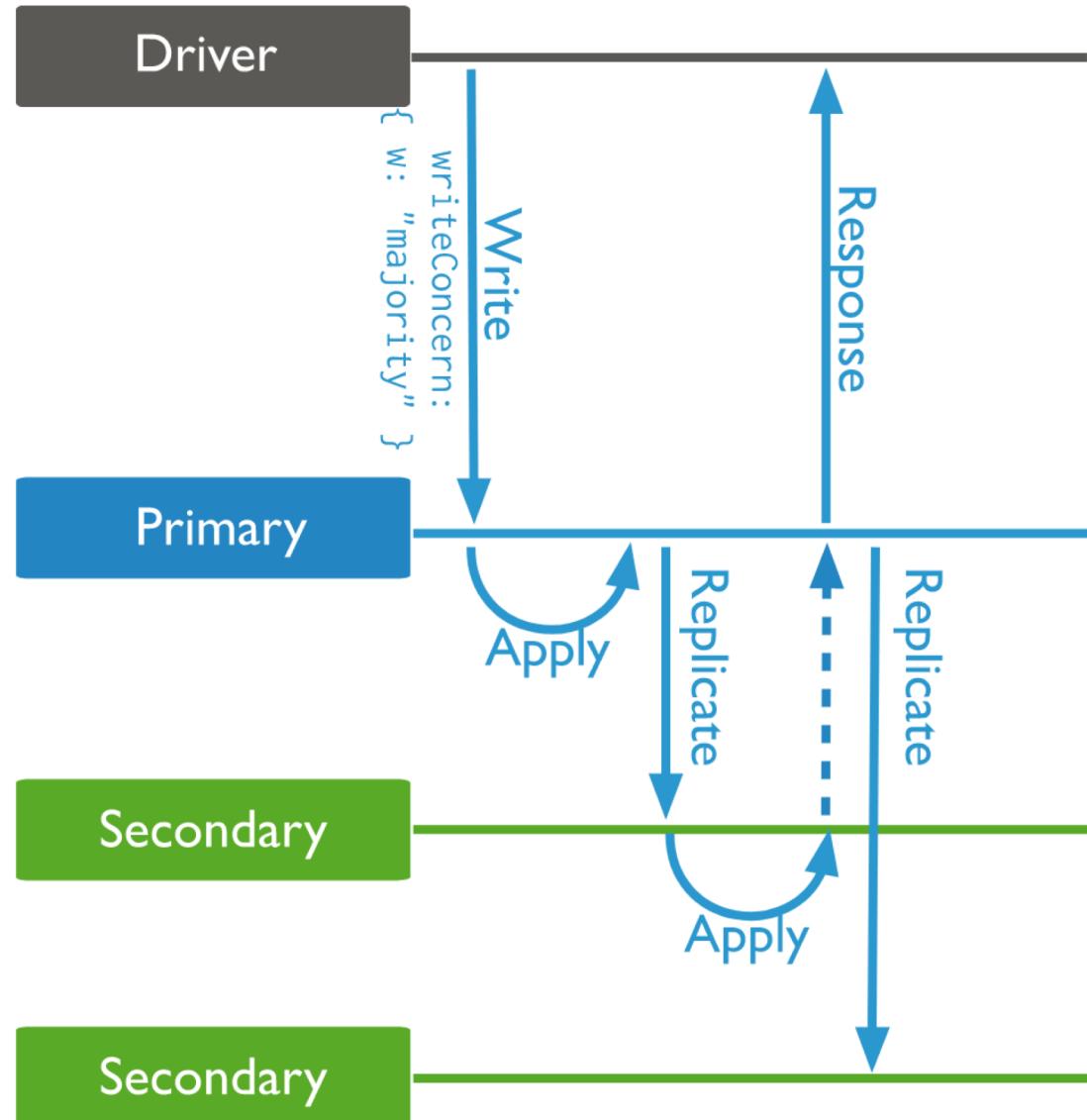
Arbiter
votes: 1

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 } })
```



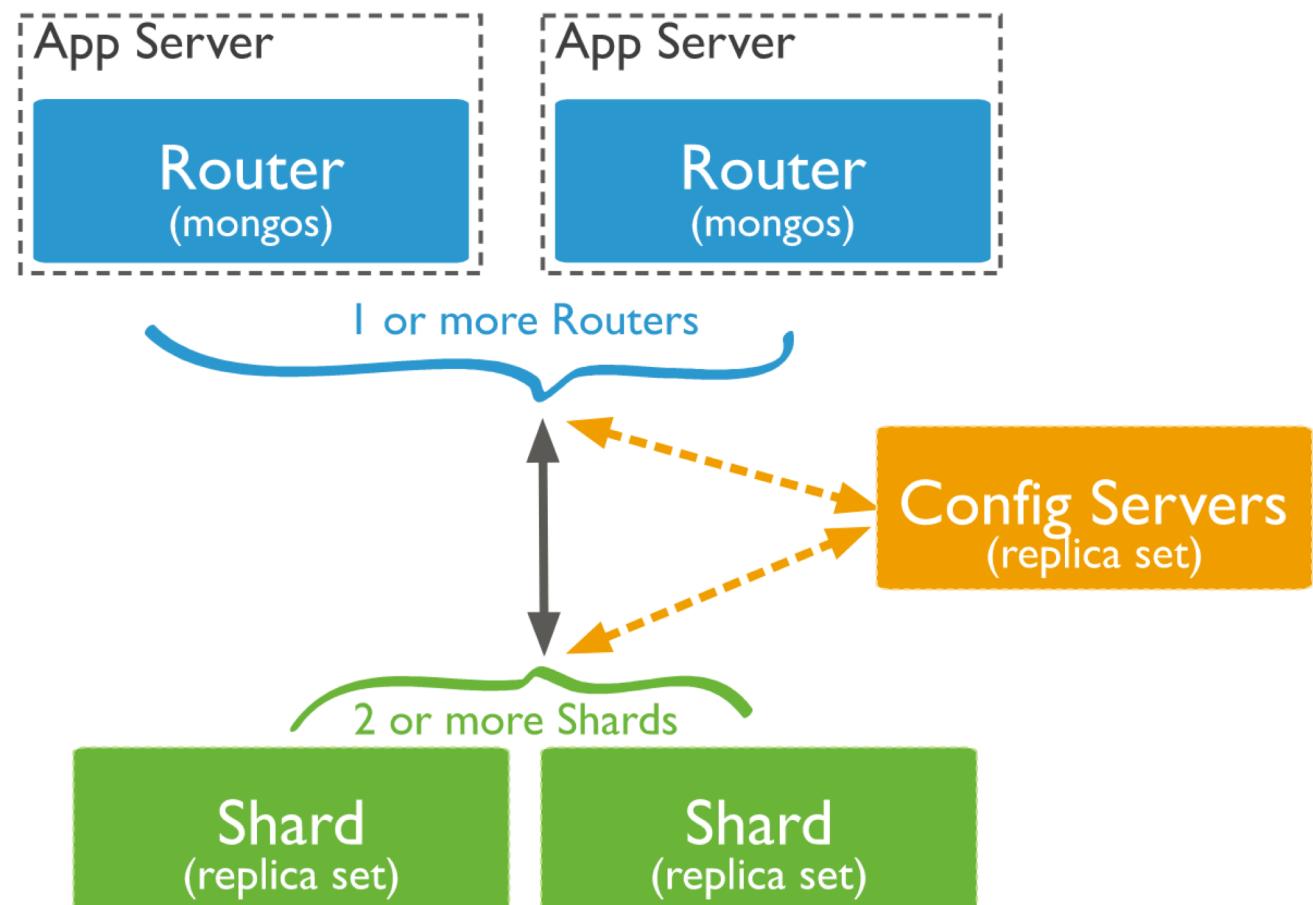
Caratteristiche generali

- Replicazione
 - la «read preference» stabilisce il criterio con cui si legge da un nodo:
 - primary, primaryPreferred, secondary, secondaryPreferred, 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

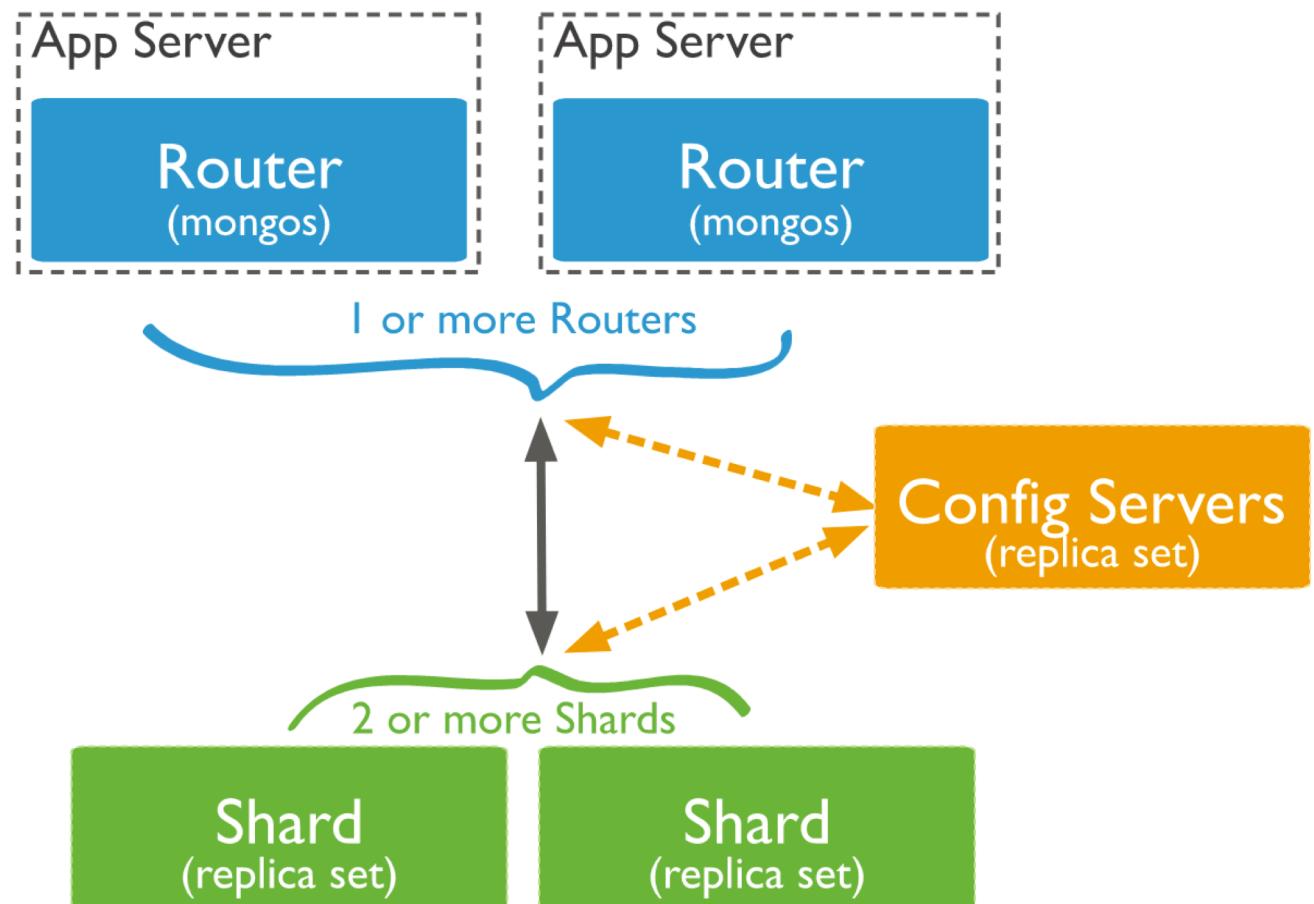
# Caratteristiche architetturali

- 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



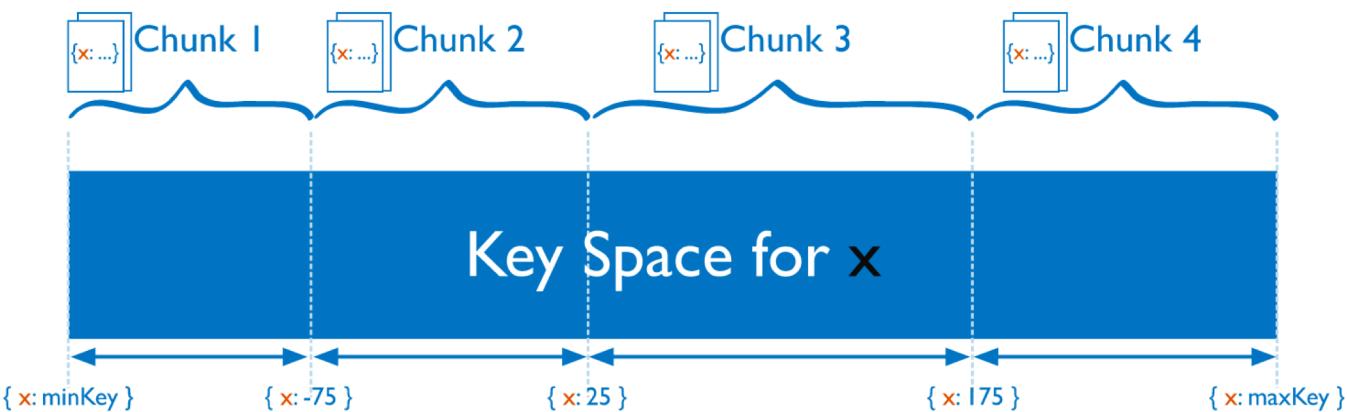
# Caratteristiche architetturali

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



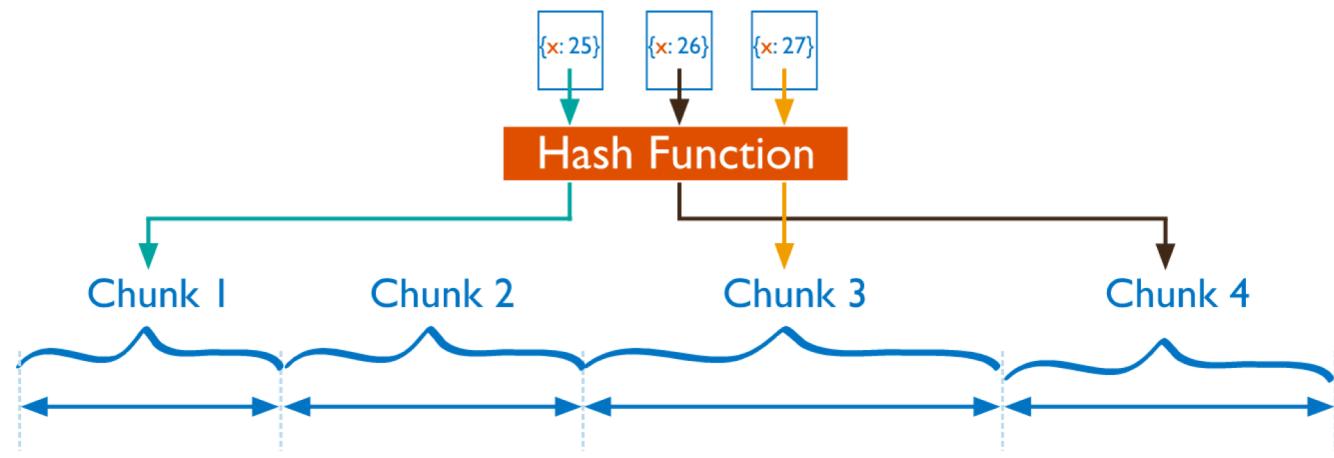
# Caratteristiche architetturali

- 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")
```

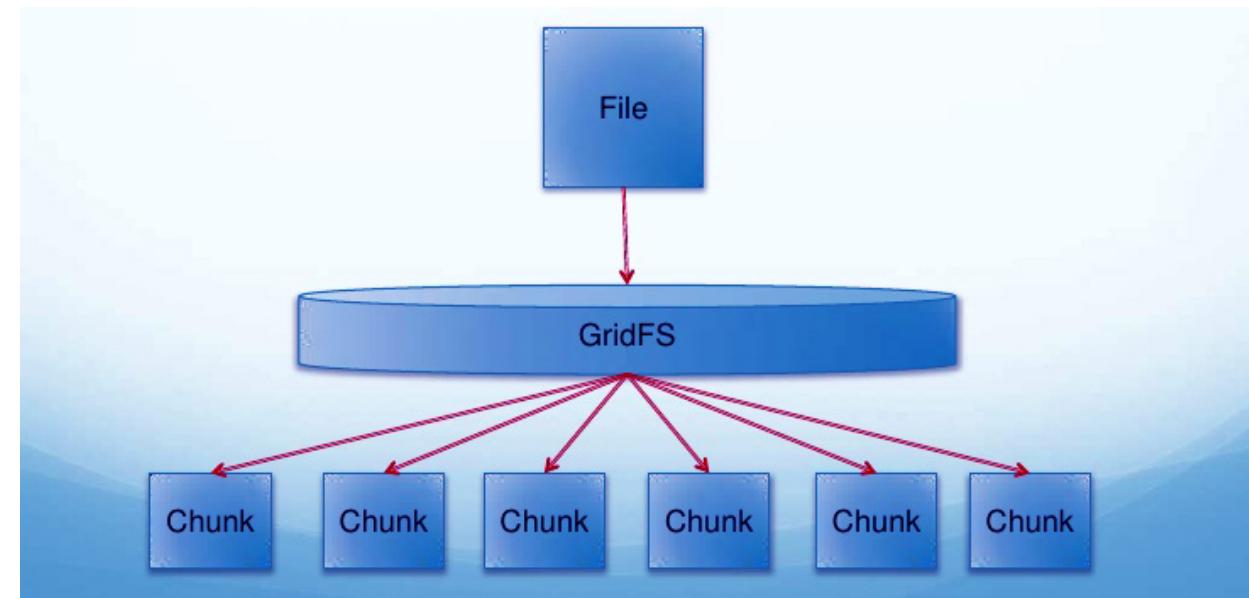
```
sh.addShard("Server2:27017")
```

```
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

- 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

```
{
 _id: <ObjectId1>,
 username: "123xyz",
 contact: {
 phone: "123-456-7890",
 email: "xyz@example.com"
 },
 access: {
 level: 5,
 group: "dev"
 }
}
```

Embedded sub-document

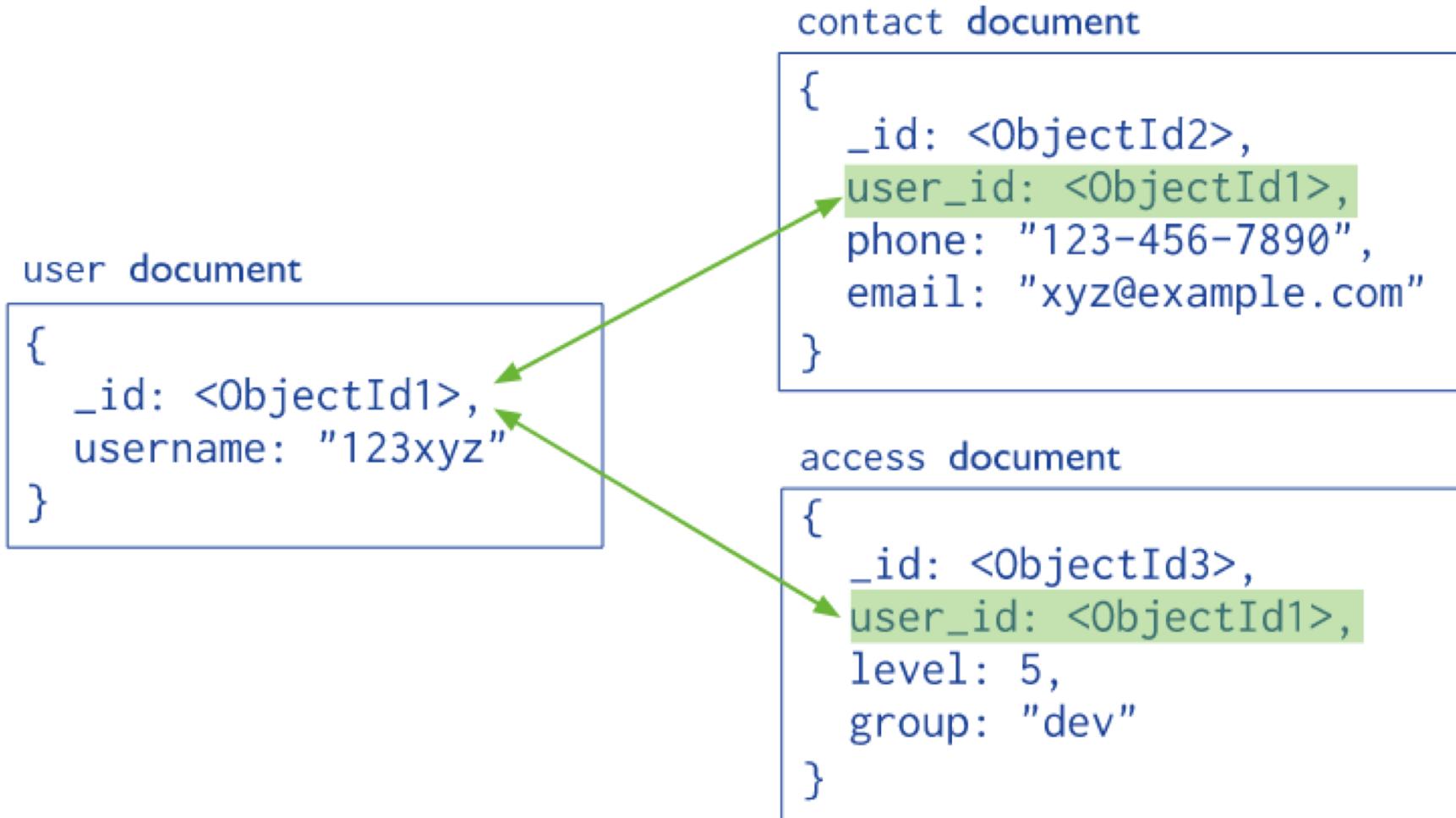
Embedded sub-document

# 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