SODOBNE NERELACIJSKE PODATKOVNE BAZE (NOSQL)

Vsebina

- problemi relacijskih podatkovnih baz
- nerelacijske podatkovne baze, NoSQL
- MongoDB
  - namestitev
  - delo z dokumenti
  - iskanje
  - posodabljanje
  - vgnezdeni dokumenti
  - kurzorji
  - indeksiranje

Uvod

"Facebook now has more than 1.35 billion monthly active users. Its data storage is more than 300 petabytes. Every 60 seconds on Facebook:

- *510 comments are posted*
- *293,000 statuses are updated*
- *136,000 photos are uploaded" (Okt 2014)*

"Twitter now has more than 300 million active users, sending > 600 million tweets every day" (Jan 2015)

"Webscale" aplikacije

- veliko podatkov
- veliko istočasnih uporabnikov
- veliko zahtevanih obdelav
- časovno pogojene obremenitve
- so relacijske baze dovolj?

Možne rešitve

- **vertikalno skaliranje (scaling up):** nadgradnja virov z zmogljivejšimi
  - kje je meja? cena?

- **horizontalno skaliranje (scaling out):** porazdelitev podatkov po več strežnikih
  - master-slave: pisanje se izvaja na glavnem strežniku, branja se lahko izvajajo iz sekundarnih baz (problem - konsistentnost)
  - deljenje podatkov (partitioning, sharding): razdelitev podatkov v podmnožice, boljše skaliranje, vendar izguba možnosti izvedbe stikov med podatki in referenčne integritete

- **druge možne rešitve**
  - replikacija cele baze v več "master" baz,
  - izvedba brez stikov - denormalizacija,
  - hranjenje majhnih baz v primarnem spominu,
  - NoSQL...

Primer problema...

- evidenca izposojenih knjig

vpisna	**ime**	**letnik**	**knjiga**
63960001	Darko	2	**Wirth**
63960002	Mitja	3	null
63960003	Ana	1	null
63960004	Laura	2	**Sedgewick**
63960005	Matej	2	null
63960006	Vera	1	null

- kaj, če želimo hraniti več izposojenih knjig za študenta in podatke o letnikih?
  - sprememba sheme?

vpisna	**ime**	**letnik**
63960001	Darko	2
63960002	Mitja	3
63960003	Ana	1
63960004	Laura	2
63960005	Matej	2
63960006	Vera	1

vpisna	**knjiga**
63960001	Wirth
63960004	**Sedgewick**
63960004	**Wirth**
...	...

vpisna	**vpis**
1	4231
2	3523
3	3291

Primer problema...

- iskanje potrebuje stikanje tabel (join)
  - SELECT knjiga
    FROM studenti, knjige
    WHERE studenti.vpisna=knjige.vpisna
    AND studenti.ime="Mitja"

- definicija stika v relacijski algebri?

  $$R \bowtie_\theta S = \sigma_\theta(R \times S)$$

- težave:
  - počasnost pri veliki količini podatkov
  - slabe zmožnosti porazdeljevanja podatkov

- druge možne težave pri uporabi relacijskih baz:
  - prekompleksen in neobvladljiv model
  - veliko začasnih podatkov, ki niso povezani z glavnimi (vsebine nakupovalnih vozičkov, ...)
  - normalna oblika upočasnjuje procesiranje podatkov (denormalizacija)
  - veliko binarnih objektov
  - uporabljamo transakcije, katerih trajnost ni pomembna (všečkanje na FB)

NoSql

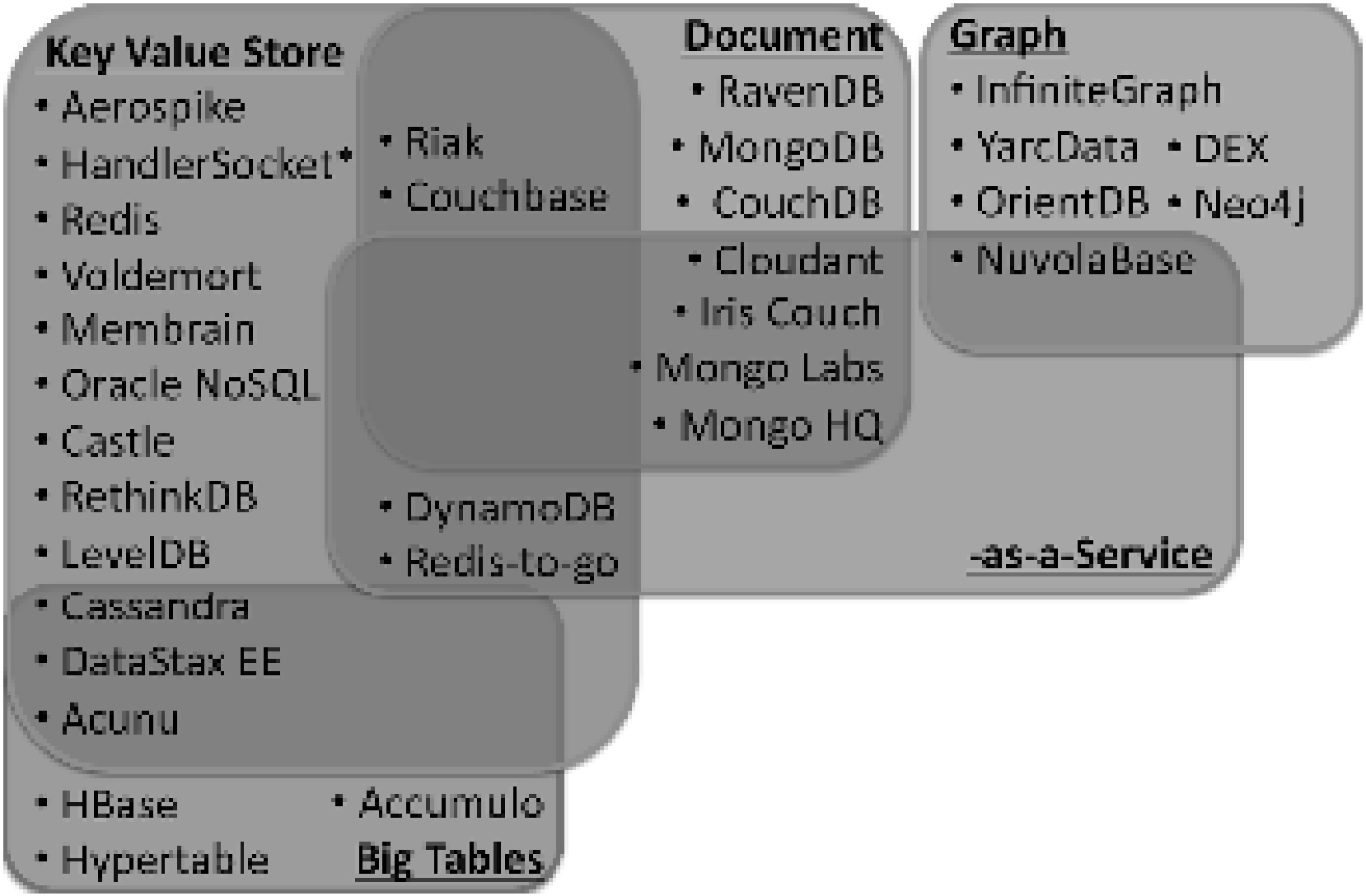
- **relacijske baze**: *one size fits all*
  - ACID (atomicity, consistency, isolation, durability),

- **nerelacijske baze**: *prilagojena podatkovna skladišča za različne aplikacij*
  - žrtvujejo shemo ACID
  - shema BASE (basically available, soft state, eventually consistent)
  - prednosti: cena, zmogljivost
  - slabosti: pomanjkanje standardov, potrebna specifična priučitev, omejena prenosljivost, nezrelost tehnologije
  - ne uporabljajo fiksne podatkovne sheme in stikov!

Izvedbe NoSQL

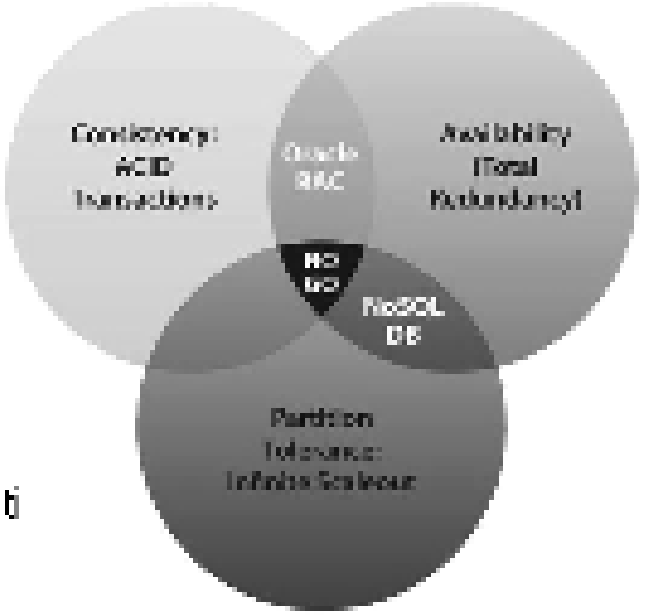
- prilagojene določenim vrstam aplikacij
  - **shrambe s ključi (key-value pairs):** BerkleyDB, Keyspace, Dynomite, Voldemort, MemcachedDB in Tokyo Cabinet.
  - **dokumentne zbirke**: MongoDB (Foursquare, SourceForge, Fotopedia, Joomla Ads), CouchDB (CERN, BBC), Redis
  - **zbirke grafov:** Neo4j, AllegroGraph, InfoGrid, Sones, graphDB in FlockDB
  - **stolpično usmerjene zbirke (column-oriented databases):** Hypertable in Cassandra (Digg, Facebook, Twitter, Rackspace),
  - **objektne shrambe:** Oracle Coherence, db4o, ObjectStore, GemStone, Polar

NoSQL SUPB


Key Value Store
• Aerospike
• HandlerSocket
• Redis
• Voldemort
• Membrain
• Oracle NoSQL
• Castle
• RethinkDB
• LevelDB
• Riak
• Couchbase
Document
• RavenDB
• MongoDB
• CouchDB
• Cloudant
• Iris Couch
• Mongo Labs
• Mongo HQ
Graph
• InfiniteGraph
• YarcData
• DEX
• OrientDB
• Neo4j
• NuvolaBase
• DynamoDB
• Redis-to-go
-as-a-Service
• Cassandra
• DataStax EE
• Acunu
• HBase
• Hypertable
• Accumulo
Big Tables

Teorem CAP

- Eric Brewer, 2000; dokaz na MIT 2002
- sistem za delo s podatki ima tri lastnosti:
  konsistentnost (Consistency),
  razpoložljivost (Availability) in
  zmožnost delitve podatkov (Partitions)
- Teorem pravi: pri deljenju podatkov
  lahko optimiziramo **največ dve** od teh treh lastnosti



Primer: podatke razdelimo na več računalnikov. Kasnejša posodobitev podatka zahteva posodobitev vseh kopij. Scenarija:

- zaklenemo vse kopije, da zagotovimo konsistentnost (zmanjšana razpoložljivost),

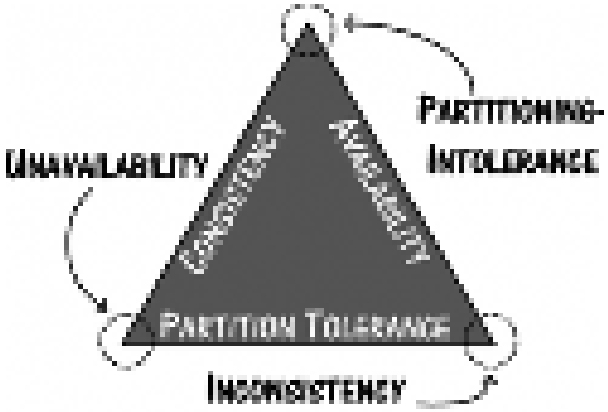
  ali

- žrtvujemo konsistentnost na račun večje razpoložljivosti

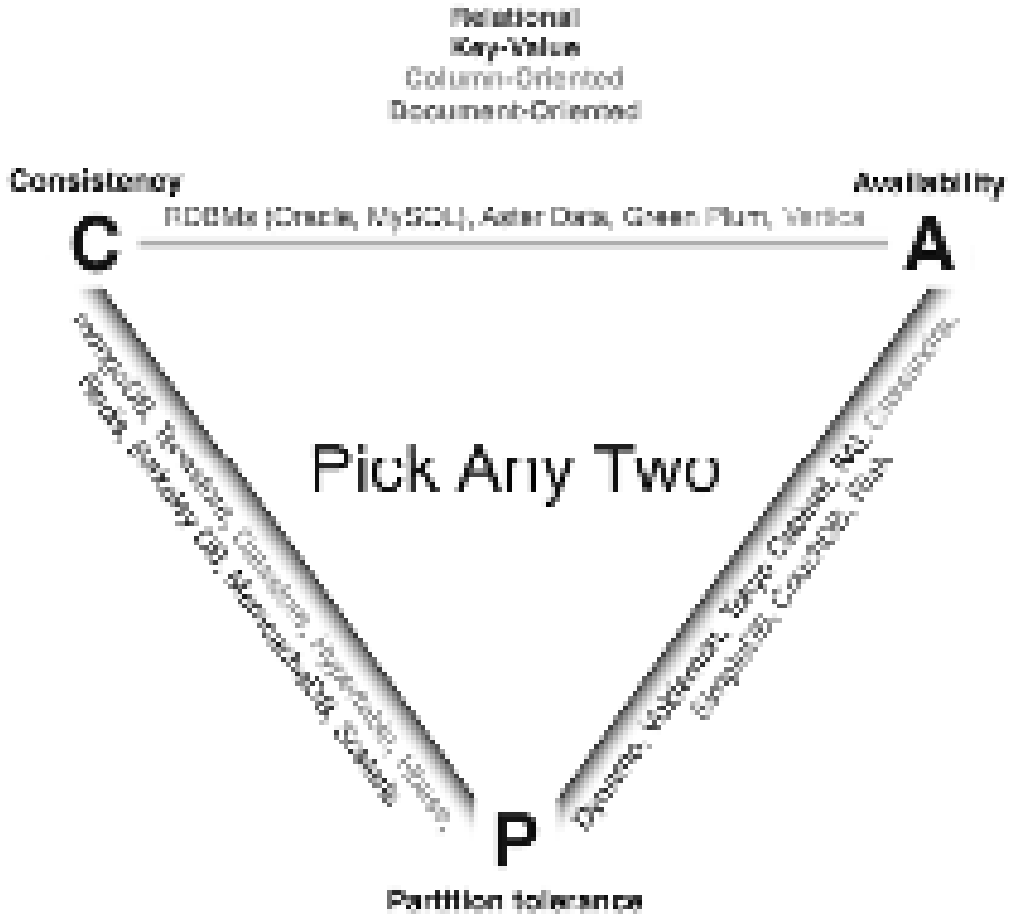
Teorem CAP

Torej: žrtvovati je potrebno enega od kriterijev: C, A ali P

- **konsistentni in razpoložljivi (CA)** sistemi imajo težavo z deljenjem podatkov, težave običajno obvladujejo z replikacijo,
- **konsistentni, porazdeljeni sistemi (CP)** imajo težavo z razpoložljivostjo podatkov ob naporu zagotavljanja njihove konsistentnosti,
- **razpoložljivi, porazdeljeni sistemi (AP)** dosegajo sčasno konsistentnost (eventual consistentcy) z replikacijo podatkov in občasnim preverjanjem konsistentnosti v podatkovnih vozliščih.



Teorem CAP


Relational
Key-Value
Column-Oriented
Document-Oriented
Consistency
Availability
RDBMs (Oracle, MySQL), Aster Data, Green Plum, Vertica
C
A
Pick Any Two
P
Partition tolerance

Težave NoSQL

- Ni standardnega povpraševalnega jezika
  - Sami delamo, kar sicer dela SQL prevajalnik (nizkonivojske operacije)
- Zavržemo 30 let izkušenj relacijskih SUPB
  - Težko smo boljši od prevajalnika
  - Visokonivojski jeziki so boljši po več kriterijih (neodvisnost od podatkov, manj kode)
- Ni shranjenih podprogramov
  - samo ena interakcija med aplikacijo in SUPB (namesto ena za vsak zapis, kot pri NoSQL)
  - premaknemo kodo k podatkom in ne obratno
- Če ACID danes ne potrebujemo, ali lahko zagotovimo to za jutri?
  - premiki podatkov, nekomutativne posodobitve, večzapisna stanja
  - če potrebujemo integritetne omejitve
  - eventuelna konsistentnost $\rightarrow$ zmeda v podatkih

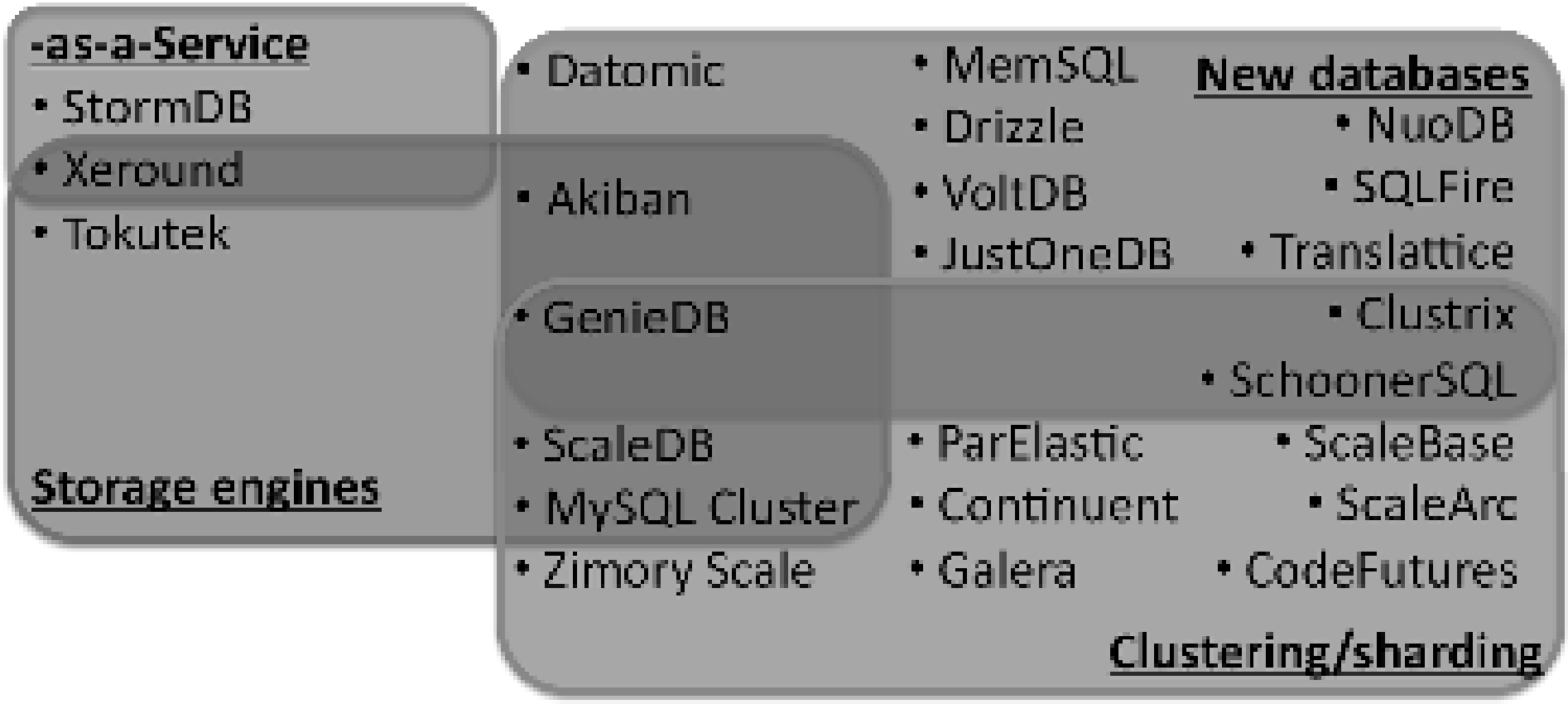
Za kaj je torej dober NoSQL

- Netransakcijski sistemi
- Enozapisne, komutativne transakcije
- Neprimerno za sodobne OLTP sisteme
- Ne potrebujemo enovitega povpraševalnega jezika
  - programska koda
  - CQL, UnQL (po zgledu SQL, nestandardno, nekompatibilno)

SQL + NoSQL = NewSQL?

- NoSQL:
  - Nova, moderna zvrst nerelacijskih SUPB
  - Zavračanje pojmov fiksnih shem tabel in stičnih operacij
  - Načrtovan z namenom omogočanja zahtev po masivnem horizontalnem skaliranju
  - Omogoča upravljanje podatkov brez definirane sheme
  - Bye, bye, SQL
- NewSQL
  - Zadnji trend na področju relacijskih SUPB
  - Ohranja SQL in ACID
  - Načrtovan z namenom omogočanja zahtev po masivnem horizontalnem skaliranju
    ali
  - Tako velik performančni napredek, da horizontalno skaliranje ni več potrebno

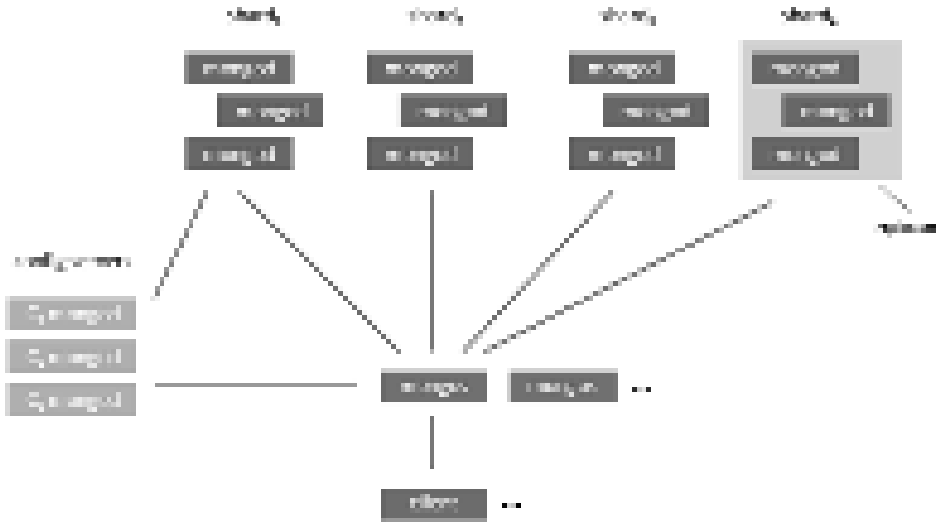
NewSQL SUPB


-as-a-Service
• StormDB
• Xeround
• Tokutek
Storage engines
• Datomic
• Akiban
• GenieDB
• ScaleDB
• MySQL Cluster
• Zimory Scale
• MemSQL
• Drizzle
• VoltDB
• JustOneDB
• ParElastic
• Continuent
• Galera
New databases
• NuoDB
• SQLFire
• Translattice
• Clustrix
• SchoonerSQL
• ScaleBase
• ScaleArc
• CodeFutures
Clustering/sharding

- problem relacijskh baz
- nerelacijske podatkovne baze, NoSQL
- MongoDB
  - namestitev
  - delo z dokumenti
  - iskanje
  - posodabljanje
  - vgnezdeni dokumenti
  - kurzorji
  - indeksiranje

MongoDB

- dokumentno-usmerjena podatkovna baza (JSON/BSON)
- lasten komunikacijski protokol, ki uporablja TCP/IP
- konzola uporablja JavaScript sintakso
- podatkovna baza -> zbirke dokumentov (Collections) -> dokumenti (Documents)
- replikacija v obliki master-slave, delitev podatkov (sharding)
- napisan v C++
- sistem ne uporablja stikov podatkov (vendar možni v uporabniškem programu)
- podatkovni tipi: null, boolean, 32-bit integer, 64-bit integer, 64-bit floating point, string



- polna postavitev sistema:
  - mongod - strežnik podatkov
  - mongos - usmerjevalnik k podmnožici podatkov
  - strežniki so lahko replicirani (redundantnost)
  - ločena konfiguracija od podatkov (konfiguracijski strežniki)

Namestitev

- http://www.mongodb.org/, prenos 32/64-bitne različice
- mongod - strežniški program
  - pot do podatkov: argument --dbpath ali uporaba konfiguracijske datoteke in --config
  - strežnik posluša na vratih 27017
  - (spletni administrativni strežnik posluša na vratih 28017)
- mongod - strežniški program
- mongo - priložen odjemalec (ukazna vrstica)
- pogosta uporaba JavaScript sintakse (specifikacija dokumentov, poizvedb, skripte, ...)

```
> mongod --config mongodb.config
Mon Nov 05 16:20:46 [initandlisten] MongoDB starting : pid=8384 port=27017 dbpath=c:\mongodb\data 64-bit host=quaddrix
Mon Nov 05 16:20:46 [initandlisten] db version v2.2.0, pdfile version 4.5
Mon Nov 05 16:20:46 [initandlisten] git version: f5e83eae9cfbec7fb7a071321928f00d1b0c5207
Mon Nov 05 16:20:46 [initandlisten] build info: windows sys.getwindowsversion(major=6, minor=1, build=7601, platform=2,
service_pack='Service Pack 1') BOOST_LIB_VERSION=1_49
Mon Nov 05 16:20:46 [initandlisten] options: { config: "mongodb.config", dbpath: "c:\mongodb\data" }
Mon Nov 05 16:20:46 [initandlisten] journal dir=c:/mongodb/data/journal
Mon Nov 05 16:20:46 [initandlisten] recover : no journal files present, no recovery needed
Mon Nov 05 16:20:46 [initandlisten] waiting for connections on port 27017
Mon Nov 05 16:20:47 [websvr] admin web console waiting for connections on port 28017
```

Primerjava pojmov

SQL	MongoDB
database (podatkovna baza)	database (podatkovna baza)
table (tabela)	collection (zbirka)
row (vrstica)	dokument JSON
column (stolpec)	JSON field (polje v dokumentu JSON)
primary key (primarni ključ)	polje _id v dokumentu JSON
indeks	indeks
group by	agregacija

Primarni ključ dokumenta: _id

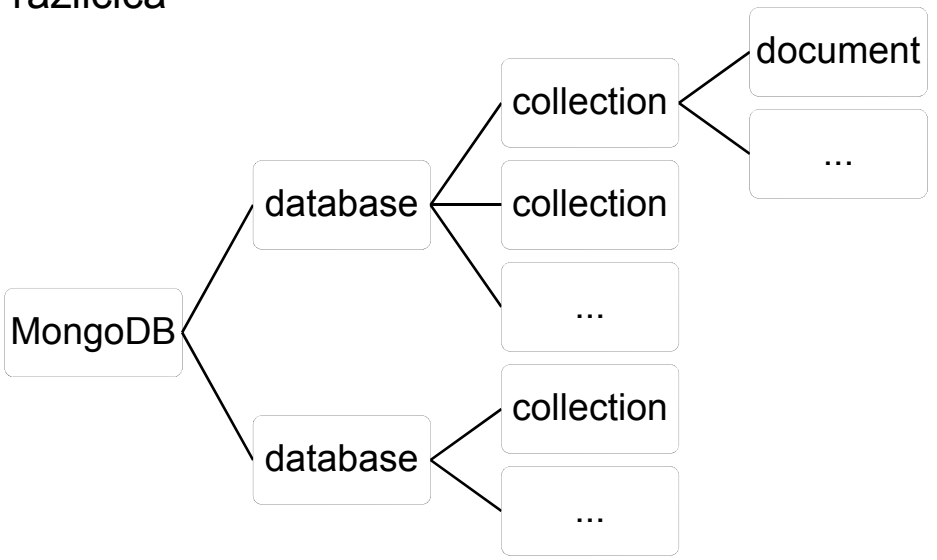
- Striktneje: ekvivalent primarnega ključa
- Imeti mora enolično določeno vrednost
- Lahko je poljubnega tipa
- Lahko ga podamo pri kreiranju dokumenta
- Če ga ne podamo, ga MongoDB kreira avtomatsko v obliki ObjectId

- ObjectId:
  - 12-bytni BSON (binarni JSON) zapis

Prvi koraki

```
show dbs                          // seznam baz podatkov
show collections                  // seznam zbirk
use <podatkovna_baza>             // uporabi podano bazo
db                                // referenca do aktivne baze

db.help()                         // pomoč
db.stats()                        // statistike
db.version()                      // različica
```

- lena izvedba: **ustvarjanje baz in zbirk** je **implicitno** ob ustvarjanju dokumentov



Delo z dokumenti

```
// največja velikost dokumenta 4MB
db.studenti.insert({ime: "janko", priimek: "novak"})

db.studenti.remove(kriterij)
db.studenti.drop()                          // brisanje cele zbirke (hitreje!)


db.studenti.find()


db.studenti.find(kriterij)                  // vrne kurzor na zadetke
db.studenti.findOne(kriterij)               // vrne prvi zadetek

// zamenja vse dokumente, ki ustrezajo kriteriju
db.studenti.update(kriterij, novi_dokument)
```

Iskanje - modifikatorji

```
db.x.find({visina: {$gte: 180}})                          // višina večja od 180
                                                          // podobno $lt, $lte, $gte
db.x.find({prijatelji: {$ne: "Bo"}})                      // prijatelj ni enak "Bo"
db.x.find({teza: {$in: [70, 75]}})                        // teža je v podani množici
db.x.find({teza: {$nin: [70, 75]}})                       // teža ni v podani množici
db.x.find({$or: [{teza: {$gt: 80}},
          {visina: {$gt: 180}}]})                         // disjunkcija
db.x.find({teza: {$not : {$mod: [5,0]}}})                 // teža ni deljiva s 5
db.x.find({prijatelji: {$all: ["Bo", "Theodore"]}})       // vsebovanost podmn.
db.x.find({prijatelji: {$size: 3}})                       // velikost polja je 3
db.x.find({}, {prijatelji: {$slice: [0,2]}})              // izberi rezino polja
db.x.find({polje : {$exists : 1}})                        // izberi, če polje obstaja
```

Posodabljanje


```
db.x.update({ime: "Eva"}, {novi dokument})              // zamenjaj cel dokument
db.x.update({ime: "Eva"}, {$set : {mama : "Ana"}})            // nastavi polje
db.x.update({ime: "Eva"}, {$unset : {mama : 1}})              // odstrani polje
db.x.update({ime: "Eva"}, {$inc : {starost : 5}})             // inkrement polja
db.x.update({ime: "Eva"}, {$push : {prijatelji : "John"}})    // dodaj v polje
db.x.update({ime: "Eva"}, {$addToSet : {loto : 42}})          // dodaj brez ponav.
db.x.update({ime: "Eva"}, {$pop : {loto : 1}})                // odstrani s konca
db.x.update({ime: "Eva"}, {$pop : {loto : -1}})               // odstrani z začetka
db.x.update({ime: "Eva"}, {$pull : {loto : 15}})              // odstrani iz polja

db.x.update({ime: "Eva"}, {$inc : {starost : 5}}, true)       // če ne obstaja, dodaj
db.x.update({ime: "Eva"}, {$inc : {starost : 5}}, true, true) // posodobi vse zadetke
```

Vgnezdeni dokumenti

- možno gnezdenje dokumentov in iskanje po gnezdenih poljih (npr. knjige.avtorjev)

```
doc = { ime : "Janko",
        priimek : "Novak",
        knjige : [
                { avtorjev : 3, strani : 100},
                { avtorjev : 5, strani : 50},
                { avtorjev : 8, strani : 400}
        ]
}
```

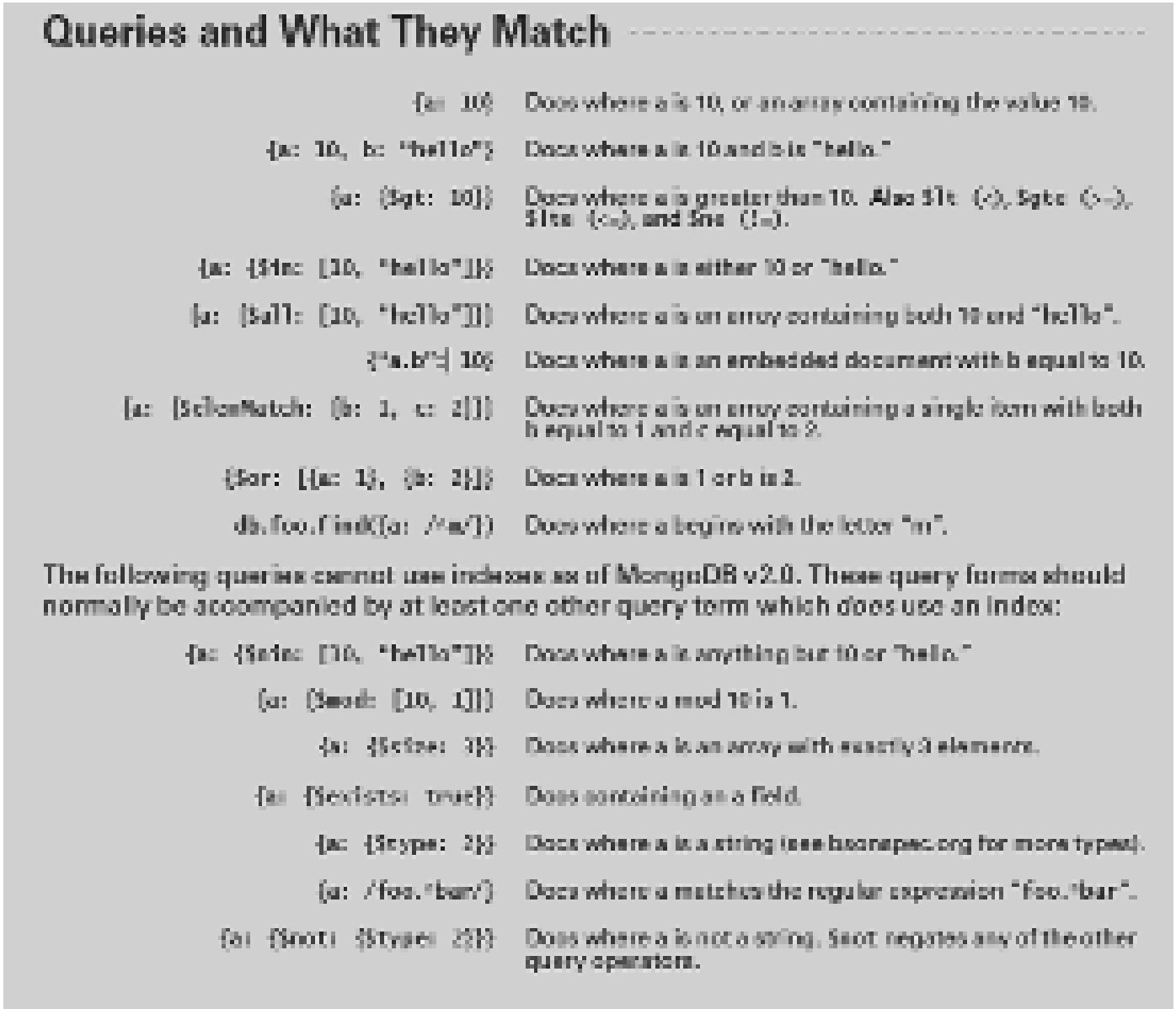
```
// iskanje z identično vsebino
db.primer.find({ime: {priimek: "Novak", prvo: "Janko"})

// iskanje po poljih
db.primer.find({"ime.prvo": "Janko", "ime.priimek": "Novak"})

// pogoji vezani na vsebino vsakega elementa
db.primer.findOne({knjige: {$elemMatch: {avtorjev : 3, strani : 50 }}})

// pozicijsko iskanje
db.primer.findOne({"knjige.1.strani": 50})

// $ nadomesti pozicijo najdenegaa dokumenta
db.primer.findOne({"knjige.avtorjev" : 3, "knjige.strani": 50 }, {"knjige.$":1})
```

Literatura

- Osnovna literatura
  http://docs.mongodb.org/manual

- kratki (referenčni) povzetki:
  http://www.10gen.com/reference

Literatura



Queries and What They Match

{a: 10}	Docs where a is 10, or an array containing the value 10.
{a: 10, b: "hello"}	Docs where a is 10 and b is "hello."
{a: {$gt: 10}}	Docs where a is greater than 10. Also $lt (<), $gte (>=), $lte (<=), and $ne (!=).
{a: {$in: [10, "hello"]}}	Docs where a is either 10 or "hello."
{a: {$all: [10, "hello"]}}	Docs where a is an array containing both 10 and "hello".
{"a.b": 10}	Docs where a is an embedded document with b equal to 10.
{a: {$elemMatch: {b: 1, c: 2}}}	Docs where a is an array containing a single item with both b equal to 1 and c equal to 2.
{$or: [{a: 1}, {b: 2}]}	Docs where a is 1 or b is 2.
db.foo.find({a: /^m/})	Docs where a begins with the letter "m".

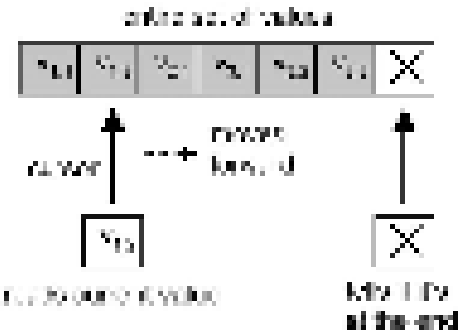
The following queries cannot use indexes as of MongoDB v2.0. These query forms should normally be accompanied by at least one other query term which does use an index:

{a: {$nin: [10, "hello"]}}	Docs where a is anything but 10 or "hello."
{a: {$mod: [10, 1]}}	Docs where a mod 10 is 1.
{a: {$size: 3}}	Docs where a is an array with exactly 3 elements.
{a: {$exists: true}}	Docs containing an a field.
{a: {$type: 2}}	Docs where a is a string (see bsonspec.org for more types).
{a: /foo.*bar/}	Docs where a matches the regular expression "foo.*bar".
{a: {$not: {$type: 2}}}	Docs where a is not a string. $not negates any of the other query operators.

Literatura

SQL	MongoDB
SELECT * FROM users WHERE age=33	db.users.find({age: 33})
SELECT * FROM users WHERE name LIKE '%bob%'	db.users.find({name: /bob/})
SELECT * FROM users WHERE name LIKE 'bob%'	db.users.find({name: /^bob/})
SELECT * FROM users WHERE age>33 AND age<41	db.users.find({age: {$gt: 33, $lt: 41}})
SELECT * FROM users ORDER BY name DESC	db.users.find().sort({name: -1})
SELECT * FROM users WHERE age=33 AND name='Bob'	db.users.find({age: 33, name: 'Bob'})
SELECT * FROM users LIMIT 10 SKIP 20	db.users.find().skip(20).limit(10)
SELECT * FROM users WHERE age=33 OR name='Bob'	db.users.find({$or:[{age:33}, {name:'Bob'}]})
SELECT * FROM users LIMIT 1	db.users.findOne()
SELECT DISTINCT name FROM users	db.users.distinct('name')
SELECT COUNT(*) FROM users	db.users.count()
SELECT COUNT(*) FROM users WHERE AGE > 30	db.users.find({age: {$gt: 30}}).count()
SELECT COUNT(AGE) FROM users	db.users.find({age: {$exists: true}}).count()
CREATE INDEX ON users (name ASC)	db.users.ensureIndex({name: 1})
CREATE INDEX ON users (name ASC, age DESC)	db.users.ensureIndex({name: 1, age: -1})
EXPLAIN SELECT * FROM users WHERE age=33	db.users.find({age: 33}).explain()
UPDATE users SET age=33 WHERE name='Bob'	db.users.update({name: 'Bob'}, {$set: {age: 33}}, false, true)
UPDATE users SET name='Bobby' WHERE name='Bob'	db.users.update({name: 'Bob'}, {$set: {name: 'Bobby'}}, false, true)
DELETE FROM users WHERE name='Bob'	db.users.remove({name: 'Bob'})

Kurzorji



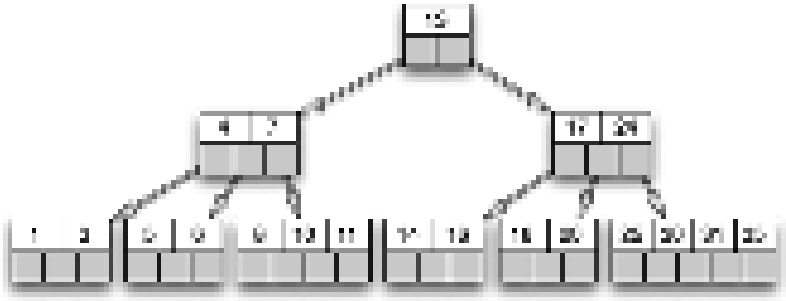
- kurzor - oblika iteratorja po podatkih v zbirki

```
var cur = db.evidenca.find()                    // vrni kurzor
cur.forEach(function (x) {printjson(x); })      // iteracija po kurzorju
```

- `limit`, `skip`, `sort`
- `limit` in `skip` uporabna za ostranjevanje (pagination) v aplikacijah)

```
db.evidenca.find().limit(3)                     // omeji na prve 3 zapise
db.evidenca.find().skip(3)                      // preskoči 3 zapise
db.evidenca.find().sort({starost : 1})          // sortiranje naraščajoče
db.evidenca.find().sort({visina : -1})          // sortiranje padajoče

db.evidenca.count()                             // štetje zadetkov
db.evidenca.count({visina: {$gt : 170}})        // štetje s pogojem
db.evidenca.distinct("visina")                  // seznam različnih
```

Indeksiranje



- omejitev: največ 64 indeksov na zbirko
- indeks na {a : 1, b : 1, c : 1, ..., z : 1} pohitri delovanje poizvedb
  - enostaven indeks: {a : 1}, sestavljen indeks: {a : 1, b: -1}
  - kaj pomeni številka: 1 naraščajoč, -1 padajoč vrstni red v indeksu
- možno tudi indeksiranje gnezdenih dokumentov

```
db.x.ensureIndex({visina: 1})                          // izdelava indeksa
db.x.ensureIndex({visina: 1}, {name : "indy"})         // poimenovanje indeksa
db.x.dropIndex({visina: 1})                            // brisanje indeksa
db.x.ensureIndex({visina: 1}, {unique : true})         // unikatni indeks (za ključe)

db.x.find({starost : 33}).explain()                    // poda statistike pri iskanju
```

Geoprostorsko indeksiranje

- iskanje točk, ki so po lokaciji (koordinatah) sorodne izvorni točki

- vsak dokument vsebuje en par podatkov, ki predstavljajo lokacijo; pozor če delamo iz Pythona: Pythonovi slovarji niso urejeni (uporabimo bson.SON())

- koordinate so običajno na intervalu od -180 do 180 (ustreza zemljepisni dolžini/širini)

```
{ "gps" : [ 0, 100 ] }
{ "gps" : { "x" : -30, "y" : 30 } }
{ "gps" : { "latitude" : -180, "longitude" : 180 }}
```

- izgradnja indeksa

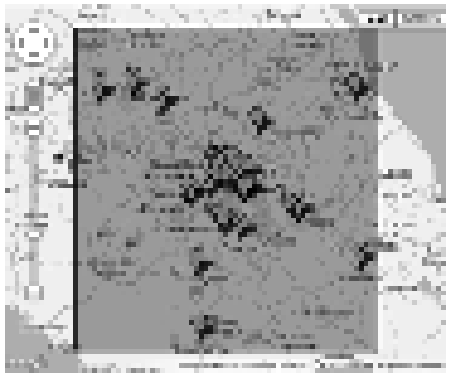
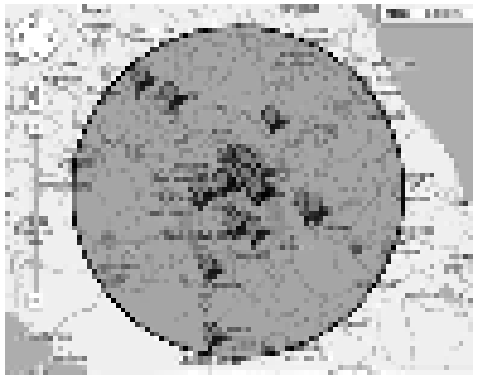
```
db.map.ensureIndex({"gps" : "2d"})
```

Geoprostorsko indeksiranje

- iskanje:

```
db.map.find({"gps" : {$near : [40, -73]}})
db.map.find({"gps" : {$within : {$box : [[10, 20], [15, 30]]}}})
db.map.find({"gps" : {$within : {$center : [[12, 25], 5]}}})
```

  - kot oblika možni tudi $center, $circle ali $poly


- možna kombinacija indeksov za optimicijo iskanja po različnih poljih
  - `db.places.ensureIndex( { location : "2d" , category : 1 } );`
  - `db.places.find( { location : { $near : [50,50] }, category : 'coffee' } );`

- tipi indeksov: 2d – ravninska geometrija, 2dsphere – sferična geometrija (WGS84, World Geodetic System, 1984; uporablja GPS)

Kompleksne poizvedbe

- element $where
- pozor: počasna izvedba (pretvorba iz BSON v JavaScript, dela brez uporabe indeksov)

```
> db.primer.insert({jabolko: 1, banana : 6, breskev : 3})
> db.primer.insert({jabolko: 8, ananas : 4, lubenica : 4})

> db.primer.findOne({$where: function () {
... for (var prvi in this) {
...     for (var drugi in this) {
...         if (prvi != drugi && this[prvi] == this[drugi]) return true;
...     }
... }
... return false;
... }})

{
        "_id" : ObjectId("5098b267b6979a0c0c662391"),
        "jabolko" : 8,
        "ananas" : 4,
        "lubenica" : 4
}
```

PyMongo – MongoDB odjemalec

- Instalacija v Python:
  pip install pymongo
- Alternativa:
  - Prenesite https://github.com/mongodb/mongo-python-driver
  - Odpakirajte in zaženite: python setup.py install

- Navodila: http://api.mongodb.org/python/current/tutorial.html
- Zdaj lahko iz Pythona dostopate tako do MariaDB, kot MongoDB

Uporaba v Pythonu

- knjižnica pymongo
- zapis funkcij s podčrtaji (find_one namesto findOne ipd.)
- slovarji ali BSON namesto JSON

```
from pymongo import Connection

connection = Connection('localhost', 27017)        # privzeti parametri
db = connection.test
db.collection_names()                              # seznam vseh zbirk

db.obvestila.insert(dokument)                      # dodajanje dokumenta

posts.find_one({})

for post in db.izpiti.find({}):                    # iteriranje po zadetkih
    post

for post in db.izpiti.find({}):                    # varnejše iteriranje
    print(post.get("nagrada", "ni nagrade"))
```

Iskanje, posodabljanje

```
# štetje zapisov - count
db.izpiti.find({"letnik": 1}).count()

# omejitev števila zadetkov - limit
for x in db.izpiti.find({"letnik": 1}).limit(3): x

# uporaba modifikatorjev, sortiranje
for x in db.izpiti.find({"letnik": {"$gt": 1}}).sort("ime"): x

# posodabljanje zapisov
db.izpiti.update({"letnik": 1},{"$inc": {"letnik" :1}})                 # samo prvi
db.izpiti.update({"letnik": 1},{"$inc": {"letnik" :1}}, multi=True)     # vseh zadetkov
db.izpiti.update({"letnik": 1},{"$inc": {"letnik" :1}}, upsert=True)    # ustvari, če ne obstaja
```

Indeksi: navadni in geo

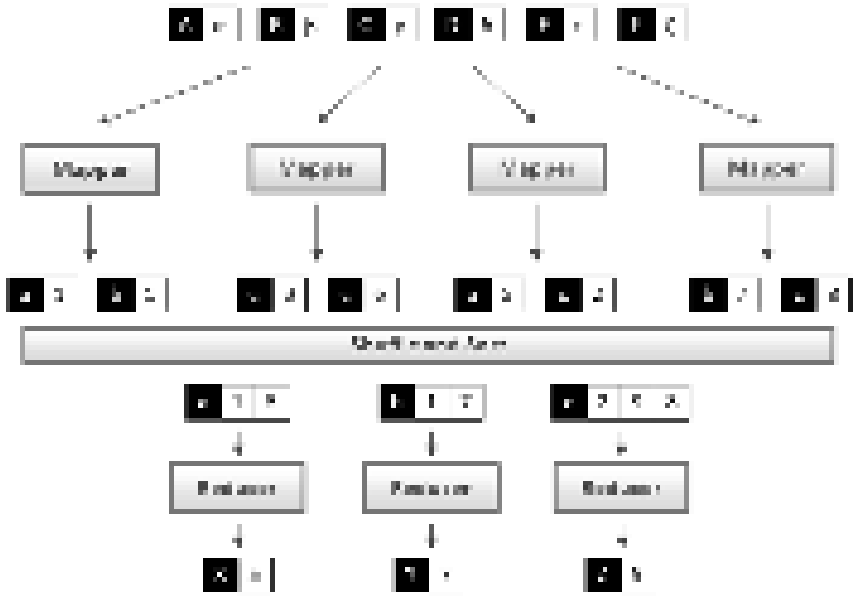
```
#indeksiranje
db.izpiti.create_index([("letnik", ASCENDING), ("author", ASCENDING)])
db.izpiti.drop_index([("letnik", ASCENDING), ("author", ASCENDING)])

db.izpiti.find({...}).explain()["cursor"]       # statistike iskanja
db.izpiti.find({...}).explain()["nscanned"]


# geoprostorsko indeksiranje
import bson
from pymongo import GEO2D                       # sinonim za "2dsphere"
loc = bson.SON()                                # ohranja vrstni red elementov
loc["x"]=3
loc["y"]=4
dok = {"ime": "Metka", "loc": loc}
db.prostor.insert(dok)

db.prostor.create_index([("loc", GEO2D)])
for doc in db.prostor.find({"loc": {"$near": [3, 6]}}).limit(3):  doc
for doc in db.prostor.find({"loc": {"$within": {"$box": [[0,0],[3,4]]}}}): doc
```

Primer (jadralci)

```
# Jadralec Darko
db.jadralec.insert( {"jid": 22, "ime" : "Darko", "rating": 10, "starost":45} )

# Darkove rezervacije
db.rezervacija.insert( {"jid": 22, "cid" : 101, "dan": "2006-10-10" } )
db.rezervacija.insert( {"jid": 22, "cid" : 102, "dan": "2006-10-10" } )
db.rezervacija.insert( {"jid": 22, "cid" : 103, "dan": "2006-10-8" } )
db.rezervacija.insert( {"jid": 22, "cid" : 104, "dan": "2006-10-7" } )

# Indeksi
db.rezervacija.ensure_index("jid")
db.rezervacija.ensure_index("cid")
db.rezervacija.ensure_index( [     ("jid", pymongo.DESCENDING),
                                   ("cid", pymongo.ASCENDING)] )


# STIK: Poišči vse Darkove rezervacije
darko = db.jadralec.find_one({"ime" : "Darko"})
rez =  db.rezervacija.find( {"jid" : darko["jid"]} )
for r in rez:
    print r
```

MapReduce

- podoben pristop kot pri funkcijskem programiranju
- omogoča paralelizacijo poizvedb v velikih podatkovnih bazah preko velikega števila računalnikov/jeder/procesorjev
- prepočasen za izvajanje v realnem času
- map: preslika vhodne dokumente v drugačno predstavitev in jo posreduje s stavkom emit
- reduce: za vsak ključ prejme polje vrednosti od funkcije map in izračuna končni rezultat



MapReduce

Podana je študentska evidenca opravljenih izpitov:

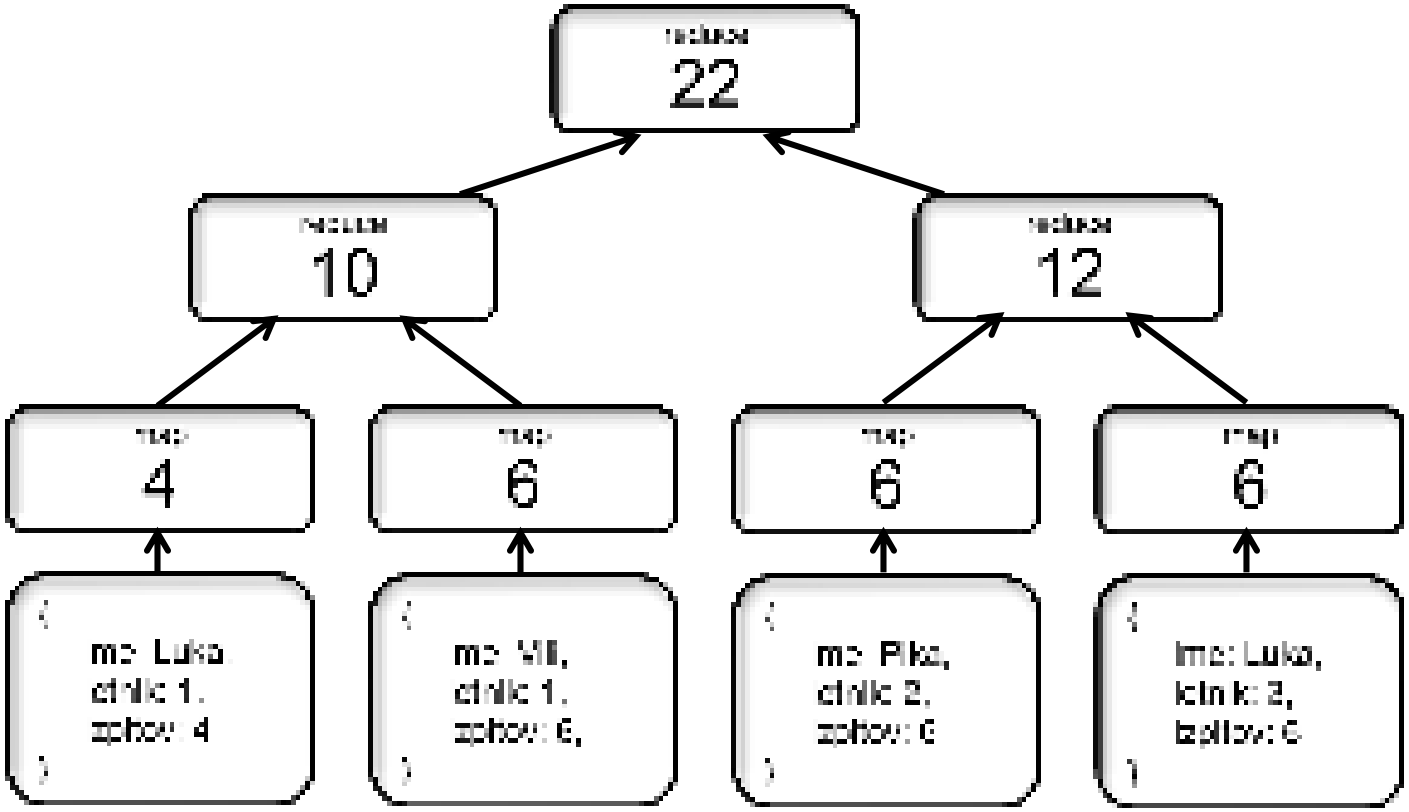
```
> db.izpiti.find({},{_id:0})   # Projekcija, izpis brez _id
{ "ime" : "Luka", "letnik" : 1, "izpitov" : 4 }
{ "ime" : "Vili", "letnik" : 1, "izpitov" : 6 }
{ "ime" : "Jaka", "letnik" : 1, "izpitov" : 2 }
{ "ime" : "Taja", "letnik" : 2, "izpitov" : 2 }
{ "ime" : "Dino", "letnik" : 2, "izpitov" : 4 }
{ "ime" : "Igor", "letnik" : 3, "izpitov" : 2 }
{ "ime" : "Nina", "letnik" : 3, "izpitov" : 3 }
{ "ime" : "Dani", "letnik" : 3, "izpitov" : 6 }
{ "ime" : "Pika", "letnik" : 3, "izpitov" : 5 }
{ "ime" : "Dasa", "letnik" : 3, "izpitov" : 5 }
```

Zanima nas:

- Kakšno je skupno število izpitov, ki so jih opravili vsi študenti v letnikih?
- Kakšno je povprečno število izpitov, ki so jih opravili vsi študenti v letnikih?
- Kakšno je povprečno število izpitov, ki so jih opravili študenti po posameznih letnikih?

MapReduce: primer 1

1.) Kakšno je skupno število izpitov, ki so jih opravili vsi študenti v letnikih?



- reduce mora biti asociativen, vrstni red izvedbe je neopredeljen
- reduce mora vrniti podatek istega tipa kot je tip rezultata funkcije emit

MapReduce: primer 1

```
var mapper = function() {
     emit(null, this.izpitov)
}
```

```
var reducer = function(key, values) {
     var sum = 0;
     values.forEach(function(x) {
          sum += x;
     })
     return sum;
}
```

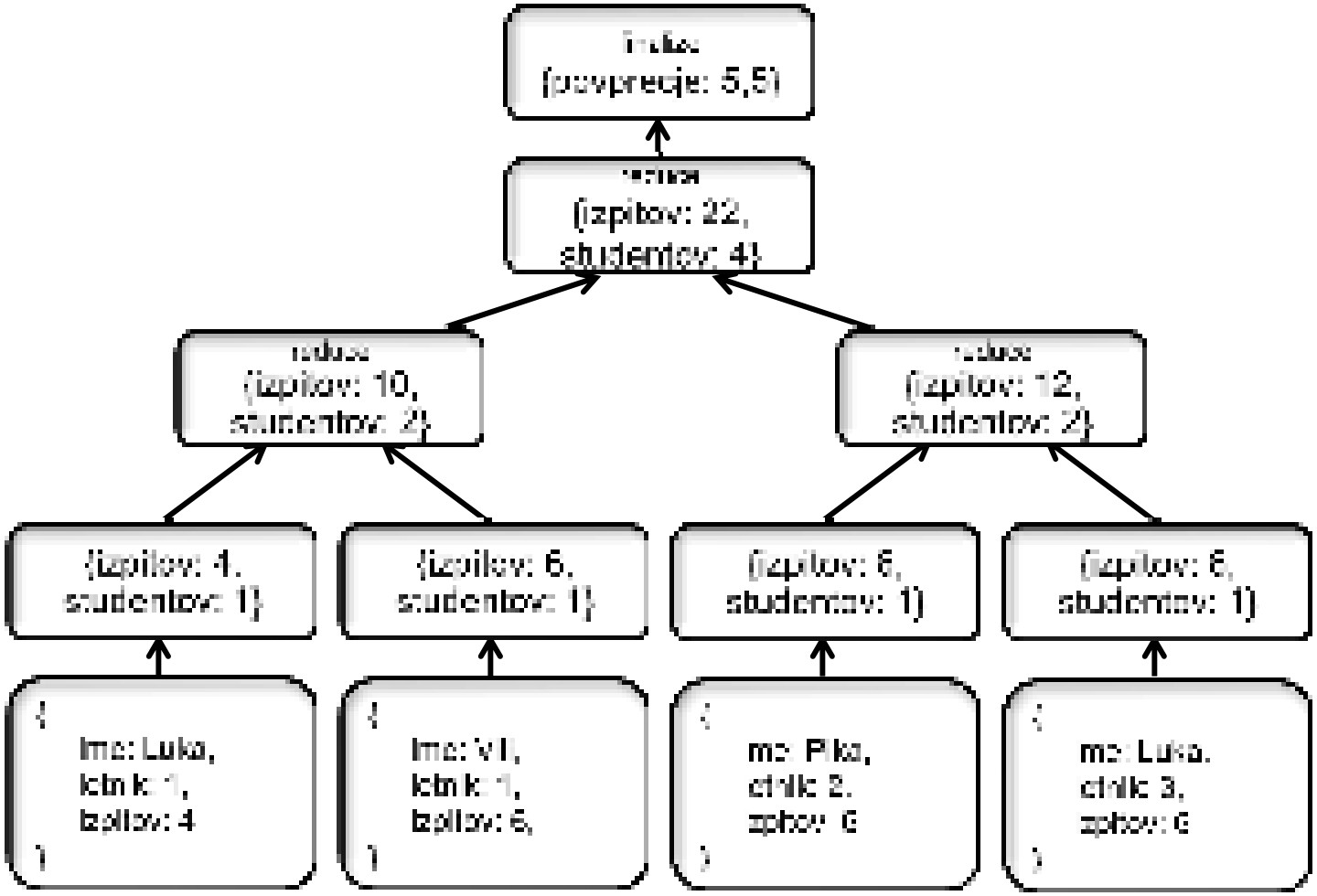
```
> db.izpiti.mapReduce(mapper, reducer, {out: "rezultati"})
{
        "result" : "rezultati",
        "timeMillis" : 97,
        "counts" : {
                "input" : 10,
                "emit" : 10,
                "reduce" : 1,
                "output" : 1
        },
        "ok" : 1,
}

> db.rezultati.find()
{ "_id" : null, "value" : 39 }
> db.rezultati.findOne().value
39
```

naziv zbirke, v kateri se bo shranil rezultat

izpis rezultata

MapReduce: primer 2

2.) Kakšno je povprečno število izpitov, ki so jih opravili vsi študenti v letnikih?



MapReduce: primer 2

Kakšno je povprečno število izpitov, ki so jih opravili vsi študenti v letnikih?

```
var mapper = function() {
     emit(null, {studentov: 1, izpitov: this.izpitov})
}
```

```
var reducer = function(key, values) {
     var sum = {studentov: 0, izpitov: 0}
     values.forEach(function(x) {
          sum.studentov += x.studentov;
          sum.izpitov += x.izpitov
     })
     return sum;
}
```

```
> db.izpiti.mapReduce(mapper, reducer, {out: "rezultati"})
> db.rezultati.find()
{ "_id" : null, "value" : { "studentov" : 10, "izpitov" : 39 } }
```

```
> var finalizer = function(key, value) {
     var povprecje = value.izpitov/value.studentov;
     delete value.izpitov;
     delete value.studentov;
     value.povprecje = povprecje;
     return value;
}
```

funkcija za finalizacijo rezultata, ki se izvede

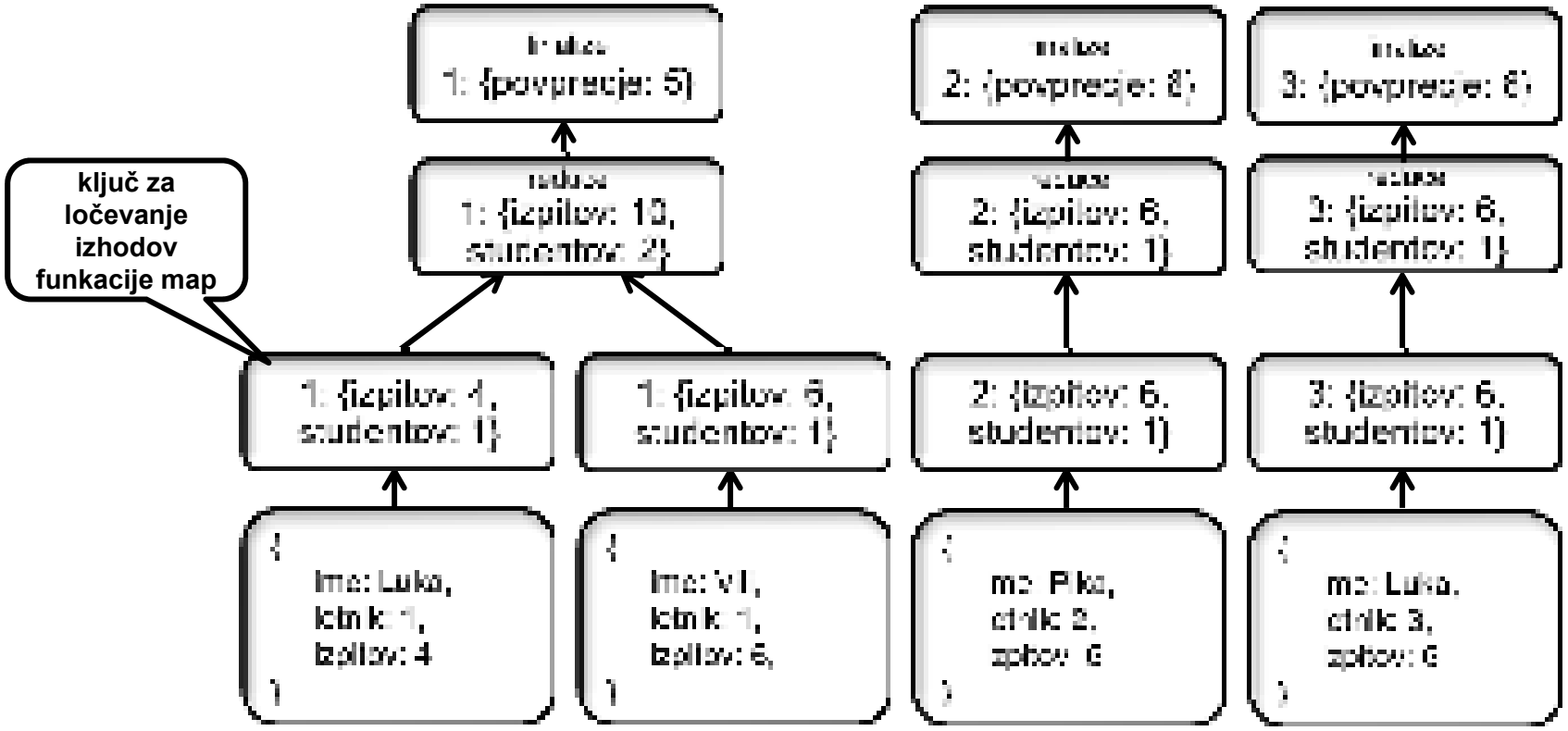
```
> db.izpiti.mapReduce(mapper, reducer,
       {out: "rezultati", finalize: finalizer})
> db.rezultati.find()
{ "_id" : null, "value" : { "povprecje" : 3.9 } }
```

dodatni parameter za uporabo finalizatorja

MapReduce: primer 3

3.) Kakšno je povprečno število izpitov, ki so jih opravili študenti po posameznih letnikih?

- emit(key, value)



MapReduce: primer 3

Kakšno je povprečno število izpitov, ki so jih opravili študenti po posameznih letnikih?

```
var mapper = function () {
    emit(this.letnik, { studentov: 1, izpitov: this.izpitov })
}
% reducer in finalizer ostaneta enaka!
```

uporaba ključa

```
> db.izpiti.mapReduce(mapper, reducer,
            { out: {inline: 1}, finalize: finalizer }).results
        [
                {
                        "_id" : 1,
                        "value" : {
                                "povprecje" : 4
                        }
                },
                {
                        "_id" : 2,
                        "value" : {
                                "povprecje" : 3
                        }
                },
                {
                        "_id" : 3,
                        "value" : {
                                "povprecje" : 4.2
                        }
                }
        ]
```

izpis na konzolo

PyMongo in map_reduce

```
from bson.code import Code

map = Code("function() {"
                "emit(this.letnik, {studentov: 1, izpitov: this.izpitov})"
           "}")

reduce = Code("function(key, values) {"
                "var sum = {studentov: 0, izpitov: 0};"
                "values.forEach(function(x) {"
                    "sum.studentov += x.studentov;"
                    "sum.izpitov += x.izpitov;"
                "});"
                "return sum;"
              "}")

result = db.izpiti.map_reduce(map, reduce, "myresults")

for doc in result.find():
    print doc
```

objekt za hranjenje programske kode

zapis programske kode v več vrsticah

zbirka, kamor se zapiše rezultat

kurzor po rezultatih

Literatura

- Eelco Plugge, Tim Hawkins, Peter Membrey: The Definitive Guide to MongoDB: The NoSQL Database for Cloud and Desktop Computing. Apress, 2010.
- Karl Seguin: The Little MongoDB Book. http://github.com/karlseguin/the-little-mongodb-book, 2012.
- MongoDB manual: http://www.mongodb.org/display/DOCS/Manual
- PyMongo 2.3 Documentation: http://api.mongodb.org/python/current/